



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: Irrigation et Drainage

THEME :

**Etude d'aménagement hydro-agricole du périmètre El Tarf
secteur Sud (440 ha) à partir du barrage de Bouhalloufa wilaya
d'El Tarf**

Présenté par :

KIMOUCHE Bouchra

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
M. RASSOUL Abdelaziz	M.C.A	Président
Mme. AZIEZ Ouahiba	M.A.A	Membre
M. KERID Rachid	M.A.A	Membre
Mme. MEDDI Hind	M.C.A	Promotrice

Session octobre 2020

Dédicace

A chaque fois qu'on achève une étape importante dans notre vie, on fait une pose 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 parents pour les sacrifices qu'ils ont consentis à mon égard : « Said, Malika »*
- ❖ *A mes amis : « Khadidja, Selma, Zineb, Dehia, Safia ».*
- ❖ *A toute ma famille : « Imene, Amine, Rima, Messaouda, Fatima, Sihem, Abdnnacer, Selma, Nour El Houda, Chahinaze », et mes neveux « Rania, Rayan, Athir, Nacer, Bayan zineb, Iyad ».*
- ❖ *A tous mes enseignant de l'ENSH.*

Remerciements

Avant de présenter mon projet de fin d'étude, je tiens à remercier ALLAH qui m'a donné la force, la volonté et le courage pour arriver jusque-là.

J'adresse mes remerciements les plus sincères à Mme MEDDI Hind, pour son encadrement, sa disponibilité et ses conseils fructueux qu'il m'a prodigués le long de mon projet.

A tous ceux qui ont contribué à ma formation du primaire jusqu'à l'université.

Aux membres du jury qui me feront l'honneur d'examiner mon travail. Et en fin, je tiens à remercier tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.

KIMOUCHE Bouchra

ملخص:

تمتلك ولاية الطارف من المقومات ما يجعلها مكسبا اقتصاديا هامًا وطنيا و محليا وذلك لما يزر به سهل الطارف من موارد مائية وفلاحية ضخمة.
يندرج الهدف من إنجاز هذه الدراسة تزويد سهل الطارف -منطقة الطارف جنوب- التي تقدر مساحتها ب 440 هكتارا انطلاقا من سد بوحلوفة بشبكة سقي مكونة من أنظمة إقتصادية كنظام السقي بالتنقيط، و هذا بعد دراسة خصائص المنطقة كالمناخ، نوعية التربة و الموارد المائية؛ من أجل زيادة المردود وتوفير المياه والتنويع في المحاصيل الزراعية بهدف الرفع من مستوى العائدات الاقتصادية.

Résumé:

La wilaya d'El-Tarf possède les ingrédients qui en font un gain économique important, aux niveaux national et local, en raison des énormes ressources en eau et en agriculture de la plaine d'El-Tarf.

L'objectif de cette étude est de doter la plaine d'Al-Tarif - secteur d'Al-Tarf Sud - dont la superficie est estimée à 440 hectares, à partir du barrage de Bouhalloufa, avec un réseau d'irrigation contenant des systèmes économiques comme le système d'irrigation goutte-à-goutte, et ceci après avoir étudié les caractéristiques de la région telles que le climat, la qualité des sols et les ressources en eau. Ceci afin d'augmenter les rendements, économiser l'eau et diversifier les cultures agricoles dans le but d'augmenter le niveau de rentabilité économique.

Abstract:

El-Tarf city has all qualities that make it economically a significant region both nationally and locally, due to as important water and agricultural resources.

Accordingly, the aim of this study is to provide the Al-Tarf plain whose area is estimated at 440 hectares, from the Bouhalloufa dam, with an irrigation network containing economical systems such as drip irrigation system. This has been done after studying the characteristics of the region such as climate, soil quality and water resources. The purpose is to increase yields, save water and diversify agricultural crops with the aim of enhancing the level of economic profit.

Sommaire

Résumé

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des planches

Introduction générale :1

Chapitre 1 : Présentation de la zone d'étude

Introduction :3

I.1 Situation géographique de la zone d'étude :3

I.1.1 Situation de la wilaya d'El Tarf :3

I.1.2 Situation de la commune d'El Tarf :4

I.2 L'étude climatologique :5

I.2.1 Pluviométrie :5

I.2.2 Températures :6

I.2.3 Humidité relative:7

I.2.4 Le vent :8

I.2.5 L'insolation:9

I.2.6 Le Sirocco:9

I.3 Classification du climat:10

I.3.1 Les indices climatiques :10

a) L'indice d'aridité de MARTON :10

b) Quotient pluviométrique d'Emberger :11

c) Climogramme pluviométrique de BAGNOULS ET GAUSSEN :12

Conclusion :13

Chapitre II : Ressources en sol, Ressources en eau

Introduction :15

II.1 Ressources en sol15

II.1.1 Les types des sols du périmètre :15

II.1.1.1 Classe des sols peu évolués :15

II.1.1.2 Classe des vertisols :16

II.2 Ressources en eau :19

II.2.1 Alimentation en eau du périmètre :19

II.2.2 Les caractéristiques du barrage de Bouhalloufa	19
II.2.3 Analyse de la qualité de l'eau d'irrigation :.....	19
II.2.4 Le SAR (Sodium Adsorption Ration) :.....	20
II.2.5 La conductivité électrique :	20
II.2.6 Analyse hydrologique :.....	21
II.2.6.1 Répartition de la pluie annuelle :.....	21
II.2.6.2 Vérification de l'homogénéisation de la serie :.....	23
II.2.6.3 Ajustement statique des pluies.....	25
II.2.6.4 Test de validité d'un ajustement :.....	27
Conclusion :.....	29

Chapitre III : Besoins en eau des cultures

Introduction :.....	30
III .1 Besoins en eau des cultures :	30
III .2 Besoins en eau d'irrigation.....	30
III.2.1 Calcul de l'évapotranspiration :.....	30
III.2.2 Calcul de l'évapotranspiration potentielle de référence (ET _o) :	30
III.2.3 Calcul de l'évapotranspiration maximale ETM :	32
III.2.4 Les Coefficients culturaux (K _c) :	32
III.2.5 Calcul de la pluie efficace :	33
III.2.6 Choix des cultures :	33
III.2.7 Identification des principaux types d'assolement :.....	34
III.2.8 Avantages de la rotation des cultures	35
III.2.9 Cycle végétatif des cultures	35
III.3 Estimation des besoins en eau des cultures :	36
III.3.1 Calcul du débit spécifique	40
III.3.2 Evaluation du débit caractéristique.....	40
III.3.3 Estimation des volumes d'eau d'irrigation	41
Conclusion	42

Chapitre IV: Etude de system d'adduction

Introduction :.....	44
IV.1 Alimentation en eau du périmètre :	45
IV.2 Description du Schéma de distribution :	45
IV.3 Description Organisation et structure du périmètre :	45

IV.3.1 ilots et bornes d'irrigation :	45
IV.3.2 Rôle et fonction de la borne d'irrigation :	45
IV.3.3 Calcul du débit aux bornes :	46
IV.3.4 Choix du diamètre et du type des bornes :	46
IV.4 Description de l'aménagement du périmètre :	48
IV.4.1 Choix de la variante.....	49
IV.4.2 Tracé du réseau de distribution :	49
IV.4.3 Dimensionnement de l'adduction (sous pression) :	50
IV.5 Etude du système de pompage.....	55
IV.5.1 Calcul des pertes de charge total:	56
IV.5.2 Calcul des frais d'amortissement.....	57
IV.5.3 Calcul des Frais d'exploitation.....	58
IV.5.4 Bilan total des frais.....	59
IV.5.5 Choix des pompes	60
IV.5.6 Protection contre la cavitation.....	61
IV.5.7 Dimensionnement du Réservoir de stockage (Bassin).....	62
Conclusion :	63

Chapitre V : Etude des techniques d'irrigation des cultures

Introduction :	65
V.1 Choix des techniques d'irrigation:	65
V.2 Différentes techniques d'arrosages:	65
V.2.1 Irrigations gravitaire ou de surface:	65
V.2.2 Irrigations par sous pression:	67
V.2.3 Irrigations localisée (goutte à goutte):	69
V.3 Choix de la technique d'arrosage:	73
Conclusion.....	75

Chapitre VI : Dimensionnement à la parcelle

Introduction	77
VI.1 Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte.....	77
VI.2 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée	77
VI.2.1 Influence du taux de couverture du sol	77
VI.2.2 Dose nette pratique	78
VI.2.3 Fréquence et intervalle des arrosages (Fr):.....	78

VI.2.4 Calcul de la dose réell	79
VI.2.5 Calcul de la dose brute réell	79
VI.2.6 Durée de fonctionnement par d'arrosage (h)	79
VI.2.7 Nombre de poste	79
VI.2.8 Surface du poste	79
VI.3 Calculs hydrauliques	79
VI.3.1 La variation maximale de la pression	80
VI.3.2 Dimensionnement des canalisations du réseau	81
VI.3.2.1 Dimensionnement des rampes.....	81
a) Vérification des pertes de charges.....	81
VI.3.2.2 Dimensionnement des portes rampes.....	82
b) Vérification des pertes de charges	82
VI.3.2.3 Calcul des diamètres de la conduite tertiaire:.....	83
VI.3.3 Calcul Récapitulatif et vérification des pressions à la borne de distribution	83
Conclusion:.....	84

Chapitre VII : Etude TECHNICO-ECONOMIQUE

Introduction	85
VII.1 Différents travaux à entreprendre :	85
VII.2 Facture des différents types de conduites du réseau de distribution	86
VII.3 Frais des travaux sur réseau d'irrigation	87
VII.3.1 Calcul des volumes de déblais et remblais	87
VII.4 Estimation du cout du projet	89
Conclusion.....	90
Conclusion générale	91

Liste des tableaux

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Tableau I.1: Répartition mensuelle des pluies.....	5
Tableau I.2: Les variations moyennes mensuelles et annuelles des températures (C°) (Période : 1992-2012).....	6
Tableau I.3: Les variations moyennes mensuelles de l'humidité relative (%).....	7
Tableau I.4: Vitesses moyennes mensuelles du vent (m/s).	8
Tableau I.5: la durée moyenne mensuelle de l'insolation (h)	9
Tableau I.6: Nombre moyenne de jour de sirocco mensuel et annuel... ..	9
Tableau I.7: classification du climat selon MARTON.....	10
Tableau I.8: Précipitations et températures moyennes mensuelles.....	12

Chapitre II : Ressources en sol et ressources en eau

Tableau.II.1 : Propriétés hydrodynamiques des sols.....	17
Tableau.II.2 : Analyse de profil étudié au laboratoire du sol peu évalué	18
Tableau.II.3 : Analyse de profil étudié au laboratoire du sol vertisol	18
Tableau II.4 : Quelques caractéristiques physico-chimiques de l'eau du barrage Bouhalloufa	19
Tableau II.5 : Classification des eaux en fonction du S.A.R.....	20
Tableau II.6 : Classification des eaux en fonction du conductivité électrique.....	20
Tableau II.7 : Coordonnés de la station d'Ain-El-Assel.... ..	22
Tableau II.8 : Répartition mensuelle et annuelle des pluies.....	22
Tableau II.9 : Les caractéristiques de la série.... ..	23
Tableau II.10 : Résultats du test de Mood.....	24
Tableau II.11 : Test de validité des deux ajustements.	27
Tableau II.12 : Estimation des quantiles	28
Tableau II.13 : Reconstitution de l'année de probabilité à fréquence de 80%.....	28

Chapitre III : Besoins en eau des cultures

Tableau III.1 : Calcul de l'évapotranspiration de référence à l'aide de CROPWAT 8.0.....	32
Tableau III.2 : Le Coefficient cultural (Kc) des différentes cultures.....	33
Tableau III.3 : Précipitation efficace dans la zone d'étude.....	33
Tableau III.4 : espèces culturales pratiquées antérieurement dans la zone d'étude.....	34
Tableau III.5 : Cycle végétatif des cultures.....	35
Tableau III.6 : Estimation des besoins en eau des Blés	36
Tableau III.7 : Besoins en eau des tomates.....	36
Tableau III.8 : Besoins en eau des Chou :.....	37
Tableau III.9 : Besoins en eau des Laitues	37
Tableau III.10 : Besoins en eau des Carotte :	38
Tableau III.11 : Besoins en eau des Ail:	38
Tableau III.12 : Besoins en eau des Olivier :.....	39
Tableau III.13 : Récapitulatif des besoins pour l'assolement:.....	39
Tableau III.14 : Calcul des besoins total des cultures.....	41

Chapitre IV : Etude du système d'adduction

Tableau IV.1 : Type de bornes en fonction de superficies des ilots.....	46
Tableau IV.2 : Calcul des débits des ilots et choix du type de bornes	47
Tableau IV.3 : Nombre d'irrigation du chaque secteur.....	48
Tableau IV.4 : Coordonnées des aménagements hydrotechniques.....	50
Tableau IV.5 : Pressions au niveau des bornes	52
Tableau IV.6 : Calcul des hauteurs manométriques	57
Tableau IV.7 : Calcul des frais d'amortissement	57
Tableau IV.8 : Calcul des frais d'exploitation.....	58
Tableau IV.9 : Calcul du bilan total des frais	59
Tableau IV.10 : Le choix de diamètre économique	59
Tableau IV.11 : Variantes pour le choix du type de pompes	60

Chapitre V : Etude des techniques d'irrigation

Tableau V.1 : Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage.....	74
--	----

Chapitre VI : Dimensionnement à la parcelle

Tableau VI.1 : Les pertes de charges de la rampe.....	82
Tableau VI.2 : Les pertes de charges de la porte rampe.....	82
Tableau VI.3 : Récapitulatif des calculs hydrauliques.....	83

Chapitre VII : Etude technico-économique

Tableau VII.1 : Facture des différents types de conduites du réseau de distribution	86
Tableau VII.2 : Cout des équipements de protection du réseau de distribution.....	86
Tableau VII.3 : Quantité des travaux de terrassement.....	88
Tableau VII.4 : Coût des travaux de terrassement.....	89

Liste des figures

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles

Figure I.1 : Carte de situation de la wilaya d'El Tarf.....	3
Figure I.2 : Carte de situation géographique et limites administrative d'El Tarf (biblio.univ-annaba.dz)	4
Figure I.3 : Moyennes mensuelles des précipitations (1992-2012)	6
Figure. I.4 : Graphique de la température moyenne mensuelle (1992-2012)... ..	7
Figure I.5 : Moyenne mensuelle de l'humidité relative	8
Figure I.6 : Graphique du vent moyenne	8
Figure I.7 : Graphique de l'insolation (heures).....	9
Figure I.8 : Diagramme bioclimatique d'EMBERGER.....	11
Figure I.9 : Diagramme ombrothermique de GAUSSEN.....	12

Chapitre II : Ressources en sol et ressources en eau

Figure II.1 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation.....	21
Figure II.2 : Allure des points sur le papier à probabilité d'ajustement à la loi normal (Gauss).....	26
Figure II.3 : Allure des points sur le papier à probabilité d'ajustement à la loi log normal (Galton).....	26

Chapitre IV : Etude du système d'adduction

Figure IV.1 :Réseau hydrographique de l'extrême Nord-Est Algérien (Annaba- El Tarf).....	44
Figure IV.2 :Schéma descriptif de la variante 2 (sous pression)	48
Figure IV.3 : Bilan total des frais.....	59
Figure IV.4 : Courbes caractéristiques de la pompe	61

Chapitre V : Etude des techniques d'irrigation

FigureV.1 : Irrigation gravitaire.....	65
Figure V.2 : Irrigation par aspersion.....	67
Figure V .3 : Irrigation par pivot	68
Figure V .4 : Irrigation localisée (goutte à goutte).	69
Figure V.5 : Installation d'irrigation localisée (goutte à goutte).....	70
Figure V.6 : Goutteur	71

Chapitre VI : Dimensionnement à la parcelle

Figure VI.1 : Dispositifs d'installation des goutteurs sur la rampe78

Chapitre VII : Etude technico-économique

Figure VII.1 : Disposition de la conduite dans une tranchée.....88

Liste des planches

Planche N°1 : Plan de situation et d'adduction du périmètre El Taref secteur sud

Planche N°2 : Plan de distribution du périmètre El Taref secteur sud

Planche N°3 : Profil en long de la conduite principale

Planche N°4: Profil en long de la conduite de refoulement

Planche N°5 : Plan de système d'irrigation goutte à goutte

Introduction générale

Vu les aléas climatiques, et leurs impacts sur l'agriculture, le recours à l'irrigation est dans la plupart des cas nécessaire pour garantir le maintien d'une production suffisante dans de nombreuses régions. Sachons que l'irrigation doit combler les insuffisances des précipitations lors des périodes de développement des plantes cultivées. Dans ce cas, il est important de maîtriser les quantités d'eaux nécessaires de l'eau leurs caractéristiques afin de garantir des éléments de valeur concernant sa qualité.

L'objet de l'aménagement hydro-agricole d'un périmètre est l'amélioration du rendement des cultures, en choisissant le système convenable pour la région d'étude après l'analyse de toutes les conditions nécessaires dans l'élaboration du projet.

Notre sujet d'étude concerne l'aménagement du périmètre de « Tarf, secteur Sud», et entre dans ce contexte, il vise à mobiliser l'eau du barrage de « Bouhalloufa», qui va permettre la mise en place d'un système d'adduction et de distribution en introduisant des systèmes d'irrigation économique et performants tels que le goutte à goutte.

Les études dans le cadre de projet seront menées en trois étapes successives:

Dans une première partie, nous avons rassemblé les données concernant le sol, l'eau, le climat et les plantes permettant d'approcher la caractérisation du sol, les besoins en eau des cultures et leur comportement en fonction du climat, de l'eau disponible et des sels présents dans le sol.

Dans une deuxième partie, nous nous penchons sur la problématique de l'étude des schémas d'aménagements et choix de la solution technique et l'irrigation à la parcelle.

Dans la troisième partie de mémoire, une analyse technico-économique du projet a été élaborée pour une meilleure rentabilité du projet.

Chapitre I

Présentation de la zone d'étude

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Introduction :

Avant tout, et dans la réalisation d'un projet d'irrigation exige en priorité une phase préliminaire du projet visant les connaissances parfaites de tous les caractéristiques techniques de la zone d'étude.

Dans ce chapitre nous présentons les conditions naturelles de la région d'étude à savoir la géographie, et la climatologie pour pouvoir par la suite dimensionner les ouvrages hydrauliques qui constituent un des facteurs principaux pour l'aménagement du territoire et le développement économique et social du pays.

I.1 Situation géographique de la zone d'étude :

I.1.1 Situation de la wilaya d'El Tarf :

La wilaya d'El Tarf est située à l'extrême nord-est de l'Algérie à la frontière tunisienne, La wilaya s'étend sur une superficie de 3339 km², le Chef-lieu de la wilaya se situe à 650 km à l'Est de la capitale Alger et à 50 km à l'Est d'Annaba, et à une vingtaine de kilomètres de la frontière avec la Tunisie. Elle est délimitée au:

- Nord : la mer Méditerranée ;
- Sud : la wilaya de Souk Ahras ;
- Sud-ouest : wilaya de Guelma ;
- Est : la Tunisie ;
- Ouest : wilaya d'Annaba.



Figure I.1 : Carte de situation de la wilaya d'El Tarf.

I.1.2 Situation de la commune d'El Tarf :

Le périmètre d'étude est situé à la commune d'El Tarf qu'est le chef-lieu de la wilaya d'El Tarf, limité au :

- Nord : Le périmètre El Tarf secteur Nord.
- Est : Chef-lieu de la commune El Tarf .
- Ouest : Douar Guergour.
- Sud : Commune Zitouna.



Figure I.2: Carte de situation géographique et limites administrative d'El Tarf. (biblio.univ-annaba.dz)

Reliefs :

Le relief est composé de trois ensembles : une bande littorale, une zone des plaines sub-littorale et une zone méridionale caractérisée par l'existence de reliefs montagneux :

- La zone de plaines et des bas-piémonts d'une superficie de 57.000 Ha soit 19% de la surface totale de la wilaya.
- La zone dunaire, d'une superficie de l'ordre de 12.000 Ha soit 04 % de la surface totale de la wilaya.
- La zone de montagne d'une superficie de l'ordre de 220.000 Ha soit 73 % de la surface totale de la wilaya.

I.2 L'étude climatologique :

Dans notre étude, l'analyse des conditions climatiques est nécessaire, en Algérie, les données climatiques sont fournies par des organismes publics tels que : l'agence national des ressources hydrauliques (A.N.R.H) et l'office national de la météorologie (O.N.M).

Les enregistrements sont faits au niveau de la station la plus proche qu'est la station de d'Ain al Assel (code. 031718)-EPEA ; qui permet d'avoir une vision des éléments du climat de la région (précipitation, les températures, vent, insolation, humidité...), et pouvoir ainsi déterminer les paramètres les plus représentatifs.

I.2.1 Pluviométrie :

Les précipitations sont définies comme l'ensemble des eaux météorologiques recueillies par un bassin versant ou une surface bien déterminée. Elles peuvent se présenter sous forme liquide (pluie, brouillard, rosée...) ou sous forme solide (neige, grêle, givre...). Les précipitations sont réparties dans le temps et dans l'espace.

La pluviométrie moyenne mensuelle sur une période d'observation de (1992-2012) mesurée au niveau de la station d'Ain el Assel, et il est réparti sur le tableau suivant :

Tableau I.1: Répartition mensuelle des pluies.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annuel
P_{max} (mm)	217.0	187.4	203.8	128.1	89.7	52.3	3.6	31.8	122.2	108.6	217.9	225.3	950.3
P_{min} (mm)	13.8	16.50	45.0	1.4	3.3	0.1	0.0	0.0	16.7	19.6	35.6	8.4	434.8
P_{moy} (mm)	89.9	90.49	93.6	38.8	33.3	9.7	1.5	10.0	44.7	68.9	85.4	90.6	657.0

Source : ONM Alger

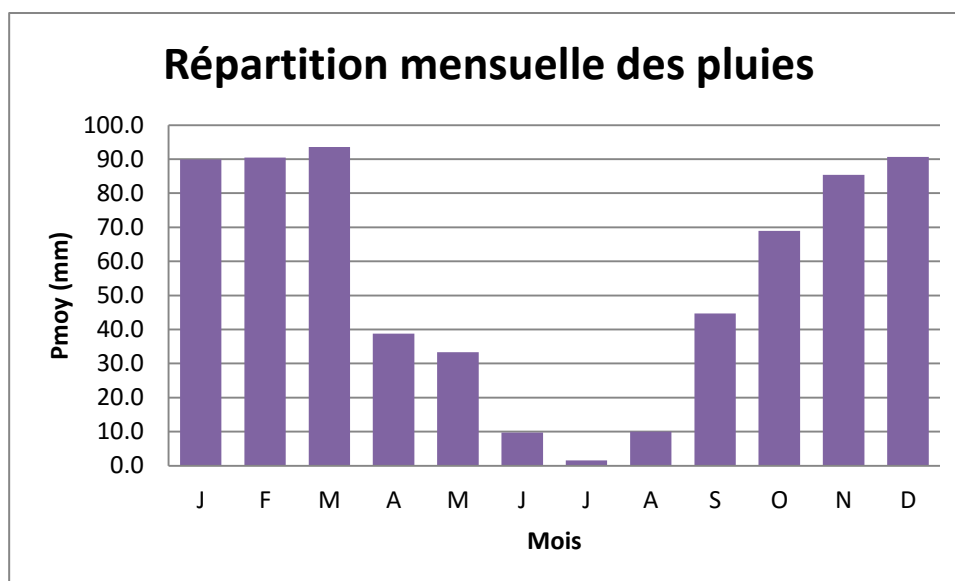


Figure I.3: Moyennes mensuelles des précipitations. (1992-2012)

La commune est située dans l'étage bioclimatique Sub-humide. La moyenne pluviométrique annuelle est de **657.0 mm**.

Les pluies se concentrent surtout en hiver et marquent une régression en été.

I.2.2 Températures :

La température est un facteur limitant, donc la connaissance des températures est nécessaire pour déterminer leurs incidences sur le choix de culture.

Le tableau ci-dessous représente les températures mensuelles de la région d'étude.

Tableau I.2: Les variations moyennes mensuelles et annuelles des températures (°C) (Période : 1992-2012)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
T _{max} (°C)	12.8	13.5	14.6	17.3	20.2	24.4	26.1	27.3	25.3	22.8	18.5	14.5	19.8
T _{min} (°C)	12.5	10.7	12.4	15.0	17.7	20.3	24.5	25.0	23.1	19.7	14.9	11.5	17.3
T _{moy} (°C)	12.65	12.1	13.5	16.2	19.0	22.4	25.3	26.2	24.2	21.3	16.7	13.0	18.5

Source : ONM Alger

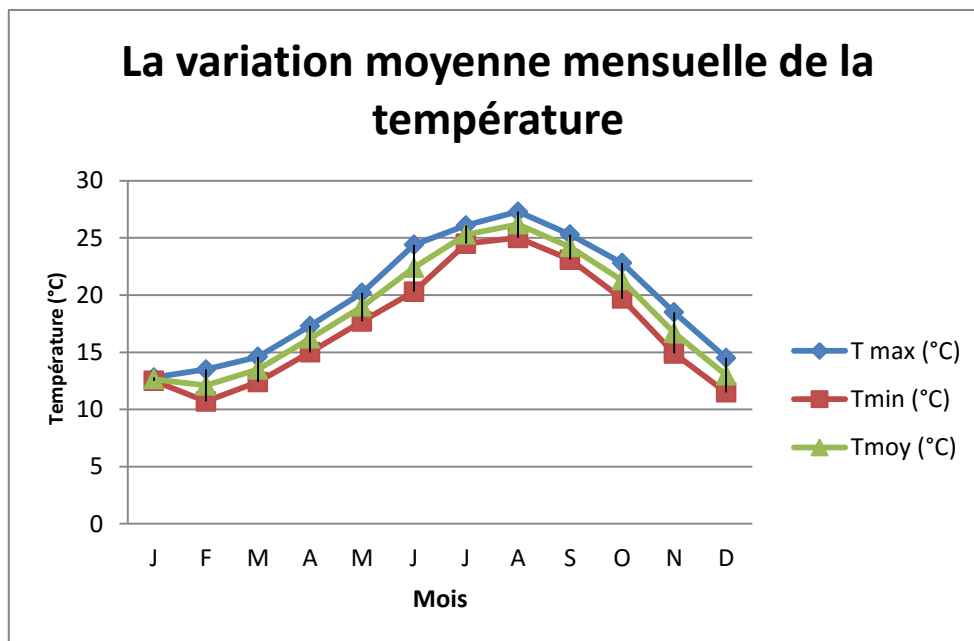


Figure I.4 : Graphique de la température moyenne mensuelle. (1992-2012)

L'examen du tableau des températures moyennes mensuelles montre que :

- La valeur de la température moyenne dans le mois de Février (10.7°C).
- La valeur max de la température moyenne dans le mois d'Aout (27.3 °C).
- La température moyenne annuelle est de (18.5 °C).

I.2.3 Humidité relative:

Elément important du cycle hydrologique qui sert à contrôler l'évaporation du sol et la couverture végétale et représente le degré de saturation de l'air en vapeur d'eau.

La distribution spatiale des valeurs de l'humidité de l'air et la variation journalière et annuelle, peuvent être modifiées par l'action des facteurs locaux.

Les données moyennes mensuelles de l'humidité relative sont, présentée sur le tableau suivant :

Tableau I.3: Les variations moyennes mensuelles de l'humidité relative (%)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Hr (%)	81.5	81.3	81.2	80.7	78.3	75.6	75.6	76.1	77.6	79.4	78.7	81.2

Source : ONM Alger

D'après le tableau ci-dessus, nous remarquons que l'humidité maximale est de l'ordre de 80% au mois de Février, par contre l'humidité minimale est de l'ordre de 70% au mois d'Août.

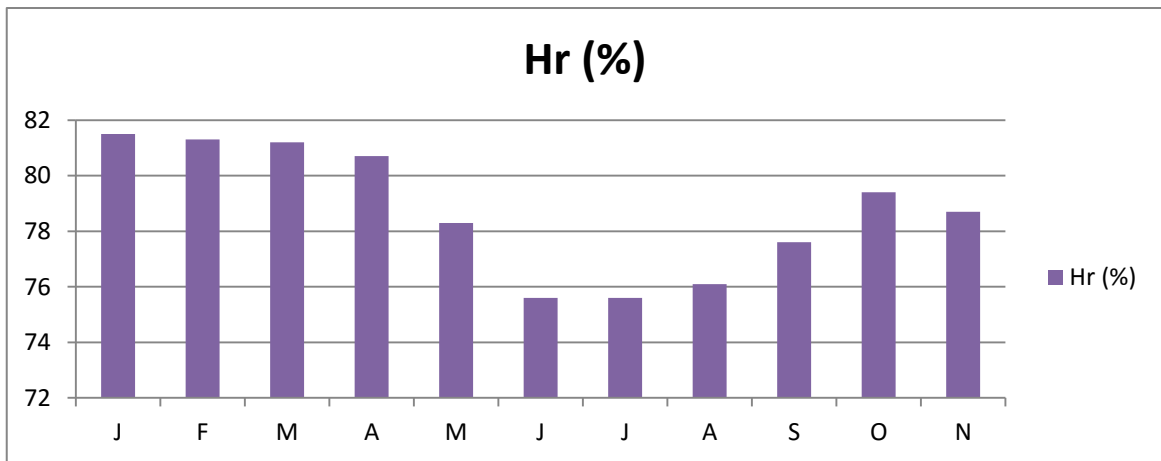


Figure I.5 : Moyenne mensuelle de l'humidité relative.

I.2.4 Le vent :

Le vent est un paramètre très important qui entre la projection du système d'irrigation surtout dans le cas où on utilise l'asperseur, il est caractérisé par sa direction et sa vitesse.

Son action : influe à la fois sur le sol (évaporation et érosion) et sur la plante (distribution), donc la connaissance de la direction des vents et leur vitesses est importantes.

Le tableau suivant représente les valeurs moyennes annuelles de la vitesse de vent (km/h).

Tableau I.4: Vitesses moyennes mensuelles du vent (km/h).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
V(km/h)	10.3	11.5	11.3	10.7	11.2	11.2	11.5	11.3	11.2	10.3	9.9	9.8

Source : ONM Alger

- La vitesse maximale du vent est de 11.5 km/h, elle est observée au mois de Février.
- La vitesse minimale du vent est de 9.8 km/h, elle est observée au mois de Décembre.

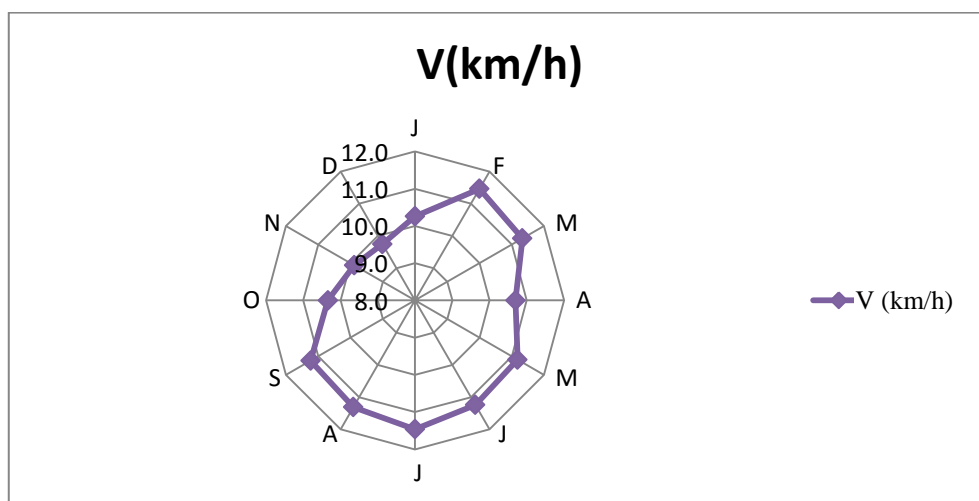


Figure I.6 : Graphique du vent moyenne

I.2.5 L'insolation:

L'insolation est un paramètre climatique que l'on utilise pour le calcul de l'évapotranspiration potentielle.

La durée moyenne mensuelle de l'insolation est celle calculée d'après les données de la station météorologique O.N.M présenté dans le tableau suivant :

Tableau I.5: la durée moyenne mensuelle de l'insolation (h).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Insolation (heures)	4.43	6.00	7.09	7.65	9.66	10.12	11.29	10.58	9.29	7.07	5.32	4.09

Source : ONM Alger

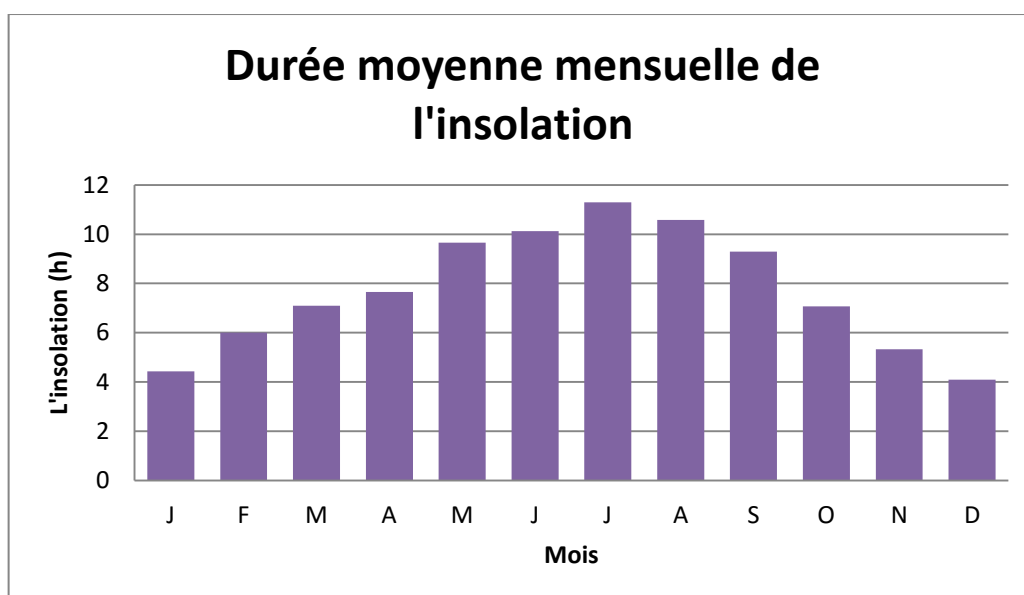


Figure I.7 : Graphique de l'insolation (heures).

I.2.6 Le Sirocco:

Ce vent poussiéreux, bien qu'il soit faible durant la période hivernale, apparait tout au long de l'année. Il provoque une augmentation de la température, ce qui peut causer des dégâts quant à la croissance des cultures et les ressources en eaux (superficielles et souterraines) par l'augmentation de l'évaporation.

Tableau I.6: Nombre moyenne de jour de sirocco mensuel et annuel.

Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
La Calle	00	0.2	1.2	1.6	1.8	1.1	2.0	2.3	1.9	1.1	1.0	0.2	14.2

Source : ONM Alger

Le nombre de jours de sirocco est de 14.2 jour/an à la station de la Calle.

I.3 Classification du climat:

I.3.1 Les indices climatiques :

Le but de ce calcul c'est la détermination de type de climat et avoir l'interférence des différentes variables de ce climat et leur action sur les plants.

Ces formules se basent principalement sur deux facteurs essentiels : pluviométrie et température.

Les indices les plus connus sont ceux de MARTON (1926) et E.EMBRGER (1932).

a) L'indice d'aridité de MARTON :

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

$$I_A = \frac{P}{T+10} \dots\dots\dots (I-1)$$

I_A : indice d'aridité de MARTON.

P : précipitation moyenne annuelle.

T : température moyenne annuelle.

Avec : $P = 657.0$ mm et $T = 18.4$ °C

AN : $I_A = \frac{657.0}{18.4+10} = 23.13$

Les limites des climats d'après l'indice climatique de MARTON sont données dans le tableau ci-dessous :

Tableau I.7: classification du climat selon MARTON.

Valeurs de (I_A)	Type de climat	Irrigation
$I_A \leq 5$	Désertique	Indispensable
$5 < I_A \leq 10$	Très sec	Indispensable
$10 < I_A \leq 20$	Sec	Souvent indispensable
$20 < I_A \leq 30$	Relativement	Parfois utile
$I_A > 30$	Humide	Inutile

Source : Bulletin n°24 FAO.

Selon la classification de MARTON, l'indice d'aridité calculé $I_A = 23.13$, donc $20 < I_A \leq 30$ ce qui correspond que la région est soumise à un type de climat **relativement humide**, et que l'irrigation est parfois utile.

b) Quotient pluviométrique d'Emberger :

C'est le calcul d'indice d'aridité annuelle en tenant compte des précipitations et la température. Cet indice a pour but la détermination de l'étage bioclimatique.

Le quotient d'EMBERGER est défini par la formule suivante :

$$Q = \frac{1000 * P}{\frac{M+m}{2} * (M-m)} = \frac{2 * 1000 * P}{M^2 - m^2} \dots\dots\dots (I-2)$$

Q : quotient pluviométrique d'EMBERGER

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

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

P : précipitation moyenne annuelle en (mm)

Avec : 1K°= T°+273

AN : P= 657.0mm m= 10.7+273=283.7 K° M=27.3+273=300.3 K°

$$Q = \frac{2 * 1000 * 657}{300.3^2 - 283.7^2} = 135.54 \text{ mm}$$

D'après le diagramme bioclimatique d'EMBERGER (figure I.8), la valeur de Q= 135.54 mm/°K en portant la valeur de (Q) dans le diagramme bioclimatique et en fonction de la température moyenne minimale du mois le plus froid T=10.7 °C, on peut confirmer que notre région se situe dans :

- L'étage bioclimatique : Subhumide.
- Sous étage : Hiver chaud.

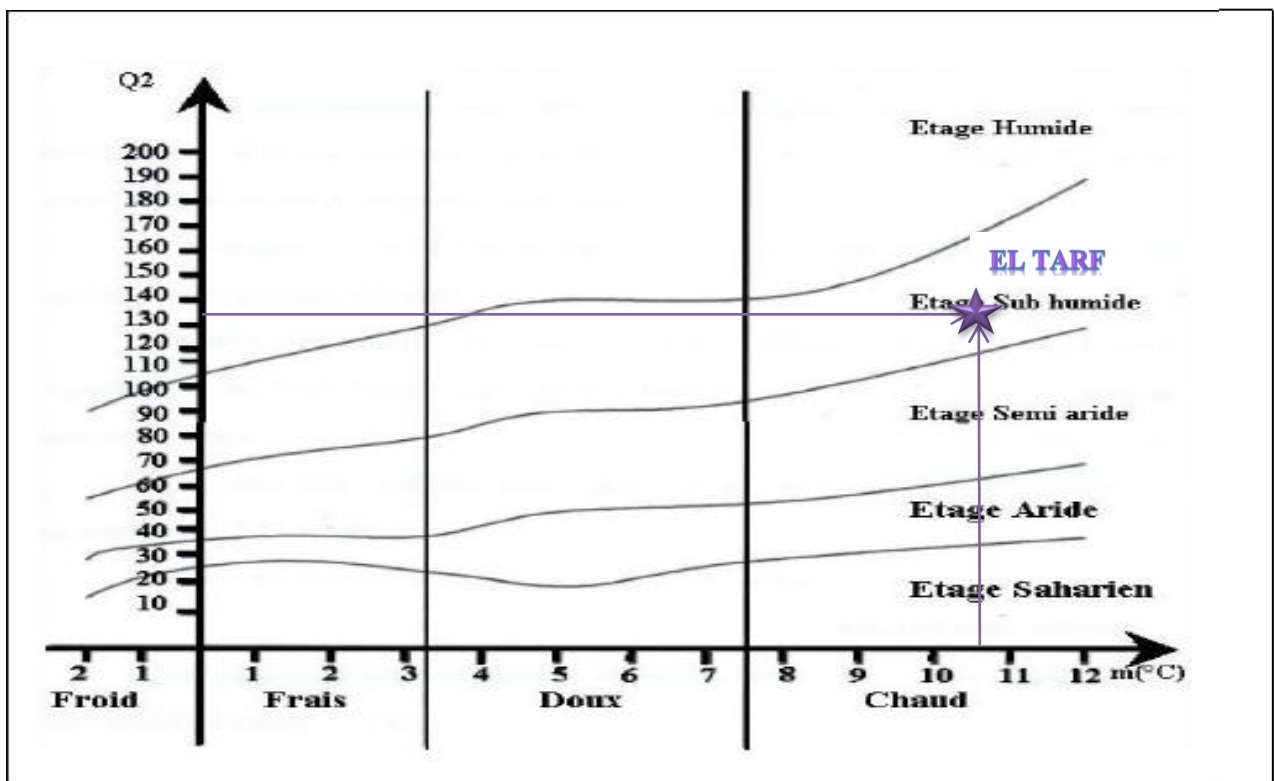


Figure I.8: Diagramme bioclimatique d'EMBERGER

c) Climogramme pluviométrique de BAGNOULS ET GAUSSEN :

En appliquant la formule $P=2T$, le diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN permet de déterminer la période sèche et humide de l'année, ou le mois sec est celui où le total moyen des précipitations est inférieur ou égale au double de température moyenne mensuelle exprimée en degrés centigrades.

Quand la courbe de température est au-dessus de celle des précipitations, la zone délimitée représente la zone sèche.

Tableau I.8: Précipitations et températures moyennes mensuelles

Mois	Jan	Fév	mars	Avr	mai	Juin	juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Tmoy(°C)	12.65	12.1	13.5	16.15	18.95	22.35	25.3	26.15	24.2	21.25	16.7	13.0
P (mm)	89.9	90.5	93.6	38.8	33.3	9.7	1.5	10.0	44.7	68.9	85.4	90.6

Source : ONM d'Alger.

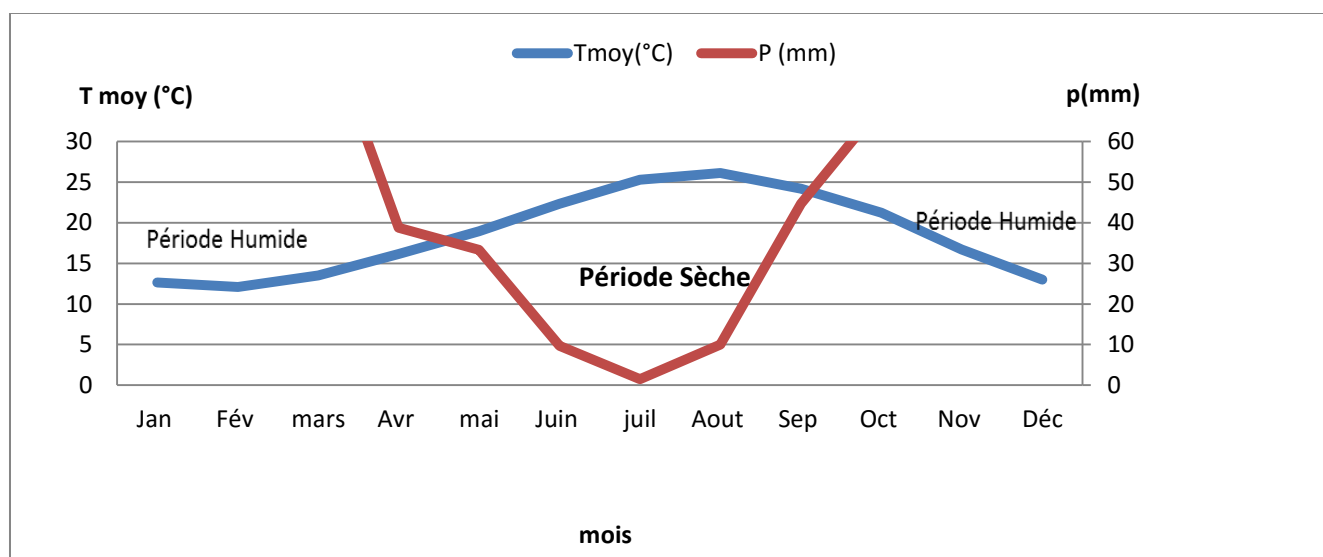


Figure I.9: Diagramme ombrothermique de GAUSSEN

Description de graphique :

L'analyse du diagramme ombrothermique de GAUSSEN démontre que la période sèche dure à partir du mois de Mai jusqu'au mois de Septembre soit 5 mois, le reste de l'année du mois de Octobre jusqu'au mois de Avril est humide soit une période de 7 mois.

Conclusion :

A travers ce chapitre, nous avons étudié les principales caractéristiques climatiques de notre région d'étude.

D'après l'analyse des données, nous avons constaté que la région d'étude jouit d'un climat subhumide avec un régime pluviométrique variable en volume et en répartition dans le temps. L'année est caractérisée par des hivers pluvieux, des printemps généralement humides et des étés secs.

La répartition saisonnière des précipitations favorise le développement des plantes hivernales. Quant aux cultures printanières, elles dépendent dans une large mesure de l'irrigation.

L'introduction de systèmes d'irrigation efficaces permettra l'intensification des rendements de ces cultures.

Chapitre II

**Ressources en sol,
Ressources en eau**

Chapitre II : Ressources en sol, Ressources en eau**Introduction :**

Avant d'entamer un projet d'irrigation, l'étude agro-pédologique est indispensable pour la localisation des zones aptes à la mise en valeurs en irrigation, ainsi que la quantification de l'eau nécessaire pour ce projet. Pour cela à travers ce chapitre on va présenter et analyser les ressources en sols et les ressources en eaux disponible pour notre projet.

II.1. Ressources en sol**Introduction**

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

II.1.1 Les types de sols du périmètre :

L'étude pédologique du périmètre El Taref a permis de classer notre sol en deux classes :

- ✓ Classe des sols peu évolués ;
- ✓ Classe des vertisols ;

II.1.1.1 Classe des sols peu évolués :

Les sols peu évolués sont des sols jeunes qui se distinguent par une faible altération des minéraux et une faible teneur en matière organique laquelle se superpose généralement au substrat minéral sans former de complexe organo-minéraux. Ces sols ont des origines diverses liées au climat, à l'érosion ou encore aux apports extérieurs.

La classe des sols peu évolués non climatiques est représentée par deux groupes: d'apport alluvial et d'apport colluvial.

Profil N° 1 :

- **Caractéristique morphologique :**
 - Classe : sols peu évolués
 - Sous classe : sols peu évolués non climatiques
 - Groupe : d'apport alluvial
 - Sous-groupe : modal
 - Famille : alluvions calcaires
 - Situation : nord du périmètre
 - Topographie : plane
 - Géomorphologie : terrasse alluviale

▪ Description des horizons :

0-10 cm : Horizon de labours, sec, brun clair, friable, porosité moyenne à assez bonne, structure polyédrique fine à moyenne associée à polyédrique grossière, texture limono-argileuse, vive effervescence HCl.

10-42 cm : Horizon plus frais, teinte plus foncée, friable, porosité moyenne à assez bonne, structure polyédrique fine associée à polyédrique moyenne, texture équilibrée, vive effervescence HCl.

42-85 cm : Deuxième niveau alluvial, plus frais, plus friable, structure grumeleuse à polyédrique fine assez bien développée, texture argilo-limoneuse, vive effervescence HCl généralisée.

85-125 cm : horizon analogue au précédent, plus cohérent, mais non compact, humide, structure polyédrique associée à polyédrique moyenne, texture argilo-limoneuse, vive effervescence HCl généralisée.

II.1.1.2 Classe des vertisols:

La formation de vertisols dépend de leur texture lourde, de la dominance des argiles gonflantes et du cycle l'humecation-dessication.

Profil N° 1 :**▪ Caractéristique morphologique :**

- Classe : vertisol
- Sous classe : vertisols à drainage externe nul ou réduit
- Groupe : à structure anguleuse sur au moins les 15 cm supérieurs
- Sous-groupe : verticale
- Famille : alluvions calcaires très fine
- Situation : ouest du périmètre
- Topographie : quasi-plane (très faible fin pente)
- Géomorphologie : terrasse alluviale
- Type : très argileux

▪ Description des horizons :

0-40 cm : Horizon humide, cohésion forte, porosité faible, enracinement très moyen, structure compacte à tendance polyédrique grossière, texture très argileuse, faible effervescence HCl.

40-95 cm : Horizon humide, enracinement faible, structure polyédrique grossière aplatie avec faces lissées, texture très argileuse, effervescence HCl moyenne à faible.

95-130 cm : Horizon humide, porosité faible, structure verticale moyennement accentuée, quelques petits graviers calcaires, texture très argileuse, effervescence HCl moyenne à faible.

Tableau II.1: Propriétés hydrodynamiques des sols

Densité apparente D_a	1,4
Humidité à la Capacité au champ H_{cc} (%)	32
Humidité au point de flétrissement H_{pf} (%)	18

Tableau II.2: Analyse de profil étudié au laboratoire du sol peu évolué

Profondeur [cm]	Granulométrie					Matière organique			Réserve minérales			Complexe absorbant [méq /100 g]				Solution du sol	
	Argile [%]	Limon fin [%]	L.grossier [%]	Sable fin [%]	S.grossier [%]	MO [%]	Azote N [‰]	C/N	CaCo ₃ Total[%]	P ₂ O ₅ Assimilé	K ₂ O Total[‰]	Ca ²⁺ +	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	pH	CE [mmhos/cm]
0-10	30	18	15	23	14	1.5	1.1	7	8.2	52	1.1	27	2	0.6	0.3	7.6	1.3
10-42	30	17	9	32	12	1.5	1.2	7	8.0	63	1.4	37	3	0.4	0.2	7.6	0.8
42-85	39	22	11	19	6	1.4	1.2	7	7.8	30	1.5	39	3	0.3	0.2	7.7	0.8
85-125	34	18	6	21	8	1.0	1.0	6	9.8	25	1.1	34	3	0.2	0.2	7.7	0.9

Source : ANRH Alger

Tableau II.3: Analyse de profil étudié au laboratoire du sol vertisol

Profondeur [cm]	Granulométrie					Matière organique			Réserve minérales			Complexe absorbant [méq /100 g]				Solution du sol	
	Argile [%]	Limon fin [%]	L.grossier [%]	Sable fin [%]	S.grossier [%]	MO [%]	Azote N [‰]	C/N	CaCo ₃ Total[%]	P ₂ O ₅ Total[‰]	K ₂ O Total [‰]	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	pH	CE [mmhos/cm]
0-40	57	35	4	2	0	1.4	1.1	7	4.9	0.65	1.78	9	15	0.5	0.8	7.9	0.5
40-95	65	30	3	1	1	1.3	0.8	9	4.9	0.29	1.64	5	14	0.4	1.5	8.2	1.3
95-130	69	26	2	1	0	1.2	0.7	10	4.2	0.22	1.66	2	13	0.2	0.9	8.0	0.7

Source : ANRH Alger

II.2. Ressources en eau :

Dans tout projet d'irrigation la mobilisation et la quantification des ressources en eau est primordiale quand a la concrétisation du projet.

Pour cela on doit présenter et analyser les ressources en eau qui peuvent alimenter notre périmètre d'étude.

II.2.1. Alimentation en eau du périmètre :

Le périmètre d'El Tarf est traversé par plusieurs oueds, le barrage de Bouhalloufa est situé en ouest du périmètre d'étude. Notre périmètre sera donc alimenter à partir des eaux de ce barrage.

II.2.2. Les caractéristiques du barrage de Bouhalloufa

Le barrage de Bouhalloufa est situé à 9km au sud de la ville Boutheldja et aura un volume utile de 125 Mm³, compris la cote 87 m (NNR). Le périmètre d'irrigation alimenté par le barrage Bouhalloufa comprendra une superficie équipée de 440 Ha. Cette superficie représente 5% de la surface brute totale la plaine d'El Tarf.

II.2.3. Analyse de la qualité de l'eau d'irrigation :

L'analyse de la qualité de l'eau d'irrigation est un paramètre important, en effet, le respect des normes de qualité des eaux d'irrigation :

- Permet de préserver la santé du consommateur.
- Préserver les ressources en eau souterraines, superficielles.
- Préserver l'environnement contre risques en particulier la salinisation des sols.

Suivant l'analyse physico-chimique effectuée sur des échantillons prélevés à la station hydrométrique du barrage Bouhalloufa, les caractéristiques de l'eau d'irrigation sont données dans le tableau ci-après.

Tableau II.4:Quelques caractéristiques physico-chimiques de l'eau du barrage Bouhalloufa.

Date prélèvement	Ca (mg/l)	Cond (µs/cm)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	PH	Résidu sec à 105 °C mg/l
08/01/2015	50.5	370	8	22	7	240
04/02/2015	38	370	10	35	8	236
03/03/2015	44.6	380	11	20	8	244
06/04/2015	44.5	370	14	17	8	250
07/05/2015	40.7	360	9	20	8	240
01/06/2015	41	370	12	23	8	252
18/07/2015	43.6	360	7	24	8	248
04/08/2015	48.1	380	14	26.4	8	264
01/09/2015	45.1	390	11	14	8	274

10/10/2015	43.8	390	12	26	8	260
13/11/2015	43.7	410	13	25	7	290
01/12/2015	43.5	400	13	23	7	260

Source : ANRH d'Alger.

II.2.4. Le SAR (Sodium Adsorption Ration)

Si l'eau est riche en Sodium, celui-ci peut se fixer sur le complexe du sol et exercer alors une action défoulant. Pour apprécier le risque alcalin, on compare donc la concentration en ions Na^+ et celle en ions Ca^{++} et Mg^{++} , il est défini comme suit :

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

D'où :

$$S.A.R = \frac{22.95}{\sqrt{(43.92 + 11.17)/2}} \quad S.A.R = 4.37$$

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

Classe	SAR	Danger d'alcalinisation
S ₁	$SAR \leq 10$	Risque faible
S ₂	$10 < SAR \leq 18$	Risque moyen
S ₃	$18 < SAR \leq 26$	Risque élevé
S ₄	$SAR > 26$	Risque très élevé

D'après les valeurs du tableau II.5, on voit que les eaux de barrage Bouhaloufa ne présentent pas de risque alcalin pour le sol (Risque faible).

II.2.5. La conductivité électrique

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

Tableau II.6 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.

Classe	Conductivité électrique (CE) (m.mhos/cm) à 25°C	Qualité des eaux
C ₁	$CE \leq 0.25$	Eau de risque faible
C ₂	$0.25 < CE \leq 0.75$	Eau de risque moyen
C ₃	$0.75 < CE \leq 2.25$	Eau de risque élevée
C ₄	$CE > 2.25$	Eau de risque très élevée

Avec :

- 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.

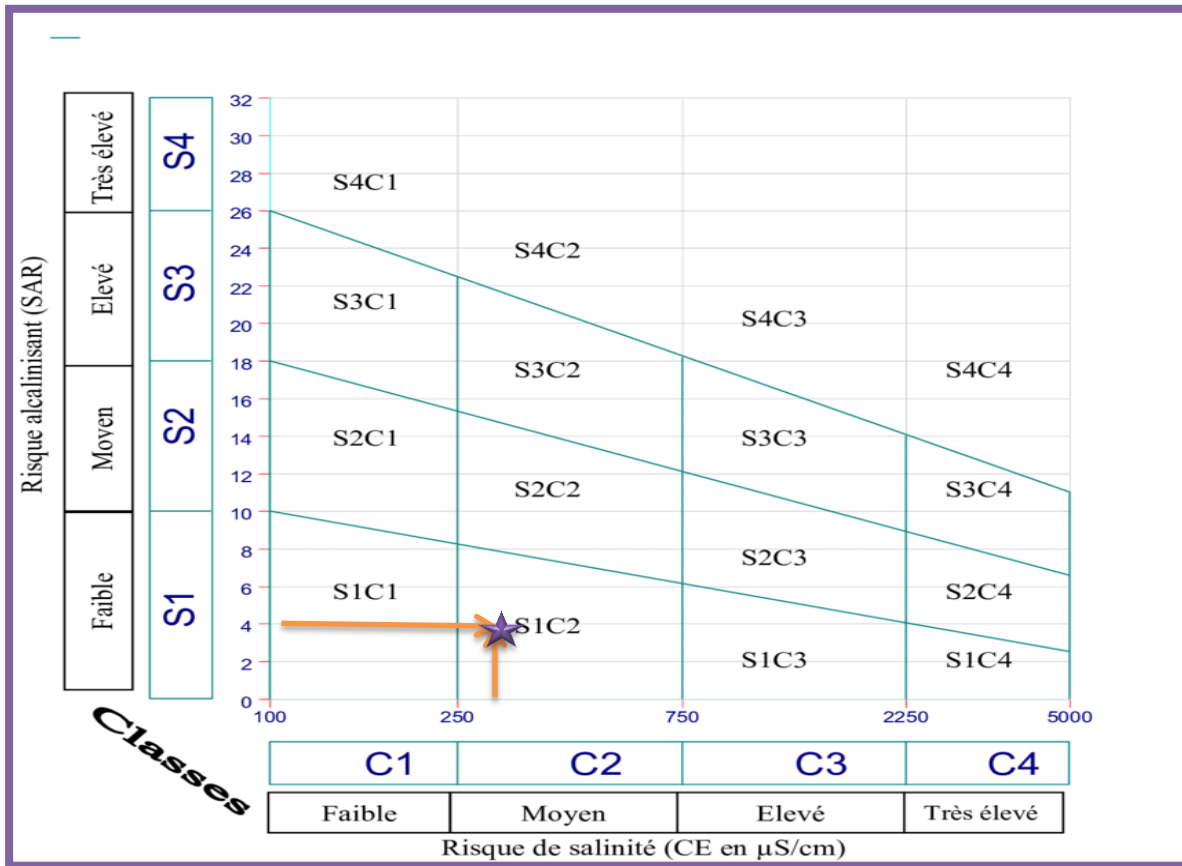


Figure II.1: Diagramme de classification des eaux d'irrigation

D'après le diagramme de classification des eaux d'irrigation, l'eau de barrage Bouhalloufa (destiné pour l'irrigation du périmètre étudié) est classée en : **C2S1** avec une conductivité électrique moyenne de CE=0.38 mmhos/cm. Avec ces valeurs nous considérons que l'eau est de bonne qualité pour l'irrigation et ne présente pas de risque majeur pour les cultures et les sols.

II.2.6. Analyse hydrologique :

La connaissance hydrologique d'un lieu est essentielle et il est impératif d'effectuer l'analyse des impacts que peut avoir l'eau lors de la réalisation de projet en lien avec le régime hydrique. Pour ce faire, il faut procéder à une étude hydrologique. (Touibia, B,(2004))

II.2.6.1. Répartition de la pluie annuelle :

a) présentation de la station pluviométrique :

Pour la détermination de la période où les plantes doivent être irriguées, la connaissance de la pluviométrie de la zone d'étude est impérative. Toutes les données suivantes sont recueillies auprès de la station météorologique d'Ain-El-Assel dont les caractéristiques se résument ainsi :

Tableau II.7: Coordonnées de la station d'Ain-El-Assel.

Nom de la station	Coordonnées UTM		Altitude (m)	Période d'observation	Nombre d'années observées	Code
	Latitude (m)	Longitude (m)				
Ain-el-Assel	400050.32	1005650.15	55	1992-2012	20	031601

Source : ANRH d'Alger.

La série des précipitations moyenne mensuelle de la station pluviométrique Ain-El-Assel (Période 1992-2012) est donnée dans le tableau II.8.

Tableau II.8 : Répartition mensuelle et annuelle des pluies.

Année	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	juin	Juil	Aout	Annuel
1992	22.5	60.5	87.1	33.7	57.5	135.4	42.1	107.7	13.1	0	9.1	0	568.7
1993	3.6	39.9	36	47.2	44.9	108.7	185.6	47	211.8	18.5	7.70	5.7	756.6
1994	26	31.4	98.3	20	50.2	26.5	33.6	10.6	66	20.4	1.9	1.2	386.1
1995	4.6	29.7	54.8	128.4	86.6	21.1	68.7	35.4	56	190.6	0	0	675.9
1996	1.6	9.3	32.8	93.9	48.6	83.6	89.7	70.6	22.4	1.2	0	0	453.7
1997	1	33.1	10.9	92.7	144.3	8.6	3.8	8.1	41.4	40.8	0	0	484.7
1998	0	3	62.8	95.9	42.4	159.1	85.2	1.8	59.1	14.2	0	0	523.5
1999	22.7	48.4	35.1	63	54.9	32.6	11.3	66.8	64.5	7.4	0	3.4	470.1
2000	3.3	8	37.7	92.6	93.8	171.3	134.1	23.4	77.7	21.3	0	1.3	664.5
2001	1.5	35.6	28.9	75.5	122.2	82	52.4	77.9	65.4	105.4	7.7	1.1	655.6
2002	0	17.8	34.5	84.4	148.6	63.2	96.3	47	16.7	4.5	0	10.4	523.4
2003	1	11.8	57.4	89.5	73.8	139.3	105	18.4	3.5	116.9	0	1.5	616.6
2004	13	31.4	6.7	45	163.8	11	57.7	138.6	70.7	7.2	7.2	2	552.3
2005	0	42.7	135.5	207.7	68.5	0	43.2	81.7	25.4	38.7	6	6.3	655.7
2006	7.3	36.9	117.5	132.5	193.9	97.4	15.2	37.2	75.2	0	0	2.1	715.2

2007	38.3	79.8	7.9	54.9	120.5	56.4	79.5	110.5	33.6	33.9	4.4	10.3	620
2008	3.9	7.8	121.5	170.5	95.1	60.7	158.7	61.3	90.5	88.6	21.5	0.1	880.2
2009	29.8	5.2	50.1	91.4	68.9	58.2	221	78.6	135	23.1	0.2	3	761.6
2010	10.7	4.5	49.4	80.3	39.5	87.1	89.9	47.9	74.7	154.4	3.4	2	641.8
2011	23	28.3	39.3	143.9	35.4	72.2	195.9	35.4	12.8	62.3	1.2	2.2	651.9
2012	63.5	45.7	194	49.7	136.4	61.5	36.1	41.8	42.5	4.5	6.3	5.3	687.3
Moy	13.20	29.09	61.82	90.13	89.99	73.14	85.95	54.65	59.90	45.42	3.65	2.76	616.45

Source : ANRH d'Alger.

Cette série représente les caractéristiques suivantes :

Tableau II.9 : Les caractéristiques de la série.

Moyenne (mm)	616.45
Médiane	642
Ecart type	115
Cv	0.191
Min (mm)	386.1
Max (mm)	880.2

II.2.6.2. Vérification de l'homogénéisation de la série pluviométrique :

Pour la vérification de l'homogénéisation d'une série pluviométrique il existe plusieurs tests d'homogénéisation pour conclure des résultats qui m'ont servies de base de calcul. De ce fait, il est utile de signaler que l'analyse hydrologique a été basée sur l'exploitation de toutes les données nécessaires pour effectuer le test.

Dans notre cas on fait appel au test de **Mood** qu'est basé sur le principe suivant :

Soit un échantillon $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$. Déterminons sa médiane M après avoir classé l'échantillon par ordre croissant.

La médiane M est une constante de tel sorte que 50% des x_i lui soient inférieure et 50% des x_i lui soient supérieures.

Remplaçons donc la série des valeurs non classées par une suite de signe :

- (+) pour les $x_i > M$.
- (-) pour $x_i < M$.

Calculons les quantités N_s et T_s avec :

N_s : Nombre total de séries de (+) et de (-).

T_s : Taille de la plus grande série de (+) ou de (-).

N_s suit approximativement une loi normale de moyenne $\frac{N+2}{2}$ et de variance $\frac{1}{4}(N-1)$ et T_s suit une loi binomiale.

Ceci permet d'établir que pour un seuil de signification compris entre 91% et 95%, les conditions du test sont les suivantes :

- $Ns > \frac{1}{2} (N + 1 - u_1 - \frac{a}{2} \sqrt{N + 1})$.
- $Ns < \frac{1}{2} (N + 1 + u_1 - \frac{a}{2} \sqrt{N + 1})$.
- $Ts < 3.3 (\log_{10} N + 1)$.

Si les conditions du test sont vérifiées, on conclut que la série à étudier est homogène au seuil de signification $1 - \alpha$.

Tableau II.10 : Résultats du test de Mood.

Rang	Année	Série d'origine	Ns/Ts
1	1992	568.7	-
2	1993	756.6	+
3	1994	386.1	-
4	1995	675.9	+
5	1996	453.7	-
6	1997	484.7	-
7	1998	523.5	-
8	1999	470.1	-
9	2000	664.5	+
10	2001	655.6	+
11	2002	523.4	-
12	2003	616.6	-
13	2004	552.3	-
14	2005	655.7	+
15	2006	715.2	+
16	2007	620	-
17	2008	880.2	+
18	2009	761.6	+

19	2010	641.8	-
20	2011	651.9	+

D'après les calculs, nous avons : la médiane = 642.

$N_s = 10$, $T_s = 4$.

On vérifie les conditions :

- $N_s > \frac{1}{2} (20 + 1 - u_1 - \frac{a}{2} \sqrt{20 + 1}) = 5.51$
- $T_s < 3.3 (\log_{10} 20 + 1) = 7.59$

La condition Mood est vérifiée. Donc la série des précipitations moyennes annuelles est homogène.

II.2.6.3. Ajustement statique des pluies :

Suite à la faible variabilité interannuelle de certaines stations pluviométrique, l'ajustement des séries pluviométriques à des statistiques à des lois statistiques est toujours conseiller pour la fiabilité des résultats.

Les lois d'ajustement les plus communément employée dans le cas de pluies annuelles sont les suivantes :

- Loi de Gauss ou loi normale.
- Loi de Galton ou loi log normale.
- **Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale :**

Elle est également appelée loi gaussienne, loi de Gauss ou loi de Laplace-Gauss des noms de Laplace. C'est une loi probabilité absolument continue qui dépend de deux paramètres: son espérance, un nombre réel noté μ , et son écart type, un nombre réel positif noté σ .

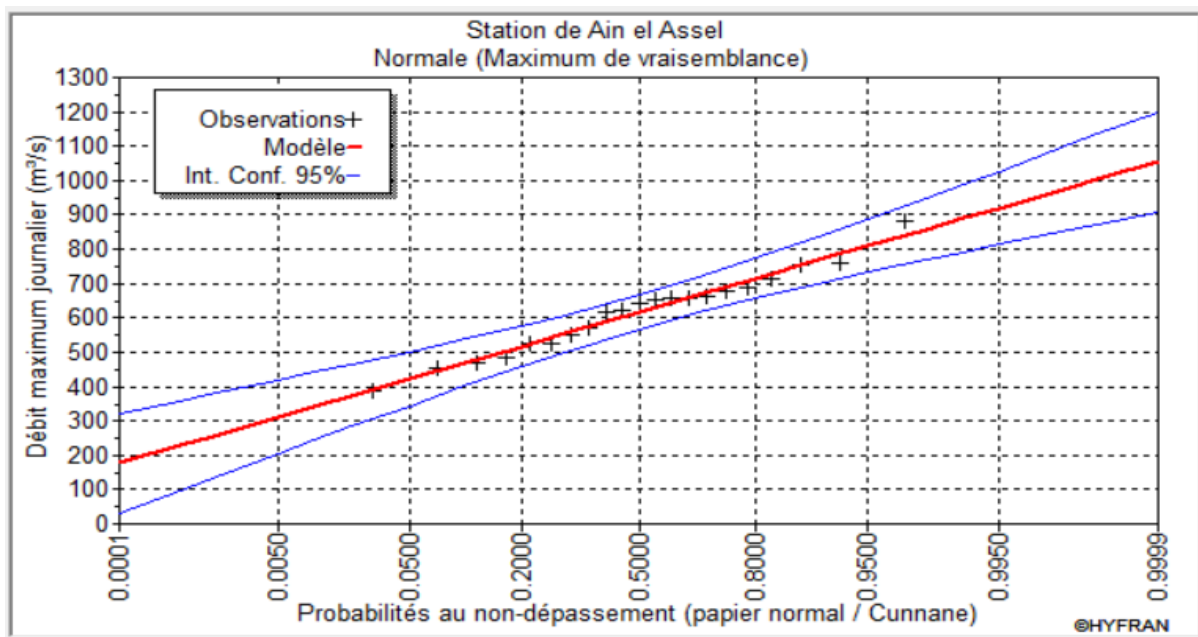


Figure II.2: Allure des points sur le papier à probabilité d’ajustement à la loi normal(Gauss).

• Ajustement à la loi log normal (Galton) :

En théorie des probabilités et statistique, une variable aléatoire X est dite suivre une loi log normale de paramètre μ et σ^2 si la variable $Y = \ln(X)$ suit une loi normale d’espérance μ et de variance σ^2 . Cette loi est parfois appelée loi de Galton.

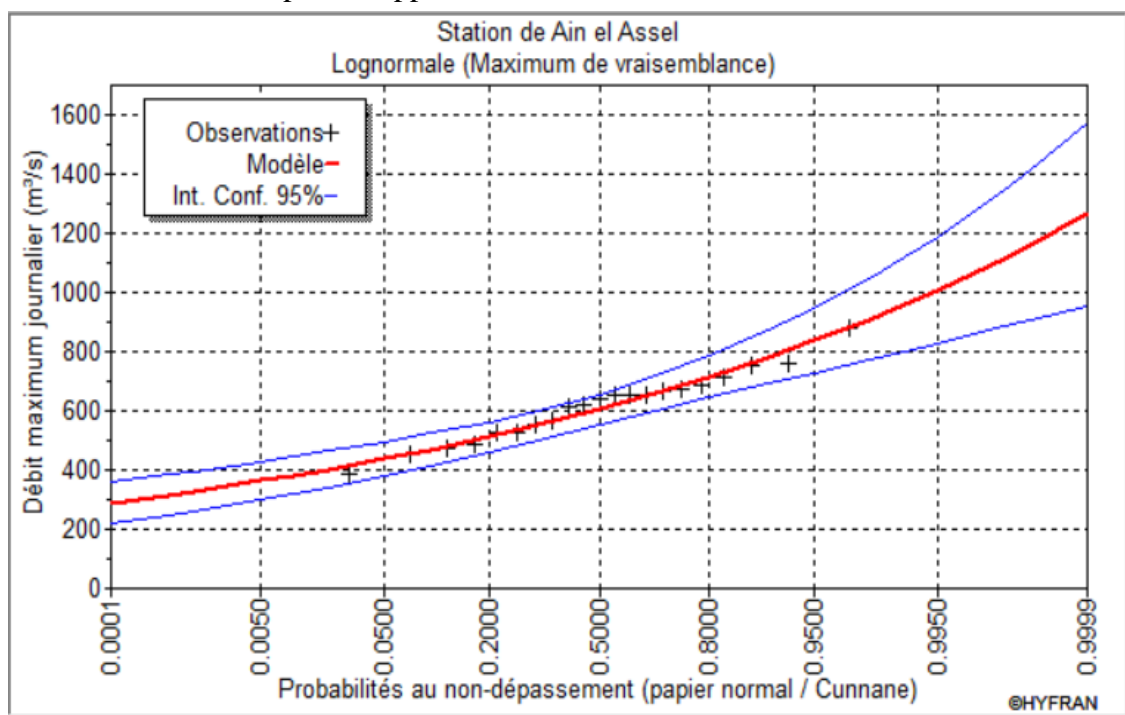


Figure II.3: Allure des points sur le papier à probabilité d’ajustement à la loi log normal (Galton).

II.2.6.4. Test de validité d'un ajustement :

Il convient de comparer l'adéquation de ces lois afin d'adopter le meilleur ajustement.

L'un des tests le plus employé, est le test Khi carré (χ^2).

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

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

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

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

$$\chi^2 = \sum \frac{(n_i - v_i)^2}{v_i} ; \quad \lambda = K - 1 - P .$$

avec : χ^2 théorique = g(λ, χ^2) ,

et : P : Nombre de paramètres, dont dépend la loi de répartition.

Donc : pour les calculs nous avons utilisé le logiciel HYFRAN.

Tableau II.11 : Test de validité des deux ajustements.

Loi normale	Loi lognormale
χ^2 calculé= 5.57	χ^2 calculé= 3.86
Degré de liberté $\lambda=3$	Degré de liberté $\lambda=3$
χ^2 théorique = 7.815 (5%)	

D'après le test de Khi carré on constate que la loi de log Normale présente un adéquation meilleure que la loi Normale.

2.3.4.5 Détermination de l'année de calcul (pluie de projet) :

Puisque la loi log-normale est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne annuelle (fréquence 80%) représentative de la région.

Tableau II.12 : Estimation des quantiles.

T= 1/q	q = F(X) (Probabilité au non-dépassement)			
P.retour	Fréquence	Quantile	Ecart-type	Intervalle de confiance(95%)
10	0.9	768	35.1	699-836
5	0.8	716	30.1	657-775
2	0.5	616	25.7	566-667
1.25	0.2	517	30.1	458-576

Pour calculer les précipitations avec une probabilité de 80% : $X_{80\%}$, on utilise la formule suivante :

$$P_{\text{mensuelle},80\%} = P_{\text{mensuelle},\text{moy}} (P_{\text{mensuelle},80\%} / P_{\text{mensuelle},50\%})$$

Avec :

$$P_{\text{mensuelle},80\%} = 517 \text{ mm}$$

$$P_{\text{mensuelle},50\%} = 616 \text{ mm}$$

$$AN : P_{\text{mensuelle},80\%} / P_{\text{mensuelle},50\%} = (517/616) = 0.84$$

Tableau II.13 : Reconstitution de l'année de probabilité à fréquence de 80%.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Pmoy (mm)	13.2	29.09	61.82	90.13	89.99	73.14	85.95	54.65	59.9	45.42	3.65	2.76
$X_{80\%}$	11.088	24.4356	51.9288	75.7092	75.5916	61.4376	72.198	45.906	50.316	38.1528	3.066	2.3184

Conclusion :

Durant ce chapitre nous avons étudié les ressources en sols de la zone d'étude et les ressources en eau disponibles qui sont indispensables dans tout projet d'irrigation.

D'une manière générale la zone étudiée est composée principalement d'un sol plutôt Argileux à Argileux-Limoneux dont la matière organique est inexistante avec un taux faible de calcaire.

Concernant l'analyse des ressources en eau de barrage Bouhalloufa nous avons déduit que notre eau appartient à la classe **C2S1** avec une alcalinité faible et une salinité moyenne, et nous avons estimé les pluies mensuelles de l'année de calcul, nécessaire au calcul du bilan hydrique de chaque culture.

Chapitre III

Besoins en eau des cultures

Chapitre III: Besoins en eau des cultures

Introduction :

Le but de ce présent chapitre est de quantifier les besoins en eau des cultures sur la base des informations définies auparavant, conditionnant la conception de notre projet tels que : les conditions climatiques, système agronomiques, potentialités des sols, l'eau disponible et la fertilité des sols.

III.1. Besoins en eau des cultures :

Les besoins en eau des cultures sont définis comme étant la hauteur d'eau (mm) consommé par la culture sous forme d'évapotranspiration. Ils varient selon les espèces et leurs stades de développement. Donc l'irrigation d'une culture doit tenir compte de la nature de la plante, du climat et du sol.

III.2. Besoins en eau d'irrigation

Par définition le bilan hydrique d'une culture donnée est la différence entre d'une part les besoins en eau des cultures tels que déterminés par le climat et les caractéristiques végétales (ETM) et d'autre part la somme des apports effectifs des précipitations.

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

$$Bi = ETMi - (Peffi + RFU) \dots\dots\dots (III.1)$$

ETM : évapotranspiration maximale en (mm/mois)

Peff : pluie efficace en mm

RFU: Réserve facilement utilisable.

L'irrigation est faite lorsque Bi (bilan hydrique) > 0

III.2.1. Calcul de l'évapotranspiration potentielle de référence (ETo) :

C'est l'évapotranspiration maximale d'un gazon ras couvrant complètement le sol, bien alimenté en eau, en phase active de croissance et situé au sein d'une parcelle suffisamment étendue (Perrier, 1977).

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

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

Il existe plusieurs formules de calcul dont les principales sont :

- 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

Formule Modifiée de Penman-Monteith

La formule de Penman-Monteith modifiée est la plus employée, elle est définie comme suit:

$$ET_0 = 0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma C_{ste} T + 273 u_2 (e_s - e_a) \Delta + \gamma (1 + 0.34 u_2) \dots\dots (III.2)$$

Avec:

ET_0 : évapotranspiration de référence [mm jour⁻¹],

R_n : rayonnement net à la surface de la culture [MJ m⁻² jour⁻¹],

G : densité de flux de chaleur dans le sol [MJ m⁻² jour⁻¹],

T : température journalière moyenne de l'air à une hauteur de 2 m [°C]

u_2 : vitesse du vent à une hauteur de 2 m [m s⁻¹],

e_s : Pression de vapeur saturante [kPa],

e_a : Pression de vapeur réelle [kPa],

$e_s - e_a$: déficit de pression de vapeur saturante [kPa],

D : pente de la courbe de pression de vapeur saturante [kPa °C⁻¹],

g : constante psychrométrique [kPa °C⁻¹].

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

- 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 ET_0 calculés à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0. Les résultats trouvés pour la station d'Annaba sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Tableau III.1 : Calcul de l'évapotranspiration de référence à l'aide de CROPWAT 8.0

Mois	Temp. Moy °C	Humidité %	Vent Km/h	Insola heurs	Radiation 0J/ m ² .jour	ET₀ - penman mm / mois
<i>Janvier</i>	12.65	82	10.3	4.4	8.3	37.96
<i>Février</i>	12.1	81	11.5	6.0	11.8	44.24
<i>Mars</i>	13.5	81	11.3	7.1	16.0	68.07
<i>Avril</i>	16.2	81	10.7	7.7	19.4	87.91
<i>Mai</i>	19.0	78	11.2	9.7	23.4	122.38
<i>Juin</i>	22.4	76	11.2	10.1	24.9	140.6
<i>Juillet</i>	25.3	76	11.5	11.3	26.3	165.14
<i>Août</i>	26.2	76	11.3	10.6	23.9	157.88
<i>Septembre</i>	24.2	78	11.2	9.3	19.6	120.4
<i>Octobre</i>	21.3	79	10.3	7.1	13.8	85.65
<i>Novembre</i>	16.7	79	9.9	5.3	9.5	53.74
<i>décembre</i>	13.0	81	8.9	4.1	7.4	38.92

III.2.2. Calcul de l'évapotranspiration maximale ETM :

Le calcul de l'évapotranspiration d'une culture, ETM, s'opère à l'aide d'un coefficient cultural, K_c, donné selon le développement de la plante.

L'évapotranspiration maximale (ETM) est mesurée comme suit :

$$ETM = K_c \cdot ET_0 \dots\dots\dots (III.3)$$

III.2.3. Les Coefficients culturaux (K c) :

Les valeurs du coefficient cultural (K_c) de chaque culture ont été ressorties, en fonction du stade végétatif de la plante ; de la force du vent et de la valeur moyenne de l'humidité moyenne minimale de l'air régnant au niveau de notre périmètre d'étude, à partir du bulletin « irrigation et drainage », F.A.O n°24.

Tableau III.2 : Le Coefficient cultural (Kc) des différentes cultures.

Culture	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
Blé	-	0.25	0.4	0.7	0.85	0.95	1	0.85	0.7	0.35	-	-
Tomate	0.91	0.71	-	-	-	-	-	-	0.6	0.66	0.96	1.04
Carotte	0.8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	0.4
Chou	0.5	0.7	0.95	0.8	-	-	-	-	-	-	-	-
Ail	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.05	1.05	1.05
Laitues	1	0.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8

Source : bulletin FAO d'irrigation et drainage n°24

III.2.4. Calcul de la pluie efficace :

Pour tenir compte des pertes, il faut calculer la précipitation efficace, définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface et par percolation en profondeur.

La pluie efficace est estimée comme suit :

Pluie efficace (P_{eff}) = 80 % de la pluie moyenne mensuelle.

Les valeurs moyennes mensuelles de P_{eff} sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau III.3 : Précipitation efficace dans la zone d'étude.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
P _{80%} (mm)	13.2	29.09	61.82	90.13	89.99	73.14	85.95	54.65	59.9	45.42	3.65	2.76
P _{eff} (mm)	10.56	23.272	49.456	72.104	71.992	58.512	68.76	43.72	47.92	36.336	2.92	2.208

Source : ANRH

III.2.5. 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.

III.2.5.1. Cultures proposées :

Les scénarios d'occupation des sols retenus pour le projet sont donnés par le tableau suivant :

Tableau III.4 : Les espèces culturales pratiquées antérieurement dans la zone d'étude.

N ^o	Espèces: Arboriculture	N ^o	Espèces: Cultures maraichères	N ^o	Espèces: Céréales et fourrages
1	Olivier	7	Tomate	23	Luzerne
2	Abricotier	8	Artichaut	24	Sorgho
3	Poirier	9	Oignon	25	Mais
4	Figuier	10	Pomme de terre	26	avoine
5	Poirier/Cognassier	11	Carotte	27	Blé dur
6	Pécher/Prunier	12	Navet	28	Blé tendre
		13	Chou-fleur	29	Orge
		14	Epinard		
		15	Laitue		
		16	Ail		
		17	Pastèque		
		18	Melon		
		19	Haricot vert		
		20	Concombre		
		21	Pois		
		22	Betterave		

III.2.6. Identification des principaux types d'assolement :

La pratique des assolements a pour but principal de maximiser les revenus et minimiser les risques de fluctuation de la fertilité de sol, d'une année à l'autre, elle permet l'association et la combinaison des grandes classes de cultures, à savoir : les maraîchages, arboriculture, céréaliculture, fourragères suivant la taille des exploitations, les moyens financiers, les capacités techniques et de la gestion des agriculteurs.

Dans notre périmètre ce type de sol est n'est pas favorable à l'arboriculture sauf que les olivier donc l'assolement proposé est : **Blé, Tomate, Chou, Laitues, Carotte, Ail, Olivier.**

III.2.7. Avantages de la rotation des cultures

La rotation culturale (ou rotation des cultures) est la suite de cultures échelonnées au fil des années sur une même parcelle. C'est un élément important de la gestion de la fertilité des sols, et donc un atout pour l'augmentation des rendements.

Un autre avantage de la rotation des cultures, c'est que si un agriculteur peut réduire les infections de bactéries, virus et parasite qui affectent certaines cultures.

Un inconvénient de la rotation des cultures est que l'agriculteur doit disposer d'un équipement supplémentaire pour être en mesure de recueillir plus de cultures. La rotation des cultures peut être un outil important pour management des terres.

III.2.8. Cycle végétatif des cultures

Le cycle végétatif des différentes cultures sont présentés dans le tableau dessous:

Tableau III.5: Cycle végétatif des cultures

Culture	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout
Blé												
Tomate												
Choux												
Laitues												
Ail												
Carotte												

La réserve facilement utilisable (RFU) :

La réserve utile c'est la quantité d'eau contenue dans la tranche de sol explorée par les racines, entre le point de ressuage et le point de flétrissement. Mais les plantes ayant d'autant plus de mal à extraire l'eau que l'humidité s'approche du point de flétrissement, on nomme réserve facilement utilisable (RFU). La quantité d'eau égale à (1/3) ou (2/3) de la réserve utile (RU) (SOLTANER, 1986).

Tel que :

$$RFU = (h_{cc} - h_{pf}) \times y \times d_a \times h. \dots\dots (III.4)$$

III.3. Estimation des besoins en eau des cultures :**Tableau III.6 :** Estimation des besoins en eau des Blés :

Blé	ET0	kc	ETM	Peff	Y	hcc-hpf	Da	Z	RFU _{theo}	RFU _{réel}	B	B bruts
Septembre	120.4	0	0	10.56	0.62	0.14	1.4	0	0	0.000	0	0
Octobre	85.65	0.25	21.4	23.72	0.62	0.14	1.4	0.1	12.2	0.000	0	0
Novembre	53.74	0.4	21.5	49.46	0.62	0.14	1.4	0.3	36.5	6.076	0	0
Décembre	38.92	0.7	27.2	72.11	0.62	0.14	1.4	0.4	48.6	18.228	0	0
Janvier	37.96	0.85	32.3	71.99	0.62	0.14	1.4	0.5	60.8	24.304	0	0
Février	44.24	0.95	42.0	58.51	0.62	0.14	1.4	0.6	72.9	30.380	0	0
Mars	68.07	1	68.1	68.76	0.62	0.14	1.4	0.6	72.9	24.304	0	0
Avril	87.91	0.85	74.7	43.72	0.62	0.14	1.4	0.6	72.9	24.304	6.7	8.93
Mai	122.38	0.7	85.7	47.92	0.62	0.14	1.4	0.6	72.9	24.304	13.4	17.92
Juin	140.6	0.35	49.2	36.34	0.62	0.14	1.4	0.6	72.9	0.000	12.9	17.16
Juillet	165.14	0	0	2.92	0.62	0.14	1.4	0	0	0.000	0	0
Aout	157.88	0	0	2.21	0.62	0.14	1.4	0	0	0.000	0	0
											33.01	44.01

Tableau III.7 : Besoins en eau des tomates

Tomates	ET0	kc	ETM	Peff	Y	hcc-hpf	Da	Z	RFU _{theo}	RFU _{réel}	B	B brut
Septembre	120.4	0.91	109.564	10.56	0.62	0.14	1.4	1.02	123.95	0.00	99.00	132.01
Octobre	85.65	0.71	60.8115	23.72	0.62	0.14	1.4	1.5	182.28	41.32	0.00	0.00
Novembre	53.74	0	0	49.46	0.62	0.14	1.4		0.00	60.76	0.00	0.00
Décembre	38.92	0	0	72.11	0.62	0.14	1.4	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Janvier	37.96	0	0	71.99	0.62	0.14	1.4	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Février	44.24	0	0	58.51	0.62	0.14	1.4	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Mars	68.07	0	0	68.76	0.62	0.14	1.4	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Avril	87.91	0	0	43.72	0.62	0.14	1.4	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Mai	122.38	0.6	73.428	47.92	0.62	0.14	1.4	0	0.00	0.00	25.51	34.01
Juin	140.6	0.66	92.796	36.34	0.62	0.14	1.4	0.7	85.06	0.00	56.46	75.27
Juillet	165.14	0.96	158.5344	2.92	0.62	0.14	1.4	1	121.52	0.00	155.61	207.49
Aout	157.88	1.04	164.1952	2.21	0.62	0.14	1.4	1	121.52	0.00	161.99	215.98
											498.5676	664.7568

Tableau III.8 : Besoins en eau des Chou :

Chou	ET0	kc	ETM	Peff	Y	hcc-hpf	Da	Z	RFU_{theo}	RFU_{réel}	B	B brut
Septembre	120.4	0.5	60.2	10.56	0.62	0.14	1.4	0.3	36.46	0	49.64	66.187
Octobre	85.65	0.7	59.955	23.72	0.62	0.14	1.4	0.4	48.61	12.15	24.08	32.111
Novembre	53.74	0.95	51.053	49.46	0.62	0.14	1.4	0.5	60.76	16.20	0	0
Décembre	38.92	0.8	31.136	72.11	0.62	0.14	1.4	0.6	72.91	30.38	0	0
Janvier	37.96	0	0	71.99	0.62	0.14	1.4	0	0	36.46	0	0
Février	44.24	0	0	58.51	0.62	0.14	1.4	0	0	0	0	0
Mars	68.07	0	0	68.76	0.62	0.14	1.4	0	0	0	0	0
Avril	87.91	0	0	43.72	0.62	0.14	1.4	0	0	0	0	0
Mai	122.38	0	0	47.92	0.62	0.14	1.4	0	0	0	0	0
Juin	140.6	0	0	36.34	0.62	0.14	1.4	0	0	0	0	0
Juillet	165.14	0	0	2.92	0.62	0.14	1.4	0	0	0	0	0
Aout	157.88	0	0	2.21	0.62	0.14	1.4	0	0	0	0	0
											73.723	98.297

Tableau III.9 : Besoins en eau des Laitues :

Laitues	ET0	kc	ETM	Peff	Y	hcc-hpf	Da	Z	RFU_{theo}	RFU_{réel}	B	B brut
Septembre	120.4	1	120.4	10.56	0.62	0.14	1.4	0.2	24.30	0	109.84	146.45
Octobre	85.65	0.9	77.085	23.72	0.62	0.14	1.4	0.25	30.38	8.10	45.26	60.35
Novembre	53.74	0	0	49.46	0.62	0.14	1.4	0	0	10.13	0	0
Décembre	38.92	0	0	72.11	0.62	0.14	1.4	0	0	0	0	0
Janvier	37.96	0	0	71.99	0.62	0.14	1.4	0	0	0	0	0
Février	44.24	0	0	58.51	0.62	0.14	1.4	0	0	0	0	0
Mars	68.07	0	0	68.76	0.62	0.14	1.4	0	0	0	0	0
Avril	87.91	0	0	43.72	0.62	0.14	1.4	0	0	0	0	0
Mai	122.38	0	0	47.92	0.62	0.14	1.4	0	0	0	0	0
Juin	140.6	0	0	36.34	0.62	0.14	1.4	0	0	0	0	0
Juillet	165.14	0	0	2.92	0.62	0.14	1.4	0	0	0	0	0
Aout	157.88	0.8	126.304	2.21	0.62	0.14	1.4	0.1	12.152	0	0	0
											155.10	206.80

Tableau III.10 : Besoins en eau des Carotte :

Carotte	ET0	kc	ETM	Peff	Y	hcc-hpf	Da	Z	RFU _{theo}	RFU _{réel}	B	B bruts
Septembre	120.4	0.8	96.32	10.56	0.62	0.14	1.4	0.25	30.38	0	85.76	114.35
Octobre	85.65	1	85.65	23.72	0.62	0.14	1.4	0.3	36.46	10	51.80	69.07
Novembre	53.74	0	0	49.46	0.62	0.14	1.4	0	0	12	0	0
Décembre	38.92	0	0	72.11	0.62	0.14	1.4	0	0	0	0	0
Janvier	37.96	0	0	71.99	0.62	0.14	1.4	0	0	0	0	0
Février	44.24	0	0	58.51	0.62	0.14	1.4	0	0	0	0	0
Mars	68.07	0	0	68.76	0.62	0.14	1.4	0	0	0	0	0
Avril	87.91	0	0	43.72	0.62	0.14	1.4	0	0	0	0	0
Mai	122.38	0	0	47.92	0.62	0.14	1.4	0	0	0	0	0
Juin	140.6	0	0	36.34	0.62	0.14	1.4	0	0	0	0	0
Juillet	165.14	0.4	66.056	2.92	0.62	0.14	1.4	0.1	12.15	0	63.14	84.18
Aout	157.88	0.4	63.152	2.21	0.62	0.14	1.4	0.2	24.30	0	60.94	81.26
											261.64	348.86

Tableau III.11 : Besoins en eau des Ail:

blé	ET0	kc	ETM	Peff	Y	hcc-hpf	Da	Z	RFU _{theo}	RFU _{réel}	B	B bruts
Septembre	120.4	0	0	10.56	0.62	0.14	1.4	0	0	0	0	0
Octobre	85.65	0	0	23.72	0.62	0.14	1.4	0	0	0	0	0
Novembre	53.74	0	0	49.46	0.62	0.14	1.4	0	0	0	0	0
Décembre	38.92	0	0	72.11	0.62	0.14	1.4	0	0	0	0	0
Janvier	37.96	0	0	71.99	0.62	0.14	1.4	0	0	0	0	0
Février	44.24	0	0	58.51	0.62	0.14	1.4	0	0	0	0	0
Mars	68.07	0	0	68.76	0.62	0.14	1.4	0	0	0	0	0
Avril	87.91	0	0	43.72	0.62	0.14	1.4	0	0	0	0	0
Mai	122.38	1	122.38	47.92	0.62	0.14	1.4	0.3	36.46	0	74.46	99.28
Juin	140.6	1.05	147.63	36.34	0.62	0.14	1.4	0.35	42.53	0	111.29	148.39
Juillet	165.14	1.05	173.397	2.92	0.62	0.14	1.4	0.5	60.76	0	170.48	227.30
Aout	157.88	1.05	165.774	2.21	0.62	0.14	1.4	0.6	72.91	0	163.56	218.09
											519.79	693.05

Tableau III .12 : Besoins en eau des Olivier :

Olivier	ET0	kc	ETM	Peff	Y	hcc-hpf	Da	Z	RFU _{theo}	RFU _{réel}	B	B bruts
Septembre	120.4	0.75	90.30	10.56	0.62	0.14	1.4	1.5	182.28	0	79.74	106.32
Octobre	85.65	0.75	64.24	23.72	0.62	0.14	1.4	1.5	182.28	0	0	0
Novembre	53.74	0.75	40.31	49.46	0.62	0.14	1.4	1.5	182.28	91	0	0
Décembre	38.92	0.65	25.30	72.11	0.62	0.14	1.4	1.5	182.28	91	0	0
Janvier	37.96	0.65	24.67	71.99	0.62	0.14	1.4	1.5	182.28	91	0	0
Février	44.24	0.65	28.76	58.51	0.62	0.14	1.4	1.5	182.28	91	0	0
Mars	68.07	0.65	44.25	68.76	0.62	0.14	1.4	1.5	182.28	91	0	0
Avril	87.91	0.65	57.14	43.72	0.62	0.14	1.4	1.5	182.28	91	0	0
Mai	122.38	0.75	91.79	47.92	0.62	0.14	1.4	1.5	182.28	0	0	0
Juin	140.6	0.85	119.51	36.34	0.62	0.14	1.4	1.5	182.28	0	0	0
Juillet	165.14	0.85	140.37	2.92	0.62	0.14	1.4	1.5	182.28	0	137.45	183.27
Aout	157.88	0.85	134.20	2.21	0.62	0.14	1.4	1.5	182.28	0	131.99	175.98
											349.18	465.57

Tableau III.13 : Récapitulatif des besoins pour l'assolement:

Mois	Blé	Tomat	Chou	Laitues	Carotte	Ail	Olivier	total
Sep	0	99.00	49.64	109.84	85.76	0	79.74	423.98
Oct	0	0	24.08	45.26	51.80	0	0	121.15
Nov	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Déc	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Jan	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Fév	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Avr	6.70	0	0	0	0	0	0	6.70
Mai	13.44	25.51	0	0	0	74.46	0	113.41
Juin	12.87	56.46	0	0	0	111.29	0	180.62
Juil	0	155.61	0	0	63.14	170.48	137.449	526.68
Aout	0	161.99	0	0	60.94	163.56	131.988	518.48
	33.0115	498.57	73.72	155.10	261.64	519.79	317.49	1891.02

III.3.1. Calcul du débit spécifique

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

$$Q_s = \frac{B_{net} * 10 * 1000}{N_j * N_i * 3600 * E_i} \text{ l/s/ha} \quad \dots\dots\dots \text{(III.5)}$$

Avec:

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

Ni : nombre des heures d'irrigation=24h

Nj : nombre de jours du mois de pointe =30 jours

Ei : Efficience d'irrigation=75%

On calcule les besoins en eau pour l'assolement, D'où le besoins de pointe correspond au mois de **Juillet**,

Bnet = 526.68 mm/mois.

Qs= 2.71 l/s/ha > 1.5 l/s/ha

Le débit spécifique obtenu est supérieur à **1.5 l/s/ha**.

Pour y remédier, on prend donc le débit spécifique de la culture la plus exigeante pour le mois de pointe, (Ail, B=170.48 mm)

Donc le débit spécifique pris en considération pour notre périmètre est de :

Qs = 0.877 l/s /ha

III.3.2. Evaluation du débit caractéristique

Le calcul du débit caractéristique permet de définir le débit maximum que le système de desserte aura à fournir pour l'irrigation de chaque parcelle, déterminé en multipliant le débit de pointe par la surface agricole utile, voir la formule suivante :

$$Q_{car} = Q_s \cdot S \quad \dots\dots\dots \text{(III.6)}$$

Qs : débit spécifique de mois de pointe en (l/s/ha)

S : la superficie nette à irriguer = 440 ha

Qcar = Qs. S = 0.877*440 = 385.85 l/s.

III.3.3. Estimation des volumes d'eau d'irrigation

Le volume des besoins en eau pour notre périmètre est présenté dans le Tableau suivant :

Tableau III. 14 : Calcul des besoins total des cultures .

Type des cultures	Surface (Ha)	Besoins en eau net (mm)	Besoins en eau net (m ³ /ha)	Besoins en eau brut (m ³ /ha)	Besoins brut totaux (m ³)
La céréaliculture	100 Ha				
Blé	100	33.011	330.11	440.15	44015.33
Les fourragères	70 Ha				
Laitues	70	155.10	1551.0	2068.09	144763.42
Le maraichage	220 Ha				
Ail	40	519.79	5197.9	6930.55	277221.87
Tomate	40	498.57	4985.7	6647.57	265902.72
Chou	80	73.72	737.2	982.97	78637.87
Carotte	60	261.64	2616.4	3488.55	209313.07
Les arboricultures	50 Ha				
Olivier	50	349.11	3491.1	4233.2	211660
				Besoins total	1231514.28 m³

Conclusion

L'évaluation quantitative des besoins en eau d'irrigation, nécessite de prendre en compte l'information météorologique. Ceci est réalisé par l'intermédiaire des variables pluies (mesurée) et ETP (calculée).

Le débit spécifique est estimé à partir de la culture la plus exigeante du mois de pointe pour l'assolement le plus exigeant est égal à 0.877 l/s/ha. Le volume total d'eau d'irrigation pour notre périmètre est estimé à **1.2 Hm³** qui prélevés à partir du barrage de Bouhalloufa qu'aura un volume utile de 125 Mm³ destiner à l'irrigation.

Chapitre IV

Etude de système d'adduction

Chapitre IV : Etude de system d'adduction

Introduction :

Notre attention dans ce présent chapitre est d'accentuer à la mise au point de la méthodologie d'optimisation du réseau de distribution d'irrigation, qu'est constitué essentiellement par des canalisations enterrées, livrant l'eau sous pression ou gravitaire aux différents exploitants, par l'intermédiaire des bornes (prises) d'arrosages.

IV.1 Alimentation en eau du périmètre :

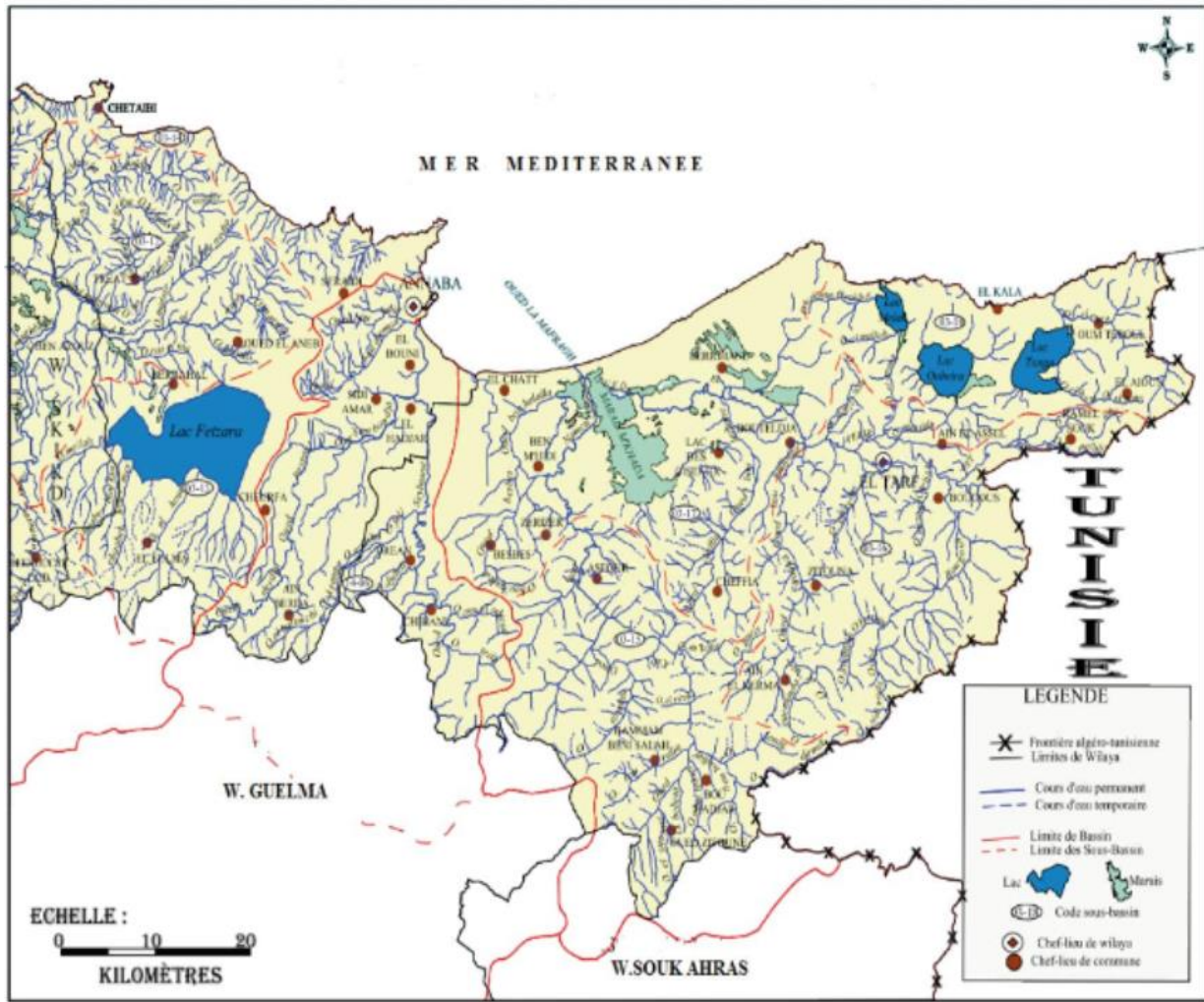


Figure IV-1 : réseau hydrographique de l'extrême Nord-Est Algérien (Annaba-El Tarf)

IV.2 Description du Schéma de distribution :

Le principe de distribution repose sur deux (02) phases d'adduction :

La première phase constitue à alimenter le réservoir El Tarf à partir du barrage de Bouhalloufa (d'une capacité de 125 Mm³) par pompage à partir de la station de pompage de Bouhalloufa.

La deuxième phase représente le stockage de cette eau dans un réservoir sera dimensionner pour que sa capacité répond aux besoins d'irrigation, destiné à être distribué dans un réseau hydraulique couvrant une superficie 440 Ha , représente le réseau étudié par mes soins dans le cadre de sa conception sur ce mémoire de fin d'étude que nous allons présenter . En général le fonctionnement de toutes les opérations, justifie l'existence que de deux (02) phases dites : A.D (adduction et Distribution).

–Station de pompage de Bou Halloufa- Réservoir d' El Tarf (COND 3), L= 10002.76 m .

–Réservoir d' El Tarf- Réseau de distribution (COND 3), L= 2498.86 m.

IV.3. Organisation et structure du périmètre :

L'organisation de périmètre est la première contrainte dans l'aménagement d'un périmètre, d'irrigation. Le périmètre est organisé et divisé en plusieurs îlots.

IV.3.1 îlots et bornes d'irrigation :

L'îlot d'irrigation est par définition la plus petite entité hydraulique desservie par une borne d'irrigation. Pour éviter tout conflit entre agriculteurs, les limites des îlots d'irrigation sont celles des exploitations ou des parcelles, ou à défaut les limites facilement matérialisées sur terrain.

Afin de desservir plusieurs îlots (02 ou 04 au maximum) à partir de la même borne, cette dernière doit être implantée à la limite des petites exploitations. En matière de superficie et nombre de parcelles.

les critères établis sont décrits ensuite :

- La taille maximale des îlots sera comprise entre 03 et 15 ha.
- L'îlot présentera un maximum de 04 parcelles (pour un même îlot).

L'étude est conçue pour que la majorité des agriculteurs, puissent disposer d'une prise autonome et d'une pression suffisante, pour la pratique des techniques d'irrigation sous pression.

IV.3.2. Rôle et fonction de la borne d'irrigation :

La borne assure quatre fonctions :

- Le vannage.
- La stabilisation de la pression.
- La limite du débit.
- Le comptage du volume d'eau délivré.

IV.3.3. Calcul du débit aux bornes :

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

$$Q_b = q_s \cdot S_i \text{(IV.1)}$$

Avec :

Q_b : Débit de chaque ilot (l/s)

q_s : Débit spécifique (l/s/ha)

S_i : Superficie de l'ilot (ha)

IV.3.4. Choix du diamètre et du type des bornes :

Le choix du type de borne dépend de la surface de l'ilot et du nombre de parcelles.

Généralement on admet :

- Pour les ilots qui ont un nombre de parcelles entre [4 -8], et dont la superficie est inférieure à 15 ha, on prend la borne à quatre prises (Borne de type A4).
- Pour les ilots qui ont deux parcelles et dont la superficie est inférieure à 15 ha, on prend la borne à deux prises (borne de type A2).
- Pour les ilots qui ont deux parcelles et dont la superficie dépasse 15 ha, on prend la borne à deux prises (Borne de type B).
- Pour les grands ilots ($S > 50$ ha) on prévoit des bornes de type C.

Tableau IV.1: Type de bornes en fonction de superficies des ilots

Type	Débit fourni	Entrée	Sortie (prise)
Type A2	$Q < 40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11) l/s	1 Entrée $\Phi 80,100$	2 Entrée $\Phi 65$
Type A4	$Q < 40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11) l/s	2 Entrée $\Phi 80,100$	4 Entrée $\Phi 65$
Type B	$40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11) l/s $< Q < 80 \text{ m}^3/\text{h}$ (22.22 l/s)	2 Entrée $\Phi 80,100,125$	2 Entrée $\Phi 100$
Type C	$Q > 80 \text{ m}^3/\text{h}$ (33.33 l/s)	2 Entrée $\Phi 80,100,125$	1 Entrée $\Phi 150$

Tableau IV.2 : Calcul des débits des ilots et choix du type de bornes.

N° de l'ilot	Superficie d'ilot(Ha)	Débit d'Ilot (l/s)	N° de borne	Matériel	Corps de régulation (mm)	Type de borne
IL1	4.07	3.57	B1	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A2
IL2	6.01	4.90	B2	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A2
IL3	10.05	8.20	B3	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A2
IL4	10.49	8.56	B4	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A2
IL5	13.51	11.02	B5	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A4
IL6	15.13	12.35	B6	PEHD	100	1x borne d'irrigation type A4
IL7	11.6	9.47	B7	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A2
IL8	10.2	8.32	B8	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A2
IL9	8.53	6.96	B9	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A2
IL10	10.24	8.36	B10	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A2
IL11	14.15	11.55	B11	PEHD	100	1x borne d'irrigation type A4
IL12	13.15	10.73	B12	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A2
IL13	10.3	8.40	B13	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A2
IL14	12.21	9.96	B14	PEHD	100	1x borne d'irrigation type A2
IL15	15.18	12.39	B15	PEHD	100	1x borne d'irrigation type B
IL16	20.88	17.04	B16	PEHD	100	2x borne d'irrigation type B
IL17	18.57	15.15	B17	PEHD	100	1x borne d'irrigation type B
IL18	16.41	13.39	B18	PEHD	100	1x borne d'irrigation type B
IL19	14.76	12.04	B19	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A4
IL20	7.98	6.51	B20	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A2
IL21	10.55	8.61	B21	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A2
IL22	11.72	9.56	B22	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A2
IL23	9.95	8.12	B23	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A2
IL24	12.23	9.98	B24	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A2
IL25	14.45	11.79	B25	PEHD	100	1x borne d'irrigation type B
IL26	12.5	10.20	B26	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A2
IL27	9.84	8.03	B27	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A2
IL28	6.37	5.20	B28	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A2
IL29	11.57	9.44	B29	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A2
IL30	6.29	5.13	B30	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A2
IL31	9.69	7.91	B31	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A2
IL32	6.82	5.57	B32	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A2
IL33	11.51	9.39	B33	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A2
IL34	6.84	5.58	B34	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A2
IL35	6.55	5.34	B35	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A2
IL36	3.51	2.86	B36	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A2
IL37	12.14	9.91	B37	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A2

IL38	3.5	2.86	B38	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A2
IL39	12.83	10.47	B39	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A2
IL40	6.57	5.36	B40	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A2

Tableau IV.3 : Nombre d'irrigation du chaque secteur.

Secteur	Superficie (ha)	Nombre d'ilots irrigué	Nombre de Bornes	Débit Specificque (l/s/ha)
Tarf (Sud)	440	40	40	0.877

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

Le périmètre d'irrigation est situé au Nord-Est du barrage de Bouhalloufa, pour cela 2 variantes sont proposés pour l'aménagement de ce périmètre, gravitaire et sous pression.

a) La Variante 1 :

Etant donné, que le périmètre est situé en aval, la variante retenue est celle du réseau gravitaire sans pompage et donc sans réservoir. Une conduite enterrée en PEHD part de la chambre des vannes vers la station de tête, qui alimentera notre secteur.

b) La variante 2 :

Qui consiste à alimenter le périmètre à partir d'un pompage qui va alimenter un réservoir de stockage sur la rive gauche du périmètre. Cette variante sera testée, pour voir si les pressions de service au niveau des bornes sont suffisantes.

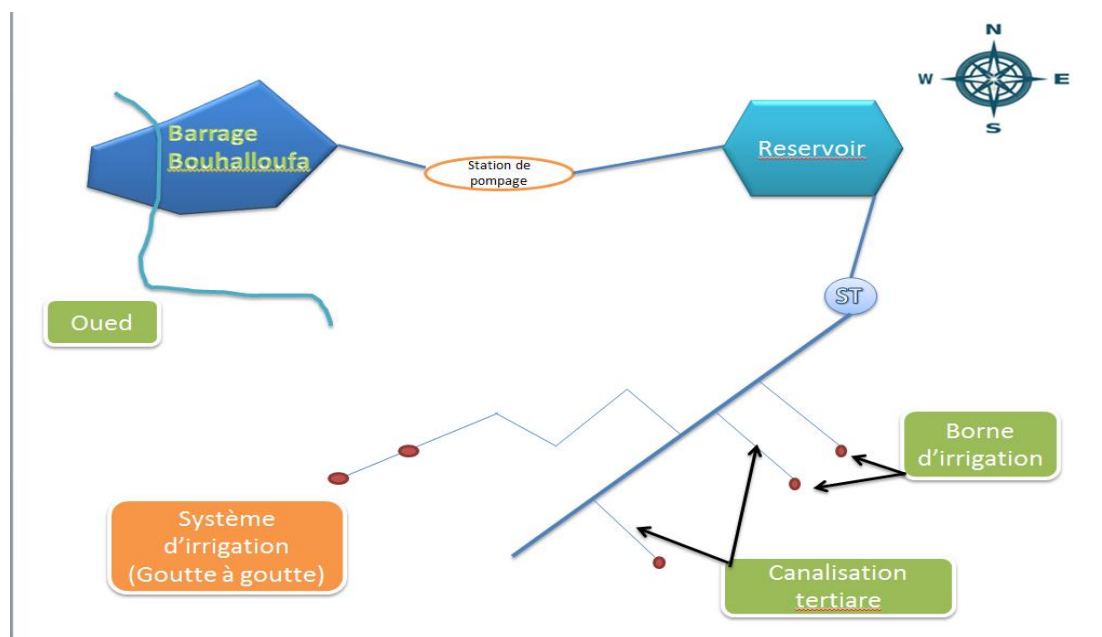


Figure IV.2: Schéma descriptif de la variante 2 (sous pression).

IV.4.1. Choix de la variante

La variante d'adduction retenue pour l'irrigation du périmètre de Bouhalloufa le secteur Sud à partir du barrage Bouhalloufa (qu'est situé à 30m de cote et la conduite d'adduction passe par une zone de cote d'ordre 60m ou plus) doit répondre aux conditions hydrauliques de desserte du périmètre d'irrigation en présentant une meilleure gestion, d'exploitation.

Pour cela et d'après l'analyse des conditions du choix de la variante on constate que la **variante 2** est la plus adaptée pour notre cas.

IV.4.2. Tracé du réseau de distribution :

a) Choix du tracé:

Pour le choix du tracé de la conduite d'adduction sera tenu compte de certain impératif que l'on s'efforcera dans la mesure du possible de respecter :

- Il est important de chercher un profil en long aussi régulier que possible pour éliminer les contres pentes, le tracé doit être le plus court possible ;
- Éviter le phénomène de cavitation qui peut engendrer les éclatements et vibration de la canalisation au cours de la phase de surpression ;
- Éviter les forêts, bois et zones marécageuses ;
- Éviter autant que possible la traversée des obstacles (routes, voies ferrées, canaux, oueds,...) ;

b) Choix des matériaux des canalisations

- Fonte

Le tuyau en fonte a longtemps été le matériau standard pour le transport de l'eau et des égouts dans les services municipaux, les services d'utilités publiques et les industries.

La durée de vie du tuyau de fonte ductile est généralement estimée à 100 ans ou plus.

Le tuyau de fonte ductile, un produit de métallurgie avancé, offre des propriétés uniques de transport de l'eau sous pression et pour d'autres usages. Il combine la résistance physique de l'acier structural à la durabilité de la fonte grise.

- PEHD (polyéthylène)

Le PEHD résiste bien aux chocs, même à basse température. C'est donc un matériau qui ne craint pas l'ambiance rude des chantiers, et des différents chocs dans les locaux techniques. D'autre part, il n'est pas sensible aux chocs thermiques.

Les canalisations PEHD s'inscrivent dans un programme complet :

- Fluides sous pression PN 2,5 à 25
- Fluides basse pression - Ecoulement - Assainissement
- Eau potable (PEHD bandes bleues)
- Gaz (PEHD bandes jaunes)

- PRV (polyester renforcé verre) :

C'est un matériau composite constitué d'une matrice polymère (appelée résine) renforcée par des fibres ou parfois par des microsphères de verre, Ses propriétés de résistance (mécanique, chimique) et sa densité sont très favorables, comparé aux métaux. Et sa résistance à la corrosion.

Le PRV permet de donner des réponses à ces problématiques grâce à ses propriétés mécaniques et physico chimique :

- Etanchéité totale grâce au système de manchonnage REKA avec joint multi lèvre en EPDM.
- Insensibilité totale à la corrosion par l'utilisation de résine polyester UP. Insensibilité aux courants vagabonds, à l'agressivité des sols (sol acides, sols pollués, nappe saumâtre, ...).
- Résistance pH1 à 10.
- Insensibilité à l'H2S.
- Propriétés hydrauliques très élevées et stables dans le temps.

IV.4.3. Dimensionnement de l'adduction (sous pression) :

La variante 2 permet d'alimenter le périmètre à travers un système refoulement-adduction. L'implantation d'un réservoir permet d'assurer une irrigation en continue et une charge appréciable aux bornes d'irrigation.

Pour la variante choisie, les calculs ont été initialisés sous la cote du niveau moyen du réservoir à **80 m**.

Tableau IV.4: Coordonnées des aménagements hydrotechniques.

Site de l'aménagement	X	Y	Z
Réservoir de régulation	433993.75	4070090.6	80
Barrage de Bouhalloufa	27632.8	4064797.92	38

IV.4.4. Dimensionnement hydraulique des canalisations

Calcul des diamètres :

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

La formule de « LABYE » nous donne une approche du diamètre économique qu'on normalise:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}} \times 1000 \dots\dots\dots(\text{IV.2})$$

Avec :

Q : débit, exprimé en m³/s ;

D : diamètre exprimé en mm

V : vitesse d'écoulement dans les conduites.

a) Vitesse admissible :

La vitesse admissible varie entre 0.5 m/s, comme vitesse inférieure, et 2.5 m/s comme vitesse maximum. Dans notre étude, on prend une vitesse moyenne dans la conduite égale à 1.5 m/s.

b) Calcul des pertes de charge :

Les pertes de charge unitaires, ont été définies par la formule de HAZEN WILLIAM, qui est donnée par la formule suivante :

Avec :

J: Pertes de charge unitaire en m.

Q: Débit en m³/s.

D: Diamètre de la conduite considérée.

L : longueur de tronçon en m.

CHw : coefficient de Hazan williams

Dans notre cas, les conduites seront en fonte si leur diamètre est supérieur ou égal à 315mm et en PEHD dans le cas contraire. Pour une conduite en fonte/PEHD, nous a les caractéristiques suivantes :

Les pertes de charge singulières sont estimées à **10%** des pertes de charge linéaires. Les calculs hydrauliques sont détaillés dans le tableau qui suivra.

c) Calcul des pressions aux bornes

L'estimation des pressions des bornes est basée sur le principe de Bernoulli entre le point A et le point B :

$$Z_1 + h_1 + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + h_{21} + \frac{V_2^2}{2g} + \Delta H$$

.....(IV.3)

Où :

h1 et h2 sont les hauteurs de pressions.

V1 et V2 sont les vitesses d'écoulement dans A et B Z1 et Z2 sont les côtes du terrain naturel.

ΔH : sont les pertes de charge entre A et B. Les calculs sont détaillés dans le tableau IV.5.

Tableau IV.5: pressions au niveau des bornes.

N° du trnçon	Longueur du trnçon L(m)	Longueur du trnçon L(km)	débit Q(l/s)	débit Q(m3/S)	Diametre calculé (mm)	Diamètre Normalisé (mm)	Matériau	Vitesse réelle (m/s)	Perte de charge Totale (m/m)	Cote terrain aval Z(m)	Cote piézomé-trique (m)	Pression (m)	Pression (bar)
R-N1	2498.86	2.50	359.12	0.36	552.25	600	Fonte	1.27	5.62	30	84.38	54.38	5.44
N1-N2	387.51	0.39	212.50	0.21	424.81	500	Fonte	1.08	0.80	26.16	83.58	57.42	5.74
N2-B1	37.3	0.04	3.32	0.003	53.10	63	PEHD	1.07	0.84	26.4	83.58	57.18	5.72
N2-N3	399.07	0.40	209.18	0.21	421.48	500	Fonte	1.07	0.80	21.87	82.78	60.91	6.09
N3-B3	31.29	0.03	8.20	0.01	83.45	90	PEHD	1.29	0.66	21.64	82.12	60.48	6.05
N3-N4	123.29	0.12	200.98	0.20	413.14	500	Fonte	1.02	0.23	22.58	81.89	59.31	5.93
N4-N5	39.12	0.04	13.46	0.01	106.93	110	PEHD	1.42	0.78	23.59	81.11	57.52	5.75
N5-B2	33.76	0.03	4.90	0.00	64.54	75	PEHD	1.11	0.67	23.38	80.44	57.06	5.71
N5-B4	136.42	0.14	8.56	0.01	85.26	90	PEHD	1.35	3.12	24.66	77.32	52.66	5.27
N4-N6	210.34	0.21	187.52	0.19	399.06	400	Fonte	1.49	1.02	21.63	76.30	54.67	5.47
N6-B5	76.02	0.08	11.02	0.01	96.76	110	PEHD	1.16	1.04	20.92	75.25	54.33	5.43
N6-N7	164.17	0.16	176.49	0.18	387.15	400	Fonte	1.41	0.71	21.34	74.54	53.20	5.32
N7-B6	50.21	0.05	12.35	0.01	102.40	110	PEHD	1.30	0.85	22.5	73.69	51.19	5.12
N7-N8	165.87	0.17	164.15	0.16	373.37	400	Fonte	1.31	0.63	21.12	73.06	51.94	5.19
N8-N9	194.87	0.19	16.43	0.02	118.11	125	PEHD	1.34	3.01	19.8	70.05	50.25	5.03
N9-B7	27.5	0.03	9.47	0.01	89.66	90	PEHD	1.49	0.76	20	69.29	49.29	4.93
N9-B9	173.83	0.17	6.96	0.01	76.88	90	PEHD	1.09	2.71	17.9	66.59	48.69	4.87
N8-N10	57.49	0.06	147.72	0.15	354.19	400	Fonte	1.18	0.18	20.89	66.41	45.52	4.55
N10-B12	30.86	0.03	10.73	0.01	95.46	110	PEHD	1.13	0.40	21.05	66.00	44.95	4.50
N10-N11	106.51	0.11	136.99	0.14	341.09	400	Fonte	1.09	0.29	18.74	65.71	46.97	4.70
N11-N12	189.47	0.19	19.95	0.02	130.17	160	PEHD	0.99	1.26	18.75	64.45	45.70	4.57
N12-B11	148.31	0.15	11.55	0.01	99.02	110	PEHD	1.22	2.22	15.76	62.23	46.47	4.65
N12-B13	326.42	0.33	8.40	0.01	84.49	90	PEHD	1.32	7.21	15.87	55.02	39.15	3.92
N11-N13	185.95	0.19	117.04	0.12	315.27	400	Fonte	0.93	0.38	17.47	54.64	37.17	3.72

N13-B16	59.28	0.06	17.04	0.02	120.29	125	PEHD	1.39	0.98	18.18	53.66	35.48	3.55
N13-N14	233.57	0.23	100.00	0.10	291.42	315	Fonte	1.28	1.13	16.59	52.53	35.94	3.59
N14-B19	69.85	0.07	12.04	0.01	101.14	110	PEHD	1.27	1.13	17.8	51.40	33.60	3.36
N14-N15	102.53	0.10	87.96	0.09	273.31	315	Fonte	1.13	0.39	16.57	51.01	34.44	3.44
N15-B15	40.22	0.04	12.39	0.01	102.57	110	PEHD	1.30	0.69	16.15	50.32	34.17	3.42
N15-N16	355.47	0.36	75.57	0.08	253.33	315	Fonte	0.97	1.03	14.6	49.29	34.69	3.47
N16-B17	39.49	0.04	15.15	0.02	113.44	125	PEHD	1.24	0.52	14.05	48.77	34.72	3.47
N16-N17	186.82	0.19	60.42	0.06	226.51	315	Fonte	0.78	0.36	16.93	48.41	31.48	3.15
N17-B23	41.18	0.04	8.12	0.01	83.04	90	PEHD	1.28	0.85	16.9	47.56	30.66	3.07
N17-N18	223.58	0.22	52.30	0.05	210.74	315	Fonte	0.67	0.33	20.78	47.23	26.45	2.64
N18-B27	53.76	0.05	8.03	0.01	82.58	90	PEHD	1.26	1.09	20.67	46.14	25.47	2.55
N18-N19	222.47	0.22	44.27	0.04	193.89	200	PEHD	1.41	2.18	22.03	43.95	21.92	2.19
N19-B22	50.14	0.05	9.56	0.01	90.12	110	PEHD	1.01	0.53	21.97	43.43	21.46	2.15
N19-N20	230.59	0.23	34.70	0.03	171.68	200	PEHD	1.11	1.44	23.48	41.98	18.50	1.85
N20-B26	47.15	0.05	10.20	0.01	93.07	110	PEHD	1.07	0.56	23	41.42	18.42	1.84
N20-N21	229.25	0.23	24.50	0.02	144.26	160	PEHD	1.22	2.23	24.51	39.19	14.68	1.47
N21-B25	74.09	0.07	11.79	0.01	100.07	110	PEHD	1.24	1.15	24.36	38.04	13.68	1.37
N21-B21	99.95	0.10	12.71	0.01	103.90	110	PEHD	1.34	1.79	24.7	36.25	11.55	1.16
N1-N22	744.74	0.74	146.62	0.15	352.87	400	Fonte	1.17	2.30	28	87.70	59.70	5.97
N22-B8	47.82	0.05	8.32	0.01	84.07	90	PEHD	1.31	1.04	27.21	86.67	59.46	5.95
N22-N23	354.7	0.35	138.30	0.14	342.71	400	Fonte	1.10	0.98	26.67	85.68	59.01	5.90
N23-B10	48.67	0.05	8.36	0.01	84.24	90	PEHD	1.31	1.06	26.2	84.62	58.42	5.84
N23-N24	229.86	0.23	129.94	0.13	332.19	400	Fonte	1.03	0.57	28.2	84.05	55.85	5.59
N24-B14	41.84	0.04	9.96	0.01	91.99	110	PEHD	1.05	0.48	27.79	83.58	55.79	5.58
N24-N25	228.39	0.23	119.98	0.12	319.20	400	Fonte	0.96	0.49	28.47	83.09	54.62	5.46
N25-B18	37.78	0.04	13.39	0.01	106.64	110	PEHD	1.41	0.74	28.21	82.35	54.14	5.41
N25-N26	299.92	0.30	106.59	0.11	300.87	315	Fonte	1.37	1.64	27.77	80.71	52.94	5.29
N26-N27	106.99	0.11	16.49	0.02	118.34	125	PEHD	1.34	1.66	27.11	79.04	51.93	5.19
N27-B20	36.6	0.04	6.51	0.01	74.36	75	PEHD	1.47	1.23	27.91	77.82	49.91	4.99
N27-B24	73.87	0.07	9.98	0.01	92.06	110	PEHD	1.05	0.84	27.19	76.97	49.78	4.98
N26-N28	177.5	0.18	90.10	0.09	276.61	315	Fonte	1.16	0.71	28.09	76.26	48.17	4.82

N28-B28	44.8	0.04	5.20	0.01	66.44	75	PEHD	1.18	0.99	28.12	75.28	47.16	4.72
N28-N29	179.65	0.18	84.90	0.08	268.51	315	Fonte	1.09	0.64	28.76	74.63	45.87	4.59
N29-B30	36.83	0.04	5.13	0.01	66.02	75	PEHD	1.16	0.79	28.85	73.84	44.99	4.50
N29-N30	164.17	0.16	79.77	0.08	260.27	315	Fonte	1.02	0.52	28.37	73.31	44.94	4.49
N30-B32	43.93	0.04	5.57	0.01	68.75	75	PEHD	1.26	1.10	29.09	72.21	43.12	4.31
N30-N31	41.08	0.04	74.20	0.07	251.03	315	Fonte	0.95	0.11	27.77	72.10	44.33	4.43
N31-B29	71.61	0.07	9.44	0.01	89.54	90	PEHD	1.48	1.96	28.42	70.14	41.72	4.17
N31-N32	156.3	0.16	64.76	0.06	234.51	315	Fonte	0.83	0.34	28.34	69.80	41.46	4.15
N32-N33	86.96	0.09	22.01	0.02	136.71	160	PEHD	1.10	0.69	28.67	69.10	40.43	4.04
N33-B34	57.59	0.06	5.58	0.01	68.85	75	PEHD	1.26	1.45	28.75	67.66	38.91	3.89
N33-N34	149.83	0.15	16.43	0.02	118.11	125	PEHD	1.34	2.31	29.25	65.34	36.09	3.61
N34-B35	68.46	0.07	5.34	0.01	67.37	75	PEHD	1.21	1.59	28.89	63.75	34.86	3.49
N34-N35	151.78	0.15	11.08	0.01	97.01	110	PEHD	1.17	2.11	29.57	61.65	32.08	3.21
N35-B36	60.3	0.06	2.86	0.00	49.32	63	PEHD	0.92	1.03	28.94	60.62	31.68	3.17
N35-N36	157.71	0.16	8.22	0.01	83.54	90	PEHD	1.29	3.34	28.68	57.27	28.59	2.86
N36-B38	38.62	0.04	2.86	0.00	49.25	63	PEHD	0.92	0.66	28.35	56.62	28.27	2.83
N36-B40	97.08	0.10	5.36	0.01	67.48	75	PEHD	1.21	2.27	28.88	54.35	25.47	2.55
N32-N37	237.45	0.24	42.75	0.04	190.54	200	PEHD	1.36	2.18	27.26	52.17	24.91	2.49
N37-B31	56.36	0.06	7.91	0.01	81.95	90	PEHD	1.24	1.11	26.9	51.05	24.15	2.42
N37-N38	155.02	0.16	34.84	0.03	172.02	200	PEHD	1.11	0.98	27.5	50.08	22.58	2.26
N38-B33	58.23	0.06	9.39	0.01	89.31	90	PEHD	1.48	1.58	27.15	48.50	21.35	2.13
N38-N39	817.96	0.82	25.45	0.03	147.02	160	PEHD	1.27	8.54	26.1	39.96	13.86	1.39
N39-B39	62.79	0.06	10.47	0.01	94.29	110	PEHD	1.10	0.78	25.56	39.18	13.62	1.36
N39-B37	111.94	0.11	14.98	0.01	112.80	125	PEHD	1.22	1.46	26.51	37.72	11.21	1.12

IV.5. Etude du système de pompage

Station de pompage, c'est un ouvrage génie civil, elle abrite le bureau du chef d'exploitation, bureau de personnel, le magasin, salle d'équipement, moteur électrique, toilette et la machine la plus importante dans l'installation : les pompes, qui ont pour rôle de refouler les eaux vers le réservoir.

Les pompes:

Pompe, dispositif utilisé pour aspirer, pour déplacer ou pour comprimer des liquides et des gaz. Dans toutes les pompes, il faut éviter la cavitation (formation des poches gazeuses), ce qui réduirait le débit et endommagerait le corps de la pompe.

Il existe deux grands types de pompes : les pompes volumétriques qui sont utilisées pour pomper les eaux usées et les turbopompes.

A - Les turbopompes (pompes centrifuge)

Il existe trois classes de turbopompes : les pompes centrifuges, à écoulement radial ; les pompes axiales, à écoulement axial ; les pompes semi axiales.

B - Les pompes à écoulement radial

Ce sont les pompes centrifuges au sens strict. Elles permettent de relever des faibles débits sur de fortes hauteurs. La hauteur de refoulement croît avec le diamètre extérieur de la roue. Dans ce cas, l'écoulement est radial et les aubages sont des surfaces planes.

- **Les pompes axiales**

Ce sont les pompes hélices où les pales sont constituées par des surfaces gauches. Ces pompes conviennent pour relever de forts débits sur de faibles hauteurs. Diamètre économique de la conduite de refoulement

Hauteur manométrique totale

La hauteur manométrique est donnée par la formule suivante :

$$HMT = H_g + \Delta h_p \dots\dots\dots (IV.5)$$

Avec :

HMT : Hauteur Manométrique Totale en (m).

H_g : Hauteur géométrique en (m). H_g = h_a - h_r

AAvec :

h_a : hauteur d'aspiration.

h_r : cote du réservoir Tarf = 80m.

La cote de la station de pompage est de 30 m $H_g=80-30=50$ m

Donc la hauteur géométrique entre le réservoir et la station de pompage sera : **$H_g=50$ m**

Longueur de refoulement : $L_{ref}=10002.76$ m

Nous avons le débit du périmètre Tarf (secteur Sud) qui est de :

$$Q = 385.851/s = \mathbf{0.385 \text{ m}^3/s}$$

Le diamètre de refoulement est calculé par la formule de Bonin, On trouve :

$$\mathbf{D = \sqrt{Q} = \sqrt{0.385} = 0.620 \text{ m}}$$

$$\mathbf{D \approx 620 \text{ mm}}$$

Donc on peut prendre la gamme du diamètre suivant : (600 – 1000) mm

IV.5.1. Calcul des pertes de charge totales

a) Pertes de charge linéaires :

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

$$\Sigma H_p = 1.1 \times \Delta h_p^{lin}$$

Δh_p^{lin} : Pertes de charge linéaires (m) ; elle est selon (Darcy-Weisbakh).

$$\Delta h_p^{lin} = \frac{8 \times \lambda \times L \times Q^2}{\pi^2 \times g \times D^5}$$

g : Accélération de la pesanteur (m/s^2) ;

Q : Débit à refouler (m^3/s) ;

L : longueur géométrique de la conduite (m) ;

λ : Coefficient de frottement qui est en fonction de la rugosité de la paroi interne de la conduite et du régime d'écoulement,

$$\text{Formule de Nikuradzé : } \lambda = (1.14 - 0.86 \times \ln \frac{\epsilon}{D})^{-2}$$

Tableau IV.6 : calcul des hauteurs manométriques.

D (mm)	L (m)	Q (l/s)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	λ	ΔHI	ΔHs	ΔH _{tot}	HMT
600	10002.76	385.85	0.385	0.819	0.00738	4.211	0.421	4.632	54.63
700	10002.76	385.85	0.385	0.702	0.00722	2.592	0.259	2.852	52.85
800	10002.76	385.85	0.385	0.614	0.00708	1.703	0.170	1.874	51.87
1000	10002.76	385.85	0.385	0.491	0.00686	0.845	0.084	0.929	50.93

IV.5.2. Calcul des frais d'amortissement

Amortissement annuel :

Les frais d'amortissement sont en fonction de la durée d'amortissement de la conduite et du taux d'annuité. Il est déterminé par la relation suivante :

$$F_{am} = P_{rc} \times A \dots \dots \dots (IV.6)$$

Avec :

P_{rc}: Prix de la conduite en (DA) .

A: Amortissement annuel. Il est donné par la formule suivante :

$$A = \frac{i}{(1+i)^n - 1} + i \dots \dots \dots (IV.7)$$

A : Frais d'amortissement (DA) ;

i : Taux d'annuité ; i = 10 % ;

n : Durée de l'amortissement de la conduite, n =30 ans.

$$A = \frac{0.1}{(1+0.1)^{30} - 1} + 0.1 \Rightarrow A = 0,1061 = \mathbf{10.61 \%}$$

Pour faire ce calcul, il est préférable de poser une gamme de diamètres normalisés, le tableau suivant résumera le prix d'achat de mètre linéaire de ces conduites en fonction de leurs diamètres normalises, dont le type de matériaux choisi est la fonte.

Tableau IV.7 : Calcul des frais d'amortissement

Diamètre (mm)	Prix unitaire (DA)	Longueur (m)	Amortissement annuel(%)	Frais d'amortissement (DA)
600	15500	10002.76	0.10608	16446821.55
700	17500	10002.76	0.10608	18568992.07
800	21000	10002.76	0.10608	22282790.49
1000	24000	10002.76	0.10608	25466046.27

IV.5.3. Calcul des Frais d'exploitation

Les frais d'exploitation sont définis par la formule suivante :

$$F_{\text{exp}}=E \times e \dots\dots\dots(\text{IV.8})$$

Avec :

F_{exp} : Frais d'exploitation (DA)

E : Énergie totale dépensée par la pompe (kWh) .

e : Prix unitaire d'un Kw imposé par la SONELGAZ. ($e = 4,2\text{DA}$).

Puissance des pompes

La puissance absorbée par la pompe est donnée par la formule suivante :

$$P = \frac{g \times Q \times \text{HMT}}{\eta} \dots\dots\dots(\text{IV.9})$$

Avec :

P : Puissance absorbée par la pompe (kW) ;

g : Accélération de la pesanteur (m/s^2) ;

Q : Débit à refoulé (m^3/s) ;

HMT : Hauteur manométrique totale (m);

η : Rendement du pompage (80%).

Energie consommée par la pompe :

L'énergie consommée par la station de pompage est donnée par la formule suivante :

$$E = P \times t \times 365 \dots\dots(\text{IV.10})$$

Avec :

E : Énergie totale consommée par la pompe pendant une année (kWh) .

P : Puissance absorbée (kW) .

t : Temps de pompage en (heure) ; dans notre cas $t = 22\text{h}$.

Tableau IV.8 : Calcul des frais d'exploitation

Diamètre (mm)	HMT (m)	Q (m^3/s)	P (KW)	E (KWH)	Frais d'exploitation (DA)
600	54.63	0.385	258.49	2075674.946	8717834.775
700	52.85	0.385	250.07	2008032.418	8433736.154
800	51.87	0.385	245.44	1970875.591	8277677.481
1000	50.93	0.385	240.97	1934988.64	8126952.289

IV.5.4. Bilan total des frais

Le bilan des frais d'exploitation et d'amortissement permet de déterminer le diamètre économique de la conduite de refoulement.

Le calcul du bilan total des frais est représenté dans le tableau.IV.8 et illustré dans la figure.

Tableau IV.9 : Calcul du bilan total des frais

Diamètre (mm)	Frais d'Amortissement (DA)	Frais d'Exploitation (DA)	Bilan (DA)
600	16446821.55	9734915.498	26181737.05
700	18568992.07	9417672.039	27986664.11
800	22282790.49	9243406.521	31526197.01
1000	25466046.27	9075096.723	34541142.99

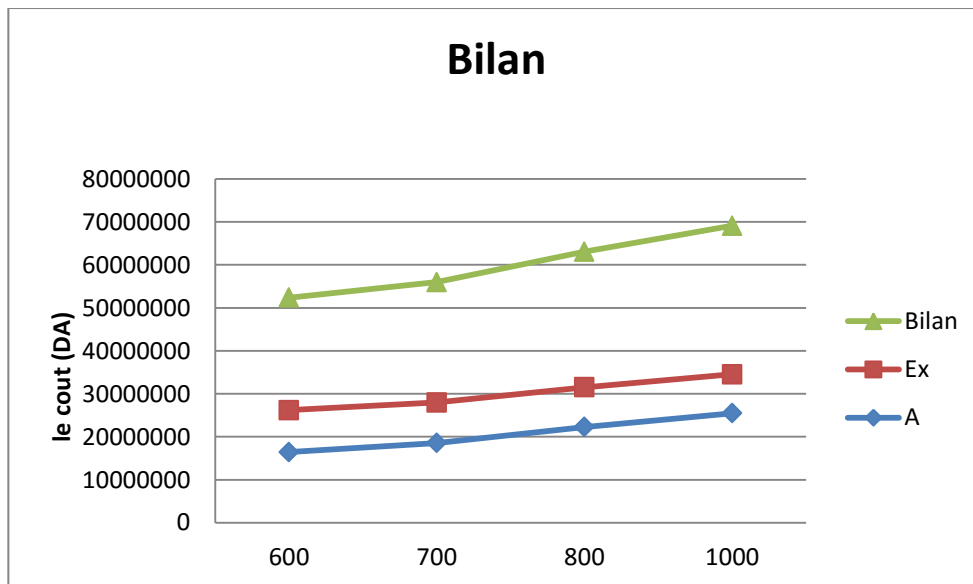


Figure IV.3 : Bilan total des frais

D'après les résultats de la Figure IV.1, on prend comme diamètre économique D=700 mm avec les caractéristiques suivantes :

Tableau IV.10: Le choix de diamètre économique.

Diamètre (mm)	Frais totale (DA)	HMT (m)	Type de conduite	Q(m3/s)	V (m/s)	NPSHr (m)
700	27986664.11	52.85	fonte	0.385	0.702	4.78

IV.5.5. Choix des pompes

Le choix de nombre de pompes se fait sur la base du plusieurs critères, qui sont :

- ✓ Nombre de pompes minimal
- ✓ Meilleur rendement
- ✓ Charge nette d'aspiration requise (NPSH) r minimale
- ✓ Nombre d'étage minimal
- ✓ Puissance absorbée minimale
- ✓ Encombrement et poids les plus faibles

Dans notre cas, nous avons utilisé le logiciel Caprari pour le choix du type et du nombre des pompes.

Tableau IV.11 : Variantes pour le choix du type de pompes.

Nombre des pompes	Type de la Pompe	Q _{cal} (l/s)	H _{MT} (m)	η %	N (tr/min)	P _{abs} (Kw)	NPSH _r (m)	Poids (kg)	D _{ref} (mm)
03	MEC-AZRBH2/125	129×3	52.8	71.2	2950	110	6.57	1000	125
04	PM 150 2A	90.1×4	52.5	78.5	1450	59.2	3.88	1260	150
04	MEC-AZRBH2/125	102.4×4	53.2	76.9	2950	73.1	4.78	851	125

Donc on opte pour quatre (04) pompes de type (**MEC-AZRBH2/125**) plus une pompe de secours car elles assurent :

- Le meilleur rendement (76.9%).
- Pabs minimale (73.1 KW).
- Vitesse de rotation (2950 tr/min).
- Nombre de pompe (4).
- Poids de (851 kg).

On donne les différentes caractéristiques de cette pompe (**MEC-AZRBH2/125**) :

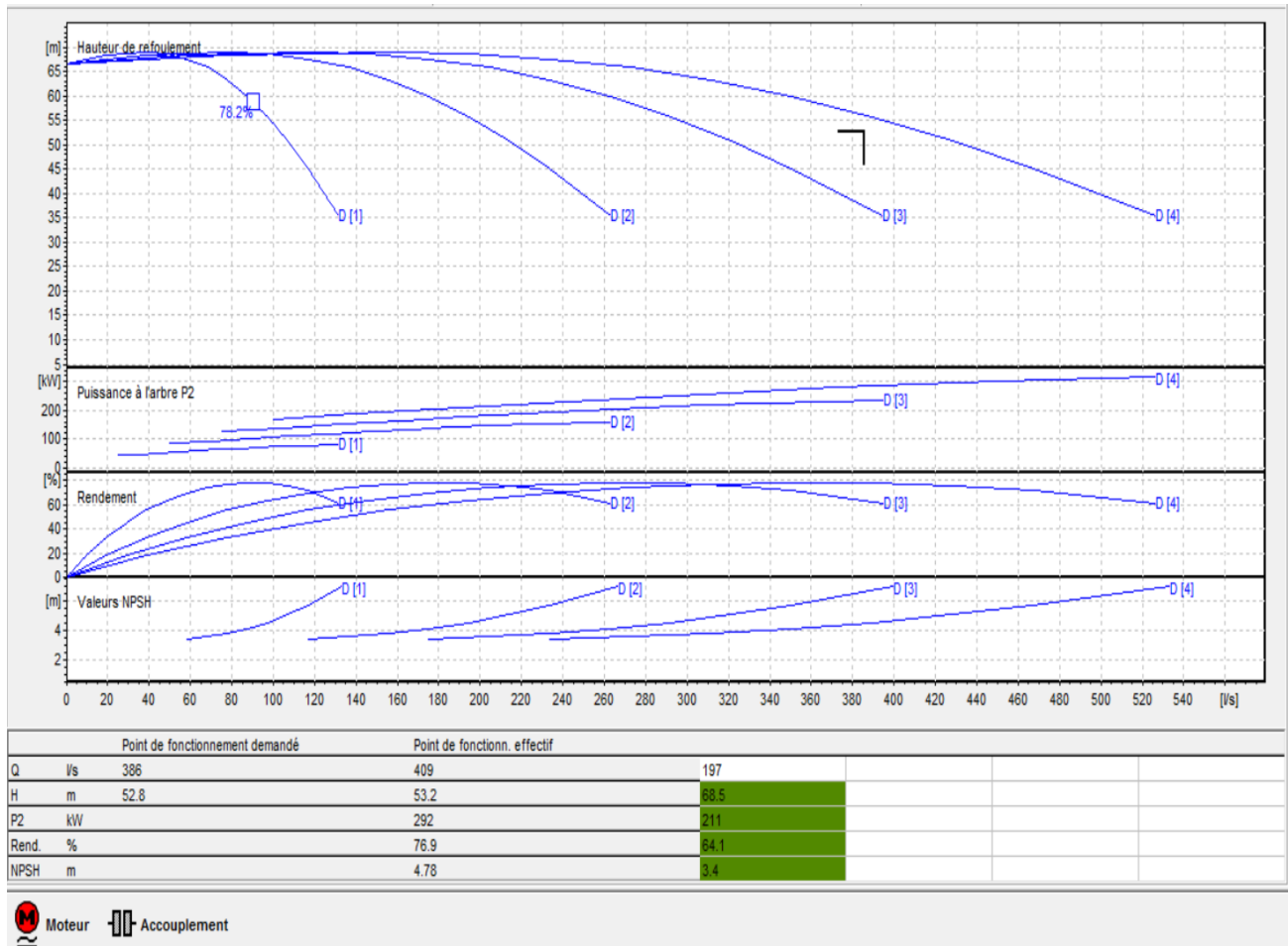


Figure IV.4 : Courbes caractéristiques de la pompe

IV.5.6. Protection contre de la cavitation :

La cavitation est la perturbation du courant liquide à l'entrée de la pompe en fonctionnement, cela se produit pour à une température constante, la pression absolue est inférieure ou égale à la tension de vapeur d'eau.

Pour s'assurer que notre réseau est protégé contre la cavitation, la condition suivante doit être vérifiée.

$$(NPSH)_r < (NPSH)_d ;$$

Avec :

(NPSH) r : Charge nette d'aspiration requise, elle est fournie par le constructeur.

(NPSH) d : Charge nette d'aspiration disponible, elle est fournie par l'installateur.

Afin de calculer (NPSH)d , on utilise la formule suivante :

$$(NPSH)_d = \rho a / \rho g - Z_E - \Delta H_a - P_v / \rho g - V^2 / 2g \dots \dots \dots (IV.11)$$

$p_a/\rho g$: en mce, la hauteur de pression atmosphérique locale, en fonction de la cote de l'emplacement de la station de pompage.

P_v : en mce, pour la plupart des installations, est en fonction de la température ambiante.

Avec une température d'eau comprise entre 15°C et 20°C, il est commande de prendre $P_v=20$ hPa, soit $P_v/\rho g=0.24$

- ZE : la différence de dénivelé entre le niveau de pompage et la bride d'entrée de la pompe
- ΔH_a : perte de charge à l'aspiration.

pour la conduite d'aspiration on prend les pertes de charges linéaires : 4m/1000m

Longueur asp = 21.5m, donc $\Delta H_{asp} = 0.022m$.

- Pour calculer V :

on a $D=700mm$ on trouve $V = 4 \times 0.385 / (\pi \cdot 0.7^2) = 1.54 \text{ m/s}$

D'où $V^2/2g = 0.118$.

Pour calculé les pertes de charges à l'aspiration, on utilise la formule de Williams-Hazen :

$$\Delta H_{\left(\frac{m}{100m}\right)} = 1.23 \times 10^{12} \times \frac{Q^{1.85}}{D^{4.87}}$$

Donc :

$$(NPSH)_d = 10.54 - 0.24 - 2 - 0.022 - 0.118 = 8.16m > 4.78m$$

Conclusion :

On remarque que $NPSH_d > NPSH_r$, d'où les pompes sont protégées contre la Cavitation.

IV.5.7. Dimensionnement du Réservoir de stockage (Bassin) :

Etant donné la superficie importante, on opte pour un réservoir circulaire. Le volume du réservoir est estimé comme suit :

$$V = Q_C \times T_{nf} \dots \dots \dots (IV.12)$$

Avec :

- ✓ V: Volume d'eau d'irrigation (m^3).
- ✓ Q_C : débit caractéristique (m^3/h), $Q_C = 1389.06 \text{ m}^3/h$.

✓ T_{nf} : temps de non fonctionnement pris égal à 2 heures.

On trouve donc $V = 1389.06 \times 2 = 2778.12 \text{ m}^3$. On prend un volume de $V=3000 \text{ m}^3$.

Reservoir circulaire :

Les dimensions finales du bassin sont : $6 \times 23 \times 23 = 3174 \text{ m}^3$.

- Diamètre : 23 m.
- Hauteur : 6 m.

Conclusion :

Dans Ce chapitre, nous avons étudié le système d'adduction du secteur Sud du périmètre de El Tarf alimenter à partir du barrage Bouhalloufa, dans le cadre de la réalisation du projet au premier lieu le périmètre est découpé en 40 îlots d'irrigation alimentés chacun par une borne d'irrigation, avec une superficie totale de 440 ha. En deuxième phase, nous avons entamé le calcul hydraulique des canalisations du système d'adduction du périmètre d'étude, ce qui a permis d'estimer les pressions aux bornes. On a étudié aussi le système de pompage et on a calculé les frais totaux d'amortissement et d'exploitation.

Chapitre V

Etude des techniques d'irrigation des cultures

Chapitre V: Etude des techniques d'irrigation des cultures

Introduction :

Dans ce chapitre on va présenter les techniques d'irrigation et analyser les différents paramètres qui nous permettront de choisir la technique la plus convenable pour notre périmètre.

V.1 Choix des techniques d'irrigation:

Pour le choix des techniques d'irrigation, plusieurs facteurs sont à prendre en considération à savoir :

- Les conditions climatiques de la région d'étude.
- La pente du terrain à irriguer.
- Le débit dont on dispose.
- Nature du sol (perméabilité).
- Nature des cultures.
- Facteurs économiques.
- Rentabilité de l'opération.

V.2 Différentes techniques d'arrosages:

Les techniques d'arrosages sont majoritairement réparties en trois classes :

- L'irrigation gravitaire ou de surface.
- L'irrigation par aspersion (sous pression).
- L'irrigation par localisée.

V.2.1 Irrigations gravitaire ou de surface:

La technique de l'irrigation gravitaire encore appelée irrigation de surface consiste à prélever l'eau en un point haut et la laisser s'écouler par gravité. La totalité du champ peut être submergée en apportant de grandes quantités d'eau, ou bien l'eau peut être dirigée vers des rais (séguia) ou des planches d'irrigation.



FigureV.1 : Irrigation gravitaire

Cette technique d'irrigation est la plus ancienne. Elle utilise un canal à ciel ouvert qui apporte l'eau par gravité à des canaux de plus en plus petits, venant irriguer les parcelles cultivées. Ce système d'irrigation utilise énormément d'eau, d'autant plus qu'une grande partie se perd par évaporation. En somme, la distribution entre les différentes techniques d'irrigation de surface, est essentiellement fondée sur la méthode d'utilisation de l'eau, soit par ruissellement, à la raie et en planches ou par l'irrigation par submersion.

- **Irrigation par ruissellement :**

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

- **Irrigation à la raie:**

L'irrigation à la raie consiste à aménager des petites rigoles (sillons) de terre dans le sens de la pente du terrain pour transporter l'eau entre les rangées des cultures. Cette méthode est essentiellement appropriée pour les cultures qui ne tolèrent pas la submersion de leurs feuillages ou de leur collet par les eaux pour un temps long. Elle convient pour les terrains en pente, et pour plusieurs types de sol.

La longueur des sillons dépend de la pente du terrain naturel, du type de sol, du débit d'eau, de la dose d'irrigation.

- **Irrigation par submersion:**

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

- **Irrigation en planches:**

Dans ce type d'irrigation, le champ à irriguer est divisé en planches par des diguettes parallèles, les planches sont de longues bondes de terrain, aménagées en pente douce, l'alimentation en eau des planches est réalisée soit à l'aide de prises d'eau aménagées sur le canal d'amenée et équipée d'une vannette, soit par siphons ou une gain souple.

Avantages et inconvénients des techniques d'irrigation gravitaire:

Avantages :

- Cout d'investissement relativement faible.
- Besoins en énergie nuls.
- Possibilité de lessivage (engorgement des eaux).
- Permet d'irriguer des grandes surfaces.
-

Inconvénients :

- Frais de Main-d'œuvre.
- Techniques peu sûres.
- Insensibilité au vent (évaporation intensive).
- Pertes d'eau considérable.
- Le volume d'eau utilisé est important.
- La durée de l'arrosage est plus longue.

V.2.2 Irrigations par sous pression:

Il s'agit d'une technique moderne dont la réalisation impérative d'un réseau hydraulique appropriée et conçu selon des normes scientifiques basées sur des critères de choix en rapport à toutes conditions climatiques, topographiques, géologiques, pédologique et hydrogéologiques ainsi le connaissance parfaite de l'origine de la ressource existant et disponible et l'étude préalable de son bassin versant. Cette technique exige une infrastructure cohérente avec apport à des motopompes si l'eau utilisée est acheminée par voie de pompage. Donc, il s'agit d'un ensemble d'équipements hydrauliques à fonctionnement simultané, exigeant la présence de tout un personnel qualifié et chargé à exécuter des tâches spécifiques pour le bon déroulement des phases de production de l'eau et de la distribution.

• Irrigation par aspersion :

Cette technique est conçue sur le modèle la pluie naturelle, l'eau est diffusée sous forme d'une pluie artificielle dont le but 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.



Figure V.2 : Irrigation par aspersion

Avantages et inconvénients de technique d'irrigation par aspersion:**Avantages :**

- Provoque une forte oxygénation de l'eau.
- Economie d'eau.
- Favorise les conditions ambiantes autour des plants.
- Possibilité d'automatisation de système d'irrigation.
- Frais dérisoires de main d'œuvres.

Inconvénients :

- Cout élevé de l'investissement (achat de matériel).
- Tassement du sol (engins agricoles).
- Développement de mauvaises herbes.
- Déplacement permanent du matériel de surface (rampe d'irrigation).
- Contrainte au vent (irrigation perturbé).
- Qualité d'eau.

• Irrigation par pivot:

Le pivot est une machine d'irrigation automatique arrosant un cercle actionné par l'énergie électrique, l'eau est distribuée par des travées alignées bout à bout et tournant de manière synchronisée autour d'un point central.



Figure V .3 : Irrigation par pivot

Avantages et inconvénients de technique d'irrigation par pivot:**Avantages :**

- Permet de reproduire au mieux la pluie.
- Adaptée au terrain en relief accidenté (en pente ou vallonné).
- Evite tout ruissellement et dégradation du sol.
- Permet de lutter très efficacement contre le gel.
- Permet une économie important d'eau (pour la région aride et semi-aride).
- Adapté au sol léger très perméable.
- Assure une répartition homogène de l'eau d'irrigation.
- Assure une meilleure oxygénation de l'eau d'irrigation.

Inconvénients :

- Répartition défectueuse de l'eau par grand vent.
- Risque d'accident mécanique.
- Dépense d'énergie.
- Difficulté d'arroser l'angle en parcelles rectangulaire.
- Frais d'établissement élevé.

V.2.3 Irrigations localisée (goutte à goutte):

Le principe de la micro-irrigation est d'apporter au plus près de la plante l'eau qu'elle consomme en limitant au maximum les pertes éventuelles par évaporation, percolation, ruissellement observés sur tous les autres systèmes d'irrigation. Cette technique est utilisée notamment en arboricultures 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, il est donc localisée.

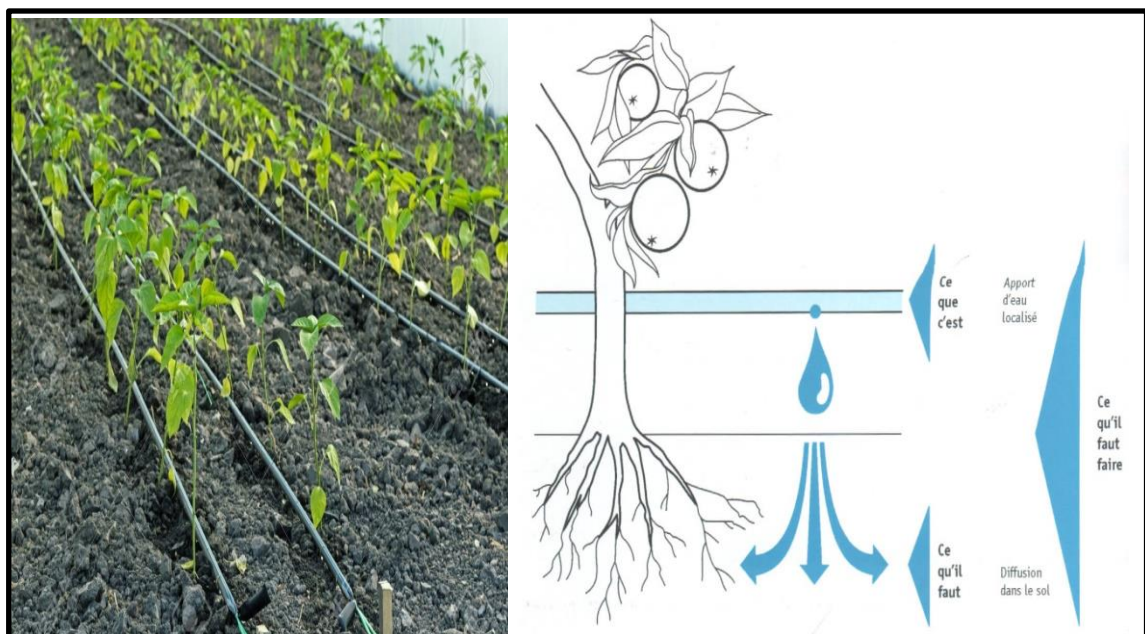


Figure V .4 : Irrigation localisée (goutte à goutte).

- **Composition d'une installation goutte à goutte:**

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

- Point de fourniture d'eau.
- L'unité de tête.
- Des canalisations de transport (canalisations principales et secondaires) en tête des postes d'arrosage.
- Une ou des canalisations d'alimentation des rampes (le ou les porte rampes).
- Des canalisations d'alimentation des distributeurs (les rampes).
- Les distributeurs installés le long des rainées de cultures.

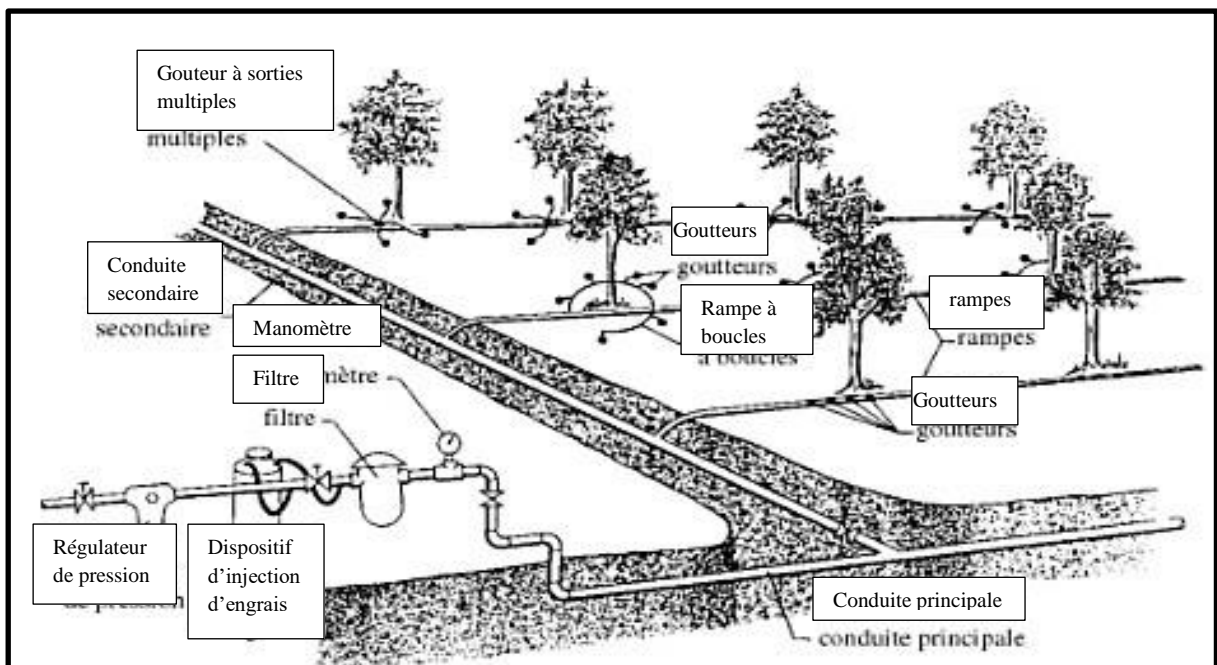


Figure V.5 : Installation d'irrigation localisée (goutte à goutte).

a) L'unité de pompage:

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

b) La station de tête :

L'élément principal de l'installation est la station de tête qui comprend les différents appareils nécessaires pour garantir le bon fonctionnement et la sécurité du réseau ainsi que la protection de l'environnement. Les différentes fonctions assurées concernent le

conditionnement hydraulique de l'eau, la filtration, la chimigation, la programmation et le comptage.

c) Conduites et rampes :

Conduite principale :

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

Les porte-rampes :

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

Les rampes :

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

Les distributeurs :

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



Figure V.6 : Goutteur

- **Différentes types de distributeurs:**

- a) **Goutteurs :**

Les plus utilisés ont des débits 2 l/h pour les cultures maraichères et de 4 l/h pour les cultures pérennes. Ils sont placés en dérivation, en ligne ou intégrés dans les rampes.

- b) **Gaine :**

Destinée aux cultures maraichères, peut être utilisés pour les vergers, elles assurent conjointement un rôle de transport et de distributeur.

- c) **Tubes poreux :**

La paroi à structure poreuse laisse passer l'eau, ils sont généralement enterrés.

- d) **Mini diffuseurs :**

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

- e) **Qualité de l'eau :**

C'est un élément essentiel dont dépendent les risques de colmatage des distributeurs ; les eaux de mauvaise qualité (trop chargées) sont généralement des eaux de surfaces (rivière, canaux lacs, bassins) riches en impuretés sous forme minérale ou organique. Si les éléments les plus gros sont retenus par une filtration efficace, les éléments très fins par contre traversent les filtres et se déposent à l'intérieures des distributeurs entraînant peu à peu une diminution de leur débit.

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

- f) **Nature du sol :**

La nature du sol permet de choisir entre mini diffuseurs et goutteurs. Dans certains sols très filtrants, sableux ou caillouteux comportant une nature grossière, pour lesquels la diffusion latérale de l'eau est faible, ainsi que dans certains sols argileux comportant des argiles gonflantes dont la dessiccation entraîne la formation de fentes retraites.

Pour tous les autres types de sol, des goutteurs de 2 ou 4 l/h conviennent, d'autant que les investissements nécessaires sont dans ce cas plus faibles.

g) Nature des cultures :

Pour les cultures pérennes, telles que les arbres fruitiers, vignes, ou l'installation est fixe les distributeurs en ligne ou en dérivation sur la rampe peuvent être envisagés. Par contre, dans le cas des cultures annuelles ou les rampes doivent être enroulées ou déroulées lors de la mise en place de la culture et pour la récolte, on évitera les goutteurs en dérivation faisant saillie sur la rampe, au bénéfice des goutteurs en ligne, des goutteurs intégrés dans la rampe, des gaines souples.

Avantages:

- Meilleur développement des cultures du a l'humidification permanent de la couche active de sol.
- Economie d'eau et de la main d'œuvres (système fixe).
- Réduction des mauvaises herbes.
- Réduction de l'évaporation (peut des pertes).
- Economie d'engrais.
- Possibilité d'automatisation.

Inconvénients:

- Investissement onéreux (achat matériel).
- Risque d'obstruction des goutteurs.
- Nécessité d'une main d'œuvre spécialisée.
- Apte seulement pour les cultures en ligne (arboricoles et maraichères).

V.3 Choix de la technique d'arrosage:

Pour pouvoir choisir la technique d'irrigation convenable, il est nécessaire de connaître toutes les contraintes de chaque type d'arrosage. Une analyse multicritères des techniques d'arrosage basée sur différentes contraintes est nécessaire pour aboutir au choix de la technique d'irrigation la plus adéquate pour la zone considérée, notre analyse est détaillée comme suit :

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

Contraintes	Irrigation de surface par Rigole	Irrigation par Aspersion	Irrigation Localisée
Evaporation			
Vent (1.9 m/s)	+	++	+++
Texture (argileux-limoneuse)	+++	+	+++
Perméabilité (bonne)	++	++	+++
Pente	++	+++	+++
Qualité d'eau (moyenne)	+	++	+++
	++	++	+
Cultures			
▪ Maraîchage			
▪ Céréales	+++	+++	+++
▪ Arbres	x	+++	x
	++	x	+++
	+X		
Contraintes économiques			
▪ économie d'eau		++	+++

Remarque

x: inadéquat ou déconseillé;

+: Adapté avec réserve;

++ : Adapté ;

+++ : Très Adapté

Conclusion

Le choix du système d'irrigation reste toujours un critère de la réussite de l'investissement, un système d'irrigation mal choisi peut entraîner des pertes économiques très graves. C'est pour ça qu'on doit le prendre en considération. Le choix de l'irrigation localisée est très coûteux, mais leur utilisation fait économiser l'eau pour les régions où elle manque, et c'est encore un réseau qui persiste plusieurs années si on le maintient régulièrement.

Pour un investissement de long terme, l'irrigation localisée demeure un bon voire le meilleur, choix pour avoir une grande productivité et pour que l'investissement soit rentable.

Les techniques à adopter pour l'irrigation de notre périmètre sont l'irrigation localisée et l'irrigation par aspersion.

Chapitre VI

Dimensionnement à la parcelle

Chapitre VI : Dimensionnement à la parcelle

Introduction :

Parmi les différentes options techniques qui sont à envisager lors de l'élaboration d'un schéma d'aménagement, le choix de la technique d'irrigation constitue un point primordial.

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

VI.1 Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte

Le réseau d'irrigation sera installé sur la parcelle N° 11-4, alimentée par la borne N° 11 et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 3.65 bars. La surface de l'exploitation est de 3.8 ha et présente une forme relativement rectangulaire.

Données générales

Culture : Olivier.

Besoin de pointe : 137.45 mm (Juillet).

Organisation du réseau : Avec un écartement de 4*4m, et un espacement des goutteurs 2. m.

- -surface : 3.8 ha. -Longueur : 191.6 m. -Largeur : 125.7 m.

Caractéristique du goutteur :

- Débit nominal : 4 l/h Pression nominale : 10 m.c.e
- Espacement des goutteurs : 2 m
- Le nombre de goutteurs par plante : 2.

VI.2 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée :

VI.2.1 Influence du taux de couverture du sol :

On applique 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

- La formule de Freeman et Garzoli :

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

Ex : Pour notre cas on considère un taux de couverture égale à 60% (pour les arbres adultes) donc : $K_r = 0.80$.

$$B_{jl} = B_j * K_r \quad B_j = ETM_c = (137.87/30) * 0.8 = \mathbf{3.66 \text{ mm/j}} \dots\dots\dots (VI.2)$$

VI.2.2 Dose nette pratique :

Détermination d'une fraction ou pourcentage d'humidification (P) du bulbe humide dans la zone racinaire. La dose (RFU) étant définie par le paramètre (P) :

$$Dp = (Hcc - Hpf) \cdot Y \cdot Z \cdot da \cdot P\% = RFU \cdot P\% \quad \text{..... (VI.3)}$$

Hcc : (28%), Hpf : (17%) ; Y : (2/3) ; Z : P. racines (1500 mm), da=1.35

P : Pourcentage du sol humidifié.

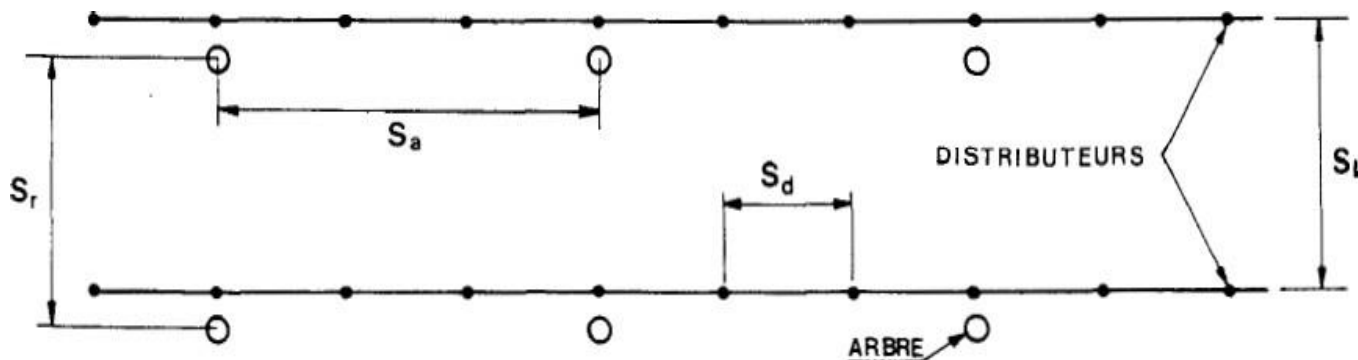


Figure VI.1 : Dispositifs d'installation des goutteurs sur la rampe

Calcul du pourcentage d'humidification

$$P\% = \frac{n \cdot Spd \cdot Sh}{Sa \cdot Sr} \quad \text{.....(VI.4)}$$

P : Volume du sol humidifié

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

Spd : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre = (\approx 2m).

Sh : Largeur de la bande humidifiée (tirée de la table) = 1m (arbres).

Sr : Ecartement entre rangs d'arbre (4m).

Sa : espacement des arbres sur les rangs (4m).

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

$$DP = (28 - 17) / 100 \cdot 1500 \cdot (2/3) \cdot 1,35 \cdot 0,25 \quad , \text{ on trouve:} \quad \mathbf{Dp = 37,12 \text{ mm.}}$$

VI.2.3 Fréquence et intervalle des arrosages (Fr):

L'intervalle entre deux d'arrosage (tour d'eau) est donné par la formule suivante :

$$Fr = \frac{\text{Dose pratique}}{Bjl} = \frac{37,1}{3,66} = 10,13 \text{ jours}$$

Donc on prend une fréquence de **10 jours**.

VI.2.4 Calcul de la dose réelle :

On recalcule la nouvelle dose pratique :

$$D_r = Fr. B_{jl} = 10 \times 3.66 = 36.6 \text{ mm}$$

VI.2.5 Calcul de la dose brute réelle :

$$D_{brute} = \frac{D_r}{C_u \cdot \text{Eff}}$$

Avec :

✓ Eff : efficacité du réseau d'irrigation Eff=90% ;

✓ C_u : coefficient d'uniformité $C_u=90\%$.

$$D_{brute} = \frac{D_r}{C_u \cdot \text{eff}} = \frac{36.6}{0.9 \cdot 0.9} = 45.18 \text{ mm donc : } D_{brute} = 42 \text{ mm .}$$

VI.2.6 Durée de fonctionnement par d'arrosage (h) :

➤ soit on prend un débit de 8 l/h donc on obtient $\theta=21$ h ;

➤ soit on augmente le nombre de goutteurs à 4 goutteur/arbre.

VI.2.7 Nombre de poste :

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} = 1 \text{ On prend 1 poste.}$$

VI.2.8 Surface du poste :

$$S_p = \frac{\text{Surface totale}}{\text{Nombre de poste}} = \frac{3.8}{1} = 3.8 \text{ ha}$$

$$\text{Nbre de goutteurs} = S_p = \frac{\text{Surface totale}}{S_r \times S_{pd}} = \frac{3.8 \times 10000}{4 \times 4} = 2375 \text{ goutteurs.}$$

VI.3 Calculs hydrauliques :

✓ $S=3.8$ ha,

✓ La longueur de la rampe: 125.7 m

✓ La longueur de la porte rampe: 191.6m

✓ La longueur de la conduite secondaire : 5m,

✓ S irriguée = 3.8 ha.

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

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

VI.3.1 La variation maximale de la pression :

$q = K.H^x$ avec : $x=0.5$ (caractéristique du goutteur)

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

Avec :

$q(g)$: débit nominal du goutteur

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

Donc selon la règle de Christainsen 10%, ΔH singulières = 0.2 m.

- Le reste 1.8 ΔH linéaire = 1.8 m ;
- Donc pour les rampes = $2/3 \times 1.8 = 1.2$ m ;
- Pour le porte rampe = $1/3 \times 1.8 = 0.6$ m.

VI.3.2 Dimensionnement des canalisations du réseau :

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

➤ Les rampes

Ils sont toujours en PEBD (polyéthylène basse densité), à l'exception de quelques installations ou l'on a utilisé du PVC rigide de petit diamètre.

➤ Porte-rampes

C'est la conduite qui alimente les rampes, ils sont généralement en polyéthylène (PEHD).

Le diamètre des rampes ainsi que du porte- rampe est calculé d'après les formules suivantes :

$$\varnothing r(cal) = \left[\frac{P.d.c(r) * 2.75}{0.478 * Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-1/4.75} \dots\dots\dots (V.5)$$

$$\varnothing pr(cal) = \left[\frac{P.d.c(pr) * 2.75}{0.478 * Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-1/4.75} \dots\dots\dots (V.6)$$

Avec :

- $Pdc(r)$: la perte de charge dans la rampe ;
- $Q(r)$: le débit de la rampe en l/h ;
- $L(r)$: la longueur de la rampe en m ;

- \varnothing_r (cal) : le diamètre de rampes ;
- \varnothing_{pr} (cal) : le diamètre de porte rampe.

VI.3.2.1 Dimensionnement des rampes : $L=125.7$ m

Le nombre d'arbres par rampe:

$N_{arbres} = Lr/Ea = 125.7/4 = 31.4$, donc 31 arbres.

Nombre des goutteurs par rampe:

$N_g = N_{arbres} * n = 31 * 2 = \mathbf{62}$ goutteurs par rampes.

Débit de la rampe :

$$Q_r = N_g \times Q_g$$

$$Q_r = 4 \times 62 = 248 \text{ l/h}$$

$$P_{dc} = 1.2 \text{ m}$$

Diamètre de la rampe :

$$Q_r = 248 \text{ l/h} ; P_{dc} = 1.2 \text{ m} ;$$

$$\varnothing(cal) = \left[\frac{P.d.c(r) * 2.75}{0.478 * Q(r)^{1.75} * L(r)} \right]^{-1/4.75} = 14.04 \text{ mm}$$

$D_{rampe} = 14.04 \text{ mm}$, on prend **DN = 16 mm**.

a) 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 $D = 63 \text{ mm}$

Perte de charge selon Hazen-williams.

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{C_w} \right)^{1.852} \cdot \frac{L}{D^{4.87}} \cdot Q^{1.852} \dots\dots\dots (V.7)$$

Avec :

L : la longueur de la conduite ;

Q : débit (m³/s) et D : diamètre intérieur de la canalisation (m) ;

On a :

$$C_w = 130 \text{ (PE)}, \quad L = 125.7 \text{ m}, \quad D = 0.016 \text{ m}, \quad Q = 0.000068 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\Delta H_{rampe} = 1.02 \text{ m}$$

$$\Delta H_{porte rampe \text{ total}} = \mathbf{1.12 \text{ m} < 1.2 \text{ m (vérifiée)}}.$$

Tableau VI.1 : Les pertes de charges de la rampe.

Culture	Surface (m ²)	Lr (m)	Ng	Qr (l/h)	ΔH_r (m)	Dn (mm)	Vitesse (m/s)	ΔH_{total} (m)
Oliver	38000	125.7	62	248	1.02	16	0.085	1.12

VI.3.2.2 Dimensionnement des porte rampe : L=191.6 m**Le nombre des rampes:**

$$N_r = L_{pr}/E_r = 191.6/4 = \mathbf{47 \text{ rampes.}}$$

Débit du porte rampe:

$$Q_{pr} = Q_r \times N_r = 248 \times 47 = \mathbf{11656 \text{ l/h ;}}$$

Diamètre de la porte rampe :

$$Q_{pr} = 11656 \text{ l/h ; } P_{dc} = 0.6 \text{ m ;}$$

$$\varnothing_{pr(cal)} = \left[\frac{P_{d.c}(pr) \cdot 2.75}{0.478 \cdot Q_{pr}^{1.75} \cdot L_{pr}} \right]^{-1/4.75}$$

Donc : $D_{pr} = 73.35 \text{ mm}$, on prend : $D_{pr} = \mathbf{75 \text{ mm}}$ **b) Vérification des pertes de charges :**

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{C_w} \right)^{1.852} \cdot \frac{L}{D^{4.87}} \cdot Q^{1.852}$$

$$C_w = 130 \text{ PEBD, } L = 191.6 \text{ m, } D = 90 \text{ mm, } Q = 0.0032 \text{ m}^3/\text{s.}$$

$$\Delta H_{\text{porte rampe}} = 0.52 \text{ m}$$

$$\Delta H_{\text{porte rampe total}} = \mathbf{0.57 \text{ m} < 0.6 \text{ m (vérifiée)}}$$

Tableau VI.2 : Les pertes de charges de la porte rampe.

Culture	Surface (m ²)	Lpr (m)	N rampes	Qr (l/h)	ΔH_r (m)	Dn (mm)	Vitesse (m/s)	ΔH_{total} (m)
Oliver	38000	191.6	47	11656	0.52	75	0.13	0.57

Donc les pertes de charges sur rampes et porte-rampe sont :

$\Delta H_{\text{rampe+porte rampe}} = 1.12 \text{ m} + 0.57 \text{ m} = 1.69 \text{ m} < 1.8 \text{ m}$ (Règle de Christiansen Vérifiée).

VI.3.2.3 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 :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi V}} \dots\dots\dots(V.8)$$

Avec :

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

✓ V : vitesse d'écoulement (m/s).

D=0.0724m, on prend D=75mm.

VI.3.3 Calcul Récapitulatif et vérification des pressions à la borne de distribution :

Tableau VI.3 : Récapitulatif des calculs hydrauliques

Conduites	La rampe	Porte rampe	C. tertiaire
Longueur(m)	125.7	191.6	5
Diamètre(mm)	16	75	75
Débit (m ³ /s)	0.000068	0.0032	0.0032
Pertes de charge(m)	1.12	0.57	0.019

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

$$P(m) = 10 + 1.12 + 0.57 + 0.019 = 11.709 \text{ m} = 1.17 \text{ bar}$$

Donc la pression requise est nettement inférieure à celle de la borne.

Conclusion:

Dans ce chapitre, nous avons abordé le dimensionnement d'un réseau goutte à goutte, pour la culture l'olivier.

L'utilisation de ces systèmes a pour but d'économiser l'eau d'irrigation, et aussi d'améliorer les rendements des cultures, ce qui permettra d'intensifier les cultures dans la wilaya d'El Tarf.

Chapitre VII

Etude TECHNICO- ECONOMIQUE

Chapitre VII : Etude TECHNICO-ECONOMIQUE

Introduction

Dans ce présent chapitre on estimera le cout total du projet de l'aménagement hydro-agricole du périmètre d'El Tarf (secteur Sud). Pour se faire il est important de quantifier l'ensemble des travaux à entreprendre et qui sont :

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

VII.1 Différents travaux à entreprendre :

Les étapes des différents travaux sur des chantiers de réalisation des adductions sont :

a) Exécution des tranchées

C'est une opération de terrassement (déblais) qui consiste à faire des excavations. Ces excavations seront faites par une pelle hydraulique et les déblais seront posés à côté de la tranchée, l'autre côté étant réservé au bardage des conduites.

b) Pose du lit de sable

Cette opération consiste à poser un lit de sable au fond de la tranchée, ce lit aura une épaisseur de 20cm dans notre cas.

c) Pose des conduites

Avant la pose des conduites dans chaque fouille, on procède à un tri des conduites de façon à écarter celles qui ont subies des chocs ; et 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.

d) Epreuve de joint et de la canalisation

Pour plus de sécurité, l'essai de pression des conduites et des joints se fait avant le remblaiement, 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.

a) Remblayage des tranchées

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

b) 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.

VII.2 Facture des différents types de conduites du réseau de distribution

Les prix des conduites sont détaillés comme suit :

Tableau VII.1 : Facture des différents types de conduites du réseau de distribution

Conduites	Type de conduite	Unités de mesure	Quantité (m)	Prix unitaire (DA/m)	Montant (DA)
Ø 63	PEHD	ml	123.92	137.18	16999.3456
Ø 75	PEHD	ml	419.05	193.61	81132.2705
Ø 90	PEHD	ml	1230.8	278.35	342593.18
Ø 110	PEHD	ml	1093.98	416.1	455205.078
Ø 125	PEHD	ml	662.4	530.1	351138.24
Ø160	PEHD	ml	1323.98	868.3	1149611.834
Ø 200	PEHD	ml	845.53	1 358.50	1148652.505
Ø 315	Fonte	ml	2120.59	3 363.00	7131544.17
Ø 400	Fonte	ml	2448.02	5 396.00	13209515.92
Ø 500	Fonte	ml	909.87	8 398.00	7641088.26
Ø 600	Fonte	ml	2498.86	21 000.00	52476060
Total (HT)					84003540.8
TVA (19%)					15960672.75
Total (TTC)					99964213.56

Tableau VII.2 : Cout des équipements de protection du réseau de distribution.

	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant(DA)
les bornes d'irrigation	U	40	50 000	2000000
vanne Ø90	U	8	9335	74680
vanne Ø125	U	4	12000	48000
vanne Ø110	U	25	100000	2500000
matériaux d'irrigation localisée				
les goutteurs	u	2914	31	65875
les rampes Ø16	ml	5907.9	30.64	181018.056

les portes rampes Ø90	ml	191.6	450.62	86338.792
conduite tertiaire Ø90	ml	5	278.35	1391.75
vanne	u	1	14000	14000
Venteuses + vidanges		3	6500	19500
Total				4990803.598
TVA 19%				948252.68
TCC (DA)				5939056.28

VII.3 Frais des travaux sur réseau d'irrigation

Il s'agit des frais des travaux exécutés pour la réalisation des tranchées et autres emplacements pour la pose de canalisations :

VII.3.1 Calcul des volumes de déblais et remblais

La pose des conduites dans le réseau se fait dans des tranchées conçues selon le tracé et l'itinéraire des lignes de conduites et prend en compte les longueurs, les largeurs et les hauteurs de chaque tranchée conçue à recevoir une conduite de diamètre spécifique.

La largeur de la tranchée varie selon la section des conduites est de :

$$l = D + 2 \times 0.3 \text{ (m)} \dots\dots\dots \text{(VII.1)}$$

La hauteur est de :

$$H = D + h_{\text{sable}} + 0.8 \text{ (m)} \dots\dots\dots \text{(VII.2)}$$

Avec :

- h_{sable} : qui est la hauteur du lit de sable comprise entre 0.1 et 0.2 mètres
- Sois L la longueur de la tranchée en mètres.
- D : diamètre de la conduite.

a) Volume du déblaiement

Le volume des déblaiements sera alors égal à :

$$V_{\text{deb}} = L \times H \times l \text{ (m}^3\text{)} \dots\dots\dots \text{(VII.3)}$$

b) Volume de remblais

Le volume du remblai est égale à celui des déblais duquel on soustrait le volume de la conduite enterrée on aura donc :

$$V_{\text{remb}} = V_{\text{deb}} - V_{\text{cond}} \dots\dots\dots \text{(VII.4)}$$

Avec :

$$V_{\text{cond}} = (\pi \times D^2 / 4) \cdot L \dots\dots\dots \text{(VII.5)}$$

Donc : $V_{\text{remb}} = V_{\text{deb}} - (\pi \times D^2 / 4) \cdot L$

c) Volume de sable

Le Volume du sable nécessaire pour le lit de sable est égale à :

$$V_{\text{sable}} = h_{\text{sable}} \times L \times l \dots\dots\dots \text{(VII.6)}$$

La figure si après illustre la disposition de la conduite au niveau de la tranchée :

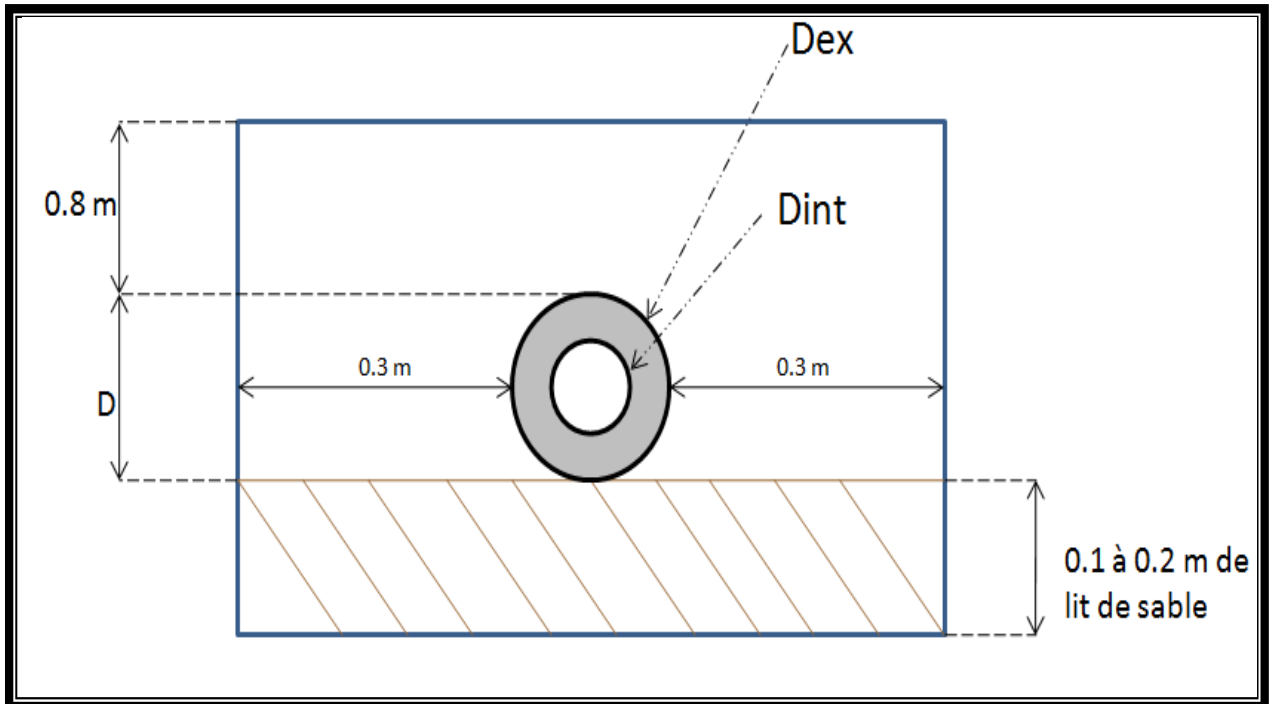


Figure VII.1 : Disposition de la conduite dans une tranchée

d) Calcul des différents volumes

Tableau VII.3 : Quantité des travaux de terrassement.

Conduites	l (m)	h (m)	L (m)	V _{deb} (m ³)	V _{cond} (m ³)	V _{sable} (m ³)	V _{remb} (m ³)	V _{excédentair} (m ³)
Ø 63	0.66	1.06	136.22	96.004	0.424	18.063	77.516	18.487
Ø 75	0.68	1.08	419.05	304.073	1.850	56.572	245.651	58.422
Ø 90	0.69	1.09	1230.8	925.685	7.826	169.850	748.008	177.676
Ø 110	0.71	1.11	1093.98	862.166	10.391	155.345	696.429	165.736
Ø 125	0.73	1.13	662.4	540.270	8.125	96.048	436.097	104.173
Ø160	0.76	1.16	1323.64	1166.921	26.600	201.193	939.128	227.793
Ø 200	0.80	1.20	845.53	811.709	26.550	135.285	649.874	161.834

Ø 315	0.92	1.32	2120.59	2551.547	165.176	388.068	1998.303	553.244
Ø 400	1.00	1.40	2448.02	3427.228	307.471	489.604	2630.153	797.075
Ø 500	1.10	1.50	909.87	1501.286	178.562	200.171	1122.552	378.733
Ø 600	1.40	1.80	2498.86	6297.127	1255.427	699.681	4342.019	1955.108
Total				18484.015	1988.403	2609.880	13885.731	4598.283

Tableau VII.4 : Coût des travaux de terrassement.

Conduites	Unités de mesure	Quantité (m ³)	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Déblai	M ³	96.004	1000	96003.63318
Pose du lit de sable	M ³	18.063	1100	19869.0492
Remblai de la tranchée	M ³	77.516	600	46509.86718
Evacuation de terres excédentaires à la décharge	M ³	4598.283	500	2299141.676
HT				2461524.226
TVA				467689.6029
TOTAL (DA)				2929213.829

Le cout total des travaux est estimé comme suit :

$$Pt = F_{\text{debl}} + F_{\text{remb}} + F_{\text{sable}} \dots \dots \dots \quad (\text{VII.7})$$

soit donc : **Pt = 2929213.829 DA**

VII.4 Estimation du cout du projet

Le cout total du projet en prenant en compte toutes les opérations financières est de l'ordre de :

$$CT = 99964213.56 + 5939056.28 + 2929213.829 = \mathbf{108\ 832\ 483.67\ DA\ TTC.}$$

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons défini les étapes nécessaires de pose des canalisations d'un réseau d'irrigation, puis on a calculé les volumes de terrassement. En définitive, la mise en œuvre de ce projet repose sur une étude minutieuse ayant pris en compte toutes les phases d'exécution du projet avec une recherche approfondie des prix du marché des matériaux recueillis auprès des fournisseurs. L'estimation du coût total du projet a donné un montant global de **Cent huit million huit-cent-trente-deux mille quatre-cent-quatre-vingt-quatre Dinars Algériens (108 832 484 Da)**, avec un linéaire d'adduction de plus de 10 km.

Conclusion générale

Conclusion générale

L'analyse du rôle de l'irrigation dans la production agricole montre que celle-ci est de plus en plus mise à contribution pour assurer la sécurité alimentaire mondiale.

L'irrigation a été, avec les améliorations génétiques et la fertilisation chimique, une des composantes essentielles de la révolution verte, mais cette sécurité ne peut être garantie qu'en irriguant plus, ce que est contrainte à la gestion de l'eau, ou il est important d'irrigué mieux en économisant l'eau dans tous les systèmes d'irrigation existants.

Ce mémoire, sans être exhaustif, présente une récapitulation détaillée et raisonnée de l'ensemble des données pratiques pour conduire au mieux l'aménagement hydro agricole du périmètre de El Tarf (Wilaya de Tarf) qui s'étend sur une superficie nette de 440 ha irrigué à partir du barrage de Boualloufa 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 relativement humide, et que l'irrigation est parfois utile.

Deuxièmement on a quantifié les ressources en sol et en eau disponibles au niveau du bassin versant de Tarf afin de les exploiter au mieux dans la réalisation du projet.

Puis vient alors le dimensionnement du système d'adduction qui est indispensable pour l'optimisation de l'eau lors de son acheminement jusqu'à notre périmètre.

Après d'avoir opté pour les systèmes goutte à goutte étant donné les multiples avantages qu'elles offrent, on est passé au dimensionnement à la parcelle.

En fin pour compléter notre travail on a estimé le cout total du projet qui est primordial 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 cent huit millions de dinars.

Les abréviations

ANRH Alger. Agence Nationale des ressources Hydraulique.

ONM Alger. Office Nationale de la Météorologie.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Document d'irrigation et de drainage n ° 24, FAO, Rome.

FAO N°24. Les besoins en eau des cultures. Bull FAO n° 24. 1975 (A C* E F).

Gobat et al ,1998. Gobat, J.M., & Matthey , W.1998.Le sol vivant. Bases de pédologie, biologie des sols.

ONM Alger. les données climatiques.

Paul Audoye,Clément Mathieu et Jean-Claude Chossat. Bases techniques de l'irrigation par aspersion. Lavoisier paris, 2007.

Tiercelin,1998. Traité d'irrigation, Lavoisier tec & doc, paris .1011p.

Doorenbos et puill, (1976). Directives pour la prévision des besoins en eau des cultures.

Touibia, B,(2004). Manuel pratique d'hydrologie. Presse Madani Frères. Blida. Algérie.

Annexe 01

Table de χ^2 théorique

χ^2 γ	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

Annexe 02

Coefficient culturel Kc

CULTURE	Stades de développement de la culture					Durée totale de la période végétative
	Initial	Développement	Mi-saison	Fin de saison	Récolte	
Banancier tropical	0.4 -0.5	0.7 -0.85	1.0 -1.1	0.9 -1.0	0.75-0.85	0.7 -0.8
subtropical	0.5 -0.65	0.8 -0.9	1.0 -1.2	1.0 -1.15	1.0 -1.15	0.85-0.95
Haricot vert	0.3 -0.4	0.65-0.75	0.95-1.05	0.9 -0.95	0.85-0.95	0.85-0.9
sec	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.65-0.75	0.25-0.3	0.7 -0.8
Chou	0.4 -0.5	0.7 -0.8	0.95-1.1	0.9 -1.0	0.8 -0.95	0.7 -0.8
Coton	0.4 -0.5	0.7 -0.8	1.05-1.25	0.8 -0.9	0.65-0.7	0.8 -0.9
Raisin	0.35-0.55	0.6 -0.8	0.7 -0.9	0.6 -0.8	0.55-0.7	0.55-0.75
Arachide	0.4 -0.5	0.7 -0.8	0.95-1.1	0.75-0.85	0.55-0.6	0.75-0.8
Maïs sucré	0.3 -0.5	0.7 -0.9	1.05-1.2	1.0 -1.15	0.95-1.1	0.8 -0.95
grain	0.3 -0.5*	0.7 -0.85*	1.05-1.2*	0.8 -0.95	0.55-0.6*	0.75-0.9*
Oignon sec	0.4 -0.6	0.7 -0.8	0.95-1.1	0.85-0.9	0.75-0.85	0.8 -0.9
vert	0.4 -0.6	0.6 -0.75	0.95-1.05	0.95-1.05	0.95-1.05	0.65-0.8
Pois, frais	0.4 -0.5	0.7 -0.85	1.05-1.2	1.0 -1.15	0.95-1.1	0.8 -0.95
Poivron, frais	0.3 -0.4	0.6 -0.75	0.95-1.1	0.85-1.0	0.8 -0.9	0.7 -0.8
Pomme de terre	0.4 -0.5	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.85-0.95	0.7 -0.75	0.75-0.9
Riz	1.1 -1.15	1.1 -1.5	1.1 -1.3	0.95-1.05	0.95-1.05	1.05-1.2
Carthame	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.65-0.7	0.2 -0.25	0.65-0.7
Sorgho	0.3 -0.4	0.7 -0.75	1.0 -1.15	0.75-0.8	0.5 -0.55	0.75-0.85
Soja	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.0 -1.15	0.7 -0.8	0.4 -0.5	0.75-0.9
Betterave sucrière	0.4 -0.5	0.75-0.85	1.05-1.2	0.9 -1.0	0.6 -0.7	0.8 -0.9

Kc	Initial	développement	saison	de saison	Recolte	Total
Haricots verts	0,3-0,4	0,65-0,75	0,95-1,05	0,9-0,95	0,85-0,95	0,85-0,9
Haricots secs	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,65-0,75	0,25-0,3	0,7-0,8
Chou	0,4-0,5	0,7-0,8	0,95-1,1	0,9-1,0	0,8-0,95	0,7-0,8
Vigne	0,35-0,55	0,6-0,8	0,7-0,9	0,6-0,8	0,55-0,7	0,55-0,75
Maïs doux	0,3-0,5	0,7-0,9	1,05-1,2	1,0-1,15	0,95-1,1	0,8-0,95
Maïs grain	0,3-0,5	0,7-0,85	1,05-1,2	0,8-0,95	0,55-0,6	0,75-0,9
Pois	0,4-0,5	0,7-0,85	1,05-1,2	1,0-1,15	0,95-1,1	0,8-0,95
Patates	0,4-0,5	0,7-0,8	1,05-1,2	0,85-0,95	0,7-0,75	0,75-0,9
Riz	1,1-1,15	1,1-1,5	1,1-1,3	0,95-1,05	0,95-1,05	1,05-1,2
Soja	0,3-0,4	0,7-0,8	1,0-1,15	0,7-0,8	0,4-0,5	0,75-0,9
Betterave	0,4-0,5	0,75-0,85	1,05-1,2	0,9-1,0	0,6-0,7	0,8-0,9
Tournesol	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,7-0,8	0,35-0,45	0,75-0,85
Tabac	0,3-0,4	0,7-0,8	1,0-1,2	0,9-1,0	0,75-0,85	0,85-0,95
Tomate	0,4-0,5	0,7-0,8	1,05-1,25	0,8-0,95	0,6-0,65	0,75-0,9
Blé	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,65-0,75	0,2-0,25	0,8-0,9

Annexe 03

Diamètres des conduites PEHD (Groupe CHIALI)

TABLEAU N° 1 – Diamètre extérieur

Diamètre extérieur nominal d_n (mm)	Diamètre extérieur moyen	
	d_{m1} (mm)	d_{m2} (mm)
16	16,0	16,3
20	20,0	20,3
25	25,0	25,3
32	32,0	32,3
40	40,0	40,4
50	50,0	50,4
63	63,0	63,4
75	75,0	75,5
90	90,0	90,6
110	110,0	110,7
125	125,0	125,8
140	140,0	140,9
160	160,0	161,0
180	180,0	181,1
200	200,0	201,2
225	225,0	226,4
250	250,0	251,5
280	280,0	281,7
315	315,0	316,9
355	355,0	357,2
400	400,0	402,4
450	450,0	452,7
500	500,0	503,0
560	560,0	563,4
630	630,0	633,8
710	710,0	716,4
800	800,0	807,2
900	900,0	908,1
1000	1000,0	1009,0
1200	1200,0	1210,8
1400	1400,0	1412,6
1600	1600,0	1614,4

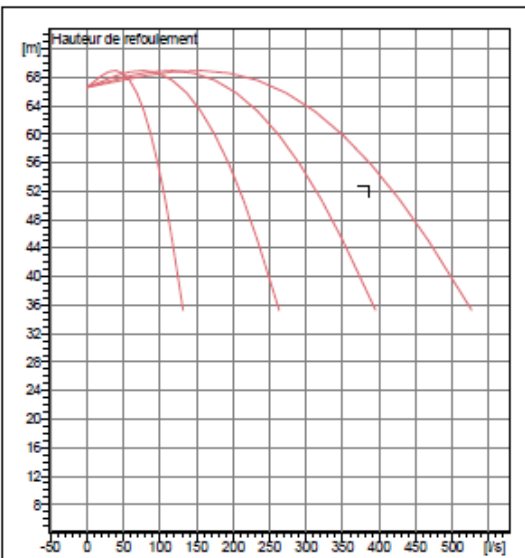
Annexe 04

Catalogue de la pompe MEC-AZRBH 2/125D

caprari
Modena - Italy

COMPANY
WITH QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO 9001

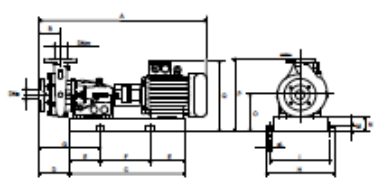
MEC-AZRBH 2/125D	
Caractéristiques requises	
Débit	386 l/s
Hauteur de refoulement	52.8 m
Fluide	Eau, claire
Température	290 K
Type d'installation	Pompes Identiques en parallèle
N.be de pompes	4
Caractéristiques de la pompe	
Débit	102 l/s
Hauteur de refoulement	53.2 m
Puissance absorbée	73.1 kW
Rendement	76.9%
Hauteur manométrique H(Q=0)	66.6 m
Orif. de refoulement	125 mm
Caractéristiques moteur	
Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	2950 1/min
Nombre de pôles	2
Puissance nominale P2	90 kW
Courant nominal	- A
Type de moteur	3~
Classe d'isolation	F
Degré de protection	IP 55
Limites opérationnelles	
Démarrages / h max.	5
Température max. du liquide pompé	363 K
Teneur maximum en matières solides	40 g/m ³
Densité max.	998 kg/m ³
Viscosité max.	1 mm ² /s
Caractéristiques générales	
Poids	851 kg
Matériaux	
Corps de pompe	Fonte
Corps d'aspiration	Fonte
Chaise-palier	Fonte
Roue	Bronze
Arbre	Acier Inox
Douille arbre	Acier chromé
Roulements à billes	Acier
Presses-Etoupe	Fonte
Etoupe	Tresse graphitée



Caractéristiques de fonctionnement UN/ISO 2548/C

Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]

- Dimensions mm**
- A = 1682
 - B = 155
 - C = 1305
 - D = 202
 - DNa = 150
 - DNm = 125
 - E = 200
 - F = 905
 - G = 402
 - H = 680
 - I = 630
 - L = 20
 - M = 42
 - N = 140
 - O = 420
 - P = 770
 - Q = 910



Notes:

Date	Page	Offre n°	Pos.N°
03.10.2020	1		