



MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'État en Hydraulique

Option: IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME :

**Dimensionnement du réseau d'irrigation du périmètre
Ain-Touta étage haut (w.Batna)**

Présenté par :

TOUIL FERHAT

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
MEDDI Mohamed	Professeur	Président
SAADOUNE Samra	M.M. A	Membre
MADJDOUB Sonia	M.M.A	Membre
KOLIAI Djaffar	Assistant	Membre
SALHI Chahrazed	M.A.A	Promotrice

Octobre 2020

Remerciement



Je remercie mon Dieu qui m'a donné la force et la sagesse pour achever ce modeste travail.

J'adresse tous mes respects et mes remerciements à ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour l'élaboration de cette étude et particulièrement à

- + Ma promotrice madame SALHI pour ses orientations et motivations.*
- + Madame AZIEZ et monsieur BENKACI pour ses orientations et ses remarques.*
- + A tous les enseignants de l'ENSH qui ont contribué à ma formation.*
- + Aux membres de jury qui ont bien voulu examiner mon travail et de l'apprécier à sa juste valeur.*

Merci à tous

Dédicace



A chaque fois qu'on achève une étape importante dans notre

vie, on fait une pause pour regarder en arrière et se rappeler toutes ces personnes qui ont partagé avec nous tous les bons moments de notre existence, mais surtout les mauvais. Ces personnes qui nous ont aidés sans le leur dire, soutenus sans réserve, aimé sans compter, ces personnes à qui notre bonheur devient directement le leur, à qui un malheur en nous, en eux se transforme en pleur.

Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance et de respect.

*✚ A mes chères parent : **Rabah** et **Tassadit***

*✚ A mon chère frère **Aghiles** et mes sœurs **Lynda**, **lamia** et **liza***

*✚ A tout ma famille mes grand père **Rezki** et **Yamina**, mes **oncle** et mes **tantes**.*

*A tout mes cher amis **Hicham Halis**, **MESSAOUD**, **HOUSSEM**, **Bilal**; **Fares**, **Hicham dahmani**, **Hendi**, **M.....**, et tout mes amis de cartier de l'EPST et l'ENSH.*

A tous mes enseignant et amis sans exception.

ملخص:

إن الهدف من انجاءمذكرة نهاية الدراسة يندرج ضمن السياسة الحالية المتعلقة بتسيير المساحات المسقية، و الذي يسعى إلى رفع المردودية الفلاحية، وذلك باستعمال أفضل تقنيات السقي، و تسيير أنجع للموارد المائية. و هذا لن يأتي إلا بتبني أنظمة سقي حديثة و التي فرضت فعاليتها، نذكر على سبيل المثال : السقي بالتقطير و السقي بالرش الأكثر تطورا في الآونة الأخيرة نتيجة للتقدم العلمي و التكنولوجي و من بين ما تتميز به هذه الأنظمة من محاسن هو تحقيقها لاقتصاد معتبر للمياه.

Résume :

L'augmentation de la capacité du réservoir d'eau du barrage de Koudiat Medouar à travers le système de transfert de Beni Haroun a permis la création de nouvelles surfaces irriguées au niveau de la wilaya de BATNA

L'objectif de notre mémoire rentre dans le cadre de la politique actuelle de la gestion des périmètres irrigués, de façon à assurer une disponibilité permanente des eaux d'irrigation dans chaque parcelle avec un minimum de cout et mettre les agriculteurs dans les bonnes conditions pour un meilleur rendement des plantes.

Abstract:

The aim of the present work has an aspect of the actual policy of the irrigated areas management in a way to attain a high investment feedback, showing a better efficiency of the irrigation system on one hand, and a better management and potentialities preservation (water resource and ground resources) on the other hand. This can be achieved through the adoption of modern irrigation systems which have proved their reliability like localized irrigation, aspersion irrigation which are the most developed with the evolution of science and technology. These systems present many advantages like the important water saving.

SOMMAIRE

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

CHAPITRE I : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I.1 Introduction :	2
I.2 Présentation générale de la Wilaya de Batna :	2
I.2.1 Situation géographique et organisation administrative :	2
I.2.2 Réseau hydrographique :	3
I.2.3 Géomorphologie :	3
I.3 Localisation et présentation du grand périmètre Batna-Ain Touta :	3
I.3.1 Situation géographique :	3
I.3.2 La superficie :	4
I.4 Présentation générale du périmètre :	4
I.4.1 Situation géographique de la commune Ain Touta :	4
I.4.2 Limite administratives de la commune Ain Touta :	5
La surface :	5
I.5 Étude climatologique :	6
I.5.1 paramètres climatiques :	6
I.5.2 Le diagramme ombrothermique de GAUSSEN :	7
I.5.3 Phénomène climatique :	8
I.5.4 Phénomène climatique secondaire :	10
I.6 Indices agro météorologiques :	11
I.6.1 Indice d'aridité de De Martonne (1926) :	11
I.6.2 Climagramme d'Emberger :	11
I.7 Conclusion :	12

CHAPITRE II : RESSOURCE EN SOL ET EN EAU

II.1 Introduction :	13
II.2 Ressource en sol:	13
II.2.1 L'objective de l'étude pédologique :	13

II.2.2 Les caractéristiques chimiques du sol :	14
II.2.3 Analyse de la texture :	16
II.2.4 Les caractéristiques physico-chimiques :	16
II.2.5 Caractéristiques hydrodynamiques du sol :	17
II.3 Les ressources en eau :	18
II.3.1 Ressources en eau du périmètre :	18
II.3.2 Description du Barrage de Koudiet Medouar :	18
II.3.3 Qualité de l'eau d'irrigation :	19
II.3.4 limites admissibles.....	19
II.4 Conclusion :	22

CHAPITRE III : ETUDE HYDROLOGIQUE

III.1. Introduction :	23
III.2. Homogénéité de la série pluviométrique :	23
III .3. Ajustement statistique des pluies :	25
III .3.1. Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale.....	26
III .3.2. Ajustement à la loi log-normale (Galton) :	27
III .3.3. Test de validité d'un ajustement.....	28
III .4. Détermination de l'année de calcul :	30
III .5. Conclusion :	31

CHAPITRE IV : ÉTUDE DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

IV.1 Introduction :	32
IV.2 Besoins en eau des cultures :	32
IV.2 .1 Calcul de l'évapotranspiration potentielle de référence (ET ₀) :	32
IV.3 Besoins en eau d'irrigation :	33
IV.3.1 Calcul de La pluie efficace :	34
IV.3.2 Choix des cultures :	35
IV.4 Détermination des besoins bruts :	36
V.5. Calcul du débit spécifique :	40
IV.6 Conclusion :	40

CHAPITRE V : ÉTUDE DU SYSTÈME D'ADDUCTION ET DE DISTRIBUTION

V.1 Introduction :	41
V.2 Alimentation en eau du périmètre :	41
V.2.1. Prise d'eau à l'aval du barrage :	41
V.2.2. Reprise d'eau à partir d'une station de pompage :	41
V.2.3. Réseau de répartition et réservoirs de distribution :	42
V.2.4. Réseaux de distribution :	42
V.3 Schéma d'aménagement :	42
V.3.1 Ilots et bornes d'irrigation :	42
V.3.2. Calcul du débit aux bornes :	43
V.3.3. Choix du diamètre et du type des bornes :	43
V.3.4.Choix de diamètre de la borne :	43
V.4 Calcule des paramètres hydrauliques :	52
V.4.1. diamètre :	52
V.4.2 Calcule des pertes de charge :	52
V.4.3.Pression demandée aux bornes d'irrigation :	53
V.4.4. Choix du matériau des conduites :	53
V.5.Interprétation des résultats :	59
V.5.1. vitesses :	59
V.5.2. pressions :	59
V.6. Dimensionnement du réservoir :	59
V.7. Conclusion :	60

Chapitre VI : TECHNIQUES D'IRRIGATION

VI.1 Introduction :	61
VI.2. Choix de la technique d'arrosage :	61
VI.3. L'irrigation par aspersion :	61
VI.3.1 éléments d'une couverture asperseurs :	61
VI.3.2 Différente installation de l'asperseur :	62
VI.3.3. Avantages de l'aspersion :	62
VI.3.4. Inconvénients de l'aspersion :	62

VI.4 L'irrigation par goutte à goutte :	63
VI.4.1 Caractéristiques de l'irrigation goutte à goutte :	63
VI.4.2 composantes d'une installation d'irrigation goutte à goutte :	64
VI.4.3 Avantages de la technique du goutte à goutte :	66
VI.4.4 Inconvénients du goutte à goutte :	66
VI.5 Conclusion :	67

CHAPITRES VII : DIMENSIONNEMENT A LA PARCELLE

VII.1 Introduction :	68
VII.2. Dimensionnement d'un réseau d'irrigation Goutte à goutte :	68
VII.2.1. Données générales :	68
VII.2.2 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation goutte à goutte :	68
VII.2.2.1 Influence du taux de couverture du sol :	68
VII.2.2.2 Dose nette pratique :	69
VII.2.2.3 Fréquence des arrosages (Fr jours) :	69
VII.2.3 Calculs hydrauliques.....	70
VII.2.4 Calcul des diamètres de la conduite tertiaire :	73
VII.2.5 Calcul de la pression d'eau à la borne de distribution :	73
VII.3 Conclusion :	73

CHAPITRES VIII : ETUDE TECHNICO-ÉCONOMIQUE

VIII.1 Introduction :	74
VIII.2 Différents travaux à entreprendre :	74
VIII.2.1. Travaux concernant la conduite de distribution :	74
VIII.2.2. Les actions reçues par les conduites :	75
VIII.2.3. Exécution des travaux :	75
VIII.3. L'estimation des différents types de conduites du réseau de distribution :	75
VIII.4. Devis estimatif et quantitatif des accessoires:	76
VIII.5. Volume des terrassements :	77
VIII.5.1 Décapage de la couche de terre végétale :	77
VIII.5.2 calculs de la largeur de tranchée :	77

VIII.5.3-calcul de la profondeur de tranchée :	78
VIII.6 Calcul des volumes :	78
VIII.6.1 Volume de déblai :	78
VIII.6.2 Volume du lit de sable :.....	78
VIII.6.3 Volume de remblai :	79
VIII.6.4 L'estimation pour le terrassement :	79
VIII.7 Le devis total :	79
VII.8 Conclusion :.....	79

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre I

Tableau I. 1: Localisation du périmètre	4
Tableau I. 2: Coordonnées des stations météorologiques.....	6
Tableau I. 3:Données pluviométriques de la station de Batna (1996-2008).....	6
Tableau I. 4:Températures en °C à la station de Batna (1996-2008).....	7
Tableau I. 5:L'humidité relative. (1996-2008)	8
Tableau I. 6:les vitesses de vent moyen mensuel (1996-2008)	9
Tableau I. 7: Ensoleillement moyen mensuel (1996-2008).....	9
Tableau I. 8:Évapotranspiration potentielle (ETP) (1996-2008)	9
Tableau I. 9:Nombre de jours de gelée , sirocco et neige (1996-2008).....	10
Tableau I. 10: Caractérisation climatique.....	11

Chapitre II

Tableau II. 1: Résultats des analyses des échantillons de sol du profil 21.	15
Tableau II. 2: Analyse des paramètres hydrodynamiques	18
Tableau II. 3. caractéristiques principales du barrage.....	19
Tableau II. 4.: Qualité des eaux du Barrage de Koudiat Medouar (1984-2002):	19
Tableau II. 5:Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.....	20
Tableau II. 6: Classification des eaux en fonction du S.A.R.....	21

Chapitre III

Tableau III. 1: Détail de calcul d'homogénéité de la série pluviométrique.....	24
Tableau III. 2: résultat de khi carré par le logiciel HYFRAN pour la loi normal.....	26
Tableau III. 3 :résultat de khi carré par le logiciel HYFRAN pour la loi log normal.....	27
Tableau III. 4.: Table de Pearson de χ^2	28
Tableau III. 5.: Ajustement à la loi normal.....	29
Tableau III. 6: pluviométrie moyenne pour chaque mois en (mm).....	30

Chapitre IV

Tableau IV. 1:tableau de calcule de ET0.....	33
Tableau IV. 2: Précipitation efficace dans la zone d'étude.	35

Tableau IV. 3:Coefficients culturaux.....	35
Tableau IV. 4: besoins d'irrigation du blé :	36
Tableau IV. 5: besoins d'irrigation de la tomate.	36
Tableau IV. 6: besoins d'irrigation du p.de.terre.	37
Tableau IV. 7:besoins d'irrigation de petit pois :	37
Tableau IV. 8:besoins d'irrigation de l'orge verte :	38
Tableau IV. 9: besoins d'irrigation de l'olivier	38
Tableau IV. 10: Récapitulatif des besoins:.....	39

Chapitre V

Tableau V. 1: Répartition des secteurs du périmètre en fonction de la topographie	42
Tableau V. 2: Choix du diamètre de la borne	43
Tableau V. 3.calculer les débits des bornes :	44
Tableau V. 4:Paramètres de pertes de charge de la loi de Lechapt-Calmon :	52
Tableau V. 5.Calcul des diamètres des conduites :	54
Tableau V. 6:Les points d'installation des ouvrages de réduction de pression	59
Tableau V. 7: Caractéristique de réservoir.....	60

Chapitre VII

Tableau VII. 1: Calcul de diamètre de la rampe	72
Tableau VII. 2Calcul de diamètre de la porte rampe	72
Tableau VII. 3: Calcul de diamètre des conduites tertiaires	73
Tableau VII. 4: Récapitulatif des calculs hydrauliques.....	73

Chapitre VIII

Tableau VIII. 1: L'estimation des conduites du réseau de distribution.	76
Tableau VIII. 2 :Devis estimatif et quantitatif des accessoires.....	77
Tableau VIII. 3: L'estimation pour le terrassement.....	79

LISTE DES FIGURES

Chapitre I

Figure I. 1. La situation géographique et limite administrative de Batna.....	2
Figure I. 2: Plan de situation du périmètre de Batna – Aïn Tout.....	4
Figure I. 3: La situation géographique du périmètre.....	5
Figure I. 4: Communes limitrophes d'Ain Touta.	5
Figure I. 5: Le diagramme de Gaussen	8
Figure I. 6: Diagramme bioclimatique d'EmbergerFigure.....	12

Chapitre II

Figure II. 1Le diagramme de la classification de sol.....	16
Figure II. 2.: La classification des eau	21

Chapitre III

Figure III. 1 : le diagramme d'ajustement à la loi normale	26
Figure III. 2: Ajustement des pluies annuelles à la loi log-normal (Galton).....	27

Chapitre VI

Figure VI. 1:L'irrigation par aspersion.....	63
Figure VI. 2: L'irrigation goutte à goutte.....	67

Chapitre VIII

Figure VIII. 1: Schéma d'une tranchée.....	78
--	----

Introduction générale :

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

Les ressources en eau dans le monde sont estimées à 1.400 millions de Km^3 , dont 97.5% des eaux sont salées (Océans et mers). L'eau douce dans le monde ne représente que 2.5% ; 70% de la consommation mondiale va à l'agriculture.

Le manque d'eau et l'accroissement des besoins en eau d'irrigation, conjugué aux conflits d'usage avec les autres secteurs, tels que l'industrie et la consommation en eau potable, nous amènent à constamment réfléchir sur les économies d'eau. Ceci passera forcément par une gestion efficace de l'irrigation ainsi que par la maîtrise de l'utilisation et choix des systèmes d'irrigation.

Mais malheureusement le capital "eau" reste mal exploité et l'irrigation mal maîtrisée, à cause d'une part, de la subsistance des techniques d'irrigation telle que les techniques gravitaires qui sont de grands consommateurs d'eau et de la méconnaissance des techniques plus économiques d'autre part.

L'agriculture irriguée doit produire plus de nourriture pour répondre à la croissance des besoins mais en utilisant moins d'eau, d'énergie et de capitaux.

Notre sujet d'étude rentre dans ce contexte, il vise à mobiliser l'eau du barrage de Beni Haroun vers le barrage de Koudiet Medouar qui va permettre la mise en place d'un système d'adduction et de distribution en introduisant des techniques d'irrigation économiques telle que le goutte à goutte.

Dans ce mémoire, on propose de dimensionner le réseau d'irrigation du périmètre de Ain Touta (EH), qui est caractérisé par une agriculture extensive, avec des systèmes d'irrigation modernes afin d'économiser les ressources en eau et d'augmenter ainsi les rendements des cultures mises en place.

Pour bien mener cette étude, nous avons scindé notre travail en six chapitres à savoir :

- Présentation de la zone d'étude
- Ressource en sol et en eau
- Etude hydrologique
- Étude des besoins en eau des cultures
- Étude du système d'adduction et de distribution
- Les techniques d'irrigation
- Dimensionnement à la parcelle
- Calcul technico économique

CHAPITRE I : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

I.1 Introduction :

Dans ce chapitre, on va aborder la présentation de la zone d'étude ainsi que l'étude climatologique de la région et les différentes caractéristiques physiques qui sont favorables à la mise en valeur en irrigation.

La zone d'étude concerne le périmètre d'Aine Touta, qui est situé dans la wilaya de Batna.

I.2 Présentation générale de la Wilaya de Batna :

I.2.1 Situation géographique et organisation administrative :

La wilaya de Batna est située entre les "4°" et "7°" de longitude Est et "35°" et "36°" de latitude Nord, dans la partie orientale de l'Algérie, avec une superficie de 12038,76km². La particularité physique de la Wilaya de Batna c'est la situation géographique entre Atlas Tellien et Atlas Saharien, avec les caractères de climat et les conditions de vie humaine.

La Wilaya est entourée par 6 Wilaya, au nord par la Wilaya de Oum El Bouaghi, Sétif et de, Mila, l'est par la Wilaya de Khenchela, l'ouest par la Wilaya de M'Sila, au sud par la wilaya de Biskra.



Figure I. 1. La situation géographique et limite administrative de Batna.

I.2.2 Réseau hydrographique :

La Wilaya de Batna est répartie sur 3 grands bassins versants d'après l'ANRH :

- Le bassin du Constantinois situé au Nord Est, qui s'étend sur une superficie de 4037Km² dans le territoire de la Wilaya.
- Le bassin versant du Hodna situé à l'Ouest, qui s'étend dans les limites de la Wilaya sur une surface de 4394Km².

- Le bassin des Aurès Nememcha, qui occupe la partie Sud et Sud Est de la Wilaya avec 5611Km² de surface.

Tout le réseau hydrographique est étroitement lié aux précipitations ainsi qu'il est surmonté par une atmosphère à très fort pouvoir évaporant.

I.2.3 Géomorphologie :

La plaine étudiée se situe à des altitudes qui varient entre 900 et 1220 mètres. Le relief est généralement favorable à l'utilisation agricole des terres et leur irrigation : topographie plane ne dépassant guère 2 à 3 %. Les principales formes de relief observé dans la plaine de Batna sont les suivantes :

* **Les terrasses actuelles** : elles sont situées dans les lits majeurs des oueds et sont constituées de matériaux grossiers, caillouteux à éléments arrondis.

* **Les terrasses récentes** : leur pente ne dépasse guère 1% On y trouve des sols peu évolués et des sols calcimagnésique.

* **Les terrasses anciennes** : elles sont situées légèrement plus haut que les précédentes et leur pente reste toujours faible 1 à 2 %. Les sols qui s'y sont formés sont les sols peu évolués et les sols calcimagnésiques.

* **Les glacis** : les terrasses suscitées sont raccordées aux montagnes et aux collines par des glacis dont la pente ne dépasse pas 3%. Ces glacis sont parfois parcourus par des ravineaux très faiblement marqués et deviennent nuls en bas de pente.

I.3 Localisation et présentation du grand périmètre Batna-Ain Touta :

I.3.1 Situation géographique :

Le périmètre de Batna Ain Touta s'étend de Tazoult au Nord-est à Ain Touta au Sud - Ouest, sur environ 35 km et il est longé par la route nationale (RN N°3) reliant Batna à Biskra. Il s'agit d'une vallée encaissée pour l'essentiel, entre les piémonts des djebels Kasserou, Bou Kazzaz, Ain Drinn et Es Sour du côté Nord-Ouest, et par ceux des djebels Ich-Ali et Chentouf au Sud-est.

Le plan de situation du grand périmètre irrigué de Batna – Ain Touta est donné par la figure 1-2, suivante :



Figure I. 2: Plan de situation du périmètre de Batna – Ain Tout

I.3.2 La superficie :

Le périmètre irrigué de Batna-Aïn Touta, objet de la présente étude, d'une superficie d'environ 6 100 ha, relève administrativement de la wilaya de Batna et se répartit sur les quatre communes de Batna, Tazoult, Oued Chaaba et Ain Touta dont les coordonnées sont les suivantes :

Tableau I. 1: Localisation du périmètre

Ville/Village	Emplacement dans le périmètre	Latitude	Longitude	Altitude (m)
Tazoult	Nord-est	35°30'	6°15'	1150
Batna	Nord	35°33'	6° 11'	1010
Lambiridi	Milieu	35°31'	6° 06'	1080
Ain Touta	Sud – Ouest	35°22'	5° 52'	910

Source : ONID d'Algier

I.4 Présentation générale du périmètre :

I.4.1 Situation géographique de la commune Ain Touta :

Le périmètre d'Ain Touta est une partie de l'ensemble du périmètre de BATNA –AIN TOUTA. Il est constitué de deux sous périmètres Ain Touta étage haut et Ain Touta étage bas, notre étude est concernée par la partie haut de ce périmètre.

Le plan de situation géographique du périmètre irrigué Ain Touta est donné par la figure 1-3, suivante :

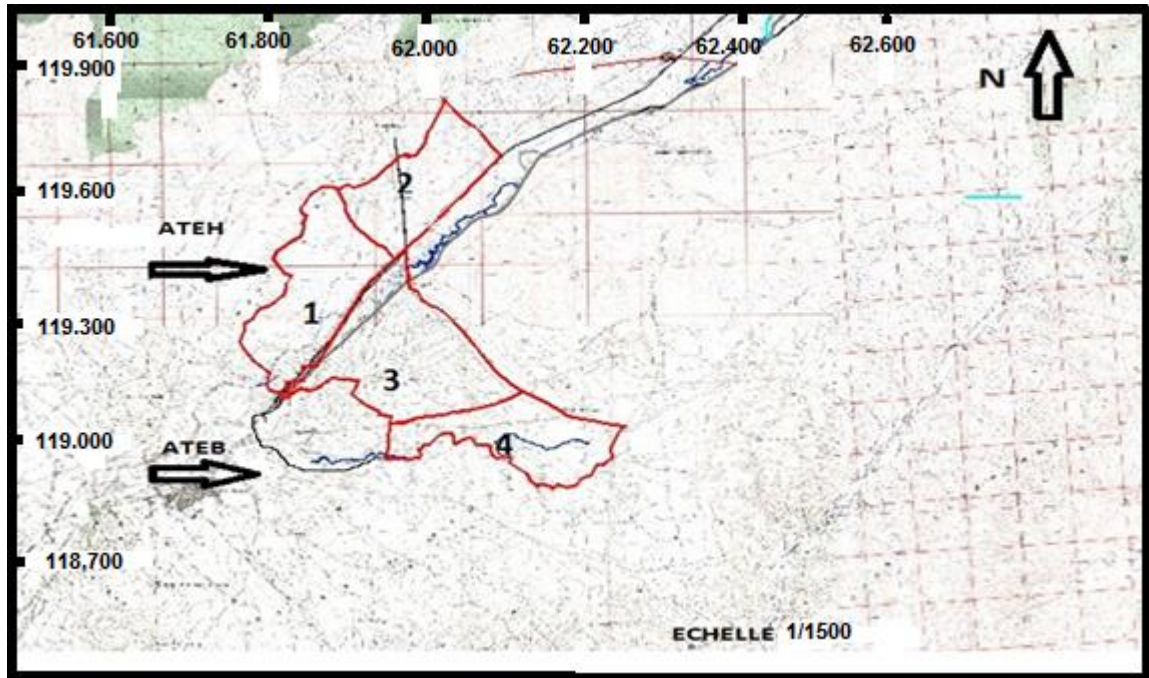


Figure I. 3: La situation géographique du périmètre.

Source : ONID

I.4.2 Limite administratives de la commune Ain Touta :

- La commune d'Oued Chaaba au Nord.
- La commune de Ben Foudhala à l'Est.
- La commune de Tilatou à l'Ouest.
- La commune de Maafa au Sud.

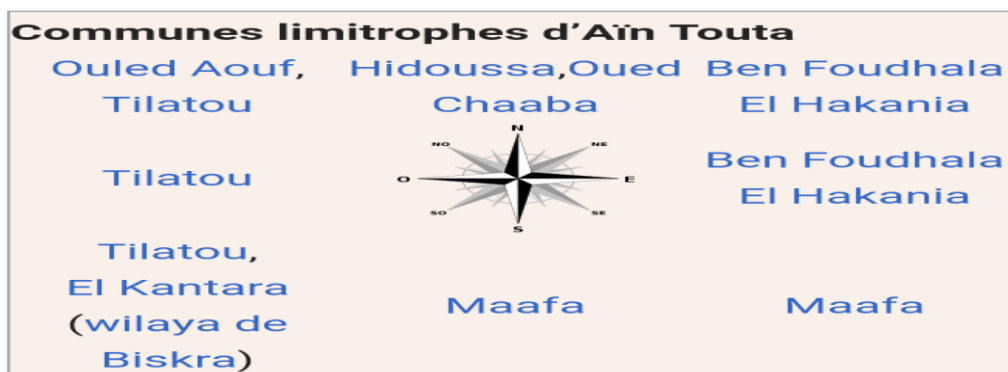


Figure I. 4: Communes limitrophes d'Aïn Touta.

La surface :

La commune d'Aïn Touta occupe une superficie totale de 17350 ha avec une surface agricole totale de 1914.4 ha.

I.5 Étude climatologique :

Le climat constitue un élément de base pour l'élaboration de toute étude. L'étude climatologique se base sur l'observation et l'estimation de nombreuses variables représentatives du climat a long terme.

L'étude climatologique est essentielle car no donne :

- La représentation de la zone d'étude fondamentale.
- Son rôle prépondérant dans les projets de l'irrigation.
- Le climat est un facteur essentiel qui conditionne le system des cultures ainsi que les besoins en eau d'irrigation.

Est leur influence sur la végétation est important, le développement de la plante est sous la dépendance étroit de la température qui agit sur la vitesse du déroulement des phases végétatives, de l'eau, de l'ensoleillement.

Pour caractériser le climat du périmètre on choisie la station météorologique et pluviométrique de Batna la plus proche du périmètre.

La localisation de la station considérée est donnée par le tableau suivant :

Tableau I. 2: Coordonnées des stations météorologiques

Station	Latitude (N)	Longitude Est (E)	Altitude(m)	Période d'observation
Batna	35°45	06°19	822	1929-2019

Source : ONID d'Algier

I.5.1 paramètres climatiques :

• Précipitation :

Les précipitations mensuelles de la station de Batna sont présentées dans le tableau I.4

Tableau I. 3:Données pluviométriques de la station de Batna (1996-2008)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Pluie (mm)	33.0	23,7	27.9	38.5	48.6	16.7	6.7	17.7	42.3	24.3	31.5	38.1	348.9
Nb de jours	5	7	9	8	10	9	10	6	7	5	2	3	81

Source : station pluviométrique de Batna

L'analyse des données ci-dessus dégage les conclusions suivantes :

- La saison pluvieuse s'étale essentiellement sur 7 mois, de Novembre à Mai.

Durant cette période on enregistre en moyenne 69.1% des précipitations annuelles.

- Les mois les plus pluvieux sont ceux de Décembre à janvier.
- Le mois le plus sec est celui de juillet.

- En période estivale (juin, juillet, août), les précipitations sont de faible importance. On enregistre en moyenne 11.8% des pluies annuelles. Ces pluies arrivent souvent sous forme d'orages et engendrent une érosion des terres.

- Le printemps (Mars, Avril, Mai) est considéré comme une saison pluvieuse. Le pourcentage de pluies durant cette saison représente en moyenne de 32.9% des pluies annuelles.

- L'automne (Septembre, Octobre, Novembre) correspondant au démarrage de la campagne agricole est aussi assez arrosé. On enregistre en moyenne 28.1% des pluies annuelles.

- En hiver (Décembre, Janvier, Février), le pourcentage de pluies est en moyenne de 27.1% des pluies annuelles.

- **Température :**

Les températures mensuelles moyennes et les extrêmes moyens enregistrés au niveau de la station de Batna sont donnés par le tableau suivant :

Tableau I. 4:Températures en °C à la station de Batna (1996-2008)

Temp (°C)	MOIS												Anné
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
m	-1	-3	2.9	6,2	10,7	14,9	17,5	17.7	14,1	10,1	4.6	1,4	8
T	6.2	7.0	10.3	13,5	18.6	23.6	26,8	26,4	21,6	17,2	10,7	6,9	15,80
M	12.3	13.6	17.7	20.9	26.5	32.3	36,0	35.1	29	24.3	16.7	12.4	23.1

Source : station météorologique de Batna

Avec : m = minimale moyenne, T = Température Moyenne, M = maximale moyenne

I.5.2 Le diagramme ombrothermique de GAUSSEN :

Le diagramme ombrothermique de GausSEN permet de définir l'étendu et les limites de la période sèche qui la période d'irrigation, le diagramme est représenté par deux diagrammes de température et de précipitation on fonction du temps.

Il définit le moi sec par la comparaisent entre la précipitation en millimètre et la température en degré centigrade.

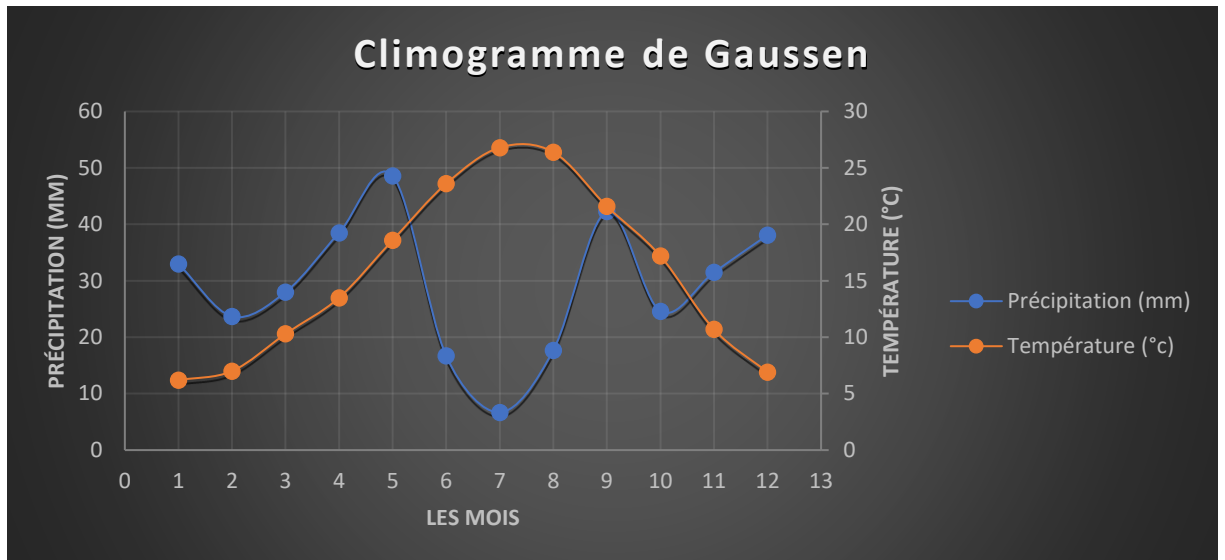


Figure I. 5: Le diagramme de Gausse

À partir de ce diagramme on tire deux périodes définites :

- La période sèche lorsque $p < 2T$.
- La période humide lorsque $p > 2T$.

A partir du diagramme de Gausse,

- **période sèche :**

il est remarqué que la période sèche s'étale de la fin du mois de Mai jusqu'à la moitié du mois de Novembre donc dans cette période il faut l'irriguer.

- **période humide :**

La période humide s'étale de la moitié du mois de Novembre jusqu'à la fin du mois de Mai (sept (07) mois) elle est caractérisée par des moyennes températures à basses températures surtout dans la saison de printemps.

I.5.3 Phénomène climatique :

- **humidité relative :**

L'humidité relative moyenne mensuelle enregistrée dans la station climatique de Batna durant la période de 1996 à 2008 est présentée dans le tableau I.5.

Tableau I. 5: L'humidité relative. (1996-2008)

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyen
Humidité %	47	39	44	56	61	67	74	74	67	63	60	56	59

Source : station météorologique de Batna

- **vent :**

La vitesse moyenne mensuelle des vents de la station de Batna durant la période de 1996 à 2008 est enregistrée dans le tableau I.7. On relève que les vents sont fréquents durant tout l'année à des vitesses relativement faible.

Tableau I. 6:les vitesses de vent moyen mensuel (1996-2008)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec
Vitesse du vent (m/s)	2.8	3.3	3.6	3.9	3.6	3.7	3.6	3.5	3.3	3.0	3.2	3.0

Source : station météorologique de Batna

- **Ensoleillement :**

L'éclairement qui représente la puissance du rayonnement solaire dépend de la situation géographique de l'exposition et de la saison. Les données concernant l'insolation enregistrée à la station de Batna durant les années (1996-2016) Sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau I. 7: Ensoleillement moyen mensuel (1996-2008)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec
Ensoleillement (heures par jour)	5,7	6,5	7,7	8,1	9,8	9,9	11,7	10,6	8,4	7,9	6,3	5,6

Source : station météorologique de Batna

- **L'évapotranspiration potentielle :**

L'évapotranspiration moyenne mensuelle enregistrée au niveau de la station de Batna est représentée dans le tableau I.6.Ce phénomène est l'émission de la vapeur d'eau par une surface liquide ou par milieu humide (sol, végétale) à une température inférieure au point d'ébullition ,la moyenne interannuelle calculée selon la méthode ANRH est de l'ordre de 156 .76mm/an.

Tableau I. 8:Évapotranspiration potentielle (ETP) (1996-2008)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyen
ETP (mm)	56.5	68.1	109.0	144.3	184.9	261.9	313.5	289.5	176.6	134.4	86.7	55.3	156.71

Source : station météorologique de Batna

L'évaporation est maximale en mois de juillet avec 313.5 mm, ceci est dû à l'avènement du siroco et minimale en mois de décembre avec 55.3 mm.

I.5.4 Phénomène climatique secondaire :

Le tableau I.9 présente le nombre de jours de gelée, sirocco et neige d'après les observations sur la station de Batna.

Tableau I. 9: Nombre de jours de gelée , sirocco et neige (1996-2008)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
n.j.g	16	13	6	1	0	0	0	0	0	0	3	11	50
n.j.s	0	0	0	1	1	2	2	1	1	0	0	0	08
n.j.n	3	5	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	12

Source : station météorologique de Batna

n.j.g : Nombre de jour de gelée.

n.j.s : Nombre de jour de sirocco.

n.j.n : Nombre de jour de neige.

- **gelée blanche :**

La période des gelées dans la zone du périmètre s'étale du mois de novembre jusqu'au mois d'avril.

Les fréquences les plus élevées sont observées au cours des mois de janvier et Février avec respectivement 16 et 13 jours de gelée.

Il est à noter que la gelée blanche est connue par ses effets néfastes sur les cultures et exclut la pratique des cultures de primeur, les cultures sous serres (cultures protégées) et même des cultures précoces conduites d'une manière compétitive.

- **sirocco :**

Les vents dominants en période hivernale sont de direction Nord-Est. Il s'agit de vents frais et relativement humides. En période estivale, la direction du vent change et sont généralement de direction Sud-Ouest et sont généralement des vents chauds et secs (sirocco).

De par sa position en vallée, le futur périmètre irrigué est un couloir de vent ce qui impose la nécessité de prévoir des brises vents parmi les composantes d'aménagement.

Le nombre moyen de jours annuelle de sirocco enregistré est 8 jour.

- **neige :**

Le nombre moyen de jours de neige annuelle 12 jours , la fréquence la plus élevé est le mois de février avec 5 jours .

I.6 Indices agro météorologiques :

I.6.1 Indice d'aridité de De Martonne (1926) :

Cet indice permet de caractériser le pouvoir évaporant de l'air à partir de la température.

Avec :

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

Où :

- I : indice d'aridité ;
- P : Précipitations cumulées pour l'année en mm.
- T : température moyenne annuelle de l'air, °C.
- P=348.9
- T=15.8
- I=13.52

Les limites des zones climatiques d'après l'indice d'aridité de "De Martonne" sont données dans le tableau suivant :

Tableau I. 10: Caractérisation climatique

Valeur de l'indice d'aridité	Type de climat
$I < 5$	Désertique
$5 < I < 10$	Très sec (aride)
$10 < I < 20$	Sec (semi-aride)
$20 < I < 30$	Relativement humide (sub-humide)
$I > 30$	Humide

Source: UNEP (1992) World Atlas of Desertification.

Ainsi, d'après la valeur de l'indice d'aridité de "De Martonne" le périmètre irrigué Ain Touta se trouve dans l'étage bioclimatique semi-aride.

I.6.2 Climagramme d'Emberger :

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

$$Q = \frac{1000 * p}{\frac{M+m}{2 * (M-m)}} \quad \text{alors} \quad Q = \frac{2 * 1000 * p}{M^2 - m^2}$$

Avec :

Q : coefficient pluviométrique d'Emberger.

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

M : moyenne des températures maximales (Kelvin).

m : moyenne des températures minimales (Kelvin).

Pour : $P=348,9\text{mm}$; $M= 36^{\circ}\text{C}$ et $m=-3^{\circ}\text{C}$

D'où : $Q=30$

A partir du diagramme bioclimatique d'EMBERGER, en fonction du quotient pluviométrique et de la température moyenne minimale du mois le plus froid, on trouve que notre région se situe dans :

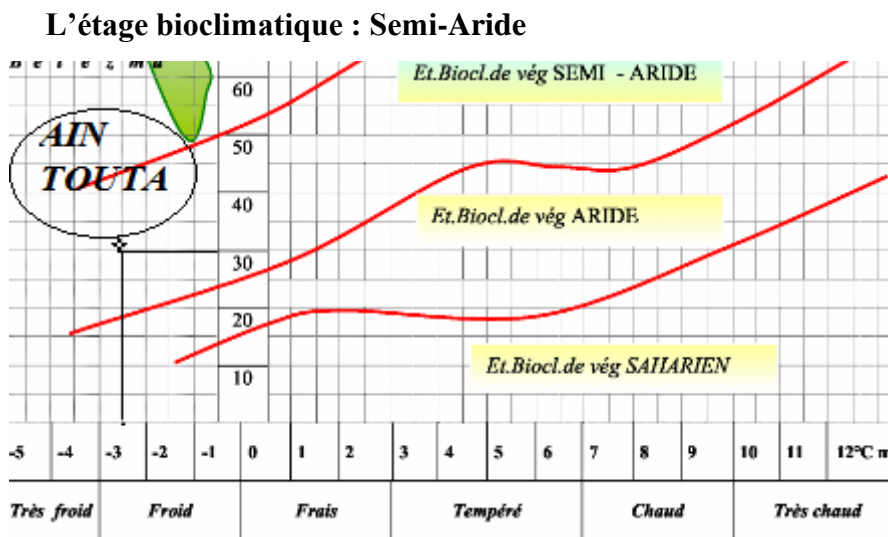


Figure I. 6: Diagramme bioclimatique d'Emberger

I.7. Conclusion :

Le périmètre d'Ain Touta situé dans la wilaya de Batna jouit d'un climat semi-aride caractérisé par un hiver froid, et un été chaud et sec, avec une insuffisance en pluie, qui en plus présente une mauvaise répartition au cours de l'année, les paramètres climatiques et agro météorologiques indiquent que la zone d'étude est relativement semi-aride.

Cependant vu les potentialités agro-pédologiques de la zone d'étude, l'introduction de l'irrigation est indispensable pour un développement des cultures et une intensification de l'agriculture.

CHAPITRE II : RESSOURCE EN SOL ET EN EAU

II.1 Introduction :

Le sol désigne l'ensemble hétérogène des matériaux issus de l'évolution d'un substrat minéral sous l'action combinée de facteurs climatiques (température, précipitation) et de l'activité biologique, et joue le rôle d'un réservoir d'alimentation en eau des plantes, il est donc essentiel de bien connaître ses caractéristiques et son mode de fonctionnement qui sont utile dans le dimensionnement du périmètre d'irrigation.

L'eau est un élément constitutif majeur de la matière végétale ; pour cela on va présenter dans cette partie les ressources en eau qui peuvent alimenter notre zone d'étude et analyser les pluies, qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro-agricole.

II.2 Ressource en sol:

II.2.1 L'objective de l'étude pédologique :

La pédologie est une science ayant pour but d'étudier la pédogenèse, c'est-à-dire la formation et l'évolution des sols, notamment au travers de plusieurs taxonomies des sols.

La pédologie examine les constituants de la terre (minéraux, matières organiques), leurs agencement (granulométrie, structure, porosité), leurs propriété physique (Transfer de l'eau et de l'air), leurs propriété chimique (rétention des ions, ph) et leurs propriétés biologique (activité des microorganismes).

La pédologie est une science interdisciplinaire, qui regroupe les connaissances et les méthodes de différents domaines de specialite.il s'y trouve notamment :

- Les sciences naturelles fondamentales que sont la physique, la chimie et la biochimie.
- Les sciences du vivant que sont la botanique, la zoologique et la microbiologie du sol.
- La science de la terre, en particulier la géologie, la minéralogie, la géographie et l'hydrologie.

II.2.2 Les caractéristiques chimiques du sol :

Profil n° : 21

Date de description et d'échantillonnage : 31 décembre 2005

Lieu : Ras Elma

Coordonnées : x = 221 210 ; y = 3 921 564

Pente : moins de 1 %

Géomorphologie : terrasse alluviale

Aspect de surface : pas d'éléments grossiers

Drainage externe : bon

Signe d'érosion : néant

Culture en place : arboriculture, céréales, maraîchage

Facteur limitant externe : néant

Facteur limitant intrinsèque : néant

Classification CPCS (1967) :

- Classe : Sol peu évolué
- S/classe : non climatique
- Groupe : d'apport alluvial
- S/groupe : à caractères vertiques et hydro morphe (ancienne hydromorphie)

Description

H1 : 0 – 30 cm : frais ; couleur 10YR 5/4 ; texture argileuse ; structure polyédrique su angulaire ; pas d'éléments grossiers ; forte effervescence à l'HCl ; organique ; poreux ; meuble ; friable ; collant ; plastique ; transition nette.

H2 : 30 – 52 : Sec ; couleur 10 YR 5/3 ; texture argileuse ; structure massive à éclats anguleux ; pas d'éléments grossiers ; forte effervescence à l'HCl ; poreux ; compact ; dur ; moyennement friable ; collant ; plastique ; transition nette.

H3 : 52 – 95 cm : Sec ; couleur 10 YR 5/4 ; texture argileuse ; structure massive qui s'effrite en de très fin polyèdres aplatis et anguleux ; pas d'éléments grossiers ; quelques taches blanchâtres ; forte effervescence à l'HCl ; apparemment non organique ; poreux ; compact ; dur ; collant ; plastique ; quelques racines fines ; transition diffuse.

H4 : > 95 : horizon gélifié (ancienne hydromorphie).

Remarque : nombreuses fentes de retraits larges et profondes ; Ce profil se situe dans la zone hydro morphe, signe externe non visibles.

Le tableau II.1 présente l'analyse des échantillons des sols.

Tableau II. 1: Résultats des analyses des échantillons de sol du profil 21.

Profondeur (cm)		0 – 30	30 - 52	52 – 95	> 95
Granulométrie	Argile %	41	42	42	39
	Limons fins %	32	29	28	30
	Limons grossiers %	12	11	15	10
	Sables fins %	8	11	8	12
	Sables grossiers %	7	9	7	8
Profondeur (cm)		0 – 30	30 - 52	52 – 95	> 95
Matière organique	C %	1,9	1,3	0,8	0,7
	MO %	1,9	1,3	1,3	
	N %	0,17	0,13	0,09	0,08
	C/N	9	8	10	
Calcaire total %		12	11	14	15
Calcaire actif %		3	4	6	5
PH		7,4	7,3	7,3	7,2
CE dS/m		2,2	1,3	1,4	0,9
CECCmol/kg	Ca	16	15	16	17
	Mg	5	8	6	7
	K	2	3	3	3
	Na	1	1	2	2
	S	24	26	25	27
	T	24	26	25	27
	S/T	100	100	100	100
Densité réelle		2,51	2,64	2,63	-
Densité apparente		1,3	1,6	1,59	-
pF (H %)	2	-	-	-	-
	2,5	-	-	-	-
	3	-	-	-	-
	4,2	-	-	-	-
P ₂ O ₅ assimilable ppm		21	-	-	-
KassimilableCmol/kg		2	-	-	-

Source (ONID)

II.2.3 Analyse de la texture :

Le triangle textural permet de classer les sols d'après leurs compositions granulométriques, et permet d'indiquer la nature de texture (texture argileuse, texture sableuse, texture équilibré et texture limoneuse).

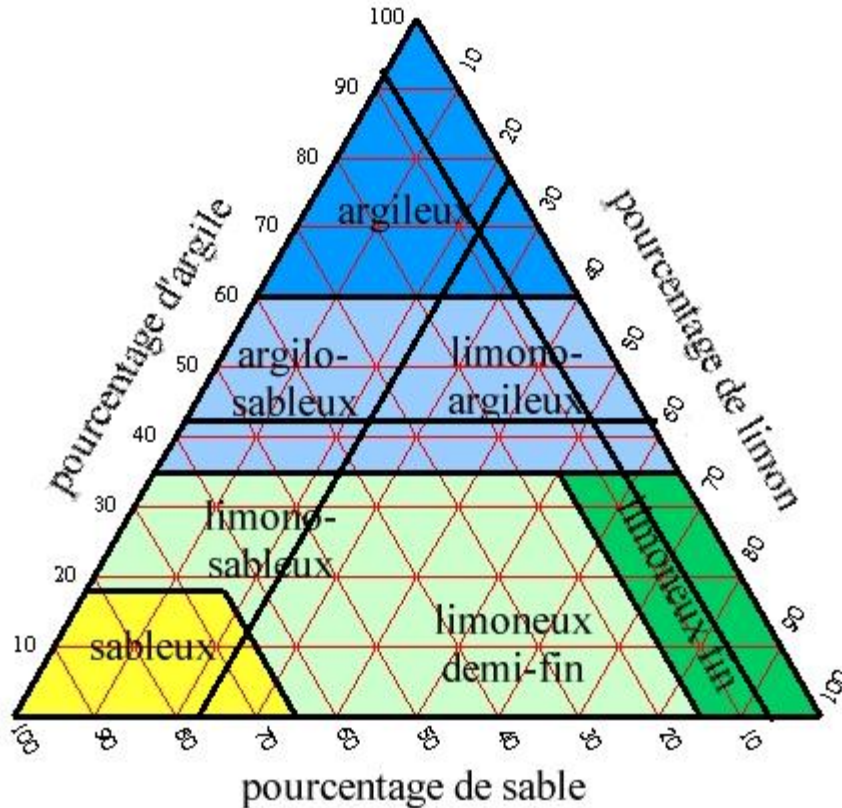


Figure II. 1 Le diagramme de la classification de sol.

D'après les analyses de granulométrie des échantillons de sol, on peut classer notre sol comme étant un sol argileux limoneux, ce qui donne une texture équilibrée.

II.2.4 Les caractéristiques physico-chimiques :

- **La conductivité :**

La conductivité de notre sol et variait entre 2.2 ds/m est diminuait avec la profondeur jusqu'attendre 0.9 ds/m alors la conductivité et supérieure à 1 et inférieure à 4 ds/m alors notre sol est ne pas saline d'après (Raoul Calvet 2003).

- **La structure :**

La structure de notre sol est polyédrique angulaire dans l'horizon de la surface, devient massive à éclats anguleux dans le deuxième horizonne et devient massive qui s'effrite en de très fin polyèdres

aplatis et anguleux dans le troisième horizonne. Le rapport C/N varie entre 9, 8 et 10 est voisine de 9 ce qui correspond à une matière organique bien décomposiez.

II.2.5 Caractéristiques hydrodynamiques du sol :

Les stations hydrodynamiques implantées dans le périmètre, on se basant sur les caractéristiques hydrodynamiques du périmètre. Les paramètres physiques touchés par les mesures sont :

- **densité apparente (Da) et la densité réelle (Dr) :**

La densité c'est le rapport entre la masse d'un volume de matière et la masse d'une matière de référence. La densité réelle présente la mesure de la masse volumique des particules qui composent un solide granulaire.

- **perméabilité :**

La perméabilité est la capacité qu'à un sol à laisser circuler l'eau plus ou moins facilement, et définie par sa vitesse d'infiltration qui est la quantité maximale d'eau qui peut traverser le sol dans un temps donné, elle est exprimée en général en mm/h.

- **humidité caractéristique :**

Elle représente la masse d'eau contenue dans le sol, c'est le rapport entre la masse d'eau contenue dans l'air de sol et celle que contiendrait le mem volume s'il était saturé, elle exprimé en g/m³ ou par pourcentage.

- **La porosité :**

On appelle porosité d'un échantillon le rapport du volume non occupé par la matière solide au volume total de sol.

Avec :

$$P=100*\left[1-\frac{Da}{Dr}\right]$$

Le tableau II.2 présente les résultats de mesures ces paramètres hydrodynamiques:

Tableau II. 2: Analyse des paramètres hydrodynamiques

Paramètre	Unité	Valeur moyenne
Densité apparente (Da)	g/m ³	1.5
Densité réelle (Dr)	g/m ³	2,6
L'humidité (PF) caractéristique (pF 4.5)	%	14%
L'humidité (PF) caractéristique (Pf 2,5)	%	25%
La porosité	%	41
Perméabilité moyenne des sols	m/s	10 ⁻⁵

II.3 Les ressource en eau :

II.3.1 Ressources en eau du périmètre :

L'alimentation en eau du nouveau périmètre irrigué de Batna Ain Touta, sera assurée à partir des apports régularisés du bassin de l'Oued El Kébir, stockés dans les retenues de Bou Siaba et Béni Haroun, puis transférés vers le barrage intermédiaire d'Oued Athmania et enfin au Barrage d'extrémité de Koudiat Medaouar.

II.3.2 Description du Barrage de Beni Haroun :

Le barrage Beni Haroun, en service depuis 2004, est situé sur l'Oued El Kebir à 3 km en aval de la confluence des Oueds Rhumel et Endja. La retenue Beni Haroun, en plus de son rôle de régularisation des apports, est destinée à l'écrêtement de crues exceptionnelles.

Le volume régularisable fourni à partir du barrage dans le système de transfert a été estimé à 504 Hm³/an. Ceci comprend :

- **Caractéristiques de barrage de Beni Haroun :**

Tableau II. 3. Caractéristiques principales du barrage.

Volume	986hm
Hauteur sur fondation	118m
Volume de béton	1.900.000m
Coté de la crête	218.2m
Longueur en crête	710m
Largeur en crête	8m
Surface inondée	3.900ha
Débit maximum	13.230m ³ /s
Débit maximal vidange demi-fond:	700m ³ /s

Source : ANB/Projet de barrage de Béni Haroun

II.3.3 Description du Barrage de Koudiet Medouar :

Le barrage de Koudiat Medaouar est situé dans les bassins versants fermés des hautes plaines constantinoises. L'ouvrage est situé sur l'oued de Chemora, dont l'écoulement se fait de sud-ouest vers le nord est peu après la confluence des oueds Reboa et Soultez.

Le bassin versant dont la surface est de 590 km², se caractérise par une dissymétrie entre la partie supérieure constituée de montagnes et la partie située à l'aval qui est une vaste plaine. Le réservoir permet la rétention d'un volume utile de 62,5 Hm³.

Le barrage reçoit l'eau transférée à partir du barrage de Beni Haroun qui représente la première source d'eau dans le système.

A partir du barrage de Koudiat Medaouar, l'eau sera distribuée pour les périmètres irrigués de Toffana (11 000 ha) et de Batna Ain Touta (6 100 ha) et pour les besoins en eau potable dans la région.

La retenue de Koudiat Medaouar à un apport interannuel de 15 Hm³ qui ne représente que 8% de la quantité annuelle en provenance du Barrage Oued Athmania, évaluée à 127 Hm³ (APD transfert des eaux du barrage Oued Athmania vers les barrages de Koudiat Medaouar et Ourkiss (Tallizardane), Septembre 2005).

Les caractéristiques physiques du barrage de Beni Haroun sont présentées dans le tableau III.2.

Tableau II.4. Caractéristiques principales du barrage.

Volume	87 millions de mètres
Cote en crête	997,00m
Longueur de la crête	2,27 km
Hauteur maximale	48 m
Cote de retenue nominale	992,50
Superficie de la retenue (à 992,5)	6,7 km ²

Source : ANB/Projet de barrage de Koudiat Medouar

II.3.4 Qualité de l'eau d'irrigation :

La classification des eaux d'après la qualité chimique a été établie selon le diagramme de classification des eaux d'irrigation de Riverside et, suivant deux Critères respectivement celui de : La conductivité électrique (CE en mmho s/cm) et Le rapport d'absorption de sodium (SAR). Les valeurs des paramètres principaux sont résumées dans le tableaux III.5

Tableau II.5. Qualité des eaux du Barrage de Koudiat Medaouar

Station070501 BarrageKoudiatMedaouar			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Paramètre	Unité	Moyenne	08/06/2004	14/08/2004	21/09/2004	10/01/2005	08/02/2005	15/03/2005	17/04/2005	09/05/2005	18/06/2005	24/07/2005
%de satur	%	90.0	100	93.8	92.7	80.6	62.6	100	100	62.6	100	90.0
DBO5	mg/L de O2	4.3	5.5		4.7	4.4	1	3.2	7.2	1	7.2	4.3
DCO	mg/L de O2	32.2	27	51	34	23	24.8	7.6	58	7.6	58	32.2
NH4	mg/L	0.0	0.02	0.03	0.03	0	0.05	0.05	0.02	0	0.05	0.0
PO4	mg/L	0.2	0.02	0.01	0.25	0.5	0	0.35	0	0	0.5	0.2
NO3	mg/L	5.9	6	1	2	7	13	8	4	1	13	5.9
NO2	mg/L	0.1	0.09	0.07	0	0.04	0.03	0.1	0.07	0	0.1	0.1
MOAcide	mg/L	23.1	6.6	123.1	7.8	8.5	7.5	5.8	2.1	2.1	123.1	23.1
Turb	NTU	5.8		1.3			6.8	14.5	0.7	0.7	14.5	5.8
T	°C	20.6	25	27	17		6.5	23	25	6.5	27	20.6
Cl	mg/L	49.3	45	35	55	45	50	50	65	35	65	49.3
SO4	mg/L	258.6	254	284	270	212	184	262	344	184	344	258.6
Mg	mg/L	43.6	48	40	47	38	48	40	44	38	48	43.6
Na	mg/L	51.0	48	36	67	45	36	45	80	36	80	51.0
K	mg/L	3.3	2	6	4	4	2	2	3	2	6	3.3
Fe	mg/L	0.3						0.259		0.259	0.259	0.3
Mn	mg/L	0.2	0.229					0.08		0.08	0.229	0.2
Cond	μS/cm à 20°C	675.0	602	700	600	675	630	666	800	643	800	700.0
Ca	mg/L	75.9	80	82	78	84	55	74	78	55	84	75.9
pH	-	7.7	7.9	7.9	7.1	8	7.7	7.6	7.6	7.1	8	7.7
ALC		150.7	160	145	145	190	164.7	140.1	110	110	190	150.7
HCO3		183.8	195	177	177	231.8	201	171	134	134	231.8	183.8

Source : ANRH

Pour l'ensemble des paramètres analysés, on remarque que selon les normes de la FAO[3] pour la classification des eaux d'irrigation applicables dans la majorité des aménagements hydro- agricoles des régions arides et semi-arides, leurs valeurs moyennes correspondent à des valeurs de classes de restriction d'utilisation faibles à modérées; ne causant pas de préjudice aux cultures.

II.3.5 limites admissibles

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

A/conductivité électrique

La conductivité électrique est une propriété associée à la mobilité des ions, elle est mesurée à 25°C et exprimée en mmhos/cm. On distingue quatre classes de danger de salinité de l'eau en fonction de la conductivité électrique, selon la classification américaine.

Le tableau III.5 présente la classification des eaux suivant la conductivité électrique

Tableau II. 4:Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.

Classe	Conductivité Électrique	Classification
C1	$CE \leq 0,25$	Eau de risque faible
C2	$0,25 < CE \leq 0,75$	Eau de risque moyen
C3	$0,75 < CE \leq 2,25$	Eau de risque élevé
C4	$CE > 2,25$	Eau de risque très élevé

Source : Selon la classification américaine

Pour différents valeurs de CE on a :

C1 : convient pour toutes les cultures

C2 : convient pour les plantes moyennement tolérantes

C3 : ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes

C4 : eau difficilement utilisable sur sol bien drainé

Notre eau d'irrigation ayant une conductivité électrique à 25 °C égale à 0.675 mmhos/cm fait partie de la classe C2 (risque moyen).

B/SAR (Sodium Absorption Ration)

Si l'eau est riche en Sodium, celui-ci peut se fixer sur le complexe du sol et exercer alors une action défloculation. Pour apprécier le risque alcalin, on compare donc la concentration en ions Na^+ et celle en ions Ca^{++} et Mg^{++} . Quatre classes de danger d'alcalinisation ont été définies en relation avec le risque salin (Tableau III.4).

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}} = 6,6$$

Tableau II. 5: Classification des eaux en fonction du S.A.R

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

Source : d'après Servant(1966) et Pieltain(2003).

Les résultats de la classification des eaux sont représentés dans la figure II.2 ci-dessus :

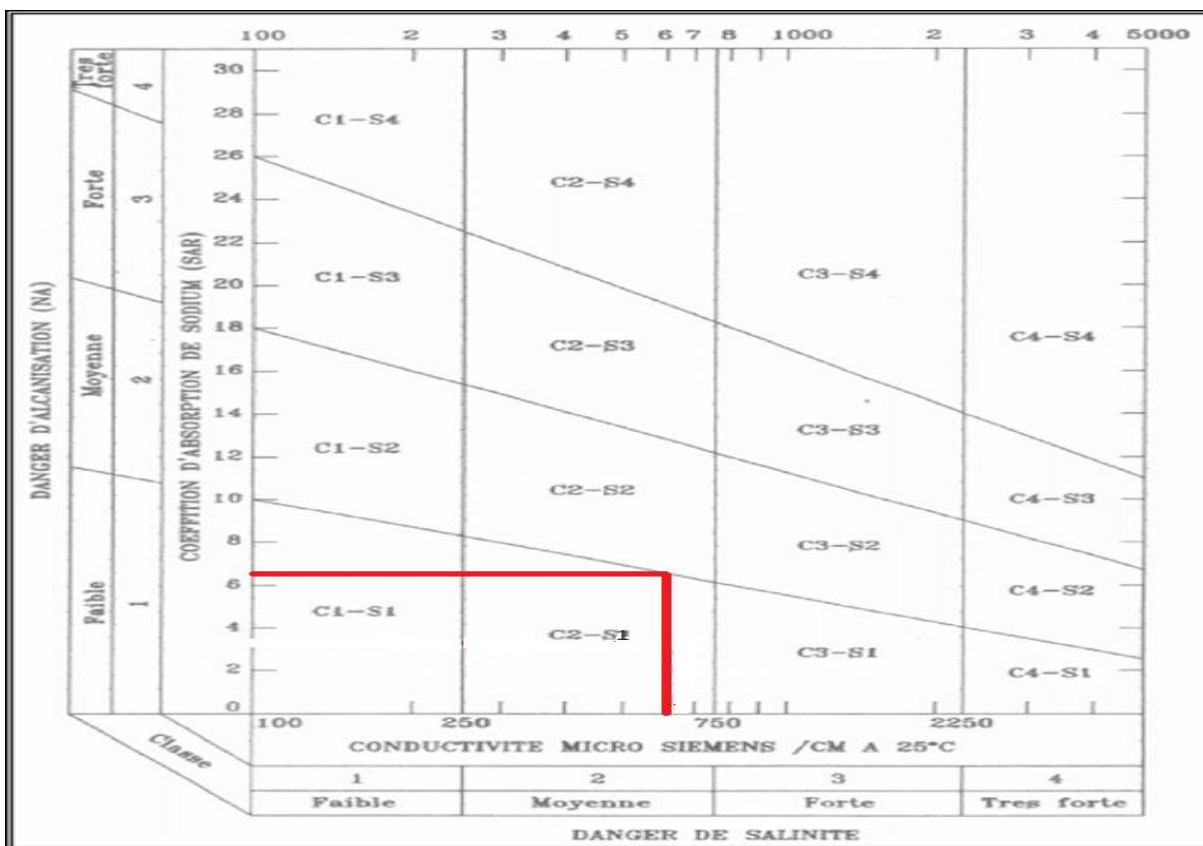


Figure II. 2.: La classification des eau

En se référant au diagramme de classification des eaux d'irrigation (**Figure II.2**), on peut affirmer que notre eau est caractérisée par une salinité moyen avec un risque d'alcalinité faible aussi, elle est classée donc (C2-S1), ce qui montre que la qualité des eaux est acceptable pour l'irrigation.

II.4 Conclusion :

Après l'étude de sol, on conclue que :

- Le sol de périmètre est un sol peu évolués.
- D'une manière générale le sol du périmètre présentent une texture argileuse limoneux.
- La conductivité électrique varie entre 0.9 a 2.2 alors est un sol non saline.
- La matière organique de notre sol est bien décomposée.
- La densité apparente varie entre **1.3 et 1.59 (g/Cm)**.
- La production agricole dans le périmètre ne demande pas l'amendement organique et la fertilisation minérale.

L'analyse de la qualité d'eau du barrage de Koudiat Madouar montre que l'eau du barrage appartient à la classe C2S1, avec une faible alcalinité, et une salinité moyenne mais avec la perméabilité de 7.2 m/s et la dosse du Pluit on n'a pas besoin une dose de lessivage pour éviter d'éventuelles dégradations du sol dues à la salinisation.

CHAPITRE III : ETUDE FREQUENTIELLE

III.1.Introduction :

Le but de l'étude fréquentielle est de déterminer l'année de calcul, pour notre région on opte pour une probabilité de 80%.

L'ajustement se fait à l'aide du logiciel HYFRAN.

Pour trouver la pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 80% on utilise la loi suivante :

$$P_{\text{moy 80\% de chaque mois}} = P_{\text{moy de chaque mois}} * P_{\text{moy 80\% annuelle}} / P_{\text{moy 50\% annuelle}}$$

La détermination des pluies de probabilité 50% et 80% se fait après ajustement de la série pluviométrique à une loi statistique.

III.2. Homogénéité de la série pluviométrique :

Avant de procéder au comblement des lacunes et extension des séries pluviométriques, nous avons testé l'homogénéité des échantillons en notre possession par l'utilisation du test non paramétrique de Wilcoxon pour l'identification des anomalies et les valeurs erronées. Le test de Wilcoxon est le plus puissant teste non paramétrique, souvent sollicité dans les études hydrologiques (études des pluies et des apports). La série de donnée d'origine devra être divisée en deux sous séries X et Y telles que N_1 et N_2 représentant respectivement le nombre (taille) de ces deux séries, avec $N_1 \leq N_2$. On constitue la série XUY après avoir classé la série d'origine par ordre décroissant puis on attribue à chaque valeur son rang en précisant à quelle sous série elle appartient. La vérification de l'homogénéité des séries se fait à un degré de probabilité de 95%. $W_{\min} < W_x < W_{\max}$

Avec :

- $W_x = \sum |rangx| Wx$: Somme des rangs de l'échantillon x
- $W_{\min} = \frac{(N_1 + N_2 + 1)N_1 - 1}{2} - 1,96 \left[\frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right]^{0,5}$

$$W_{\max} = (N_1 + N_2 + 1)N_1 - W_{\min}$$

La série pluviométrique représentée dans le tableau suivant :

Tableau III. 1: Détail de calcul d'homogénéité de la série pluviométrique.

Les années	Rang	Série d'origine	Série X(mm)	Série Y(mm)	Ordre décroi	XUY
1976	1	516.5	516.5	268.1	516.5	X
1977	2	498.6	498.6	252.6	510.5	Y
1978	3	296.8	296.8	192.5	498.6	X
1979	4	338.6	338.6	118	482.2	X
1980	5	217.2	217.2	279.9	456.7	X
1981	6	219.9	219.9	93.3	445.3	X
1982	7	273.6	273.6	151.8	440.1	X
1983	8	330.2	330.2	148.7	433.8	X
1984	9	421.7	421.7	151.2	421.7	X
1985	10	310.9	310.9	391.9	420.7	X
1986	11	352.7	352.7	376	409.2	Y
1987	12	326.7	326.7	319.6	391.9	Y
1988	13	445.3	445.3	299.6	376	Y
1989	14	482.2	482.2	193.6	352.7	X
1990	15	433.8	433.8	301.9	338.6	X
1991	16	294.9	294.9	510.5	330.2	X
1992	17	456.7	456.7	409.2	326.7	X
1993	18	420.7	420.7	289.7	319.6	Y
1994	19	294.4	294.4	253.2	310.9	X
1995	20	440.1	440.1		305.9	X
1996	21	305.9	305.9		301.9	Y
1997	22	268.1			299.6	Y
1998	23	252.6			296.8	X
1999	24	192.5			294.9	X
2000	25	118			294.4	X
2001	26	279.9			289.7	Y
2002	27	93.3			279.9	Y
2003	28	151.8			273.6	X
2004	29	148.7			268.1	Y
2005	30	151.2			253.2	Y
2006	31	391.9			252.6	Y
2007	32	376			219.9	X
2008	33	319.6			217.2	X
2009	34	299.6			193.6	Y
2010	35	193.6			192.5	Y
2011	36	301.9			151.8	Y

2012	37	510.5			151.2	Y
2013	38	409.2			148.7	Y
2014	39	289.7			118	Y
2015	40	253.2			93.3	Y

Détermination du paramètre :

- $W_x = \sum |\text{rang}_x|$

W_x : Somme des rangs de l'échantillon x

$$W_x = \sum |\text{rang}_x| = 1+3+4+5+6+7+8+9+10+14+15+16+17+19+20+23+24+25+28+32+33 = \mathbf{319}$$

- $W_y = \sum |\text{rang}_y|$

W_y : Somme des rangs de l'échantillon y

$$W_y = \sum |\text{rang}_y| = 2+11+12+13+18+21+22+26+27+29+30+31+34+35+36+37+38+39+40 = \mathbf{501}$$

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

$$W_{\max} = (N_1 + N_2 + 1)N_1 - W_{\min}$$

Avec :

$$N_1 = \mathbf{19} \quad ; N_2 = \mathbf{21}$$

Ce que implique :

$$W_{\min} = \mathbf{316}$$

$$W_{\max} = \mathbf{463}$$

$$W_{\min} = \mathbf{316} < W_x = \mathbf{319} < W_{\max} = \mathbf{463}$$

La condition du test est vérifiée. La série pluviométrique de la zone d'étude est donc homogène à un intervalle de confiance de 95%.

III .3.Ajustement statistique des pluies :

Les données des pluies annuelles sont souvent ajustables à des lois statistiques nombreuses , ceci est du a la faible variabilité interannuelle pour certaines station.dans notre cas ,on utilise pour celle qui garantit le meilleur ajustement possible.les lois d'ajustement les plus communément employées dans le cas de pluies annuelles sont les suivantes :

- **Loi normal (Gauss)**
- **Loi log-normal (Galton)**

III .3.1.Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale

On dit qu'une variable appartient à la distribution normale lorsque sa fonction de répartition est de la forme :

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

u Est la variable réduite de Gauss .Elle est donnée par $u = \frac{x-\bar{x}}{\sigma}$

Pour les calculs, on a utilisé le logiciel **HYFRAN**. Les résultats sont représentés dans les tableaux suivant :

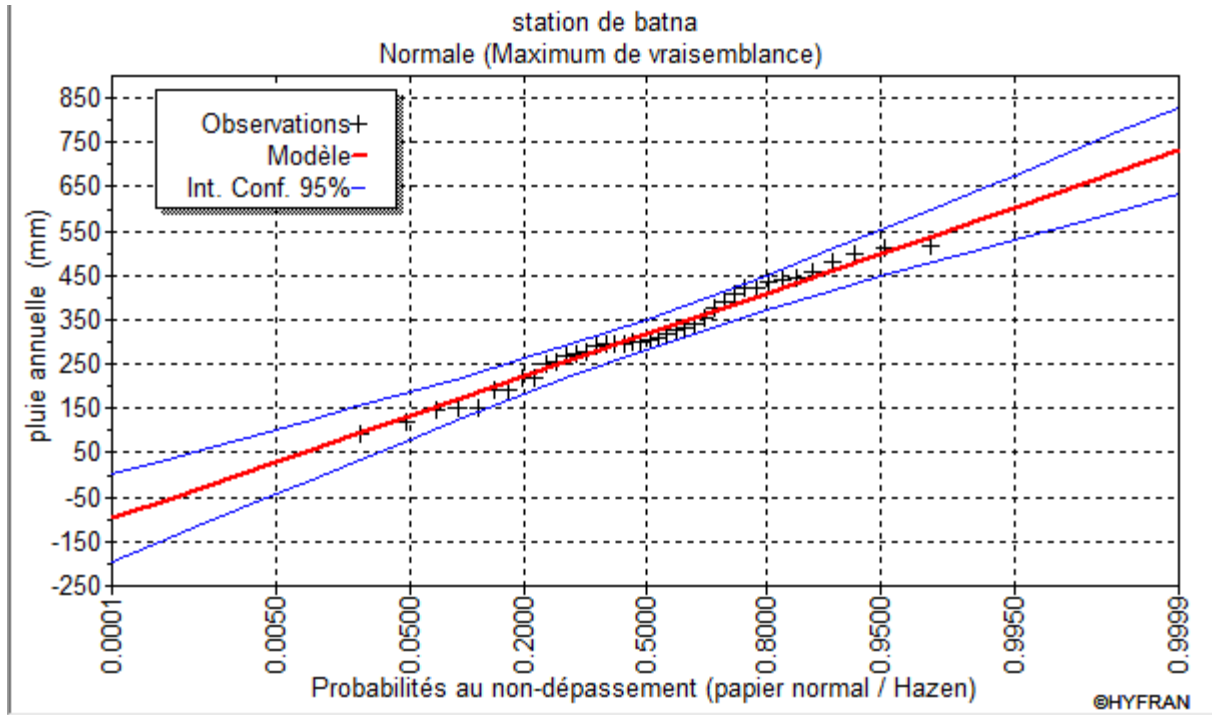


Figure III. 1 : le diagramme d’ajustement à la loi normale

Les résultats de l’ajustement sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau III. 2: résultat de khi carré par le logiciel HYFRAN pour la loi normal

khi carré (χ^2) calculée	Degré de liberté	Nombre de classe
3.20	5	8

III .3.2.Ajustement à la loi log-normale (Galton) :

On dit qu’une Variable aléatoire X a une distribution log normal lorsque : $Y = \ln X$ est normal. La loi de Galton résulte de la loi normale mais rendue dissymétrique par un changement de variable. Sa fonction de répartition est donnée par :

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

Avec la valeur réduite u est donnée par : $u = \frac{\ln x - \overline{\ln x}}{\sigma_{\ln x}}$.

L’équation de la variable réduite présente sous forme de : $\ln x = \overline{\ln x} + u\sigma_{\ln x}$ est l’équation d’une droite sur un papier Gausso-logarithmique en abscisse l’échelle gaussienne et en ordonnée l’échelle logarithmique.

σ_{lnx} : La variance calculée pour les précipitations observées sous l'échelle logarithmique sa formule s'écrit comme suit :

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

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

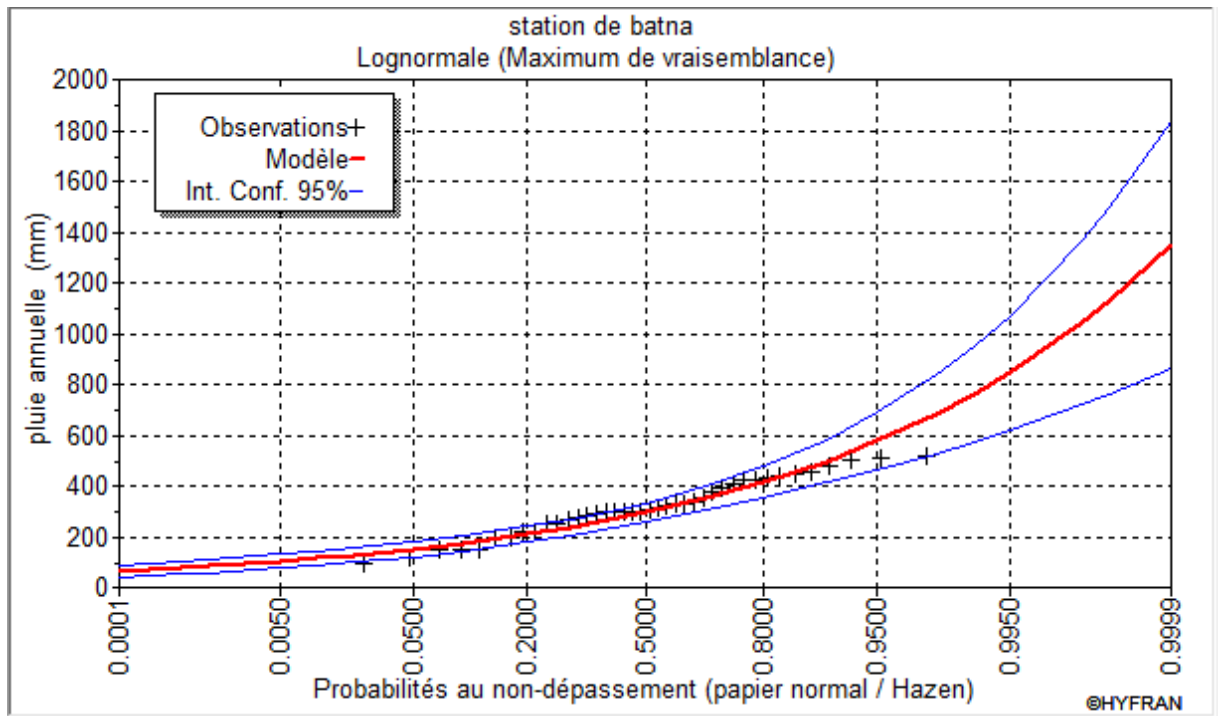


Figure III. 2: Ajustement des pluies annuelles à la loi log-normal (Galton)

Les résultats de l'ajustement sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau III. 3 :résultat de khi carré par le logiciel HYFRAN pour la loi log normal

khi carré (χ^2) calculée	Degré de liberté	Nombre de classe
8.00	5	8

III .3.3.Test de validité d'un ajustement

Statistique Khi² :

Comme critère de comparaison, la variable χ^2 est utilisée pour un risque de $\alpha = 5\%$ et un nombre de degré de liberté $\gamma = K-1-m$

Avec :

K= nombre de classes

m= nombre de paramètre de la loi

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

Ou :

n_i : nombre d'observation contenues dans la classe i

v_i : nombre d'observation théorique calculés dans la classe i . Ce nombre doit être supérieur ou égale 5

χ^2 : variable aléatoire variant de 0 de ∞

et il faut vérifiée la condition suivant :

$\chi^2_{calculée} < \chi^2_{théorique}$

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

Avec : $\gamma = 5$ et $\alpha = 0.05$

Tableau III. 4.: Table de Pearson de χ^2

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

($\chi^2_{théorique}$: Tiré de la table de Pearson avec un nombre de degré de liberté $\gamma=5$ et $\alpha = 0.05$)

$\chi^2_{théorique} = 11.07$

$\chi^2_{calculée}$: donnée par le logiciel HYFRAN.

Pour la loi normale : $\chi^2_{calculée} = 3.20$

Pour la loi log-normale : $\chi^2_{calculée} = 8$

Et $\chi^2_{théorique} = 11.07$

Après examen des ajustements obtenus, il ressort que **la loi normale ajuste mieux** la série des pluies annuelles à la station de Batna ($\chi^2_{calculée}$ pour loi normale = 3.2 < $\chi^2_{calculée}$ pour loi log normale = 8)

Tableau III. 5.: Ajustement à la loi normal

T	Q	XT	Écart-type	Intervalle de confiance(95%)	Colonne1
10000.0	0.9999	730	50.1	632	828

2000.0	0.9995	683	45.0	594	771
1000.0	0.9990	660	42.7	577	744
200.0	0.9950	603	36.9	531	676
100.0	0.9900	575	34.2	508	642
50.0	0.9800	545	31.3	484	606
20.0	0.9500	500	27.2	446	553
10.0	0.9000	459	23.9	412	506
5.0	0.8000	431	20.5	370	450
3.0	0.6667	364	18.4	328	400
2.0	0.5000	290	17.6	282	351
1.4286	0.3000	258	18.8	221	295
1.2500	0.2000	223	20.5	182	263
1.1111	0.1000	174	23.9	127	221
1.0526	0.0500	133	27.2	80.0	187
1.0204	0.0200	87.8	31.3	26.4	149
1.0101	0.0100	57.5	34.2	-9.58	125
1.0050	0.0050	29.7	36.9	-42.7	102
1.0010	0.0010	-27.5	42.7	-111	56.2
1.0005	0.0005	-49.8	45.0	-138	38.5
1.0001	0.0001	-97.5	50.1	-196	0.641

III .4.Détermination de l'année de calcul :

Puisque la loi log-normale est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne annuelle représentative de la région, On a obligé de connaître la quantité de pluie qui peut être utilisée par la plante ,donc on doit déterminer l'année de calcul ,elle est une fraction de la pluie efficace (pluie de probabilité 80%)

Pour trouver la pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 80% ,on utilisé la loi suivant :

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

$P_{\text{théorique de 50\%}} = 290 \text{ mm}$

$P_{\text{théorique de 80\%}} = 223 \text{ mm}$

$P_{\text{moy } 80\%} = 0.76 * P_{\text{moy-mensuelle}}$

Tableau III. 6: pluviométrie moyenne pour chaque mois en (mm)

mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pmoy	33	23,7	27,9	38,5	48,6	16,7	6,7	17,7	42,3	24,3	31,5	38,1

P80%	25,08	18,01	21,20	29,26	36,93	12,69	5,09	13,45	32,14	18,46	23,94	28,95
------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------

III .5.Conclusion :

Au cours de ce chapitre, nous peuvent conclure que :

- ✓ La zone étudié caractérisé par une pluie moyenne annuelle est de **349mm**, la pluie de 80% est de l'ordre de **223 mm**, la pluie de 50% est de l'ordre de **290mm**.
- ✓ La série pluviométrie est opérée sur plusieurs étapes ,vérefication de l'homogénéisation ,ajustement avec deux lois (normal et log-normal) et vérification de la validité de ces lois avec les test statistique .

CHAPITRE IV : ÉTUDE DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

IV.1 Introduction :

Les besoins quantitatifs en eau d'irrigation pour la production végétale doivent être prévus avec précision quand on identifie les futurs projets d'irrigation et analyse leur rentabilité.

Il faut pouvoir s'orienter parmi les méthodes de précision dont l'application et le mode d'utilisation le plus rationnel des ressources en eau disponible pour l'irrigation

IV.2 Besoins en eau des cultures :

Pour compenser l'évapotranspiration d'une culture en bon état sanitaire, on est besoin d'ajutée une quantité d'eau bien précise, dans des conditions de sol non limitant de la disponibilité de l'eau et de la fertilité, et des conditions climatiques données.

IV.2.1 Besoins en eau d'irrigation :

Le calcul des volumes d'eau à apporter par irrigation est réalisé en effectuant période par période le bilan :

$$B_i = ETM - (P_{eff} + RFU_{i-1})$$

Avec :

- B : besoin en eau d'irrigation (mm).
- P_{eff} : est la pluie efficace.
- E.T.M : évapotranspiration (mm /mois).

Tell que : $ETM = K_c * ET_0$

Avec :

- ET_0 : l'évapotranspiration de référence.
- K_c : coefficient cultural.
- RFU : Réserve facilement utilisable qui représente l'humidité du sol du mois i-1, on a:

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

Avec :

- H_{cc} : humidité à la capacité au champ ;
- H_{pf} : humidité au point de flétrissement ;
- Y : degré de tarissement $Y = 2/3$;
- D_a : densité apparente ;
- Z : profondeur d'enracinement mm ;

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

Figure IV.1 : Caractéristique hydrique de quelque sol

Observation :

- Dans notre zone la texture est variée entre argilo-limoneuse et argileuse donc on prend la valeur de **(HCC-HPF) = 17 %**
- Et d'après les analyses des profils la densité apparente de notre sol est entre 1.3 et 1.6 g/cm³ donc on prend **Da = 1.5 g/cm³**

IV.2.2 Calcul des paramètres :

- **Calcul de l'évapotranspiration potentielle de référence (ET₀) :**

L'évapotranspiration potentielle c'est tout les pertes en l'eau d'une culture de référence (gazon) recouvrant complètement le sol, bien alimenté en eau, ayant une hauteur uniforme de quelques centimètres, a son stade de développement végétatif maximal et suffisamment pourvue en eau.

Pour obtenir l'évapotranspiration de référence on utilise des méthodes basées sur des variables climatiques, parmi ces méthodes :

- Formule de Turc (1960).
- Formule de Thornthwaite (1955).
- Formule de Blaney-Criddle (1959).
- Formule de Penman ou Formule de Bilan d'énergie (1948).
- Méthode de Doorenbos et Pruitt (1977) dans le cadre de la FAO.
- Formule de Bouchet

La formule de Penman est la meilleure manière d'estimation de l'ET₀ sous tous les climats. Son seul inconvénient est qu'elle nécessite un nombre important d'informations climatiques, rarement toutes disponibles sur une même station.

Les experts de la FAO, recommandent la méthode de Penman-Monteith (modifiée) comme méthode privilégiée d'estimation de ET₀.

Pour l'exécution des calculs, nous avons appliqué le logiciel CROPWAT, où nous avons introduit les données mensuelles de la station météorologique de Batna :

- Température : Les températures minimales et maximales mensuelles (C).
- Humidité de l'air : l'humidité relative de l'air exprimée en pourcentage (%).
- Insolation journalière : donnée en heures d'insolation.
- Vitesse de vent : La vitesse du vent peut être introduite en km/jour.

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ET₀ calculés à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0. Les résultats trouvés pour la station de Batna sont récapitulés dans le tableau IV .1.

Tableau IV. 1:tableau de calcul de ET₀

Colonnel	T min C	T max C	Humidité %	Vent m/s	Insolation h	Radiation	ET ₀ mm/j	ET ₀ mm/mois
Janvier	-1.0	12.3	47	2.8	5.7	9.8	2.17	67.72
Février	-3.0	13.6	39	3.3	6.5	12.7	2.89	80.92
Mars	2.9	17.7	44	3.6	7.7	17.0	3.82	118.42
Avril	6.2	20.9	56	3.9	8.1	20.3	4.37	131.1
Mai	10.7	26.5	61	3.6	9.8	24.1	5.37	166.47
Juin	14.9	32.3	67	3.7	9.9	24.8	6.21	186.3
Juillet	17.5	36.0	74	3.6	11.7	27.0	6.80	210.8
Août	17.7	35.1	74	3.5	10.6	24.2	6.23	193.13
Septembre	14.1	29.0	67	3.3	8.4	18.8	4.79	143.7
Octobre	10.1	24.3	63	3.0	7.9	15.1	3.64	112.84
Novembre	4.6	16.7	60	3.2	6.3	10.8	2.51	75.3
Décembre	1.4	12.4	56	3.0	5.6	9.1	1.97	61.07
Moyenne	8.0	23.1	59	3.4	8.2	17.8	4.23	128.98

On remarque que l'évapotranspiration est plus importante dans les mois secs, la maximal est dans le mois de juillet avec 210,8 mm.

• **Calcul de La pluie efficace :**

La pluie efficace est la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface et par percolation en profondeur.

La pluie efficace est estimée comme suit :

Pluie efficace (Peff) = 80 % de la pluie moyenne mensuelle.

Les valeurs moyennes mensuelles de Peff sont regroupées dans le tableau IV.2 :

Tableau IV. 2: Précipitation efficace dans la zone d'étude.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
précipitation	33	23,7	27,9	38,5	48,6	16,7	6,7	17,7	42,3	24,3	31,5	38,1
p80%	25,08	18,01	21,20	29,26	36,93	12,69	5,09	13,45	32,14	18,46	23,94	28,95
P eff	20,06	14,40	16,96	23,40	29,548	10,15	4,07	10,76	25,71	14,77	19,15	23,16

IV.2.3 Choix des cultures :

Le choix des cultures à mettre en place doit concilier entre les critères suivants :

- Les conditions climatiques de la région étudiée.
- La qualité et disponibilité de l'eau d'irrigation.
- L'aptitude culturale des sols basée sur l'étude pédologique.
- Des disponibilités des moyens de production.
- De la demande commerciale traduisant les profils des agriculteurs.

Le tableau IV.3 représente les valeurs du Kc suivant le type de culture choisi

Tableau IV. 3: Coefficients culturaux

culture	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Blé			0,40	0,70	0,85	0,95	1,05	1,00	0,80	0,45		
Tomates							0,50	0,80	1,05	0,75		
Pomme de terre						0,45	0,8	1,05	0,70			
Petit pois				0,50	0,80	1,00	0,95	0,50				
Orge en vert	0,9	0,75	0,6							0,75	0,85	1,056
Olivier	0,85	0,85	0,75	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,80	0,85	0,85

Source : Livre réponse des rendements a l'eau

IV.4 Détermination des besoins bruts :

Les résultats de calcul de chaque culture sont récapitulés dans les tableaux suivants :

- **Estimation des besoins en eau des céréales:**

Tableau. IV.4 :besoin d'irrigation du blé.

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ET0	67,72	80,92	118,42	131,1	166,47	186,3	210,8	193,13	143,7	112,84	75,3	61,07
KC	0,85	0,95	1,05	1	0,8	0,45	0	0	0	0	0,4	0,7
ETM	57,562	76,874	124,341	131,1	133,176	83,835	0	0	0	0	30,12	42,749
Z	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0	0	0	0	0,3	0,5
RFU	85	102	102	102	102	102	0	0	0	0	51	85
P eff	20,064	14,4096	16,9632	23,408	29,5488	10,1536	4,0736	10,7616	25,7184	14,7744	19,152	23,1648
B	-47,502	-22,5356	5,3778	5,692	1,6272	-28,3186	-106,073	-10,7616	-25,7184	-14,7744	10,968	-31,4158

- **Estimation des besoins en eau des cultures maraichères :**

Tableau IV. 1: besoins d'irrigation de la tomate.

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ET0	67,72	80,92	118,42	131,1	166,47	186,3	210,8	193,13	143,7	112,84	75,3	61,07
KC	0	0	0,5	0,8	1,05	0,75	0	0	0	0	0	0
ETM	0	0	59,21	104,88	174,7935	139,725	0	0	0	0	0	0
Z	0	0	0,7	0,9	1,2	1,2	0	0	0	0	0	0
RFU	0	0	119	153	204	204	0	0	0	0	0	0
P eff	20,064	14,4096	16,9632	23,408	29,5488	10,1536	4,0736	10,7616	25,7184	14,7744	19,152	23,1648
B	-20,064	-14,4096	42,2468	-37,528	-7,7553	-74,4286	-208,076	-10,7616	-25,7184	-14,7744	-19,152	-23,1648

Tableau IV. 2: besoins d'irrigation du p.de.terre.

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ET0	67,72	80,92	118,42	131,1	166,47	186,3	210,8	193,13	143,7	112,84	75,3	61,07
KC	0	0,45	0,8	1,05	0,7	0	0	0	0	0	0	0
ETM	0	36,414	94,736	137,655	116,529	0	0	0	0	0	0	0
Z	0	0,3	0,6	0,6	0,6	0	0	0	0	0	0	0
RFU	0	51	102	102	102	0	0	0	0	0	0	0
P eff	20,064	14,4096	16,9632	23,408	29,5488	10,1536	4,0736	10,7616	25,7184	14,7744	19,152	23,1648
B	-20,064	22,0044	26,7728	12,247	-15,0198	-112,156	-4,0736	-10,7616	-25,7184	-14,7744	-19,152	-23,1648

Tableau IV. 3: besoins d'irrigation de petit pois :

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ET0	67,72	80,92	118,42	131,1	166,47	186,3	210,8	193,13	143,7	112,84	75,3	61,07
KC	0,8	1	0,95	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,5
ETM	54,176	80,92	112,499	65,55	0	0	0	0	0	0	0	30,535
Z	0,7	0,7	0,7	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0,4
RFU	119	119	119	119	0	0	0	0	0	0	0	68
P eff	20,064	14,4096	16,9632	23,408	29,5488	10,1536	4,0736	10,7616	25,7184	14,7744	19,152	23,1648
B	-33,888	-52,4896	-23,4642	-76,858	-148,548	-10,1536	-4,0736	-10,7616	-25,7184	-14,7744	-19,152	7,3702

- Estimation des besoins en eau d'une culture fourragère :

Tableau IV. 4: besoins d'irrigation de l'orge verte :

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ET0	67,72	80,92	118,42	131,1	166,47	186,3	210,8	193,13	143,7	112,84	75,3	61,07
KC	0,9	0,75	0,6	0	0	0	0	0	0	0,75	0,85	1,05
ETM	60,948	60,69	71,052	0	0	0	0	0	0	84,63	64,005	64,1235
Z	0,5	0,6	0,6	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	0,4
RFU	85	102	102	0	0	0	0	0	0	51	51	68
P eff	20,064	14,4096	16,9632	23,408	29,5488	10,1536	4,0736	10,7616	25,7184	14,7744	19,152	23,1648
B	-27,116	-38,7196	-47,9112	-125,408	-29,5488	-10,1536	-4,0736	-10,7616	-25,7184	69,8556	-6,147	-10,0413

- Estimation des besoins en eau de L'arboriculture :

Tableau IV. 5: besoins d'irrigation de l'olivier :

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ET0	67,72	80,92	118,42	131,1	166,47	186,3	210,8	193,13	143,7	112,84	75,3	61,07
KC	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,8	0,85	0,85	0,85	0,85	0,75	0,65
ETM	44,018	52,598	76,973	85,215	108,2055	149,04	179,18	164,1605	122,145	95,914	56,475	39,6955
Z	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
RFU	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
P eff	20,064	14,4096	16,9632	23,408	29,5488	10,1536	4,0736	10,7616	25,7184	14,7744	19,152	23,1648
B	-231,0	-216,81	-194,99	-193,19	-176,34	-116,11	-79,89	153,39	96,42	81,13	-217,67	-238,46

Tableau IV. 6: Récapitulatif des besoins:

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	total
Blé			5,3778	5,692	1,6272						10,968		23,665
tomate			42,2468										42,2468
p.de,terre		22,0044	26,7728	12,247									61,0242
Petit pois												7,3702	7,3702
l'orge verte										69,8556			69,8556
olivier								153,39	96,42	81,13			
total		22,0044	74,3974	17,939	1,6272			153.39	96.42	150.98	10,968	7,3702	

V.5. Calcul du débit spécifique :

Pour le dimensionnement du réseau de distribution, le débit fictif continu que doit assurer le réseau est de :

$$q = \frac{B_{net} * 10^4}{3600 * E * t * T}$$

Avec :

Q : Le débit fictif continu du réseau de distribution.

Bnet : besoin net du mois de pointe en mm/mois.

t : nombre des heures d'irrigation=24h

T : nombre de jours du mois de pointe =31 jours

Ei : Efficience d'irrigation=75%

$$q = \frac{153.39 * 10^4}{3600 * 0,75 * 24 * 31} = 0,76 \text{ l/s/ha}$$

IV.6 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons abordé les besoins en eau des cultures, ce qui nous a permis d'atteindre l'objectif principal qui est l'estimation du débit spécifique de notre périmètre, et cela vu les principales spéculations agricoles et les contraintes agronomiques, ce qui a permis de calculer le débit spécifique en tenant compte de le mois le plus exigeant. Pour l'élaboration des arrosages, il faudra suivre un planning quotidien des irrigations pour diminuer la demande en eau et satisfaire l'ensemble des besoins en eau des cultures.

On remarque que le mois de pointe est le mois de Aout avec un débit spécifique ($q_s = 0.76 \text{ l/s/ha}$).

CHAPITRE V : ÉTUDE DU SYSTÈME D'ADDITION ET DE DISTRIBUTION

V.1 Introduction :

Cette étude consiste à dimensionner le réseau de distribution basée sur l'emplacement du réservoir et aussi sur les bornes pour assurer la bonne répartition du débit pour chaque parcelle toute en respectant les normes des vitesses dans les conduites et les pressions dans les bornes.

V.2 Alimentation en eau du périmètre :

Le périmètre de Batna- Ain Touta secteur Ain Touta étage haute dont la surface nette est de 469.75 Ha, le réseau d'adduction global élaboré par l'ONID pour l'ensemble du périmètre de Batna Ain Touta. Il se compose des éléments suivants :

- Une prise d'eau : piquage sur la conduite DN 1500 issue de la tour de prise du barrage de Koudiat Medaouar.
- Une station de reprise avec une conduite de refoulement DN 1600 vers le bassin principal de régulation, situé à Ain Asafeur.
- Un réseau de répartition constitué par des conduites d'adduction en gravitaire pour alimenter des réservoirs de stockage en tête des secteurs d'irrigation.
- Un réseau de distribution.

V.2.1. Prise d'eau à l'aval du barrage :

La prise d'eau pour l'alimentation en eau du périmètre à partir du barrage de Koudiat Medaouar est prévue par piquage sur la conduite DN 1500, issue de la tour de prise du barrage. La cote des plus basses eaux est 975 m NGA alors que la cote PHE est de 992,5 m NGA. Le périmètre de Batna Ain Touta est situé entre les cotes 1250 m NGA et 930 m NGA. De ce fait, les eaux de la retenue seront pompées vers un réservoir à la cote 1191m NGA pour dominer tout le périmètre. Par ailleurs et afin de minimiser les pertes de charge linéaires, la conduite d'amenée du piquage vers la station de reprise sera en fonte K9, DN 1800 sur 590 m

V.2.2. Reprise d'eau à partir d'une station de pompage :

Une station de reprise refoule directement les eaux sur une longueur de 19 330 m vers un bassin de régulation implanté sur la colline « Ain Assafeur » à la cote 1191 m NGA. La conduite de refoulement sera en fonte K9, DN 1600 et fonctionnera 20 h/24 h.

La station de pompage comprendra l'infrastructure et les équipements principaux suivants :

- Quatre groupes de pompage de 1667l/s à 274 mce entraînés par des moteurs électriques.
- Un dispositif de protection anti-bélier : 6 ballons de 30 m³ (quatre ballons à la sortie de la station et deux en ligne), un ensemble de soupapes de décharge.
- Une unité de transformateurs électriques comprenant : 3 transformateurs de 17000 KVA, un transformateur des auxiliaires de 100 KVA.

V.2.3. Réseau de répartition et réservoirs de distribution :

A partir du réservoir Ain Assafeur, les eaux sont conduites gravitairement vers des réservoirs de stockage pour alimenter les différents secteurs d'irrigation Batna Ain Touta - Tazoult. A l'amont de ces réservoirs, des bassins, brise charge (ou de régulation de niveau) seront réalisés.

En fonction de la topographie du terrain, on peut distinguer dans chaque zone : un secteur étage haut et un secteur étage bas comme indiquer par le Tableau.V.1. Suivant :

Tableau V. 1: Répartition des secteurs du périmètre en fonction de la topographie

Zone Tazoult	Secteur étage haut	1150 m < Cote TN < 1240 m
	Secteur étage bas	1100 m < Cote TN < 1200 m
Zone Batna	Secteur étage haut	1050 m < Cote TN < 1110 m
	Secteur étage bas	1000 m < Cote TN < 1050 m
Zone Ain Touta	Secteur étage haut	950 m < Cote TN < 1000 m
	Secteur étage bas	930 m < Cote TN < 950 m

Source : DSA. Batna, (2010/2011)

Ainsi, on prévoit la réalisation des réservoirs pour l'alimentation des réseaux de distribution du périmètre de Batna Ain Touta.

V.2.4. Réseaux de distribution :

Les réseaux de distribution sont constitués de conduites en PEHD. Ils comportent des ouvrages de protection et de sectionnement : (ventouse, vidange, sectionnement) et permettent d'alimenter les parcelles à travers des bornes d'irrigation.

V.3 Schéma d'aménagement :

V.3.1 Ilots et bornes d'irrigation :

L'îlot d'irrigation décrit l'unité hydro-agricole alimentée par des bornes d'irrigation (une ou plusieurs sa dépend de la surface des parcelles et des îlots), ces dernières doivent être constituées d'une ou plusieurs prises d'irrigation (1 à 4).

Chaque ilot sera équipé d'un ouvrage de desserte appelé borne d'irrigation, qui comporte une ou plusieurs sorties ou « prises » suivant le nombre d'arrosages qu'elle doit assurer simultanément, chaque borne aura pour rôle :

- Laisser passer ou arrêter le débit,
- Régler ce débit, ou plus exactement le limiter au module,
- Régler la pression

V.3.2. Calcul du débit aux bornes :

Le débit de chaque borne pouvant desservir un ilot est calculé comme suit :

$$Q_b = q_s \cdot S_i$$

Avec :

- Q_b : Débit de chaque ilot (l/s)
- q_s : Débit spécifique (l/s/ha)
- S_i : Superficie de l'ilot (ha)

V.3.3. Choix du diamètre et du type des bornes :

Le choix de la borne dépend de la surface :

- Pour les surfaces $S \leq 10$ ha on prend la Borne à deux prises.
- Pour les surfaces $S \geq 15$ ha on prend la borne à quatre prises.

V.3.4. Choix de diamètre de la borne :

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

Tableau V. 2: Choix du diamètre de la borne

Débit fourni	Diamètre de la borne
$Q < 8$ l/s	D= 65mm
$8 < Q < 20$ l/s	D= 100mm
$20 < Q < 25$ l/s	D= 150mm
$Q > 25$ l/s	D= 200mm

Source : ONID Alger

Tableau V. 3. calculer les débits des bornes :

N° Borne	N° îlot	SAT (ha)	SAU (ha)	Débit calculé		Diamètre de la borne	Nmbre des prises d'eau	Débit des bornes m3/h
				(l/s)	(m3/h)			
B1.1	1	3,43	3,10	2,36	8,5	DN65	2	20.05
		4,67	4,23	3,21	11,56	DN65		
B1.2	2	6,93	6,27	4,77	17,17	DN100	1	17.17
B1.3	3	3,67	3,32	2,52	9,07	DN65	2	12.31
		1,30	1,18	0,9	3,24	DN65		
B1.4	4	1,69	1,53	1,16	4,18	DN65	2	22.11
		7,24	6,55	4,98	17,93	DN100		
B1.5	5	2,78	2,52	1,92	6,91	DN65	2	14.22
		2,95	2,67	2,03	7,31	DN65		
B1.6	6	2,78	2,52	1,92	6,91	DN65	2	18.31
		4,73	4,28	3,25	11,7	DN65		
B1.7	7	9,74	8,81	6,7	24,12	DN100	1	24.12
B1.8	8	2,62	2,37	1,8	6,48	DN65	3	43.45
		9,99	9,04	6,87	24,73	DN100		
		4,95	4,48	3,4	12,24	DN65		
B1.9	9	1,76	1,59	1,21	4,36	DN65	3	32.62
		5,27	4,77	3,63	13,07	DN65		
		6,43	5,82	4,42	15,91	DN65		

CHAPITRE V | ETUDE D'UN SYSTEME D'ADDUCTION ET DE DISTRIBUTION

N° Borne	N° îlot	SAT (ha)	SAU (ha)	Débit calculé l/s	Débit calculé m ³ /h	Diamètre de la borne	Nbre des prises d'eau	Débit des bornes m ³ /h
B1.11	11	1,28	1,16	0,88	3,17	DN65	2	6.77
		1,46	1,32	1	3,6	DN65		
B1.12	12	1,20	1,09	0,83	2,99	DN65	1	2.99
B1.13	13	2,10	1,90	1,44	5,18	DN65	3	17.13
		1,50	1,35	1,03	3,71	DN65		
		3,33	3,01	2,29	8,24	DN65		
B1.14	14	1,27	1,15	0,87	3,13	DN65	2	9.9
		2,75	2,48	1,88	6,77	DN65		
B1.15	15	0,72	0,65	0,49	1,76	DN65	3	13.54
		1,47	1,33	1,01	3,64	DN65		
		3,28	2,97	2,26	8,14	DN65		
B1.16	16	3,89	3,52	2,68	9,65	DN65	1	9.65
B1.17	17	2,65	2,40	1,82	6,55	DN65	2	15.48
		3,60	3,26	2,48	8,93	DN65		
B1.18	18	1,79	1,62	1,23	4,43	DN65	3	11.52
		1,85	1,67	1,27	4,57	DN65		
		1,02	0,92	0,7	2,52	DN65		
B1.19	19	22,15	20,04	15,23	54,83	DN100	2	58.04
		1,31	1,19	0,9	3,24	DN65		
B1.20	20	1,55	1,40	1,06	3,82	DN65	2	19.52
		6,35	5,74	4,36	15,7	DN65		
B1.21	21	2,05	1,85	1,41	5,08	DN65	2	8.9
		1,55	1,40	1,06	3,82	DN65		
B1.22	22	2,45	2,22	1,69	6,08	DN65	2	34.45
		11,46	10,37	7,88	28,37	DN100		

N° Borne	N° îlot	SAT (ha)	SAU (ha)	Débit calculé l/s	Débit calculé m ³ /h	Diamètre de la borne	Nmbre des prises d'eau	Débit des bornes m3/h
B1.23	23	4,83	4,37	3,32	11,95	DN65	2	25.63
		5,52	5,00	3,8	13,68	DN65		
B1.24	24	5,68	5,14	3,91	14,08	DN65	2	20.56
		2,62	2,37	1,8	6,48	DN65		
B1.25	25	4,86	4,39	3,34	12,02	DN65	2	14.61
		1,05	0,95	0,72	2,59	DN65		
B1.26	26	1,67	1,51	1,15	4,14	DN65	2	9.86
		2,31	2,09	1,59	5,72	DN65		
B1.27	27	4,07	3,68	2,8	10,08	DN65	2	14.8
		1,90	1,72	1,31	4,72	DN65		
B1.28	28	0,88	0,80	0,61	2,2	DN65	2	5.62
		1,38	1,25	0,95	3,42	DN65		
B1.29	29	9,87	8,93	6,79	24,44	DN100	2	33.84
		3,79	3,43	2,61	9,4	DN65		
B1.30	30	6,72	6,08	4,62	16,63	DN100	2	22.64
		2,44	2,20	1,67	6,01	DN65		
B1.31	31	1,34	1,30	0,99	3,56	DN65	1	3.56
B1.32	32	0,98	0,89	0,68	2,45	DN65	2	5.8
		1,36	1,23	0,93	3,35	DN65		
B1.33	33	10,53	9,53	7,24	26,06	DN100	2	29.41
		1,35	1,22	0,93	3,35	DN65		
B1.34	34	2,62	2,37	1,8	6,48	DN65	2	11.77
		2,13	1,93	1,47	5,29	DN65		

N° Borne	N° îlot	SAT (ha)	SAU (ha)	Débit calculé l/s	Débit calculé m ³ /h	Diamètre de la borne	Nmbre des prises d'eau	Débit des bornes m3/h
B1.35	35	3,60	3,26	2,48	8,93	DN65	2	10.59
		0,66	0,60	0,46	1,66	DN65		
B1.36	36	3,56	3,22	2,45	8,82	DN65	2	13.93
		2,07	1,87	1,42	5,11	DN65		
B1.37	37	1,93	1,75	1,33	4,79	DN65	2	17.57
		5,17	4,67	3,55	12,78	DN65		
B1.38	38	0,36	0,32	0,24	0,86	DN65	2	8.17
		2,95	2,67	2,03	7,31	DN65		
B1.39	39	13,91	12,58	9,56	34,42	DN100	2	39.82
		2,18	1,97	1,5	5,4	DN65		
B1.40	40	0,75	0,72	0,55	1,98	DN65	2	3.42
		0,55	0,53	0,4	1,44	DN65		
B1.41	41	13,73	12,42	9,44	33,98	DN100	1	33.98
B1.42	42	5,98	5,41	4,11	14,8	DN65	1	14.8
B1.43	43	6,27	5,67	4,31	15,52	DN65	2	18.65
		1,27	1,15	0,87	3,13	DN65		
B1.44	44	0,92	0,83	0,63	2,27	DN65	2	5.98
		1,50	1,36	1,03	3,71	DN65		
B1.45	45	1,99	1,80	1,37	4,93	DN65	2	15.41
		4,24	3,83	2,91	10,48	DN65		
B1.46	46	1,16	1,05	0,8	2,88	DN65	3	29.42
		2,49	2,25	1,71	6,16	DN65		
		8,23	7,45	5,66	20,38	DN100		

N° Borne	N° îlot	SAT (ha)	SAU (ha)	Débit calculé l/s	Débit calculé m ³ /h	Diamètre de la borne	Nmbre des prises d'eau	Débit des bornes m3/h
B1.47	47	1,32	1,20	0,91	3,28	DN65	2	8.93
		2,27	2,06	1,57	5,65	DN65		
B1.48	48	4,60	4,16	3,16	11,38	DN65	2	22.76
		4,60	4,16	3,16	11,38	DN65		
B1.49	49	1,30	1,18	0,9	3,24	DN65	2	6.26
		1,21	1,10	0,84	3,02	DN65		
B1.50	50	4,95	4,90	3,72	13,39	DN65	1	13.39
B1.51	51	4,29	3,88	2,95	10,62	DN65	2	15.98
		2,16	1,96	1,49	5,36	DN65		
B1.52	52	0,57	0,51	0,39	1,4	DN65	2	3.56
		0,88	0,79	0,6	2,16	DN65		
B1.53	53	1,67	1,51	1,15	4,14	DN65	2	21.67
		7,09	6,41	4,87	17,53	DN100		
B1.54	54	0,61	0,55	0,42	1,51	DN65	3	10.51
		0,46	0,42	0,32	1,15	DN65		
		3,17	2,87	2,18	7,85	DN65		
B1.55	55	1,78	1,61	1,22	4,39	DN65	2	10.73
		2,56	2,32	1,76	6,34	DN65		
B1.56	56	9,68	8,76	6,66	23,98	DN100	2	25.17
		0,49	0,44	0,33	1,19	DN65		
B1.57	57	2,57	2,32	1,76	6,34	DN65	2	8.75
		0,98	0,88	0,67	2,41	DN65		
B1.58	58	2,07	1,87	1,42	5,11	DN65	2	16.59
		4,65	4,20	3,19	11,48	DN65		

N° Borne	N° îlot	SAT (ha)	SAU (ha)	Débit calculé l/s	Débitcalculé m ³ /h	Diamètre de la borne	Nmbre des prises d'eau	Débit des bornes m3/h
B1.59	59	2,16	1,95	1,48	5,33	DN65	2	12.93
		3,06	2,77	2,11	7,6	DN65		
B1.60	60	2,35	2,12	1,61	5,8	DN65	2	10.19
		1,78	1,61	1,22	4,39	DN65		
B1.61	61	0,69	0,62	0,47	1,69	DN65	2	7.31
		2,27	2,05	1,56	5,62	DN65		
B1.62	62	1,83	1,66	1,26	4,54	DN65	2	10.77
		2,51	2,27	1,73	6,23	DN65		
B1.63	63	3,53	3,20	2,43	8,75	DN65	2	15.34
		2,67	2,41	1,83	6,59	DN65		
B1.64	64	2,31	2,09	1,59	5,72	DN65	3	14.07
		2,79	2,52	1,92	6,91	DN65		
		0,59	0,53	0,4	1,44	DN65		
B1.65	65	8,18	7,40	5,62	20,23	DN100	3	23.62
		0,54	0,48	0,36	1,3	DN65		
		0,84	0,76	0,58	2,09	DN65		
B1.66	66	1,48	1,41	1,07	3,85	DN65	2	7.74
		1,55	1,42	1,08	3,89	DN65		
B1.67	67	0,37	0,34	0,26	0,94	DN65	2	5.55
		1,86	1,69	1,28	4,61	DN65		
B1.68	68	0,59	0,53	0,4	1,44	DN65	2	3.02
		0,64	0,58	0,44	1,58	DN65		
B1.69	69	0,53	0,48	0,36	1,3	DN65	3	3.57
		0,24	0,22	0,17	0,61	DN65		
		0,67	0,60	0,46	1,66	DN65		

CHAPITRE V | ETUDE D'UN SYSTEME D'ADDUCTION ET DE DISTRIBUTION

N° Borne	N° îlot	SAT (ha)	SAU (ha)	Débit calculé l/s	Débit calculé m ³ /h	Diamètre de la borne	Nbre des prises d'eau	Débit des bornes m ³ /h
B1.70	70	0,45	0,42	0,32	1,15	DN65	3	9.36
		0,61	0,56	0,43	1,55	DN65		
		2,68	2,43	1,85	6,66	DN65		
B1.71	71	0,54	0,49	0,37	1,33	DN65	2	3.09
		0,71	0,64	0,49	1,76	DN65		
B1.72	72	3,81	3,45	2,62	9,43	DN65	2	11.66
		0,90	0,81	0,62	2,23	DN65		
B1.73	73	1,63	1,60	1,22	4,39	DN65	2	6.42
		0,77	0,74	0,56	2,02	DN65		
B1.74	74	0,22	0,20	0,15	0,54	DN65	2	2.92
		0,96	0,87	0,66	2,38	DN65		
B1.75	75	0,85	0,79	0,6	2,16	DN65	2	6.55
		1,75	1,61	1,22	4,39	DN65		
B1.76	76	1,75	1,68	1,28	4,61	DN65	2	10.01
		2,00	1,97	1,5	5,4	DN65		
B1.77	77	1,18	1,06	0,81	2,92	DN65	2	3.71
		0,32	0,29	0,22	0,79	DN65		
B1.78	78	1,52	1,47	1,12	4,03	DN65	2	7.88
		1,45	1,41	1,07	3,85	DN65		
B1.79	79	1,43	1,39	1,06	3,82	DN65	2	8.5
		1,83	1,71	1,3	4,68	DN65		
B1.80	80	1,79	1,62	1,23	4,43	DN65	2	8.28
		1,45	1,41	1,07	3,85	DN65		

N° Borne	N° îlot	SAT (ha)	SAU (ha)	Débit calculé l/s	Débit calculé m ³ /h	Diamètre de la borne	Nmbre des prises d'eau	Débit des bornes m ³ /h
B1.81	81	1,82	1,72	1,31	4,72	DN65	2	6.99
		0,92	0,83	0,63	2,27	DN65		
B1.82	82	3,97	3,59	2,73	9,83	DN65	2	11.88
		0,83	0,75	0,57	2,05	DN65		
B1.83	83	3,35	3,03	2,3	8,28	DN65	2	15.01
		2,51	2,46	1,87	6,73	DN65		
B1.84	84	8,87	8,02	6,1	21,96	DN100	2	45.5
		9,52	8,61	6,54	23,54	DN100		
B1.85	85	5,32	4,81	3,66	13,18	DN65	2	15.56
		0,96	0,87	0,66	2,38	DN65		
B1.86	86	2,49	2,25	1,71	6,16	DN65	2	8.14
		0,79	0,72	0,55	1,98	DN65		

V.4 Calcule des paramètres hydrauliques :

V.4.1. diamètre :

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

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q * 0.001}{3.14 * V}} * 1000$$

Avec :

- Q: débit, exprimé en m³/s ;
- D : diamètre exprimé en mm.
- V : vitesse qui donne le diamètre économique est de 1.2 m/s

V.4.2 Calcule des pertes de charge :

Les pertes de charge unitaires, ont été définies par la formule de LECHAPT et CALMON, Qui est donnée par la formule suivante :

$$H_{pu} = \frac{L * Q^M}{D^N} * C$$

Avec : h_{pu}: Pertes de charge unitaire en mm/ml

Q: Débit en m³/s

D: Diamètre de la conduite considérée

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

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

Tableau V. 4: Paramètres de pertes de charge de la loi de Lechapt-Calmon :

K(mm)	L	M	N
0.1	1.15	1.89	5.01
0.5	1.4	1.96	5.19
1	1.6	1.975	5.25

Dans notre cas, les conduites seront en fonte si leur diamètre est supérieur ou égal à 400mm et en PEHD dans le cas contraire.

Pour une conduite en fonte/PEHD, on a les caractéristiques suivantes :

La rugosité équivalente K=0.1 mm, donc

L=1.15 M=1.89 N=5.01

V.4.3. Pression demandée aux bornes d'irrigation :

L'expression ci-dessous, définit la pression affectée aux bornes d'irrigation pour un bon fonctionnement des appareils d'irrigation.

$$P_B = P_a + r.$$

Dans la quelle :

P_B : Pression à la borne.

p_a : Pression pour le fonctionnement de l'asperseur simple environne de 1 bar.

r : Marge de sécurité

La pression disponible à l'amont des bornes du réseau collectif est généralement de l'ordre de **1,5 à 4,5 bars**, correspondant à une irrigation par aspersion à moyenne pression.

V.4.4. Choix du matériau des conduites :

Les paramètres essentiels fixant le choix du matériau des conduites sont : la pression supportée, de l'agressivité du sol et de l'ordre économique. En général, les matériaux utilisés dans les conduites d'irrigation sont : l'acier, la fonte, le PVC, le PEHD et Béton précontraint. Dans la présente étude, le choix a été fixé sur le PEHD entre le diamètre 50 mm et 315 mm et la fonte pour les diamètres supérieures à 400 mm, et ce en raison des avantages suivants :

- **conduite en PEHD :**
 - Ils supportent des pressions élevées.
 - Une résistance aux contraintes (choc, écrasement, déplacement du terrain) .
 - Ils offrent une bonne flexibilité.
 - Disponible sur le marché.

- **conduite en fonte :**
 - Bonne résistance à la force interne et à la corrosion.
 - Très rigide et solide

Tableau V. 5. Calcul des diamètres des conduites :

N° du traçons	Colonne2	L traçons (m)	L traçons (km)	Q (l/s)	Q(m3/s)	D calc (mm)	D normal (mm)	Matériau	V real	P.d.c	P.d.c total	C.T.N aval	C.P(m)	P(m)	P(barre)
RATEH	N0	670	0,67	347,56	0,3476	728,9	800	Fonte	0,692	0,477	0,525	996,1	1009,7	13,55	1,36
N0	N	253	0,25	347,56	0,3476	728,9	800	Fonte	0,692	0,477	0,525	997,1	1009,9	12,77	1,28
N	B1.1	403	0,4	5,53	0,0055	91,7	110	PEHD	0,579	3,914	4,305	989,9	1008,3	18,37	1,84
B1.1	B1.2	183	0,18	4,77	0,0048	85,7	90	PEHD	0,755	8,27	9,097	986,5	1008,3	21,84	2,18
N	B1.3	97	0,1	181,45	0,1815	526,7	600	Fonte	0,642	0,591	0,65	994,6	1009,9	15,34	1,53
B1.3	B1.4	319	0,32	178,03	0,178	521,6	600	Fonte	0,63	0,569	0,626	988,5	1009,8	21,3	2,13
B1.4	A14	125	0,13	171,89	0,1719	512,6	600	Fonte	0,608	0,533	0,586	987	1009,9	22,93	2,29
A14	B1.5	106	0,11	27,81	0,0278	206,1	225	PEHD	0,7	2,32	2,552	987,9	1009,7	21,83	2,18
B1.5	B1.6	298	0,3	23,86	0,0239	191,1	200	PEHD	0,761	3,146	3,461	981,5	1009	27,47	2,75
B1.6	A15	255	0,25	18,77	0,0188	169,5	200	PEHD	0,599	1,998	2,198	977,1	1009,4	32,34	3,23
A15	B1.7	112	0,11	6,7	0,0067	101,2	110	PEHD	0,705	5,683	6,251	976,4	1009,3	32,9	3,29
A15	B1.8	192	0,19	12,07	0,0121	136	160	PEHD	0,602	2,658	2,924	974,5	1009,4	34,94	3,49
A14	B1.9	234	0,23	144,08	0,1441	469,3	500	Fonte	0,734	0,952	1,047	983,6	1009,8	26,16	2,62
B1.9	A16	500	0,5	135,02	0,135	454,3	500	Fonte	0,688	0,842	0,926	973,9	1009,5	35,64	3,56
A16	B1.10	70	0,07	1,99	0,002	55,3	63	PEHD	0,642	9,439	10,383	974,1	1009,3	35,17	3,52
A16	B1.11	168	0,17	133,03	0,133	450,9	500	Fonte	0,678	0,818	0,9	970,3	1009,9	39,55	3,96
B1.11	B1.12	161	0,16	131,15	0,1312	447,8	500	Fonte	0,669	0,798	0,878	968,4	1009,9	41,46	4,15
B1.12	B1.13	184	0,18	21,45	0,0215	181,3	200	PEHD	0,685	2,575	2,833	968	1009,5	41,48	4,15
B1.13	B1.14	126	0,13	16,69	0,0167	159,8	160	PEHD	0,831	4,886	5,375	968,1	1009,3	41,22	4,12
B1.14	B1.15	256	0,26	6,44	0,0064	98,9	110	PEHD	0,674	5,212	5,733	967	1008,5	41,53	4,15
B1.15	B1.16	104	0,1	2,68	0,0027	64,2	75	PEHD	0,611	6,949	7,644	965,5	1009,2	43,71	4,37
B1.14	B1.17	243	0,24	7,5	0,0075	107,1	110	PEHD	0,79	7,034	7,737	964,2	1008,1	43,92	4,39

CHAPITRE V | ETUDE DUSYSTEME D'ADDUCTION ET DE DISTRIBUTION

N°du traçons	Colonne2	L traçon (m)	L traçons L(km)	Q (l/s)	Q(m3/s)	D calc(mm)	D normal (mm)	Matériau	Vreal	P.d.c	P.c.d total	C.T.N aval	C.P(m)	P (m)	P(barre)
B1.17	B1.18	345	0,35	3,2	0,0032	69,9	75	PEHD	0,725	9,58	10,538	960,5	1006,4	45,86	4,59
B1.12	B1.19	396	0,4	108,87	0,1089	408	500	Fonte	0,555	0,561	0,617	960,8	1009,8	48,96	4,9
B1.19	B1.20	350	0,35	92,75	0,0928	376,6	400	Fonte	0,739	1,268	1,395	955,7	1009,5	53,81	5,38
B1.20	B1.21	244	0,24	19,16	0,0192	171,3	200	PEHD	0,611	2,08	2,288	955,9	1009,4	53,54	5,35
B1.21	B1.22	51	0,05	16,69	0,0167	159,8	160	PEHD	0,831	4,886	5,375	956	1009,7	53,73	5,37
B1.22	B1.23	368	0,37	7,12	0,0071	104,2	110	PEHD	0,747	6,342	6,976	951,9	1007,4	55,53	5,55
B1.20	B1.24	758	0,76	73,88	0,0739	336,1	400	Fonte	0,588	0,824	0,906	946,5	1009,3	62,81	6,28
B1.24	B1.25	59	0,06	68,17	0,0682	322,9	400	Fonte	0,543	0,708	0,779	943,2	1010	66,75	6,68
B1.25	A17	150	0,15	64,11	0,0641	313	315	PEHD	0,823	2,085	2,294	939,6	1009,7	70,06	7,01
A17	B1.26	139	0,14	2,74	0,0027	64,2	75	PEHD	0,611	6,949	7,644	942,3	1008,9	66,64	6,66
A17	B1.27	85	0,08	5,67	0,0057	93,3	110	PEHD	0,6	4,187	4,606	939,2	1009,6	70,41	7,04
B1.27	B1.28	294	0,29	1,56	0,0016	49,5	50	PEHD	0,815	19,708	21,679	939,4	1003,6	64,23	6,42
A17	B1.29	68	0,07	55,7	0,0557	291,8	315	PEHD	0,715	1,599	1,759	939,6	1009,9	70,28	7,03
B1.29	B1.30	237	0,24	27,14	0,0271	203,5	225	PEHD	0,682	2,211	2,432	939,3	1009,4	70,12	7,01
B1.30	B1.31	85	0,08	0,99	0,001	39,1	50	PEHD	0,51	8,107	8,918	939,1	1009,2	70,14	7,01
B1.30	B1.32	179	0,18	19,86	0,0199	174,4	200	PEHD	0,634	2,225	2,448	939,4	1009,6	70,16	7,02
B1.32	B1.33	115	0,12	18,25	0,0183	167,3	200	PEHD	0,583	1,899	2,089	939,55	1009,8	70,21	7,02
B1.33	B1.34	97	0,1	10,08	0,0101	124,3	125	PEHD	0,823	6,506	7,157	939,5	1009,3	69,81	6,98
B1.34	B1.35	348	0,35	6,81	0,0068	102	110	PEHD	0,716	5,845	6,43	935,2	1007,8	72,56	7,26
B1.35	B1.36	268	0,27	3,87	0,0039	77,2	90	PEHD	0,613	5,585	6,144	932,8	1008,4	75,55	7,56
B1.29	B1.37	323	0,32	19,16	0,0192	171,3	200	PEHD	0,611	2,08	2,288	936,6	1009,3	72,66	7,27
B1.37	B1.38	213	0,21	14,28	0,0143	147,9	160	PEHD	0,712	3,645	4,01	936,6	1009,2	72,55	7,26
B1.38	B1.39	138	0,14	12,01	0,012	135,4	160	PEHD	0,597	2,616	2,878	935,6	1009,6	74	7,4

CHAPITRE V | ETUDE DUSYSTEME D'ADDUCTION ET DE DISTRIBUTION

N°du traçons	Colonne2	L traçons (m)	L traçons (km)	Q (l/s)	Q(m3/s)	D calc(mm)	D normal (mm)	Matériau	V real	P.d.c	P.d.c total	C.T.N aval	C.P(mm)	P (m)	P (barre)
B1.39	B1.40	274	0,27	0,95	0,001	39,1	50	PEHD	0,51	8,107	8,918	932,7	1007,6	74,86	7,49
N	B1.41	317	0,32	160,58	0,1606	495,5	500	Fonte	0,818	1,169	1,286	991,2	1009,6	18,39	1,84
B1.41	B1.42	502	0,5	151,14	0,1511	480,6	500	Fonte	0,77	1,042	1,146	981,4	1009,4	28,02	2,8
B1.42	B1.43	453	0,45	147,03	0,147	474	500	Fonte	0,749	0,989	1,088	972,1	1009,5	37,41	3,74
B1.43	A18	50	0,05	141,85	0,1419	465,7	500	Fonte	0,723	0,925	1,018	971	1010	38,95	3,9
A18	B1.44	121	0,12	14,11	0,0141	146,8	160	PEHD	0,702	3,549	3,904	971,3	1009,5	38,23	3,82
B1.44	B1.45	196	0,2	12,45	0,0125	138,2	160	PEHD	0,622	2,826	3,109	970,5	1009,4	38,89	3,89
B1.45	B1.46	348	0,35	8,17	0,0082	112	125	PEHD	0,669	4,388	4,827	970,4	1008,3	37,92	3,79
A18	A19	64	0,06	127,74	0,1277	441,8	500	Fonte	0,651	0,758	0,834	969,9	1010	40,05	4,01
A19	B1.47	72	0,07	108,52	0,1085	407,3	500	Fonte	0,553	0,557	0,613	969,5	1010	40,46	4,05
B1.47	B1.48	253	0,25	106,04	0,106	402,5	500	Fonte	0,54	0,533	0,586	968,3	1009,9	41,55	4,16
B1.48	B1.49	277	0,28	99,72	0,0997	390,4	400	Fonte	0,794	1,452	1,597	967,6	1009,6	41,96	4,2
B1.49	A20	53	0,05	97,98	0,098	387,1	400	Fonte	0,78	1,405	1,546	966,1	1009,9	43,82	4,38
A20	B1.50	175	0,17	3,72	0,0037	75,2	90	PEHD	0,582	5,056	5,562	963,8	1009	45,23	4,52
A20	A21	157	0,16	94,26	0,0943	379,7	400	Fonte	0,751	1,307	1,438	965,6	1009,8	44,17	4,42
A21	B1.51	147	0,15	4,44	0,0044	82	90	PEHD	0,692	7,016	7,718	962,5	1008,9	46,37	4,64
A21	B1.52	46	0,05	89,82	0,0898	370,5	400	Fonte	0,715	1,191	1,31	965,4	1009,9	44,54	4,45
B1.52	B1.53	214	0,21	88,83	0,0888	368,4	400	Fonte	0,707	1,166	1,283	963	1009,7	46,73	4,67
B1.53	A22	150	0,15	82,81	0,0828	355,8	400	Fonte	0,659	1,022	1,124	960,1	1009,8	49,73	4,97
A22	B1.54	150	0,15	12,89	0,0129	140,4	160	PEHD	0,642	3	3,3	960	1009,5	49,51	4,95
B1.54	B1.55	142	0,14	9,97	0,01	123,6	125	PEHD	0,815	6,385	7,024	958,3	1009	50,7	5,07
B1.55	B1.56	132	0,13	6,99	0,007	103,4	110	PEHD	0,737	6,174	6,791	955,8	1009,1	53,3	5,33
A22	A23	493	0,49	69,92	0,0699	326,9	400	Fonte	0,557	0,742	0,816	951,8	1009,6	57,8	5,78

CHAPITRE V | ETUDE DUSYSTEME D'ADDUCTION ET DE DISTRIBUTION

N°du traçons	Colonne2	L traçons (m)	L traçons (km)	Q (l/s)	Q(m3/s)	D calc(mm)	D normal (mm)	Matériau	V real	P.d.c	P.d.c total	C.T.Naval	C.P(m)	P(m)	P (barre)
A23	B1.57	205	0,21	2,43	0,0024	60,6	63	PEHD	0,77	13,323	14,655	953,2	1007	53,8	5,38
A23	B1.58	76	0,08	67,49	0,0675	321,2	400	Fonte	0,537	0,695	0,765	950,8	1009,9	59,14	5,91
B1.58	A24	185	0,18	62,88	0,0629	310,1	315	PEHD	0,808	2,012	2,213	947,6	1009,6	61,99	6,2
A24	B1.59	92	0,09	15,7	0,0157	154,9	160	PEHD	0,781	4,348	4,783	946,7	1009,6	62,86	6,29
B1.59	B1.60	167	0,17	12,11	0,0121	136	160	PEHD	0,602	2,658	2,924	944,7	1009,5	64,81	6,48
B1.60	B1.61	89	0,09	9,28	0,0093	119,2	125	PEHD	0,758	5,567	6,124	941,9	1009,5	67,55	6,76
B1.61	B1.62	117	0,12	7,25	0,0073	105,6	110	PEHD	0,769	6,683	7,351	941,8	1009,1	67,34	6,73
B1.62	B1.63	379	0,38	4,26	0,0043	81,1	90	PEHD	0,676	6,717	7,389	939,7	1007,2	67,5	6,75
A24	A25	344	0,34	47,18	0,0472	268,6	315	PEHD	0,606	1,169	1,286	948,1	1009,6	61,46	6,15
A25	B1.64	122	0,12	3,91	0,0039	77,2	90	PEHD	0,613	5,585	6,144	946,2	1009,3	63,05	6,31
A25	B1.65	74	0,07	43,27	0,0433	257,3	315	PEHD	0,556	0,993	1,092	944,6	1009,9	65,32	6,53
B1.65	A26	307	0,31	36,71	0,0367	236,9	315	PEHD	0,501	0,727	0,8	941,8	1009,8	67,95	6,8
A26	B1.66	49	0,05	2,15	0,0022	58	63	PEHD	0,706	11,303	12,433	940,9	1009,4	68,49	6,85
A26	B1.67	158	0,16	34,56	0,0346	230	315	PEHD	0,444	0,65	0,715	939,6	1009,9	70,29	7,03
B1.67	B1.68	191	0,19	33,02	0,033	224,6	225	PEHD	0,83	3,208	3,529	936,8	1009,3	72,53	7,25
B1.68	B1.69	112	0,11	9,47	0,0095	120,5	125	PEHD	0,775	5,795	6,375	937,4	1009,3	71,89	7,19
B1.69	A27	48	0,05	8,48	0,0085	114	125	PEHD	0,693	4,697	5,167	937,1	1009,8	72,65	7,27
A27	B1.70	127	0,13	2,6	0,0026	63	63	PEHD	0,834	15,499	17,049	936,7	1007,8	71,13	7,11
A27	B1.71	124	0,12	5,88	0,0059	95	110	PEHD	0,621	4,469	4,916	936,2	1009,4	73,19	7,32
B1.71	B1.72	77	0,08	3,24	0,0032	69,9	75	PEHD	0,725	9,58	10,538	935,8	1009,2	73,39	7,34
B1.71	B1.73	97	0,1	1,78	0,0018	52,5	63	PEHD	0,578	7,735	8,509	936,8	1009,2	72,37	7,24
B1.68	B1.74	65	0,07	22,71	0,0227	186,3	200	PEHD	0,723	2,854	3,139	936,1	1009,8	73,7	7,37
B1.74	A28	199	0,2	21,9	0,0219	183	200	PEHD	0,697	2,667	2,934	935,1	1009,4	74,32	7,43

CHAPITRE V | ETUDE DUSYSTEME D'ADDUCTION ET DE DISTRIBUTION

N° du traçons	Colonne2	L traçons (m)	L traçons (km)	Q (l/s)	Q(m3/s)	D calc(mm)	D normal (mm)	Matériau	V real	P.d.c	P.d.c total	C.T.N aval	C.P (m)	P(m)	P(barre)
A28	B1.75	279	0,28	14,43	0,0144	148,4	160	PEHD	0,717	3,693	4,062	932,8	1008,9	76,07	7,61
B1.75	B1.76	122	0,12	12,61	0,0126	138,8	160	PEHD	0,627	2,869	3,156	933,5	1009,6	76,11	7,61
B1.76	B1.77	85	0,08	9,83	0,0098	122,4	125	PEHD	0,799	6,146	6,761	933,2	1009,4	76,23	7,62
B1.77	A29	62	0,06	8,79	0,0088	116	125	PEHD	0,717	5,015	5,517	931,2	1009,7	78,46	7,85
A29	B1.78	44	0,04	2,19	0,0022	58	63	PEHD	0,706	11,303	12,433	930,8	1009,5	78,65	7,87
A29	A30	100	0,1	6,6	0,0066	100,4	110	PEHD	0,695	5,524	6,076	930,9	1009,4	78,49	7,85
A30	B1.79	54	0,05	2,36	0,0024	60,6	63	PEHD	0,77	13,323	14,655	931,8	1009,2	77,41	7,74
A30	A31	225	0,22	4,24	0,0042	80,1	90	PEHD	0,661	6,425	7,068	931	1008,4	77,41	7,74
A31	B1.80	28	0,03	2,3	0,0023	59,3	63	PEHD	0,738	12,293	13,522	931,1	1009,6	78,52	7,85
A31	B1.81	98	0,1	1,94	0,0019	53,9	63	PEHD	0,61	8,567	9,424	930,7	1009,1	78,38	7,84
A28	B1.82	376	0,38	7,47	0,0075	107,1	110	PEHD	0,79	7,034	7,737	929,5	1007,1	77,59	7,76
B1.82	B1.83	154	0,15	4,17	0,0042	80,1	90	PEHD	0,661	6,425	7,068	930,6	1008,9	78,31	7,83
A19	B1.84	401	0,4	19,22	0,0192	171,3	200	PEHD	0,611	2,08	2,288	965,2	1009,1	43,88	4,39
B1.84	A32	274	0,27	6,58	0,0066	100,4	110	PEHD	0,695	5,524	6,076	961,7	1008,3	46,64	4,66
A32	B1.85	63	0,06	4,32	0,0043	81,1	90	PEHD	0,676	6,717	7,389	962,3	1009,5	47,23	4,72
A32	B1.86	246	0,25	2,26	0,0023	59,3	63	PEHD	0,738	12,293	13,522	960,8	1006,7	45,87	4,59

V.5. Interprétation des résultats :

V.5.1. vitesses :

On limite les vitesses dans les conduites à un minimum de **0.5 m/s** et un maximum de **2m/s**. Les valeurs des vitesses dans les conduites de réseau sont entre deux seuils **0,5** et **0.83 m/s** ces vitesses sont acceptables, donc elles ne favorisent ni le dépôt des matières en suspension, ni l'érosion des canalisations.

V.5.2. pressions :

Les pressions imposées en amont des bornes :

- Entre **2** et **4 bars** dans le cas d'une irrigation par aspersion.
- **1 bar** dans le cas d'une irrigation localisé (gout a gout).

Les pressions au niveau des bornes varient entre (**1.2** à **7.8**) bars donc elles sont valables pour tous les systèmes d'irrigation, mais **7.8 bars** un peu trop donc il faut limite à **4 bars**.

Pour diminuer ces pressions on utilise soit les vannes de régulation de pression soit les réducteurs de pression .

Tableau V. 6: Les points d'installation des ouvrages de réduction de pression

Le point d'installation	L'ouvrage	Le rôle
Borne B1.86	Réducteur de pression	Réduire la pression au borne B1.86
Tronçon [B1.58—A24]	Vanne de régulation de pression	Réduire la pression aux bornes de B1.59 à B1.83
Tronçon [B1.20—B1.24]	Vanne de régulation de pression	Réduire la pression aux bornes de B1.24 à B1.40

V.6. Dimensionnement du réservoir :

La distribution de l'eau par gravité pour le périmètre à partir d'un réservoir implanté à une côte assez suffisante, va nous permettre un gain d'énergie très important d'une part, d'autre part, ce réservoir va permettre aussi le remplissage préalable des conduites au début de la campagne d'irrigation ou après une vidange accidentelle ou volontaire provoquée lors des réparations.

Le volume du réservoir se calcul d'après la relation suivante :

$$V_{ST} = Q \cdot T$$

Tel que :

- V_{ST} : volume du réservoir de stockage en m^3 .
- Q : débit de pointe en m^3/s .
- T : heures de pointe en s.

Dans notre cas le débit de pointe en tête du périmètre est de $1249.2 m^3/h$. pour combler le déficit de pointe. Notre réservoir va être dimensionné on cas d'on panne, la durée de stockage est de 2 heures par jour.

Le réservoir aura une section circulaire avec un diamètre 20 m hauteur totale de 8 m.

Son volume est de :

$$V_{ST} = 1249.2 \times 2 = 2498.4 m^3$$

Tableau V. 7: Caractéristique de réservoir

	CTNm NGA	Htotale(hm)	Hd'eau (m)	D (m)	Vutile m3	Vtotale m3
RATEH	1010	8	7.95	20	2498.4	2512

V.7. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons abordé la variante d'aménagement du système de distribution les calculs des bornes et les diamètres de notre réseau, ainsi que vérifier les vitesses et les pressions qui nous indiquent qu'on dispose de multiples choix concernant le système d'irrigation.

Chapitre VI : TECHNIQUE D'IRRIGATION

VI.1 Introduction :

L'humidité du sol à l'état naturel est souvent insuffisante, et pour garantir un rendement optimum des cultures, on a recours à l'irrigation. Il existe plusieurs techniques ou modes d'irrigation. Dans ce chapitre on va étudier ces différentes techniques puis on va choisir la technique qui correspond avec les caractéristiques de notre périmètre.

VI.2. Choix de la technique d'arrosage :

Plusieurs facteurs sont à prendre considération pour le choix des techniques d'irrigation et en particulier :

- La topographie.
- Les ressources en eau.
- La nature du sol.
- Le type de cultures.
- L'automatisation et la télégestion.
- Le facteur économique.

VI.3. L'irrigation par aspersion :

Le but d'une irrigation par aspersion est l'application uniforme de l'eau sur l'aire occupée par la culture. Le système d'irrigation doit être conçu pour appliquer l'eau à un taux inférieur à la capacité d'infiltration du sol et éviter ainsi les pertes par ruissellement

VI.3.1 éléments d'une couverture asperseurs :

- **conduite principale :**

Relie la station de pompage ou la borne d'irrigation aux porte-rampes. Enterrée, ou disposée en surface, la conduite a généralement un diamètre de 3 à 6 pouces

- **porte-rampe :**

Est la canalisation qui relie le point d'alimentation en eau de la parcelle, à la différente rampe disposée sur celle-ci. Ils sont constitués d'éléments de tuyaux rigides à raccord rapides, afin de faciliter leur manipulation.

- **Les rampes :**

Sont constituées de tuyaux rigides à raccords rapides. Elles portent des prises qui permettent de brancher les asperseurs.

- **L'asperseur :**

Est caractérisé par le diamètre de sa buse qui définit, pour une pression déterminée, le débit de l'asperseur, la portée de jet et la répartition de l'eau (pluviométrie) le long de jet. Il existe des asperseurs équipés d'une seule buse (monobuse), et des asperseurs équipés de deux buses (double buse) de diamètre différent.

VI.3.2 Différente installation de l'asperseur :

En pratique, deux solutions extrêmes peuvent être envisagées :

L'installation totalement fixée, et l'installation totalement mobile. Dans l'installation fixée, l'ensemble des équipements (pompe, canalisation, asperseur) sont fixés de façon permanente, ce qui limite une main d'œuvre, mais occasionne des investissements très élevés.

VI.3.3. Avantages de l'aspersion :

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

VI.3.4. Inconvénients de l'aspersion :

- Elle nécessite au départ, pour chaque irrigant une dépense importante de premier établissement et qu'elle exige souvent une nombreuse main d'œuvre d'explication.

- Elle favorise l'évaporation qui est d'autant plus intense que les gouttelettes sont plus fines et l'air plus sec.
- Elle favorise le développement des mauvaises herbes.
- Elle exige un choix judicieux des époques d'irrigation, toute irrigation intempestive pouvant provoquer au printemps par refroidissement du sol un retard dans la végétation.
- L'eau donnée en pluie passe le sol et provoqué la formation d'une croûte superficielle



Figure VI. 1: L'irrigation par aspersion.

VI.4 L'irrigation par goutte à goutte :

L'irrigation localisée apporte l'eau nécessaire directement au pied des végétaux. Ce sont des systèmes très utilisés en maraichage, en arboriculture et en horticulture. Le plus connu de ces principes est sans doute le « goutte à goutte », d'autres systèmes existent également tels que les tubes poreux alignés sur le sol ou mini-asperseurs. Ces derniers sont utilisés notamment en arboriculture (Mekki, 1988). L'eau est acheminée aux cultures au moyen de tuyaux munis de goutteurs et s'écoule par ceux-ci sous forme de gouttes avec un faible débit.

VI.4.1 Caractéristiques de l'irrigation goutte à goutte :

- Elle n'arrose qu'une fraction du sol ;

- Nécessité de faibles débits et de faibles pressions ;
- Met en œuvre des équipements fixes et légers ;
- Ne mouille pas feuillage ;
- Convient bien à l'irrigation fertilisantes ;
- Est indépendante des autres interventions sur la culture ;
- Impose dans la plupart des cas l'automatisation ; car nécessite des apports fréquents et fractionnés.

VI.4.2 composantes d'une installation d'irrigation goutte à goutte :

Une installation ou réseau localisée comprend de l'amont vers l'aval les éléments suivants :

- **Source d'eau :**

La source d'eau est soit une borne d'un réseau collective sous-pression, soit une station de pompage.

- **Installation de tête :**

L'équipement de tête est chargé de mesurer ou de régulariser le débit ou la pression et d'améliorer la qualité physique de l'eau par filtration (filtre à sable ou à gravier) et en plus la qualité chimique par incorporation d'élément fertilisants, l'installation comprend :

- Unité de filtration
- injection d'engrais
- Matériel divers (vanne d'arrêt, régulateur de pressions, limiteur de débit, compteur d'eau, conduits secondaire et tertiaires)

- **Compteur d'eau :**

Le compteur d'eau placé sur la borne d'un réseau collectif ou sur la canalisation de refoulement d'une station de pompage permet :

- de s'assurer du bon fonctionnement du réseau par un contrôle ponctuel du débit (rupture de canalisation, colmatage des distributeurs) ;
- de connaître la qualité d'eau apportée sur une parcelle lors d'un arrosage ;

– de dresser le bilan des apports pour l'ensemble de la campagne.

- **Clapet anti-retour :**

Le rôle du clapet anti-retour est de créer une disjonction entre le réseau d'irrigation et la ressource en eau pour éviter tout risque de pollution par retour de l'eau du réseau d'irrigation et de la solution fertilisante dans la source, le puits ou le réseau collectif en cas d'arrêt de la station de pompage ou de dépression dans le réseau collectif.

Il est en générale constitué par un boîtier à l'intérieur duquel se déplace un clapet qui ne permet le passage de l'eau que dans un seul sens. Ce dispositif est monté en ligne sur la canalisation principale.

- **régulateur de pression aval :**

Le rôle du régulateur de pression aval est de maintenir constante la valeur de la pression aval lorsque la pression amont est trop élevée et variable. Ce type d'appareil fonctionne correctement dans des plages de pression (amont et aval) et de débit défini par le constructeur. Il est réglable manuellement ou pré-réglé en usine, il se place :

- En amont de la station de tête et protège les installations contre les risques de surpression ;
- En tête des différents postes pour obtenir la valeur de la pression prévue lors de la conception de projet.

- **Soupape de décharge :**

La soupape de décharge a pour rôle de protéger les installations contre les risques de surpression.

- **ventouse :**

Le rôle de la ventouse est :

- D'évacuer l'air lors du remplissage du réseau ;

- De permettre l'entrée d'air dans le réseau pour éviter les dégâts dus aux effets d'une dépression.

Elle est placée aux points hauts des installations dans les zones où l'air a tendance à s'accumuler.

- **Canalisation :**

1. **Conduite principale :** c'est la conduite qui relie entre le point de fourniture d'eau et les divers porte-rampes. Elle peut être en PVC rigide ou en acier galvanisé comme en irrigation par aspersion.
2. **Le porte-rampes:** c'est la conduite secondaire qui alimentent les rampes d'une seule coté ou des deux côtés. Ils peuvent être en polyéthylène moyenne densité (PE), soit en chlorure de polyvinyle rigide (PVC).
3. **Les rampes :** c'est la conduite tertiaire qui généralement en PEBD (polyéthylène basse densité), et sont équipés de distributeurs. Les distributeurs y sont fixés avec un espacement prédéterminé.

VI.4.3 Avantages de la technique du goutte à goutte :

- Meilleur développement des cultures du a l'humidification permanent de la couche active de sol.
- Économe de l'eau et de la main d'œuvre.
- Réduction des mauvaises herbes.
- Réduction de l'évapotranspiration.
- Possibilité d'automatisation.

VI.4.4 Inconvénients du goutte à goutte :

- Le cout et très élevé du matériel.
- Risque d'obstruction des goutteurs.
- Nécessite d'une main d'œuvre spécialisé.
- Apte seulement pour les cultures en ligne (arboriculture ; maraichère)



Figure VI. 2: L'irrigation goutte à goutte

VI.5 Conclusion :

L'irrigation est grande consommatrice d'eau. Elle est nécessaire pour compenser les pertes des plantes et du sol.

Pour éviter d'utiliser trop d'eau, les quantités correctement calculées et nécessaires aux cultures doivent donc être soigneusement estimées.

Pour le cas de notre étude, nous sommes basés sur les techniques d'irrigation modernes telles que le goutte à goutte qui sera utilisées dans notre périmètre.

CHAPITRES VII : DIMENSIONNEMENT A LA PARCELLE**VII.1 Introduction :**

Le présent chapitre fera l'objet de dimensionnement du réseau d'irrigation goutte a goutte, on considérant les différents paramètres pour atteindre des rendements optimaux en économisant de l'eau

Dans notre cas nous avons choisi l'olivier comme culture pour dimensionner le réseau goutte a goutte

VII.2. Dimensionnement d'un réseau d'irrigation Goutte à goutte :**VII.2.1. Données générales :**

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

Culture : Olivier

- Espacement entre arbres : 4 m
 - Espacements entre rangs : 4 m
 - Besoins de pointe 153.39mm
 - Le mois de besoins de pointe est : Aout
 - La borne d'alimentation : B1.86
 - La pressions de la borne : 4.6bars mais avec le réducteur de pression on la diminue à 1 bars
 - La surface de l'exploitation : 2.25ha
-
- **Caractéristique du goutteur :**
 - Débit nominal : 4 l/h
 - Pression nominale : 10 m.c.e
 - Espacement des goutteurs : 2 m
 - Le nombre de goutteurs par arbre : 2

VII.2.2 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation goutte à goutte :**VII.2.2.1 Influence du taux de couverture du sol :**

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

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

- KELLER et ARMELIN (1974) :

$$Kr = \frac{Cs}{0.85}$$

- La formule de Freeman et Garzoli :

$$Kr = Cs + 0.5(1 - Cs)$$

- La formule de Decroix (CTGREF) :

$$Kr = 0.1 + Cs$$

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

Kr = 0.8 selon Freeman et Garzoli.

Kr = 0.70 selon Decroix.

On prendra un coefficient Kr = 0.80

$$B_{jl} = B_j \cdot Kr$$

$$B_j = ETM_c = 4.94 \cdot 0.8 = 3.96 \text{ mm/j}$$

VII.2.2.2 Dose nette pratique :

La deuxième étape en micro-irrigation, est la détermination d'une fraction ou pourcentage d'humidification du bulbe humide dans la zone racinaire. La différence par rapport aux autres systèmes (gravitaire ou par aspersion) est qu'il ne s'agit plus d'humidifier uniformément la totalité du sol sur une même profondeur h :

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

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Y \cdot Z \cdot P\% = RFU \cdot P\%$$

Tel que : H_{cc} : (25%) H_{pf} : (14%) ; Y : (2/3) ; Z : profondeur des racines (1500 mm)

P : Pourcentage du sol humidifié

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

P : Volume du sol humidifié

N : Nombre de point (goutteurs) de distribution par arbre = 2

S_{pd} : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre = 2

S_h : Largeur de la bande humidifiée = 1m (arbres)

S_r : Écartement entre rangs d'arbre

S_a : espacement des arbres sur les rangs

$$P\% = \frac{2 \cdot 2 \cdot 1}{4 \cdot 4} = 25\%$$

$$D_n = (0.26 - 0.14) \times 1500 \times \frac{2}{3} \times 1.5 \times 0.25 = \mathbf{D_n = 63.11 \text{ mm}}$$

VII.2.2.3 Fréquence des arrosages (Fr jours) :

La fréquence d'arrosage est donnée par la formule suivante :

$$Fr = \frac{Dose\ nette}{ETMc} = \frac{63.11}{3.96} = 15.93\ jours$$

Donc on prend $Fr = 16$ jours.

➤ **La dose réelle**

On recalcule la nouvelle dose réelle (dose brute):

$$D_{brute} = 3.96 * 16 / (Ef.Cu)$$

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

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

$$D_{brute} = \frac{Dr}{Cu * eff} = \frac{3.96 * 16}{0.9 * 0.9} = 78.22\ mm$$

Avec : $Dr = B_j * Fr$

➤ **Durée de fonctionnement par d'arrosage (h)**

$$\theta = \frac{D_{br} * S_d * S_r}{n * q_g}$$

S_r et S_d espacement entre rang et distributeur, n et Q_g nombre et débit du goutteur.

$$\theta = \frac{78.22 * 2 * 4}{2 * 4} = 78.22\ heures \approx 80\ heures$$

➤ **Durée d'arrosage journalier**

$$D_j = \frac{durée\ d'arrosage}{Fr} = \frac{80}{16} = 5 = 5\ h / jour$$

➤ **Nombre de poste**

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{Temps\ de\ travail}{Durée\ d'arrosage\ journalier} = \frac{20}{5} = 4$$

On prend 4 postes.

➤ **Surface du poste**

$$S_p = \frac{Surface\ totale}{Nombre\ de\ poste} = \frac{2.25}{4} = 0.56\ ha$$

VII.2.3 Calculs hydrauliques

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

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

- **La variation maximale de la pression**

$$q = K.H^x \quad \text{avec } x=0.5 \text{ (caractéristique du goutteur)}$$

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

Avec : $q(g)$: débit nominal du goutteur

$H(n)$ pression nominal $x=0.5$ pour les goutteurs (circuit court) et $H(n) = 10$ mce (1 bar)

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

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

Donc selon la règle de Christiansen 10% ΔH singulières = 0.2 m

Le reste 1.8 ΔH linéaire = 1.8 m

Donc pour les rampes 2/3. 1.8 = 1.2 m

Pour la porte rampe = 1/3. 1.8 = 0.6 m

- **Les caractéristiques de la parcelle :**

La longueur de la rampe (L_r) : 84m

La longueur de la porte rampe (L_{pr}) : 88m

La longueur de la conduite tertiaire (L_s) : 62 m

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

$$N \text{ arbres} = L_r / E_r = 84 / 4 = 21$$

Alors on prend 21 arbres

- **Nombre de goutteurs par rampe**

$$N_g = N \text{ arbres} * n = 21 * 2 = 42 \text{ goutteurs}$$

- **Le nombre de rampes :**

$$N_r = L_{pr} / E_r = 88 / 4 = 22 \text{ rampes}$$

- **Débit de la rampe :**

$$Q_r = N_g * Q_g$$

$$Q_r = 42 * 4 = 168 \text{ l/h}$$

- **Débit de la porte rampe :**

$$Q_{pr} = Q_r * N_r = 168 * 22 = 3696 \text{ l/h}$$

- **Débit de la conduite secondaire**

Étant donné que nous avons 1 porte rampe :

$$Q_{cs} = Q_{pr} * N_{pr} = 3696 * 1 = 3696 \text{ l/h}$$

- **Dimensionnement des différentes parties du réseau :**

Pour le calcul des dimensions des canalisations (rampe et porte rampe), on propose que les

Rampes soient en PEBD ou PEHD.

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

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

Dramp = 11,17mm, on prendre DN=**16mm**

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

Dp.ramp = 40,78mm on prendre DN=**50mm**

• **Vérification des pertes de charges :**

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation après choix du diamètre, On recalcule les pertes de charges pour un D = 16 mm

Perte de charge selon hazen-williams

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{C_w} \right)^{1.852} * \frac{L}{D^{4.84}} * Q^{1.852}$$

Où : L : la longueur de la conduite ; =84 m

Q : débit (m3/s) =168 l/h ; D : diamètre intérieur de la canalisation (m) =16 mm

C_w= 140 PEBD,

ΔH_{rampe} = 0,445 m < 1.2m

Pour porte rampe on a :

L : la longueur de la conduite ; =88m

Q : débit (m3/s) =3696l/h ; D : diamètre intérieur de la canalisation (m) =50mm

C_w= 140 PEBD,

ΔH_{ramp} = 0,576 m < 0.6m

Tableau VII. 1: Calcul de diamètre de la rampe

Culture	Surface (m ²)	L _r (m)	N _g	Q _r (l/h)	ΔH_r (m)	D _{cal} (mm)	D _n (mm)	Vitesse (m/s)	ΔH_{cal} (m)
Olivier	7392	84	42	168	1.2	11.17	16	0.23	0.445

Tableau VII. 2 Calcul de diamètre de la porte rampe

Culture	Surface m ²	L _{pr} (m)	N Rampe	Q _{pr} (l/h)	$\Delta H_{p.r}$ (m)	D _{cal} (mm)	D _n (mm)	Vitesse (m/s)	h _{cal} (m)
Olivier	7392	88	22	3696	0.6	40.78	50	0.52	0.576

On applique le même procédé que les rampes, et on trouve

La valeur de la perte de charges calculée est inférieure à 0.6 mce (h_{pr} max).

D'après les deux tableaux précédents, on voit que les pertes de charges totales n'ont pas dépassé la limite imposée par la règle de Christiansen.

VII.2.4 Calcul des diamètres de la conduite tertiaire :

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

$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi V}}$ avec : Q : débit de la conduite considérée (m³/s); V : vitesse d'écoulement (m/s).

Tableau VII. 3: Calcul de diamètre des conduites tertiaires

Culture	Surface m ²	L(m)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	hcal (m)
Olivier	7392	62	0.00102	1.05	35.6	50	0.519	0.35

VII.2.5 Calcul de la pression d'eau à la borne de distribution :

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

Tableau VII. 4: Récapitulatif des calculs hydrauliques.

Conduites	La rampe	Porte rampe
Longueur(m)	84	88
Diamètre(m)	16	50
Débit (m³/s)	0.000046	0.00102
Pertes de charge(m)	0.445	0.576

À partir du tableau on peut déterminer la perte de charge totale entre la borne d'irrigation jusqu'au goutteur le plus défavorable ;

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

$$P(m) = 10 + 0.445 + 0.576 + 0.20 = \mathbf{11.22 \text{ m.}}$$

VII.3 Conclusion :

Dans ce chapitre, on a dimensionné les différentes parties du réseau goutte à goutte (goutteur, rampe, porte-rampe et conduite secondaire), ce choix de technique d'irrigation il joue un rôle capital dans le rendement des cultures, ce système d'irrigation est économique donc nous aide dans le développement des cultures et la réservée des ressources on eau.

CHAPITRES VIII : ÉTUDE TECHNICO-ÉCONOMIQUE

VIII.1 Introduction :

L'organisation de chantier consiste à la détermination, la coordination et à la mise en œuvre des moyens nécessaires pour la réalisation et l'exécution des travaux dans les meilleures conditions, dans les plus brefs délais et le plus minimum montants. Pour notre projet on a les travaux suivants :

- Le réseau de distribution.
- Le réseau d'irrigation. (gout a gout).

VIII.2 Différents travaux à entreprendre :

VIII.2.1.Travaux concernant la conduite de distribution :

La mise on place de réseaux de distribution consiste les tâche suivant :

1. Exécutions des tranches :

Cette opération consiste à faire des excavations (déblais) avec une pelle hydraulique, les déblais seront posés à côté de la tranchée et l'autre côté au bardage posés les conduites.

2. Pose du lit de sable :

On poser un lit de sable au fond de la tranchée dans notre cas ce lit aura une épaisseur de 10cm.

3. Pose des conduites :

On procède à un tri des conduites de façon à écarter celles qui ont subies des chocs ; après on les descend lentement à l'aide d'un engin de levage, dans le fond de la fouille. Au cours de pose, on vérifie régulièrement l'alignement des tuyaux pour n'avoir pas des difficultés au raccordement des conduites.

4. Épreuve de joint et de la canalisation :

Pour plus de sécurité, on l'effectue à l'aide d'une pompe d'essai qui consiste au remplissage en eau de la conduite sous une pression de 1,8 fois la pression de service à laquelle sera soumise la conduite lors du fonctionnement. Cette épreuve doit durer 30 minutes environ où la variation ne doit pas excéder 0.2 bar.

5. Remblayage des tranchées :

C'est une opération de terrassement qui consiste à enterrer la conduite, en utilisant le remblai résultant de l'excavation.

6. Nivellement et compactage :

Une fois le remblai fait, on procède au nivellement qui consiste à étaler les terres qui sont en monticule, ensuite au compactage pour augmenter la densité des terres et éviter le tassement par la suite.

VIII.2.2. Les actions reçues par les conduites :

Les conduites enterrées sont soumises à des actions qui sont les suivantes :

- La pression verticale due au remblai
- La pression résultant des charges roulantes
- La pression résultant des charges permanentes de surface
- La pression hydrostatique extérieure due à la présence éventuelle d'une nappe phréatique
- Le poids propre de l'eau véhiculée
- Le tassement différentiel du terrain
- Les chocs lors de la mise en œuvre
- Action des racines des arbres

VIII.2.3. Exécution des travaux :

Les principales étapes à exécuter pour la pose des canalisations sont :

- Vérification, manutention des conduites
- Décapage de la couche du goudron (si elle existe)
- Emplacement des jalons des piquets
- Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards
- Aménagement du lit de pose
- La mise en place des canalisations en tranchée
- Assemblage des tuyaux
- Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints
- Remblai des tranchées

VIII.3.L'estimation des différents types de conduites du réseau de distribution :

Les prix des conduites sont détaillés dans le tableau VIII.1.

Tableau VIII. 1: L'estimation des conduites du réseau de distribution.

Conduites	Type de conduite	Unité de mesure	Quantité(m)	Prix unit (Da/m)	Montant (DA)
Φ50	PEHD	ml	819,29	100	81929
Φ63	PEHD	ml	1096	137,18	150324,862
Φ75	PEHD	ml	987	193,61	191019,4982
Φ90	PEHD	ml	1360	278,35	378466,928
Φ110	PEHD	ml	2785	416,1	1158776,085
Φ125	PEHD	ml	928	530,1	491763,168
Φ160	PEHD	ml	2215	868,3	1923605,771
Φ200	PEHD	ml	2235	1358,5	3036505,615
Φ225	PEHD	ml	846	168,3	142343,091
Φ250	PEHD	ml	74	2109	155686,38
Φ315	Fonte	ml	1314	3363	4419082,89
Φ400	Fonte	ml	2725	5396	14706204,44
Φ500	Fonte	ml	2893	8398	24296421,76
Φ600	Fonte	ml	97	13300	1290632
Φ800	Fonte	ml	923	16300	15043270
Total (HT)					67466031,49

Source : Groupe K-PLAST,2015

VIII.4. Devis estimatif et quantitatif des accessoires:

Le tableau VIII.2 présente le devis estimatif et quantitatif des accessoires :

Tableau VIII. 2 :Devis estimatif et quantitatif des accessoires

Pièces	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Bornes65mm	U	171	2300	393300
Bornes100mm	U	2	5200	10400
Réservoir	U	1	2000000	2000000
Filtres à sable	U	1	23000	23000
Vanne Φ125	U	1	12000	12000
Vanne Φ160	U	1	13000	13000
Vanne Φ200	U	2	13500	27000
VanneΦ225	U	1	14000	14000
VanneΦ315	U	2	15000	30000
VanneΦ400	U	2	16500	33000
VanneΦ500	U	2	18000	36000
VanneΦ600	U	1	19000	19000
Total				2610700

Source : Groupe K6PLAST, 2015

VIII.5. Volume des terrassements :

VIII.5.1 Décapage de la couche de terre végétale :

Avant d'entamer l'excavation des tranchées, on doit tout d'abord commencer par l'opération de décapage des terres végétales sur des faibles profondeurs,

Le volume de la couche à décapier est :

$$V = B \cdot h \cdot L \text{ (m}^3\text{)}$$

Avec :

B : largeur de la couche végétale (m)

h : hauteur de la couche (h=0,1m)

L : longueur totale des tranchées (m)

VIII.5.2 calculs de la largeur de tranchée :

La largeur du fond de tranchée est obtenue par la formule :

$$b = (L \cdot 2) + \emptyset$$

Où :

b : largeur de la tranchée.

L : la distance entre la conduite et le fruit de talus.

∅ : le diamètre de la conduite.

VIII.5.3-calcul de la profondeur de tranchée :

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

La profondeur de la tranchée est :

Donc l'excavation nécessite la détermination de plusieurs paramètres tels que :

- Profondeur de la tranchée **H**
- Largeur de la tranchée **b**

$$H = e + \emptyset + h$$

Où :

H : profondeur de la tranchée, (m)

e : hauteur de lit de pose, (m)

\emptyset : diamètre de la conduite, (m)

h : la hauteur du remblai au-dessus de la conduite,

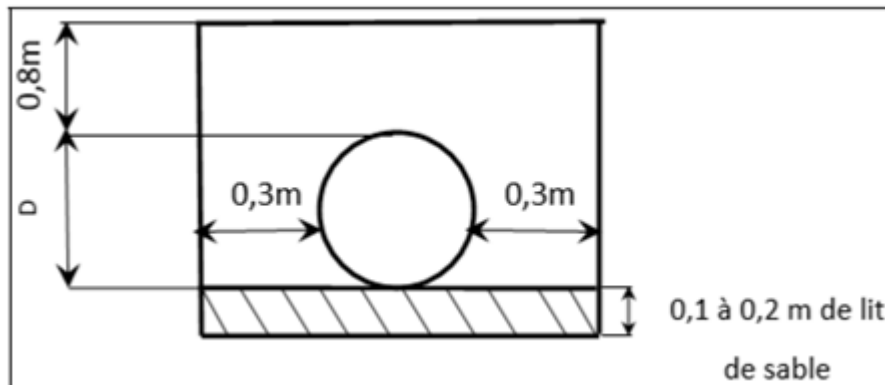


Figure VIII. 1: Schéma d'une tranchée

VIII.6 Calcul des volumes :

VIII.6.1 Volume de déblai :

D'après la figure IX-1 la surface à calculer est la surface rectangulaire :

$$S = b * H$$

$$b = 0.3 * (N-1) + (0.3 * 2) + (\emptyset * N) \text{ on a } N=1 \text{ alors :}$$

$$b = 0.6 + \emptyset$$

$$H = 0.9 + \emptyset$$

VIII.6.2 Volume du lit de sable :

Pour le calcul du lit de sable qui correspond à une couche de sable de 10 cm sur le fond de la tranchée, donc on calcule cette surface en utilisant la formule suivante :

$$V = e * b * L$$

VIII.6.3 Volume de remblai :

Ce volume est déduit à partir du volume du déblai qu'occupent la conduite et le lit de sable :

$$V_r = V_d - (V + V_s)$$

V_r : Volume du remblai compacté(m³).

V_d : Volume du déblai (m³).

V_s : Volume du sable(m³).

$$V : \text{volume occupé par la conduite(m}^3\text{)} : V=L*\frac{3.14*\Phi^2}{4}$$

L : longueur de la conduite.

Φ : le diamètre de la conduite.

VIII.6.4 L'estimation pour le terrassement :

Tableau VIII. 3: L'estimation pour le terrassement

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA/m	Montante DA
Déblais de terre	m ³	21909,3092	300	6572792,756
Lit de sable	m ³	1826,40356	800	1461122,847
Remblaiement de terre	m ³	23735,7127	200	4747142,549
Total HT				12781058,15

VIII.7 Le devis total :

$$\text{Total (HT)}=12781058,15+2610700+67466031,49=82857789,64 \text{ DA.}$$

$$\text{TVA (19\%)} = 80857789.64*0.19 = 15742980.0316 \text{ DA}$$

$$\text{D}=15362980.0316+80857789, 64= \mathbf{98600770 \text{ DA}}$$

VII.8 Conclusion :

L'estimation du projet n'est pas vraiment une estimation précise mais elle rapproche . Le devis total obtenu est de **98 600 770DA Quatre-vingt-dix-huit millions six cent mille sept cent soixante-dix Dinars Algérien**, le cout du projet est relativement acceptable cela est du à la condition des installations du réseau d'adduction qui est gravitaire et a la distance entre le périmètre et le réservoir qui est considéré moyenne distance.

Conclusion Générale

L'Algérie étant contrainte à augmenter sa production agricole afin de subvenir aux besoins des populations, des plans de développement agricoles ont été mis en place ; ayant des objectifs sur le moyen et long terme. Alors pour y arriver il a fallu tout d'abord construire des ouvrages de mobilisation des eaux tel que les barrages et retenues et concevoir des réseaux d'irrigation performants et surtout économiques.

L'aménagement hydro agricole du périmètre d'Ain Touta étage haut (Wilaya de Batna) s'étend sur une superficie nette de 1737 ,17 ha irrigué à partir du barrage de Koudiat Medouer a fait l'objet de ce mémoire de fin d'études qui comporte plusieurs chapitres.

En premier lieu, une étude détaillée de la région et sous différents angles a permis de classer son climat comme étant semi-aride avec une période sèche d'environ six mois.

Deuxièmement il a été question de l'identification des ressources en sol qui a donnée une texture limoneuse argileuse à sableuse argileuse et une qualité de l'eau qui de classe C2-S1.

Puis vient alors l'estimation et le calcul des besoins en eau des cultures mise en place dans l'objectif de leur assurer une bonne alimentation en eau car les rendements en dépendent.

Le système d'adduction est l'épine dorsale de l'aménagement puisque c'est grâce au bon dimensionnement de ses divers ouvrages que l'opération d'acheminer l'eau au périmètre se fera de manière optimale.

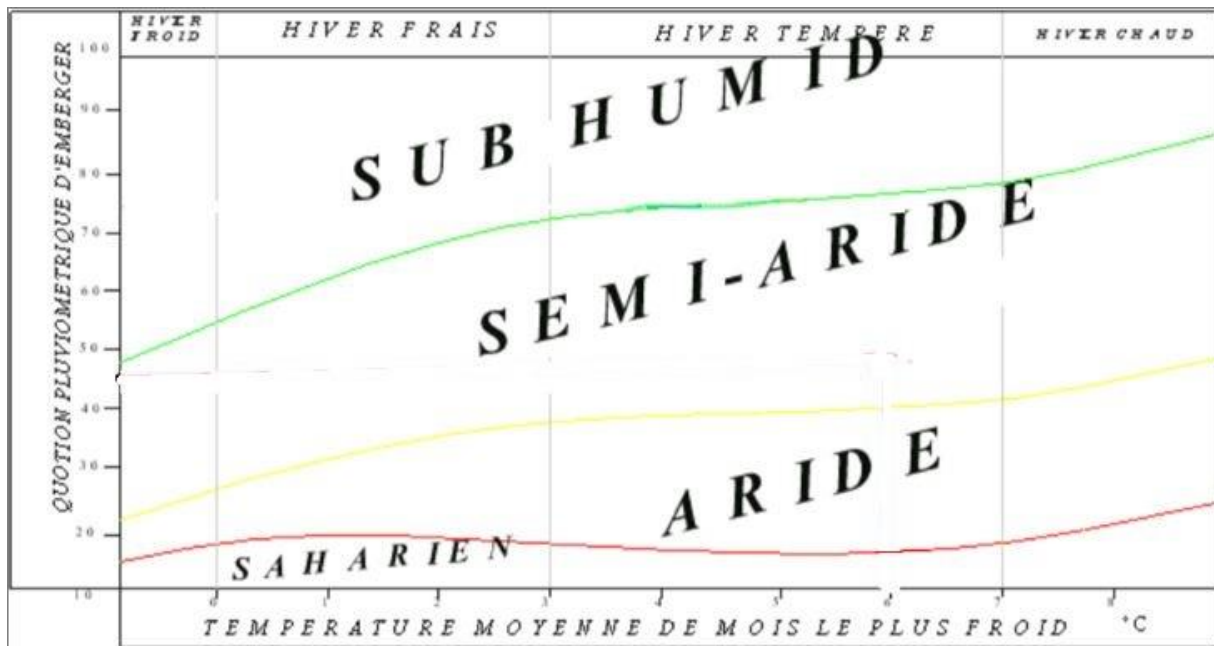
Pour compléter notre travail, un choix des techniques d'irrigation s'est imposé tout en veillant à ce que l'économie et l'eau soit une priorité.

Après avoir opté pour la technique du goutte à goutte et celle de l'aspersion étant donné les multiples avantages qu'elles offrent on est passé au dimensionnement à la parcelle.

Estimer le cout du projet est primordiale car l'ingénieur doit avoir la notion de la faisabilité technique mais aussi de la rentabilité économique, dans notre cas l'aménagement demande un montant d'environ plus de neuf millions de dinars.

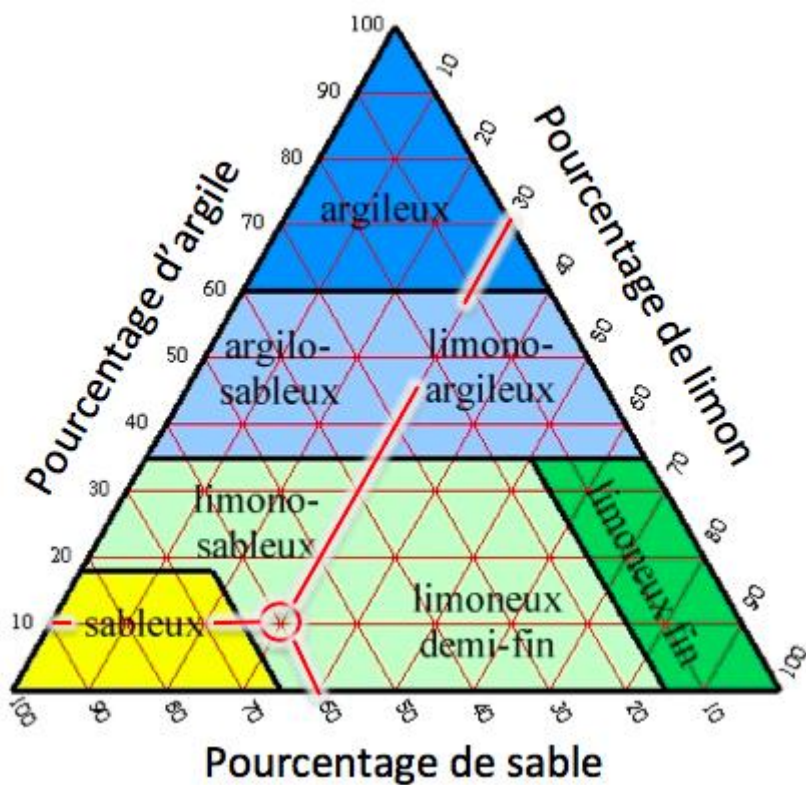
ANNEXE1 :

Diagramme bioclimatique d'Emberger.



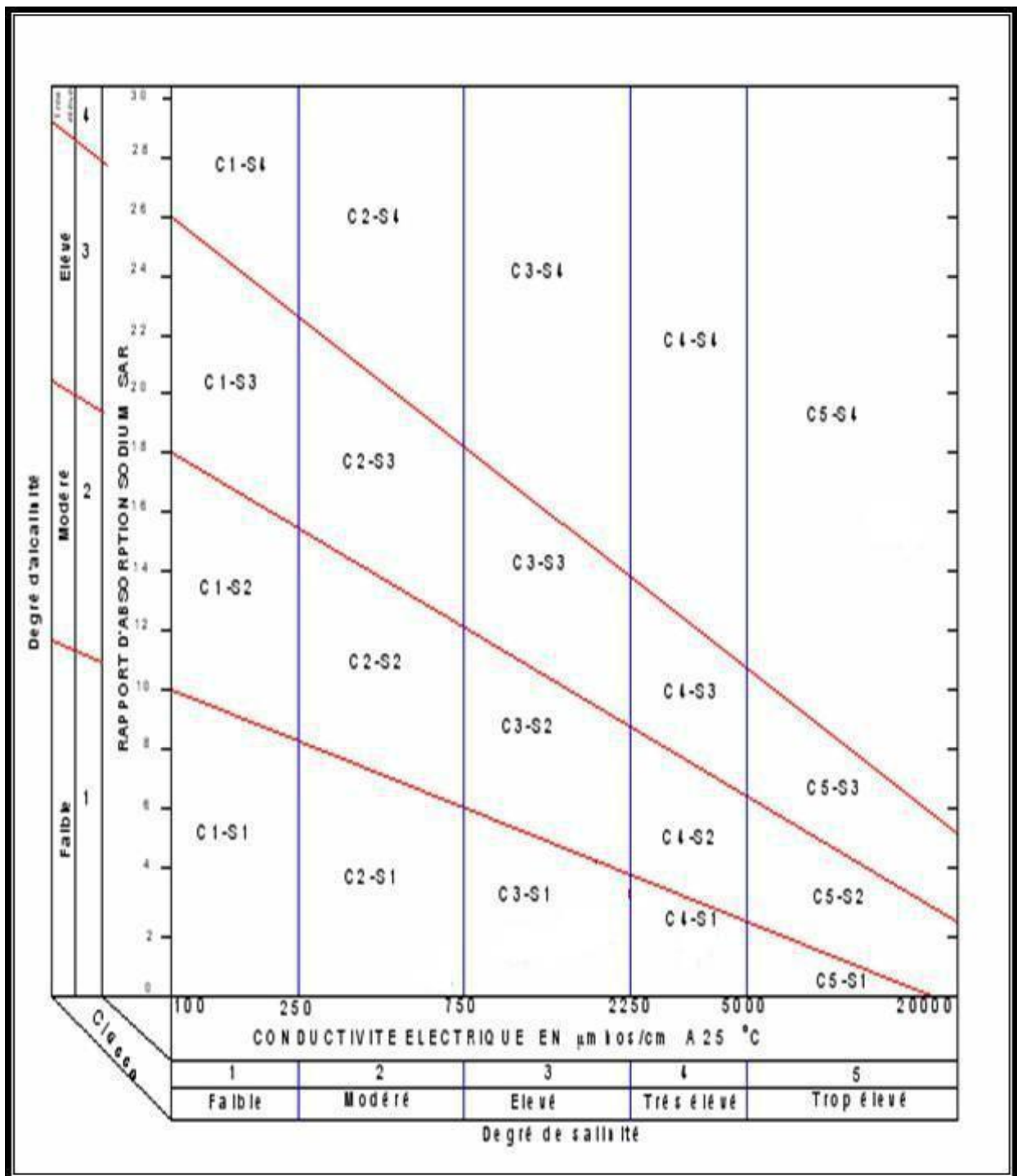
ANNEXE2 :

Diagramme de classification des sols



ANNEXE3:

Diagramme bioclimatique d'EMBERGER



ANNEXE4:

Table de Pearson de χ^2

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

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ABH, Qualité des eaux dans les bassins des côtières constantinois et des hauts plateaux constantinois.2004-2007.
2. ANBT, Etude d'APD du transfert des eaux du barrage Oued Athmania vers les barrages de Kodiat Medaouar et Ourkiss (Tallizardane), Rapport final, 2005
3. ANRH, Annuaire hydrologiques : données stations hydrométriques 1996 – 20016.
4. MESSAHEL MEKKI, 1988 : Irrigation au goutte à goutte (Régime d'irrigation) Edition O.P.U. Alger ;
5. TOUAIBIA, Bénina. Manuel d'hydrologie ISBN.BLIDA Algérie. Mars 2004. P166.