

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT IRRIGATION ET DRAINAGE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique

THEME DU PROJET :

**ETUDE DU PERIMETRE D'IRRIGATION DU SOUS-SECTEUR
DOUERA 12 MITIDJA CENTRE (1332 ha) A PARTIR DU
BARRAGE DE DOUERA (WILAYA DE BLIDA).**

**PRESENTE PAR :
AITTOUARES RIADH-FAIZ.**

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
Mr AZIB Makhlof	Professeur	Président
Mr BENKACI ALI Tarek	M.C.B	Examinateur
Mme MAZOUZI Sabra	M.A.A	Examinatrice
Mr BOUZIANE Omar	M.A.B	Examinateur
Mr MEDDI Mohamed	Professeur	Promoteur

Session -Septembre 2017-

Remerciements

"La reconnaissance est la mémoire du cœur."

De Hans Christian Andersen

Louange à Dieu, le miséricordieux, sans lui rien de tout cela n'aurait pu être.
Je remercie le bon Dieu pour m'avoir orienté vers le chemin du savoir et m'avoir ouvert les portes de la science.

C'est avec une profonde reconnaissance et une considération singulière que je tiens à remercier tout d'abord mon encadreur Mr Meddi Mohamed pour ses précieux conseils et la sollicitude avec laquelle il a suivi et guidé ce travail.

Je tiens à remercier également les ingénieurs Mr Ramtani Racim, Mr Boughadou Samir, Mr Zerouali lies et Mr Achour Mohammed, qui m'ont fait part de leurs connaissances et de leurs savoir-faire durant la réalisation de ce travail.

J'aimerais en profiter pour remercier tous ceux qui m'ont soutenus et encouragés tout au long de cette période.

Je remercie tous les membres de l'Office national de l'irrigation et de Drainage et tout particulièrement Mr Ramtani Racim pour m'avoir accueilli au sein de son équipe.

Je tiens également à exprimer ma gratitude envers tous les enseignants et le personnel de l'ENSH qui ont contribué à ma formation.

Mes profonds remerciements vont également aux membres du jury pour le temps et l'énergie qu'ils ont consacré pour évaluer mon travail.

Mes vifs remerciements à ma merveilleuse mère, à mon très cher père, ma formidable sœur ainsi qu'à tous les membres de ma famille pour leurs encouragements et leurs soutiens durant la réalisation de ce modeste travail.

GRAND MERCI

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

À mes chers parents : ma précieuse mère Zahya et mon formidable père Boudjemaa aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours. Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez. Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.

À ma chère sœur : en témoignage de mon affection fraternelle, de ma profonde tendresse et reconnaissance, je te souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu, le tout puissant, te protège et te garde ma soeur Doria.

Mes Grands-parents : mon regretté Mohamed Cherif Belabes, Djamilia Belabes, Zahra Aittouares et Abdelkader Aittouares, puisse Dieu leur prêter longue vie et beaucoup de santé et de bonheur dans les deux vies.

Tous les membres de ma famille

Tous mes ami(e)s : au nom de l'amitié qui nous uni et des souvenirs de tous les moments que nous avons passé ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur

Et à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour la réalisation de ce mémoire.

AITTOUARES Riadh-Faiz

ملخص:

في إطار عملية تطوير المنطقة المائية الزراعية لميتيجة وسط، قمنا بدراسة تحديد أبعاد نظام الري في القطاع الفرعي دويرة 12 ، والذي يتم تزويده من سد دويرة، حيث تغطي المنطقة التي شملتها الدراسة مساحة 1332 هكتارا، مع شبكة ري لزراعة الأشجار. تم اختيار هذه المحاصيل حسب خصائص التربة والعوامل الزراعية المختلفة. الهدف هو توفير مياه الري اللازمة للغطاء النباتي من أجل زيادة الانتاج الزراعي، من خلال تحسين إدارة واستخدام الموارد المائية، وذلك بالاعتماد على نظام الري الحديث الذي أثبتت فاعليته، متمثلا في الري بالتقطير. هذه التقنية تمتاز بالعديد من المزايا، مثل كفاءة المياه والانتاجية العالية.

• Résumé :

Dans le cadre de l'opération d'aménagement du périmètre hydro-agricole de la région de la plaine de Mitidja Centre, nous avons étudié le dimensionnement du périmètre d'irrigation du sous-secteur Douera 12 qui est alimenté à partir du barrage de Douera .

Le périmètre étudié est d'une superficie de 1332 ha, avec un réseau d'irrigation destiné à la culture arboriculture. Ces cultures ont été choisies par rapport aux caractéristiques du sol et les différents paramètres agronomiques de la région.

L'objectif est d'amener l'eau d'irrigation nécessaire aux terres afin d'augmenter le rendement agricole, par une meilleure gestion et utilisation des ressources en eau ; et cela par l'adoption d'un système d'irrigation moderne qui a imposé sa fiabilité, à savoir: l'irrigation localisée. Cette technique présente de multiples avantages, comme l'efficacité de l'eau et l'obtention de rendements importants.

• Abstract :

As part of the operation to develop the hydro-agricultural perimeter of the Mitidja Center region, we have studied the size of the irrigation perimeter of the Douera 12 sub-sector, which is fed from the Douera dam . The area surveyed covers an area of 1332 ha, with an irrigation network for tree growing. These crops were selected in relation to the soil characteristics and the different agronomic parameters of the region.

The objective is to bring the necessary irrigation water to the land in order to increase the agricultural yield, through better management and use of water resources; and this through the adoption of a modern irrigation system which has imposed its reliability, namely: localized irrigation. This technique has many advantages, such as water efficiency and high yields..

Table des matières

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

Chapitre 1 : Présentation de la plaine de Mitidja.

I. Localisation:.....	2
I.1. Répartition des superficies par wilaya	3
I.2. Division en secteur de la plaine de Mitidja centre.....	4
I.3. Présentation du périmètre de la Mitidja centre tranche I.....	5
II. La Topographie	6
III. Le Climat.....	6
III.1. La pluviométrie.....	7
III.2. La Température.....	7
III.3. le vent	8
III.4. Evaporation.....	9
III.5. Insolation	9
III.6. Humidité relative de l'air.....	9
III.7. Indices climatiques	10
III.7.1. Indice d'aridité de Martonne	10
III.7.2. Quotient pluviométrique d'Emberger	10
III.7.3. Climogramme de Gaussen	11
IV. Caractéristiques de la région	12
IV.1. Géologie.....	12
IV.2. Stratigraphie.....	12
IV.3. Géomorphologie	12
IV.4. Réseau hydrographique	13
IV.5. Occupation du sol	13
IV.6. Aspects fonciers et modes de faire valoir	13
V. Conclusion.....	14

Chapitre 2 : Présentation de la zone d'étude et ses caractéristiques physiques.

I. Introduction	15
II. Présentation du secteur DR12	15
III. Etude pédologique.....	15

I.1.	Introduction	15
I.2.	Le but de l'étude pédologique	16
I.3.	Classification des sols.....	16
IV.	Les caractéristiques physiques des sols	17
IV.1.	Description du profil pédologique:	17
IV.2.	Etude granulométrique.....	18
IV.3.	Propriétés physique de notre sol :	18
V.	Les caractéristiques chimiques des sols	19
V.1.	Le PH du sol	19
V.2.	Le PH eau (acidité actuelle).....	19
VI.	Ressource en eau et Qualité des eaux d'irrigation	20
VI.1.	Ressource en eau.....	20
V.1.1.	Le barrage de Douera	20
V.1.2.	Les eaux souterraines	20
VI.2.	Qualité des eaux d'irrigation	20
V.3.1.	La salinité	20
V.3.2.	La conductivité électrique	21
V.3.3.	Le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R	21
VI.3.	Caractéristique des eaux d'irrigation	22
VII.	Les aptitudes culturales	22
VII.1.	Climat.....	22
VII.2.	Sol	22
VII.3.	Qualité des eaux d'irrigation	22
VII.4.	Les cultures mises en place :	23
VIII.	Conclusion :	23

Chapitre 3 : Besoins en eau des cultures.

I.	Introduction	24
II.	Hydrologie :	24
III.	Traitement des données pluviométriques.....	24
III.1.	Présentation de la série pluviométrique :	24
III.2.	Homogénéité de la série pluviométrique	25
III.3.	Etude statistique des précipitations	26
III.3.1.	Choix de la loi de l'ajustement.....	27
III.4.	Calcul de la pluie efficace	29
III.5.	L'évapotranspiration (E T).....	30
III.5.1.	L'évapotranspiration potentielle (ETP)	30

III.6.	L'évaporation maximale de culture (ETM)	33
III.7.	La réserve facilement utilisable (RFU)	33
IV.	Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures.....	34
IV.1.	Calcul des besoins bruts.....	34
IV.2.	Détermination les Besoin en eaux des cultures.....	35
IV.2.1.	Estimation des besoins en eau des agrumes.....	35
IV.2.2.	Estimation des besoins en eau des pêcheurs	36
IV.2.3.	Estimation des besoins en eau des abricotiers	36
IV.2.4.	Estimation des besoins en eau des pruniers	37
IV.2.5.	Estimation des besoins en eau des Vignes	37
IV.2.6.	Besoins en eau des cultures.....	38
V.	Calcul du débit spécifique	38
VI.	Estimation des volumes d'irrigation	39
VII.	Conclusion :.....	40

Chapitre 4 : Systèmes et protection d'adduction.

I.	Introduction.....	41
II.	Type d'adduction.....	41
II.1.	Adduction gravitaire	41
II.2.	Adduction par refoulement.....	41
II.3.	Adduction mixte	41
III.	Adduction et type d'écoulement.....	41
III.1.	Écoulement à surface libre.....	41
III.2.	Écoulement en charge	42
IV.	Critères de choix du tracé.....	42
V.	Choix du type (matériaux) de la conduite	42
V.1.	Plastique renforcé à la fibre de verre (PRV).....	43
V.2.	Fonte	43
V.3.	PEHD.....	43
VI.	Les composantes de l'aménagement.....	44
VI.1.	Barrage de Douera	44
VI.2.	Le système de dérivation Harrach Douera.....	44
VI.3.	Transfert Harrach-Douera.....	44
VI.4.	Départ du réseau de distribution	45
VII.	Station de pompage.	46
VII.1.	La station de pompage DR1 :.....	46

VII.2.	Fonctionnement de la pompe	47
VII.3.	Choix du type de pompe	47
VII.4.	Choix du nombre de pompes	47
VII.5.	Choix du nombre de pompes de secours.....	48
VII.6.	Courbe caractéristiques de la pompe	48
VII.7.	Description de la pompe :	49
VIII.	Protection de l'adduction.....	49
VIII.1.	Introduction	49
VIII.2.	Définition.....	49
VIII.3.	Risques dus aux coups de bélier.....	50
VIII.4.	Les dispositifs de protection contre le coup de bélier	51
VIII.5.	Accessoires.....	51
IX.	Conclusion	53

Chapitre 5 : Dimensionnement du réseau de distribution.

I.	Introduction	54
II.	Découpage des îlots d'irrigation.....	54
II.1.	Taille des îlots d'irrigation	56
II.1.1.	Débit fictif continu	56
II.1.2.	Débit d'équipement :.....	56
II.1.3.	Taille de l'îlot	57
II.2.	L'emplacement des bornes d'irrigation dans les îlots	57
II.3.	Modalité de distribution.....	57
II.3.1.	L'irrigation à la demande	57
II.3.2.	L'irrigation au tour d'eau :	57
II.4.	La méthodologie de dimensionnement.....	58
II.4.1.	Calcul des débits des îlots	58
II.4.2.	Choix de diamètre de la borne.....	59
II.4.3.	Choix de type de borne :	59
II.4.3.1.	Tracé par proximité.....	61
II.4.3.2.	Tracé à 120°	61
II.4.3.3.	Tracé économique	61
III.	Matériaux de construction des canalisations.....	62
III.1.	Choix des matériaux des conduites.....	62
III.2.	Les matériaux.....	62
III.2.1.	Conduites en FB :	62
III.2.2.	Conduites en PVC (Polyvinyle de chlorure)	62
IV.	Optimisation des diamètres des canalisations du réseau collectif de distribution	63

V.	Dimensionnement des canalisations.....	63
V.1.	Vitesse admissible	63
V.2.	Calcul des diamètres	63
V.3.	Calcul des pertes de charge.....	64
VI.	Etablissement des profils en long.....	64
VII.	Pièces spéciales	65
VII.1.	Vannes de sectionnement.....	65
VII.2.	Ventouses	65
VII.3.	Vidange :.....	65
VIII.	Conclusion.....	66

Chapitre 6 : Techniques d'arrosage.

I.	Introduction	67
II.	Les différentes techniques d'irrigation.....	67
I.1.	Irrigation de surface (par gravité):.....	67
I.2.	Irrigation par aspersion :.....	67
I.3.	Irrigation souterraine :	67
I.4.	Irrigation goutte à goutte :	67
III.	Choix de la technique d'irrigation convenable	67
IV.	Mode d'arrosage.....	68
V.	La micro irrigation (irrigation localisée).....	68
V.1.	Définition.....	68
V.2.	Dispositions générales	69
V.3.	Avantages.	70
V.4.	Inconvénients.....	70
V.5.	Composition d'une installation d'irrigation goutte à goutte.....	70
V.6.	Différents types de distributeurs.....	71
V.7.	Choix d'un distributeur dans l'irrigation en goutte à goutte.....	71
VI.	Conclusion.....	73

Chapitre 7 : Dimensionnement à la parcelle.

I.	Introduction.....	74
II.	Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte.....	74
II.1.	Choix de l'ilot type	74

II.2.	Données générales	74
II.3.	Influence du taux de couverture du sol.....	75
II.3.1.	Calcul du besoin réduit.....	75
II.3.8.1.	Nombre de rampes.....	77
II.3.8.2.	Nombre d'arbre par rampe	77
II.3.8.3.	Nombre des goutteurs par rampe.....	77
II.3.8.4.	Débit de la rampe.....	78
II.3.8.5.	Débit de la porte rampe.....	78
II.3.8.6.	Calcul de la perte de charges	78
II.3.8.7.	Calcul du diamètre.....	79
III.	Conclusion.....	81

Chapitre 8 : Organisation de chantier.

I.	Introduction.....	82
II.	Rôles et responsabilités des intervenants sur chantier	82
II.1.	Le maître de l'ouvrage	82
II.2.	Le maître d'œuvre.....	82
II.3.	L'entrepreneur	82
III.	Installations du chantier.....	83
III.1.	Installations destinées au personnel.....	83
III.2.	Installations destinées au stockage des matériaux	83
III.3.	Installations destinées à la réparation des engins	83
III.4.	Travaux préparatoires	83
IV.	Travaux concernant l'adduction.....	83
V.	Calcul des volumes des travaux de l'adduction	84
V.1.	Déblais d'excavation	84
V.2.	Volume du lit du sable.....	85
V.3.	Volume de la conduite.....	85
V.4.	Remblais compacté.....	85
VI.	Travaux concernant la distribution :.....	86
VII.	Calcul des volumes des travaux de distribution :.....	86
VII.1.	Le volume de terrassement :	86
VII.2.	Volume du lit du sable	87
VII.3.	Volume de la conduite	87
VII.4.	Calcul du volume de remblai :	88
VIII.	Choix des engins de terrassement	88
VIII.1.	Pelle hydraulique.....	89

VIII.2.	Bulldozer.....	89
VIII.3.	Chargeur.....	90
VIII.4.	Compacteur.....	90
IX.	Planification des travaux.....	91
IX.1.	Définitions des tâches et leurs durées.....	92
IX.2.	Planification par la méthode du réseau (la méthode CPM).....	93
X.	Conclusion.....	94

Chapitre 9 : Protection et sécurité du travail.

I.	Introduction.....	95
II.	Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique.....	95
II.1.	Facteurs humains.....	95
II.2.	Facteurs matériels.....	95
II.3.	Les conditions dangereuses.....	95
II.4.	Les actions dangereuses.....	96
III.	Mesures préventives pour éviter les causes des accidents.....	96
III.1.	Les partenaires de la prevention.....	96
III.1.1.	Dans l'entreprise.....	96
III.1.2.	En dehors de l'entreprise.....	96
III.2.	Prévention technique.....	97
III.2.1.	Prévention collective.....	97
III.2.2.	Prévention individuelle.....	97
III.2.3.	Prévention médicale (Les missions du médecin du travail).....	98
III.2.4.	Prévention pour les conducteurs d'engins.....	99
IV.	Conclusion :.....	100

Chapitre 10 : Evaluation du coût du projet.

I.	Introduction.....	101
II.	Estimation des installations de chantier, Base vie et fournitures :.....	101
III.	Estimation des Terrassements :.....	101
III.1.	Abattage des arbres :.....	101
III.2.	Volume des travaux :.....	102
III.3.	Total Du Terrassement :.....	102
IV.	Bétons et maçonneries :.....	103
IV.1.	Total du bétons, et de la maçonnerie :.....	103
V.	Canalisation et raccordement :.....	104

V.1. Canalisation du réseau de distribution :.....	104
V.2. Raccordements :	104
V.3. Total de la canalisation et des raccordements :	105
VI. Equipements hydrotechniques.....	106
VI.1. Total des équipements hydrotechniques :	106
VII. Equipements internes à la parcelle :.....	106
VIII. Estimation du coût total :.....	107
IX. Conclusion.....	107
Conclusion générale	108

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre 1 : Présentation de la plaine de Mitidja.

TABLEAU III-1 PLUIES MOYENNES MENSUELLES (25 ANS) - SOURCE ANRH.....	7
TABLEAU III-2 TEMPERATURE EXTREME ET MOYENNES MENSUELLES - SOURCE ANRH.	7
TABLEAU III-3 VITESSES MOYENNES MENSUELLES DES VENTS (18ANS). SOURCE : ANRH (BLIDA)	8
TABLEAU III-4 L'EVAPORATION MOYENNE MENSUELLE (16ANS). SOURCE : ANRH BLIDA.	9
TABLEAU III-5 INSOLATIONS MOYENNES MENSUELLES (10ANS). SOURCE : ONM.....	9
TABLEAU III-6 HUMIDITES RELATIVES MOYENNES MENSUELLES (10ANS). SOURCE : ONM.....	9
TABLEAU III-7 : LES LIMITES DE CLIMAT D'APRES L'INDICE DE MARTONNE.....	10
TABLEAU IV-1 REPARTITION DE LA SUPERFICIE DE MITIDJA CENTRE TRANCHE I PAR STATUT JURIDIQUE.	13

Chapitre 2 : Présentation de la zone d'étude et ses caractéristiques physiques.

TABLEAU IV-1 ANALYSE GRANULOMETRIQUE DU PROFIL PEDOLOGIQUE.....	18
TABLEAU IV-2 PROPRIETES PHYSIQUES DE NOTRE SOL.	18
TABLEAU V-1 CARACTERISTIQUES CHIMIQUES DU SOL.	19
TABLEAU V-2 PROPRIETES HYDRODYNAMIQUES DU PROFIL PEDOLOGIQUE.	19
TABLEAU VI-1 CARACTERISTIQUES DES EAUX D'IRRIGATION.....	22
TABLEAU VII-1 REPARTITION DES CULTURES DU SECTEUR DR12	23

Chapitre 3 : Besoins en eau des cultures.

TABLEAU III-1 : SERIE PLUVIOMETRIQUE DE LA STATION DE SOUMAA.....	25
TABLEAU III-2 TEST DE WILCOXON POUR LA STATION DE SOUMAA.....	26
TABLEAU III-3 RESULTAT DU TEST D'ADEQUATION DU TEST KHI-DEUX SUR LA LOI NORMAL	28
TABLEAU III-4 PRECIPITATIONS MENSUELLES DE L'ANNEE SECHE.....	29
TABLEAU III-5 PLUIES EFFICACES CALCULEES A L'AIDE DU LOGICIEL CROPWAT V 8 LAND AND WATER DEVELOPMENT DIVISION OF FAO.....	30
TABLEAU III-6 : DONNEES OBTENUES A PARTIR DU LOGICIEL CROPWAT V.8 LAND AND WATER DEVELOPMENT DIVISION OF FAO.....	32
TABLEAU III-7 : COEFFICIENTS CULTURAUX (Kc) DES CULTURES (FAO IRRIGATION AND DRAINAGE PAPER NO. 2007).....	33
TABLEAU III-8 LES VALEURS DE LA RFU.	34
TABLEAU IV-1 ESTIMATION DES BESOINS EN EAU DES AGRUMES.	35
TABLEAU IV-2. ESTIMATION DES BESOINS EN EAU DES PECHERS.....	36
TABLEAU IV-3 ESTIMATION DES BESOINS EN EAU DES ABRICOTIERS.....	36
TABLEAU IV-4 ESTIMATION DES BESOINS EN EAU DES PRUNIERS.....	37
TABLEAU IV-5 ESTIMATION DES BESOINS EN EAU DES VIGNES.	37
TABLEAU IV-6 RECAPITULATIF DES BESOINS EN EAU DES CULTURES.....	38
TABLEAU V-1 DEBIT SPECIFIQUE DE CHAQUE CULTURE.	39
TABLEAU VI-1 ESTIMATION DES VOLUMES D'IRRIGATION.....	39

Chapitre 4 : Systèmes et protection d'adduction.

TABLEAU VII-1 CARACTERISTIQUES DES POMPES EN FONCTION DE LEUR NOMBRE.....	47
---	----

Chapitre 5 : Dimensionnement du réseau de distribution.

TABLEAU II-1 LES DIFFERENTES PARCELLES DU PERIMETRE.	54
TABLEAU II-2 CLASSES DE TAILLE DE L'ILOT.....	57
TABLEAU II-3 CHOIX DU DIAMETRE DE LA BORNE.....	59
TABLEAU II-4 CALCUL DES DEBITS DES ILOTS ET CHOIX DU DIAMETRE ET TYPE DE BORNES.....	59
TABLEAU VII-1 CHOIX DE LA VENTOUSE	65
TABLEAU VII-2 : CHOIX DE LA VIDANGE.....	66

Chapitre 8 :Organisation de chantier.

TABLEAU V-1 LES VOLUMES DES TRAVAUX DE L'ADDUCTION.....	85
TABLEAU VII-1 LES VOLUMES DE TRAVAUX DE DISTRIBUTION.....	88
TABLEAU IX-1 TEMPS DE REALISATION DES OPERATIONS D'ADDUCTION.	92
TABLEAU IX-2 TEMPS DE REALISATION DES OPERATIONS DE DISTRIBUTION.	92

Chapitre 10 : Evalutation du coût du projet.

TABLEAU II-1 ESTIMATION DES INSTALLATION DE CHANTIER, BASE VIE ET FOURNITURES.	101
TABLEAU III-1 ESTIMATION DES ABATTAGES DES ARBRES.	101
TABLEAU III-2 ESTIMATION DU VOLUME DES TRAVAUX.	102
TABLEAU III-3 ESTIMATION TOTALE DU TERRASSEMENT.....	102
TABLEAU IV-1 ESTIMATION DU BETON ET DE LA MAÇONNERIE.....	103
TABLEAU IV-2 ESTIMATION TOTAL DU BETONS ET DE LA MAÇONNERIE.	103
TABLEAU V-1 ESTIMATION DES CANALISATIONS.....	104
TABLEAU V-2 ESTIMATION DES RACCORDEMENTS.	104
TABLEAU V-3 ESTIMATION TOTALE DES CANALISATIONS ET RACCORDEMENTS.	105
TABLEAU VI-1ESTIMATION DES EQUIPEMENTS HYDROTECHNIQUES.....	106
TABLEAU VI-2 ESTIMATION TOTALE DES EQUIPEMENTS HYDROTECHNIQUES.	106
TABLEAU VII-1 ESTIMATION DES EQUIPEMENTS INTERNES A LA PARCELLE.	107
TABLEAU VIII-1 ESTIMATION DU COUT TOTALE DU PROJET.....	107

LISTE DES FIGURES

Chapitre 1 : Présentation de la plaine de Mitidja

FIGURE I-1 PLAN DE SITUATION DE LA PLAINE DE MITIDJA.....	2
FIGURE I-2 LIMITES DE MITIDJA.....	3
FIGURE I-3 LIMITES DES SECTEURS DE LA MITIDJA CENTRE.....	5
FIGURE I-4 LIMITES DU PERIMETRE DE LA MITIDJA CENTRE TRANCHE I.....	6
FIGURE III-1 VARIATION DE LA TEMPERATURE.....	8
FIGURE III-2 CLIMOGRAMME DE GAUSSEN.....	11

Chapitre 3 : Besoins en eau des cultures.

FIGURE III-1 CODE DE LA STATION DE SOUMAA.....	24
FIGURE III-2 AJUSTEMENT DE LA SERIE A LA LOI DE GAUSS.....	28

Chapitre 4 : Systèmes et protection d'adduction.

FIGURE VI-1 SCHEMA EXPLICATIF DU TRANSFERT HARRACH-DOUERA.....	46
FIGURE VII-1 COURBES CARACTERISTIQUES DE LA POMPE.....	48

Chapitre 6 : Techniques d'arrosage.

FIGURE V-1 IRRIGATION LOCALISEE (MANUEL DES TECHNIQUES D'IRRIGATION SOUS PRESSION. 2 ED. FAO : ROME, 2008.).....	68
FIGURE V-2 ZONE HUMIDIFIE PAR LE GOUTTEUR. (MANUEL DES TECHNIQUES D'IRRIGATION SOUS PRESSION. 2 ED. FAO : ROME, 2008.).....	69
FIGURE V-3 SCHEMA GENERAL D'UNE INSTALLATION D'IRRIGATION LOCALISEE. (MANUEL DES TECHNIQUES D'IRRIGATION SOUS PRESSION. 2 ED. FAO : ROME, 2008.).....	69

Chapitre 8 : Organisation de chantier.

FIGURE VII-1 SCHEMA D'UNE TRANCHEE.....	87
FIGURE VIII-1 PELLE HYDRAULIQUE.....	89
FIGURE VIII-2 BULLDOZER.....	90
FIGURE VIII-3 CHARGEUR.....	90
FIGURE VIII-4 COMPACTEUR A ROULEAU LISSE.....	91
FIGURE IX-1 RESEAU A NOEUDS (ADDUCTION).....	93
FIGURE IX-2 RESEAU A NOEUDS (DISTRIBUTION).....	93

Liste des planches

- **Planche 1** : Tracé de la conduite de transfert Harrach-Douera, (W.ALGER.BLIDA)
- **Planche 2** : Profil en long de la conduite de transfert Harrach-Douera (W.ALGER.BLIDA)
- **Planche 3** : Réseau de distribution du sous-secteur DR12.
- **Planche 4** : Profil en long de la conduite principale du réseau de distribution du sous-secteur DR12.

Liste des annexes

- ANNEXE 1 DIAGRAMME BIOCLIMATIQUE D'EMBERGER.
- ANNEXE 2 CARTE PEDOLOGIQUE DE LA MITIDJA.
- ANNEXE 3 DIAGRAMME DE CLASSIFICATION DES EAUX D'IRRIGATION.
- ANNEXE 4 CARACTERISTIQUES HYDRIQUES DE QUELQUES SOLS.
- ANNEXE 5 LES PARAMETRES GEOMETRIQUES DES DIFFERENTS ORGANES DE LA POMPE (MEC-AZ 1/125A).
- ANNEXE 6 DIMENSIONS DE LA POMPE.
- ANNEXE 7 RESERVOIR HYDROPNEUMATIQUE.
- ANNEXE 8 CHEMINEE D'EQUILIBRE SUR UNE CONDUITE DE REFOULEMENT.
- ANNEXE 9 SOUPAPE DE DECHARGE TYPE LEZIER.
- ANNEXE 10 LES DIFFERENTS TYPES DE VANNE.
- ANNEXE 11 LES DIFFERENTS TYPES DE VENTOUSES.
- ANNEXE 12 CLAPET ANTI RETOUR.
- ANNEXE 13 DEBITMETRES DEPRIMOGENES.
- ANNEXE 14 PHOTO D'UN MANOMETRE.
- ANNEXE 15 BORNE D'IRRIGATION TYPE B100
- ANNEXE 16 BORNE D'IRRIGATION TYPE B150.
- ANNEXE 17 LE BPAT (BETON PRECONTRAIT A AME TOLE).
- ANNEXE 18 TABLEAU : CALCULS HYDRAULIQUES DU RESEAU DE DISTRIBUTION.
- ANNEXE 19 VENTOUSE A DOUBLE EFFET DN 150.
- ANNEXE 20 VANNE DE VIDANGE DN 100.
- ANNEXE 21 TABLEAU : CALCUL VOLUME DE DEBLAI, DE SABLE, CONDUITE ET DE REMBLAI.

Introduction générale.

L'eau constitue à la fois un élément essentiel et un facteur stratégique au développement du secteur agricole ; sa disponibilité conditionne de manière déterminante l'efficacité et la rentabilité des récoltes, et celles des spéculations agricoles.

L'Algérie est confrontée à une agriculture toujours extensive, et une irrigation traditionnelle, qui se sont répercutées sur l'économie nationale avec comme conséquence une importation de denrées alimentaires toujours importante.

L'extension des superficies irriguées et la modernisation de l'agriculture jouent un rôle déterminant dans le processus de développement économique et social du pays.

L'objet de ce mémoire dans le cadre de l'aménagement hydro-agricole de la région de la plaine de la Mitidja (l'étude du périmètre d'irrigation du sous-secteur DR12 Wilaya de Blida), est de trouver une solution aux problèmes de l'efficacité de l'eau, et de la mauvaise gestion des eaux d'irrigation dans les périmètres (la surexploitation des eaux souterraines),

L'étude consiste à dimensionner le réseau d'irrigation pour l'aménagement du périmètre, afin d'optimiser la ressource en eau et d'assurer les besoins en eau des cultures mises en place.

La mobilisation de l'eau au niveau du barrage de Douera peut permettre actuellement, la mise en place d'un système d'adduction et de distribution d'eau adéquat à travers l'ensemble du périmètre et une irrigation moderne pouvant subvenir aux besoins en eau de tout le périmètre et augmenter le rendement agricole.

Enfin, dans ce contexte nous allons étudier les différentes étapes indispensables au dimensionnement d'un réseau d'adduction : depuis le barrage aux parcelles, ainsi que l'introduction de systèmes d'irrigations modernes tel que le goutte à goutte.

I. Localisation:

La Mitidja est une vaste plaine située dans le nord de l'Algérie entre les longitudes 2°32' 00" à 3°19'00" et les latitudes 36°25'17" à 36° 47'40 ' N'. Elle couvre une superficie géographique de 135 000 ha environ, répartie sur quatre Wilayas : Boumerdes, Alger, Blida, Et Tipaza. Elle s'étend sur une largeur moyenne de 15 km et sur une longueur d'environ 90 km.. La plaine est limitée au Sud par les piémonts de la chaîne montagneuse de l'Atlas Blidéen et au Nord par le Sahel qui est une bande collinaire de quelques kilomètres de large



Figure I-1 Plan de situation de la plaine de Mitidja.

qui borde la mer Méditerranée et sur laquelle est située la ville d'Alger.

Du point de vue de l'aménagement hydro-agricole, la plaine est divisée en 3 unités liées à la ressource en eau qui les irrigue. La plaine de Mitidja se divise en trois zones :

- La Mitidja Ouest à l'Ouest de l'Oued Chiffa.
- La Mitidja centre entre les oueds Chiffa et Harrach.
- La Mitidja Est entre les oueds Harrach et Boudouaou.

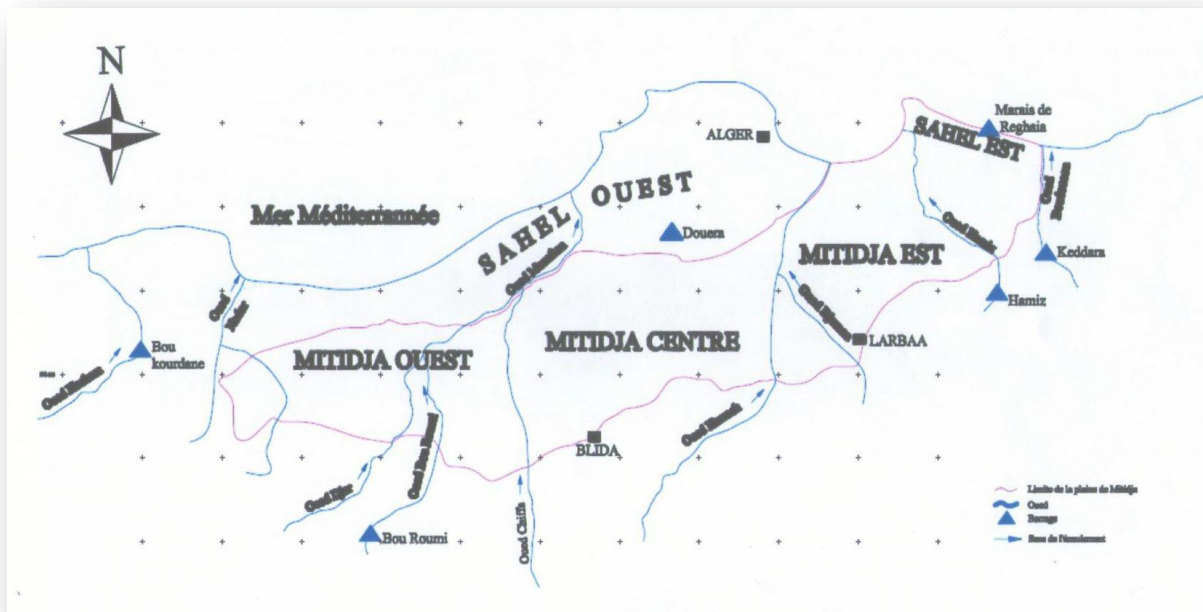


Figure I-2 Limites de Mitidja

(source : Aménagement hydro-agricole de la plaine de mitidja Mac Donald).

I.1. Répartition des superficies par wilaya

La répartition des superficies par wilaya se compose comme suit :

- **Périmètre de Mitidja Ouest :** 9.800 ha (sur 24.200 ha) sont situés dans la wilaya de BLIDA, soit 40% de la superficie du périmètre. Les communes concernées sont : Chiffa, Mouzaïa, El Affroun, Oued El Alleug.
14.400 ha sont situés dans la wilaya de TIPASA, soit 60% du périmètre. Les communes concernées sont : Attatba, Sidi Rached, Ahmeur El Ain, Bourkika, Hadjout.
- **Périmètre de Mitidja Centre :** Environ 13.800 ha (sur 17.200 ha) sont situés dans la wilaya de BLIDA, soit 80% de la superficie du périmètre. Les communes concernées sont : Ben Khellil, Boufarik, Bouinan, Chebli, Ouled Chebel.
3.400 ha sont situés dans la wilaya d'ALGER, soit 20% de la superficie du périmètre. Les communes concernées sont : Tessala El Merdja et Birtouta.
- **Périmètre de Mitidja Est :** Environ 6.000 ha (sur 20.000 ha) sont situés dans la wilaya de BLIDA, soit 30% de la superficie du périmètre de Mitidja Est. Les communes concernées sont : Larbaa, Sidi Moussa, Meftah.
Environ 8.000 ha sont situés dans la wilaya d'ALGER, soit 40% de la superficie du périmètre. Les communes concernées sont : Hamedi, Reghaia, Heuraoua, Ain Taya, Bordj El Bahri, El Marsa.
6.000 ha sont situés dans la wilaya de BOUMERDES, soit 30% de la superficie du périmètre. Les communes concernées sont : Khemis El Khechna, Ouled Moussa, Ouled Heddadj, Boudouaou.

Récapitulatif des superficies par wilaya :

- **Wilaya de BLIDA** : 29.600 ha répartis entre 12 communes qui sont : Chiffa, Mouzaïa, El Affroun, Oued El Alleug, Ben Khellil, Boufarik, Bouinan, Chebli, Ouled Chebel, Larbaa, Sidi Moussa, Meftah.
- **Wilaya de TIPASA** : 14.400 ha répartis entre 5 communes qui sont : Attatba, Sidi Rached, Ahmeur El Ain, Bourkika, Hadjout.
- **Wilaya d'ALGER** : 11.400 ha répartis entre 8 communes qui sont : Tessala El Merdja, Birtouta, Hamedi, Reghaïa, Heuraoua, Ain Taya, Bordj El Bahri, El Marsa.
- **Wilaya de BOUMERDES** : 6.000 ha répartis entre 4 communes qui sont : Khemis El Khechna, Ouled Moussa, Ouled Heddadj, Boudouaou.

Ainsi, la superficie équipée sur l'ensemble de la plaine de la Mitidja concerne 61.400 ha répartis sur 4 wilayas et 29 communes.

I.2. Division en secteur de la plaine de Mitidja centre

Notre étude portera sur la Mitidja centre qui s'étend sur une longueur de 30km dans la partie centrale de la plaine, entre les Oueds Chiffa et Harrach. sa superficie géographique est de 46 000 ha environ.

A son extrémité Nord-Est, la Mitidja centre s'étend jusqu'à la banlieue d'Alger dans la région de gué de Constantine. A l'intérieur de la zone la principale ville est Boufarik. Les principales voies de communication sont l'autoroute et le chemin de fer qui traversent la plaine entre Alger et Blida en passant par Boufarik.

Le plaine de la Mitidja centre est subdivisée en 2 grands périmètres :

- Périmètre de la Mitidja centre tranche I : qui contient 2 secteurs DR1 (3.332 ha) et DR2 (3.758 ha)
- Périmètre de la Mitidja centre tranche II : qui contient 2 secteurs DR3 (6550 ha) et DR4 (3540 ha).

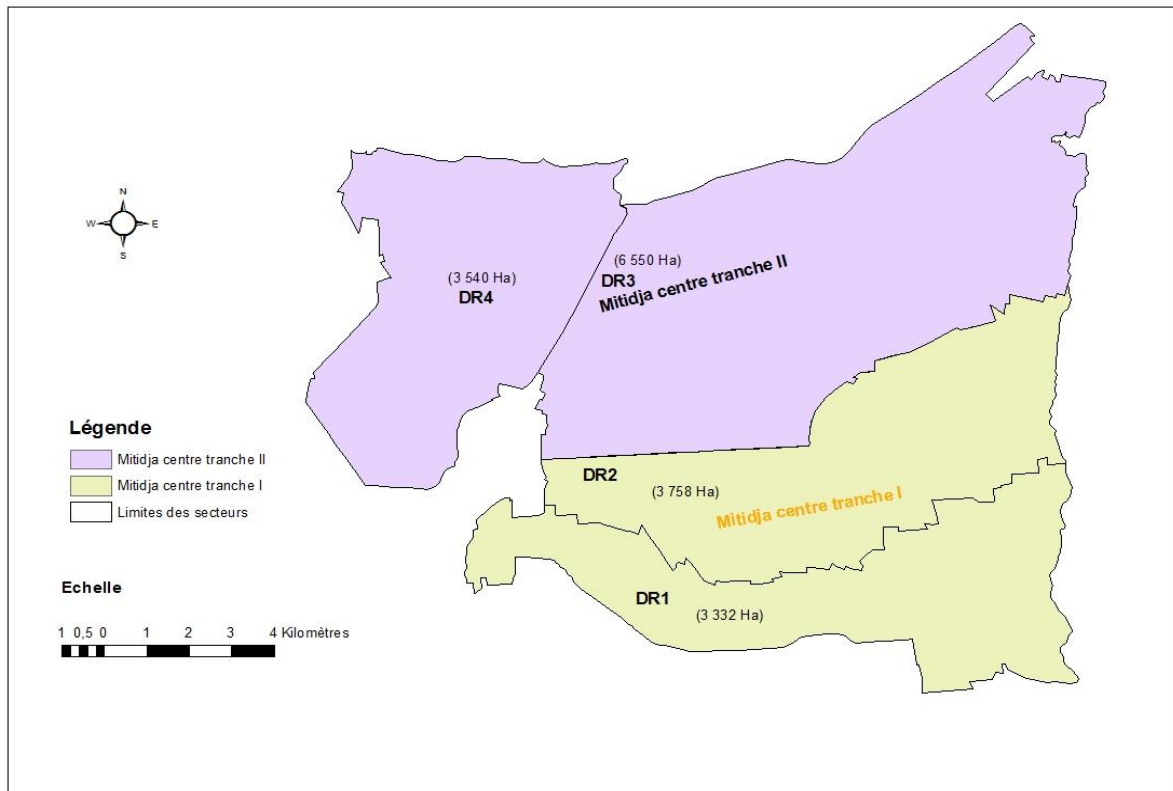


Figure I-3 Limites des Secteurs de la Mitidja centre. Source : ONID.

I.3. Présentation du périmètre de la Mitidja centre tranche I

Le périmètre d'irrigation de la Mitidja centre tranche I est limité au sud par le périmètre de la Mitidja centre tranche II et au Nord par le Sahel, bande collinaire de quelques kilomètres de large qui borde la mer Méditerranée et sur laquelle est située la ville d'Alger. Il occupe les deux Wilaya d'Alger et Blida, et décomposé en deux secteurs DR1 et DR2 :

- **Secteur DR1** : d'une superficie de 3.332 ha est situé dans au Sud de la Wilaya de Blida à environ 50 km d'Alger
- **Secteur DR2** : d'une superficie de 3.758 ha est situé à l'Est de la Wilaya de Blida à environ 25 km d'Alger.

Il est limité par (05) communes à savoir :

Dans la partie nord : Chebli, Ouled Chebli et Boufarik, dans la partie sud : Soumaa et Bouinan.

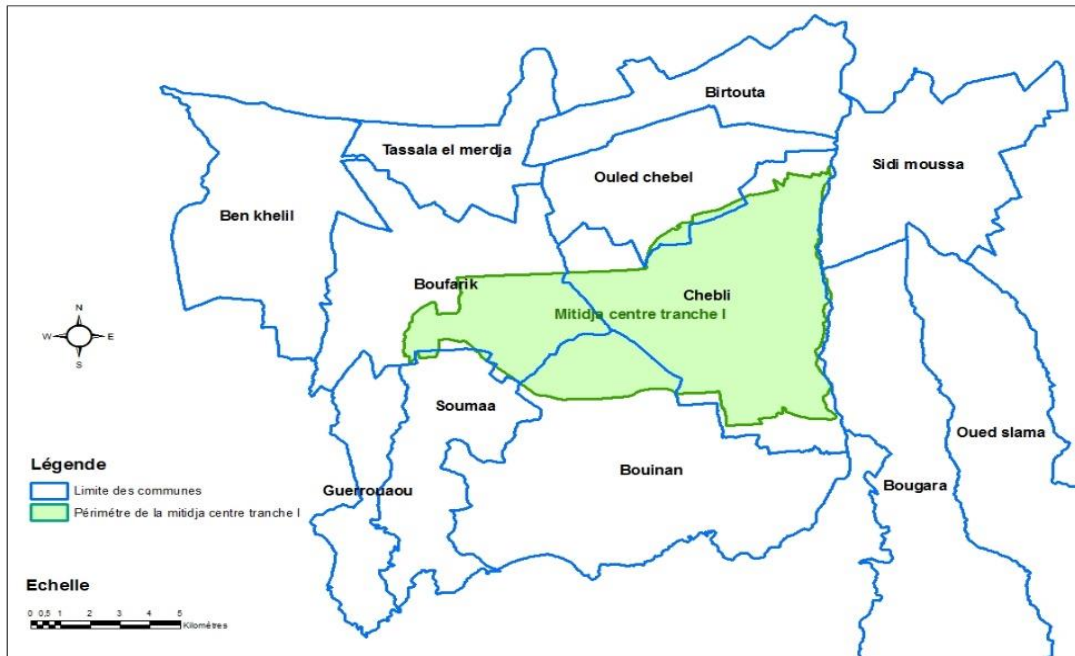


Figure I-4 Limites du périmètre de la Mitidja centre tranche I. source : ONID.

II. La Topographie

La plaine de la Mitidja est généralement plane et de pente faible. La plupart de la Mitidja centre se trouve à une élévation comprise entre 20 et 100 m, mais des terres plus élevées se trouvent sur le cône de déjection de Blida qui atteint une élévation de 200 m. La pente générale du terrain diminue progressivement du Sud au Nord. Elle dépasse 1% sur le cône de Blida et près de la limite Sud autour de Bouinan. Elle diminue à moins de 0.5% dans la partie Nord de la zone et devient pratiquement nulle dans les bas-fonds des zones dépressionnaires, qui comprennent notamment le bassin du Mazafran dans le Nord-Ouest de la zone.

III. Le Climat

Le climat se définit comme étant l'ensemble des phénomènes météorologiques qui caractérisent l'état de l'atmosphère et de son évolution en un lieu donné.

Le climat est un facteur primordial qui conditionne la vie végétale ainsi que la production agricole. Tous les facteurs climatiques à savoir : température, vent, précipitation, l'humidité relative, nébulosité et l'évaporation influent sur les cultures envisagées dans leurs cycle végétatifs et sur leurs besoins en eau. De ce fait le climat est parmi les facteurs qui entrent dans le choix des cultures.

En général la plaine de la Mitidja est soumise à un climat de type méditerranéen caractérisé par des hivers frais et humides et des étés chauds et secs.

Chapitre 1 : Présentation de la plaine de Mitidja

III.1. La pluviométrie

Les mois les plus humides sont décembre et janvier, tandis que les mois de mai à septembre sont en général secs.

La pluviométrie annuelle moyenne se situe autour de 700mm.

Les pluviométries moyennes mensuelles sur une période d'observation de 25 ans (1991 à 2014) à la station de Soumaa sont représentées sur le tableau suivant :

Tableau III-1 Pluies moyennes mensuelles (25 ans) - Source ANRH.

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Annuel
Pm (mm)	32,2	63,7	97,9	90,95	107,25	89,89	72,62	70,41	58,42	6,4	1,73	7,93	699,32

III.2. La Température

Les températures extrêmes et moyennes mesurées dans la station de Soumaa sur une période d'observation de 16 ans (1996 à 2012) sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau III-2 Température extrême et moyennes mensuelles - Source ANRH.

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec	Moy
Tmin(°C)	7,5	7,7	9,5	11,1	14,1	17,5	19,9	21,5	19,2	15	11,7	9	13,64
Tmax(°C)	15,2	16,7	19,7	20,8	24,8	28,9	32,8	33,6	30,2	24,7	19,8	16,7	23,66
Tmoy(°C)	11,3	12,2	14,6	15,9	19,4	23,2	26,3	27,5	24,7	19,8	15,7	12,8	18,65

Avec : $T_{moy} = \frac{T_{max} + T_{min}}{2}$

- La température maximale correspond au mois d'Août avec 27,5 °C, c'est le mois le plus chaud.
- La température minimale correspond au mois de Janvier avec 11,3°C, c'est le mois le plus froid.
- La température moyenne annuelle est de 18,65°C.

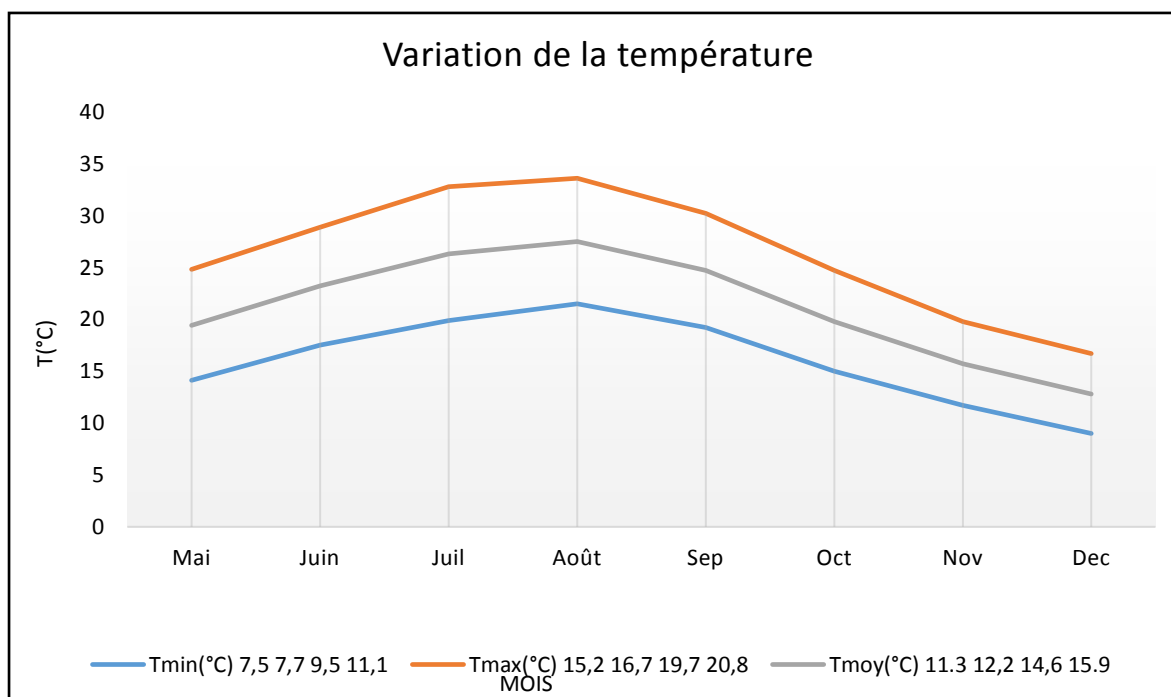


Figure III-1 Variation de la température.

III.3. le vent

Le vent est un facteur destructif vu son influence directe sur les sols, la végétation et les autres facteurs telles que les précipitations et l'évapotranspiration. Il intervient aussi dans le choix de type d'irrigation. (aspersion ou gravitaire) ainsi que dans l'élaboration du système de protection des périmètres (réseau de brise-vent).

Les vents proviennent des directions suivantes :

N = 1,0%	N.E = 15,6%	N.W=5.9%	S = 3,1%
S.E = 1,6%	S.W = 10,2%	W = 18,6%	E = 5,6%

Les vitesses moyennes mensuelles sur une période de 17 ans (1996 à 2013) sont représentées sur le tableau suivant :

Tableau III-3 Vitesses moyennes mensuelles des vents (17ans). Source : ANRH (Blida)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
V(m/s)	2.9	3.0	2.8	3.1	2.7	3.1	3.3	3.1	2.6	2.5	2.6	3.7

- La vitesse maximale est de 3,7 m/s, elle est observée au mois de Décembre.
- La vitesse minimale est de 2,5m/s, elle est observée au mois d'Octobre.

Chapitre 1 : Présentation de la plaine de Mitidja

III.4. Evaporation

L'évaporation se traduit par la transformation de l'eau liquide en vapeur d'eau, elle dépend généralement de la température ambiante et des mouvements de l'air.

L'évaporation moyenne mensuelle (mesurée à la station de Soumaa) sur une période de 16 ans (1996 à 2011) est représentée sur le tableau suivant :

Tableau III-4 L'évaporation moyenne mensuelle (16ans). Source : ANRH Blida.

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
Evapo (mm)	59	54	72	88	104	135	157	154	118	97	77	63	1178

- L'évaporation est maximale dans le mois de Juillet, elle atteint 157mm.

III.5. Insolation

L'insolation est la période durant laquelle le soleil brille sur le sol.

Les valeurs de l'insolation moyenne mensuelle mesurée à Boufarik sur une période de 10 ans (2002 à 2011) sont représentées sur le tableau suivant :

Tableau III-5 Insolutions moyennes mensuelles (10ans). Source : ONM

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov	Déc
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

III.6. Humidité relative de l'air

L'humidité relative de l'air est un élément de cycle hydrologique qui contrôle l'évaporation du sol et le couvert végétal.

L'humidité relative moyenne mensuelle est représentée dans le tableau suivant :

Tableau III-6 Humidités relatives moyennes mensuelles (10ans). Source : ONM.

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
Hr(%)	71	68	69	65	64	60	59	56	64	66	68	70	65

- Le mois le plus humide est le mois de Janvier avec 71%.
- Le mois le moins humide est le mois d’Août avec 56%.

III.7. Indices climatiques

III.7.1. Indice d’aridité de Martonne

C’est le degré de sécheresse du climat de la région.

-Il est calculé par la formule suivante :

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

Avec :

I_A : Indice climatique de Martonne.

P : Précipitation moyenne annuelle (mm).

T : Température moyenne annuelle (°C).

Donc :

$$I_A = \frac{699,32}{18,65 + 10} = 24,409 \qquad I_A = 24.41$$

Tableau III-7 : Les limites de climat d’après l’indice de Martonne

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 humide	Parfois utile
$I_A > 30$	Humide	Inutile

$$I_A = 24.41 \text{ mm.}$$

Donc $20 < I_A \leq 30$ ce qui correspond d’après les valeurs du tableau au climat « relativement humide » d’où l’irrigation est parfois utile.

III.7.2. Quotient pluviométrique d’Emberger

Il permet de déterminer l’étage bioclimatique et la valeur du coefficient pluviométrique en utilisant la formule et le diagramme bioclimatique d’Emberger.

$$Q = \frac{1000}{\frac{(M+m)(M-m)}{2}} = \frac{2000 \cdot P}{M^2 - m^2}$$

Avec :

Q : coefficient pluviométrique d'Emberger.

P : Précipitation moyenne annuelle (mm).

M : Température moyenne maximale du mois le plus chaud en Kelvin.

m : Température moyenne minimale du mois le plus froid en Kelvin.

$$M = 273 + 33,6 = 306,6 \text{ K}$$

$$m = 273 + 7,5 = 280,5 \text{ K}$$

$$\text{D'où : } Q = 2000 \frac{699,32}{(306,6)^2 - (280,5)^2} = 91,27$$

D'après le diagramme bioclimatique d'Emberger (**Annexe 1**) les valeurs obtenues de Q correspondent à un climat sub-humide.

III.7.3. Climogramme de Gaussen

Le Climogramme de Gaussen est une représentation graphique de variation de précipitation et de température en fonction du temps (mois) qui nous permet de déterminer la période où l'irrigation est indispensable (période sèche).

Dans notre cas, la période sèche commence du mois de Mai jusqu'au mois d'Octobre.

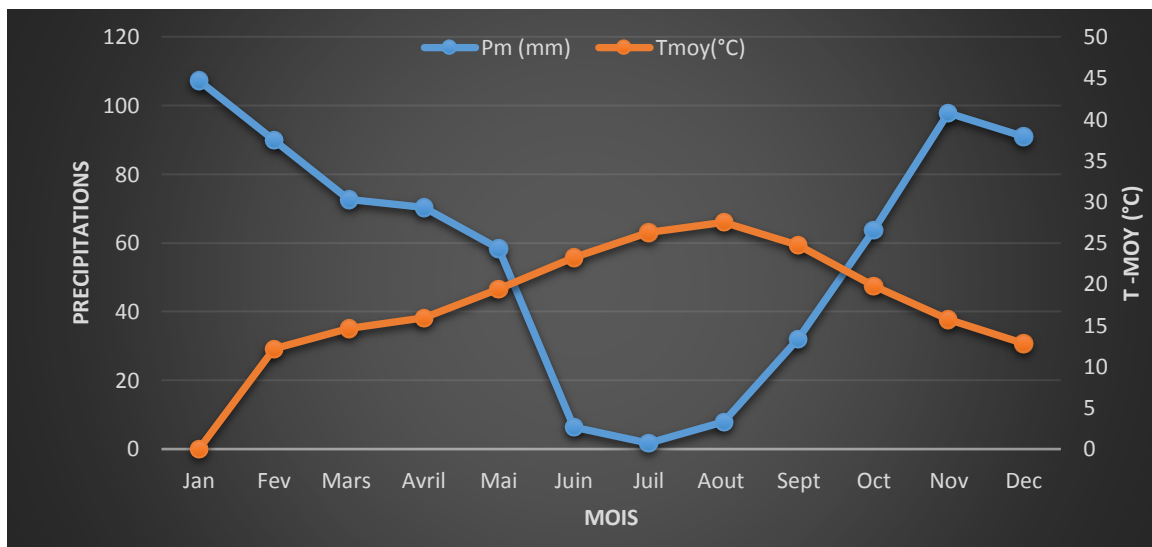


Figure III-2 Climogramme de Gaussen

IV. Caractéristiques de la région

IV.1. Géologie

La Mitidja constitue une zone d'effondrement dans l'évolution remonte à l'éocène, tandis que son individualisation en unités structurales s'esquisse dès la fin de l'Astien. Outre cet effondrement, il y'aurait eu émission de roches éruptives abondantes sur la bordure méridionale du bassin. L'émission serait produite à la faveur des failles accompagnant l'effondrement. Le miocène présente à la base des dépôts gréseux et se poursuit par des dépôts marneux.

Les phénomènes d'érosion, de sédimentation et d'affaissement qui se sont accentués au cours du pliocène inférieur, se sont poursuivis jusqu'au pléistocène imprimant ainsi à la Mitidja sa configuration actuelle, de nombreux problèmes stratigraphiques et tectoniques restent posés dans cette région, ces problèmes se posent particulièrement dans l'Atlas qui présente peu d'intérêt hydrogéologique.

IV.2. Stratigraphie

Il s'agit de la succession des couches, de leurs âges ainsi que de la nature lithologique des roches. La structure géologique de la région permet de distinguer deux étages :

- Un étage inférieur formé par le crétacé inférieur et le Miocène.
- Un étage supérieur formé par le pliocène marin, le pliocène continental et les dépôts quaternaires.

IV.3. Géomorphologie

Du nord au sud de la région de la Mitidja, on peut définir trois unités géomorphologiques :

- **Le sahel** : il correspond à un ensemble de collines, formant la limite nord de la plaine de la Mitidja où l'altitude moyenne est de 200 mètres. La pente moyenne est de 4,5%, ce qui favorise les ruissellements des eaux et empêche de ce fait une grande partie à s'infiltrer.
- **La plaine de la Mitidja** : au sud du Sahel, s'étend la plaine de la Mitidja d'une superficie de 1450 km² orientée WSW – E.N.E. Elle est limitée par l'Atlas Blidéen au sud, son altitude moyenne varie de 50 à 100 mètres, la pente dans la plaine tend vers zéro, ce qui favorise l'infiltration des eaux, là où les conditions géologiques le permettent (formation de surface perméable).
- **L'Atlas** : la chaîne de l'Atlas forme sur 30 km environ une barrière continue où l'altitude moyenne est de 1400 mètres, certains sommets peuvent atteindre 1600 mètres. Les reliefs y sont escarpés et les oueds très encaissés, la pente atteint par endroits 30% ce qui favorise surtout l'écoulement superficiel.

La plaine offre sur le plan géomorphologique une assez grande homogénéité. Ce

Chapitre 1 : Présentation de la plaine de Mitidja

phénomène est lié à la nature subsidient de cette unité. Le paysage apparaît ainsi sous différents aspects.

IV.4. Réseau hydrographique

La plaine de la Mitidja est traversée par plusieurs Oueds nés dans l'Atlas traversent la plaine du Sud au Nord, franchissent la Sahel par des cluses. Parmi les Oueds, les plus importants, nous citons : l'Oued Mazafran, l'Oued Nador, l'Oued EL-Harrach, l'Oued Hamiz et l'oued Reghaia. Il est à noter que l'Oued Mazafran est le plus important de la Mitidja, formé de la réunion des oueds Djer-Bouroumi et Chiffa.

IV.5. Occupation du sol

L'arboriculture est très importante dans la Mitidja centre ou, elle occupe un peu plus de 50% de la superficie agricole. Elle est concentrée surtout sur la bande centrale de la plaine le long de l'axe Oued el Alleug – Boufarik – Chebli et Bouinan. Traditionnellement, les agrumes sont prédominants dans cette région.

IV.6. Aspects fonciers et modes de faire valoir

Sur l'ensemble de la zone de la Mitidja, environ 80% de la superficie agricole est en secteur public et 20 % en secteur privé. Le secteur public est réparti en Exploitations Agricoles Collectives (EAC) dont le droit d'usage est cédé à un groupe d'exploitants et en Exploitations Agricoles Individuelles (EAI) dont le droit d'usage est cédé à des individus. Le droit de propriété est conservé par l'Etat.

Tableau IV-1 Répartition de la superficie de Mitidja centre tranche I par statut juridique.

Désignation	DR1	DR2
SAU brute		
EAC	2912	3182
Privé/EAI	103	422
Autre ¹	317	155
Total	3332	3758
SAU nette ²		
EAC	2679	2927
Privé/EAI	91	371
Autre	292	143
Total	3062	3441

Note :

1. Ferme pilote, station expérimentale, terre communale.
2. En appliquant les coefficients suivants (SAU nette/ SAU brute) :
EAC/ ferme pilote / stations expérimentales : 0.92.
Privé / EAI : 0.88.

V. Conclusion

D'après les analyses des conditions naturelles, nous pouvons conclure que :

- Le climat est sub-humide selon la méthode d'Emberger, la période pluvieuse commence dès le mois de Décembre pour se terminer au mois d'Avril, l'irrigation est indispensable à partir de ce mois d'Avril jusqu'au mois d'Octobre, car les mois les plus secs sont Juillet et Août.

Chapitre 2 : Présentation de la zone d'étude et ses caractéristiques physiques.

I. Introduction

Dans ce chapitre on présente notre zone d'étude (DR12) et on détermine les caractéristiques physiques de la zone d'étude ainsi que les ressources en eau et la qualité des eaux.

Ces facteurs sont très importants pour le calcul des besoins en eau et le dimensionnement du réseau de distribution.

II. Présentation du secteur DR12

Le secteur DR1 a une superficie de 3332 ha. Il est divisé en trois sous-secteurs :

- **DR11** : ce sous-secteur est le plus grand des trois sous-secteurs, il a une superficie de 1600 ha. Il est situé au Nord de la route nationale RN29 et à l'Ouest de la station de pompage. Ce sous-secteur peut être alimenté gravitairement à partir de l'Oued el Harrach.
- **DR12** : représente notre zone d'étude, alimenté gravitairement à partir de l'Oued el harrach et le barrage de Douera. (Conduite de transfert Harrach-Douera). Ce périmètre est situé entre la commune de Chebli et la commune de Bouinan, il a une superficie de 1332 ha et il est délimité par :
 - Le secteur DR2 au Nord.
 - le Sous-secteur DR22 à l'Ouest.
 - Oued el Harrach à l'Est.
 - La Route nationale (RN29) entre Bouinan et Bougara au Sud.
- **DR13** : ce sous-secteur est le plus petit des trois sous-secteurs, il a une superficie de 405 ha, situé au Sud de la route Nationale (RN29), ce sous-secteur nécessite un pompage.

III. Etude pédologique

I.1. Introduction

La pédologie est la science qui étudie la genèse « la formation » et l'évolution d'un sol sous l'action du milieu 'climat, activité biologique, végétation etc...'

C'est grâce à la pédologie que l'on peut connaître précisément les contraintes et les atouts des sols « aptitudes des sols aux cultures, fertilité naturelle » en plus des facteurs climatiques permettant de raisonner certains aménagements afin de préserver l'équilibre écologique.

L'étude pédologique est un facteur primordial pour prendre en compte la nature et la distribution des caractéristiques et des contraintes relevant des sols.

Chapitre 2 : Présentation de la zone d'étude et ses caractéristiques physiques.

Dans le cas de l'irrigation, plusieurs caractéristiques doivent être prises en considération, on peut citer notamment:

- La profondeur du sol qui commande l'épaisseur des couches accessibles aux racines et par suite la réserve en eau disponible.
- La texture ou granulométrie de la terre fine et la charge caillouteuse qui joue sur la rétention de l'eau.
- La structure et la porosité des horizons qui commandent la perméabilité du milieu et globalement, la plus ou moins grande facilité de conduite des arrosages.
- Les caractéristiques chimiques (PH, CE, SAR) qui influent sur les possibilités culturales de la zone à irriguer.
- La bonne connaissance des sols permet le bon choix des cultures.

I.2. Le but de l'étude pédologique

- Evaluer la capacité des sols du secteur étudié à assurer un bon développement végétatif des cultures envisagées et à valoriser économiquement l'investissement. Les aptitudes culturales sont appréciés en confrontant les exigences des productions possibles.
- Estimer le degré de contribution des sols du périmètre à l'alimentation hydrique des plantes à irriguer.
- Choisir les techniques d'arrosage les plus adaptées aux conditions du sol et de culture (aspersion, goutte à goutte, submersion).
- Fixer les règles à respecter pour une conduite des arrosages dans le système (sol-culture) pratiqué. Ceci nécessite une connaissance approfondie des sols à l'échelle de la parcelle d'exploitation agricole. Il s'agit en effet pour l'irrigant d'économiser l'eau et d'adapter les apports aux besoins de la plante. Mais il faut aussi protéger les eaux des nappes phréatiques et du réseau hydrographique contre les risques de pollution.

I.3. Classification des sols

Selon la classification (CPCS), les sols de la plaine de la Mitidja se rangent essentiellement dans six classes : sols minéraux bruts, sols peu évolués, vertisols, sols à sesquioxydes de fer, sols calcimagnésiques et les sols hydromorphes.

- Sols minéraux bruts

Les sols minéraux bruts s'observent sur des roches qui n'ont pas subi d'évolution pédologique, par contre la fragmentation et la distribution mécanique du matériel peuvent être poussées. Dans la plaine de la Mitidja les sols sont définis comme non climatiques, car ils résultent d'un matériel, soit récemment érodé, soit d'apport récent, deux groupes de sols minéraux bruts sont distingués.

Chapitre 2 : Présentation de la zone d'étude et ses caractéristiques physiques.

- Sols peu évolués

Ce sont des sols de profils AC formés d'un horizon humifère, reposent sur un matériau fragmenté mais peu altéré.

- Sols à sesquioxydes de fer

Les sols de cette classe sont formés sous un climat de type méditerranéen. Ils sont représentés en Mitidja par les sols rouges. De profil A B C, ils sont très vivement colorés et développés sur les matériaux rubéfiés du soltanien. Ils couvrent une superficie importante.

- Sols calcimagnésiques

Les sols carbonatés n'occupent qu'une très faible superficie. Les sols de cette classe sont déterminés par l'importance physico-chimique des alcalino-terreux. Dans l'horizon A, la matière organique est fortement liée aux éléments minéraux et forme avec eux un complexe très stable. Ce complexe est saturé à plus de 90% par le calcium et le magnésium.

- Sols hydromorphes

Ce sont des sols dont les caractères sont liés à une évolution dominée par l'effet d'un excès d'eau, cet excès d'eau peut être dû, soit à la présence ou à la montée de la nappe phréatique, soit au manque d'infiltration des eaux de pluie.

IV. Les caractéristiques physiques des sols

Le sol est caractérisé par un certain nombre de paramètres physiques mesurables. Les valeurs de ces paramètres sont généralement en fonction à la fois de la structure et de la texture du sol.

IV.1. Description du profil pédologique:

Le point d'implantation du profil au niveau de la parcelle est prélevé au 13 Avril 2012.

La profondeur du profil dépend des caractéristiques des sols observés sur site, quant à la profondeur des horizons est fonction du changement de la couleur.

La classification et la caractérisation du sol résultante de l'étude des différentes caractéristiques physico-chimiques et hydrodynamique du profil à savoir:

Structure, texture, solution du sol ...

Horizon A: 0-30 cm

Horizon B: 30-60 cm

Horizon c: 60-90 cm

Couleur:

Horizon A: 7.5 YR 5/2

Horizon B: 7.5 YR 6/6

Horizon C: 7.5 YR 6/2

Chapitre 2 : Présentation de la zone d'étude et ses caractéristiques physiques.

IV.2. Etude granulométrique

L'étude granulométrique nous permet de connaître la texture du sol. La texture du sol est sa composition en différents éléments, le triangle textural nous permet de la déterminer, en connaissant les pourcentages des éléments fins et grossiers qui constituent ce sol, les analyses granulométriques du profil pédologique sont présentées sur le tableau suivant : .

Tableau IV-1 Analyse granulométrique du profil pédologique (ANRH)

Profondeur (cm)	Argile	Limon	Sable	Texture
0-30	32.54	42.61	24.85	Limono – argilo- sableux
30-60	11.64	32.09	56.3	Sablo- limono- argilo
60-90	31.26	48.51	20.23	Limono- argilo- sableux

D'après le tableau, on peut dire que notre sol à une texture limono- argileuse, et on confirme ce résultat sur le triangle de texture (**Annexe 3**), il est pauvre en matières organiques, ces agrégats sont facilement détruits par l'irrigation.

IV.3. Propriétés physique de notre sol :

Tableau IV-2 Propriétés physiques de notre sol.

Profondeur (cm)	0-30	30-60	60-90
Densité réelle	2.5	2.31	2.5
Densité apparente	1.41	1.25	1.4
Porosité	44	46	44
La vitesse d'infiltration (m/s)	7.10^{-6}	$5.08.10^{-6}$	7.10^{-6}

- D'après la vitesse d'infiltration, on remarque que notre sol est perméable.

Chapitre 2 : Présentation de la zone d'étude et ses caractéristiques physiques.

V. Les caractéristiques chimiques des sols

V.1. Le PH du sol

Il est important de connaître le PH du sol afin de choisir les cultures en conséquence. En effet, le potentiel hydrogène exprime la degré d'acidité ou d'alcalinité .

V.2. Le PH eau (acidité actuelle)

Lors d'une irrigation ou une pluie, les ions H^+ contenus dans le sol se trouvent à l'état dissocié. Ils sont libérés dans la solution du sol et augmentent sa concentration. L'acidité correspondant à cette concentration définit le PH eau.

Tableau V-1 Caractéristiques chimiques du sol.

Profondeur (cm)	Propriétés chimiques du sol		
	PH eau	PH Kcl	CE (μ S/cm)
0-30	8.50	7.61	150
30-60	8.68	7.70	83
60-90	8.21	7.38	48.5

A l'aide du résultat de l'analyse granulométrique de notre sol de la parcelle d'étude, les propriétés hydrodynamiques sont représentées sur le tableau suivant :

Tableau V-2 Propriétés hydrodynamiques du profil pédologique.

Caractéristiques	Hcc (%)	H _{PF} (%)	Porosité (%)	Hcc- H _{PF} (%)	RU mm/m
Horizon (cm)					
0-30	22	10	44	10	140
30-60	18	10	42	8	120
60-90	22	10	44	10	140

H_{PF}: Humidité au point de flétrissement

Hcc: Humidité à la capacité au champ

Hcc- H_{PF} : Humidité disponible

RU: Réserve utile .

Chapitre 2 : Présentation de la zone d'étude et ses caractéristiques physiques.

VI. Ressource en eau et Qualité des eaux d'irrigation

VI.1. Ressource en eau

L'alimentation de la Mitidja centre est assurée en partie par le Barrage Douera et en partie par les eaux souterraines.

V.1.1. Le barrage de Douera

Le Barrage de Douera est situé dans la vallée de l'oued Ben Amar à environ 2,5 Km au sud-ouest de la ville de Douera. Le remplissage du Barrage est assuré par deux transferts :

- Le transfert Harrach-Douera.
- Le transfert Mazafran-Douera.

Le périmètre irrigué à partir du Barrage de Douera concerne une superficie de 17 180 ha , située dans la partie Est de la Mitidja centre.

V.1.2. Les eaux souterraines

Le périmètre irrigué à partir des eaux souterraines concerne le reste de la Mitidja centre qui représente une superficie totale de 15 800 ha.

L'irrigation par des eaux souterraines est basée sur des forages individuels au niveau des exploitations, plutôt que par des réseaux collectifs alimentés par des champs de captage.

VI.2. Qualité des eaux d'irrigation

La qualité de l'eau utilisée pour l'irrigation est un paramètre essentiel pour le rendement des cultures, le maintien de la productivité du sol et la protection de l'environnement. Ainsi, les propriétés physiques et chimiques du sol, telles que sa structure et sa perméabilité, sont très sensibles au type d'ions potentiellement échangeables présents dans les eaux d'irrigation.

La qualité de l'eau d'irrigation peut être mieux déterminée par une analyse chimique au laboratoire. Les facteurs les plus importants pour déterminer la qualité requise de l'eau dans l'agriculture sont les suivants:

- PH
- Salinité
- Conductivité électrique
- Degré d'Adsorption du Sodium ou (SAR).

V.3.1. La salinité

La salinité caractérise la teneur en sel dans l'eau d'irrigation

Chapitre 2 : Présentation de la zone d'étude et ses caractéristiques physiques.

L'excès de teneur en sel est l'un des soucis principaux avec l'eau utilisée pour l'irrigation. Une concentration élevée en sel dans l'eau ou dans les sols affectera négativement le rendement des récoltes, provoquera une dégradation des sols et une pollution des eaux souterraines.

L'utilisation d'une eau salée pour l'irrigation dépendra de plusieurs facteurs:

- La tolérance en sel de la récolte
- Les caractéristiques du sol sous conditions climatiques.
- Les procédures de gestion des sols et de l'eau.

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

l'irrigation

l'irrigation Les

En général, l'eau utilisée pour l'irrigation doit avoir un degré faible ou moyen de salinité.

V.3.2. La conductivité électrique

La conductivité électrique (CE) mesurée à 25°C est exprimée en mmhos/cm rend compte de la salinité globale des eaux.

-Quatre classes de risque salin ont été définies :

- C1 : Risque faible $CE \leq 0,25$.
- C2 : Risque moyen $0,25 < CE \leq 0,75$.
- C3 : Risque élevé $0,75 < CE \leq 2,25$.
- C4 : Risque très élevé $CE > 2,25$.

*CE (ds/m).

V.3.3. Le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R

Si l'eau est riche en sodium celui-ci peut se fixer sur le complexe du sol et exercer alors une action défloculante, pour apprécier le risque alcalin, on compare la concentration en ion Na^+ , celle en ion Ca^{++} et Mg^{++} :

Avec : Na^+ , Ca^{++} et Mg^{++} en meq/l

Quatre classes de risque alcalin ont été définies, en relation avec le risque salin :

- S1 : Risque faible $S.A.R \leq 10$.
- S2 : Risque moyen $10 < S.A.R \leq 18$.
- S3 : Risque élevé $18 < S.A.R \leq 26$.
- S4 : Risque très élevé $S.A.R > 26$.

Chapitre 2 : Présentation de la zone d'étude et ses caractéristiques physiques.

VI.3. Caractéristique des eaux d'irrigation

Notre zone d'étude est irriguée à partir du Barrage Douera qui est alimenté par l'oued el Harrach.

Les résultats des analyses des eaux d'irrigation d'oued Harrach faites par le laboratoire de l'ANRH sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau VI-1 Caractéristiques des eaux d'irrigation.

Année	Mois	Calcium (mg/l)	Magnésium (mg/l)	Sodium (mg/l)	Potassium (mg/l)	pH	CE (uS/cm)	SAR
2012	juillet	68	37	200	2	8,2	420	4.8
2011	Août	98	43	200	4	8,1	560	4.2
2010	Août	84	45	142	3	8.6	571	3.09
2009	Novembre	140	82	520	4	8.3	421	8.60

D'après les résultats des analyses des eaux d'oued Harrach le SAR est inférieure à 10, la conductivité électrique est entre 0.25 ds/m et 0.75ds/m, donc l'eau est classée dans la classe C2 SI d'après le Diagramme de classification des eaux d'irrigation (**Annexe 4**).

VII. Les aptitudes culturelles

Le choix des cultures se fait selon plusieurs facteurs qui sont :

VII.1. Climat

La plante a des exigences climatiques telle que la quantité de chaleur nécessaire pour accomplir son cycle, températures critiques, minimales et optimales, besoins en eau et périodes critiques.

VII.2. Sol

Les caractéristiques des sols ont une importance pour le choix des cultures, telle que la structure, le PH et la profondeur de la nappe.

VII.3. Qualité des eaux d'irrigation

L'irrigation par des eaux fortement minéralisées a une action directe sur le rendement des cultures.

Chapitre 2 : Présentation de la zone d'étude et ses caractéristiques physiques.

D'après les résultats des analyses de la qualité des eaux d'irrigation et d'après les caractéristiques physiques de notre type de sol on peut dire que notre secteur convient donc aux cultures suivantes :

- Les cultures maraîchères ; tomates, pomme de terre, poivron, pastèque, courgette, carotte.... etc. ;
- Les cultures fourragères : Mais, luzerne, bersim, blé ... etc ;
- Les cultures industrielles : betterave, tabac, tomate industrielle... .etc ;
- Les arboricultures : agrumes, vigne, olivier etc.

VII.4. Les cultures mises en place :

L'arboriculture est la culture dominante dans le secteur DR12 elle occupe presque la totalité de la surface de secteur. Soit 65% de cette surface est occupée par les agrumes (l'oranger, citronnier et clémentine) et le reste par le pêcher, l'abricotier et le prunier.

La répartition des cultures en fonction de la surface est représentée dans le tableau suivant :

Tableau VII-1 Répartition des cultures du secteur DR12

Les cultures	La surface occupée (ha)	Pourcentage %
Agrumes	865.8	65
Pêchers	199.8	15
Abricotiers	133.2	10
Pruniers	66.6	5
Vignes	66.6	5

VIII. Conclusion :

Selon l'étude pédologique sur la région de Mitidja, on a déterminé le type du sol de notre secteur DR 12. Et selon les analyses de la qualité des eaux du barrage faites par le laboratoire d'ANRH on conclue que notre zone d'étude est propice à l'irrigation avec un bon rendement, de ce fait on a déterminé les cultures répondant à l'aptitude culturale du sol.

Chapitre 3 : Besoins en eau des cultures.

I. Introduction

Les cultures ont un besoin en eau considérable pour leur croissance ou leur développement végétatif. Lorsque les précipitations sont insuffisantes, l'irrigation serait nécessaire pour couvrir les besoins en eau des cultures. Ce chapitre a pour but de calculer les besoins en eau et déterminer le débit fictif continu qui est le débit de dimensionnement du réseau d'irrigation adapté aux cultures choisies.

II. Hydrologie :

En terme général le besoin en eau est défini comme le niveau d'évapotranspiration d'une culture indemne de maladie et poussant dans une parcelle d'une surface supérieure à un hectare dans des conditions optimales de sol. Ces dernières consistent en une fertilité et une humidité suffisantes pour atteindre le potentiel de production de la culture dans le milieu considéré.

III. Traitement des données pluviométriques

Afin d'estimer le déficit des précipitations pour les besoins en eau d'irrigation, une analyse statistique doit être faite sur la base des enregistrements pluviométriques effectués sur une longue période.

Cette étude porte sur :

- Détermination de l'année de calcul.
- L'homogénéisation des séries pluviométriques.
- L'étude fréquentielle des séries pluviométriques par des lois statistiques.

III.1. Présentation de la série pluviométrique :

Les pluviométries moyennes mensuelles sur une période d'observation de 25 ans (1991 à 2014) à la station de Soumaa sont représentés sur le tableau suivant :

Code station : 021234
Nom station : SOUMAA
X : 517.45
Y : 355.9
Z : 177

Figure III-1 Code de la station de Soumaa.

Chapitre 3 : Besoins en eau des cultures.

Tableau III-1 : Série pluviométrique de la station de Soumaa

Année	sept	oct	nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout	annuel
1990	10,2	53,9	82,9	115,9	96,6	117	88	23,3	45,7	3,3	0	2,4	639,2
1991	3,8	237,2	33,1	15,8	216,8	24,7	107,6	91,6	103	3,3	1,1	1	839
1992	32,6	40,8	134,4	30,3	156,6	66,8	1,4	59,9	1,8	0	0	0	524,6
1993	87,9	123,7	48,5	61	182,9	202,9	132,7	21,5	0	18,9	0	24,5	904,5
1994	36,2	21,3	48,5	46,4	118,6	203,4	58	292,4	25,3	4,5	4,1	0,8	859,5
1995	33,3	67,8	14,9	47,9	41,8	32	7,6	104,6	23,4	1,6	2,6	18,5	396
1996	51,8	88,7	156,5	110,9	34,3	62,5	49,7	79,4	237,2	0,8	0	18,1	889,9
1997	22,8	37,2	103,5	48,4	158,2	98,9	65,9	10,7	1,3	2	0	0,6	549,5
1998	25,2	10	116	202,1	11,2	6,4	20,6	42,9	50,8	0	0	4,2	489,4
1999	10,1	85,9	131,3	49,3	197,1	57,1	0,7	53,1	23,8	0,5	0	0	608,9
2000	28,7	14	69,6	71	63,8	42,1	74,6	58,3	32,1	0,7	17,4	15,5	487,8
2001	20,1	41,7	194,8	140,4	213,5	160,7	22,2	99,4	62,1	0,3	0,8	1,8	957,8
2002	33,4	35	83,9	118	109,1	58,5	84,3	72,7	164,1	4,6	6,5	3,7	773,8
2003	11,8	43,3	95,4	170,4	94,2	128,4	58,2	40,6	5,6	1,9	0	2,4	652,2
2004	49,5	69,7	84,8	101	168,1	101,1	25,2	9,1	150,3	0	0	2	760,8
2005	43,1	23,3	68	176,7	11,4	51,3	153,7	102,8	15,5	14,3	3,7	14,3	678,1
2006	64,9	100	177,1	70,2	24,3	29	74,2	24	63,6	4,3	3,4	1,8	636,8
2007	50,2	131,9	111,1	150,3	167,2	20,4	65,5	83,1	28,7	0,3	1,7	1,3	811,7
2008	86,2	8,9	100	130,8	67,2	92,1	122,8	53,3	30,8	20,9	0	35,8	748,8
2009	5,5	80,2	122,8	74,1	92,4	140,6	35,3	99,2	122,9	15,8	0	2	790,8
2010	11,9	85,1	85,3	68,8	52	220,6	132,4	152,8	34,4	0	0	24	867,3
2011	8,5	44,6	111,3	22,4	133,3	107,7	66,4	103,5	170,4	1,5	0,4	23,5	793,5
2012	12,2	16,2	148,3	95,7	74,7	63,4	109,9	2	14,4	51,5	0	0	588,3
2013	34,8	33,3	54,2	156	118,7	86,3	96,7	0	21,1	9	0	0	610,1
2014	30,2	98,7	71,3	0	77,3	73,4	162	80	32,1	0	1,5	0	626,5

III.2. Homogénéité de la série pluviométrique

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

- On divise la série complète en deux sous séries : x et y tel que : N_1 et N_2 , Représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement : $N_2 > N_1$.
- On constitue par la suite, la série x union y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant. à ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang, tout en précisant à quels sous série elle appartient.

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

Avec :

$$W_{\min} < W_x < W_{\max} \quad \mathbf{W_x} = |\text{Rang}|_x \quad \mathbf{W_x} : \text{Somme des rangs de sous séries}$$

$$W_{\min} = \left(\frac{(N_1 + N_2 + 1)N_1 - 1}{2} \right) - 1.96 \left(\frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{1/2}$$

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

Chapitre 3 : Besoins en eau des cultures.

Tableau III-3 Test de Wilcoxon pour la station de Soumaa.

Série d'origine (mm)	Série X (mm)	Série Y (mm)	X Union Y Class Croissant	Classement	Rang
639.2	639.2	773.8	396	x	1
839	839	652.2	487.8	x	2
524.6	524.6	760.8	489.4	x	3
904.5	904.5	678.1	524.6	x	4
859.5	859.5	636.8	549.5	x	5
396	396	811.7	588.3	y	6
889.9	889.9	748.8	608.9	x	7
549.5	549.5	790.8	610.1	y	8
489.4	489.4	867.3	625.6	y	9
608.9	608.9	793.5	636.8	y	10
487.8	487.8	588.3	639.2	x	11
957.8	957.8	610.1	652.2	y	12
773.8		625.6	678.1	y	13
652.2			748.8	y	14
760.8			760.8	y	15
678.1			773.8	y	16
636.8			790.8	y	17
811.7			793.5	y	18
748.8			811.7	y	19
790.8			839	x	20
867.3			859.5	x	21
793.5			867.3	y	22
588.3			889.9	x	23
610.1			904.5	x	24
625.6			957.8	x	25

- $W_x=146$
- $W_{min} =119.47$
- $W_{max}=192.53$.

$$W_{min} < W_x < W_{max} \Rightarrow 119.47 < 146 < 192.53.$$

La condition de Mr Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelles de la station de Soumaa est homogène.

III.3. Etude statistique des precipitations

La pluviométrie est souvent ajustable à des lois statistiques très nombreuses, on utilise pour notre projet celle qui garantit le meilleur ajustement possible qui est la loi de Gauss ou loi Normale.

Chapitre 3 : Besoins en eau des cultures.

Les différentes étapes envisagées sont :

- Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant ou décroissant selon la fréquence au dépassement ou au non dépassement ;
- Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées ;
- Calculer la fréquence expérimentale par une formule empirique ;
- Calculer les caractéristiques empiriques de l'échantillon à savoir : moyenne, écart type ou coefficient de variation, coefficient d'asymétrie s'il existe ;
- Reporter les points sur papier à probabilité approprié à chaque loi ;
- Tracer la droite ou la courbe théorique appropriée ;
- Lire ou calculer la valeur extrême (quantile), c'est-à-dire la valeur correspondante à une probabilité donnée ;
- Tester l'adéquation de la loi d'ajustement ;
- Calculer l'intervalle de confiance en général à 95% sur les caractéristiques empiriques de l'échantillon et sur le ou les valeurs extrêmes ;
- Déterminer les valeurs mensuelles pour l'année sèche par la relation suivante :

$$P_{i\text{sec}} = P_{i\text{moy}} \times \frac{P_{\text{sec}}}{P_{\text{moy}}}$$

Dans laquelle :

- $P_{i\text{moy}}$: Pluie moyenne mensuelle pour le mois i ;
- $P_{i\text{sec}}$: Pluie mensuelle de l'année sèche pour le mois i ;
- P_{moy} : Pluie moyenne annuelle ;
- P_{sec} : Pluie annuelle à une probabilité de dépassement de 20%.

III.3.1. Choix de la loi de l'ajustement

Il existe plusieurs lois de probabilité. On doit procéder au moins à deux fonctions de répartition pour avoir une excellente approximation de la distribution empirique des pluies et qui va garantir le meilleur ajustement possible, parmi cette multitude de lois on travaille avec :

-Loi de Gauss (loi normale).

III.3.1.1. Ajustement à la loi de Gauss (loi Normale)

La loi normale, loi gaussienne ou loi de gauss est l'une des lois de probabilité les plus adaptées pour modéliser les enregistrements des précipitations.

Plus formellement, c'est une loi de probabilité absolument continue qui dépend de deux paramètres : son espérance, un nombre réel noté μ ,

et son écart type, un nombre réel positif σ noté

L'ajustement se fait à l'aide d'un logiciel appelé HYFRAN. Les résultats sont les suivants :

$$\mu = 699.356$$

$$\sigma = 149.74$$

Chapitre 3 : Besoins en eau des cultures.

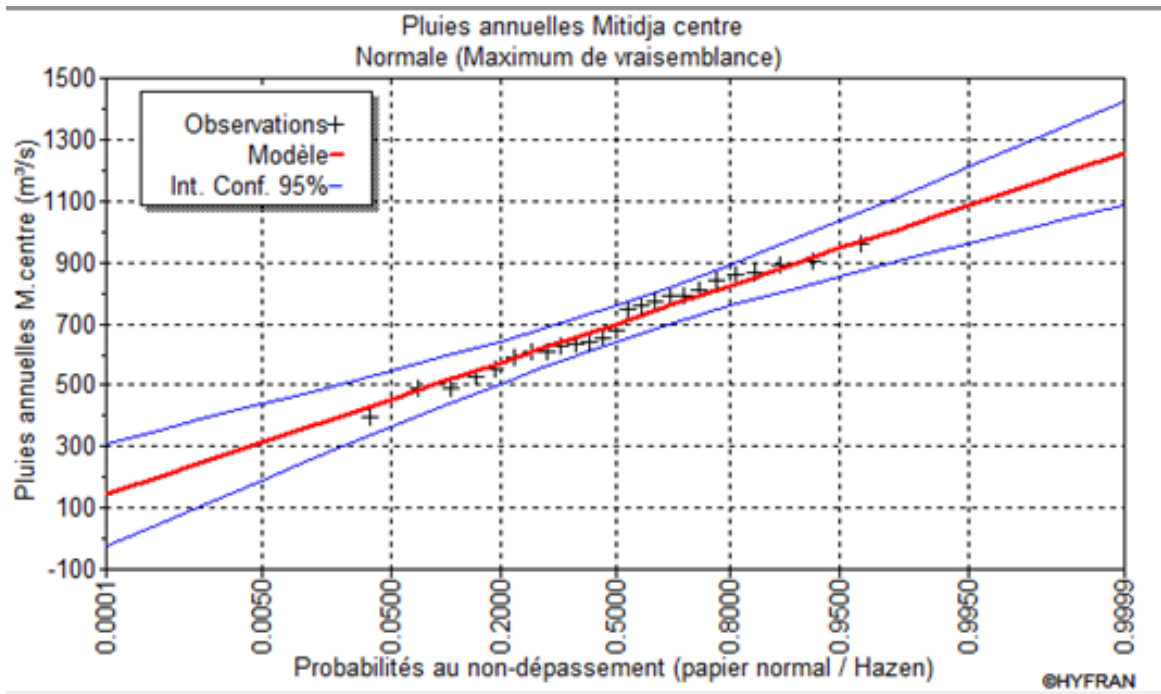


Figure III-2 Ajustement de la série à la loi de GAUSS

III.3.1.2. Test d'adéquation khi-deux

Parmi tous les tests existants, le test χ^2 du de K. PEARSON est le plus pratique et le plus utilisé bien qu'il ne soit pas très puissant.

La loi normale est adéquate pour une erreur $\alpha=0.01$ si et seulement si :

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

Tableau III-5 Résultat du test d'adéquation du test khi-deux sur la loi normal

$\chi^2_{\text{calculé}}$	2.72
$\chi^2_{\text{théorique}}$	13.28
Degré de liberté	4

- On déduit que la loi normale est adéquate pour notre série pluviométrique.

Chapitre 3 : Besoins en eau des cultures.

Les valeurs des précipitations correspondantes aux probabilités 20%, 50% et 80% suivant la loi normale sont les suivantes :

- $P(20\%) = 825.36 \text{ mm}$
- $P(50\%) = 699.36 \text{ mm}$
- $P(80\%) = 573.36 \text{ mm}$

D'après ces valeurs, on détermine l'année de calcul.

Tableau III-6 Précipitations mensuelles de l'année sèche.

Mois	Jan	Fev	Mar	Avri	Mai	Jui	Juil	Aou	Sept	Oct	Nov	Dec	Total
Pmoy	107.3	89.9	72.6	70.4	58.4	6.4	1.7	7.9	32.2	63.7	97.9	90.9	699.4
P80%	87.9	73.7	59.5	57.7	47.9	5.3	1.4	6.5	26.4	52.2	80.7	74.6	573.4

III.4. Calcul de la pluie efficace

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

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

$$P_{eff} = 0,8 \times P_{moy}$$

Avec :

P_{eff} : pluie annuelle efficace en (mm/mois).

P_{moy} : pluie moyennes en (mm/mois).

Chapitre 3 : Besoins en eau des cultures.

Les calculs sont donnés à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0 dans le tableau suivant :

Tableau III-7 Pluies efficaces calculées à l'aide du logiciel CROPWAT V 8 Land and Water Development Division of FAO.

Station	Méthode Précipitations eff. Pourcentage fixé	
Soumaa		
	Pluie	Pluie eff.
	mm	mm
Janvier	87.9	70.3
Février	73.7	59.0
Mars	59.5	47.6
Avril	57.7	46.2
Mai	47.9	38.3
Juin	5.2	4.2
Juillet	1.4	1.1
Août	6.5	5.2
Septembre	26.4	21.1
Octobre	52.2	41.8
Novembre	80.3	64.2
Décembre	74.6	59.6
Total	573.3	458.7

III.5. L'évapotranspiration (E T)

On appelle évapotranspiration d'une culture la combinaison du phénomène physiologique de la transpiration et de celui, purement physique, de l'évaporation d'eau à la surface d'une feuille, et à la surface du sol sur lequel la culture est implantée. Comme pour la pluie, l'évapotranspiration d'une culture s'exprime en millimètres d'eau, c'est-à-dire en litres d'eau par mètre carré de surface du sol.

On distingue deux types d'évapotranspiration :

- Evapotranspiration potentielle ETP.
- Evapotranspiration réelle ETR.

III.5.1. **L'évapotranspiration potentielle (ETP)**

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

Le calcul de l'évapotranspiration potentielle se fait soit à partir de stations (méthodes directes), soit à partir des données climatiques disponibles, soit par des méthodes empiriques.

Chapitre 3 : Besoins en eau des cultures.

III.5.1.1. Formule de Turc 1960 : basée sur la température et le rayonnement

Pour le calcul de ETP mensuelles nous pouvons utiliser la formule de Turc donnée par :

$$ETP = 0,40 \times (I_g + 50) \times \frac{t}{(t + 15)} K$$

Avec :

ETP : Evapotranspiration mensuelle (mm).

T : Température moyenne mensuelle (°C).

I_g : Radiation globale mensuelle (cal/cm²/jour)

III.5.1.2. Formule de Blaney- Criddle 1959

Elle utilise des paramètres facilement accessibles et introduit des coefficients culturaux susceptibles d'ajustement aux données locales éventuelles. Le facteur f (en mm) de cette formule s'exprime comme suit :

$$f = (0,46 \times T + 8,13) \times P$$

T : (°C) est la température moyenne

P : le pourcentage de la durée d'éclairement pendant la période considérée.

III.5.1.3. Formule de Thornthwaite 1948

C'est une formule qui utilise un seul paramètre qui est la température :

$$ETP = 16 \left(\frac{10 \times t^a}{I} \right) \times K$$

t : est la température moyenne mensuelle (°C),

a : est fonction de l'indice thermique mensuel.

K : coefficient d'ajustement mensuel.

III.5.1.4. Formule Modifiée de Penman_Monteith

La formule la plus employée aujourd'hui est la formule de Penman-Monteith modifiée :

$$ETO = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{C_{ste}}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)}$$

Avec:

Chapitre 3 : Besoins en eau des cultures.

- 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].

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ET_0 calculés à l'aide du logiciel **CROPWAT V.8** sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau III-8 : Données obtenues à partir du logiciel CROPWAT V.8 Land and Water Development Division of FAO.

Pays		Algérie		Station		Soumaa	
Altitude	177 m.	Latitude	36.00 °N	Longitude	2.00 °E		
Mois	Temp Min	Temp Max	Humidité	Vent	Insolation	Ray.	ET_0
	°C	°C	%	m/s	heures	MJ/m ² /jour	mm/jour
Janvier	7.5	15.2	74	3.0	4.4	8.4	1.63
Février	7.7	16.7	70	3.1	6.0	12.0	2.20
Mars	9.5	19.7	71	2.9	7.1	16.1	2.90
Avril	11.1	20.8	66	3.1	7.7	19.5	3.76
Mai	14.1	24.8	65	2.8	9.7	23.8	4.77
Juin	17.5	28.9	61	3.0	10.1	25.0	5.80
Juillet	19.9	32.8	60	3.2	11.2	26.2	6.71
Août	21.5	33.6	57	3.1	10.5	23.9	6.61
Septembre	19.2	30.2	66	2.5	9.3	19.7	4.78
Octobre	15.0	24.7	69	2.3	7.1	13.9	3.10
Novembre	11.7	19.8	71	2.5	5.3	9.6	2.09
Décembre	9.0	16.7	73	3.7	4.1	7.5	1.86

Avec :

- **Température** : Les températures minimales et maximales mensuelles.
- **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.

Chapitre 3 : Besoins en eau des cultures.

III.6. L'évaporation maximale de culture (ETM)

Elle exprime les besoins en eau des cultures suivant leur stade végétatif, Pour estimer l'évapotranspiration maximale (ETM) à partir de l'évapotranspiration de référence (ET₀), on utilise les coefficients culturaux (K_c), dépendant du type de la culture et de son stade de développement et des conditions climatiques observées. elle est donnée par la formule suivante :

$$ETM = K_c \times ET_0$$

K_c : coefficient cultural

ET₀ : évapotranspiration de référence.

Nous présenterons dans le tableau ci-après les coefficients culturaux (K_c) des spéculations à envisager dans le périmètre :

*Tableau III-9 : Coefficients culturaux (K_c) des cultures.
(FAO Irrigation and Drainage Paper no., 2007).*

Culture	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Aout
Agrumes	0.75	0.65	0.65	0.65	0.5	0.5	0.6	0.6	0.65	0.7	0.9	0.8
pêchers	0.73	0.6	0.58	0.51	0.5	0.6	0.6	0.63	0.65	0.71	0.8	0.76
Abricotiers	0.73	0.6	0.58	0.51	0.5	0.6	0.6	0.63	0.65	0.71	0.8	0.76
Pruniers	0.85	0.9	0.9	0.9	0.75	0.65	0.55	0.55	0.55	0.55	0.75	0.9
Vignes	0.65	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.65	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8

III.7. 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 qui s'approche du point de flétrissement, on considère donc la Réserve Facilement Utilisable (RFU).

Chapitre 3 : Besoins en eau des cultures.

On obtient donc :

$$\mathbf{RFU = (H_{cc} - H_{pf}) * Y * Z * d_a}$$

Avec :

Y : degré de tarissement égal à 2/3

Da : densité apparente. égal 1.4

Z : profondeur d'enracinement mm.

Hcc : humidité à la capacité au champ, dans notre cas. On prend (27)

Hpf : humidité au point de flétrissement, dans notre cas. On prend(13)

Les valeurs de la RFU sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau III-10 Les valeurs de la RFU.

Culture	Texture du sol	$h_{cc} - h_{pf}$ (mm)	Z	Y	RFU (mm)
Agrumes	argileux limoneuse	140	1.1	2/3	144
Pêchers	argileux limoneuse	140	1	2/3	130
Abricotiers	argileux limoneuse	140	1	2/3	130
Pruniers	argileux limoneuse	140	1.2	2/3	157
Vignes	argileux limoneuse	140	1.5	2/3	196

IV. Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures

$$B = ETM - (P_{eff} + RFU)$$

- **B** : besoin en eau d'irrigation (mm).
- **E.T.M** : évapotranspiration (mm/mois).
- **RFU** : La réserve facilement utilisable
- **Peff** : pluie efficace.

IV.1. Calcul des besoins bruts

C'est le volume d'eau d'irrigation exprimé en mm/j, nécessaire en pratique (compris les pertes et les besoins de lessivage mais à l'exclusion de la contribution des autres ressources).

La formule employée est :

Chapitre 3 : Besoins en eau des cultures.

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

Avec :

- E_f : l'efficience du réseau

La formule utilisée pour l'estimation de l'efficience d'un réseau d'irrigation qui dépend, du transport et de l'uniformité de distribution.

Dans notre cas, on a considéré une efficience globale de 0.9.

IV.2. Détermination les Besoin en eaux des cultures

Les Besoin en en eaux des cultures sont détaillés comme suit :

IV.2.1. Estimation des besoins en eau des agrumes

Tableau IV-1 Estimation des besoins en eau des agrumes.

Mois	ET0 mm/j	ET0 mm/mois	Pluie (mm)	Pe _{eff} (mm)	Kc	ETM (mm/mois)	RFU	Besoins net (mm)
Sep	4,78	143,4	26,4	21,1	0,75	107,55	48	38,45
oct	3,1	96,1	52,2	41,8	0,65	62,465	72	-51,335
Nov	2,09	62,7	80,3	64,2	0,65	40,755	144	-167,445
Dec	1,86	57,66	74,6	59,6	0,65	37,479	144	-166,121
Jan	1,63	50,53	87,9	70,3	0,5	25,265	144	-189,035
Fev	2,2	61,6	73,7	59	0,5	30,8	144	-172,2
Mars	2,9	89,9	59,5	47,6	0,6	53,94	72	-65,66
Avr	3,76	112,8	57,7	46,2	0,6	67,68	72	-50,52
Mai	4,77	147,87	47,9	38,3	0,65	96,1155	48	9,8155
Juin	5,8	174	5,2	4,2	0,7	121,8	0	117,6
Juill	6,71	208,01	1,4	1,1	0,9	187,209	0	186,109
Aout	6,61	204,91	6,5	5,2	0,8	163,928	0	158,728

Chapitre 3 : Besoins en eau des cultures.

IV.2.2. Estimation des besoins en eau des pêcheurs

Tableau IV-2. Estimation des besoins en eau des pêcheurs.

Mois	ET0 mm/j	ET0 mm/mois	Pluie (mm)	Peff (mm)	Kc	ETM (mm/mois)	RFU	Besoins net (mm)
Sep	4,78	143,4	26,4	21,1	0,73	104,682	43,33	40,252
oct	3,1	96,1	52,2	41,8	0,6	57,66	65	-49,14
Nov	2,09	62,7	80,3	64,2	0,58	36,366	130	-157,834
Dec	1,86	57,66	74,6	59,6	0,51	29,4066	130	-160,1934
Jan	1,63	50,53	87,9	70,3	0,5	25,265	130	-175,035
Fev	2,2	61,6	73,7	59	0,6	36,96	130	-152,04
Mars	2,9	89,9	59,5	47,6	0,6	53,94	65	-58,66
Avr	3,76	112,8	57,7	46,2	0,63	71,064	43,33	-18,466
Mai	4,77	147,87	47,9	38,3	0,65	96,1155	43,33	14,4855
Juin	5,8	174	5,2	4,2	0,71	123,54	0	119,34
Juill	6,71	208,01	1,4	1,1	0,8	166,408	0	165,308
Aout	6,61	204,91	6,5	5,2	0,76	155,7316	0	150,5316

IV.2.3. Estimation des besoins en eau des abricotiers

Tableau IV-3 Estimation des besoins en eau des abricotiers.

Mois	ET0 mm/j	ET0 mm/mois	Pluie (mm)	Peff (mm)	Kc	ETM (mm/mois)	RFU	Besoins net (mm)
Sep	4,78	143,4	26,4	21,1	0,73	104,682	43,33	40,252
oct	3,1	96,1	52,2	41,8	0,6	57,66	65	-49,14
Nov	2,09	62,7	80,3	64,2	0,58	36,366	130	-157,834
Dec	1,86	57,66	74,6	59,6	0,51	29,4066	130	-160,1934
Jan	1,63	50,53	87,9	70,3	0,5	25,265	130	-175,035
Fev	2,2	61,6	73,7	59	0,6	36,96	130	-152,04
Mars	2,9	89,9	59,5	47,6	0,6	53,94	65	-58,66
Avr	3,76	112,8	57,7	46,2	0,63	71,064	43,33	-18,466
Mai	4,77	147,87	47,9	38,3	0,65	96,1155	43,33	14,4855
Juin	5,8	174	5,2	4,2	0,71	123,54	0	119,34
Juill	6,71	208,01	1,4	1,1	0,8	166,408	0	165,308
Aout	6,61	204,91	6,5	5,2	0,76	155,7316	0	150,5316

Chapitre 3 : Besoins en eau des cultures.

IV.2.4. Estimation des besoins en eau des pruniers

Tableau IV-4 Estimation des besoins en eau des pruniers.

Mois	ET0 mm/j	ET0 mm/mois	Pluie (mm)	Peff (mm)	Kc	ETM (mm/mois)	RFU	Besoins net (mm)
Sep	4,78	143,4	26,4	21,1	0,85	121,89	52,33	48,46
oct	3,1	96,1	52,2	41,8	0,9	86,49	78,5	-33,81
Nov	2,09	62,7	80,3	64,2	0,9	56,43	157	-164,77
Dec	1,86	57,66	74,6	59,6	0,9	51,894	157	-164,706
Jan	1,63	50,53	87,9	70,3	0,75	37,8975	157	-189,403
Fev	2,2	61,6	73,7	59	0,65	40,04	157	-175,96
Mars	2,9	89,9	59,5	47,6	0,55	49,445	78,5	-76,655
Avr	3,76	112,8	57,7	46,2	0,55	62,04	78,5	-62,66
Mai	4,77	147,87	47,9	38,3	0,55	81,3285	52,33	-9,3015
Juin	5,8	174	5,2	4,2	0,55	95,7	0	91,5
Juill	6,71	208,01	1,4	1,1	0,75	156,0075	0	154,907
Aout	6,61	204,91	6,5	5,2	0,9	184,419	0	179,219

IV.2.5. Estimation des besoins en eau des Vignes

Tableau IV-5 Estimation des besoins en eau des vignes.

Mois	ET0 mm/j	ET0 mm/mois	Pluie (mm)	Peff (mm)	Kc	ETM (mm/mois)	RFU	Besoins net (mm)
Sep	4,78	143,4	26,4	21,1	0,65	93,21	65,33	6,78
oct	3,1	96,1	52,2	41,8	0,5	48,05	98	-91,75
Nov	2,09	62,7	80,3	64,2	0,5	31,35	196	-228,85
Dec	1,86	57,66	74,6	59,6	0,5	28,83	196	-226,77
Jan	1,63	50,53	87,9	70,3	0,5	25,265	196	-241,035
Fev	2,2	61,6	73,7	59	0,5	30,8	196	-224,2
Mars	2,9	89,9	59,5	47,6	0,65	58,435	196	-185,165
Avr	3,76	112,8	57,7	46,2	0,7	78,96	98	-65,24
Mai	4,77	147,87	47,9	38,3	0,7	103,509	98	-32,791
Juin	5,8	174	5,2	4,2	0,8	139,2	0	135
Juill	6,71	208,01	1,4	1,1	0,8	166,408	0	165,308
Aout	6,61	204,91	6,5	5,2	0,8	163,928	0	158,728

Chapitre 3 : Besoins en eau des cultures.

Après le calcul des besoins en eau des cultures on fait un petit récapitulatif des résultats mois par mois. Nous pourrions ainsi dégager le mois de pointe qui correspond au mois où la demande en eau est maximale.

IV.2.6. Besoins en eau des cultures

Tableau IV-6 Récapitulatif des besoins en eau des cultures.

Mois	Abricotiers	pêchers	Agrumes	Pruniers	Vignes	Besoin total
Sep	40,252	40,252	38,450	48,460	6,780	174,194
Oct	-49,140	-49,140	-51,335	-33,810	-91,750	-275,175
Nov	-157,834	-157,834	-167,445	-164,770	-228,850	-876,733
Dec	-160,193	-160,193	-166,121	-164,706	-226,770	-877,984
Jan	-175,035	-175,035	-189,035	-189,403	-241,035	-969,543
Fev	-152,040	-152,040	-172,200	-175,960	-224,200	-876,440
Mars	-58,660	-58,660	-65,660	-76,655	-185,165	-444,800
Avril	-18,466	-18,466	-50,520	-62,660	-65,240	-215,352
Mai	14,486	14,486	9,816	-9,301	-32,791	-3,306
Juin	119,340	119,340	117,600	91,500	135,000	582,780
Juill	165,308	165,308	186,109	154,908	165,308	836,941
Aout	150,532	150,532	158,728	179,219	158,728	797,738

V. 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.

$$q = \frac{B_{net} \cdot 10 \cdot 1000}{N \times T \times 3600 \times K} \text{ (l/s/ha)}$$

- **Bnet** : besoin net du mois de pointe en mm/mois.
- **T** : nombre des heures d'irrigation=24h
- **N** : nombre de jours du mois de pointe =30 jours
- **K** : Coefficient d'efficacité globale du système d'irrigation ≈ 0.70

Chapitre 3 : Besoins en eau des cultures.

Nous avons :

- Besoin max mensuel = **836,941mm**
- $Q_{sp} = 4.61$ (l/s /ha)

Ce débit est important, ce qui risque d'aboutir à un surdimensionnement du réseau.

Pour y remédier, on choisit le débit spécifique de la culture la plus exigeante, ou bien la moyenne de tous les débits spécifique de chaque culture.

Tableau V-1 Débit spécifique de chaque culture.

Culture	Besoins (mm)	Qs (l/s)
Agrumes	186,11	0,96
Pêchers	165,31	0,85
Abricotiers	165,31	0,85
Pruniers	179,22	0,92
Vignes	165,31	0,85

- $Q_{sp} = (0.96+0.85+0.85+0.92+0.85) / 5 = 4.43 / 5$
- $Q_{sp} = 0.89$ (l/s /ha)

VI. Estimation des volumes d'irrigation

L'estimation du volume d'eau d'irrigation nous permet d'évaluer le volume d'eau nécessaire d'eau d'irrigation,

La détermination de ce volume est basé principalement sur l'estimation des besoins en eau totale de notre périmètre d'étude.

Tableau VI-1 Estimation des volumes d'irrigation.

Cultures	Besoins nets (mm)	Besoins nets (m3/ha)	Superficie (ha)	Efficiencie	Besoins bruts (m3/ha)	Besoins totaux (m3)
Agrumes	510,703	5107,03	865,8	0,9	5674,477778	4912962,86
Pêchers	489,917	4899,17	199,8	0,9	5443,522222	1087615,74
Abricotiers	489,917	4899,17	133,2	0,9	5443,522222	725077,16
Pruniers	474,087	4740,87	66,6	0,9	5267,633333	350824,38
Vignes	465,816	4658,16	66,6	0,9	5175,733333	344703,84
Total (m³)						7421183,98

Chapitre 3 : Besoins en eau des cultures.

VII. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons abordé, la phase la plus importante d'un projet d'irrigation, il s'agit de la détermination des besoins en eau des cultures. Après les calculs théoriques, nous avons estimé les besoins de chaque culture, et les volumes d'eau à apporter par l'irrigation au cours de la période de la croissance pour assurer aux plantes un approvisionnement hydrique adéquat et continu.

De ce fait, il faudra combler le déficit hydrique en apportant un volume annuel de 7.42 Hm³ d'eau d'irrigation pour une superficie de 1332 ha via un réseau d'irrigation dont son dimensionnement se fera dans le chapitre suivant.

Chapitre 4 : Systèmes et protection d'adduction.

I. Introduction

Le but de ce chapitre est d'expliquer le fonctionnement des systèmes d'adduction mis en place et l'élaboration d'un tracé qui répondra aux recommandations de poses usuelles et permettra la plus adéquate exploitation.

II. Type d'adduction

D'après leur fonctionnement, les adductions peuvent être classées en trois groupes :

- Adduction gravitaire ;
- Adduction par refoulement ;
- Adduction mixte.

II.1. Adduction gravitaire

C'est une adduction où l'écoulement se fait gravitairement. On rencontre ce type d'adduction dans le cas où la source se situe à une côte supérieure à la côte piézométrique de l'ouvrage d'arrivée.

II.2. Adduction par refoulement

C'est une adduction où l'écoulement se fait sous pression à l'aide des machines hydro-électriques. On rencontre ce type d'adduction dans le cas où la source se situe à une côte inférieure à la côte piézométrique de l'ouvrage d'arrivée.

II.3. Adduction mixte

C'est une adduction où la conduite par refoulement se transforme en conduite gravitaire ou l'inverse. Le relais entre les deux types de conduite est assuré par un réservoir appelé réservoir tampon.

III. Adduction et type d'écoulement

On distingue deux types d'écoulement :

III.1. Ecoulement à surface libre

L'écoulement à surface libre est un écoulement qu'on rencontre dans le cas des adductions gravitaires sans charge tels que les canaux à ciel ouvert et les aqueducs fermés. Ce type d'écoulement est conditionné par la pente.

Chapitre 4 : Systèmes et protection d'adduction.

III.2. Ecoulement en charge

L'écoulement en charge est un écoulement qu'on rencontre dans le cas des adductions ou des réseaux gravitaires sous pression et des adductions par refoulement.

IV. Critères de choix du tracé

L'emplacement des stations de pompage étant fixé, il est nécessaire de prévoir un tracé pour l'adduction, et ce tracé doit :

- Avoir un itinéraire aussi direct que possible.
- Respecter les impératifs du profil en long.
- Eviter la multiplication des ouvrages coûteux ou fragiles (traversés de rivière, route, chemin de fer etc....).
- Eviter dans la mesure du possible la traversée des massifs boisés.
- Entraîner des dépenses aussi faibles que possible de construction en évitant les points hauts sur le refoulement (construction de cheminée d'équilibre).
- Eviter les contres pentes.

Le choix d'un tracé en bordure des routes et chemins présente un certain nombre d'avantages :

- Travaux de terrassement et approvisionnement des tuyaux souvent moins onéreux.
- Accès facile aux regards contenant des appareils de robinetterie.

V. Choix du type (matériaux) de la conduite

Le choix du matériau des conduites enterrées pour le transport du fluide dépend aussi bien de leur faisabilité technique qu'économique.

-Sur le plan technique cette faisabilité dépend de plusieurs exigences telles que :

- Résistance aux attaques chimiques, aux pressions et à la résistance des charges mobiles
- Adaptation aux terrains de pose ;
- Bonne étanchéité ;
- Facilité d'entretien et de mise en service.

-Sur le plan économique cette faisabilité dépend essentiellement :

- Du prix de la fourniture et du transport ;

Chapitre 4 : Systèmes et protection d'adduction.

- De leur disponibilité sur le marché local (de préférence).

Parmi les types de conduites utilisés dans le domaine d'irrigation, on distingue: les conduites en PRV, les conduites en Fonte, les conduites en acier et les conduites en matière plastique.

V.1. Plastique renforcé à la fibre de verre (PRV)

Le plastique renforcé à la fibre de verre est un matériau composite parfois simplement appelé « fibre de verre ». Les matériaux composites sont des combinaisons d'au moins deux matériaux qui disposent de propriétés chimiques ou physiques différentes, et ce dans l'objectif d'obtenir un produit final disposant des caractéristiques de chacun des éléments dont il est composé. Il est donc un composite fabriqué à partir de résine (souvent polyester) et de fibre de verre. Il en résulte un matériau à la fois solide et léger.

La fibre de verre peut être appliquée sous forme de fils coupés, de mat de verre ou de fibre de verre tissée. Dans les applications où une solidité extrême est requise, la fibre de verre est remplacée par de l'aramide (kevlar) ou de la fibre de carbone.

Le plastique renforcé à la fibre de verre dispose de propriétés uniques en comparaison des autres matériaux de construction. Et il est utilisé pour de nombreuses applications, car il est très adaptable.

V.2. Fonte

La fonte est un matériau noble apte à prendre en charge de grandes pressions, il n'est pas sensible à la corrosion et sa pose se fait sans grande contrainte. Néanmoins elle nécessite beaucoup de pièces spéciales ainsi son prix devient onéreux mais acceptable par rapport à la longévité de la conduite, mais elle n'est pas adéquate aux terrains trop accidentés.

V.3. PEHD

Le PEHD est un matériau apte à prendre en charge de grandes pressions, il est incorrodable, sa pose par soudeur électrique se fait sans grande contrainte. Il nécessite beaucoup de pièces spéciales ainsi son prix devient onéreux mais acceptable par rapport à la longévité de la conduite.

Pour notre cas, on a choisi le PRV vu sa légèreté et sa solidité et ses propriétés uniques qui lui permettent d'être moulé et adapté pour quasiment n'importe quelle forme ainsi sa résistance à la corrosion et sa grande longévité de plus sa capacité à s'adapter à la nature du terrain et donc le risque d'avoir des pressions importantes dans l'adduction, et plus de ces avantages la disponibilité des grands diamètres dans le marché, et la facilité d'entretien.

VI. Les composantes de l'aménagement

Pour le système complet, l'aménagement du périmètre d'irrigation alimenté à partir du barrage Douera comprendra quatre composantes principales :

- Le barrage Douera.
- Les ouvrages de dérivation et de transfert pour le remplissage du barrage à partir du Mazafran.
- Les ouvrages de dérivation et de transfert pour le remplissage du barrage à partir de l'oued Harrach.
- Le réseau de distribution

VI.1. Barrage de Douera

Le barrage de Douera sera situé dans la vallée de l'Oued Ben Amar à environ 2.5 Km au Sud-ouest de la ville de Douera. Le barrage comprendra une digue en terre avec noyau argileux et aura les caractéristiques principales suivantes :

- Niveau normal de la retenue : 148 m NGA ;
- Niveau minimum d'exploitation : 100m NGA ;
- Volume utile : 110 hm³.

VI.2. Le système de dérivation Harrach Douera

comprend les ouvrages suivant :

- Les ouvrages de dérivation du Harrach (seuil de dérivation, prise d'eau et dessableur)
- Le réservoir de régulation à la sortie du dessableur.
- La conduite de transfert entre le réservoir de régulation et le barrage de Douera.
- La station de pompage de transfert (station de pompage principale).

Les ouvrages de dérivation sont situés juste en amont du débouché de l'oued Harrach dans la plaine. Ils comprennent essentiellement :

- Un seuil de dérivation en béton, de faible hauteur.
- Un système de prise d'eau gravitaire, avec pertuis de chasse et régulateur de prise.
- Un dessableur a double bassin de décantation, avec ouvrage terminal et canal de purge.
- Un réservoir de régulation.

VI.3. Transfert Harrach-Douera

Pour le remplissage du barrage de Douera, les ouvrages assureront le transfert de l'eau depuis le réservoir de régulation situé à la sortie des bassins de décantation de la prise du Harrach jusqu'au barrage. Le plan d'eau nominal dans le réservoir de régulation est de 126,4 m. le remplissage du barrage s'effectuera par le haut, en-dessus du niveau normal de la retenue qui est de 148 m. l'eau sera refoulée par la station de pompage Harrach-Douera, située à peu près à mi-chemin le long de la conduite de transfert. Le débit nominal du transfert pour le remplissage du barrage est de 8m³/s.

Chapitre 4 : Systèmes et protection d'adduction.

Les ouvrages de transfert fonctionnent aussi dans le sens inverse pour l'adduction d'eau d'irrigation à partir du barrage Douera vers le réseau de distribution.

La conduite de transfert entre les ouvrages de dérivation et le barrage de Douera traverse le périmètre et a une longueur de 24Km environ. Elle a un diamètre de 2000mm réalisée en PRV.

- **Mode de fonctionnement du transfert**

Compte tenu de son double rôle de transfert/adduction, la conduite Harrach-Douera doit reprendre à quatre cas de fonctionnement possible :

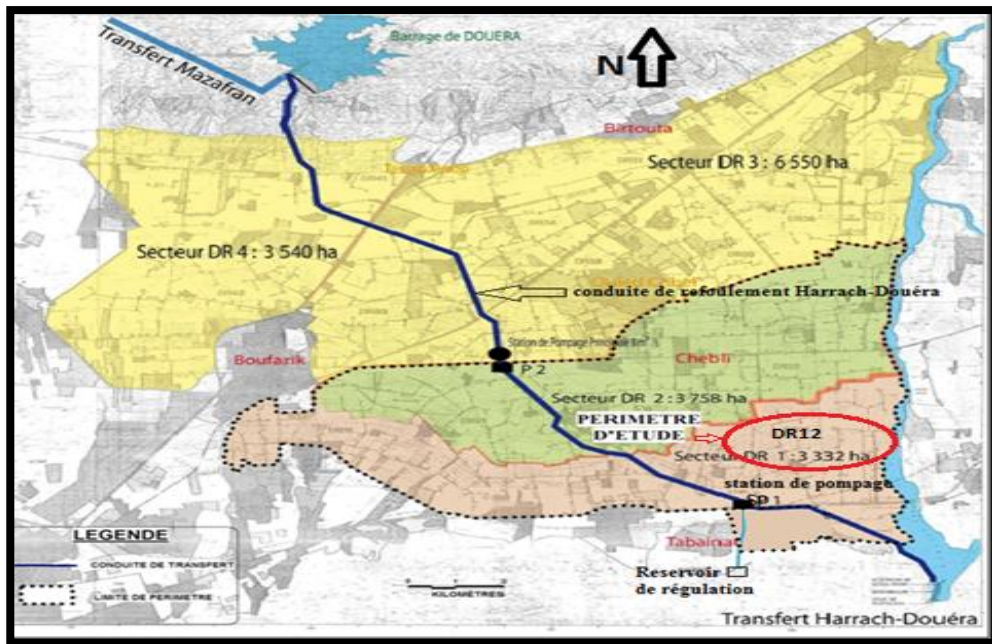
- Remplissage de Douera à partir du Harrach, sans irrigation simultanée (cas général de période pluvieuse).
- Remplissage de Douera avec irrigation simultanée (cas par exemple, de période sèches pendant l'hiver).
- Irrigation à partir du Harrach avec complément à partir de Douera (cas par exemple, du printemps, lorsque les besoins en eau d'irrigation dépassent le débit dérivé).
- Irrigation uniquement à partir de Douera (cas où le débit du Harrach est nul ou la dérivation du Harrach est arrêtée).

En fait, le dernier cas sera assez rare. D'une part, même à la fin de la saison sèche, il y a généralement un certain écoulement dans l'oued Harrach d'autre part, les périodes où la prise est fermée (à cause d'une concentration en sédiments trop élevée ou lorsque la dérivation est arrêtée pour permettre la purge du dessableur) coïnciderait en général avec des périodes pluvieuses ou les demandes d'irrigation pourront aussi être nulles.

VI.4. Départ du réseau de distribution

Le périmètre se divise en trois zones selon les modes possibles d'alimentation en eau :

- Une zone haute, (Secteur DR1) dans le sud de la plaine pour laquelle l'alimentation demande un pompage (sous-secteur DR13), et une autre zone qui peut être irriguée par gravité à partir du Harrach (sous-secteur DR11 et DR12).
- Une zone intermédiaire, au milieu de la plaine qui peut être irriguée par gravité à partir d'El Harrach (secteur DR2).
- Une zone basse, dans le Nord de la plaine, qui peut être alimentée toujours par gravité à partir du barrage de Douera (secteur DR3 et DR4)



VII. Station de pompage.

VII.1. La station de pompage DR1 :

L'emplacement de la station de pompage DR1 est alimentée par un piquage branché sur la conduite de transfert Harrach-Douera au Pk 5.1 juste au nord de la route nationale RN29.

Ces conditions hydrauliques :

- Côte d'aspiration : 124,3 NGA
- Côte de refoulement : 153,3 NGA
- Hauteur géométrique : 29 m

Le but est de choisir la pompe idéale adaptée à l'usage de notre projet.

Chapitre 4 : Systèmes et protection d'adduction.

VII.2. Fonctionnement de la pompe

La pompe est destinée à transformer l'énergie donnée par le moteur d'entraînement en énergie hydraulique en projetant de l'eau en périphérie et par la suite un écoulement continu de la veine liquide.

VII.3. Choix du type de pompe

Les critères de choix du type de pompe sont :

- Assurer le débit appelé Q_{app} et la hauteur HMT ;
- Meilleur rendement ;
- Vérifier la condition de non cavitation ;
- Encombrement et poids les plus faibles ;
- Vitesse de rotation la plus élevée ;
- Puissance absorbée minimale ;
- Placée en série ;

Dans notre projet on opte pour les pompes Italiennes (pompes à hautes pressions) de marque CAPRARI qui sont fabriquées en série. En plus de ses avantages techniques et mécaniques, ce type de pompe nous assure le débit et la hauteur manométrique totale appelée avec une vitesse de rotation élevée.

VII.4. Choix du nombre de pompes

Les critères de choix du nombre de pompes sont :

- Nombre de pompes minimal ;
- Meilleur rendement ;
- Charge nette d'aspiration requise $(NPSH)_r$ minimale ;
- Nombre d'étage minimal ;
- Puissance absorbée minimale.

On note le nombre, le type et les caractéristiques des pompes dans le tableau suivant :

Tableau VII-1 Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre

Nombre	Q_{pom} (l/s)	HMT _{pom} (m)	Type de pompe	η (%)	Vitesse de rotation (tr/min)	Pab _s (Kwh)	NPSH _r (m)
5	106.4	32.2	MEC-AZ 1/125A	68.4	2950	51.2	5.49
6	88.3	32	MEC-AZ 1/125A	70.8	2950	39.5	4

Chapitre 4 : Systèmes et protection d'adduction.

A partir du Tableau , on déduit que la variante de six (06) pompes est la meilleure du point de vue rendement, puissance absorbée, vitesse de rotation et (NPSH_r).

VII.5. Choix du nombre de pompes de secours

D'après le choix du nombre de pompes, on détermine le nombre de pompes de secours.

Les intervalles de nombre de pompes sont comme suit :

- Nombre de pompes $n \leq 4$ une seule pompe de secours.
- Nombre de pompes $4 < n \leq 6$ deux pompes de secours.
- Nombre de pompes $n > 6$ trois pompes de secours.

Remarque :

On opte pour chaque ligne de pompage un nombre de six (06) en plus de deux pompes de secours. Ces huit (08) pompes sont identiques de type : MEC-AZ 1/125A.CAPRARI.

VII.6. Courbe caractéristiques de la pompe

Les pompes caractéristiques de la pompe [H-Q], [Pabs-Q], [np-Q], [(NPSH_r-Q)], sont retirées à partir de logiciel CAPRARI ; ces courbes représentées par la figure suivante :

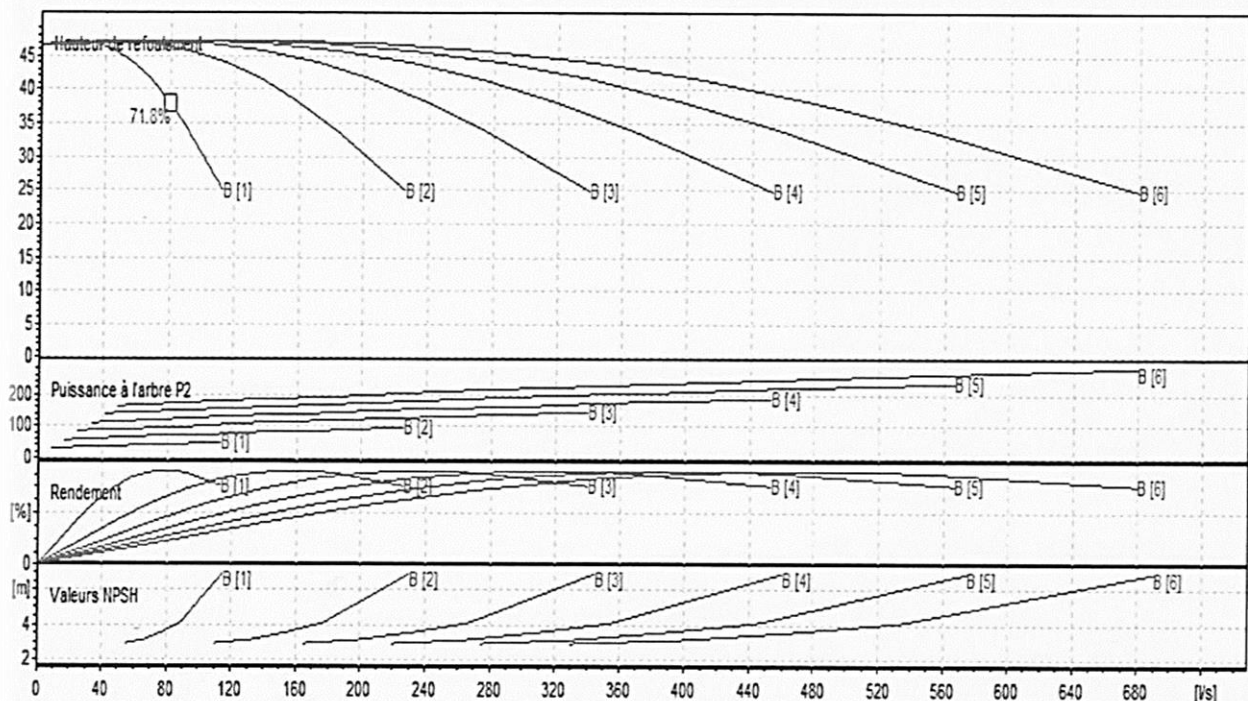


Figure VII-1 Courbes caractéristiques de la pompe.

Chapitre 4 : Systèmes et protection d'adduction.

VII.7. Description de la pompe :

- **Caractéristiques générales de la pompe (MEC-AZ 1/125A)**
 - Pompe centrifuge monocanal à axe horizontal.
 - Palier de base à roulement à bain d'huile.
 - Corps extérieur : en fonte.
 - Roue : en fonte.
 - Arbre : en acier au carbone protégé, au niveau de la garniture, par une bague d'usure interchangeable.
 - Garniture : à tresse, réglable à faible coefficient de frottement.
 - Poids de la pompe : 589 Kg.

- **Dimensions de la pompe :**

Les dimensions de la pompe sont tirées directement du logiciel Caprari pump tutor. (**Voir Annexe 5 et 6**).

- **Caractéristiques du moteur :**
 - Fréquence : 50HZ
 - Tension nominale : 400V
 - Vitesse nominale : 2950 tr/min
 - Nombre de pôles : 2
 - Puissance nominale P2 : 55 Kw
 - Classe d'isolement : F
 - Degré de protection : IP 55.

VIII. Protection de l'adduction

VIII.1. Introduction

L'importance technique des coups de bélier est extrêmement grande. L'amplitude et la soudaineté des surpressions et dépressions qui sont mises en jeu peuvent détériorer la conduite ou les organes qui y sont branchées. Il est nécessaire par conséquent d'empêcher la production de telles perturbations ou du moins de les atténuer.

VIII.2. Définition

Le coup de bélier est un phénomène transitoire oscillatoire dont les causes les plus fréquentes sont les suivantes :

- ✓ Arrêt brutal d'un ou de plusieurs groupes électro-pompes. alimentant une conduite de refoulement débutant en un réservoir.
- ✓ démarrage d'une pompe.
- ✓ manœuvre rapide d'ouverture ou de fermeture d'un robinet-vanne
- ✓ fin de remplissage d'une conduite,

Chapitre 4 : Systèmes et protection d'adduction.

- ✓ implosion d'une poche de cavitation,
- ✓ modification de la vitesse d'une pompe.
- ✓ variation d'un plan d'eau.

Le coup de bélier étant un cas particulier du régime transitoire, est un phénomène oscillatoire qui se manifeste dans les conduites en charge à écoulement gravitaire ou par refoulement.

On entend aussi sous le terme « coup de bélier » un écoulement non permanent du liquide accompagné des variations pratiquement sensibles de la pression qui peuvent engendrer d'énormes dommages matériels et quelques fois des pertes de vie humaines.

Le coup de bélier, dont la brutalité est susceptible d'entraîner des ruptures de tuyaux, peut atteindre des valeurs très élevées pouvant être égale à plusieurs fois la pression de service sur les réseaux à basse pression.

Il est donc de toute première importance de trouver des solutions propres à limiter ses effets puisqu'il en résultera une économie dans la construction des tuyaux, lesquels sont calculés notamment, pour résister à une pression intérieure donnée.

VIII.3. Risques dus aux coups de bélier

Les conséquences du coup de bélier peuvent être néfastes, elles deviennent de plus en plus dangereuses à mesure que les paramètres modificateurs deviennent importants (variation de pressions et de débits dans le temps).

Ces phénomènes se produisant dans une conduite en charge, peuvent provoquer des risques à la suite d'une dépression ou d'une surpression engendrées par les manœuvres brusques.

- **Cas de la surpression**

C'est une conséquence du coup de bélier engendrée par une pression importante se produisant à la suite d'une fermeture instantanée ou rapide d'une vanne de sectionnement ou bien à la suite d'une dépression causée par l'arrêt brusque d'une pompe. Si la pression totale c'est-à-dire la pression en régime permanent majorée de la valeur de surpression due au coup de bélier dépasse la pression maximale admissible des tuyaux il y a risques de rupture de ces derniers et déboîtement des joints (les anneaux d'étanchéité seront délogés).

- **Cas de dépression**

C'est une conséquence du coup de bélier engendrée par l'apparition d'une pression relative négative, à la suite d'un arrêt brusque d'une pompe ou d'une ouverture instantanée d'une vanne de sectionnement. Si cette pression devient inférieure à 10mce, il se produira une poche de cavitation. Si le profil en long de la canalisation est déformable la canalisation peut être aplatie par implosion et les joints aspirés. Le phénomène de cavitation, une fois apparu, peut provoquer la détérioration de la couche d'enduit intérieur du tuyau.

- **Fatigue de la canalisation**

En régime transitoire les alternances des surpressions et dépressions qui sont une conséquence inévitable du phénomène provoquent la fatigue du matériau de la canalisation même si leur amplitude est faible.

Chapitre 4 : Systèmes et protection d'adduction.

VIII.4. Les dispositifs de protection contre le coup de bélier

Il existe différents dispositifs de protection contre le coup de bélier :

- ✓ ballon hydropneumatique (cas d'une dépression en aval d'une station de
- ✓ pompage),
- ✓ soupape anti-bélier (cas d'une surpression à l'aspiration d'un surpresseur),
- ✓ volant d'inertie (cas d'une conduite de faible longueur),
- ✓ cheminée d'équilibre (cas de faible hauteur manométrique de refoulement),
- ✓ clapet d'aspiration auxiliaire (cas d'une bêche d'aspiration en charge sur la
- ✓ pompe),
- ✓ clapet en by-pass des pompes (cas d'un surpresseur notamment en irrigation),
- ✓ réservoir à régulation d'air automatique (cas d'un refoulement en
- ✓ assainissement),
- ✓ clapet d'entrée d'air (cas de faible hauteur géométrique en assainissement).

Les dispositifs de protection sont spécifiques pour une sollicitation donnée, les plus courants sont

- Les réservoirs d'air. (**annexe 7**).
- Cheminée d'équilibre (**annexe 8**).
- Soupape de décharge (**annexe 9**).

VIII.5. Accessoires

Le long d'une canalisation, différents organes et accessoires sont installés pour :

- Assurer un bon écoulement
- Régulariser les pressions et mesurer les débits ;
- Protéger les canalisations ;
- Changer la direction ;
- Raccorder deux conduites
- Soutirer les débits.

VIII.5.1. **Vannes de sectionnement**

Elles sont nécessaires pour l'exploitation du système de transfert et permettent d'en isoler une partie pour l'intervention sans arrêter totalement l'alimentation.

Il est prévu d'installer des vannes intermédiaires au départ de chaque raccordement sur le transfert ainsi que tous les 2500m.

Chapitre 4 : Systèmes et protection d'adduction.

Pour des raisons d'exploitation et de facilité la fermeture, les vannes de diamètre supérieur ou égal à 250mm seront du type papillon .elles seront associées à un by-pass pour permettre la remise en eau progressive. **(Voir annexe 10).**

Elles permettent également de maîtriser les écoulements dans le réseau, donc de mieux gérer celui-ci. Il existe plusieurs types de vannes qui satisferont à des besoins variés :

- **Les vannes d'isolement**
- **Les vannes à clapets de non-retour**
- **Les vannes de réduction de pression.**

VIII.5.2. Ventouses

La ventouse est un appareil de dégazage qui est actionné par la simple présence d'air. Une bille placée en dessous de la purge, vient boucher l'orifice quand elle est poussée par l'eau (poussée d'Archimède). Si de l'air s'accumule à cet endroit, le niveau d'eau descend et la bille également : l'orifice est alors libre d'évacuer les gaz prisonniers. Les gaz disparus, le niveau de l'eau peut alors remonter et la bille peut revenir obstruer l'orifice de la ventouse. C'est également en ces points qu'il faut faire une admission d'air lors des vidanges.

La ventouse permet de laisser échapper et introduire l'air à tous les points les plus hauts.

Il existe deux types de ventouse **(voir annexe 11).**

- ✓ Ventouse simple.
- ✓ Ventouse à deux orifices réunis en un seul appareil.

VIII.5.3. Vidange

Les vidanges ont pour fonction d'évacuer l'eau à partir de la conduite lors de l'entretien ou en cas de problème, elles sont prévues à tous points bas du profil de la conduite.

VIII.5.4. Clapet anti retour

Le clapet anti retour est un accessoire permettant l'écoulement du liquide dans un seul sens. **(voir annexe 12).**

VIII.5.5. Organes de raccordement

Les organes de raccordement sont nécessaires pour :

- ✓ La déviation d'une partie d'écoulement.
- ✓ L'introduction dans la conduite d'un débit supplémentaire.
- ✓ Le changement de diamètre de la conduite.
- ✓ Le montage et le démontage des accessoires.
- ✓ Le changement de direction de la conduite.

Chapitre 4 : Systèmes et protection d'adduction.

Parmi les organes de raccordement on cite :

- Coudes.
- Cônes.
- Joints.
- By-pass.
- Crépines.

VIII.5.6. Organes de mesure

- **Mesure de débit (Voir annexe 13).**

Les appareils les plus utilisés au niveau des installations sont :

- Le diaphragme ;
- Le venturi ;
- La tuyère.

- **Mesure de pression (Voir annexe 14).**

Les appareils les plus utilisés sont :

- manomètres à aiguilles
- manomètres à soufflet

IX. Conclusion

Afin d'assurer un bon fonctionnement de l'adduction, les accessoires doivent être installés soigneusement, pour cela les raccordements seront effectués par des personnes qualifiées et compétentes. D'après les profils effectués pour chaque tronçon d'adduction, les accessoires à utiliser seront :

- ✓ Les ventouses sur les points hauts pour faire évacuer et laisser pénétrer l'air dans les conduites;
- ✓ Les vannes de décharge pour vidanger, nettoyer et réparer les conduites.

Chapitre 5 : Dimensionnement du réseau de distribution.

I. Introduction

Le réseau collectif de distribution d'eau est essentiellement constitué par des canalisations enterrées, livrant l'eau sous pression aux différentes exploitations agricoles par l'intermédiaire des bornes d'arrosages. Le développement de ces réseaux par les conduites sous pression est lié principalement, à la rationalisation de la ressource en eau et particulièrement la généralisation des méthodes d'irrigation modernes (économie d'eau et disponibilité). C'est dans ce contexte que notre attention dans ce chapitre sera accentué à la mise au point de la méthodologie d'optimisation du réseau de distribution d'irrigation.

II. Découpage des îlots d'irrigation

Tableau II-1 Les différentes Parcelles du périmètre.

N° Ilot	N° de Parcelle	Surface des parcelles
		(ha)
1	P1	24.2
2	P2	14.4
3	P3	25.4
4	P4	17
5	P5	13.8
6	P6	17.6
7	P7	17.4
8	P8	18.8
9	P9	16.4
10	P10	31.2
11	P11	18.6
12	P12	19
13	P13	19.9
14	P14	15.3
15	P15	18.1
16	P16	23.1
17	P17	33.4
18	P18	24.3
19	P19	27.9
20	P20	23.5
21	P21	26.6
22	P22	27.8
23	P23	30.8

Chapitre 5 : Dimensionnement du réseau de distribution.

24	P24	14.4
25	P25	25.6
26	P26	23.2
27	P27	32
28	P28	20.1
29	P29	19.2
30	P30	31.4
31	P31	8.9
32	P32	19.9
33	P33	17.2
34	P34	17.9
35	P35	16.4
36	P36	34.4
37	P37	26.3
38	P38	16.5
39	P39	34.2
40	P40	19.5
41	P41	23.1
42	P42	15.8
43	P43	7.9
44	P44	20
45	P45	9.4
46	P46	22.2
47	P47	15.8
48	P48	38.4
49	P49	11
50	P50	31.2
51	P51	11.5
52	P52	14.9
53	P53	17.3
54	P54	34.1
55	P55	15.3
56	P56	25
57	P57	18.7

Chapitre 5 : Dimensionnement du réseau de distribution.

Nous considérons d'abord les différents facteurs concernant le dimensionnement et le découpage des îlots avec un découpage provisoire des îlots selon les principes indiqués ci-dessous :

II.1. Taille des îlots d'irrigation

La taille de l'îlot est déterminée en fonction du débit d'équipement de prise, en relation avec le débit fictif continu maximum au niveau de l'îlot. En outre, le débit fourni par la prise d'irrigation doit correspondre à une main d'eau compatible avec la méthode d'irrigation adoptée au niveau de l'exploitation.

La taille de l'îlot doit être déterminée en fonction des facteurs suivants :

- Le débit fictif continu en relation avec le débit d'équipement de la prise ;
- Le nombre d'exploitations qui partagent une seule prise.

II.1.1. Débit fictif continu

Le débit fictif continu à la parcelle, est en général basé sur la satisfaction des besoins en eau de la culture la plus exigeante.

II.1.2. Débit d'équipement :

Le débit fourni par la prise doit correspondre à une main d'eau compatible avec le système d'irrigation adopté au niveau de l'exploitation.

Plusieurs facteurs peuvent faire varier la valeur à choisir pour le module ; Le premier de ces facteurs, est la méthode d'arrosage, plus elle est perfectionnée, plus le module pourra être réduit ; si les surfaces à mettre en eau sont petites on peut judicieusement donner de petites quantités d'eau.

Le module est également à déterminer en fonction de l'état général du sol, et de sa pente. On peut choisir un petit module lorsque le sol est bien nivelé et la pente convenable.

La perméabilité du sol est le facteur prédominant, normalement, les mains d'eau plus grandes ne sont nécessaires que sur les grands bassins avec des sols relativement perméables.

En résumé, le problème est de choisir pour le module une valeur satisfaisante. Pour rester commode, pratique et économique, le module est choisi pour une main d'eau qui se situe entre 10 et 20 l/s.

Chapitre 5 : Dimensionnement du réseau de distribution.

II.1.3. Taille de l'îlot

Les classes de taille de l'îlot ainsi que les débits d'équipements sont indiqués au tableau suivant :

Tableau II-2 Classes de taille de l'îlot.

Taille de l'îlot S (ha)	Débit d'équipement de la prise (l/s)
$S \leq 15$	15
$15 < S \leq 20$	20
$20 < S \leq 25$	25
$25 < S \leq 30$	30

II.2. L'emplacement des bornes d'irrigation dans les îlots

Chaque îlot sera desservi par une prise d'irrigation sur le réseau de distribution par les conduites qui suivent les limites de ces îlots.

Par conséquent la prise serait située sur la limite de l'îlot sur le coté amont dans le cas de petites surfaces et au centre dans le cas de grandes parcelles.

II.3. Modalité de distribution

II.3.1. L'irrigation à la demande

Dans ce mode chaque irrigant est libre d'utiliser le débit qu'il a souscrit à toute heure du jour ou de la nuit. L'organisme de gestion du réseau distribue l'eau sur la base des débits souscrits à l'irrigant et les volumes effectivement prélevés. Cependant le débit affecté à une prise sera supérieur au débit fictif continu.

II.3.2. L'irrigation au tour d'eau :

C'est un mode de desserte spécifique très rigide, il en existe deux types :

- Avec un tour d'arrosage, à module fixe et uniforme sur tout le réseau, chaque irrigant pourra irriguer au cours d'un tour d'eau, pendant une durée proportionnelle à la surface irriguée.
- Avec un tour d'arrosage à module variable sur tout le réseau : dont les conduites de desserte sont calculées de manière à obtenir un fonctionnement continu au cours du tour d'eau et en fonction de la surface irriguée.

Chapitre 5 : Dimensionnement du réseau de distribution.

L'inconvénient de ce mode, est le respect de tour d'arrosage, qui nous mène à concevoir un organisme de contrôle. Pour apporter une solution adéquate à ce problème, nous devons prévoir deux modalités :

1. Tour d'arrosage à l'antenne

Dans le cas des petites propriétés, les modules disponibles lors de l'application des modalités précédentes, pourront être trop faibles, d'où l'option de regrouper plusieurs bornes sur une seule antenne donnée. Le débit fictif continu relatif aux superficies irriguées, desservies par cette antenne, constituera le module d'irrigation, successivement délivré aux différentes prises de l'antenne.

2. Tour d'arrosage à la borne

Chacune des bornes représentant le tertiaire dans le réseau de surface, reçoit un débit correspondant au débit fictif continu ce qui constitue alors le module d'irrigation qui est utilisé successivement par les différentes prises de la borne.

Dans le cadre de notre projet, on adopte une distribution d'eau d'irrigation à la demande, caractérisée par une souplesse, en laissant l'irrigant utiliser selon sa convenance sa prise d'irrigation.

II.4. La méthodologie de dimensionnement

- ✓ Le tracé du réseau (la longueur de chaque tronçon) ;
- ✓ Le débit à transiter sur chaque tronçon ;
- ✓ La surface des îlots desservis par le tronçon.
- ✓ Les pertes de charges totales dans le tronçon.
- ✓ Les conditions limites aval ; la charge minimum à assurer aux bornes.
- ✓ Les conditions limites amont ; la côte charge disponible à l'entrée du réseau.
- ✓ Les côtes de terrain naturel des bornes.

II.4.1. Calcul des débits des ilots

Le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures. Le débit spécifique est défini d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale.

Ce débit a été évalué à : $q_s = 0.9/s/ha$

Chapitre 5 : Dimensionnement du réseau de distribution.

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

$$Q_b = q_s \cdot S$$

- **Q_b** : Débit caractéristique de chaque ilot (l/s)
- **q_s** : Débit spécifique moyen (l/s/ha)
- **S** : Superficie de l'ilot (ha)

II.4.2. Choix de diamètre de la borne

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

Tableau II-3 Choix du diamètre de la borne.

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

II.4.3. Choix de type de borne :

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

- Pour les ilots qu'ont un nombre de parcelles entre [4 -8], et dont la superficie inférieure à 15ha, on prend la borne à quatre prises (Borne de type A4).
- Pour les ilots qu'ont deux parcelles et dont la superficie inférieure à 15ha, on prend la borne à deux prises (borne de type A2).
- Pour les ilots qu'ont deux parcelles et dont la superficie dépasse 15ha, on prend la borne à deux prises (Borne de type B).(Voir annexes 15 et 16)
- Pour les grands ilots on prévoit des bornes de type C.

Tableau II-4 Calcul des débits des ilots et choix du diamètre et type de bornes

N° Ilot	N° de Parcelle	Surface des parcelles (ha)	Débit d'ilot (l/s)	Type et diamètre de la borne (mm)
1	P1	24.2	21.78	B150
2	P2	14.4	12.96	B100
3	P3	25.4	22.86	B150

Chapitre 5 : Dimensionnement du réseau de distribution.

4	P4	17	15.3	B150
5	P5	13.8	12.42	B100
6	P6	17.6	15.84	B150
7	P7	17.4	15.66	B150
8	P8	18.8	16.92	B150
9	P9	16.4	14.76	B100
10	P10	31.2	28.08	B150
11	P11	18.6	16.74	B150
12	P12	19	17.1	B150
13	P13	19.9	17.91	B150
14	P14	15.3	13.77	B100
15	P15	18.1	16.29	B150
16	P16	23.1	20.79	B150
17	P17	33.4	30.06	B150
18	P18	24.3	21.87	B100
19	P19	27.9	25.11	B100
20	P20	23.5	21.15	B150
21	P21	26.6	23.94	B150
22	P22	27.8	25.02	B100
23	P23	30.8	27.72	B150
24	P24	14.4	12.96	B100
25	P25	25.6	23.04	B150
26	P26	23.2	20.88	B150
27	P27	32	28.8	B150
28	P28	20.1	18.09	B150
29	P29	19.2	17.28	B150
30	P30	31.4	28.26	B150
31	P31	8.9	8.01	B100
32	P32	19.9	17.91	B100
33	P33	17.2	15.48	B150
34	P34	17.9	16.11	B100
35	P35	16.4	14.76	B100
36	P36	34.4	30.96	B150
37	P37	26.3	23.67	B150
38	P38	16.5	14.85	B100
39	P39	34.2	30.78	B150
40	P40	19.5	17.55	B100
41	P41	23.1	20.79	B150

Chapitre 5 : Dimensionnement du réseau de distribution.

42	P42	15.8	14.22	B100
43	P43	7.9	7.11	B100
44	P44	20	18	B150
45	P45	9.4	8.46	B100
46	P46	22.2	19.98	B150
47	P47	15.8	14.22	B100
48	P48	38.4	34.56	B150
49	P49	11	9.9	B100
50	P50	31.2	28.08	B150
51	P51	11.5	10.35	B100
52	P52	14.9	13.41	B100
53	P53	17.3	15.57	B150
54	P54	34.1	30.69	B150
55	P55	15.3	13.77	B100
56	P56	25	22.5	B150
57	P57	18.7	16.83	B150

La méthode classiquement mise en oeuvre comprend trois phases successives :

II.4.3.1. Tracé par proximité

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

II.4.3.2. Tracé à 120°

En créant de nouveaux sommets distincts des bornes, on peut améliorer le tracé précédent en diminuant sa longueur. Les sommets ont au maximum trois arêtes incidentes et les angles des arêtes incidentes sont égaux à 120°.

II.4.3.3. Tracé économique

Le tracé à 120° correspond au tracé de longueur minimum après création éventuelle de sommets intermédiaires distincts des bornes. Il est possible de raccourcir la longueur des conduites de diamètre important, quitte à augmenter celles de petit diamètre.

Chapitre 5 : Dimensionnement du réseau de distribution.

III. Matériaux de construction des canalisations

III.1. Choix des matériaux des conduites

Le choix du matériau utilisé est en fonction de la pression supportée, de l'agressivité du sol et de l'ordre économique (coût et disponibilité sur le marché local et leur production en Algérie) ainsi que la bonne jonction de la conduite avec les équipements auxiliaires (joints, coudes, vannes...etc.).

III.2. Les matériaux

Parmi les matériaux utilisés on peut citer :

- Le BPAT (béton précontraint à âme tôle) (**voir annexe 17**).
- Le FB (fretté béton).
- La FONTE.
- Le PVC (polychlorure de vinyle non plastifié).
- Le PEHD (Le polyéthylène haute densité).

Nous utiliserons du FB pour les conduites dont le diamètre est supérieur à 500 mm et du PVC (polychlorure de vinyle non plastifié) pour les conduites dont le diamètre est inférieur ou égale à 500mm.

III.2.1. **Conduites en FB :**

Présentent plusieurs avantages :

- Bonne résistance aux forces internes ;
- Bonne résistance structurelle ;
- Très rigides et solides ;

L'inconvénient est leur poids, elles nécessitent des engins de manutention .

III.2.2. **Conduites en PVC (Polyvinyle de chlorure)**

- Bonne résistance à la corrosion ;
- Disponible sur le marché ;
- Une pose de canalisation facile ;

Leur inconvénient est le risque de rupture.

Chapitre 5 : Dimensionnement du réseau de distribution.

IV. Optimisation des diamètres des canalisations du réseau collectif de distribution

Ayant déterminé les débits de pointe à transiter. On est amené à calculer les diamètres des canalisations satisfaisants aux conditions techniques avec un coût minimum. Pour ce faire, on doit disposer des données suivantes :

- Tracé du réseau, donc longueur de chaque tronçon.
- Débit à transiter pour chaque tronçon.
- Conditions aux limites aval, c'est à dire côtes piézométriques minimum à assurer.
- Condition à la limite amont, côte piézométriques disponible à l'entrée du réseau.
- Vitesse minimum et maximum admises dans les tuyaux.

V. Dimensionnement des canalisations

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

V.1. Vitesse admissible

La vitesse admissible varie entre 0.5 m/s, comme vitesse inférieure, et 2.5 m/s comme vitesse maximum.

V.2. Calcul des diamètres

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

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

Avec :

Q : débit, exprimé en m³/s.

D: diamètre exprimé en mm

Chapitre 5 : Dimensionnement du réseau de distribution.

V : vitesse économique m/s

V.3. Calcul des pertes de charge

Les pertes de charge unitaires, ont été définies par la formule de Lechapt et Calmon, elle est donnée par l'expression suivante :

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

Avec :

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

Q : débit en m³/s

D : diamètre de la conduite considérée

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

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

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

Pour une conduite en FB ou en PVC , nous avons la rugosité $K=0,1\text{mm}$, avec les paramètres suivants : $L=1.2$, $M=1.89$, $N= 5.19$.

- Les résultats du dimensionnement sont présentés sur le **Tableau V-1 Calculs hydrauliques du réseau de distribution (Voir annexe 18)**.
- **Interprétations :**

D'après les calculs exposés dans le tableau on remarque que les pressions aux bornes sont très satisfaisantes, et sont généralement supérieures à trois bars, (pour les pressions très importantes on installe des brise charge), ce qui est très satisfaisant et permet l'implantation du système d'irrigation.

VI. Etablissement des profils en long

Les profils en long ont été établis à partir des levés sur site et au moyen du logiciel COVADIS. Cet outil informatique a pour objet :

- De calculer la position de la ligne du projet, c'est - à dire l'axe des conduites successives constituant le profil en long des canalisations,

Chapitre 5 : Dimensionnement du réseau de distribution.

- De dessiner les profils en long du terrain naturel et du projet.
- De positionner les pièces spéciales (ventouses, vidanges, vannes de sectionnement...).

VII. Pièces spéciales

VII.1. Vannes de sectionnement

Elles sont nécessaires pour l'exploitation des réseaux et permettent d'en isoler une partie pour l'intervention sans arrêter totalement l'irrigation. Il est prévu d'installer des vannes de sectionnement au départ de toutes les branches et des sous branches importantes.

VII.2. Ventouses

Elles sont destinées à évacuer les poches d'air et sont placées aux points hauts des adductions et systématiquement entre deux vannes. Le choix de la ventouse est fait directement en fonction du diamètre de la conduite. (**Voir annexe 19**).

Elle est portée sur le profil en long et désignée par le diamètre de l'orifice assurant l'évacuation de l'air. La mise en place de ventouses à chaque point haut, espacées de 500 mètres au maximum, est également indispensable.

Le tableau ci-après précise le choix de la ventouse en fonction du diamètre de la conduite.

DIAMETRE DE LA CONDUITE	TYPE DE VENTOUSE
$D < 500$ mm	D 80 mm
$600 < D < 900$ mm	D 100 mm
$900 < D < 1200$ mm	D 150 mm
$D > 1200$ mm	D 200 mm

Tableau VII-1 Choix de la ventouse

VII.3. Vidange :

Les vidanges sont placées en des points bas pour permettre l'évacuation gravitaire de l'eau. Pour les branches extrêmes de petit diamètre la vidange sera faite par pompage vu les faibles volumes à évacuer ou par des bornes placées à des points bas. (**Voir annexe 20**).

Le tableau ci-après précise le choix de la vidange en fonction du diamètre de la conduite.

Chapitre 5 : Dimensionnement du réseau de distribution.

Diamètre de la conduite	Type de vidange
100 < D < 500 mm	D 100 mm
600 < D < 800 mm	D 150 mm

Tableau VII-2 : Choix de la vidange

VIII. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé les variantes d'aménagement du plan de bornage et détaillé les structures régissant la conception et la gestion de ce réseau ainsi que le calcul hydraulique des canalisations.

Dans le cadre de la réalisation du projet, le périmètre est découpé en 57 îlots d'irrigation, avec une superficie totale de 1322 ha et une taille moyenne de (20) ha.

En deuxième phase, nous avons entamé le calcul hydraulique des canalisations du système de distribution du périmètre d'étude qui présente une superficie de 1322 ha.

Dans notre étude, Nous utiliserons les conduites en PVC pour les diamètres inférieurs ou égal à 500mm et le FB pour les diamètres supérieurs à 500mm.

I. Introduction

L'irrigation est l'application de l'eau au sol dans le but de rafraîchir le sol et l'atmosphère par ce moyen réalisé les conditions les plus favorables pour la croissance des plantes.

Mais quel que soit l'origine de l'eau (cours d'eau naturel, nappe souterraine, eau de STEP), et son mode de transport (canaux, conduite sous pression), le problème qui se pose est comment répartir cette eau sur le sol de façon que les plantes en tirent le maximum de profit.

II. Les différentes techniques d'irrigation

Selon le caractère de l'exécution de l'arrosage, on distingue :

I.1. Irrigation de surface (par gravité):

Laisser couler l'eau à la surface, ou inonder le sol et le laisser saturer jusqu' à une certaine profondeur (submersion, par planches, à la raie).

I.2. Irrigation par aspersion :

Pulvériser de l'eau dans l'air et la laisser retomber en pluie sur les plantes et sur le sol.

I.3. Irrigation souterraine :

élever la nappe d'eau par en dessous (dans les endroits où la nappe d'eau souterraine est peu profonde et contrôlable) de façon à ce que la rhizosphère soit mouillée par capillarité.

I.4. Irrigation goutte à goutte :

Qui nous intéresse dans notre étude.

III. Choix de la technique d'irrigation convenable

Le choix de la technique la plus convenable repose sur l'analyse d'un ensemble de critères et contraintes à savoir:

- La topographie (pente de terrain, relief géométrie de la parcelle...etc.)
- La ressource en eau (quantité, qualité, débit et pression disponible).
- La nature des cultures.
- La nature du sol (perméabilité).
- Les facteurs socioculturels.
- Les facteurs économiques.
- La rentabilité de l'opération.

IV. Mode d'arrosage

Le mode d'arrosage qui nous intéresse dans notre étude est l'irrigation localisée (micro-irrigation ou goutte à goutte).

V. La micro irrigation (irrigation localisée)

V.1. Définition

La micro-irrigation est une expression qui caractérise un certain nombre de techniques nouvelles, en particulier et principalement l'irrigation dite « goutte à goutte » qui ont en commun les caractéristiques suivantes :

- Une alimentation en eau à proximité immédiate du système racinaire des plantes cultivées.
- L'utilisation souvent répétée et, à la limite, continue de faibles débits instantanés.
- La limitation de la surface humectée du sol à ce qui semble strictement nécessaire, à l'exclusion de la portion du sol qui ne porte pas de plantes. (Limitation également du volume du sol humecté).

C'est d'ailleurs la faiblesse des débits et des doses qui a conduit les Anglo-saxons à désigner cette technique sous le vocable « Micro-irrigation ».



Figure V-1 Irrigation localisée (Manuel des techniques d'irrigation sous pression. 2 ed. FAO : Rome, 2008.)

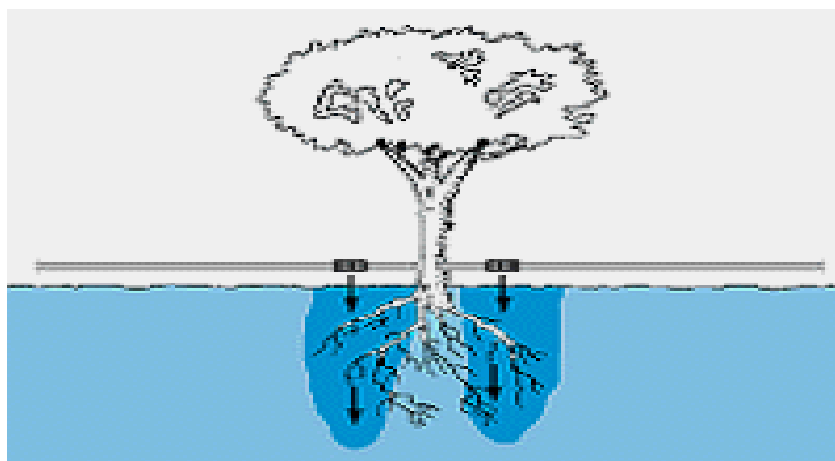


Figure V-2 Zone humidifiée par le goutteur. (Manuel des techniques d'irrigation sous pression. 2 ed. FAO : Rome, 2008.)

V.2. Dispositions générales

Bien que des dispositions un peu différentes puissent être envisagées, la disposition de principe de l'arrosage localisé est la suivante.

Une conduite principale (alimentée sous faible pression), alimente plusieurs lignes secondaires (rampes) qui sont ou disposés au fond de rigoles très peu profondes tracées parallèlement aux rangées de plantation ou posées simplement sur le sol, de même suspendues au palissage.

Ces rampes sont perforées ou poreuses ou bien comportent des orifices dont l'espacement adopté dépend de la plantation. Ces orifices comportent un ajutage calibré avec brise-jet que nous désignerons sous le nom de goutteurs et dont il existe différentes formes.

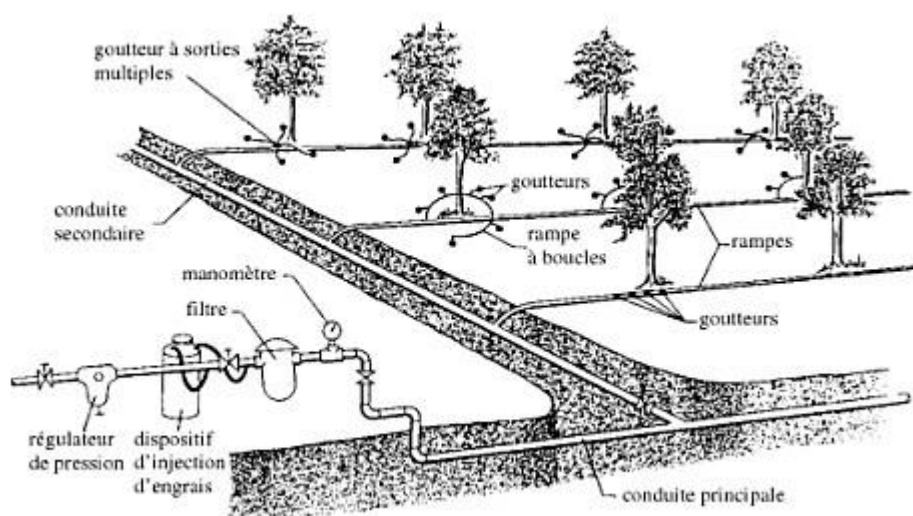


Figure V-3 schéma général d'une installation d'irrigation localisée. (Manuel des techniques d'irrigation sous pression. 2 ed. FAO : Rome, 2008.)

V.3. Avantages.

- ❖ Economie d'eau: l'eau est apportée directement et exclusivement au niveau des racines donc l'humidité au voisinage des racines restent élevée.
- ❖ Réduction des adventices (mauvaises herbes).
- ❖ Economie d'énergie: faible pression pour les goutteurs.
- ❖ Contrôle de la fertilisation: dosage régulier en engrais.
- ❖ Possibilité d'automatisation.
- ❖ Installation fixe sur le terrain, donc très faible besoin de main d'œuvre.
- ❖ Meilleure utilisation des sols difficiles: les sols très lourds sont difficiles à irriguer par aspersion ; et les sols très légers ne peuvent être irrigués avec les techniques d'irrigations de surface.
- ❖ Exploitation plus facile: ne gêne en rien les autres opérations culturales "traitement, récolte".
- ❖ Raccourcir le cycle végétatif de la culture.
- ❖ Protection sanitaire plus efficace sur les feuillages: les produits phytosanitaires ne sont pas lessivés par l'irrigation.
- ❖ Le non sensibilité aux vents forts.

V.4. Inconvénients

- ❖ Coût globalement élevé qui fait réserver cette technique aux cultures à forte valeur ajoutée.
- ❖ Exige un haut degré de compétence à tous les niveaux : étude préliminaire agro pédologique, conception de l'installation, conduite des arrosages par l'irrigation.
- ❖ Nécessite une maintenance rigoureuse, en raison des risques liés à une éventuelle interruption des arrosages.
- ❖ Nécessite la filtration de l'eau d'irrigation.
- ❖ Fonctionne avec du matériel délicat à durée de vie relativement faible.
- ❖ Problème de salinisation (prévoir le lessivage).
- ❖ Le développement racinaire des cultures est limité : les racines se concentrent dans la zone humidifiée.
- ❖ Contrôle difficile des goutteurs.

V.5. Composition d'une installation d'irrigation goutte à goutte

Chaque parcelle doit être équipée d'un réseau composé d'une unité de tête qui est l'élément essentiel de tout réseau d'irrigation localisée. L'installation de tête a pour but de fournir de l'eau propre, éventuellement enrichie et traitée chimiquement, sous une pression régulée, et de la distribuer successivement vers tous les secteurs à irriguer.

Cette unité reliée au point de fourniture de l'eau, est généralement constituée des éléments suivants :

- ❖ Groupe de pompage.
- ❖ Vanne.
- ❖ Filtre à sable.
- ❖ Borne d'irrigation.
- ❖ Débit mètre : pour contrôler le débit et le régler en fonction du bassin.
- ❖ Régulateur de pression : pour régler la pression.

- ❖ Conduite principale.
- ❖ Porte- rampes d'arrosage.
- ❖ Conduites principales enterrées .
- ❖ Rampe munie de goutteurs d'un écartement fixe selon le mode de plantation des cultures.
- ❖ Distributeurs.

V.6. Différents types de distributeurs

V.6.1. Goutteurs

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

V.6.2. Gaines

Destinées aux cultures maraîchères, peuvent être utilisées pour les vergers, elles assurent conjointement un rôle de transport et de distributeur.

V.6.3. Tubes poreux

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

V.6.4. 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.

V.6.5. Ajustages calibrés (procédé Bas-Rhône)

Les systèmes d'arrosage par ajustage calibrés sont constitués par une canalisation en PE, sur laquelle sont fixés en dérivation des orifices calibrés en laiton; sont placés sur la rampe à des écartements réguliers.

V.7. Choix d'un distributeur dans l'irrigation en goutte à goutte

En irrigation localisée, le choix du goutteur est important car de lui va dépendre le bon fonctionnement hydraulique de l'installation, l'alimentation hydrique satisfaisante de la culture, la pérennité des équipements, le niveau de la filtration et la qualité de maintenance à assurer. C'est la prise en compte d'un certain nombre d'éléments qui permet à l'utilisateur de définir son choix d'une manière objective.

V.7.1. la qualité de l'eau

C'est un élément essentiel dont vont dépendre les risques de colmatage des distributeurs.

- ❖ **Les eaux de mauvaise qualité:** sont généralement des eaux de surface (rivière, canaux lacs, bassins) riches en impuretés sous forme minérale ou organique. Si les éléments les plus gros sont retenus par une filtration efficace, les éléments très fins

Chapitre 6 : Techniques d'arrosage.

par contre traversent les filtres et se déposent à l'intérieur des distributeurs entraînant peu à peu une diminution de leur débit.

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

-De même, si l'on doit utiliser des goutteurs autorégulant, on choisira préférentiellement ceux que sont à chicanes avec la longueur de cheminement la plus grande possible.

-En effet, après un certain temps de fonctionnement, il se produit un effet d'empreinte de la membrane au contact de relief de cheminement entraînant une diminution de la section de passage.

- ❖ **Les eaux de bonne qualité:** sont généralement des eaux de nappe ferrugineuses.
-Dans ce cas, tous les goutteurs peuvent être utilisés à condition d'adapter la finesse de filtration à chacun d'eux.

V.7.2. la 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 de retrait.

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.

V.7.3. la nature des cultures :

Pour les cultures pérennes, telles qu'arbres fruitiers, vignes, où 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 où 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.

VI. Conclusion

Dans ce chapitre on a parlé de tout ce qui se rapporte à la technique choisie qui est la micro irrigation à savoir les différentes compositions du réseau.

La pratique de l'irrigation goutte à goutte contribue à la gestion durable des terres à cause de l'itinéraire technique à faible niveau de perturbation du sol.

Sa contribution à l'adaptation aux changements climatiques est primordiale car elle contribue à une économie de l'eau assurant une gestion rationnelle des ressources en eau de moins en moins abondantes.

Du fait du faible niveau de perturbation du sol, l'irrigation goutte à goutte contribue à améliorer les propriétés biologiques du sol à travers le développement de la microfaune, ce qui contribue à la conservation de la biodiversité sur la parcelle irriguée.

Chapitre 7 : Dimensionnement à la parcelle.

I. Introduction

L'irrigation à la parcelle est relative à la mise en œuvre de l'eau d'irrigation délivrée aux prises du réseau.

On entend par parcelle d'irrigation l'unité de surface disposant d'une prise individualisée sur le réseau de distribution.

Les équipements mis en jeu ou les aménagements de terrain sont fonction de la technique d'irrigation adoptée par les irrigants : irrigation de surface, irrigation par aspersion, irrigation localisée.

Ce présent chapitre a pour but le dimensionnement d'un réseau goutte à goutte.

II. Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte

Dans cette partie on va dimensionner le réseau d'irrigation localisée (le système goutte à goutte), qui nécessite la connaissance de données de base comme la surface de la parcelle, les besoins journaliers et le temps maximum journalier de travail [Ollier et Poirée, 1983].

II.1. Choix de l'ilot type

Pour le calcul de réseau localisé on a choisie l'ilot n°43 qui a une forme rectangulaire de longueur 390 m et de largeur 200 m, la borne d'irrigation est placée à la limite de l'ilot au point le plus haut.

II.2. Données générales

II.2.1. Cultures

- Les Agrumes (Orangers)
- Espacement entre arbres : 5m
- Espacement entre arbres rangs : 5 m

II.2.2. Caractéristique du goutteur

- Débit nominale : 4 l/h
- Nombre des goutteurs : 2 goutteurs par arbre.

II.2.3. Caractéristiques des conditions climatiques

- Besoin en eau 186. 109 mm/mois

II.2.4. Données de bases

- Temps de travail journaliers 8h/24h

II.2.5. Caractéristique de l'ilot type

- La forme : rectangulaire
- Surface : 7.9 ha

Chapitre 7 : Dimensionnement à la parcelle.

- Longueur : 390 m
- Largeur : 200 m.

II.3. Influence du taux de couverture du sol

Principalement l'irrigation localisée est utilisée pour les cultures en ligne où une partie seulement de la surface est occupée par les plantes ; donc les chiffres des besoins en eau déterminés par les méthodes où toute la surface est considérée à irriguer doivent être multipliés par un coef de réduction « K_r » dépendant du taux de couverture « C_s ».

Le coef K_r est donné par plusieurs formules comme :

- La formule de Keller et Karmeli (1974) :

$$K_r = \frac{C_s}{0,85}$$

- La formule de Freeman et Garzoli :

$$K_r = C_s + 0,5(1 - C_s)$$

- La formule de Decroix (CTGREF) :

$$K_r = 0,1 + C_s$$

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

- $K_r = 0,71$ selon Keller et Karmeli.
- $K_r = 0,80$ selon Freeman et Garzoli.
- $K_r = 0,70$ selon Decroix (CTGREF).

On prend $K_r = 0.80$

II.3.1. Calcul du besoin réduit

Les besoins en eau du mois de pointe calculé est de 186.109 mm/mois d'après (Chapitre 3 : Besoins en eau des cultures).

- Besoin en eau journalière : $B_j = 186.109/31 = 6.00$ mm/jour
- Besoin réduit : $B = B_j \times K_r = 6 \times 0.8 = 4.8$ mm/j

II.3.2. Calcul de la dose nette pratique

La dose nette est égale à la réserve facilement utilisable RFU.

- RFU = 140 mm (calculée au chapitre 3 : besoins en eau des culture).
- $D_{nette} = 140$ mm.

Chapitre 7 : Dimensionnement à la parcelle.

II.3.3. Dose réelle

On calcule le pourcentage du sol humidifié.

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

P% : Pourcentage du sol humidifié.

N : Nombre de points de distribution par arbre : 2 goutteurs.

S_{pd} : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre : 2.5m.

S_h : Largeur de la bande humidifiée d'après le catalogue elle est de 1 m.

S_r : Ecartement entre rangs d'arbres 5 m.

S_a : Espacement des arbres sur les rangs 5m.

$$P\% = 20\%.$$

- $D_{réelle} = P\% \times RFU = 0.20 \times 140 = \mathbf{28mm}$.

II.3.4. Dose brute

$$D_{brute} = \frac{D_{réelle}}{Cu \cdot eff} = \frac{28}{0.9 \cdot 0.9} = 34.57 \text{ mm/mois}$$

Cu : coefficient d'uniformité Cu=90%.

Eff : Efficacité du réseau d'irrigation Eff=90%.

II.3.5. Fréquence d'arrosage

La fréquence d'arrosage est l'espacement entre deux arrosages.

$$t = \frac{\text{dose nette}}{\text{besoin journalière}} = \frac{28}{4.8} = \mathbf{5.83 \text{ jours.}}$$

$$\mathbf{Fr = 6 \text{ jours.}}$$

On recalcule la dose réelle :

$$D_r = 6 \cdot 4.8 = \mathbf{28.8 \text{ mm.}}$$

Et la dose brute :

$$D_b = \frac{28.8}{0.9 \cdot 0.9} = \mathbf{35.56 \text{ mm/mois.}}$$

II.3.6. La durée d'arrosage par mois :

$$\theta = \frac{(\text{dose réelle} \cdot E_g \cdot E_r)}{qg}$$

Chapitre 7 : Dimensionnement à la parcelle.

Tel que :

- Θ : la durée d'arrosage (heures/mois).
- $Dose_{réelle}$: la dose réelle.(mm).
- Eg : Espacement entre les goutteurs (2.5m).
- Er : Espacement entre les arbres (5m)
- Qg : Débit de goutteurs (2 goutteurs de 4l/h) donc : (8l/h)

$$\theta = \frac{28.8 * 2.5 * 5}{8} = 45 \text{ heures /mois}$$

II.3.7. Irrigation journalière

$$t = \frac{\text{durée d'arrosage}}{\text{fréquence d'arrosage}} = \frac{45}{6} = 7 \text{ heures et 30mn.}$$

- Donc on doit irriguer 7 heures et demi chaque jour.

II.3.8. Dimensionnement

- La longueur de la rampe : $L_r = 390/2 = 195$ m
- La longueur de la porte rampe : $L_{pr} = 200/2 = 100$ m

II.3.8.1. Nombre de rampes

- $N_{rampe} = \frac{\text{longueur de la porte rampe}}{\text{Espacement entre les rampes}} \times 2$
- $N_{rampe} = \left(\frac{100}{5}\right) * 2 = 40 \text{ rampes.}$

II.3.8.2. Nombre d'arbre par rampe

- $N_{arbre} = \frac{\text{longueur de la rampe}}{\text{Espacement entre les rampes}}$
- $N_{arbre} = \left(\frac{195}{5}\right) = 39 \text{ arbres}$

II.3.8.3. Nombre des goutteurs par rampe

- $N_{goutteurs} = N_{arbre} \times 2 = 39 \times 2 = 78 \text{ goûteurs}$

Chapitre 7 : Dimensionnement à la parcelle.

II.3.8.4. Débit de la rampe

$$Q_r = N_g * q_g$$

Tel que :

- Q_r : Débit de la rampe.
- N_g : Nombre des goutteurs par rampe
- q_g : Débit d'un seul goutteur (4 l/h)

$$Q_r = 78 * 4 = 312 \text{ l/h}$$

II.3.8.5. Débit de la porte rampe

$$Q_{pr} = Q_r * N_r$$

Tel que:

Q_{pr} : Débit de la porte rampe

Q_r : Débit de la rampe.

N_r : Nombre de rampe.

$$Q_{pr} = 312 * 40 = 12480 \text{ l/h} = 12.48 \text{ m}^3/\text{h}$$

II.3.8.6. Calcul de la perte de charges

Pour le calcul des pertes de charge au niveau de la rampe, on admet la formule suivante :

$$\frac{\Delta q}{q} = x * \frac{\Delta H}{H}$$

Tel que :

- x : exposant en fonction du type du matériau du goutteur =0.5m.
- q : débit nominal d'un goutteur.
- H : pression nominale (1 bar = 10m.ce).

On a aussi :

Variation maximale de débits entre goutteurs : $\frac{\Delta q}{q} = 10\%$

Donc

Chapitre 7 : Dimensionnement à la parcelle.

$$\frac{\Delta q}{q} = x * \frac{\Delta H}{H} \Leftrightarrow \Delta H = \frac{H}{x} \times \frac{\Delta q}{q} = \frac{10}{0.5} \times 0.1 = 2.$$

- $\Delta H = 2 \text{ mce}$

La valeur de perte de charge singulière est estimée à 10%

- Pdc (sing) = $0.1 \times \Delta H = 0.1 \times 2 = 0,2 \text{ mce}$ pdc (sing) = 0,2 m
- Pdc (linéaire) = $\Delta H - \text{Pdc (sing)} = 2 - 0,2 = 1,8 \text{ mce}$ pdc (linéaire)=1,8 mce

La répartition de la perte de charge est :

- 1/3 Sur la porte rampe : pdc (pr) = $\left(\frac{1}{3}\right) * 1.8 = 0.6 \text{ m}$
- 2/3 Sur les rampes : pdc (rampe) = $\left(\frac{2}{3}\right) * 1.8 = 1.2 \text{ m}$

II.3.8.7. Calcul du diamètre

Pour le calcul de diamètre on applique la formule suivante :

$$D = \left[\frac{pdc \times 2.75}{0.478 \times Q^{1.75} \times L} \right]^{\frac{-1}{4.75}}$$

Tel que :

- D : Diamètre en (mm).
- Pdc : perte de charge de la rampe ou porte rampe
- Q : le débit de la rampe ou porte rampe
- L : la longueur de la rampe ou porte rampe

- Diamètre de la rampe

$$Pdc = 1.2 \text{ m}$$

$$Q = 312 \text{ l/h}$$

$$L = 195 \text{ m}$$

$$\text{AN : } D = \left(\frac{1.2 * 2.75}{195 * 0.478 * 312^{1.75}} \right)^{\frac{-1}{4.75}} = \mathbf{16.76 \text{ mm}}$$

Donc on prend un diamètre normalisé de 20mm.

Chapitre 7 : Dimensionnement à la parcelle.

- Vérification des pertes de charges

$$P_{dc} = \frac{0.478}{2.75} * 312^{1.75} * 195 * 20^{-4.75} = 0.52 \text{ m} < 1.2 \text{ m. (vérifié)}$$

• Diamètre de la porte rampe

$$P_{dc} = 0.6 \text{ m}$$

$$Q = 12480 \text{ l/h}$$

$$L = 100 \text{ m}$$

$$\text{AN : } D = \left(\frac{0.6 * 2.75}{195 * 0.478 * 12480^{1.75}} \right)^{\frac{-1}{4.75}} = \mathbf{65.6 \text{ mm}}$$

-Diamètre normalisé D= 63 mm.

- Vérification des pertes de charge :

$$P_{dc} = \frac{0.478}{2.75} * 12480^{1.75} * 100 * 63^{-4.75} = 0.72 \text{ m} > 0.6 \text{ m. (non vérifié).$$

Donc on prend un diamètre normalisé supérieur D =75 mm.

- Vérification des pertes de charge :

$$P_{dc} = \frac{0.478}{2.75} * 12480^{1.75} * 100 * 75^{-4.75} = 0.32 \text{ m} < 1.2 \text{ m. (vérifié)}$$

III. Conclusion

Le choix de techniques d'irrigation revêt une grande importance au sein d'un périmètre, puisqu'il régit l'intensification des cultures.

Dans ce chapitre, nous avons procédé au dimensionnement du système goutte à goutte, l'introduction de ce système permet une revalorisation de l'agriculture par une augmentation des rendements.

Chapitre 8 : Organisation de chantier.

I. Introduction

L'organisation d'un chantier consiste à déterminer et à coordonner la mise en œuvre des moyens nécessaires pour accomplir dans les meilleures conditions possibles les travaux à exécuter. Avant d'entamer l'exécution des travaux, il faut toujours faire une étude théorique. Cette dernière consiste à déterminer le temps de réalisation avec précision, le matériel à utiliser, la main d'œuvre et les matériaux de construction nécessaires.

Les principes de base observés dans l'organisation de chantier et le calendrier des travaux sont :

- Mécanisation du chantier à un degré maximal et l'utilisation d'un matériel efficace et d'un personnel hautement qualifié ;
- Coordination des différentes phases de construction en matière de simultanéité des travaux sur quelques sous chantiers pour accélérer la réalisation.

II. Rôles et responsabilités des intervenants sur chantier

Avant d'entrer dans le vif du sujet relatif au chantier de réalisation d'une adduction, il nous paraît indispensable de rappeler les rôles des différentes personnes amenées à intervenir dans l'acte de construction.

II.1. Le maître de l'ouvrage

C'est une personne physique ou morale pour le compte de laquelle sont exécutés les travaux. Son rôle est de définir le but à atteindre (programme), d'organiser un financement, de passer et de régler les marchés des travaux. Après la réception des ouvrages, il en est le propriétaire et parfois le gestionnaire.

II.2. Le maître d'œuvre

C'est une personne physique ou morale, chargée par le maître de l'ouvrage de recevoir l'ouvrage, d'établir le dossier de consultation des entreprises, d'assister le maître d'ouvrage dans le dépouillement des offres, de contrôler l'exécution des travaux et de proposer leur réception et leur règlement, après en avoir établi le décompte.

II.3. L'entrepreneur

Personne physique ou morale, titulaire d'un marché de travaux conclu avec le maître d'ouvrage, chargée de l'exécution des travaux et, parfois, de la conception détaillée des ouvrages. L'entrepreneur est responsable du chantier et de l'ouvrage en cours de construction tant que celui-ci n'a pas été réceptionné.

III. Installations du chantier

III.1. Installations destinées au personnel

Ce sont généralement les dortoirs, vestiaires, réfectoires, installations sanitaires et les bureaux de chantier.

III.2. Installations destinées au stockage des matériaux

Pour les ciments, nous utilisons soit des silos, soit des baraquements en bois ou en métal, le sable et le gravier sont stockés en plein air.

III.3. Installations destinées à la réparation des engins

Les grosses réparations ne se font généralement pas sur le chantier lui-même, mais il importe de disposer d'un atelier suffisamment bien équipé pour assurer l'entretien courant et les réparations d'urgence des différents matériels.

III.4. Travaux préparatoires

Aménagement des pistes de circulation des engins et des aires de stockage de matériaux de construction.

IV. Travaux concernant l'adduction

Les tâches constituant les travaux à faire pour la mise en place d'une adduction sont :

- **Exécution des tranchées** : c'est une opération de terrassement (déblais) qui consiste à faire des excavations suivant un fruit de talus (dans notre cas de 1/1). Ces excavations seront faites par une pelle hydraulique et les déblais seront posés sur un côté de la tranchée, l'autre côté étant réservé au bardage des conduites.
- **Construction des regards** : Les regards constituent l'abri de certains accessoires de l'adduction à savoir les ventouses et les vannes de vidange, ils sont conçus en béton armé.
- **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.
- **Pose des conduites** : Après avoir mis en place le lit de sable, on procède à la pose des canalisations.
- **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 1,5 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.

Chapitre 8 : Organisation de chantier.

- **Remblayage des tranchées** : C'est une opération de terrassement qui consiste à enterrer la conduite, en utilisant le remblai résultant de l'excavation.
- **Nivellement et compactage** : Une fois le remblai fait, on procède au nivellement qui consiste à étaler les terres qui sont en monticule, ensuite à compacter pour augmenter la densité des terres et éviter un tassement par la suite.

V. Calcul des volumes des travaux de l'adduction

V.1. Déblais d'excavation

Le volume des déblais est calculé de la façon suivante :

$$V_{exc} = H_{tr} * b * L$$

- Calcul de la profondeur de la tranchée :

$$H_t = D + h + h_1$$

Avec :

H_t : profondeur de la tranchée ;

D : diamètre de la conduite ;

h : hauteur de la génératrice supérieure de la conduite à la surface du sol = 1m ;

h_1 : épaisseur du lit du sable = 0.15m.

- Calcul de la largeur de la tranchée :

$$b = D + 0.6$$

Avec :

b : largeur de la tranchée.

Chapitre 8 : Organisation de chantier.

V.2. Volume du lit du sable

Comme on a dit le lit de sable à une épaisseur de 15cm le long de la tranchée qui est d'une longueur de L, dont il prend la même largeur du lit de tranchée b.

D'où :

$$V_s = h_1 * b * L$$

V.3. Volume de la conduite

Après l'exécution des déblais de la tranchée et la mise en place du lit de sable, il y a lieu de poser la conduite dont la connaissance de la section est importante pour la détermination du volume des remblais.

$$V_c = S_c \times L$$

$$S_c = \frac{\pi * D^2}{4}$$

V.4. Remblais compacté

Le volume des remblais égale le volume des déblais réduit du volume occupé par la conduite et du volume du lit de sable :

$$V_r = V_{exc} - V_s - V_c$$

Tableau V-1 Les volumes des travaux de l'adduction

Tronçon	H _{tr} (m)	b(m)	V _s (m ³)	V _c (m ³)	v _{ex} (m ³)	V _r (m ³)
Réserv-STP	3.15	2.6	4875	39250	102375	58250
STP-B.D	3.15	2.6	4212	33912	88452	50328

Chapitre 8 : Organisation de chantier.

VI. Travaux concernant la distribution :

Les tâches constituant les travaux à faire pour la mise en place du réseau de distribution sont :

- **Abattage des arbres :** L'abattage d'un arbre consiste à le couper à la base pour provoquer sa chute pour permettre l'exécution des tranchées. Il s'agit d'une étape importante. Dès que l'arbre est d'un certain volume ou hauteur, l'opération requiert une personne expérimentée - un bûcheron - en particulier apte à déterminer la chute au meilleur endroit et en sécurité.
- **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.
- **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 10cm dans notre cas.
- **Pose des conduites :** avant la descente des conduites dans la fouille, on procède à un triage 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.
- **Remblayage des tranchées :** c'est une opération de terrassement qui consiste à enterrer la conduite, en utilisant le remblai résultant de l'excavation.
- **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.
- **Pose des équipements hydromécaniques :** cette opération consiste à poser des équipements hydromécaniques de tous types, avec des paramètres variés, spécialement adaptés aux besoins du site.

VII. Calcul des volumes des travaux de distribution :

VII.1. Le volume de terrassement :

- Largeur du fond de la tranchée :

La largeur d'ouverture de la tranchée est obtenue par la formule :

$$B = d + (0.5-1.2)$$

Chapitre 8 : Organisation de chantier.

Avec :

B : largeur de la tranchée (m)

d : diamètre de la conduite (m)

- Profondeur de la tranchée :

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

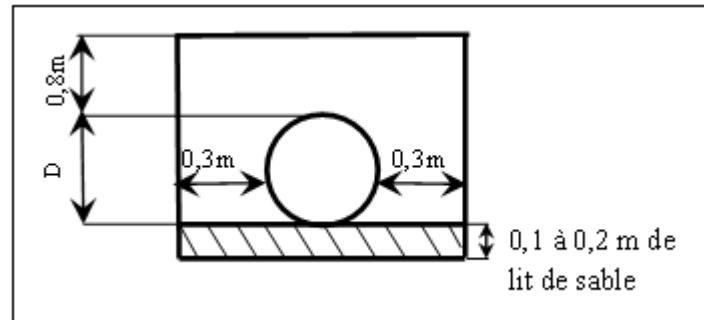


Figure VII-1 Schéma d'une tranchée.

- La profondeur de la conduite se calcule par la formule :

$$H = e + d + h \quad (\text{m})$$

Avec :

H : profondeur de la tranchée (m)

e : hauteur du lit de pose (m)

d : diamètre de la conduite (m)

h : la hauteur du remblai au-dessus de la conduite (m)

VII.2. Volume du lit du sable

Comme on a dit le lit de sable à une épaisseur de 10 cm le long de la tranchée qui est d'une longueur de L, dont il prend la même largeur du lit de tranchée b.

D'où :

$$V_s = h_1 * b * L$$

VII.3. Volume de la conduite

Après l'exécution des déblais de la tranchée et la mise en place du lit de sable, il y a lieu de poser la conduite dont la connaissance de la section est importante pour la détermination du volume des remblais.

$$V_c = S_c \times L$$

Chapitre 8 : Organisation de chantier.

$$S_c = \frac{\pi * D^2}{4}$$

VII.4. Calcul du volume de remblai :

Ce volume est déduit à partir du volume du déblai, c'est le volume qu'occupe la conduite et le volume occupé par le lit de sable ;

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

Avec :

V_r : Volume du remblai compacté (m³)

V_d : Volume du déblai (m³)

V_s : Volume du sable

V : Volume occupé par la conduite (m³) ;

- L'estimation des volumes de déblai, de sable, conduites et volume de remblai pour la conduite gravitaire se résument sur le **Tableau : calcul volume de déblai, de sable, conduite et de remblai.. (voir annexe 21).**

Tableau VII-1 Les volumes de travaux de distribution.

<i>travaux de distribution</i>	<i>Déblai</i>	<i>Sable</i>	<i>Conduites</i>	<i>Remblai</i>
<i>volume (m³)</i>	26872,66	2207,85	2120,21141	22544,59

VIII. Choix des engins de terrassement

L'utilisation de gros engins mécaniques a réduit considérablement le prix et le temps des terrassements dont l'incidence, dans la construction des chantiers, se trouve ainsi sensiblement diminuée.

Les engins que nous allons utiliser sont :

- ✓ La pelle hydraulique ;
- ✓ Le bulldozer ;
- ✓ Le chargeur ;
- ✓ Le compacteur à rouleau lisse.

Chapitre 8 : Organisation de chantier.

VIII.1. Pelle hydraulique

Les pelles sont des engins de terrassement qui conviennent à tous les terrains même durs : marnes compactes, conglomérats, pour le chargement des roches débitées, exploitation des carrières notamment.

Les premières pelles ont été construites aux Etats-Unis vers 1842.

La pelle peut porter divers équipement qui en font un engin de travail à plusieurs fins :

- ✓ Godet normal pour travail en butée ;
- ✓ Godet retro pour travail en fouille et en tranché ;
- ✓ Godet niveleur pour travail de décapage ou de nivelage ;
- ✓ Benne preneuse pour terrassement en fouille ou déchargement de matériaux (sable, pierres...);
- ✓ Dragline pour travail en fouille.

Un tel engin pouvant également travailler comme grue ou recevoir un équipement spécial de sonnette pour le battage des pieux, permet donc sept emplois différents.

Dans notre cas, on choisit la pelle avec un godet équipé en retro pour faire les fouilles et les tranchés. Pour une pelle équipée en retro ou pelle fouilleuse la flèche et le bras sont simplement articulés l'un sur l'autre.



Figure VIII-1 Pelle hydraulique.

VIII.2. Bulldozer

Le bulldozer est une pelle niveleuse montée sur un tracteur à chenille ou à pneu. L'outil de terrassement est une lame profilée portée par deux bras articulés qu'un mécanisme hydraulique permet d'abaisser ou de lever.

Si la lame est en position basse l'engin fait des terrassements par raclage avec une profondeur de coupe de 20 à 30 cm.

Chapitre 8 : Organisation de chantier.

En mettant la lame en position intermédiaire, on peut régaler des tas de déblais en couche d'épaisseur de 20 à 30cm également.



Figure VIII-2 Bulldozer.

VIII.3. Chargeur

C'est un tracteur à pneus muni de godet de chargement et de déchargement à l'avant, on l'utilisera pour remblayer les fouilles, les casiers et la tranchée après pose de la conduite.



Figure VIII-3 Chargeur.

VIII.4. Compacteur

Après les travaux de remblayage, il est indispensable de faire le compactage de la tranchée de la conduite d'où on a besoin d'un compacteur avec un rendement important. On utilise alors un compacteur à rouleau lisse.

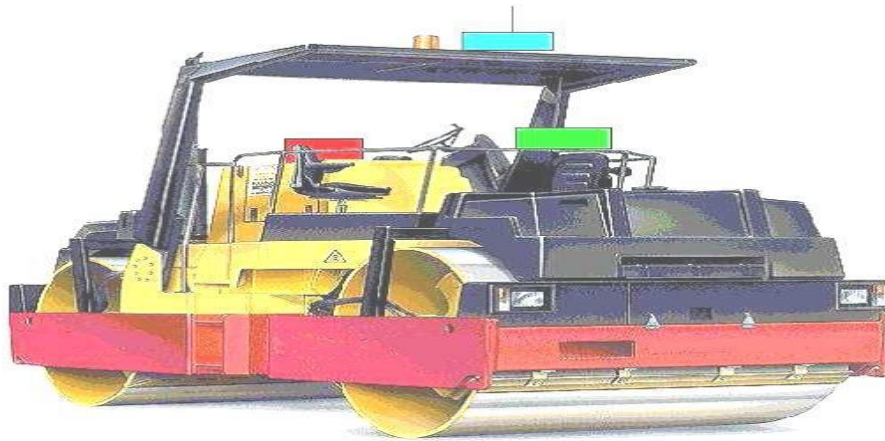


Figure VIII-4 Compacteur à rouleau lisse

IX. Planification des travaux

L'objectif de la planification des travaux est de s'assurer que tout le travail sera fait :

- ✓ Dans un ordre correct (bonne succession des opérations du réseau) ;
- ✓ Sans retard ;
- ✓ Aussi économique que possible.

Les travaux suivant seront ordonnés selon la méthode du réseau (CPM).

La méthode du réseau à chemin critique ou méthode PERT (program evaluation review technic) est une méthode où les nœuds et les flèches représentent des tâches et ils sont parcourus par un flux qui est le temps, le sommet (nœuds ou flèches) représente une étape ou un événement. Cette méthode a été élaborée en 1958 par les Américains.

Chapitre 8 : Organisation de chantier.

IX.1. Définitions des tâches et leurs durées

Les tâches de réalisation de l'adduction et leurs durées sont mentionnées dans le tableau suivant :

Tableau IX-1 Temps de réalisation des opérations d'adduction.

Notation	Opération	Durée (semaine)
A	Exécution des tranchées « tranche 1 »	25
B	Exécution des tranchées « tranche 2 »	25
C	Pose du lit de sable« tranche 1 »	7
D	Pose du lit de sable« tranche 2 »	7
E	Pose de la canalisation « tranche 1 »	12
F	Pose de la canalisation « tranche 2 »	12
G	Remblayage des tranchées « tranche 1 »	10
H	Remblayage des tranchées « tranche 2 »	10

Tableau IX-2 Temps de réalisation des opérations de distribution.

Notation	Opération	Durée (semaine)
I	Abbatage des Arbres	2
J	Exécution des tranchées	9
K	Pose du lit de sable	5
L	Pose de la canalisation	7
M	Remblayage des tranchées	8
N	Pose des équipements	4

Chapitre 8 : Organisation de chantier.

IX.2. Planification par la méthode du réseau (la méthode CPM)

On montre le lien entre les opérations qui précèdent et qui succèdent chaque opération de réalisation de l'adduction dans la figure suivante :

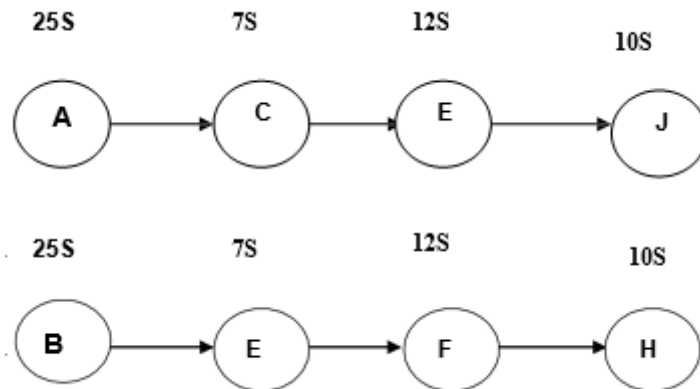


Figure IX-1 Réseau à noeuds (Adduction).

On montre le lien entre les opérations qui précèdent et qui succèdent chaque opération de réalisation de la distribution dans la figure suivante :

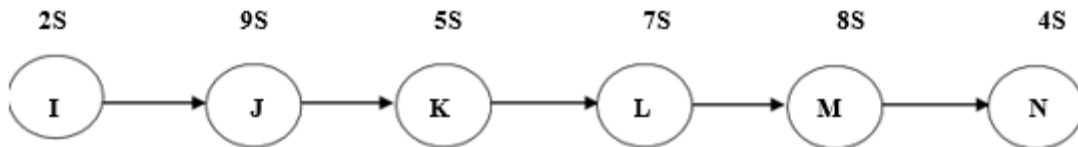


Figure IX-2 Réseau à noeuds (Distribution).

Donc on aura

- 54 semaines pour les travaux de la tranche I
- 54 semaines pour les travaux de la tranche II
- 35 semaine pour les travaux de la distribution.

Chapitre 8 : Organisation de chantier.

X. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons fait en premier lieu le calcul des volumes des travaux pour l'adduction (la conduite de transfert), puis le calcul des volumes des travaux pour la distribution et la détermination des engins adaptés pour chaque tâches.

Par la suite, nous avons dressé le réseau d'exécution des travaux, et nous avons trouvé une période de réalisation d'environ 3ans.

Chapitre 9 : Protection et sécurité du travail

I. Introduction

Les accidents du travail et les problèmes qui en découlent ont une grande importance sur les plans financiers ; production et surtout humains.

L'essentiel objectif de la sécurité d'un travail sera donc la diminution de la fréquence et la gravité des accidents dans les chantiers.

Durant chaque phase de la réalisation d'un projet, le risque de produire un accident est éventuellement ouvert, soit dans la phase des travaux de terrassement, soit dans la réalisation des travaux de bétonnage.

II. Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique

Généralement les accidents de travail imputables à des conditions dangereuses et actions dangereuses sont causés par deux facteurs.

II.1. Facteurs humains

- ✓ Manque de contrôle et de négligence ;
- ✓ La fatigue des travailleurs, agents de maîtrises et les responsables ;
- ✓ Encombrement dans les différentes phases d'exécution des travaux ;
- ✓ Erreurs de jugement ou de raisonnement ;
- ✓ Importance durant les différentes phases de réalisation ;
- ✓ Suivre un rythme de travail inadapté.

II.2. Facteurs matériels

- ✓ Outillage, engins, et machines de travail ;
- ✓ Nature des matériaux mis en œuvre ;
- ✓ La difficulté posée lors de l'exécution du travail ;
- ✓ Les installations mécaniques et électriques.

II.3. Les conditions dangereuses

- ✓ Installations non protégées ;
- ✓ Installations mal protégées ;
- ✓ Outillages, engins et machines en mauvais état ;
- ✓ Protection individuelle inexistante ;
- ✓ Défaut dans la conception, dans la construction ;
- ✓ Matières défectueuses ;
- ✓ Stockage irrationnel ;
- ✓ Mauvaise disposition des lieux ;
- ✓ Eclairages défectueux ;
- ✓ Facteurs d'ambiance impropres ;
- ✓ Conditions climatiques défavorables.

II.4. Les actions dangereuses

- ✓ Intervenir sans précaution sur des machines en mouvement ;
- ✓ Intervenir sans précaution sur des installations sous pression, sous tension ;
- ✓ Agir sans prévenir ou sans autorisation ;
- ✓ Neutraliser les dispositifs de sécurités ;
- ✓ Ne pas utiliser l'équipement de protection individuelle ;
- ✓ Mauvaise utilisation d'un outillage ou engin ;
- ✓ Importance durant les opérations de stockage ;
- ✓ Adopter une position peu sûre ;
- ✓ Travailler dans une altitude inappropriée ;
- ✓ Suivre un rythme de travail inadapté ;
- ✓ Plaisanter ou se quereller.

III. Mesures préventives pour éviter les causes des accidents

L'organisation de la prévention se présente à travers les activités professionnelles du pays comme une immense chaîne de solidarité, composée de multiples maillons, correspondant chacun aux différents services ou personnes intéressées.

III.1. Les partenaires de la prévention

III.1.1. Dans l'entreprise

- ✓ Le chef d'entreprise est le seul responsable de la sécurité ;
- ✓ Le service médical : médecin du travail, infirmiers du travail.
- ✓ Le service de sécurité dans les grandes entreprises.
- ✓ Le comité d'entreprise et les délégués du personnel.

III.1.2. En dehors de l'entreprise

- ✓ Le service de prévention ;
- ✓ Les comités techniques régionaux qui ont un pouvoir financier ;
- ✓ Les instituts de médecine du travail et les consultations de pathologie professionnelle ;
- ✓ L'inspection du travail ;
- ✓ Certains organismes agréés par le ministère du travail.

Chapitre 9 : Protection et sécurité du travail

III.2. Prévention technique

III.2.1. Prévention collective

Elle doit toujours être mise en œuvre en premier lieu. C'est l'employeur, avec le service de sécurité, et conseillé par le médecin du travail, qui organisent la prévention dans le cadre de la législation en vigueur afin d'empêcher que l'accident se produise à nouveau en détectant les risques. Les moyens possibles sont nombreux :

- Prévention intégrée : c'est la prévention de conception qui supprime l'existence du risque en installant dès la conception des dispositifs de protection et de sécurité sur les engins et machines dangereuses ;
- Entretien des engins ;
- Contrôle et certification de conformité des engins ;
- La signalisation dans l'entreprise doit être évidente et connue de tous, utilisation des couleurs de sécurité (rouge, orange, vert), isolement des zones dangereuses (barrières, écrans, cartons) ;
- Contrôle régulier du fonctionnement et entretien des systèmes de sécurité ;
- Amélioration des techniques de travail : étiquetage des produits, travail en vase clos, aspiration des vapeurs et des poussières, remplacement d'un produit dangereux par un autre quand c'est techniquement possible ;
- Amélioration des ambiances de travail (éclairage, bruit, empoussièrement, ambiance thermique) ;
- Contrôle des matériaux : obligation est faite aux fabricants, importateurs et vendeurs de fournir à l'entreprise toute information sur les produits nouveaux.
- Affichage des consignes de sécurité et du règlement intérieur de l'entreprise.
- Education sanitaire et développement des facteurs d'hygiène contribuant à la prévention : interdiction de boire, manger et fumer sur les lieux de travail, hygiène stricte (lavage des mains, douches).

III.2.2. Prévention individuelle

Elle ne supprime pas le risque mais elle permet au travailleur de le connaître, de l'éviter ou de s'en protéger. Elle repose sur la formation et les protections individuelles.

- **Formation des salariés à la sécurité :**

La formation à la sécurité est sous la responsabilité du chef d'entreprise avec la coopération du service de sécurité (quand il existe) et du médecin du travail. Le temps passé à la formation à la sécurité est payé comme un temps normal de travail et se passe durant les heures de travail.

Elle est obligatoire dans le mois suivant l'embauche ou en cas de changement de poste. Elle passe par l'instruction générale au cours de la scolarité puis par l'enseignement spécifique lors de la formation professionnelle ; elle enseigne les consignes et les gestes de sécurité, ainsi que la conduite à tenir face à un autre salarié victime d'un accident du travail ou d'une intoxication. Elle doit être renouvelée périodiquement. On procède aussi à des formations spécialisées pour les sauveteurs-secouristes du travail.

Chapitre 9 : Protection et sécurité du travail

- **Protections individuelles :**

Elles sont moins fiables que la protection collective et ne devraient être mises en œuvre que lorsque celle-ci est impossible. La protection individuelle reste souvent indispensable. Elle n'est pas toujours respectée par le salarié ou mise à disposition par l'employeur.

- Combinaisons étanches ou spécifiques à certains risques (Casques de protection contre les objets pouvant tomber) ;
- Protection des mains : gants, crèmes protectrices, produits de nettoyage spécifiques non nocifs ;
- Chaussures de protection (semelle épaisse, antidérapante, avec coquille métallique de protection des orteils) ;
- Lunettes de sécurité (UV, chaleur, projection de débris) ;
- Protecteurs auditifs (casques antibruit, bouchons d'oreille) ;
- Masques et cagoules anti-poussières ou contre les gaz ;
- Moyens de protection anti-chutes.

III.2.3. Prévention médicale (Les missions du médecin du travail)

Les préventions à suivre sont:

III.2.3.1. Examen clinique, éventuels examens complémentaires

Le médecin du travail doit s'attacher à dépister les contre-indications médicales à certains postes lors de la visite d'embauche et des visites systématiques, comme par exemple :

- Postes dangereux comportant un risque pour le salarié avec une législation particulière ;
- Poste de sécurité avec risque pour le travailleur ou pour les autres salariés,
- Recherche d'épilepsie, diabète, problème cardiaque, examen psychotechnique...

En aucun cas, le médecin du travail ne doit accepter un risque grave pour le travailleur lui-même et pour son entourage.

III.2.3.2. Information du salarié par le médecin du travail

Elle porte :

- Sur les risques encourus et les précautions à prendre. Cette information doit précéder la prise de poste et être renouvelée régulièrement à chaque visite médicale ou lors de la visite des lieux de travail ;
- Sur les résultats des analyses biologiques de surveillance, lors de l'exposition à des risques particuliers (plomb, benzène, rayonnements ionisants).

Chapitre 9 : Protection et sécurité du travail

III.2.4. Prévention pour les conducteurs d'engins

- Lire la notice d'utilisation de l'engin ;
- Déterminer l'ordre des opérations en respectant les plans et cahiers des charges ;
- Contrôler la machine avant et après démarrage ;
- Adapter l'équilibre de l'engin et la tâche (creuser, saisir, lever, pousser, charger) ;
- Déblayer le terrain ;
- Procéder au nivellement selon les situations dans toutes les dimensions (cotes) définies ;
- Creuser des tranchées selon les indications topographiques ;
- Remblayer à la surface ou en profondeur (une fouille) ;
- Réaliser un talus d'après des gabarits ;
- Remplir une fiche technique d'intervention ;
- Prendre les mesures de sécurité assurant la protection individuelle et collective ;
- Assurer la maintenance de premier niveau des outils et du matériel.

IV. Conclusion :

L'environnement de travail contribue au développement et à une bonne gestion et exploitation des ouvrages, il est impératif de savoir les causes des accidents et éviter les actions dangereuses. Ainsi donc on peut gagner sur le plan financier et offrir une meilleure condition de travail pour les personnels et une bonne performance de fonctionnement des ouvrages.

A cet effet, il convient d'accorder d'avantage d'intérêt aux aspects éducationnels de l'homme au travail afin de lui permettre une grande maîtrise de l'outil de production et une plus grande adaptation à son environnement.

Chapitre 10 : Evaluation du coût du projet.

I. Introduction

L'estimation économique du projet est une étape importante, elle permettra de chiffrer le coût de l'aménagement, en fonction des différentes charges intervenant dans le projet.

Pour cela, nous présentons ci-après, les différentes charges, en fonction des prix de références, des coûts des investissements et d'exploitation.

II. Estimation des installations de chantier, Base vie et fournitures :

Tableau II-1 Estimation des installation de chantier, base vie et fournitures.

Installation de chantier, Base vie et fournitures	Unité	Prix unitaire (DA)	Prix total (DA)	Prix total (DA)
Installation de chantier	u	3000000	3000000	3000000
Reconnaissance géotechnique complémentaire	u	1000000	1000000	1000000
Replis des installations de chantier, en remise en état des lieux	u	300000	300000	300000
Total (DA)			4300000	4300000

III. Estimation des Terrassements :

III.1. Abattage des arbres :

Tableau III-1 Estimation des abattages des arbres.

Abattage des Arbres	Unité	Nombre d'unités	Prix Unitaire DA	Montant DA
0,15 m < Circonférence < 0,30 m	u	1030	500	515000
0,30 m < Circonférence < 0,50 m	u	1030	600	618000
0,50 m < Circonférence < 1,00 m	u	1030	750	772500
1,00 m < Circonférence < 2,00 m	u	185	900	166500
2,00 m < Circonférence	u	15	1000	15000
Total (DA)				2087000

Chapitre 10 : Evaluation du coût du projet.

III.2. Volume des travaux :

Tableau III-2 Estimation du volume des travaux.

Volume des travaux	Unité	Final	Prix unitaire DA	Montant DA
Décapage ouverture d'emprise et débroussaillage	m ²	243880	32	7804160
Déblais	m ³	26872,66	800	21498128
Lit de sable	m ³	2207,85	1600	3532560
Remblais	m ³	22544,59	600	13526754
Evacuation des terres excédentaires	m ³	4328,07	300	1298421
Total (DA)				47660023

III.3. Total Du Terrassement :

Tableau III-3 Estimation totale du terrassement.

Désignation	Montant (DA)
Abattage des Arbres	2087000
Volume travaux	47660023
Total (DA)	49747023

Chapitre 10 : Evaluation du coût du projet.

IV. Bétons et maçonneries :

Tableau IV-1 Estimation du béton et de la maçonnerie.

Bétons et maçonneries	unité	Final	Prix Unitaire (DA)	Montant (DA)
Bétons				
béton de propreté	m3	8	6200	49600
béton ordinaire	m3	390	7500	2925000
Béton armé	m3	105	11000	1155000
				4129600
Coffrage				
Plan ordinaire	m2	2890	800	2312000
Acier pour armatures				
Acier à haute adhérence (TOR)	Kg	7900	100	790000
Matériaux				
Gravier 15/25	m2	110	1300	143000

IV.1. Total du bétons, et de la maçonnerie :

Tableau IV-2 Estimation total du bétons et de la maçonnerie.

Désignation	Montant (DA)
Bétons	4129600
Coffrage	2312000
Aciers pour armatures	790000
Matériaux	14000
Total (DA)	7374600

Chapitre 10 : Evaluation du coût du projet.

V. Canalisation et raccordement :

V.1. Canalisation du réseau de distribution :

Tableau V-1 Estimation des canalisations.

Diamètre conduite (mm)	Nombre de Diamètre	Longueurs cumulées (m)	Unité	Prix unitaire (Da)	Coût total (DA)
100	1	240	m	600	144000
125	13	3950	m	800	3160000
150	11	3945	m	1000	3945000
200	13	3085	m	1400	4319000
250	8	2790	m	2100	5859000
300	7	2500	m	3200	8000000
400	19	5225	m	5000	26125000
500	3	1085	m	8000	8680000
600	2	590	m	12900	7611000
700	2	1440	m	14300	20592000
Total (DA)					88435000

V.2. Raccordements :

Tableau V-2 Estimation des raccordements.

Raccordements	Unité	Final	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Coudes				
D125	U	12	780	9360
D150	U	10	1400	14000
D200	U	7	2700	18900
D250	U	5	7000	35000
D300	U	5	25000	125000
D400	U	6	58000	348000
D500	U	8	86000	688000
D600	U	1	75500	75500
D700	U	1	94000	94000
Total (DA)				1407760
Cônes				

Chapitre 10 : Evaluation du coût du projet.

D125*D150	U	1	800	800
D150*D200	U	3	1400	4200
D200*D250	U	6	2700	16200
D250*D300	U	5	10600	53000
D300*D400	U	4	34000	136000
D400*D500	U	3	54000	162000
D500*D600	U	1	84000	84000
Total (DA)				456200
Tés				
D125	U	4	1900	7600
D150	U	1	2500	2500
D200	U	3	2900	8700
D250	U	2	3200	6400
D300	U	5	35500	177500
D400	U	3	80200	240600
D500	U	2	10200	20400
D600	U	3	77500	232500
D700	U	2	84000	168000
Total (DA)				864200

V.3. Total de la canalisation et des raccordements :

Tableau V-3 Estimation totale des canalisations et raccordements.

Désignation	Montant (DA)
Canalisation du réseau de distribution	129619000
Coudes	1407760
Cônes	456200
Tés	864200
Total (DA)	132347160

Chapitre 10 : Evaluation du coût du projet.

VI. Equipements hydrotechniques

Tableau VI-1 Estimation des équipements hydrotechniques.

Equipements	Unité	Final	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Robinetts Vannes				
D125	U	1	27600	27600
D150	U	2	31000	62000
D200	U	2	46000	92000
D300	U	1	10000	10000
D400	U	1	15000	15000
D600	U	1	25000	25000
D700	U	1	30000	30000
Total (DA)				261600
Ventouses				
D150	U	6	50000	300000
Total (DA)				300000
Clapets				
D150	U	1	41000	41000
D200	U	1	55000	55000
Total (DA)				96000
Bornes				
B100	U	22	54700	1203400
B150	U	35	114700	4014500
Total (DA)				5217900
Vanne de régulation				
D700	U	1	1000000	1000000
Total (DA)				1000000
Soupape anti-bélier				
D125	U	1	250000	250000
D200	U	2	450000	900000
Total (DA)				1150000
Grillage avertisseur (bleu)				
	ml	24850	35	869750
Total (DA)				869750

Chapitre 10 : Evaluation du coût du projet.

VI.1. Total des équipements hydrotechniques :

Tableau VI-2 Estimation totale des équipements hydrotechniques.

Désignation	Montant (DA)
Robinets vannes	261600
Ventouses	300000
Clapets	96000
Bornes	5217900
Appareils de protection	1000000
Soupape anti-bélier	1150000
Grillage avertisseur (bleu)	869750
Total (DA)	8895250

VII. Equipements internes à la parcelle :

Tableau VII-1 Estimation des équipements internes à la parcelle.

Désignation	Unité	Finale	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Goutteurs		3120	31	96720
Porte rampe en polyéthylène DN75	ml	1	350	350
Rampe porte goutteurs(DN20)	ml	48	31	1488
Poste de filtration, Filtre à sable	U	4	50	200
Poste de filtration, Filtre à tamis	U	4	25	100
Total (DA)				98858

Chapitre 10 : Evaluation du coût du projet.

VIII. Estimation du coût total :

Tableau VIII-1 Estimation du coût totale du projet.

Désignation	Montant Total HT
Installation de chantier	4 300 000,00
Terrassement	49 747 023,00
Béton, maçonnerie	7 374 600,00
Canalisation et raccordement	132 347 160,00
Equipement hydromécanique	8 895 250,00
Equipement internes de la parcelle	98 858,00
Total HT	202 762 891,00
TVA (19%)	38 524 949,29
Total TTC	241 287 840

IX. Conclusion

On constate que le coût de la projection du réseau d'irrigation localise et le réseau de distribution est évalué à **241 287 840,00 DA**. (Deux cent quarante et un millions deux cent quatre-vingt-sept mille huit cent quarante dinars Algériens).

D'après le coût de la projection des réseaux que nous avons obtenus, on remarque que l'estimation financière du réseau d'irrigation localisée est relativement importante, cette élévation est due à l'utilisation d'un nombre de conduites assez important.

Conclusion générale.

L'objectif fondamental visé par l'élaboration de cette étude a été le dimensionnement du réseau d'irrigation du périmètre du sous-secteur DR12 de la Mitidja centre d'une superficie de 1332 ha, afin de trouver une solution aux problèmes de l'efficacité de l'eau, et de la mauvaise gestion des eaux d'irrigation. (la surexploitation des eaux souterraines).

Au terme de ce travail on peut dire que :

- Le périmètre présente des caractéristiques physiques, pédologiques et des conditions socio-économiques propices à l'irrigation.
- Les volumes d'eau à apporter par l'irrigation au cours de la période de la croissance pour assurer aux arbres un approvisionnement hydrique adéquat et continu ont été estimés à 7.42 Hm³ par an.
- Le périmètre sera alimenté à partir du barrage de Douera via une conduite Harrach-Douera qui joue un double rôle de transfert et d'adduction.
- Le choix du système d'irrigation à savoir l'irrigation localisée ne s'est pas fait fortuitement, car en premier lieu l'eau décernée au périmètre provient d'un système de distribution en conduites sous pression gravitaire donc une pression suffisante au niveau de chaque borne, en deuxième lieu le système est adapté aux conditions naturelles du terrain, et les cultures mises en place à savoir l'oranger.
- Cette technique d'arrosage est plus adaptée dans notre pays en regardant le contexte actuel caractérisé par la sécheresse, ainsi que le développement au niveau de l'économie nationale.

Une fois que les conditions agronomiques et hydrauliques seront respectées, les agriculteurs observeront une hausse de leurs rendements habituels qui leur sera bénéfique et qui reflèteront les vraies potentialités du périmètre.

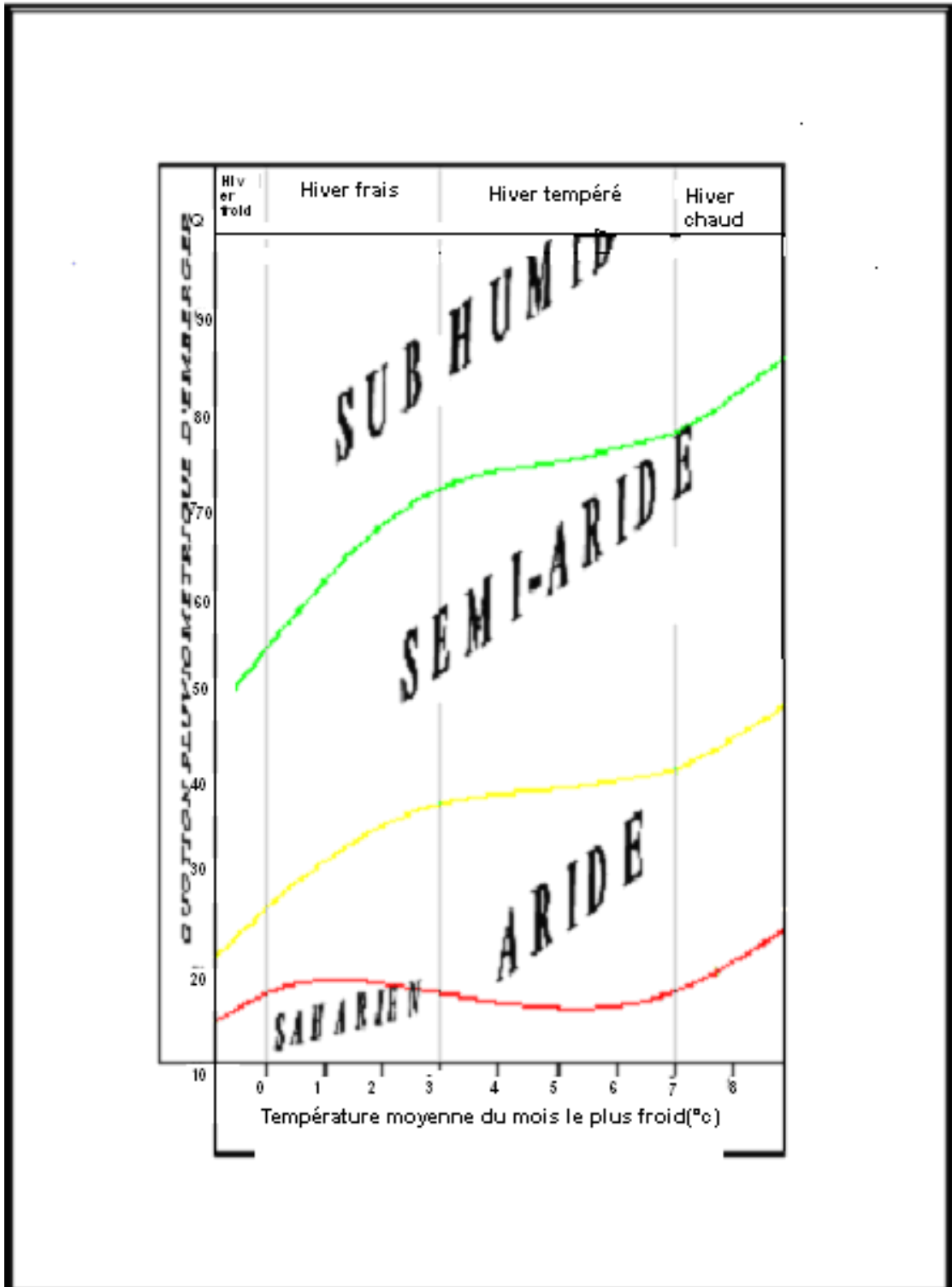
La plaine da Mitidja avec sa vaste superficie et avec la fertilité de ses sol et sa situation géographique stratégique ne doit jamais être négligée car elle joue un rôle très important dans le développement et l'autosuffisance. Un tel objectif permet d'espérer un accroissement du PIB national, une économie en devises, une augmentation des revenus des exploitants, une création d'emplois, un arrêt de l'urbanisation des terres agricoles ainsi qu'une consolidation de la sécurité alimentaire.

Références bibliographiques.

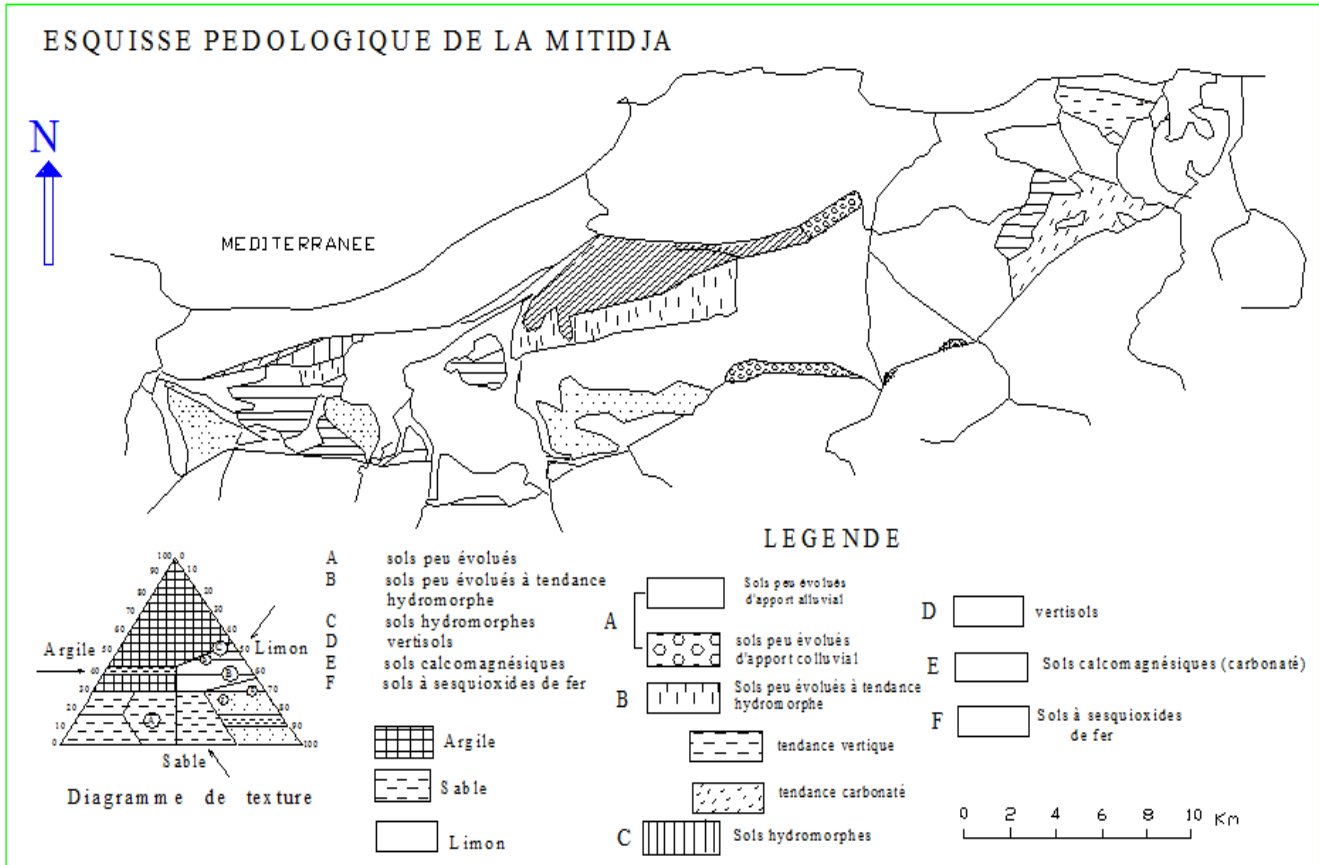
- **MATARI (2012)**. Dimensionnement du réseau d'irrigation du secteur DR13 de la Mitidja centre ;
- **TOUAIBIA, BÉNINA**. Manuel d'hydrologie ISBN.BLIDA Algérie. mars 2004, 166p ;
- **MESSAHEL M. (2013-2014)**. Syllabus de cours : irrigation et drainage. Document non publié, Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique (ENSH), Blida ;
- **ANRH**. Etude agro-pédologique de la Mitidja. 1990.
- **ONID**. Aménagement et équipement du périmètre hydro-agricole de la Mitidja centre secteur DR1 sur 3.332 ha dans la wilaya de Blida.
- **MAC DONALD**. Etude de l'aménagement hydro-agricole de la plaine de Mitidja.
- **AVERS.R.S.WESTEOT D.W**. Qualité de l'eau d'irrigation, bulletin de la FAO n°29 (Rome Italie).1983.
- **DOORRENBOS.J.PRULTE.W.O**. Les besoins en eau des cultures bulletin de la FAO n°24 (Rome Italie).1981.
- **FAO**. Irrigation and Drainage Paper no., 2007 , Manuel des techniques d'irrigation sous pression.
- **DANIEL VESCHAMBRE et PIERRE VAYSSE, 1980** : Mémento goutte à goutte, guide pratique de la micro irrigation par goutteurs et diffuseurs. Edition C.T.I.F.L, INRA ;
- **BROUWER, C. et HEIBLOEM, M**. Irrigation water management – Training manual no. 3 : Irrigation water needs. FAO : Rome, 1986.
- **PHOCAIDES, A**. Manuel des techniques d'irrigation sous pression. 2 ed. FAO : Rome, 2008.
- **Ollier et Poirée**, 1983

Annexes

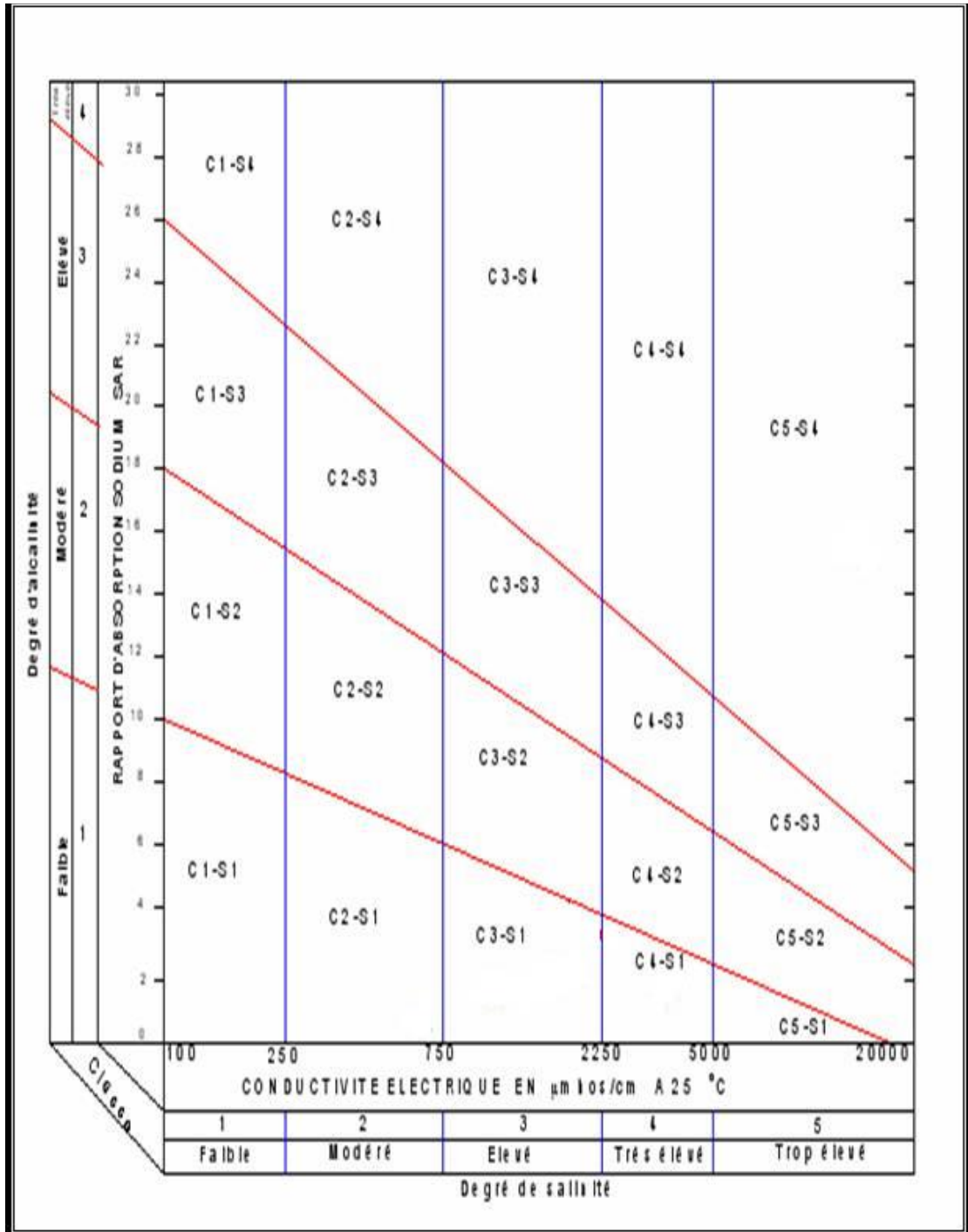
Annexe 1 Diagramme bioclimatique d'Emberger.



Annexe 2 Carte pédologique de la Mitidja.



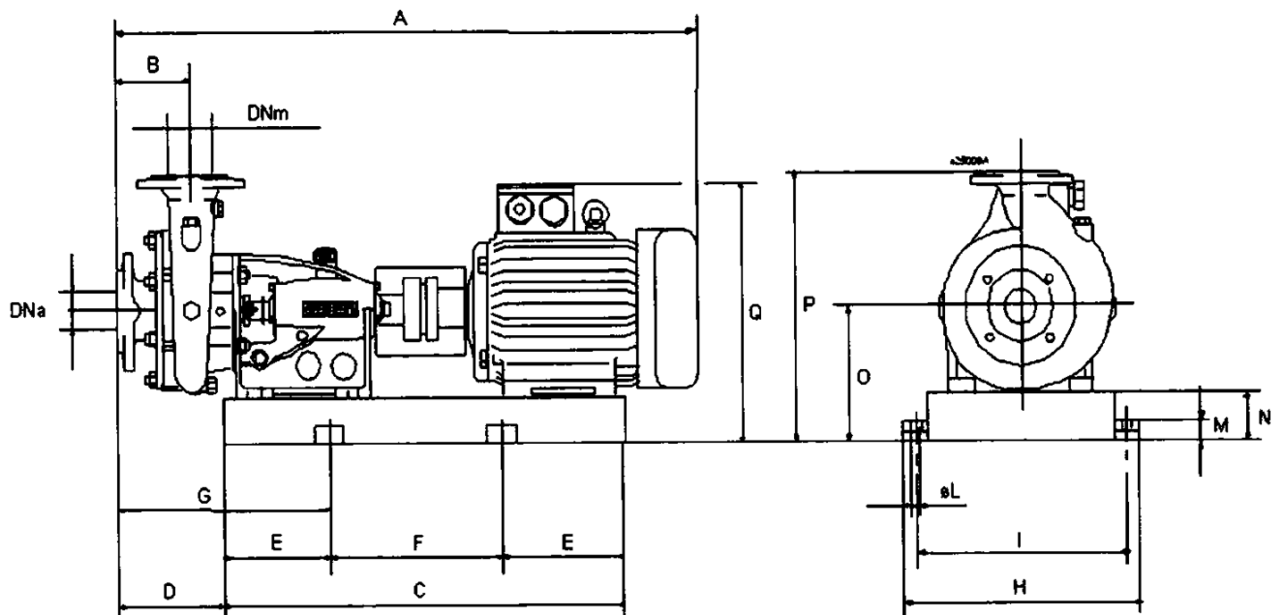
Annexe 3 Diagramme de classification des eaux d'irrigation.



Annexe 4 Caractéristiques hydriques de quelques sols.

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

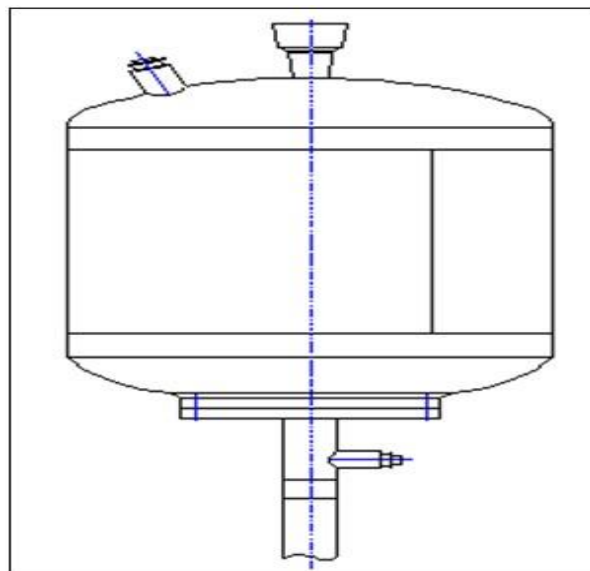
Annexe 5 Les paramètres géométriques des différents organes de la pompe (MEC-AZ 1/125A).



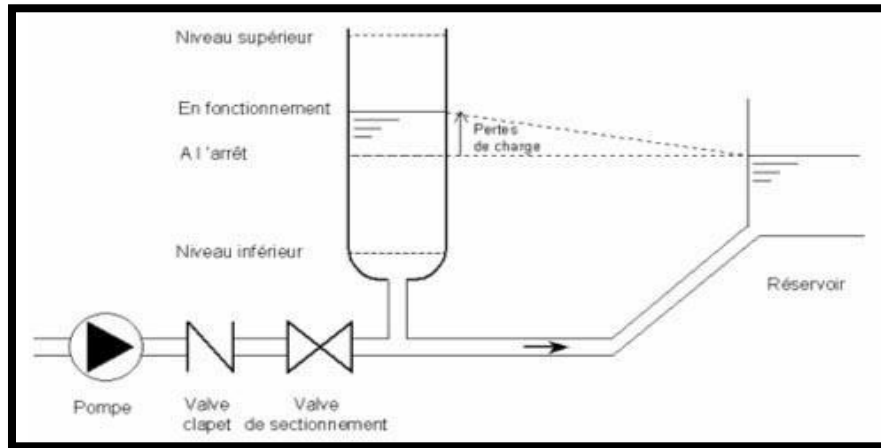
Annexe 6 Dimensions de la pompe.

<i>Symbole</i>	<i>Dimensions (mm)</i>	<i>Symbole</i>	<i>Dimensions (mm)</i>
<i>A</i>	<i>1593</i>	<i>H</i>	<i>630</i>
<i>B</i>	<i>160</i>	<i>I</i>	<i>580</i>
<i>C</i>	<i>1183</i>	<i>L</i>	<i>20</i>
<i>D</i>	<i>212</i>	<i>M</i>	<i>42</i>
<i>D Na</i>	<i>150</i>	<i>N</i>	<i>120</i>
<i>D Nm</i>	<i>125</i>	<i>O</i>	<i>370</i>
<i>E</i>	<i>200</i>	<i>P</i>	<i>670</i>
<i>F</i>	<i>783</i>	<i>Q</i>	<i>811</i>
<i>G</i>	<i>412</i>		

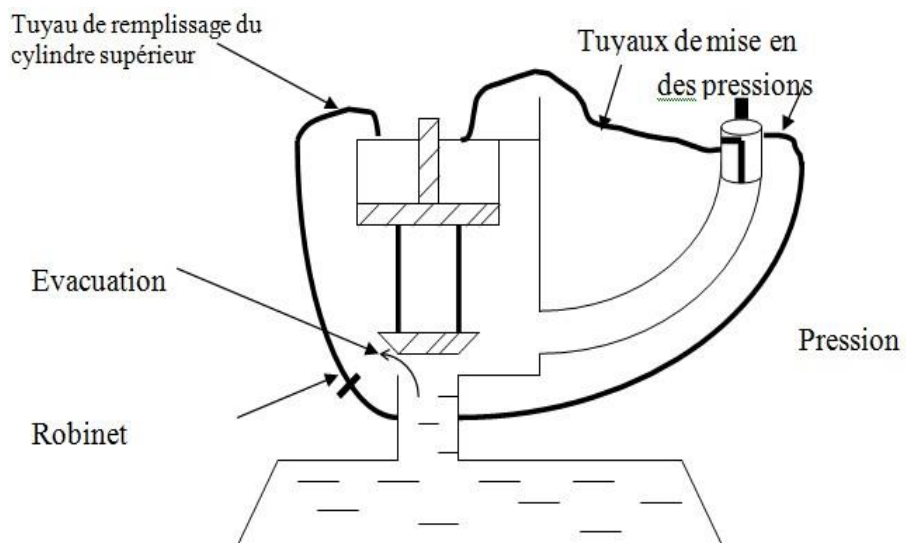
Annexe 7 Réservoir hydropneumatique.



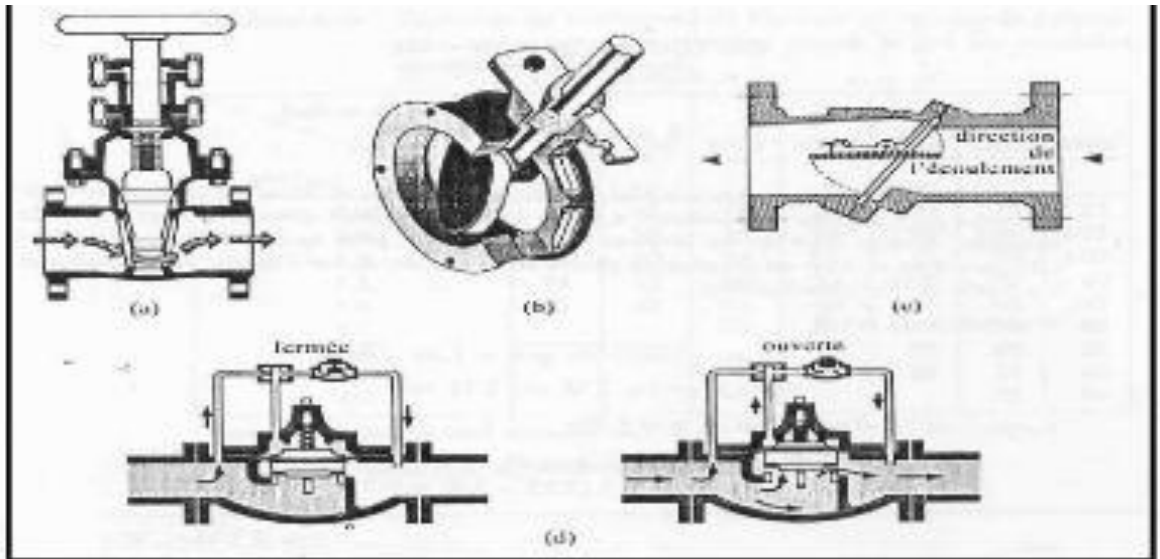
Annexe 8 Cheminée d'équilibre sur une conduite de refoulement.



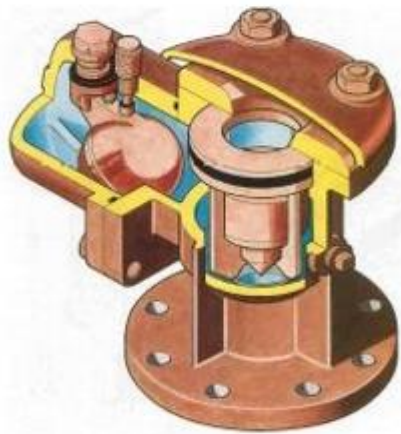
Annexe 9 Soupape de décharge type LEZIER.



Annexe 10 Les différents types de vanne.



Annexe 11 Les différents types de ventouses.

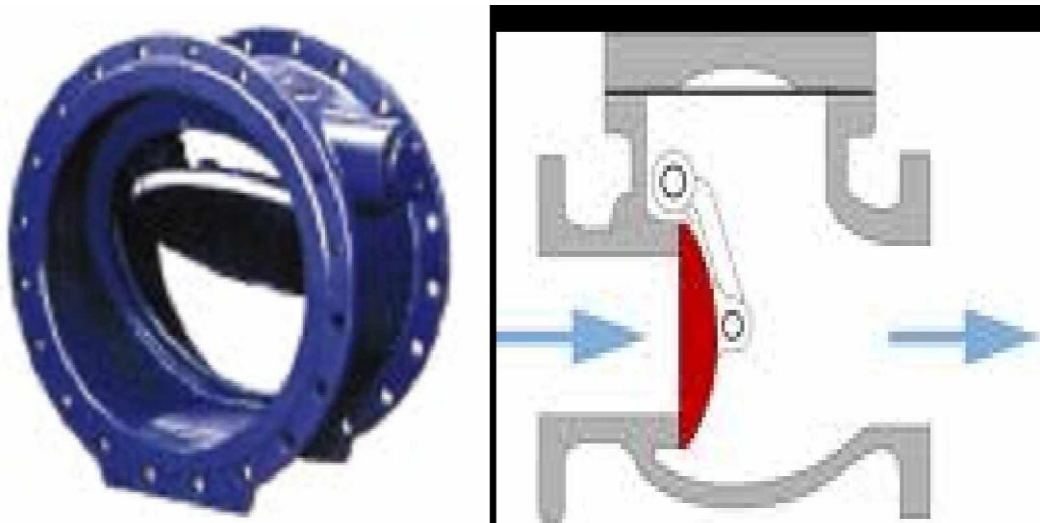


Ventouse à double orifice

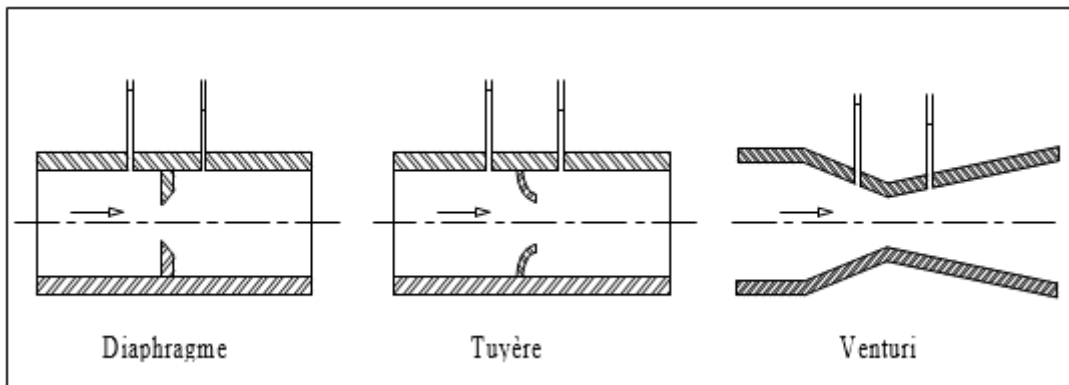


Ventouse simple

Annexe 12 Clapet anti retour.



Annexe 13 Débitmètres déprimogènes.



Annexe 14 Photo d'un manomètre.



Annexe 15 Borne d'irrigation type B100



Annexe 16 Borne d'irrigation type B150.



Annexe 17 Le BPAT (béton précontraint à âme tôle).



Annexe 18 -Tableau V 1 : Calculs hydrauliques du réseau de distribution.

Nœud AVAL	Nœud AMONT	Surfaces (ha)	Débits (L/s)	Débits (m3/s)	Diamètre normalisé (mm)	Vitesse réelle (m/s)	Perte de charge mm/m	Longueur (m)	ΔHt (mm)	Côte terrain aval Z (m)	Côte piezo (m)	Pression au point P(m)
Sp										86,2	151,7	65,5
A	SP	844,83	751,9	0,7519	700	1,95	5,1	320	5,61	85,5	150,1	64,6
1	A	255,96	227,8	0,2278	400	1,81	6,6	150	7,26	84,4	149,1	64,7
2	1	235,06	209,2	0,2092	400	1,66	5,6	220	6,16	83,2	147,8	64,6
B	2	222,36	197,9	0,1979	400	1,57	5,1	390	5,61	82,2	145,9	63,7
3	B	25,73	22,9	0,0229	150	1,29	11,7	440	12,87	81	140,7	59,7
4	B	199,66	177,7	0,1777	400	1,41	4,1	100	4,51	82,5	145,4	62,9
5	4	184,27	164	0,164	400	1,31	3,6	360	3,96	82	144,2	62,2
C	5	171,57	152,7	0,1527	300	2,16	13,1	430	14,41	80,1	138,5	58,4
D	C	138,54	123,3	0,1233	300	1,74	8,8	175	9,68	79,2	137	57,8
6	D	17,75	15,8	0,0158	125	1,29	14,5	220	15,95	80	133,8	53,8
7	D									79	137	58
E	7	104,94	93,4	0,0934	250	1,9	12,9	540	14,19	75,8	130	54,2
8	E	18,99	16,9	0,0169	125	1,38	16,4	300	18,04	74,8	125,1	50,3
F	E	86,18	76,7	0,0767	250	1,56	8,9	100	9,79	75,1	129,1	54

9	F	66,85	59,5	0,0595	200	1,89	16,9	210	18,59	75,1	125,6	50,5
G	9	50,34	44,8	0,0448	200	1,43	9,9	145	10,89	74,9	124,1	49,2
10	G	31,57	28,1	0,0281	150	1,59	17,2	270	18,92	73,6	119,5	45,9
11	G	18,76	16,7	0,0167	125	1,36	16,1	235	17,71	76,3	120,3	44
12	F	19,21	17,1	0,0171	125	1,4	16,9	450	18,59	72,7	121,5	48,8
13	C	35,62	31,7	0,0317	150	1,79	21,7	315	23,87	79	131,7	52,7
14	13	15,39	13,7	0,0137	125	1,12	11,1	800	12,21	74,4	122,8	48,4
H	A	676,07	601,7	0,6017	700	1,56	3,3	1120	3,63	92,5	146,4	53,9
J	H	363,60	323,6	0,3236	500	1,65	4,2	200	4,62	91	145,5	54,5
15	I	18,31	16,3	0,0163	125	1,33	15,4	280	16,94	92,5	141,2	48,7
16	I	-								90,9	145,5	54,6
17	16	331,46	295	0,295	400	2,35	10,8	30	11,88	90,8	145,2	54,4
J	17	304,49	271	0,271	400	2,16	9,2	630	10,12	86	139,4	53,4
18	J	24,61	21,9	0,0219	125	1,79	27	250	29,7	87	132,7	45,7
19	J	284,38	253,1	0,2531	400	2,01	8,1	190	8,91	85	137,9	52,9
K	19	260,90	232,2	0,2322	400	1,85	6,9	260	7,59	83,6	136,1	52,5
20	K	50,56	45	0,045	200	1,43	10	10	11	83,6	136	52,4
21	20	26,85	23,9	0,0239	150	1,35	12,7	330	13,97	82	131,8	49,8
L	K	217,19	193,3	0,1933	400	1,54	4,9	170	5,39	83,4	135,3	51,9
22	L	28,09	25	0,025	150	1,42	13,9	540	15,29	84	127,8	43,8
M	L	192,25	171,1	0,1711	400	1,36	3,9	410	4,29	81,3	133,7	52,4
23	M	71,69	63,8	0,0638	200	2,03	19,2	10	21,12	81,3	133,5	52,2
925	23	40,45	36	0,036	200	1,15	6,5	270	7,15	81,7	131,7	50
24	925	14,61	13	0,013	100	1,66	30,7	240	33,77	81,7	124,4	42,7
25	925	25,84	23	0,023	150	1,3	11,8	260	12,98	80	128,7	48,7
26	M	126,18	112,3	0,1123	300	1,59	7,3	220	8,03	80	132,1	52,1
27	26	103,71	92,3	0,0923	250	1,88	12,7	345	13,97	77,2	127,7	50,5
N	27	71,46	63,6	0,0636	250	1,3	6,3	680	6,93	75,1	123,5	48,4
28	N	20,22	18	0,018	125	1,47	18,6	360	20,46	71,8	116,8	45
O	N	51,12	45,5	0,0455	200	1,45	10,2	355	11,22	75	119,9	44,9
29	O	19,44	17,3	0,0173	125	1,41	17,2	140	18,92	76	117,4	41,4
30	O	31,69	28,2	0,0282	150	1,6	17,4	280	19,14	74,5	115	40,5
31	H	464,72	413,6	0,4136	600	1,46	3,5	200	3,85	94	145,7	51,7

P	31	458,76	408,3	0,4083	600	1,44	3,4	390	3,74	96	144,3	48,3
32	P	179,33	159,6	0,1596	400	1,27	3,4	10	3,74	96	144,3	48,3
33	32	161,12	143,4	0,1434	300	2,03	11,7	370	12,87	94	140	46
Q	33	-	-	-	-	-	-	-	-	94	140	46
34	Q	18,09	16,1	0,0161	125	1,32	15,1	290	16,61	94,5	135,6	41,1
35	Q	127,98	113,9	0,1139	300	1,61	7,5	515	8,25	90,1	136,1	46
R	35	112,25	99,9	0,0999	250	2,03	14,7	40	16,17	90,1	135,5	45,4
36	R	34,83	31	0,031	200	0,99	4,9	175	5,39	91,6	134,7	43,1
37	R	77,87	69,3	0,0693	250	1,41	7,4	595	8,14	85,1	131,1	46
S	37	51,24	45,6	0,0456	200	1,45	10,2	280	11,22	83,2	128,3	45,1
38	S	16,63	14,8	0,0148	125	1,21	12,8	95	14,08	82,4	127,1	44,7
39	S	34,61	30,8	0,0308	200	0,98	4,9	720	5,39	80	124,8	44,8
40	P	324,16	288,5	0,2885	500	1,47	3,4	755	3,74	99,8	141,8	42
41	40	308,43	274,5	0,2745	500	1,4	3,1	130	3,41	101	141,4	40,4
42	41	289,44	257,6	0,2576	400	2,05	8,4	580	9,24	95,5	136,5	41
43	42	-	-	-	-	-	-	-	-	95,1	136,5	41,4
44	43	269,55	239,9	0,2399	400	1,91	7,3	480	8,03	91	133	42
45	44	252,47	224,7	0,2247	400	1,79	6,5	40	7,15	90,7	132,8	42,1
T	45	244,38	217,5	0,2175	400	1,73	6,1	500	6,71	87,5	129,7	42,2
46	T	22,47	20	0,02	150	1,13	9	310	9,9	87,5	126,9	39,4
47	T	224,94	200,2	0,2002	400	1,59	5,2	115	5,72	87	129,1	42,1
U	47	210,90	187,7	0,1877	400	1,49	4,6	540	5,06	83	126,7	43,7
48	U	50,00	44,5	0,0445	200	1,42	9,7	30	10,67	83	126,4	43,4
49	48	11,12	9,9	0,0099	125	0,81	6	330	6,6	82	124,4	42,4
V	U	165,84	147,6	0,1476	400	1,17	2,9	50	3,19	83	126,5	43,5
50	V	31,57	28,1	0,0281	150	1,59	17,2	220	18,92	82,6	122,7	40,1
W	V	136,63	121,6	0,1216	300	1,72	8,5	670	9,35	78	120,8	42,8
271	W	44,16	39,3	0,0393	200	1,25	7,7	300	8,47	76,6	118,5	41,9
51	271	-	-	-	-	-	-	-	-	76,6	118,5	41,9
52	51	15,06	13,4	0,0134	150	0,76	4,3	480	4,73	74,5	116,4	41,9
53	271	17,53	15,6	0,0156	150	0,88	5,7	500	6,27	72,4	115,7	43,3
54	W	94,16	83,8	0,0838	300	1,19	4,2	120	4,62	78	120,3	42,3
X	54	59,66	53,1	0,0531	250	1,08	4,4	290	4,84	78,2	119	40,8

55	X	15,39	13,7	0,0137	200	0,44	1,1	190	1,21	78,8	118,8	40
Y	X	44,16	39,3	0,0393	200	1,25	7,7	390	8,47	73,9	116	42,1
56	Y	25,28	22,5	0,0225	250	0,46	0,9	200	0,99	75,8	115,8	40
57	Y	18,88	16,8	0,0168	125	1,37	16,3	200	17,93	73,5	112,7	39,2

Annexe 19 Ventouse à double effet DN 150.



Annexe 20 Vanne de vidange DN 100.



Annexe 21 Tableau : calcul volume de déblai, de sable, conduite et de remblai.

Diamètre (mm)	Longueur de la conduite (m)	Largeur d'une tranchée (m)	hauteur d'une tranchée (m)	Volume de déblai (m3)		Hauteur de la tranchée (m)	Volume sable (m3)	Volume conduite (m3)	Volume remblai (m3)
700	320	1,3	1,6	665,6		0,1	41,6	123,09	500,91
400	150	1	1,3	195		0,1	15	18,84	161,16
400	220	1	1,3	286		0,1	22	27,63	236,37
400	390	1	1,3	507		0,1	39	48,98	419,02
150	440	0,75	1,05	346,5		0,1	33	7,77	305,73
400	100	1	1,3	130		0,1	10	12,56	107,44
400	360	1	1,3	468		0,1	36	45,22	386,78
300	430	0,9	1,2	464,4		0,1	38,7	30,38	395,32
300	175	0,9	1,2	189		0,1	15,75	12,36	160,89
125	220	0,73	1,03	163,49		0,1	15,95	2,70	144,84
250	540	0,85	1,15	527,85		0,1	45,9	26,49	455,46
125	300	0,73	1,03	222,94		0,1	21,75	3,68	197,51
250	100	0,85	1,15	97,75		0,1	8,5	4,91	84,34

200	210	0,8	1,1	184,8		0,1	16,8		6,59		161,41
200	145	0,8	1,1	127,6		0,1	11,6		4,55		111,45
150	270	0,75	1,05	212,63		0,1	20,25		4,77		187,61
125	235	0,725	1,03	174,63		0,1	17,04		2,88		154,71
125	450	0,725	1,03	334,41		0,1	32,63		5,52		296,26
150	315	0,75	1,05	248,06		0,1	23,63		5,56		218,87
125	800	0,725	1,025	594,5		0,1	58		9,81		526,69
700	1120	1,3	1,6	2329,6		0,1	145,6		430,81		1753,19
500	200	1,1	1,4	308		0,1	22		39,25		246,75
125	280	0,725	1,025	208,08		0,1	20,3		3,43		184,34
400	30	1	1,3	39		0,1	3		3,77		32,23
400	630	1	1,3	819		0,1	63		79,13		676,87
125	250	0,73	1,03	185,78		0,1	18,13		3,07		164,59
400	190	1	1,3	247		0,1	19		23,86		204,14
400	260	1	1,3	338		0,1	26		32,66		279,34
200	10	0,8	1,1	8,8		0,1	0,8		0,314		7,69
150	330	0,75	1,05	259,88		0,1	24,75		5,83		229,30
400	170	1	1,3	221		0,1	17		21,35		182,65
150	540	0,75	1,05	425,25		0,1	40,5		9,54		375,21
400	410	1	1,3	533		0,1	41		51,50		440,50
200	10	0,8	1,1	8,8		0,1	0,8		0,31		7,69
200	270	0,8	1,1	237,6		0,1	21,6		8,48		207,52
100	240	0,7	1	168		0,1	16,8		1,88		149,32
150	260	0,75	1,05	204,75		0,1	19,5		4,59		180,66
300	220	0,9	1,2	237,6		0,1	19,8		15,54		202,26
250	345	0,85	1,15	337,24		0,1	29,33		16,93		290,99
250	680	0,85	1,15	664,7		0,1	57,8		33,36		573,54
125	360	0,73	1,03	267,53		0,1	26,1		4,42		237,01
200	355	0,8	1,1	312,4		0,1	28,4		11,15		272,85
125	140	0,73	1,03	104,04		0,1	10,15		1,72		92,17
150	280	0,75	1,05	220,5		0,1	21		4,95		194,55
600	200	1,2	1,5	360		0,1	24		56,52		279,48
600	390	1,2	1,5	702		0,1	46,8		110,21		544,99
400	10	1	1,3	13		0,1	1		1,26		10,74
300	370	0,9	1,2	399,6		0,1	33,3		26,14		340,16
125	290	0,73	1,03	215,51		0,1	21,025		3,56		190,92
300	515	0,9	1,2	556,2		0,1	46,35		36,38		473,47
250	40	0,85	1,15	39,1		0,1	3,4		1,96		33,74
200	175	0,8	1,1	154		0,1	14		5,50		134,51
250	595	0,85	1,15	581,61		0,1	50,58		29,19		501,85
200	280	0,8	1,1	246,4		0,1	22,4		8,79		215,21
125	95	0,73	1,03	70,60		0,1	6,89		1,17		62,54
200	720	0,8	1,1	633,6		0,1	57,6		22,61		553,39
500	755	1,1	1,4	1162,7		0,1	83,05		148,17		931,48
500	130	1,1	1,4	200,2		0,1	14,3		25,51		160,39

400	580	1	1,3	754		0,1	58		72,85		623,15
400	480	1	1,3	624		0,1	48		60,29		515,71
400	40	1	1,3	52		0,1	4		5,02		42,98
400	500	1	1,3	650		0,1	50		62,8		537,2
150	310	0,75	1,05	244,13		0,1	23,25		5,48		215,40
400	115	1	1,3	149,5		0,1	11,5		14,44		123,56
400	540	1	1,3	702		0,1	54		67,82		580,18
200	30	0,8	1,1	26,4		0,1	2,4		0,94		23,06
125	330	0,73	1,03	245,23		0,1	23,93		4,05		217,26
400	50	1	1,3	65		0,1	5		6,28		53,72
150	220	0,75	1,05	173,25		0,1	16,5		3,89		152,86
300	670	0,9	1,2	723,6		0,1	60,3		47,34		615,96
200	300	0,8	1,1	264		0,1	24		9,42		230,58
150	480	0,75	1,05	378		0,1	36		8,48		333,52
150	500	0,75	1,05	393,75		0,1	37,5		8,83		347,42
300	120	0,9	1,2	129,6		0,1	10,8		8,48		110,32
250	290	0,85	1,15	283,48		0,1	24,65		14,23		244,60
200	190	0,8	1,1	167,2		0,1	15,2		5,97		146,03
200	390	0,8	1,1	343,2		0,1	31,2		12,25		299,75
250	200	0,85	1,15	195,5		0,1	17		9,81		168,69
125	200	0,73	1,03	148,63		0,1	14,5		2,45		131,67
				26872,66			2207,85		2120,21		22544,59

