

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'IRRIGATION ET DRAINAGE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME DU PROJET :

**ETUDE DU TRANSFERT DU BARRAGE DE DOUERA POUR
L'IRRIGATION DU PERIMETRE MITIDJA CENTRE
(W.ALGER-BLIDA)**

PRESENTE PAR :
TOUAT Lamine

Devant les membres du jury

Noms et Prénoms	Grade	Qualité
M ^r RASSOUL ABDELAZIZ	M.C.B	Président
M ^{me} AZIEZ WAHIBA	M.A.A	Examinatrice
M ^r YAHIAOUI SAMIR	M.A.B	Examineur
M ^r KERID RACHID	M.A.A	Examineur
M ^{lle} ELOTRI Rahma	M.A.A	Promotrice

Septembre-2016

Remerciements

Au terme de ce travail. Il m'est agréable d'exprimer mes sincères remerciements et ma profonde gratitude à Mlle. R. ELOTRI de m'avoir encadré. Je lui exprime ma reconnaissance pour ses précieux conseils qui m'ont guidé dans l'élaboration de ce mémoire de fin d'étude.

J'adresse également mes sincères remerciements à :

Mr. Rassoul Zui m'a fait l'honneur de présider mon jury.

Aux membres de jury :

- Mme Aziez*
- Mr. Yahyaoui*
- Mr. Kerid*

Zui m'ont fait l'honneur d'apprécier et de juger ce travail.

TOUAT Lamine.

Dédicaces

Je dédie ce modeste mémoire qui est l'accomplissement de longues années d'études, en premier lieu à :

D'abord à ma mère la personne la plus chère de ma vie et à qui je dois beaucoup pour ces sacrifices, son amour, son aide et son soutien.

À mon très cher père, pour ces conseils, son soutien matériels et moral et pour tout ses efforts et les faveurs qu'il m'a accordé et qui m'ont donné la volonté de réaliser et de finir ce travail.

À mon cher grand père KEDOUR, qu'ALLAH l'accueille en son vaste paradis.

À mes frères.

À ma sœur.

Je dédie également ce travail à tous mes amis qui ont été présents pour moi tout au long de mon parcours.

TOUAT Lamine.

ملخص:

تحتوي منطقة المتيجة الوسطى على أراضي زراعية تصل مساحتها الى ١٧٠٠ هكتار و تتمتع بخصوبة عالية لكن هذه الإمكانيات غير مستغلة بشكل كامل وذلك لنقص الموارد المائية و المتركزة أساسا على المياه الجوفية

و بذلك فإن الهدف من إنجاز مذكرة نهاية دراستي و المتمثل في تحديد أبعاد أنبوب تحويل مياه واد الحراش الى سد الدويرة هو تزويد و ضمان احتياجات الري للمنطقة الزراعية المتواجدة في المتيجة الوسطى لزيادة المر دودية و الحفاظ على المياه الجوفية

Résumé :

La Mitidja centre possède des terres agricoles d'une superficie d'environ 17000 hectares qui est caractérisé par une grande fertilité mais ces potentiels ne sont pas exploités à cause du manque des ressources en eau qui sont basés essentiellement sur les eaux souterraines.

Pour cela le but de mon mémoire de fin d'étude qui est le dimensionnement de la conduite de transfert des eaux d'oued el HARRACH au barrage de DOUERA c'est d'alimenter et assurer les besoins en eau d'irrigation de la zone agricole de la Mitidja centre pour améliorer le rendement et préserver les eaux souterraines.

Abstract :

Mitidja center has an agricultural land with an area of about 17,000 hectares, which is characterized by a high fertility, but these potentials are not exploited because of the lack of water resources which are essentially based on groundwater.

For this purpose the memory of my final thesis is the design of the transfer canalization of oued el HARRACH waters to the dam of Douéra is to supply and ensure irrigation water needs of the agricultural area of Mitidja center to improve performance and conserve groundwater.

SOMMAIRE

Chapitre I : Description de la zone

I.1.Présentation du périmètre	2
I.2.Les caractéristiques de la zone d'étude	4
I.2.1.Géologie	4
I.2.2.Géomorphologie	4
I.2.3.Réseau hydrographique	5
I.2.4. La pédologie	5
I.2.4.1.Classification des sols	5
I. 5.Les ressources en eau.....	6
I.6.Situation climatique	6
I.6.1.La température de l'air	6
I.6.2.L'humidité relative de l'air	7
I.6.3.L'insolation	7
I.6.4.Le vent	8
I.6.5.Pluviométrie	8
I.6.6.Indices Climatiques	8
I.6.6.1.Indice d'aridité de Martonne	8
I.6.6.2.Quotient pluviométrique d'Emberger	9
I.6.6.3.Climogramme de Gaussen	11
Conclusion	12

Chapitre II : Besoin en eau d'irrigation

Introduction	13
II.1.Etude agronomique	13
II.1.1.Choix des cultures	13
II.1.2.Répartition des cultures.....	14
II.2.Calcul des besoins en eau des cultures	14
II.2.1.Calcul de la pluie efficace	14
II.2.1.1.Calcul de P_{isec}	15
II.2.2.Traitement des données pluviométriques	16
II.2.2.1. Choix de la loi de l'ajustement	17
II.3.Calcul de la réserve facilement utilisable	21
II.4.Calcul d'ETM.....	21
II.4.1. Calcul de l'évapotranspiration de référence ET_0	21
II.5.Besoin d'irrigation	28
II.5.1.Besoin d'irrigation net, B_{net}	28
II.5.2.Besoin d'irrigation brut, B_{brut}	28
II.6.Calcul du débit fictif continu.....	29
Conclusion	30

Chapitre III : Calcul de l'adduction

Introduction	31
III.1.Type d'adduction	31
III.1.1. Adduction gravitaire	31
III.2.2. Adduction par refoulement	31
III.2.3. Adduction mixte	31
III.2. Adduction et type d'écoulement	31

III.2.1. Ecoulement à surface libre	31
III.2.2. Ecoulement en charge	32
III.3.Critères de choix de tracé	32
III.4.Choix du matériau de la conduite	33
III.5.Description du mode de fonctionnement de transfert Harrach-Douera	34
III.5.1. Les ouvrages de dérivation du Harrach	34
III.5.2. Le réservoir de régulation	34
III.5.3.Fonctionnement du transfert en rapport avec les ouvrages de dérivation.....	35
III.5.4.Transfert Harrach-Douera	36
III.5.5.Barrage de Douera	36
III.6.Calcul hydraulique	36
III.6.1. Proposition des variantes	36
III.7.2. Dimensionnement de la conduite de transfert	36
III.7.2.1 cas gravitaire	37
III.7.2.2.cas du refoulement.....	38
III.8.Etude de la station de pompage	41
III.8.1.Le site de la station de pompage Harrach-Douera	41
III.8.2.Choix du type de pompe.....	41
Conclusion	42

Chapitre IV : protection de l'adduction

Introduction	43
IV.1.Définition	43
IV.2.Origines des coups de bélier	44
IV.3.Risques dus aux coups de bélier	44
IV.4. Les dispositifs de protection de la conduite de refoulement contre le coup de bélier	45
IV.4.1.Les réservoirs d'air	47
IV.4.1.1.Principe de fonctionnement	47
IV.5.1.2.Méthodologie de calcul	48
IV.5.1.3.Dimensionnement du réservoir d'air	48
V.5.Protection de la conduite gravitaire contre le coup de bélier	50
IV.6. Pose de canalisation	51
IV.6.1.Principe de pose de canalisation	51
IV.6.2.Pose de canalisation dans un terrain ordinaire	51
IV.6.3.Pose de canalisation dans un mauvais terrain.....	52
IV.6.4.Pose de canalisation en galerie	53
IV.6.5.Traversée d'une rivière	54
IV.7.Accessoires	54
IV.7.1. Vannes de sectionnement	55
IV.7.2.Ventouses	56
IV.7.3. Vidange	56
IV.7.4.Clapet anti retour	57
IV.7. 5.Organes de raccordement	57
IV.7. 6.By-pass	58
IV.7. 7.Crépines	58
IV.8.Organes de mesures	58
Conclusion	59

Chapitre V : organisation de chantier

Introduction	60
V.1. Rôles et responsabilités des intervenants sur chantier	60
V.1.1.Le maître de l'ouvrage	60
V.1.2.Le maître d'œuvre	60
V.1.3.L'entrepreneur	60
V.2.Installations du chantier	61
V.2.1.Installations destinées au personnel	61
V.2.2.Installations destinées au stockage des matériaux	61
V.2.3.Installations destinées à la réparation des engins	61
V.2.4.Travaux préparatoires	61
V.3.Travaux concernant l'adduction	61
V.3.1.Exécution des tranchées	61
V.3.2.Construction des regards	61
V.3.3.Pose du lit de sable	61
V.3.4.Pose des conduites	62
V.3.5.Epreuve de joint et de la canalisation	62
V.3.6.Remblayage des tranchées	62
V.3.7.Nivellement et compactage	62
V.4.Calcul des volumes des travaux de l'adduction	62
V.4.1.Déblais d'excavation	62
V.4.2.Volume du lit du sable	63
V.4.3.Volume de la conduite	63
V.4.4.Remblais compacté	63
V.5.Choix des engins de terrassement	64
V.5.1.Pelle hydraulique	64
V.5.2.Bulldozer	65
V.5.3.Chargeur	66
V.5.4.Compacteur	66
V.6.Planification des travaux	67
V.6.1.Définitions des tâches et leurs durées	67
V.6.2.Planification par la méthode du réseau (la méthode CPM)	67
Conclusion.....	68

Chapitre VI : protection et sécurité de travail

Introduction	69
VI.1.Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique	69
VI.1.1.Facteurs humains	69
VI.1.2.Facteurs matériels.....	69
VI.1.3.Les conditions dangereuses	70
VI.1.4.Les actions dangereuses.....	70
VI.2.Mesure préventives pour éviter les causes des accidents	71
VI.2.1.Les partenaires de la prévention	71
VI.2.2.Prévention technique	72
Conclusion.....	74

Liste des figures

Fig. I.1: carte de situation de la Mitidja	Page 2
Fig. I.2: les graphes de température	Page 7
Fig. I.3.Diagramme bioclimatique d'Emberger	Page 10
Fig.I.4.Climogramme pluviothermique de Gaussen	Page 11
Fig. II.1. Ajustement de la série pluviométrique suivant la loi normale	Page 18
Fig. II.2.Ajustement de la série pluviométrique suivant la loi log-normale	Page 19
Fig .IV.1: Réservoir hydropneumatique	Page 46
Fig.IV.2: Cheminée d'équilibre sur une conduite de refoulement	Page 46
Fig.IV.3: Soupape de décharge type LEZIER	Page 47
Fig.IV.4 : Pose de conduites dans un terrain peu consistant	Page 52
Fig .IV.5: Pose de conduites dans un terrain agressif	Page 53
Fig.IV.6: Pose de canalisation en galerie	Page 53
Fig .IV.7: traversée d'une rivière	Page 54
Fig.IV.8: les différents types de vanne	Page 55
Fig.IV.9: Les différents types de ventouses	Page 56
Fig.IV.10 : Clapet anti retour	Page 57
Fig .IV.11 : Débitmètres déprimogènes	Page 58
Fig .IV.12: Photo d'un manomètre	Page 59
Fig.V.1.Pelle hydraulique	Page 65
Fig.V.2 .Bulldozer	Page 65
Fig.V.3.Chargeur	Page 66
Fig.V.4.Compacteur à rouleau lisse	Page 66
Fig.V.5.Réseaux à nœuds	Page 67

Liste des tableaux

Chapitre I : descriptions de la zone d'étude

Tab. I.1.Températures extrêmes et moyennes mensuelles	Page 6
Tab. I.2.Humidités relatives moyennes mensuelles	Page 7
Tab. I.3.Insolations moyennes mensuelles	Page 7
Tab. I.4.Vitesses moyennes mensuelles du vent	Page 8
Tab. I.5.Pluviométries moyennes mensuelles	Page 8
Tab. I.6.Les limites de climat d'après l'indice de Martonne	Page 8
Tab. I.7.Précipitations et températures moyennes	Page 11

Chapitre II : besoin en eau d'irrigation

Tab. II.1.La répartition des superficies	Page 13
Tab. II.2.la répartition d'occupation des sols relatifs aux cycles culturaux	Page 14
Tab. II.3.Les caractéristiques de la station CHIFFA RN4	Page 15
Tab. II.4. test d'homogénéité	Page 16
Tab. II.4 : Résultat test d'adéquation du test khi-deux sur la loi normal	Page 18
Tab. II.5: Résultat test d'adéquation du test khi-deux sur la loi log normal	Page 19
Tab. II.6.Précipitations mensuelles de l'année sèche	Page 20
Tab. II.7. Les valeurs mensuelles de la pluie efficace P_{eff}	Page 20
Tab. II.8. les données de base	Page 21
Tab. II.9. l'évapotranspiration de référence ETo	Page 22
Tab. II.10.les besoins en eau pour le figuier	Page 23
Tab. II.11.les besoins en eau pour le pêcher	Page 23
Tab. II.12.les besoin en eau pour le melon	Page 24
Tab. II.13.les besoin en eau pour les choux	Page 24
Tab. II.14.les besoin en eau pour la pomme de terre	Page 25

Tab. II.15.les besoin en eau pour la carotte	Page 25
Tab. II.16.les besoin en eau pour l'oranger	Page 26
Tab. II.17.les besoin en eau pour le pommier	Page 26
Tab. II.18.les besoin en eau pour la tomate	Page 27
Tab. II.19.les besoin en eau pour l'abricotier	Page 27
Tab. II.20 : Besoins mensuels en eau (mm) des cultures du périmètre	Page 28
Tab. II.21 : Besoin en eau du périmètre	Page 29
Tab. II.22.Calcul du débit fictif continu des différentes cultures	Page 30

Chapitre III : calcul de l'adduction

Tab. III.1.Coefficients K' , m , β pour différents types des matériaux	Page 37
Tab. III.2.Coefficients K' , m , β pour différents types du tuyau	Page 37
Tab.III.3.Les données de base	Page 37
Tab. III.4.Diamètres avantageux pour différents tronçons gravitaires	Page 38
Tab.III.5.Diamètre économique	Page 38
Tab.III.6.Calcul des pertes de charge linéaires	Page 39
Tab.III.7.Calcul des pertes de charge singulières	Page 39
Tab.III.8.Calcul des pertes de charge totales	Page 39
Tab.III.9.Calcul de la hauteur géométrique	Page 40
Tab. III.10.Calcul de La hauteur manométrique totale	Page 40
Tab. III.11.Calcul de la puissance absorbée	Page 40
Tab. III.11.Calcul de l'énergie absorbée	Page 40
Tab.III.13.Calcul des frais d'exploitations	Page 41

Chapitre IV : Protection de l'adduction

Tab. IV.1. Les caractéristiques des conduites de refoulement Page 49

Tab. IV.2. calcul de la célérité d'onde de la conduite de refoulement Page 49

Tab. IV.3. calcul de volume de réservoir d'air Page 49

Tab. IV.4. calcul du temps de retour de l'onde de déformation..... Page 49

Chapitre V : organisation de chantier

Tab.V.1. les volumes des travaux de l'adduction..... Page 63

Tab.V.2. temps de réalisation des opérations de l'adduction..... Page 63

LISTE DES PLANCHES

Planche N° 1: Tracé de la conduite de transfert HARRACH-DOUERA
W.ALGER-BLIDA.

Planche N° 2: Plan de situation de la Mitidja centre W.ALGER-Blida-TIPAZA.

Planche N° 3: Profil en long de la conduite de transfert HARRACH-DOUERA
W.ALGER-BLIDA

INTRODUCTION GENERALE

L'eau est une source de vie et de prospérité, la garantir et la mettre à disposition de l'homme à la demande est un confort, et une richesse inégalée, mais la plus grande des pertes c'est son gaspillage, comme toute richesse elle doit régir à une politique de gestion raisonnable, et s'engager à tout mettre en œuvre pour la préserver, en plus l'augmentation de la demande en cette ressource nous oblige aujourd'hui à la gérer de manière intégrée et efficace, dans une perspective de long terme, et ainsi à trouver des solutions innovantes pour répondre à la demande.

Dans le domaine agricole, l'eau est indispensable pour garantir une sécurité socioéconomique à moyen et long terme. La conception d'un système d'irrigation nécessite en premier lieu la quantification des besoins en eau de toutes les cultures mises en place, et la mobilisation des ressources en eau nécessaires au bon développement de ces cultures.

Notre projet rentre dans le concept de la mobilisation des ressources en eau, il s'agit du dimensionnement de la conduite de transfert d'eau de l'Oued el harrach au barrage de Douera afin d'irriguer le périmètre du Mitidja centre qui se situe dans la grande plaine de la Mitidja et qui s'étend sur une surface équipée d'environ 17 000 ha occupant 3 wilayas ALGER, Blida et TIPAZA.

Les principales cultures pratiquées sont les maraichères et les arboricultures jusqu'à l'heure actuelle, le rendement et l'exploitation agricole de ce périmètre est faible, par rapport à sa surface et son aptitude à des divers types de culture, vu le manque des apports d'eau qui dépendaient essentiellement des forages et des puits artisanales, pour cela ce transfert est très important pour le développement de ce périmètre car La mobilisation de l'eau au niveau du barrage de Douera peut permettre l'exploitation de la majorité des surfaces agricoles de la Mitidja centre et la mise en place d'un système d'adduction et de distribution d'eau à travers l'ensemble du périmètre .

Chapitre I :
Description de la zone
d'étude.

Chapitre I : Description de la zone

I.1.Présentation du périmètre

La plaine de Mitidja est une vaste plaine d'environ 100 Km de longueur et de 2 à 18 Km de largeur avec une superficie géographique de 33 000 ha environ. Elle est répartie sur les quatre wilayas: Alger, Blida, Tipaza et Boumerdes.

La plaine de Mitidja se divise en trois zones :

- La Mitidja Ouest à l'Ouest d'Oued Chiffa ;
- La Mitidja centre entre les Oueds Chiffa et Harrach ;
- La Mitidja Est entre les Oueds Harrach et Boudouaou.



Fig. I.1: carte de situation de la Mitidja

Notre zone d'étude est la Mitidja centre. Elle s'étend sur les deux wilayas d'Alger et Blida où elle couvre une superficie de 17180 ha environ, elle est limitée par huit communes à savoir :

- Au Nord par Birtouta et Tassala et Merdja ;
- Au Sud par Bouinan et Chebli ;
- A l'Est par baba Ali, Baraki et sidi moussa ;
- A l'Ouest par Boufarik.

Le périmètre de la Mitidja centre est subdivisé en quatre secteurs indépendants les uns des autres et qui sont : Secteur DR1, DR2, DR3 et DR4.

- **Secteur DR1** : le secteur DR1 a une forme allongée, avec une longueur d'Ouest en Est de 14 Km environ et une largeur 2Km à l'Ouest, s'élargissant à plus de 4 Km à l'Est.

Le secteur est desservi à partir d'un réservoir surélevé situé dans le piémont et alimenté par pompage à partir de la conduite de transfert.

Le secteur est divisé en trois sous-secteurs. Au Nord de la RN29, il y a deux sous-secteurs, DR11 et DR12, à l'Est et à l'Ouest de la station de pompage respectivement, le réseau de chaque sous-secteur étant branché sur la conduite de refoulement à la sortie de la station. Au départ, la conduite principale du sous-secteur DR11 longe la conduite Harrach-Douera sur 2 Km environ. Elle continue ensuite en passant plus ou moins par le milieu du sous-secteur, et bien au Nord du périmètre urbain de Bouinan. La conduite principale du sous-secteur DR12 longe le coté Sud de la RN29, avec quatre branches qui partent vers le Nord.

La partie située au Sud de la route constitue un troisième sous-secteur, DR13, dont le réseau est branché sur la conduite de refoulement à la limite du périmètre avec un petit branchement supplémentaire plus près de la route. La conduite principale longe la limite du périmètre en suivant à peu près la courbe de niveau 110m.

- **Secteur DR2** : le secteur DR2 s'étend sur une longueur de 12Km depuis Boufarik à l'Ouest jusqu'à l'Oued Harrach. Sa largeur varie entre 2Km environ à l'Ouest et 4Km environ à l'Est.

Le secteur est divisé en deux sous-secteurs, de part et l'autre de la conduite de transfert. Un seul point de départ est prévu sur la conduite de transfert. Dans le sous-secteur DR21, à l'Est, la conduite principale passe entre Ouled Khadem et Haouch Massouma et au Sud de Chebli, en suivant une ligne parallèle à la RN 61. Elle tourne alors vers le Nord et franchit la RN 61 pour desservir la partie du sous-secteur située au Nord de la route. A l'Ouest de Chebli, une branche franchit de nouveau la RN61 pour desservir une petite zone entre Chebli et Ouled Khadem.

Le sous-secteur DR22, à l'Ouest de la conduite de transfert, est délimité au Nord par la RN61. Au départ, le réseau se divise en deux branches qui partent vers le Sud et l'Est respectivement. A son extrémité aval, à coté de Boufarik, cette dernière branche dessert un seul ilot isolé situé entre le chemin de fer et la RN 61 ; il est prévu que la conduite, de petit diamètre à cet endroit-là, franchira le chemin de fer en passant sous le pont qui franchit l'Oued Bouchemla.

- **Secteur DR3** : le secteur DR3 est le plus grand des quatre secteurs. Le chemin de fer Alger-Blida traverse le secteur, et le tracé du réseau a été projeté de façon à minimiser le nombre de franchissements du chemin de fer par le réseau. Un seul franchissement est prévu, en plus de celui de la conduite de transfert.

Au Nord du chemin de fer, le secteur est divisé en quatre sous-secteurs:

- DR31 qui comprend la bande de terre située entre l'autoroute et les canaux d'assèchements (Oueds Terro et Tleta) ;
- DR32, petit sous-secteur qui concerne une zone de basse élévation (ne dépassant pas 40 m environ) à l'Ouest d'Ouled Sidi Aid ;
- DR33 et DR34, qui comprennent la bande de terre le long du côté Nord du chemin de fer entre Boufarik et la gare de Birtouta /Chebli. La limite entre les deux sous-secteurs est située juste à l'Est de la conduite de transfert.

Au Sud du chemin de fer, le secteur est là encore divisé en quatre sous-secteurs :

- A l'Est d'Ouled Chebel, DR35 et DR36 qui comprennent respectivement les zones entre Ouled Chebel et la route CW111, et entre la route CW111 et l'Oued Harrach ;
- à l'Ouest d'Ouled Chebel, DR37 et DR38 dont la ligne de séparation suit à peu près le tracé de la conduite de transfert.

Au total, quatre points de départ sont prévus sur la conduite de transfert. En plus, une conduite d'adduction DR3 sera installée pour amener l'eau jusqu'aux sous-secteurs DR35 et DR36.

- **Secteur DR4** : pour minimiser les pertes de charge dans la conduite Harrach-Douera lors de l'alimentation des secteurs DR1 à DR3 à partir du barrage de Douera, et vu que dans tous les cas l'équipement du secteur DR4 serait subordonné à la réalisation du transfert à partir du Mazafran, il est prévu d'alimenter le secteur DR4 à partir de la conduite Mazafran-Douera. Deux départs sont prévus sur cette conduite, au PK 8+885 et au PK 11+490.

I.2. Les caractéristiques de la zone d'étude

I.2.1. Géologie

La Mitidja constitue une zone d'effondrement dans l'évolution remonte à l'éocène, tandis que son individualisation en unité structurale 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.

I.2.2. Géomorphologie

La plaine offre sur le plan géomorphologique une assez grande homogénéité. Ce phénomène est lié à la nature subsidient de cette unité. Le paysage apparaît ainsi sous différents aspects.

-Les cônes de déjection : les cônes s'étalent au pied de l'atlas au niveau de Blida et Rovigo. Le matériau qui les constitue est en général grossier, hétérométrique emballé dans une matrice plus fine limono-argileuse. Sur ces cônes de déjection, on rencontre des sols rouges méditerranéens.

-Les zones d'épandage : elles occupent la grande majorité de la plaine et tendant à uniformiser le paysage. Le matériau est fin, en général, limoneux, à limono-argileux avec parfois à la base des passées caillouteuses. Sa couleur varie du gris noir au gris rose. On rencontre essentiellement des sols peu évolués et des sols à caractère vertiques.

I.2.3.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.

I.2.4. La pédologie

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

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.

I.2.4.1.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.

A. 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 climatique, car ils résultent d'un matériel, soit récemment érodé, soit d'apport récent, deux groupes de sols minéraux bruts sont distingués.

B. Sols peu évolués

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

C. 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.

D. 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.

E. 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.

I. 5. Les ressources en eau

Actuellement, l'irrigation dans la Mitidja centre dépend principalement de l'exploitation des eaux souterraines. L'aménagement proposé s'inscrit dans le cadre du plan de développement hydro-agricole de la plaine qui vise à intensifier l'irrigation et en même temps de substituer en partie l'utilisation des eaux souterraines par des eaux superficielles. L'alimentation en eau superficielle sera assurée à partir du barrage de Douera.

Le barrage de Douera est un barrage hors cours d'eau situé dans le Sahel Ouest. Il sera rempli, en principe, par deux dérivations au fil de l'eau : l'une à partir de l'Oued Harrach et l'autre à partir de l'Oued Mazafran. Le périmètre d'irrigation alimenté par le barrage comprendra une superficie équipée de 17 180 ha.

I.6. Situation climatique

L'étude climatique passe par l'analyse et l'interprétation des relevés météorologiques dont les principaux sont les suivants :

I.6.1. La température de l'air

Les températures extrêmes et moyennes mesurées dans la station de Soumaa sont ramenées de l'ANRH et sur période d'observation de 16 ans, les enregistrements sont présentés dans le tableau suivant.

Tab. I.1. Températures extrêmes et moyennes mensuelles

MOIS	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout
Tmin(c°)	19.2	15	11.7	9	7.5	7.7	9.5	11.1	14.1	17.5	19.9	21.5
Tmax(c°)	30.2	24.7	19.8	16.7	15.2	16.7	19.7	20.8	24.8	28.9	32.8	33.6
Tmoy(c°)	24.7	19.8	15.7	12.8	11.3	12.2	14.6	15.9	19.4	23.2	26.2	27.5

Source : ANRH Alger

A partir du tableau I.1, on trace les graphes de température (Fig. I.2)

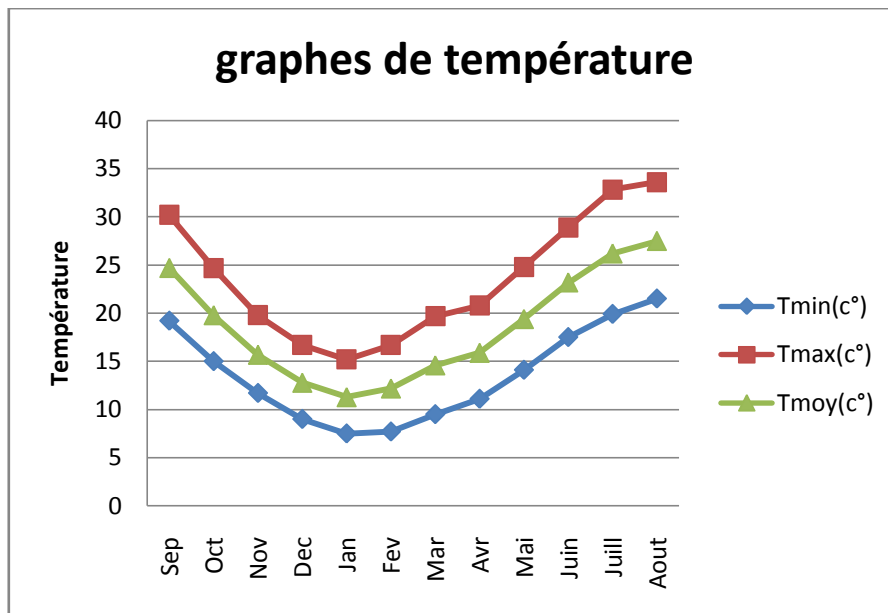


Fig. I.2: les graphes de température

- ✓ La température maximale correspond au mois d'Aout avec 33,6 C°, c'est le mois le plus chaud ;
- ✓ La température minimale correspond au mois de Janvier avec 7,5 C°, c'est le mois le plus froid.

I.6.2.L'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.

Les valeurs moyennes de l'humidité relative de l'air sur une période d'observation de 10 ans sont présentées dans le tableau suivant :

Tab. I.2.Humidités relatives moyennes mensuelles

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout
Hr(%)	66	69	71	73	74	70	71	66	65	61	60	57

Source : ONM Alger

- ✓ Le mois le plus humide est le mois de Janvier ;
- ✓ Le mois le moins humide est le mois d'Aout.

I.6.3.L'insolation

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

Tab. I.3.Insolutions moyennes mensuelles

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout
Insolation (h)	9.3	7.1	5.3	4.1	4.4	6.0	7.1	7.7	9.7	10.1	11.3	10.6

Source : ONM Alger

I.6.4. Le vent

Le vent est un facteur destructif vu son influence directe sur les sols, la végétation et les autres facteurs telque les précipitations et l'évapotranspiration .il intervient aussi dans le choix de type d'irrigation.

Tab. I.4. Vitesses moyennes mensuelles du vent

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout
V(m/s)	2.5	2.3	2.5	3.7	3	3.1	2.9	3.1	2.8	3	3.2	3.1

Source : ANRH Alger

- ✓ La vitesse maximale est de 3.7 (m/s), elle est observée au mois de Décembre ;
- ✓ La vitesse minimale est de 2.3 (m /s), elle est observée au mois d'Octobre.

I.6.5. Pluviométrie

Les pluviométries moyennes mensuelles sur une période d'observation de 28 ans (1985-2012) de la station de Chiffa RN4 sont présentées dans le tableau suivant :

Tab. I.5. Pluviométries moyennes mensuelles.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Annuel
P(mm)	24.28	53.29	71.95	98.56	89.93	75.03	64.77	61.31	53.02	5.98	3.84	4.62	606.61

Source : ANRH Alger

- ✓ Saison pluvieuse de Novembre à Avril ;
- ✓ Saison sèche de Juin à Septembre ;
- ✓ Saison moyenne d'Octobre, Mai.

I.6.6. Indices Climatiques

I.6.6.1. 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 : $I_A = \frac{606.61}{19 + 10} = 20.92$

$I_A = 20.92$

Tab. I.6. 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

D'après les valeurs du tableau notre climat est « relativement humide » où l'irrigation est parfois utile.

I.6.6.2. 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.

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

Avec :

- Q : coefficient pluviométrique d'Emberger
- P : précipitation moyenne annuelle
- M : température moyenne maximale du mois le plus chaud en Kelvin
- m : température moyenne minimale du mois le plus froid en Kelvin

$$M = 273 + 33.6 = 306.6 \text{ K}$$

$$m = 273 + 7.5 = 280.5 \text{ K}$$

$$\text{D'où :} \quad Q = 2000 \frac{606.61}{(306.6)^2 - (280.5)^2} = 79.17$$

Q=79.17

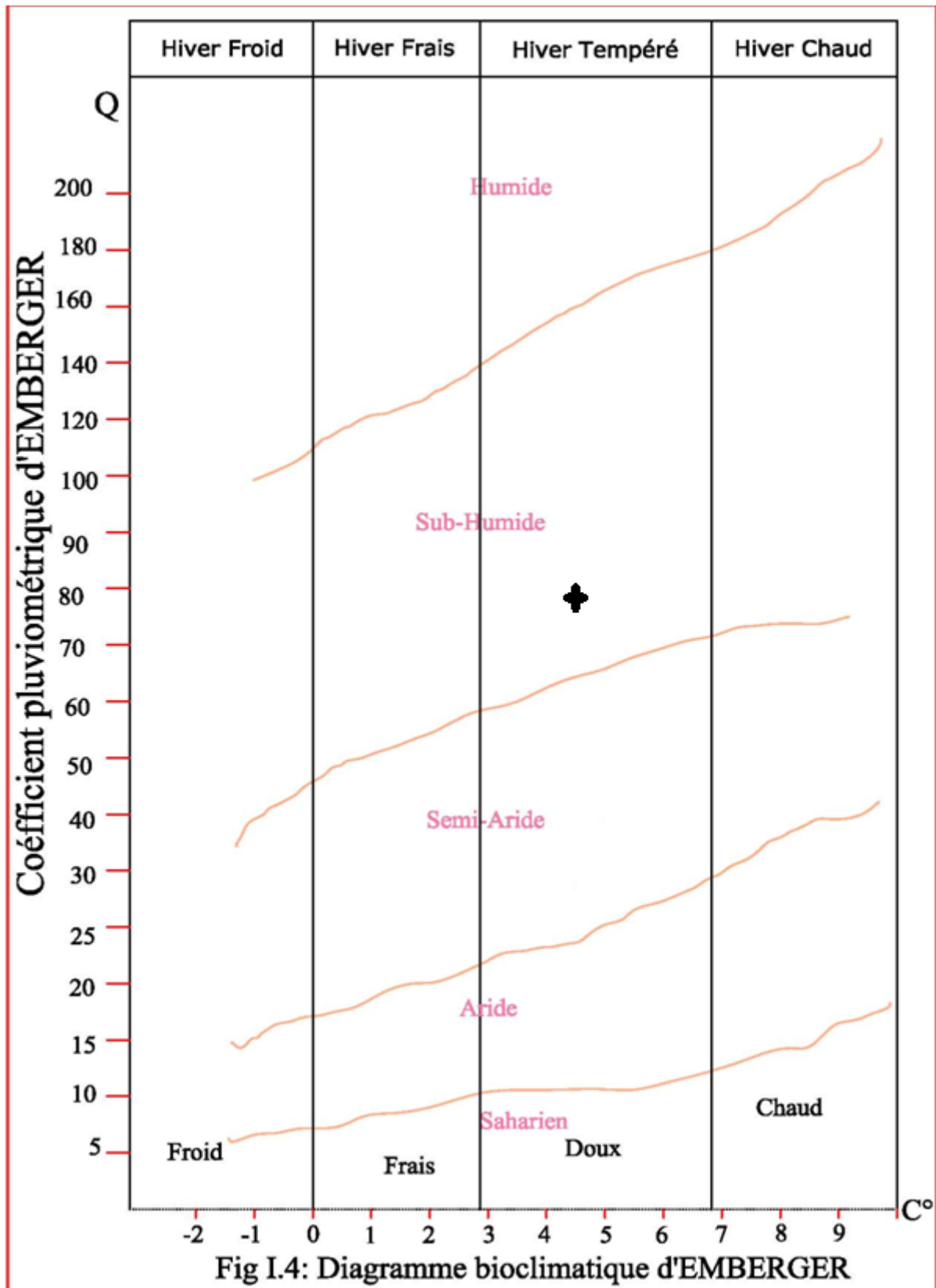


Fig. I.3. Diagramme bioclimatique d'Emberger

D'après le diagramme bioclimatique d'Emberger, on peut dire que le climat de notre région est un climat « sub-humide ».

I.6.6.3.Climogramme de Gausсен

Le climogramme de Gausсен est une représentation graphique de variation des précipitations et des températures en fonction du temps (mois) (tout en respectant l'échelle P=2T) qui nous permet de déterminer la période où l'irrigation est indispensable (période sèche).

Tab. I.7.Précipitations et températures moyennes.

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
P(mm)	89,93	75,03	64,77	61,31	53,02	5,98	3,84	4,62	24,28	53,29	71,95	98,56
Tmoy(°C)	11.3	12.2	14.6	15.9	19.4	23.2	26.2	27.5	24.7	19.8	15.7	12.8

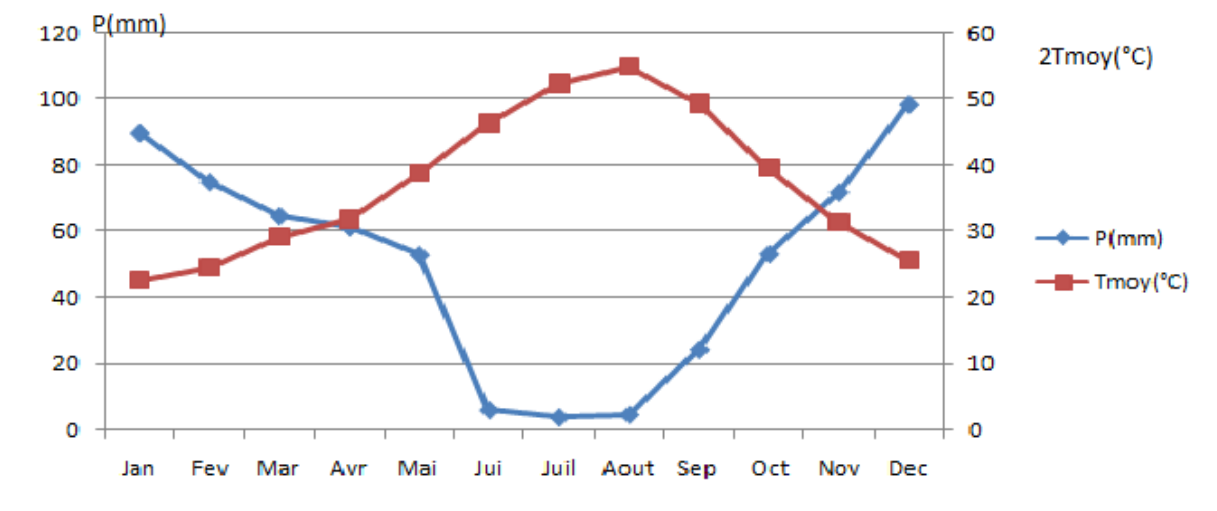


Fig.I.4.Climogramme pluviothermique de Gausсен

Dans notre cas, la période sèche commence du mois de Juin jusqu'au mois de Septembre.

Conclusion

D'après les analyses des conditions naturelles, nous pouvons conclure que :
Le climat de notre zone d'étude est sub-humide selon la méthode d'Emberger, l'irrigation est utile à partir du mois de Juin jusqu'à mois de Septembre.
La pédologie de la région permet d'affirmer le caractère agricole de la zone.

Chapitre II :

Besoin en eau d'irrigation

Chapitre II : Besoin en eau d'irrigation

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.1. Etude agronomique

Il est indispensable d'étudier les aptitudes culturales propres à chaque type de notre sol, et le choix des cultures convenables et adaptables.

II.1.1. Choix des cultures

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

- Les conditions climatiques de la région étudiée.
- La qualité et disponibilité de l'eau d'irrigation.
- L'aptitude culturale des sols basée sur l'étude pédologique.

Pour notre périmètre les cultures que nous avons choisies sont les suivantes:

- Arboriculture: Figuier, pêché, oranger, pommier, abricotier ;
- Maraichères : Pomme de terre, Melon, Choux, Carotte, tomate.

Tab. II.1. La répartition des superficies

Les cultures	La surface occupée (ha)	Pourcentage (%)
Figuier	859	5
Pomme de terre	2577	15
Carotte	515.4	3
Melon	1202.6	7
Pêcher	1718	10
Choux	343.6	2
Oranger	4295	25
Pommier	2233.4	13
Tomate	1889.8	11
Abricotier	1546.2	9

II.1.2.Répartition des cultures

Le choix des cultures de notre périmètre est bien réparti dans le temps.

Tab. II.2. la répartition d'occupation des sols relatifs aux cycles culturaux

mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
Figuier												
Pomme de terre												
Carotte												
Melon												
Pécher												
Choux												
Oranger												
Pommier												
Tomate												
Abricotier												

II.2.Calcul des besoins en eau des cultures

Pour calculer les besoins en eau théoriques mensuels, il faut établir le bilan hydrique

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

- Avec :
- B : besoin en eau d'irrigation (mm) ;
 - ETM : évapotranspiration de référence (mm/jour) ;
 - RFU : réserve facilement utilisable ;
 - P_{eff} : pluie efficace.

L'irrigation se fait lorsque B<0

II.2.1.Calcul de la pluie efficace

On calcule la pluie efficace à l'aide d' logiciel CROPWAT 8.0 qui nous propose plusieurs méthodes :

- Méthode de pourcentage fixe des précipitations ;
- Formule empirique pour précipitation de projet ;
- Formule empirique ;
- La méthode USDA-SCS.

La pluie efficace se présente comme la partie des précipitations qui contribue à satisfaire les besoins en eau de la culture et/ou le besoin net d'eau d'irrigation. Pour son calcul on procède avec la méthode de pourcentage fixe des précipitations selon la relation suivante :

$$P_{eff} = a * P_{isec}$$

Avec :

P_{eff} : Pluie efficace en (mm/mois) ;

P_{isec} : Pluie mensuelle de l'année sèche pour le mois i en (mm/mois) ;

a : Fraction des pertes par ruissellement et percolation profonde, $a \in [0.7 - 0.9]$.

Pour notre cas, on prend $a=0.8$

II.2.1.1. Calcul de P_{isec}

A. Homogénéité de la série pluviométrique

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique, on procède au Test de Wilcoxon qui repose sur le procédé ci-dessous :

- On divise la série complète en deux sous séries : x et y tel que : N_1 et N_2

Représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement $N_2 > N_1$

- On constitue par la suite, la série x union y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre décroissant. à ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée son rang, tout en précisant à quel sous série elle appartient.

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

Avec :

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

W_y : Somme des rangs des sous séries

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

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

La série pluviométrique est d'une taille de 28 ans (1985-2012) de la station de Chiffa RN 4. cet échantillon est fournie par l'ANRH et les caractéristiques de la station sont représentées dans le tableau suivant :

Tab. II.3. Les caractéristiques de la station CHIFFA RN4

Code station	Nom station	X	Y	Z
021150	CHIFFA RN4	502.1	357.6	58

Source : ANRH Alger

Tab. II.4. test d'homogénéité

Série d'origine (mm)	Série X(mm)	SérieY (mm)	X union Y	Classement	Rang
622.5	622.5	590.1	274.8	Y	1
672.8	672.8	557.6	344.6	Y	2
512.8	512.8	687.3	418.4	X	3
567.2	567.2	708.8	426.4	Y	4
883.6	883.6	274.8	428.4	Y	5
642.9	642.9	732	512.8	X	6
741.7	741.7	600	513.7	X	7
513.7	513.7	426.4	546.8	Y	8
646.6	646.6	428.4	557.6	Y	9
418.4	418.4	344.6	558.6	X	10
558.6	558.6	954.3	567.2	X	11
827.9	827.9	678.8	574	Y	12
590.1		574	590.1	Y	13
557.6		645.9	600	Y	14
687.3		626.6	622.5	X	15
708.8		546.8	626.6	Y	16
274.8			642.9	X	17
732			645.9	Y	18
600			646.6	X	19
426.4			672.6	X	20
428.4			678.8	Y	21
344.6			687.3	Y	22
954.3			708.8	Y	23
678.8			732	Y	24
574			741.7	X	25
645.9			827.9	X	26
626.6			883.6	X	27
546.8			954.3	Y	28

$$W_y = 186$$

$$W_{\min} = 117.3$$

$$W_{\max} = 230.7$$

$$117.3 < W_x < 230.7$$

La condition est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelle de la station CHIFFA RN4 est homogène.

II.2.2. 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.

Les différentes étapes envisagées sont :

- Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant ou décroissant selon qu'on travaille à 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 :

$$P_{\text{isec}} = P_{\text{imoy}} \cdot \frac{P_{\text{sec}}}{P_{\text{moy}}}$$

Dans laquelle :

P_{imoy} : Pluie moyenne mensuelle pour le mois i ;

P_{isec} : 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%.

II.2.2.1. 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 travail avec :

-Loi de Gauss (loi normale) ;

-Loi de Galton (loi log –normale).

- **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 noté σ .

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

$$\mu=606.61$$

$$\sigma=151.45$$

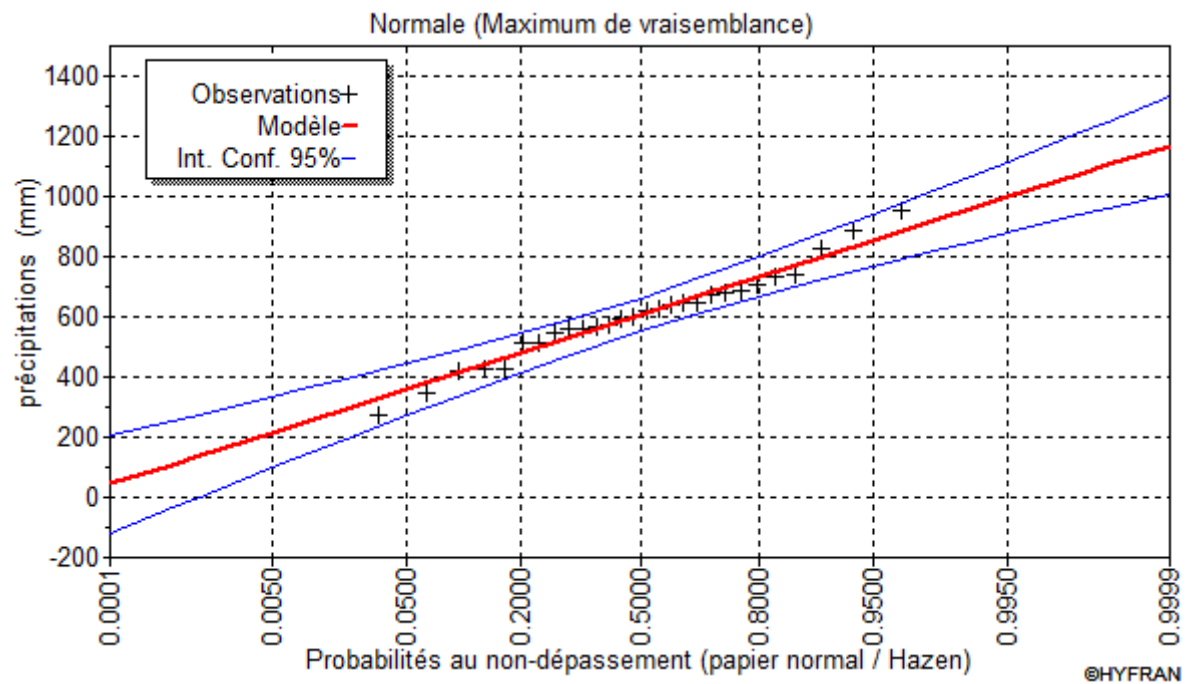


Fig. II.1. Ajustement de la série pluviométrique suivant la loi normale

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

Tab. II.4 : Résultat test d'adéquation du test khi-deux sur la loi normal

$\chi^2_{calculé}$	3
$\chi^2_{théorique}$	13.27
Degré de liberté	4

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

- **Ajustement à loi log-normale**

Un modèle fréquentiel très souvent utilisé pour décrire le comportement statistique des valeurs extrêmes est la distribution statistique de Galton.

Les résultats de l'ajustement à la loi log-normale sont:

$$\mu=6.37$$

$$\sigma=0.2$$

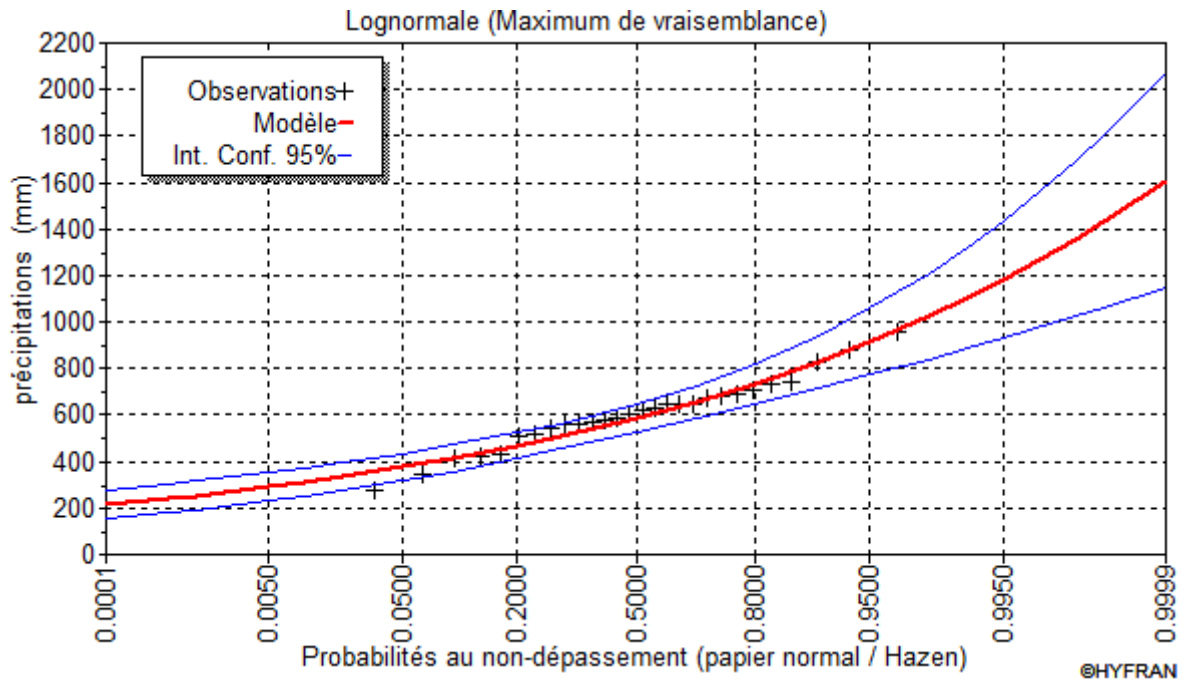


Fig. II.2. Ajustement de la série pluviométrique suivant la loi log-normale

Test d'adéquation khi-deux

La loi log-normale est adéquate pour une erreur $\alpha=0.05$ si et seulement si : $\chi^2_{calculé} < \chi^2_{théorique}$

Tab. II.5: Résultat test d'adéquation du test khi-deux sur la loi log normal

X ² calculée	7
Degrés de liberté	4
X ² théorique	9.48

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

D'après les deux graphes de l'ajustement, on remarque que l'ajustement de notre série pluviométrique à la loi normale est mieux que la loi log-normal.

Les caractéristiques empiriques de l'échantillon :

- Ecart-type : 151
- Médiane : 611
- Coefficient de variation (Cv) : 0.25
- Coefficient d'asymétrie (Cs) : 0.07
- Coefficient d'aplatissement (Ck) : 2.99

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

F (20%) = 479 mm

F (50%) = 607 mm

F (80%) = 720 mm

D'après ces deux valeurs, on détermine l'année de calcul par l'application de la relation suivante :

$$P_{\text{isec}} = P_{\text{imoy}} \cdot \frac{P_{\text{sec}}}{P_{\text{moy}}}$$

Dans laquelle :

P_{imoy} : Pluie moyenne mensuelle pour le mois i ;

P_{isec} : 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%.

Tab. II.6. Précipitations mensuelles de l'année sèche.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	annuel
P_{imoy} (mm)	24,28	53,29	72	98,56	89,93	75,03	64,77	61,3	53	5,98	3,84	4,62	606,6
P_{isec} (mm)	19,18	42,09	56,88	77,86	71,04	59,27	51,16	48,42	41,87	4,72	3,03	3,64	479,16

D'après ces résultats, on peut conclure les valeurs de la pluie efficace.

Tab. II.7. Les valeurs mensuelles de la pluie efficace P_{eff}

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	total
P_{eff}	15,34	33,67	45,50	62,28	56,83	47,41	40,93	38,74	33,49	3,77	2,42	2,91	383,37

II.3. Calcul de la réserve facilement utilisable

Le calcul de la réserve facilement utilisable se fait par la formule suivante :

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

Avec :

- Y : degré de tarissement ;
- Da : Densité apparente ;
- Z : Profondeur d'enracinement mm ;
- Hcc : Humidité à la capacité au champ ;
- Hpf : Humidité au point de flétrissement ;
- Peff : Pluie efficace.

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

Tab. II.8. les données de base

culture	texture du sol	$h_{cc}-h_{pf}$ (mm)	Z	Y	RFU (mm)
maraichère	argileux limoneuse	180	0.5	2/3	60
arboriculture	argileux limoneuse	180	1.2	2/3	144

II.4. Calcul d'ETM

II.4.1. Calcul de l'évapotranspiration de référence ET_0

Le calcul de l'évapotranspiration de référence se fait à l'aide d'un logiciel appelé CROPWAT, fonde sur la méthode de Mf Penman et Motheit.

Pour l'exploitation du logiciel, nous devons fournir les informations mensuelles de la station météorologique, la méthode adoptée emploie les informations homogènes et fiables suivantes:

- Température: Les températures max et min mensuelles sont données en degré Celsius.
- Humidité de l'air: l'humidité relative de l'air exprime en pourcentage %.
- Insolation journalière : L'insolation journalière donnée en heures d'insolation.
- Vitesse de vent: La vitesse du vent en mètre par seconde.

Tab. II.9. l'évapotranspiration de référence ETo

Mois	Tmin (°C)	T max (°C)	Hr (%)	V (m/s)	Insolation (heures)	Rayonnement MJ/m ² /jour	ETo Mm/jour
Janv	7.5	15.2	74	3.0	4.4	8.4	1.63
Fev	7.7	16.7	70	3.1	6.0	12	2.2
Mars	9.5	19.7	71	2.9	7.1	16.1	2.9
Avril	11.1	20.8	66	3.1	7.7	19.5	3.77
Mai	14.1	24.8	65	2.8	9.7	23.9	4.78
Juin	17.5	28.9	61	3.0	10.1	25.0	5.8
Juit	19.9	32.8	60	3.2	11.3	26.4	6.72
Auot	21.5	33.6	57	3.1	10.6	24	6.63
Sep	19.2	30.2	66	2.5	9.3	19.7	4.78
Oct	15.0	24.7	69	2.3	7.1	13.9	3.1
Nov	11.7	19.8	71	2.5	5.3	9.6	2.09
Dec	9	16.7	73	3.7	4.1	7.5	1.86

Les tableaux suivants résument les résultats de calcul du bilan hydrique
 $B = (P_{eff} + RFU) - ETM$

Tab. II.10.les besoins en eau pour le figuier

Mois	P _{eff} (mm)	RFU mm	ET0(mm/j)	Kc	ETM mm	Besoin mm
Janvier	56,83	144	1,63	0,5	24.45	176.38
Février	47,41	144	2,2	0,55	36.3	155.11
Mars	40,93	144	2,9	0,6	52.2	132.73
Avril	38,74	72	3,77	0,65	73.52	37.22
Mai	33,49	72	4,78	0,70	100,38	5.11
Juin	3,77	0	5,8	0,95	182,7	-178,93
Juillet	2,42	0	6,72	0,95	231,84	-229,42
Août	2,91	0	6,63	0,95	218,79	-215,88
Septembre	15,34	0	4,78	0,65	121,89	-106,55
Octobre	33,67	72	3,1	0,5	46.5	59.17
Novembre	45,5	72	2,09	0,5	31.35	86.15
Décembre	62,28	144	1,86	0,5	27.9	178.38

Tab. II.11.les besoins en eau pour le pêcher

Mois	P _{eff} mm	RFU mm	ET0(mm/j)	Kc	ETM mm	Besoin mm
Janvier	56,83	144	1,63	0,55	26,895	173,935
Février	47,41	144	2,2	0,55	36,3	155,11
Mars	40,93	144	2,9	0,65	56,55	128,38
Avril	38,74	72	3,77	0,9	101,79	8,95
Mai	33,49	72	4,78	0,9	129,06	-23,57
Juin	3,77	0	5,8	0,9	156,6	-152,83
Juillet	2,42	0	6,72	0,9	181,44	-179,02
Août	2,91	0	6,63	0,6	119,34	-116,43
Septembre	15,34	0	4,78	0,5	71,7	-56,36
Octobre	33,67	72	3,1	0,5	46,5	59,17
Novembre	45,5	72	2,09	0,5	31,35	86,15
Décembre	62,28	144	1,86	0,5	27,9	178,38

Tab. II.12.les besoin en eau pour le melon

Mois	P _{eff} mm	RFU mm	ET0(mm/j)	Kc	ETM mm	Besoin mm
Janvier	56,83	-	1,63	0	-	-
Février	47,41	-	2,2	0	-	-
Mars	40,93	-	2,9	0	-	-
Avril	38,74	30	3,77	0,7	79,17	-10,43
Mai	33,49	0	4,78	0,75	107,55	-74,06
Juin	3,77	0	5,8	0,75	130,5	-126,73
Juillet	2,42	0	6,72	1,05	211,68	-209,26
Août	2,91	0	6,63	1,05	208,845	-205,935
Septembre	15,34	0	4,78	0,9	129,06	-113,72
Octobre	33,67	-	3,1	0	-	-
Novembre	45,5	-	2,09	0	-	-
Décembre	62,28	-	1,86	0	-	-

Tab. II.13.les besoin en eau pour les choux

Mois	P _{eff} mm	RFU mm	ET0(mm/j)	Kc	ETM mm	Besoin mm
Janv	56,83	60	1,63	1,1	-	63,04
Février	47,41	60	2,2	0,85	-	51,31
Mars	40,93	-	2,9	-	-	-
Avril	38,74	-	3,77	-	-	-
Mai	33,49	-	4,78	-	-	-
Juin	3,77	-	5,8	-	-	-
Juillet	2,42	-	6,72	-	-	-
Août	2,91	-	6,63	-	-	-
Septembre	15,34	-	4,78	-	-	-
Octobre	33,67	30	3,1	0,8	-	-10,73
Novembre	45,5	60	2,09	1,05	-	39,665
Décembre	62,28	60	1,86	1,15	-	58,11

Tab. II.14.les besoin en eau pour la pomme de terre

Mois	P _{eff} mm	RFU mm	ET0(mm/j)	Kc	ETM mm	Besoin mm
Janvier	56,83	-	1,63	-	-	-
Février	47,41	-	2,2	-	-	-
Mars	40,93	-	2,9	-	-	-
Avril	38,74	60	3,77	0.5	56.55	42.19
Mai	33,49	0	4,78	0.7	100.38	-66.89
Juin	3,77	0	5,8	0.85	147.9	-144.13
Juillet	2,42	0	6,72	1.2	241.92	-239.5
Août	2,91	0	6,63	0.95	188.96	-186.05
Septembre	15,34	-	4,78	-	-	-
Octobre	33,67	-	3,1	-	-	-
Novembre	45,5	-	2,09	-	-	-
Décembre	62,28	-	1,86	-	-	-

Tab. II.15.les besoin en eau pour la carotte

Mois	P _{eff} mm	RFU mm	ET0(mm/j)	Kc	ETM mm	Besoin mm
Janvier	56,83	-	1,63	-	-	-
Février	47,41	-	2,2	-	-	-
Mars	40,93	-	2,9	-	-	-
Avril	38,74	-	3,77	-	-	-
Mai	33,49	-	4,78	-	-	-
Juin	3,77	-	5,8	-	-	-
Juillet	2,42	-	6,72	-	-	-
Août	2,91	-	6,63	-	-	-
Septembre	15,34	0	4,78	0,8	114,72	-99.38
Octobre	33,67	0	3,1	1	93	-59.33
Novembre	45,5	40	2,09	1,1	68,97	16.53
Décembre	62,28	60	1,86	0,75	41,85	80.43

Tab. II.16.les besoin en eau pou l'oranger

Mois	P _{eff} mm	RFU mm	ET0(mm/j)	Kc	ETM mm	Besoin mm
Janvier	56,83	144	1,63	0,5	24,45	176.38
Février	47,41	144	2,2	0,6	39,6	151.81
Mars	40,93	144	2,9	0,6	52,2	132.73
Avril	38,74	72	3,77	0,65	73,515	37.22
Mai	33,49	0	4,78	0,65	93,21	-59.72
Juin	3,77	0	5,8	0,65	113,1	-109.33
Juillet	2,42	0	6,72	0,75	151,2	-148.78
Août	2,91	0	6,63	0,75	149,175	-146.27
Septembre	15,34	0	4,78	0,7	100,38	-85.04
Octobre	33,67	0	3,1	0,65	60,45	-26.78
Novembre	45,5	72	2,09	0,65	40,755	76.74
Décembre	62,28	144	1,86	0,65	36,27	170.01

Tab. II.17.les besoin en eau pour le pommier

Mois	P _{eff} mm	RFU mm	ET0(mm/j)	Kc	ETM mm	Besoin mm
Janvier	56,83	144	1,63	0,5	24,45	176,38
Février	47,41	144	2,2	0,5	33	158,41
Mars	40,93	144	2,9	0,6	52,2	132,73
Avril	38,74	72	3,77	0,6	67,86	42,88
Mai	33,49	72	4,78	0,75	107,55	-2,06
Juin	3,77	0	5,8	0,95	165,3	-161,53
Juillet	2,42	0	6,72	0,95	191,52	-189,1
Août	2,91	0	6,63	0,95	188,955	-186,045
Septembre	15,34	0	4,78	0,65	93,21	-77,87
Octobre	33,67	72	3,1	0,5	46,5	59,17
Novembre	45,5	72	2,09	0,5	31,35	86,15
Décembre	62,28	144	1,86	0,5	27,9	178,38

Tab. II.18.les besoin en eau pour la tomate

Mois	P _{eff} mm	RFU mm	ET0(mm/j)	Kc	ETM mm	Besoin mm
Janvier	56,83	-	1,63	-	-	-
Février	47,41	-	2,2	-	-	-
Mars	40,93	60	2,9	0,4	34,8	66,13
Avril	38,74	60	3,77	0,7	79,17	19,57
Mai	33,49	0	4,78	1,05	150,57	-117,08
Juin	3,77	0	5,8	1,15	200,1	-196,33
Juillet	2,42	0	6,72	0,95	191,52	-189,1
Août	2,91	0	6,63	0,9	179,01	-176,1
Septembre	15,34	-	4,78	-	-	-
Octobre	33,67	-	3,1	-	-	-
Novembre	45,5	-	2,09	-	-	-
Décembre	62,28	-	1,86	-	-	-

Tab. II.19.les besoin en eau pour l'abricotier

Mois	P _{eff} mm	RFU mm	ET0(mm/j)	Kc	ETM mm	Besoin mm
Janvier	56,83	144	1,63	0,55	26,895	173,93
Février	47,41	144	2,2	0,65	42,9	148,51
Mars	40,93	144	2,9	0,65	56,55	128,38
Avril	38,74	72	3,77	0,9	101,79	8,95
Mai	33,49	0	4,78	0,9	129,06	-95,57
Juin	3,77	0	5,8	0,9	156,6	-152,83
Juillet	2,42	0	6,72	0,9	181,44	-179,02
Août	2,91	0	6,63	0,6	119,34	-116,43
Septembre	15,34	0	4,78	0,55	78,87	-63,53
Octobre	33,67	0	3,1	0,5	46,5	-12,83
Novembre	45,5	72	2,09	0,5	31,35	86,15
Décembre	62,28	144	1,86	0,55	30,69	175,59

Tab. II.20 : Besoins mensuels en eau (mm) des cultures du périmètre

Mois	le figuier	pêcher	melon	Choux	PT	Carotte	Oranger	Pommier	Tomate	Abricotier	Total
Janvier	0	0	-	0	-	-	0	0	-	0	0
Février	0	0	-	0	-	-	0	0	-	0	0
Mars	0	0	-	-	-	-	0	0	0	0	0
Avril	0	0	10,43	-	0	-	0	0	0	0	10.43
Mai	0	23,57	74,06	-	66.89	-	59.72	2,06	117.08	95.57	490.18
Juin	178,93	152,83	126,73	-	144.13	-	109.33	161,53	196.33	152.83	1401.57
Juillet	229,42	179,02	209,26	-	239.5	-	148.78	189,1	189.1	179.02	1792.62
Août	215,88	116,43	205,94	-	186.05	-	146.27	186,045	176.1	116.43	1565.02
Septembre	106,55	56,36	113,72	-	-	99.38	85.04	77,87	-	63.53	709
Octobre	0	0	-	10,73	-	59.33	26.78	0	-	12.83	108.94
Novembre	0	0	-	0	-	0	0	0	-	0	0
Décembre	0	0	-	0	-	0	0	0	-	0	0

On remarque que le mois de pointe est le mois de Juillet avec des besoins de 1792.62m³.

II.5.Besoin d'irrigation

II.5.1.Besoin d'irrigation net, B_{net}

C'est le volume ou la hauteur d'eau d'irrigation théorique nécessaire pour obtenir une production optimale sur l'ensemble de la surface cultivée (on exclut les pertes et la contribution des autres ressources).

II.5.2.Besoin d'irrigation brut, B_{brut}

C'est le volume ou la hauteur d'eau d'irrigation nécessaire en pratique y compris les pertes et les besoins de lessivage mais à l'exclusion de la contribution des autres ressources).

$$B_{\text{brut}} = B_{\text{net}} / E_{\text{ff}} \quad (\text{mm/j})$$

Tab. II.21 : Besoin en eau du périmètre

Mois	TOTAL(mm)	TOTAL(m ³)	Superficie (ha)	B nete(m ³)	B brute(m ³)
Pécher	528,21	5282,1	1718	907464.78	12099530.4
Figuier	730,78	7307,8	859	6277400.02	8369866.93
Melon	740,14	7401,4	1202,6	8900923.64	11867898.19
PDT/S	606,57	6065,7	2577	15631308.9	20841745.2
Choux	782,01	7820,1	343,6	2686986.36	3582648.48
Carotte	158,71	1587,1	515,4	817991.34	1090655.12
Oranger	575,92	5759,2	4295	24735764	32981018.67
Pommier	616,61	6166,1	2233,4	13771367.74	18361823.65
Abricotier	620,21	6202,1	1546,2	9589687.02	12786249.36
Tomate	678,61	6786,1	1889,8	12824371.78	17099162.37
total	5687,875	56878,75	17180	977176925	1302902567

II.6.Calcul du débit fictif continu

Le débit fictif continu est le débit qu'il faudrait donner 24h/24 pour assurer les besoins en eau du mois de pointe.

$q_s = \text{besoin du mois de pointe} \cdot 10^4 / \text{nombre de jour de travail} \cdot \text{nombre d'heures de travail} \cdot \text{efficience} \cdot 3600$

$$q_c = (B \cdot 10000) / (26 \cdot 18 \cdot 0,75 \cdot 3600) = 10.64 \text{ (l/S/ha)}$$

Avec B_{pointe} : les besoins de pointe ($B_{\text{pointe}} = 1792.62\text{mm}$)

q_c : Débit spécifique.

K : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation ($k=0,75$).

En prenant la somme des besoins du mois de pointe le débit fictif continu est :

$$q_c = 10.64 \text{ (l/s/ha)} > 1.5 \text{ (l/s/ha)}$$

Tab. II.22. Calcul du débit fictif continu des différentes cultures

Mois	BESOIN (mm)	Q _c (l/s/ha)
Pêcher	180,28	1,42
Figuier	229,42	1,81
Melon	210,52	1,66
Oranger	150,04	1,19
Pommier	190,36	1,50
Abricotier	180,28	1,42
Tomate	160,12	1,26
PT	128,69	1,02
Carotte	104,89	0,83
Moyen	171,2	1,35

D'après les débits calculés, on remarque des grands et des faibles débits, donc on calcul le débit fictif continu par la moyenne des besoins des différentes cultures.

$$Q_c = (171,66 * 10000) / (26.18.0,75.3600) = 1.35 \text{ l/s/ha}$$

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons calculé les besoins en eau des différentes cultures du périmètre, et on a remarqué que le mois de pointe est le mois de Juillet, ce qui nous a permis de conclure le débit fictif continu qui est le débit de dimensionnement du réseau d'irrigation.

Chapitre III :

Calcul de l'adduction

Chapitre III : Calcul de l'adduction

Introduction

Le but de ce chapitre est le dimensionnement de la conduite de transfert et l'élaboration d'un tracé qui répondra aux recommandations de pose usuelles et permettra la plus adéquate exploitation.

III.1. Type d'adduction

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

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

III.1.1. 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.

III.2.2. 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.

III.2.3. 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.2. Adduction et type d'écoulement

On distingue deux types d'écoulement :

III.2.1. 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.

III.2.2. 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

III.3. Critères de choix de 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 avec le moins possible de sur profondeurs.
- 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)
- 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.
- on essaye toujours d'éviter les contres pentes qui donnent des cantonnements d'air, de plus, en période d'arrêt de pompe, il y peut avoir une cavitation entraînant une rupture de la veine liquide pouvant occasionner des éclatements de canalisation.
- Le tracé en plan sera conçu compte tenu de la possibilité de réaliser le profil en long idéal avec des coudes largement ouverts afin d'éviter les butées importantes. A cet effet, on sera peut être amené à ne pas suivre l'accotement des routes, et par conséquent franchir certains terrains particuliers.
- Si notre tracé se trouve topographiquement accidenté où une suite de points hauts surgit, des cantonnements d'air pourront avoir lieu en ces points qui peuvent entraîner des cavitations, dans ces cas des dispositifs anti-béliers peuvent être installés.
- Certains terrains accidentés nous obligent à avoir un tracé où l'adduction sera mixte (refoulement-gravitaire). Dans ce cas nous devons toujours chercher à raccourcir le tronçon de refoulement s'il ya lieu.

Pour notre cas, le tracé de la conduite Harrach-Douera qui assure le transfert de l'eau à partir des ouvrages de dérivation du Harrach jusqu'au barrage de Douera, sur une distance de 24Km. A mi-chemin environ se trouve une station de pompage principale.

III.4.Choix du matériau 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 ;
- 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 fonte, les conduites en acier et les conduites en matière plastique.

A. 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.

B. Acier

L'acier est un matériau apte à prendre en charge de grandes pressions, il est très sensible à la corrosion surtout qu'il s'agit de sol agressif, mais cela dit il est adéquat à tout type de terrains vu qu'il absorbe les efforts de pressions.

C. 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. Ils nécessitent 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 la fonte vu leur résistance et leur 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.

III.5.Description du mode de fonctionnement de transfert Harrach-Douera

III.5.1. Les ouvrages de dérivation du Harrach

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 à double bassin de décantation, avec ouvrage terminal et canal de purge ;
- Un réservoir de régulation.

III.5.2. Le réservoir de régulation

Le réservoir de régulation est situé à la sortie du dessableur. Ce dernier comprend deux bassins de décantation, chaque bassin étant dimensionné en fonction du débit nominal du transfert. A l'amont du dessableur, l'ouvrage de prise d'eau comprend, pour chaque bassin de décantation, un régulateur de prise équipé d'une vanne AVIO. A l'extrémité aval de chaque bassin de décantation, l'eau se déchargera dans le réservoir de régulation par-dessus un déversoir de régulation. (Le réservoir de régulation étant commun aux deux bassins, des vannes d'isolement sont prévues sur la crête du déversoir pour éviter un retour d'eau vers l'un des bassins lorsqu'il est vide ou hors de fonctionnement et que l'autre bassin fonctionne).

Le réservoir de régulation joue un rôle clé dans le fonctionnement du système de transfert, en régulant la mise en marche et l'arrêt des groupes de la station de pompage principale. Lorsque la station de pompage fonctionne pour l'adduction d'eau à partir du barrage vers le réseau de distribution, le réservoir jouera le rôle de réservoir d'extrémité, bien qu'il puisse y avoir un apport d'eau simultané à partir du Harrach.

Le réservoir de régulation comprendra trois tranches fonctionnelles, comme suit :

- Une tranche supérieure comprenant les niveaux de marche et d'arrêt des groupes pour le cas d'un transfert vers Douera.
- Une tranche intermédiaire comprenant les niveaux de marche et d'arrêt des groupes pour le cas d'un pompage à partir de Douera vers les départs du réseau de distribution.
- Une tranche inférieure pour le maintien en eau en cas de coupure d'électricité et redémarrage échelonné des groupes lors du pompage vers le réseau de distribution.

III.5.3.Fonctionnement du transfert en rapport avec les ouvrages de dérivation

Ainsi qu'il a été expliqué ci-dessus, Les différents cas de fonctionnement de l'ensemble constitué par les ouvrages de dérivation et le système de transfert se présentent comme suit.

On peut considérer que le cas de fonctionnement « normal » correspond à la situation où le débit de l'oued est inférieur à la capacité du transfert, et toute l'eau est dérivée dans la conduite de transfert.

Dans ce cas, la vanne AVIO du régulateur de prise sera ouverte en plein et le plan d'eau dans le bassin de décantation sera réglé par le déversoir de régulation (ou, dans certaines conditions lorsque le déversoir est effectivement noyé, directement par le niveau d'eau dans le réservoir de régulation).

Le fonctionnement des pompes du transfert sera commandé par le niveau d'eau dans le réservoir, avec fonctionnement intermittent d'une des pompes selon les besoins, pour adapter le débit moyen du transfert au débit dérivé.

Dès que le débit disponible à partir de l'oued dépasse la capacité du transfert, les pompes fonctionneront en continu et le débit dérivé dans le bassin de décantation sera réglé par le biais d'une montée du niveau d'eau dans le réservoir de régulation qui résultera en la submersion du déversoir de régulation, une légère hausse du plan d'eau dans le bassin de décantation et la fermeture partielle de la vanne AVIO ; en effet, grâce au fonctionnement automatique de la vanne AVIO, le débit de la prise répondra directement au débit appelé par les pompes. L'excédent d'eau qui ne passe pas par le pertuis de chasse sera alors déversé par le seuil de dérivation.

Si, pour une raison quelconque, les pompes sont arrêtées, le niveau d'eau dans le réservoir de régulation, et par conséquent dans le bassin de décantation, montera jusqu'à provoquer la fermeture automatique de la vanne AVIO.

En revanche, l'écoulement dans le transfert peut être arrêté de l'amont, soit par fermeture de la vanne de garde du régulateur de prise (par exemple lorsque la concentration des sédiments dépasse la limite admise), soit par ouverture des vannes de purge qui abaissera le niveau d'eau dans le bassin de décantation en dessous de la crête du déversoir de régulation. La baisse du niveau d'eau dans le réservoir de régulation provoquera alors automatiquement le déclenchement des pompes.

III.5.4. 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 $8\text{m}^3/\text{s}$.

La conduite de transfert et la station de pompage fonctionneront aussi dans le sens inverse pour l'adduction de l'eau à partir du barrage vers le réseau de distribution. Ce dernier est branché sur la conduite de transfert à plusieurs points le long de sa traversés de la plaine.

III.5.5. 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 hm^3 .

III.6. Calcul hydraulique

III.6.1. Proposition des variantes

Dans notre cas, on a une seule variante pour le tracé de la conduite Harrach- Douera avec un débit fixé de $8\text{ m}^3/\text{s}$.

III.7.2. Dimensionnement de la conduite de transfert

La topographie permet d'acheminer l'eau en premier temps gravitairement depuis le réservoir de régulation jusqu'à la station de pompage (avec une longueur de 12.5Km), cette dernière refoule l'eau vers le barrage de Douera à travers une conduite de 10.8Km. Un autre tronçon d'adduction gravitaire à partir du barrage de longueur de 900m.

III.7.2.1 cas gravitaire

La formule la plus utilisée pour le calcul de la perte de charge pour un écoulement dans une conduite est celle de Darcy-Weisbach :

$$\Delta H_t = \frac{K' * L * Q^\beta}{D_{av}^m}$$

- ΔH_t : Perte de charge totale (m);
- K' : Coefficient de perte de charge ;
- L : Longueur de la conduite (m) ;
- Q : Débit véhiculé par la conduite (m³/s) ;
- D_{av} : Diamètre avantageux calculé de la conduite (m) ;
- β : Exposant tenant compte du régime d'écoulement ;
- m : Exposant tenant compte du type du matériau.

Tab. III.1.Coefficients K' , m , β pour différents types des matériaux

Tuyau	K'	m	β
Acier et fonte	0,00179 - 0,001735	5,1 - 5,3	1,9 - 2
Amiante-ciment	0,00118	4,89	1,85
Plastique	0,001052	4,772	2

On déduit alors le diamètre calculé de la conduite gravitaire :

$$D_{av} = \sqrt[m]{\frac{K' * L * Q^\beta}{\Delta H_t}}$$

Comme on a mentionné en dessus, le matériau choisi est la fonte, alors les valeurs des coefficients de matériau sont les suivantes :

Tab. III.2.Coefficients K' , m , β pour différents types du tuyau

K'	M	β
0.00179	5.1	1.9

Tab.III.3.Les données de base

N_{reserv} : Niveau d'eau dans le réservoir en m	126.4
N_{sp} : Niveau d'aspiration de la station de pompage en m	49
NMR : Niveau normal de la retenue en m	148
NME : Niveau minimal d'exploitation du barrage de Douera en m	100
NSB : Niveau de la sortie de barrage en m	75

Les résultats de calcul sont résumés dans le tableau suivant :

Tab. III.4. Diamètres avantageux pour différents tronçons gravitaires

TRONCONS	Q(m ³ /s)	L(m)	ΔHi(m)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)
Reservoir-STP.P	8	12500	77.4	1812	2000
NME-SB	8	900	25	1267	1400

III.7.2.2. cas du refoulement

Suivant le schéma hydraulique nous avons après la station de pompage une conduite de refoulement qui amène l'eau jusqu'à le barrage de Douera.

Le choix de la gamme des diamètres sur laquelle portera notre étude sera donnée par les relations suivantes :

$$D_{ec} = \sqrt{Q} \text{ (Relation de Bonin) ;}$$

$$D_{ec} = 1,5 * \sqrt{Q} \text{ (Relation de Bresse) ;}$$

D_{ec} : diamètre économique de la conduite (m) ;

Q : débit véhiculé par la conduite (m³/s).

Remarque : La formule de Bresse n'est valable que pour les petits projets (longueur de conduite ≤ 1 Km)

Tab.III.5. Diamètre économique

Tronçons	Q(m ³ /S)	D _{cal} (mm)	D _N (mm)
STP.P-Barrage	4	2000	2000

- Frais d'exploitation**

Il faut d'abord déterminer les pertes de charges (ΔH) engendrées dans les conduites, connaissant la hauteur géométrique, on peut déterminer les hauteurs manométriques totales correspondant à chaque canalisation pour connaître la puissance absorbée par la pompe, donc les frais d'exploitations.

- **Calcul des pertes de charge**

- ✓ **pertes de charge linéaires**

$$\Delta H_l = \lambda \frac{L V^2}{D 2g}$$

V: vitesse moyenne d'écoulement en (m/s) ;

ΔH_l : Pertes de charge linéaires en (m) ;

λ : coefficient de frottement.

Le coefficient λ est obtenu par la formule

$$\lambda = (1,14 - 0,86Ln \frac{\varepsilon}{D})^{-2} \quad (\text{Formule de Nikuradzé})$$

Tab.III.6.Calcul des pertes de charge linéaires

Tronçons	ε (mm)	D(mm)	λ	L(m)	Q(m ³ /s)	ΔH_l (m)
STP.P-barrage	0.95	2000	0.0167	10800	4	5,56

- ✓ **Pertes de charge singulières**

Elles sont occasionnées par les singularités des différents accessoires de la conduite (Coudes, vannes, clapets,.....) Elles sont estimées à 15 % des pertes de charge linéaires

$$\Delta H_s = 0,15 * \Delta H_l$$

Tab.III.7.Calcul des pertes de charge singulières

Tronçons	ΔH_l (m)	ΔH_s (m)
STP.P-barrage	5,56	0,83

- ✓ **Pertes de charge totales (ΔH_t)**

Ce sont la somme des pertes de charge linéaires et les pertes de charge singulières, alors:

$$\Delta H_t = \Delta H_l + \Delta H_s \Leftrightarrow \Delta H_t = \Delta H_l + 0,15 * \Delta H_l$$

$$\Rightarrow \Delta H_t = 1,15 * \Delta H_l$$

Tab.III.8.Calcul des pertes de charge totales

Tronçons	ΔH_l (m)	ΔH_s (m)	ΔH_t (m)
STP.P-barrage	5,56	0,83	6,39

- **Calcul de la hauteur manométrique totale**

La hauteur manométrique totale est la somme des pertes et de la hauteur géométrique

$$HMT = Hg + \Delta H_a + \Delta H_r = Hg + \Delta H_t$$

Hg: la hauteur géométrique(m)

ΔH_a : pertes de charge à l'aspiration (m)

ΔH_r : pertes de charge au refoulement(m)

Tab.III.9.Calcul de la hauteur géométrique

$N_{NR_{Barrage}}$ (m)	N_{SP} (m)	H_g (m)
148	51	97

Tab. III.10.Calcul de La hauteur manométrique totale

Tronçons	H_g (m)	ΔH_t (m)	HMT(m)
STP.P-barrage	97	6,39	105.39

- **Puissance absorbée par la pompe**

C'est la puissance fournie à pompe, définie comme suit:

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

η : rendement de la pompe en (%)

Q: débit refoulé par la pompe en (m³/s)

g: pesanteur (9.81 m/s²)

Tab. III.11.Calcul de la puissance absorbée

Tronçons	Q(m ³ /s)	HMT(m)	η (%)	P(KW)
STP.P-barrage	4	105.39	80	4445,67

- **Energie consommée par la pompe**

$$E = P * t * 365 \quad [Kwh]$$

t: c'est le temps de pompage par jour en (heure); dans notre cas t =18h

P: puissance de la pompe en (kW)

Tab.III.12.Calcul de l'énergie consommée par la pompe

Tronçons	P_{abs} (KW)	E(KWh)
STP.P-barrage	4445.67	29208028.05

- **Frais d'exploitation**

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

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

E: énergie consommée par la pompe en (Kw H)

e: prix unitaire d'un Kw h donnée par la SONELGAZ. (**e=4,67DA**)

Tab.III.13.Calcul des frais d'exploitations

Tronçons	E(KWh)	e(DA)	F _{ex} (DA)
STP.P-barrage	29208028.05	4.67	136401491

III.8.Etude de la station de pompage

III.8.1.Le site de la station de pompage Harrach-Douera

Le site proposé de la station de pompage est sur le coté Nord de la route RN 61 à mi-chemin environ de réservoir de régulation et le barrage, elle doit être située entre les départs du réseau de distribution des secteurs DR2 et DR3. Il s'agit d'un terrain plat appartenant à une EAC, actuellement en cultures annuelles. Ce site présente l'intérêt d'un accès très facile, et sa position sur le coté aval de la route protège le site contre tout risque d'inondation par ruissellement provenant de l'amont.

L'élévation de la station de pompage est relativement basse par rapport aux niveaux d'eau dans le réservoir de régulation et dans la retenue de Douera aura l'avantage d'assurer une importante pression à l'aspiration lors du pompage.

III.8.2.Choix du type de pompe

Parmi les facteurs qui ont été pris en considération lors du choix du type de pompe, il faut citer :

- La hauteur de relèvement et la plage de fonctionnement ;
- La charge disponible à l'aspiration ;
- Le coût des pompes et du génie civil ;
- La facilité de l'entretien.

D'après les données recueillies et le choix du diamètre économique ce chapitre, le débit appelé est de 4 m³/s et la hauteur manométrique totale nécessaire est de 105,39m.

En utilisant le catalogue du constructeur allemand KSB en introduisant les caractéristiques de la partie refoulement de notre adduction (Q, Hmt, Hg) on a opté pour :

- une station de pompage avec 4 groupes électropompes installés en parallèle.
- Chaque GEP contient 3 pompes identiques installées en série (plus une pompe de secours).

Les caractéristiques de la pompe choisies sont résumées dans le tableau suivant :

Tab.III.13. Caractéristiques de la pompe

Nbr	Q appelé (m ³ /s)	HMT appelée (m)	Type de Pompe	η (%)	HMT (m)	Vitesse (tr/min)	N ^{bre} d'étage	P _{abs} (Kw)	(NPSH) _r (m)
1	1.01	36.5	Sewatec K 500-632 / G 3E-N	85.6	142	980	1	425	6.37

Tab.III.13. Caractéristiques de l'installation

Nbr	Q appelé (m ³ /s)	HMT appelée (m)	Type de pompe
(3+1)*4	4	105.39	Sewatec K 500-632 / G 3E-N

Conclusion

Dans ce chapitre, on a cité les différents types d'adduction ainsi que les caractéristiques de chaque type du matériau et les critères du choix du tracé.

Pour notre cas, le choix du matériau est basé sur les avantages et aussi de la disponibilité dans le marché en grands diamètres (1200,1400 ,2000) malgré le cout assez élevé. On a essayé dans le choix du tracé à éviter la traversé des terrains privés.

Chapitre IV : protection de l'adduction

Chapitre IV : protection de l'adduction

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 branchée. Il est nécessaire par conséquent d'empêcher la production de telles perturbations ou du moins de les atténuer.

IV.1.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.
- ✓ Fermeture instantanée ou trop rapide d'une vanne de sectionnement.

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 d'étudier des moyens 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.

IV.2. Origines des coups de bélier

Les régimes transitoires ou coups de bélier ont des causes très diverses, à titre d'exemple on peut citer :

- ✓ disjonction électrique,
- ✓ manœuvre rapide d'ouverture ou de fermeture d'un robinet-vanne
- ✓ fin de remplissage d'une conduite,
- ✓ implosion d'une poche de cavitation,
- ✓ arrêt et démarrage d'une pompe.
- ✓ modification de la vitesse d'une pompe.
- ✓ variation d'un plan d'eau.
- ✓ la disparition de l'alimentation électrique dans une station de pompage qui est la cause la plus répandue du coup de bélier.

Dans le cas d'une station de pompage, les régimes transitoires les plus dangereux sont consécutifs à une disjonction électrique (ou panne de courant).

Il est rappelé que, dans le cas d'une disjonction électrique, la présence d'une variation de vitesse électronique ou de démarreur-ralentisseur électronique est sans effet sur les régimes transitoires et ne dispense pas, en conséquence, de l'étude et de l'installation de la protection anti-bélier.

Il est donc de toute première importance d'étudier des moyens 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.

IV.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.

a) 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).

b) 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.

c) 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.

IV.4. Les dispositifs de protection de la conduite de refoulement 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 bâche 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 :

a) Réservoirs d'air

L'alimentation continue de la veine liquide après disjonction du groupe peut être effectuée à l'aide d'une réserve d'eau accumulée sous pression dans une capacité métallique disposée à la station immédiatement à l'aval du clapet. Cette capacité contient de l'eau et de l'air.

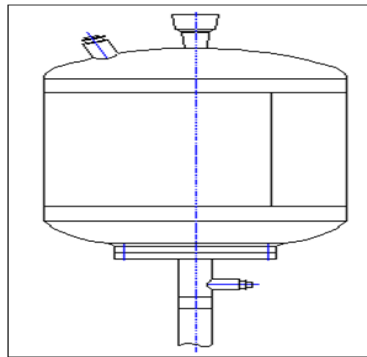


Fig .IV.1: Réservoir hydropneumatique.

b) Cheminée d'équilibre

À la place d'un réservoir d'air sous pression, il peut être établi, à la station de pompage, un réservoir à l'air libre appelé cheminée d'équilibre. Cette cheminée jouera le même rôle que ce premier mais, dans le cas de hauteur de refoulement même moyenne, on arrive rapidement à des ouvrages d'art de hauteurs importantes.

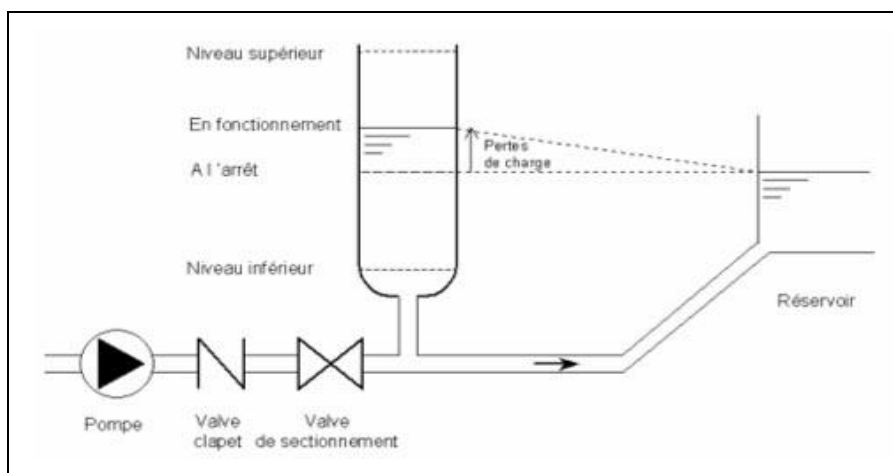


Fig.IV.2: Cheminée d'équilibre sur une conduite de refoulement.

c) Soupape de décharge

C'est appareils font intervenir un organe mécanique, un ressort à boudin ordinairement, qui, par sa compression, obture, en exploitation normale, un orifice placé sur la conduite au point à protéger, c'est-à-dire où la surpression à craindre est maximale et libre, le cas échéant, le débit de retour de conduite correspondant à la valeur de la surpression admissible. Il y a lieu de prévoir l'évacuation vers l'extérieur, de l'eau ainsi libérée.

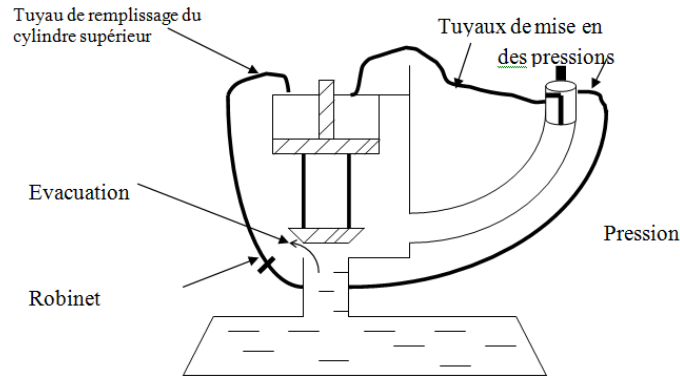


Fig.IV.3: Soupape de décharge type LEZIER.

d) Volant d'inertie

Calé sur l'arbre du groupe, il constitue un moyen assurant l'alimentation de veine liquide, malgré l'arrêt du moteur actionnant la pompe grâce à l'énergie qu'il accumule pendant la marche normale. Le volant la restitue au moment de la disjonction et permet ainsi d'allonger le temps d'arrêt de l'ensemble, donc de diminuer l'intensité du coup de bélier. Au démarrage, le groupe électropompe, avec le volant d'inertie, consomme plus d'énergie.

Remarque : Dans ce projet, on propose comme moyen de protection des installations du réservoir d'air.

IV.4.1. Les réservoirs d'air

IV.4.1.1. Principe de fonctionnement

L'alimentation continue de la veine liquide après disjonction du groupe peut être effectuée à l'aide d'une réserve d'eau accumulée sous pression dans une capacité métallique disposée à la station immédiatement à l'aval du clapet. Cette capacité contient de l'eau et de l'air. et en marche normale, la pression de cet air équilibre la pression dans la conduite au point considéré.

A la disjonction, le clapet se ferme, puisque la pompe ne fournit plus de pression : une partie de l'eau de la cloche est chassée dans la conduite. En effet, à ce moment, la pression de l'air de la cloche est encore supérieure à celle qui s'exerce à l'autre extrémité de la conduite, au réservoir. après diminution progressive, puis annulation de sa vitesse, l'eau de la conduite revient en arrière et remonte dans la cloche, augmentant la pression dans la conduite de refoulement.

IV.5.1.2.Méthodologie de calcul

Le calcul du réservoir d'air permet de déterminer les valeurs de la surpression et de la dépression maximales dans les conduites de refoulement et le volume du réservoir d'air.

Comme méthode de calcul, on distingue :

- **Méthode de VIBERT**

La méthode de VIBERT donne de bons résultats pour les petites installations et risque de donner des volumes de réservoirs d'air, important dans le cas de grandes installations.

- **Méthode de BERGERON**

La méthode de BERGERON est la plus répandue, elle donne de bons résultats que ça soit pour les petites ou pour les grandes installations.

IV.5.1.3.Dimensionnement du réservoir d'air

- On calcule la célérité d'onde donnée en (m/s) à l'aide de la formule améliorée par Salah Boualem pour les conduites enterrées :

$$C = \frac{\sqrt{\frac{K}{\rho}}}{\sqrt{1 + \frac{2 \times K \times a \times (1 - \nu_m^2) \times (1 - \nu_s)}{(1 - \nu_m^2) \times a \times E_s + E_m \times e_m \times (1 - \nu_s)}} ;$$

Avec :

K : Coefficient d'élasticité de l'eau.

ρ : Masse volumique de l'eau.

E_m : module de Young du matériau de la conduite.

E_s : module de Young du sol.

ν_m : coefficient de poisson du matériau.

ν_s : coefficient de poisson du sol entourant la conduite.

e_m : Epaisseur de la conduite (m).

a : rayon intérieur de la conduite (m).

La charge tenant compte du coup de bélier en (m) :

$$Z = H_g + \frac{C \times V_0}{g} ;$$

V_0 : vitesse moyenne de refoulement en (m/s).

g : l'accélération de la pesanteur (m/s²).

H_g : la hauteur géométrique (m).

La charge statique absolue en (m) :

$$Z_0 : H_g + 10 ;$$

La charge maximale absolue en (m) :

$$Z_{\max} = Z + 10 ;$$

On a:

$$\left. \begin{aligned} \frac{Z_{\max}}{Z_0} \\ h_0 = \frac{V_0^2}{2 \times g} \Rightarrow \frac{h_0}{Z_0} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \text{Abaque de VIBERT} \Rightarrow \frac{U_0}{L \times S}, \frac{Z_{\min}}{Z_0};$$

A partir de $\frac{U_0}{L \times S}$, L et S, on tire U_0 , donc : $U_0 \times Z_0 = U_{\max} \times Z_{\min} \Rightarrow U_{\max} = \frac{U_0 Z_0}{Z_{\min}}$;

Avec U_{\max} est le volume du réservoir d'air en (m³).

- **Les données de base**

Les caractéristiques de la conduite de refoulement sont représentées dans le tableau suivant :

Tab. IV.1. Les caractéristiques des conduites de refoulement.

Tronçons	D (mm)	S (m ²)	V ₀ (m/s)	L (m)	Hg (m)
STP-Barrage	2000	3.14	1.1	10800	99

- **Calcul de la célérité d'onde C**

Les résultats trouvés pour le calcul de la célérité d'onde C sont regroupés dans le tableau suivant:

Tab. IV.3: Calcul de célérité d'onde de la conduite de refoulement.

Tronçons	K (Pa)	ρ (kg/m ³)	a (m)	v _m	v _s	E _s (Pa)	E _m (Pa)	e _m (m)	C (m/s)
STP-Barrage	2,07×10 ⁹	1000	1.78	0,3	0,33	2×10 ⁸	17×10 ¹⁰	0.0207	880.5

- **Calcul de la capacité de réservoir d'air**

Les résultats trouvés pour le calcul de volume de réservoir d'air sont regroupés dans le tableau suivant:

Tab. IV.4. Calcul de volume de réservoir d'air.

Z ₀ (m)	Z _{max} (m)	V ₀ (m/s)	g (m/s ²)	h ₀ (m)	$\frac{h_0}{Z_0}$	$\frac{U_0}{L \times S}$	$\frac{Z_{\min}}{Z_0}$	U ₀ (m ³)	U _{max} (m ³)
109	197.73	1.1	9.81	0.061	5.65*10 ⁻⁴	4*10 ⁻³	0.62	135.64	218.78

V.5. Protection de la conduite gravitaire contre le coup de bélier

Tout comme les conduites en refoulement, les conduites gravitaires sont elles aussi menacées par les effets néfastes du coup de bélier et de la surpression qui est due au choc des particules liquides à la paroi du robinet vanne, alors l'énergie cinétique se transforme en énergie de déformation et puisque l'eau est incompressible donc la déformation est transmise à la conduite et le coup de bélier est né, et la conduite se dilate et le phénomène transitoire se propage instantanément sur toute la conduite via une onde de célérité C (m/s) et alors cette déformation se propage à l'amont de la conduite et qui constitue un danger pour la conduite.

Pour la protection de la conduite gravitaire contre le phénomène du coup de bélier, la seule protection consiste en l'étude de la loi de fermeture de la vanne sur cette conduite.

La célérité de l'onde se calcul selon la formule améliorée par **Mr. SALAH. B**.

Et d'où la charge tenant compte du coup de bélier :

$$H_s = Hg + \frac{CV_0}{g}$$

$$H_s = 197.73m$$

Le temps de retour de l'onde de déformation est régit par la formule suivante :

$$t_r = \frac{2 \times L}{C}$$

Avec :

t_r : le temps de retour de l'onde de déformation (s).

L : longueur de la conduite gravitaire (m).

Tab. IV.5 : calcul du temps de retour de l'onde de déformation

Tronçon	K (Pa)	ρ (kg/m ³)	a (m)	v_m	v_s	E_s (Pa)	E_m (Pa)	e_m (m)	C(m/s)	T_r (s)
Reservoir-STP	$2,07 \times 10^9$	1000	1.38	0,3	0,33	2×10^8	17×10^{10}	0.0207	880.5	28.4

IV.6. Pose de canalisation

IV.6.1.Principe de pose de canalisation

Le levage et la manutention de tuyaux, les travaux dans les tranchées, sont des opérations dangereuses. Grâce aux instructions suivantes, la qualité des tuyaux et raccords ne sera pas détériorée lors de la pose et l'emboîtement et la procédure d'emboîtement ne sera pas compromise. Il est essentiel que ces opérations soient réalisées par un professionnel maîtrisant les procédures.

Les tuyaux doivent être manipulés avec soin, selon les recommandations du fabricant. Ils doivent être placés dans la tranchée avec un plan adapté à leur poids. Une grue mobile ou un ensemble bien conçu de chèvres à haubans peut être utilisé. Le positionnement des élingues doit être vérifié lorsque le tuyau se trouve juste au dessus de la tranchée pour garantir un bon équilibre.

Toutes les personnes doivent libérer la section de tranchée dans laquelle le tuyau est posé.

Tous les débris liés à la pose doivent être retirés de l'intérieur du tuyau avant ou juste après la réalisation d'un emboîtement. Ceci peut être effectué en faisant passer un goupillon le long du tuyau ou à la main, selon le diamètre. En dehors des opérations de pose, un bouchon temporaire doit être solidement appliqué sur l'extrémité ouverte de la canalisation. Cela peut faire flotter les tuyaux en cas d'inondation de la tranchée, auquel cas les tuyaux doivent être maintenus au sol par un remplissage partiel de la tranchée ou par étayage temporaire. Dans le cas où les tuyaux sont livrés avec des bouchons aux extrémités, ces derniers devront être récupérés par le maître d'œuvre pour recyclage après pose.

Une conduite doit être toujours posée avec une légère pente afin de créer des points bas pour la vidange, et des points hauts pour l'évacuation de l'aire entraînée soit lors du remplissage de la conduite soit pendant le fonctionnement. On adopte en conséquence un tracé en dents de scie avec des pentes de quelques millimètres par mètre et des changements de pente tout les 200 à 400 m.

Les canalisations doivent être éloignées lors de la pose de tout élément dure d'environ 10 m, de 30 cm des câbles électriques et de 60 cm des canalisations de gaz.

IV.6.2.Pose de canalisation dans un terrain ordinaire

La canalisation est posée dans une tranchée ayant une largeur minimale de 60 cm.. Le fond de la tranchée est recouvert d'un lit de sable d'une épaisseur de 15 à 20 cm convenablement nivelé. Avant la mise en fouille, on possède à un triage de conduite de façon à écarter celles qui ont subies des chocs, des fissures, ..., après cela on pratique la décante en lit soit manuellement soit mécaniquement d'une façon lente. Dans le cas d'un soudage de joints, cette opération doit être faite de préférence en fond de tranchée en calant la canalisation soit avec des butées de terre soit avec des tronçons de madriers en bois disposés dans le sens de la longueur de la tranchée.

Pour plus de sécurité, l'essai de pression des conduites et des joints doit toujours avoir lieu avec remblaiement. L'essai consiste au remplissage de la conduite par l'eau sous une pression de 1,5 fois la pression de service à laquelle sera soumise la conduite en cours de fonctionnement. Cette épreuve doit durer 30 min environ, la diminution de la pression ne doit pas excéder 0,2 Bars.

IV.6.3.Pose de canalisation dans un mauvais terrain

Si le terrain est de mauvaise qualité on peut envisager quelques solutions :

a) Cas d'un terrain peu consistant

Pour éviter tout mouvement de la canalisation ultérieurement, celle-ci doit être posée sur une semelle en béton armé ou non avec interposition d'un lit de sable. La semelle peut être continue ou non en fonction de la nature du sol. Dans le cas où la canalisation repose sur des tasseaux, ces derniers doivent être placés plus proches des joints et soutenus par des pieux enfoncés jusqu'au bon sol (figure V.4).

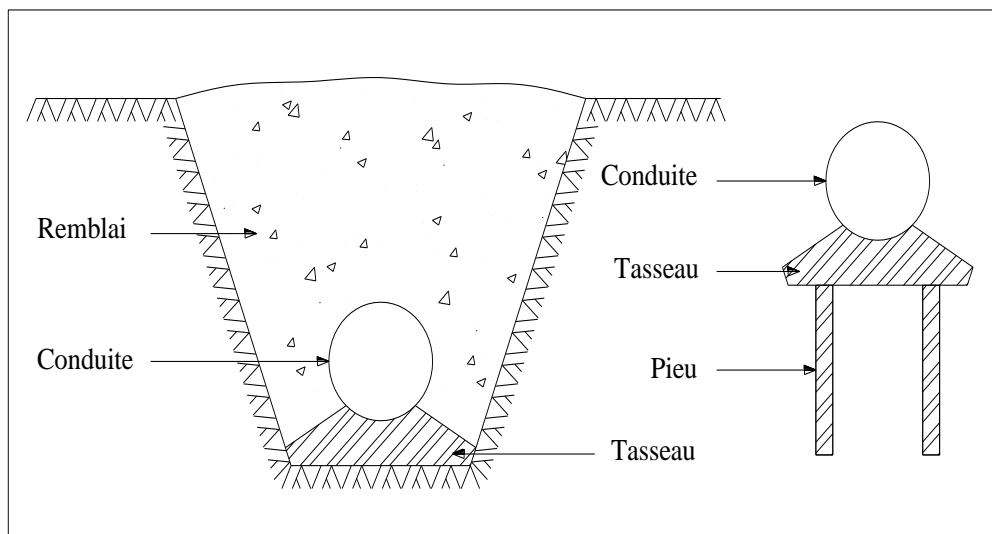


Fig.IV.4 : Pose de conduites dans un terrain peu consistant.

b) Cas d'un terrain agressif

La protection des conduites enterrées en fonte, contre les phénomènes de corrosion, est à réaliser par une manche en film de polyéthylène (figure V.5) lorsque le terrain présente une résistivité inférieure à $1500 \Omega \cdot \text{cm}$ ou lorsqu'il y a présence de sulfures, de sulfates ou de chlorures.

La manche en polyéthylène d'une certaine ampleur drapée la canalisation et doit la plaquer au maximum. La totalité du pli, dont l'extrémité est toujours dirigée vers le bas, se situe dans la partie supérieure de la canalisation. La manche est maintenue par des bandes adhésives ou des colliers souples à agrafage automatique à raison de 4 par tuyau. Les manches successives sont posées avec un recouvrement minimal de 0,30 m (figure V.5).



Fig .IV.5: Pose de conduites dans un terrain agressif.

IV.6.4.Pose de canalisation en galerie

Dans certains cas le tracé de la canalisation peut rencontrer des obstacles qui nous obligent à placer la conduite dans une galerie.

Les conduites de diamètre important (sauf aqueducs) doivent être placées sur des madriers (bois de chêne) et calées de part et d'autre pour éviter leur mouvement.

Les canalisations de petit diamètre peuvent être placées dans un fourreau de diamètre supérieur et reposant sur des tasseaux en béton. Les robinets vannes sont placés dans des regards implantés de part et d'autre de la route (figure V.6).

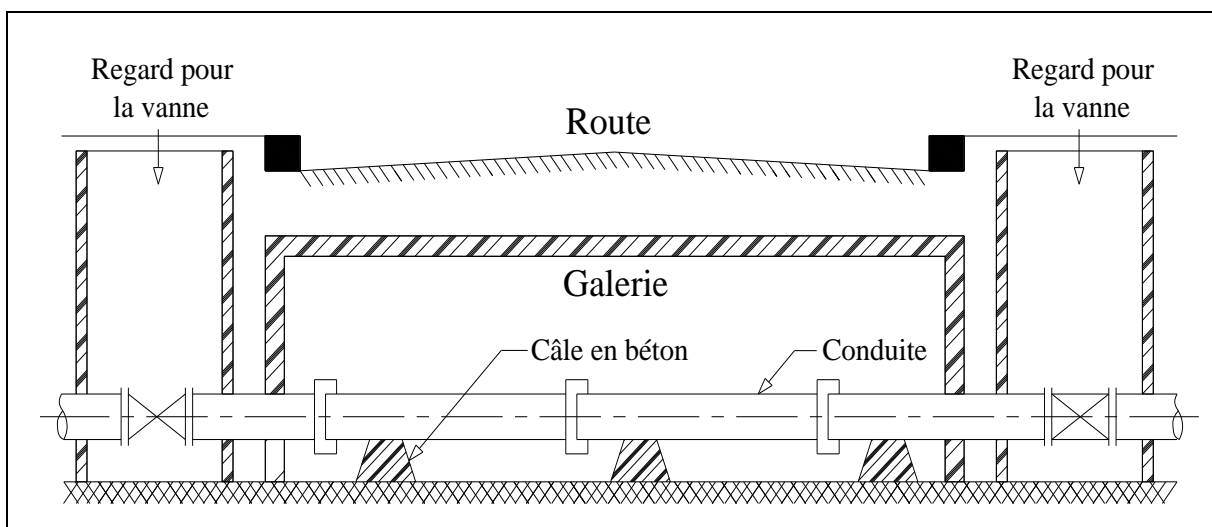


Fig.IV.6: Pose de canalisation en galerie

IV.6.5. Traversée d'une rivière

La pose de canalisation à la traversée d'une rivière demande certains travaux confortatifs en fonction de l'état de la traversée et de l'importance de l'adduction. L'existence d'un pont-route servira également de support pour la canalisation, ou celle-ci sera accrochée au tablier.

Dans le cas où le pont-route n'existe pas la canalisation pourra suivre le lit de rivière, posée sur des ouvrages spéciaux (Tasseaux par exemple) et couverte de tout-venant pour être protégée contre les chocs (dus à la navigation par exemple).

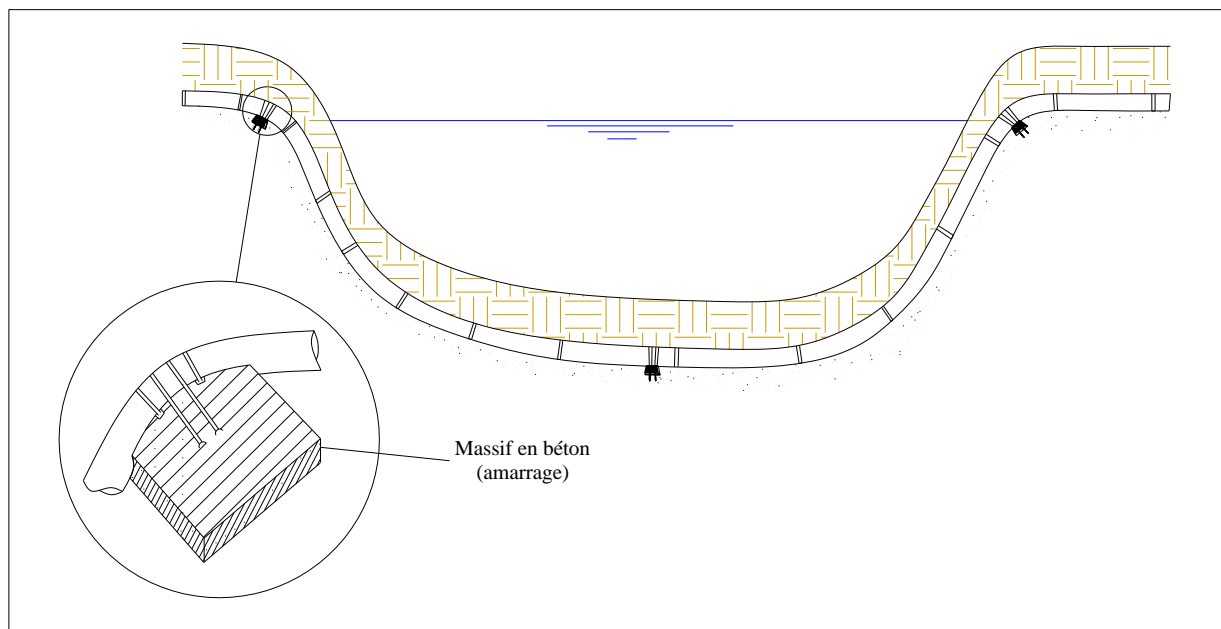


Fig .IV.7: traversée d'une rivière

IV.7. 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.

IV.7.1. 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.

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.

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

a) Les vannes d'isolement :

Permettent d'isoler certains tronçons qu'on veut inspecter, réparer ou entretenir. On distingue deux types : les robinets à papillon pour les conduites de gros diamètres et les robinets-vannes pour les conduites de petits diamètres.

c) Les vannes à clapets de non-retour :

Permettent de diriger l'écoulement dans un seul sens. Elles sont installées sur les conduites de refoulement.

d) Les vannes de réduction de pression :

permettent de réduire la pression à une valeur prédéterminée

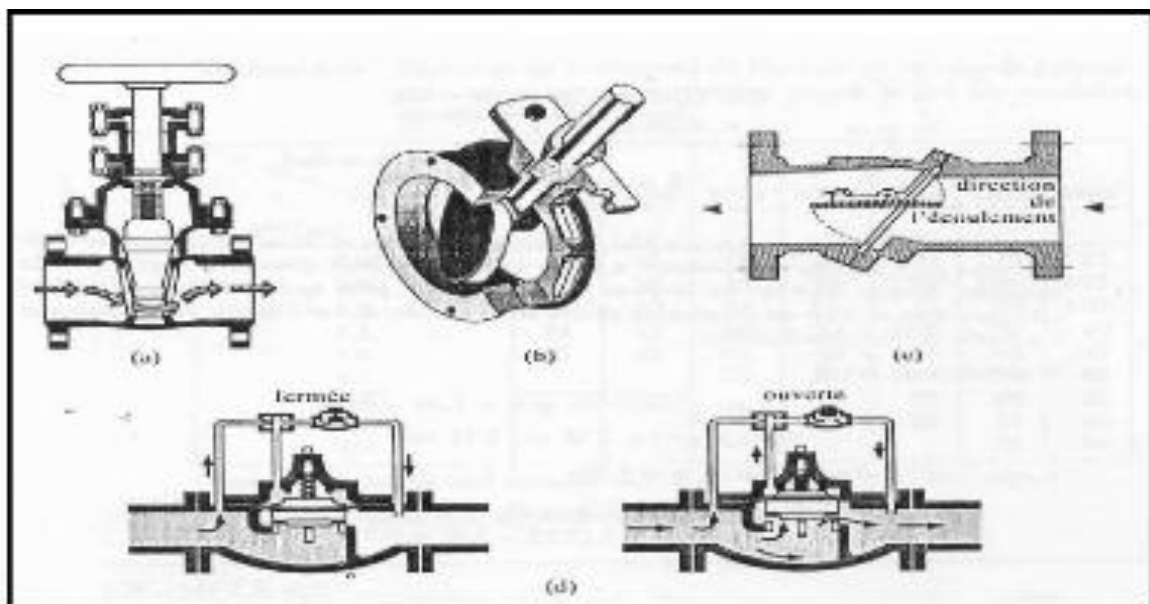


Fig.IV.8: les différents types de vanne

a) robinet-vanne

b) robinet à papillon

c) vanne à clapet de non-retour

d) vanne de réduction de pression.

IV.7.2. Ventouses

La ventouse est un appareil de dégazage qui est actionnée 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 revenir obstruer l'orifice de la ventouse. C'est également en ces points qu'il faut faire une admission d'air lors des vidanges.

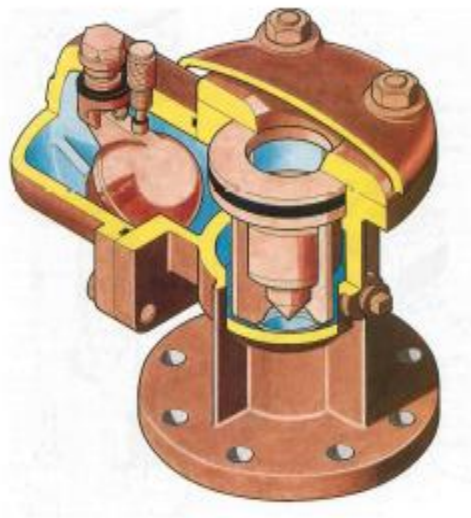
a) Rôles de la ventouse

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

b) Types de ventouses

Il existe deux types de ventouse :

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



Ventouse à double orifice



Ventouse simple

Fig.IV.9: Les différents types de ventouses

IV.7.3. 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.

IV.7.4. Clapet anti retour

Le clapet anti retour est un accessoire permettant l'écoulement du liquide dans un seul sens.

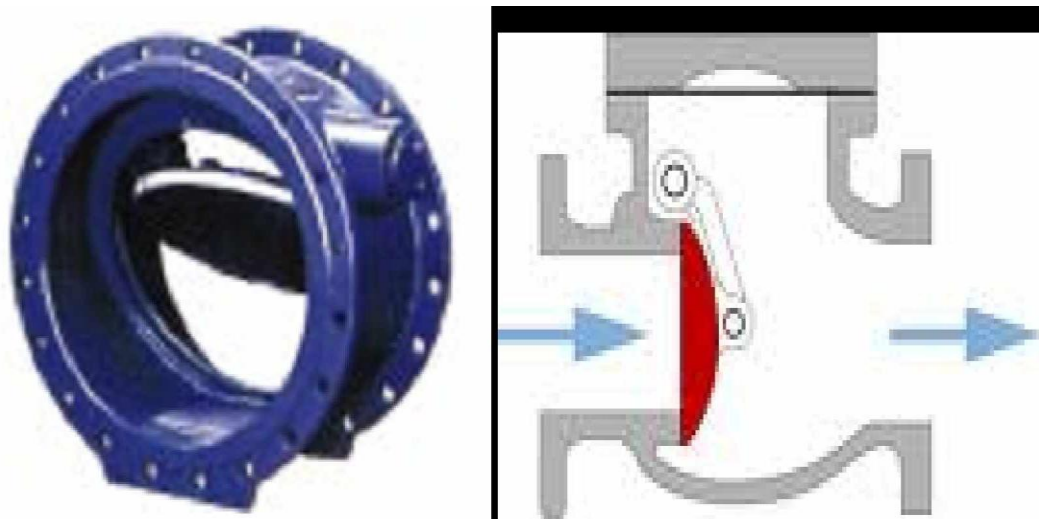


Fig.IV.10 : Clapet anti retour

IV.7. 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.

1) Coudes

Les coudes sont des accessoires utiles surtout pour les réseaux maillé et ramifié, lorsque la conduite change de direction. Généralement, les coudes sont maintenus par des massifs de butées.

2) Cônes

Les cônes sont utilisés pour relier deux conduites de diamètres différents , on les rencontre aussi à l'entrée et à la sortie des pompes.

3) Tés

Les tés sont utilisés dans le but de soutirer un débit d'une canalisation ou d'ajouter un débit complémentaire. Ils sont rencontrés au niveau des réseaux maillés, ramifiés et des canalisations d'adduction en cas de piquage.

4) Joints

En pratique, on rencontre des manchons à bouts lisses des deux extrémités, à deux emboîtements, à emboîtement et bout lisse, à deux brides, à bride et bout lisse, à emboîtement et bride, on les rencontre surtout au niveau des montages des appareils accessoires (vannes, clapet...).

IV.7. 6.By-pass

Le by-pass est utilisé pour les rôles suivants:

- ✓ Faciliter la manœuvre de la vanne à fermeture lente ;
- ✓ Remplir à débit réduit, la conduite avant sa mise en service ;
- ✓ Relier la conduite d'arrivée à la conduite de départ du réservoir

IV.7. 7.Crépines

La crépine évite l'entrée accidentelle de corps solides dans la pompe, elle est constituée par un cylindre perforé qui refuse le passage à des objets.

Il est à noter qu'une crépine doit toujours être entièrement immergée pour éviter les rentrées d'air (une marge suffisante doit être prévue pour le vortex) et éloignée d'environ 0,5 m du fond du puisard.

IV.8.Organes de mesures

a) Mesure de débit

Les appareils les plus utilisés au niveau des installations sont :

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

On crée une contraction de la section d'écoulement. Cette contraction entraîne une augmentation de la vitesse d'écoulement au droit de l'appareil se traduisant par une diminution de la pression (figure IV.11).La mesure s'effectue avec un capteur de pression différentielle.

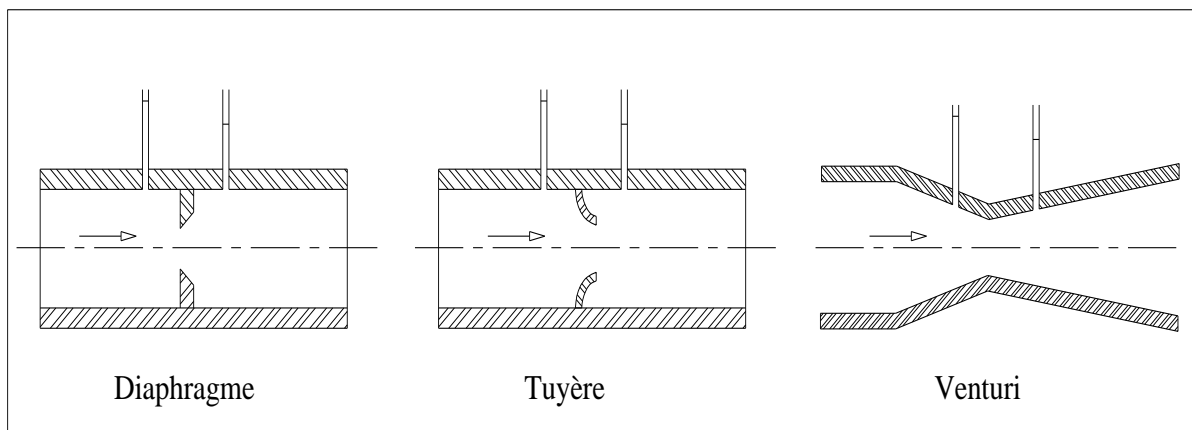


Fig .IV.11 : Débitmètres déprimogènes

b) Mesure de pression

Les appareils les plus utilisés sont :

➤ manomètres à aiguilles :

Dans les manomètres à aiguille, le mouvement est transmis à l'aiguille soit par un secteur denté soit par un levier soit par une membrane. L'avantage de cette transmission est la facilité d'étalonnage et son inconvénient réside dans usure rapide de la denture surtout si le manomètre subit des vibrations (figure VI.12).

➤ manomètres à soufflet :

Ce sont des manomètres dont l'organe actif est un élément élastique en forme de soufflet. Sous l'effet de la pression, le soufflet se déforme dans la direction axiale. Les manomètres à soufflet présentent l'avantage d'éliminer le danger de gel et leur inconvénient réside dans leur sensibilité aux vibrations et au surchauffage.



Fig .IV.12: Photo d'un manomètre

Conclusion

Dans ce chapitre, on opte pour la protection contre le régime transitoire juste à la sortie de la station de pompage principale, l'installation d'un réservoir d'air d'une capacité de 462.43 m³ et pour la protection de la conduite gravitaire, on fait l'étude sur la fermeture de la vanne sur cette conduite (Résev- STPG qui prend un temps de 28.4 S.

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 utilisés 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 V : organisation de chantier

Chapitre V : organisation de chantier

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.

V.1. 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.

V.1.1. 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.

V.1.2. 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.

V.1.3. 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.

V.2.Installations du chantier**V.2.1.Installations destinées au personnel**

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

V.2.2.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.

V.2.3.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.

V.2.4.Travaux préparatoires

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

V.3.Travaux concernant l'adduction

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

V.3.1.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.

V.3.2.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.

V.3.3.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 15cm dans notre cas.

V.3.4.Pose des conduites

Après avoir mis en place le lit de sable, on procède à la pose des canalisations.

V.3.5.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.

V.3.6.Remblayage des tranchées

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

V.3.7.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.4.Calcul des volumes des travaux de l'adduction

V.4.1.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.

V.4.2. 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.4.3. 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.

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

$$V_c = S_c \times L$$

V.4.4. 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 :

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

Tab. V.1 : Les volumes des travaux de l'adduction

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

V.5.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.

V.5.1.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.



Fig.V.1.Pelle hydraulique

V.5.2.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.

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

La position haute est une position de transport (hauteur de la lame au dessus du sol de 75cm à 1m).



Fig.V.2 .Bulldozer

V.5.3.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.



Fig.V.3.Chargeur

V.5.4.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.

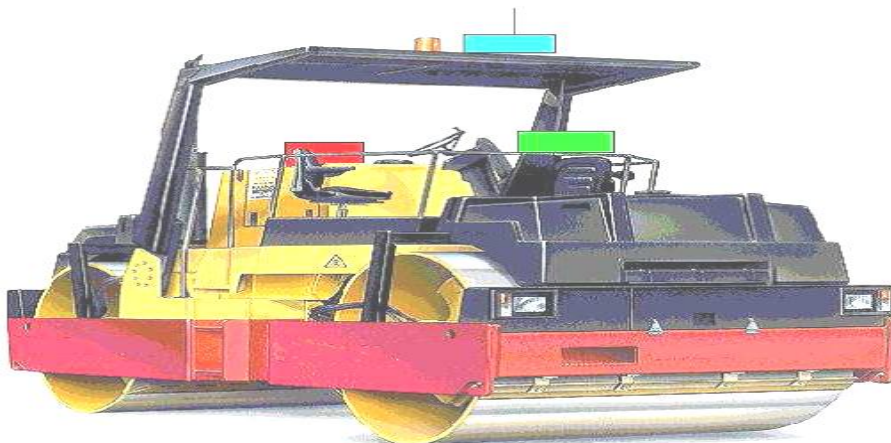


Fig.V.4.Compacteur à rouleau lisse

V.6.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 évaluation 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 élaboré en 1958 par les Américains.

V.6.1.Définitions des tâches et leurs durées

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

Tab. V.2:Temps de réalisation des opérations de l’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
J	Remblayage des tranchées « tranche 1 »	10
H	Remblayage des tranchées « tranche 2 »	10

V.6.2.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 le tableau suivant

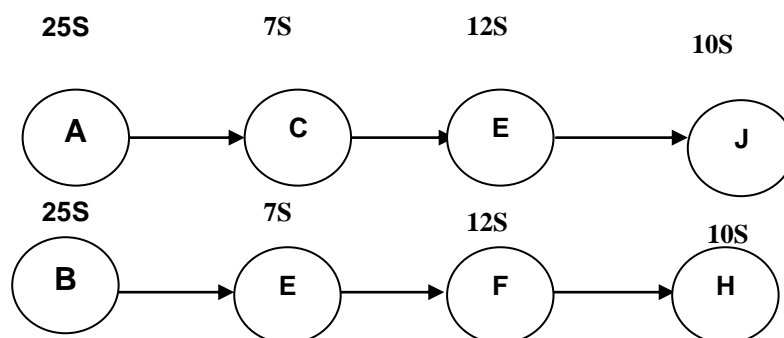


Fig.V.5.Réseaux à nœuds

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons fait en premier lieu un devis quantitatif pour la conduite de transfert, et déterminer les engins adaptés pour chaque tâche.

Par la suite, nous avons dressé le réseau d'exécution des travaux, et nous avons trouvé une période de réalisation de 756 jours, à l'environ de 26 mois.

Chapitre VI :
protection et sécurité
de travail

Chapitre VI : protection et sécurité de travail

Introduction

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

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,

VI.1.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.

VI.1.1.Facteurs humains

- ✓ Manque de contrôle et négligence ;
- ✓ La fatigue des travailleurs, agent de maîtrise 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.

VI.1.2.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.

VI.1.3. 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.

VI.1.4. 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.

VI.2.Mesure 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.

VI.2.1.Les partenaires de la prévention

a) Dans l'entreprise

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

b) 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.

VI.2.2.Prévention technique

a) 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 organise 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).

b) 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.

Protections individuelles

Elles sont moins fiables que la protection collective et ne devrait 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.

c) Prévention médicale (Les missions du médecin du travail)

Les préventions suivies sont :

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.

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 ;

d) sur les résultats des analyses biologiques de surveillance, lors de l'exposition à des risques particuliers (plomb, benzène, rayonnements ionisants·). Le salarié **Prévention pour les conducteurs d'engin**

- ✓ 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 ;
- ✓ Assurant la maintenance de premier niveau des outils et du matériel.

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 davantage 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. Toilette lavabo

Conclusion générale

Au terme de ce travail on a pu dimensionner une conduite de transfert d'eau à un barrage à partir d'un oued, la conduite de transfert à pour but d'assurer les besoins en irrigation de la partie amont du périmètre et remplir le barrage qui va alimenter la partie avale du périmètre.

La connaissance des caractères physico-chimiques des sols permettra par cette occasion l'introduction des cultures adéquates dans la région.

En effet beaucoup de contraintes aussi bien techniques qu'administratives peuvent influencer sur le tracé du réseau.

Nous avons choisis un tracé qui permet l'écoulement gravitaire dans le plus grand tronçon de l'adduction ce qui va réduire le cout de la réalisation du projet et le rendre plus économique.

Malgré ces contraintes on a proposé un tracé qui est bien entendu peut être critiquable.

Ce projet peut contribuer à améliorer l'ensemble des facteurs socio-économiques de la région, le but est d'assurer un bon recouvrement du périmètre d'irrigation afin d'alimenter convenablement toute la superficie à irriguer, ce qui va améliorer le rendement.

Bibliographie

MATARI.I (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 ;

Medjbour .F(2005). etude d'irrigation d'une parcelle située au secteur C(mitidja ouest-tranche 2) par micro-irrigation ;

Annexe 1 : Liste des forages d'une commune de la Mitidja centre (Blida)

Code ou nom l'ouvrage de mobilisation	Type de l'ouvrage (forage, puits , source)	Profondeur (m)	Commune	Débit L/S	Année de mise en servise	Nature de l'aquifère		Type de l'aquifère (captive ,libre)
						Z		
Mr LEMTITI Hamoud	Forage		BLIDA	05	1981		Quaternaire	libre
Mr KESERLI Noreddin	Forage	40	BLIDA	05	1981		Quaternaire	libre
Mr SI KHALED Bougara	Forage	102	BLIDA	03	1981		Quaternaire	libre
Mr MAMERI Ahmed	Forage	105	BLIDA	03	1981		Quaternaire	libre
Mr FIDSA AHMED	Forage		BLIDA	05	1981		Quaternaire	libre
Dne SI KHALED	Forage		BLIDA	05	1982		Quaternaire	libre
Das ZERROUKI Ahmed	Forage		BLIDA	05	1988		Quaternaire	libre
DAS FERRADJ Moussa	Forage		BLIDA	05	1986		Quaternaire	libre
DAS BOUTERKIA Youcef	Forage		BLIDA	05	1986		Quaternaire	libre
DAS FERRADJ Mourad	Forage		BLIDA	05	1987		Quaternaire	libre
DAS SI Khaled	Forage		BLIDA	05	1987		Quaternaire	libre
DAS MELLAH Omar	Forage		BLIDA		1987		Quaternaire	libre
DAS AMARE Boumedien	Forage		BLIDA		1987		Quaternaire	libre
EAC N°05 Dne ZERROUKI	Forage	150	BLIDA	03	2006		Quaternaire	libre
EAC N° 4 DAS BEN-BOULAID	Forage	200	BLIDA	05	1988		Quaternaire	libre
EAC N° 01 Dne Aneur	Forage		BLIDA		1988		Quaternaire	libre
EAC N° 2 HOUBANE A.E.K	Forage	150	BLIDA	03	1988		Quaternaire	libre
EAC N° 04 MELLAH Omar	Forage		BLIDA		1988		Quaternaire	libre
EAC N°05 FERRADJ Mohamed	Forage		BLIDA		1988		Quaternaire	libre
EAC N°15 Dne FERRADJ	Forage	180	BLIDA	03	2002		Quaternaire	libre

EAC N°06 FERRADJ Mohamed	Forage		BLIDA		1988		Quatenaire	libre
EAC N° 10 Dne Houbane	Forage		BLIDA		1988		Quatenaire	libre
EAC N° 13 Dne Houbane	Forage	130	BLIDA	03	1996		Quatenaire	libre
EAC N° 03 DAS Ferradj	Forage	120	BLIDA	05	1989		Quatenaire	libre
EAC N° 04 DAS ZERROUKI	Forage		BLIDA		1989		Quatenaire	libre
EAC N ° 01 DAS BEN TORKIA	Forage		BLIDA		1989		Quatenaire	libre
EAI N°02 DAS BEN TORKIA	Forage		BLIDA				Quatenaire	libre
EAC N° 01 DAS Ben-Boulaid	Forage		BLIDA		1989		Quatenaire	libre
EAC N° 02 DAS Ben-Boulaid	Forage		BLIDA		1989		Quatenaire	libre
EAC N° 03 DAS Ferradj Mourad	Forage	110	BLIDA	03	1992		Quatenaire	libre
EAC N° 01 DAS CHAIB Si-Khaled	Forage	120	BLIDA	03	1992		Quatenaire	libre
EAC N° 07 DAS Ferradj Mourad	Forage	130	BLIDA	03	1995		Quatenaire	libre
EAC N°3 ZERROUKI Ahmed	Forage	150	BLIDA	05	2009		Quatenaire	libre
EAC N°01 ZERROUKI Ahmed	Forage	150	BLIDA	03	2003		Quatenaire	libre
EAC N° 20 HOUBANE	Forage	200	BLIDA	05	2003		Quatenaire	libre
EAC N°13HOUBANE	Forage	130	BLIDA	03	1996		Quatenaire	libre
EAC N° 03 Blida	Forage	120	BLIDA	03	1992		Quatenaire	libre
M'BOUSRIA Mohamed	Forage	120	BLIDA	03	1993		Quatenaire	libre
FELLAH MEZIANE Ismail	Forage	120	BLIDA	03	1993		Quatenaire	libre
EAC N°14 Dne HOUBANE	Forage	130	BLIDA	05	1994		Quatenaire	libre
EAC N°2 ex DAS MELLAQ Omar	Forage	130	BLIDA	05	2011		Quatenaire	libre
EAC N° 06 Dne YOUSFI A.E.K	Forage	130	BLIDA	03	1994		Quatenaire	libre
EAC N°17 Dne Houbane	Forage	180	BLIDA	03	2006		Quatenaire	libre
Das Fergani	Forage		BLIDA		1986		Quatenaire	libre
EAC N° 05 B enboulaid	Forage	160	BLIDA	05	2013		Quatenaire	libre

Annexe 2 : caractéristiques hydriques de quelque sol

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 3 : valeurs minimale et maximales de diverses cultures

Cultures	Z m
Tomates	1 - 1,2
Cultures maraîchères	0,3 - 0,6
Agrumes	1 - 1,2
Arbres fruitiers à feuilles caduques	1 - 2
Vigne	1 - 3

Annexe 4 : récapitulation des superficies du périmètre ha

Désignation	secteur d'irrigation			
	DR1	DR2	DR3	DR4
SAU brute				
EAC	2 912	3 182	4 986	3 087
Privé/EAI	103	422	859	446
Autre	317	155	705	6
Total	3 332	3 758	6 550	3 540
SAU nette				
EAC	2 679	2 927	4 587	2 840
Privé/EAI	91	371	756	392
Autre	292	143	649	5
Total	3 062	3 441	5 992	3 237

EAC : exploitation agricole collective ;

EAI : exploitation agricole individuelle ;

Autre : ferme pilote/station expérimentale/terre communale.

Annexe 5 : abaque de Vibert

ABAQUE

DE M. VIBERT

POUR LE CALCUL SIMPLIFIÉ
DES RÉSERVOIRS D'AIR

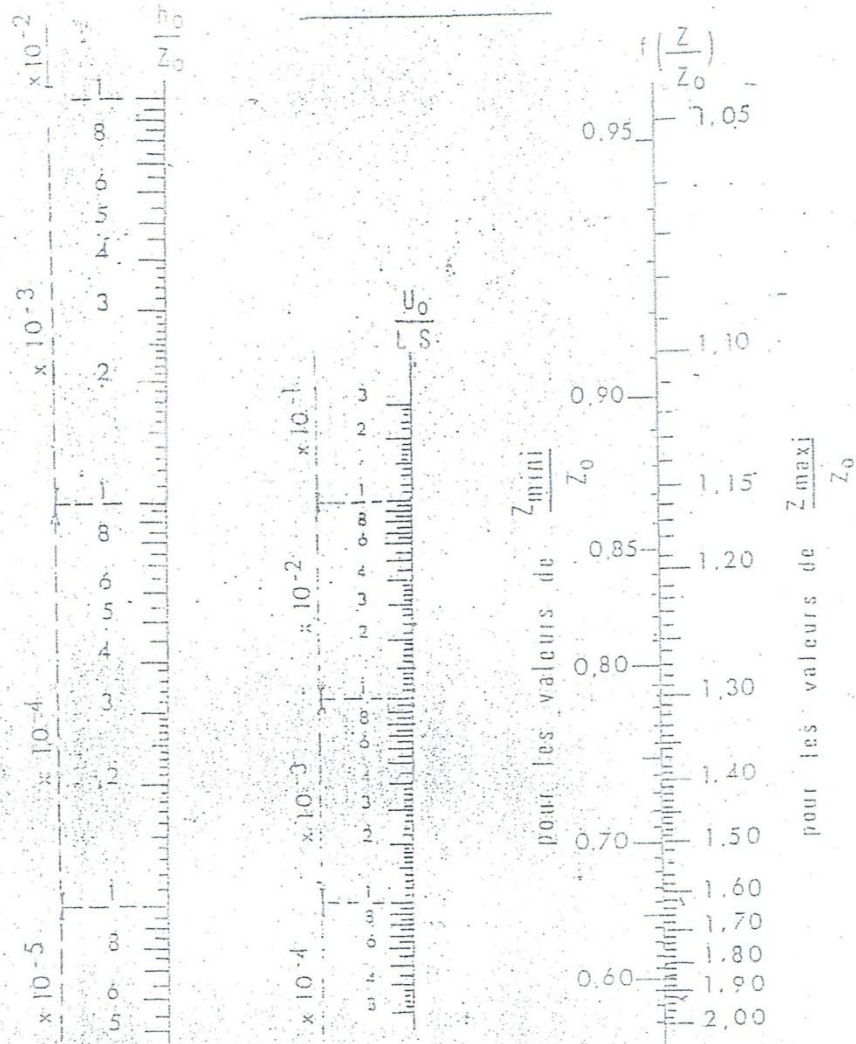


PLANCHE XXXVII