

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DE L'HYDRAULIQUE- ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : Conception Des Systèmes d'Irrigation et de Drainage

THEME:

**ETUDE D'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DU
PERIMETRE D'EL KHEMIS (RIVE GAUCHE) IRRIGUE
A PARTIR DU BARRAGE DEURDEUR (W. AIN DEFLA)**

Présenté par :

M^r : KAOUAR RACHID

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et prénom	Grade	Qualité
M^r T .KHETTAL	M C .A	Président
M^{me} A.AZIEZ	M A .A	Examinatrice
M^{me} D.DJOU DAR	M A .A	Examinatrice
M^r D.KOLIAI	Ingénieur. en Chef	Examineur
M^{me} S.LEULMI	M A .A	Examinatrice
M^r M.MESSAHEL	Professeur	Promoteur

Septembre 2012

REMERCIEMENTS

Au terme de cette modeste étude, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes vifs remerciements à

Mon promoteur M^r.MESSAHEL pour avoir contribué à l'élaboration de cette présente thèse

Je remercie également tous mes professeurs et particulièrement M^r KHETAL M^r KOLIAI M^{me} AZIEZ,

M^{me} DJOUDAR M^{me} LEULMI, M^{me} BAHBOUH pour l'aide précieuse, qu'ils m'ont apporté durant l'élaboration de ce modeste travail. .

Aussi, je me permets d'exprimer tout mon respect aux membres de jury qui me feront l'honneur d'apprécier notre travail.

DEDICACE

Je rends un grand hommage à travers ce modeste travail, en signe de respect et de reconnaissance envers :

Mon père

Ma mère

Pour tous les sacrifices et leur soutien moral et matériel dont ils ont fait preuve pour que je réussisse.

Je le dédie également à

Mes frères.

En un mot, à toute ma famille, mes amis et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à ma formation

Kaouar rachid

مُلخَص

إنّ الهدف من إنجاز أطروحة نهاية دراستي يندرج ضمن السياسة الحالية المتعلقة بتسيير المساحات المسقية، والذي يسعى إلى تحقيق مردوداً معتبراً من ناحية الاستثمار، مُعبِّراً عن أفضل فعالية لتقنيات السقي من جهة، تسيير أنجع و مُحافِظاً على الموارد المائية و نوعية التربة من جهة أخرى. و هذا لن يتأتى إلا بتبني أنظِمة سقي حديثة و التي فرضت فعاليتها، نذكر على سبيل المثال: السقي بالتقطير و السقي بالرش الأكثر تطوراً في الآونة الأخيرة نتيجة للتقدم العلمي و التكنولوجي. و من بين ما تتميز به هذه الأنظمة من مَحاسن هو تحقيقها لاقتصاد معتبر للمياه.

Résumé

L'objectif de mon mémoire de fin d'études rentre dans le caractère de la politique actuelle de la gestion des périmètres irrigués; de façon à atteindre un rendement élevé de l'investissement, traduisant une meilleure efficacité du système d'irrigation d'une part, une meilleure gestion et préservation des potentialités : ressources en eau et ressources en sol d'autre part. Cela par adoption des systèmes d'irrigation modernes qui ont imposé leur fiabilité, à savoir : l'irrigation localisée, l'irrigation par aspersion les mieux développés avec l'évolution de la science et de la technologie. Ces systèmes présentent de multiples avantages, comme l'importante économie d'eau.

Abstract

The aim of my present work has an aspect of the actual policy of the irrigated areas management in a way to attain a high investment feed back, showing a better efficiency of the irrigation system from one part, and a better management and potentialities preservation: water resource and ground resources from the other part. This by adoption of modern irrigation system which their reliability, i.e: localized irrigation, aspersion irrigation the most developed with the evolution of science and technology. These systems present many advantages like the important water saving.

SOMMAIRE

page

INTRODUCTION

CHAPITRE I : SITUATION ET CLIMAT

I.1.Presentation de périmètre du Khemis	01
I.2.Situation géographique	03
I.3.Climatologie	04
I.3.1.pluviometrie	04
a)Pluviométrie moyenne annuelle	04
b) Nombre moyen de jours pluvieux	04
I.3.2.Temperature	05
I.3.3.Vent	07
I.3.4.Gel	07
I.3.5.Sirocco	07
I.3.6.Evaporation	07
I.3.7.Humidite relative	08
I.3.8.Brueillard	08
I.3.8. Insolation	09
I.3.9.Indice climatique	09
1. Indice d'aridité de Martonne	09
2. Quotient pluviométrique d'EMBERGER	09
3. Climogramme de Gausсен	10
Conclusion	12

CHAPITRE II : ANALYSE DES RESSOURCES EN EAUX ET EN SOLS

II.1.Géologie	13
II.2.Hydrogeologie	13
II.2.1.Le Miocène Inférieur	13
II.2.2.Le Miocène Supérieur	13
II.2.3.Le Pliocène	14
II.2.4.Le Quaternaire	14
Conclusion	14
II.3.Sismicité	14
II.4.Hydrologie	15
II.5.Ressources en eaux	15
II.5.1.Les eaux souterraines	15
II.5.2.Les eaux superficielles	16
II.5.3.Qualité de l'eau d'irrigation	17
II.5.3.1.classification des eaux pour l'irrigation	17
II.6.Pédologie	20
II.6.1.Etat physique du sol	24
II.6.2.Permeabilite	24
II.6.3.Analyse chimique du sol	26

II.6.4.Description des profils	26
Conclusion	27
Chapitre III : ETUDE HYDROLOGIQUE ET REGIME D'IRRIGATION	
III.1.Introduction	28
III.2.Besoins en eau des cultures	28
III.2.1.Evaluation des besoins en eau des plantes cultivées	28
III.3.Détermination de l'année de calcul	29
III.3.1.Etude des précipitations annuelles	29
III.4. Estimation des besoins	31
III.4.1.Calcul pluie efficace	32
III.4.2.L'évapotranspiration	33
III.4.3.Besoins d'irrigation pour les cultures céréales	35
III.4.4.Besoins d'irrigation pour les cultures maraichères	36
III.4.5.Besoins d'irrigation pour les arboricultures	38
III.5.calcul du débit caractéristique	42
Conclusion	
Chapitre IV : DIMENSIONNEMENT DE DE LA CONDUITE GRAVITAIRE	
IV.1.Introduction	45
IV.2.Adduction gravitaire	45
IV.3.Calcul le diamètre avantage de la conduite gravitaire	47
IV.4. Dimensionnement du réservoir	48
IV.4.1.Rôle du réservoir	48
IV.4.2.Diametre du réservoir	
Conclusion	
CHAPITRE V : TECHNIQUE ET RESEAU D'IRRIGATION	
V.1. Généralités :	49
V.2. Les différentes techniques d'arrosage	49
V.2.1.L'irrigation de surface	51
V.2.2.L'irrigation par l'aspersion	52
V.2.3.L'irrigation localisée	52
V.3.Choix de la technique d'irrigation convenable	53
V.4.Dimensionnement d'un réseau en goutte à goutte	53
V.4.1.Données générales	56
V.4.2-Détermination des données de base	58
V.4.3-Calcul hydraulique	60
V.4.4-Position de porte rampe	61
V.4.5 .Alimentation de la porte rampe	62
V.4. 6 .Calcul le diametre de la conduite principale	60
CHAPITRE VI : REABILITATION DE LA STATION DE POMPAGE	
Introduction	61

VI.1.Problématique	62
VI.2.Etat du bâtiment de la station de pompage	63
VI.3.Etat intérieur du bâtiment	63
VI.4.Etat extérieur de la station	63
VI.5.Examen pour l'évaluation de la détérioration des élément en béton	64
VI.5.1.Examen visuel	64
VI.5.2.Marteau Schmidt pour l'examen du béton	64
VI.5.3.Carrotage du béton	64
VI.5.4.Examen pour l'évaluation de l'endommagement des élément en acier	65
VI.6.Remarque	65
VI.7.Réhabilitation fonctionnelle	67
VI.8. Rehabilitation architecturale	67
VI.9.Réhabilitation extérieure	68
VI.10.Réhabilitation intérieure	68
VI.11.Réhabilitation structurale	69
VI.12.R ehabilitation des elements en acier	69
VI.13.R é habilitation des connexions en acier	70
VI.14.Rehabilitation des revetements metalliques et des grilles metallique	70
VI.15.Réhabilitation des murs et des dalles	70
VI.16.Protection des conduites contre la corrosion	70
VI.16.1.importance de l'étude de la corrosion	71
VI.17.Protection contre le séisme et l'érosion	71
VI.18.Résolution du problème de l'adducteur	72
VI.19. Résolution des autres problèmes	
Conclusion	74
CHAPITRE VII : AMENAGEMENT DE HARRAZA	74
Generalite	
VII.1.Choix de la variante d'adduction par pompage et l'emplacement de station.	74
VII.2.Dé termination de la hauteur d'é l é vation calcul é e	75
VII.3.Dé termination du nombre des pompes	76
VII.4.Choix du nombre pour la pompe Centrifuge à double flux	76
VII.5.Choix du moteur électrique	77
VII.6. Rendement de la station de pompage	78
VII.7.1 Les equipements en amant	79
VII.7.2 Les equipements en aval	82
VII.8.Etude de la cavitation	84
VII.9.Le coup de bélier	85
VII.910 .1Dé finition	85
VII.9 .2 Les risques d û s aux coups de bé lier	85
a) Risque de forte pression	85
b) Pression n é gative	85
C) Fatigues des conduites	85
VII.9.3.Moyens de protection contre le coup de bélier	86

VII.9.3.1.Les volants d'inertie	86
VII.9.3.2.Les soupapes de décharge	87
VII.9.3.3.Les réservoirs d'air	87
VII.9.3.4.Les cheminées d'équilibre	87
VII.9.4.Analyse physique du phénomène du coup de bélier	87
VII.9.4.1.Phase 01	88
VII.9.4.2.Phase 02	88
VII.9.4.3.Phase 03...	88
VII.9.4.4.Phase 04	88
VII.9.5.Methode de calculdu volume d'air	90
VII.10.Chateau d'eau	91
Conclusion	92-93
VIII..Impacte du projet	

CONCLUSION GENERALE

LISTE DES TABLEAUX

Page

Tableau I.1 : Pluviométrie moyenne mensuelle en mm.....	4
Tableau I.2 : Nombre moyen de jours pluvieux.....	4
Tableau I.3 : Température moyenne mensuelle.....	5
Tableau I.4 : vitesse de vent en m/s sur une période d'observation de 31 ans (1980-2010).....	7
Tableau I.5 : Nombre de jours de gelée sur une période d'observation de 31 ans (1980-2010).....	7
Tableau I.6 : Nombres de jours de sirocco sur une période de 31 ans (1980-2010)	7
Tableau I.7 : Moyenne mensuelle de l'évaporation sur une période d'observation de 31 ans(1980-2011)	8
Tableau I.8 : Les valeurs de l'humidité relative de l'air sur une période de 31 ans (1980-2010)	8
Tableau I.9 : Nombre moyen de jours de brouillard sur une période de 29 ans(1980-2010)	8
Tableau I.10 : Moyenne mensuelle de l'insolation (latitude 36°) de 1991-1997...9	9
Tableau I.11 : Limite des climats d'après l'indice climatique de Martonne	11
Tableau II.1 : Capacités et volumes des barrages existants au niveau de la zone ...	16
Tableau II.2 Caractéristiques des barrages existants au niveau de la zone	16
Tableau II.3 La composition chimique et la qualité d'eaux d'irrigation	20
Tableau III.1 : Ajustement à une loi de Gauss	30
Tableau III.2 Pluviométrie moyenne pour chaque mois en mm	33
Tableau III-3 :L'Année de calcul.....	33
Tableau III.4 : Les précipitations efficaces.....	34

Tableau III-5 : représente l'évapotranspiration de référence ET_0 , calculée a l'aide du logiciel CROPWAT	36
Tableau III-6: Besoins d'irrigation de blé:.....	37
Tableau III-7: Besoins d'irrigation de l'orge	37
Tableau III-8: Besoins d'irrigation de sorgho	38
Tableau III-9 : Besoins d'irrigation de Pomme de terre	38
Tableau III-10: Besoins d'irrigation de L'oignon	39
Tableau III-11: Besoins d'irrigation des choux.....	39
Tableau III-12: Besoins d'irrigation des pommiers	40
Tableau III-13 : Besoins d'irrigation des poiriers	41
Tableau III-14 : Besoins d'irrigation des agrumes	42
Tableau III-15 : les besoins mensuels en eau des cultures	43
Tableau IV.1: Coefficients K' , m , B pour différents types du tuyau.....	46
Tableau V.1 : données générales pour les pommiers	53
Tableau V .2 : calculs des paramètres pour les pommiers	57
Tableau .V .3. : calcul de D_{cal} de la rampe	59
Tableau V .4 : calcul de D_{cal} de la porte rampe pour les pommiesr.	59
Tableau V.5 : calcul les diamètres de la porte rampe pour les pommiers	60
Tableau VII-1 : Choix final de la pompe	80
Tableau VII-2 : Variation du coefficient K en fonction de la puissance P	81
Tableau VII-3 : Caractéristiques du moteur électrique choisi	81

LISTE DES FIGURES

	Page
Figure (I.1) Plan de situation	02
Figure (I.2) : Graphe des temperatures	06
Figure (I.3) Climogramme de Gaussen	11
Figure (II.1) : <i>Diagramme de classification des eaux d'irrigation</i> (D'après United States Salinity Laboratory, U.S.S. L'établie 1954)	19
Figure (III.1) Ajustement à une loi normale	32
Figure VII-1 : Principe de disposition du réservoir d'air anti-bélier	89
Figure VII-2 : Variation du volume d'air au cours des phases de fonctionnement du réservoir	89

LISTE DES PLANCHES

1. Plan de situation.
2. Schema des ouvrages hydrauliques
3. Réseau d'irrigation..
4. Profil en long
5. Plan du batiment de la station de pompage Khemis II

Introduction

L'Algérie a connu une longue période de sécheresse un particulier dans les régions climat aride et semi aride à la pluviométrie est insuffisante mal répartie voire même rare.

Les ressources en eau représentent un élément fondamental dans le développement économique d'un pays ; Les interférences du secteur de l'hydraulique avec les autres secteurs économiques ont fait de lui un élément préalable pour la concrétisation des objectifs prioritaires pour le développement de l'agriculture.

La stratégie de développement agricole adoptée se base généralement sur l'utilisation rationnelle de cette ressource rare 'eau'.

La création des périmètres d'irrigation et la mise en valeur des terres agricoles ont un double objectif:

- Meilleure gestion de cette ressource en eau par projection des réseaux d'irrigation et équipement adéquats par adaptation des techniques d'économie de l'eau (goutte à goutte, aspersion, gravitaire..)
- Le développement agricole régional d'une part et national d'autre part. et celle à travers la fixation de la population agricole, absorption du chômage (création de l'emploi).ainsi la valorisation du m³ d'eau d'irrigation.

Ce présent mémoire de fin d'étude est composé de deux parties :

1^{ere} Partie :

Où on va faire :

- Une étude générale (climat, sol, eau.....) sur la région où on va réalise notre projet

Calcul les besoins en eau du périmètre et projeter un réseau d'irrigation en micro irrigation d'une parcelle d'une superficie totale de 10 ha.

- .

2^{eme} Partie :

Qui sert à donner une dimensionnement des ouvrages hydrauliques(adductions, réservoirs) et rehabilitation de la station de pompage de khemisII.

Chapitre I :

Situation et climat

I.1.Presentation du perimetre de Khemis:

La zone d'etude fait partie du périmètre du Haut-Chélif qui constitue avec trois autres grands périmètres irrigués (Moyen-Chélif, Bas-Chélif et Mina) la vallée du Chélif. Cette dernière couvre une superficie d'environ 61 500 ha, soit la moitié de la superficie actuelle des grands périmètres irrigués algériens.

La plaine du haut Chélif est située à 120 km, à l'Ouest de la capitale. Et a 90 km de la ville de Chélif. Le périmètre irrigable du Haut Cheliff a été officiellement créé le 9 mai 1941 ; il couvre une superficie totale de 31417 ha et se présente sous forme allongée en fuseau, de l'Ouest vers l'Est.

L'oued Chélif, longue oued du Maghreb, draine la plaine dans sa totalité et permet de distinguer deux rives :

- Rive droite.
- Rive gauche.

Coordonnées géographiques du Haut Chélif :

- Altitude moyenne : 290m
- Latitude : 36° 15'
- Longitude : 2 °15'

Ce périmètre se divise en deux plaines séparées par le massif de Doui :

- La plaine de Kherba el Abadia, s'étendant entre les communes : Abadia et Amra, elle est plus étroite et ne représente que 11300ha.

- la plaine de Khemis, a une superficie équipée de 20 117 ha,elle est composée de deux rives : la rive droite de 10 850 ha et la rive gauche de 9 267 ha. Elle est limitée à l'Est par les communes de Djendel et Ain Lachiakh, à l'Ouest par la commune d'El Arib, au Nord par les communes de Djendel, Ain Soltan, Khémis et Sidi Lakhdar et enfin au Sud par les communes de Djellida et Bir-Ouled Khélifa. c'est la plus importante des deux, elle couvre 20117ha.

Mais qui nous intéresse c'est la plaine de Khemis qui contient la la rive gouche

Sur le plan Administratif, la Zone d'Etude est située dans la Wilaya d'Ain Défia qui, compte tenu de ses potentialités en terres agricoles et en ressources hydriques, est considérée comme l'une des plus importantes Wilaya de l'Algérie sur le plan de la production agricole, notamment les légumes, les fruits et le lait. Aussi, du fait de sa localisation à proximité des grands centres urbains (Alger, Blida, Chlef).

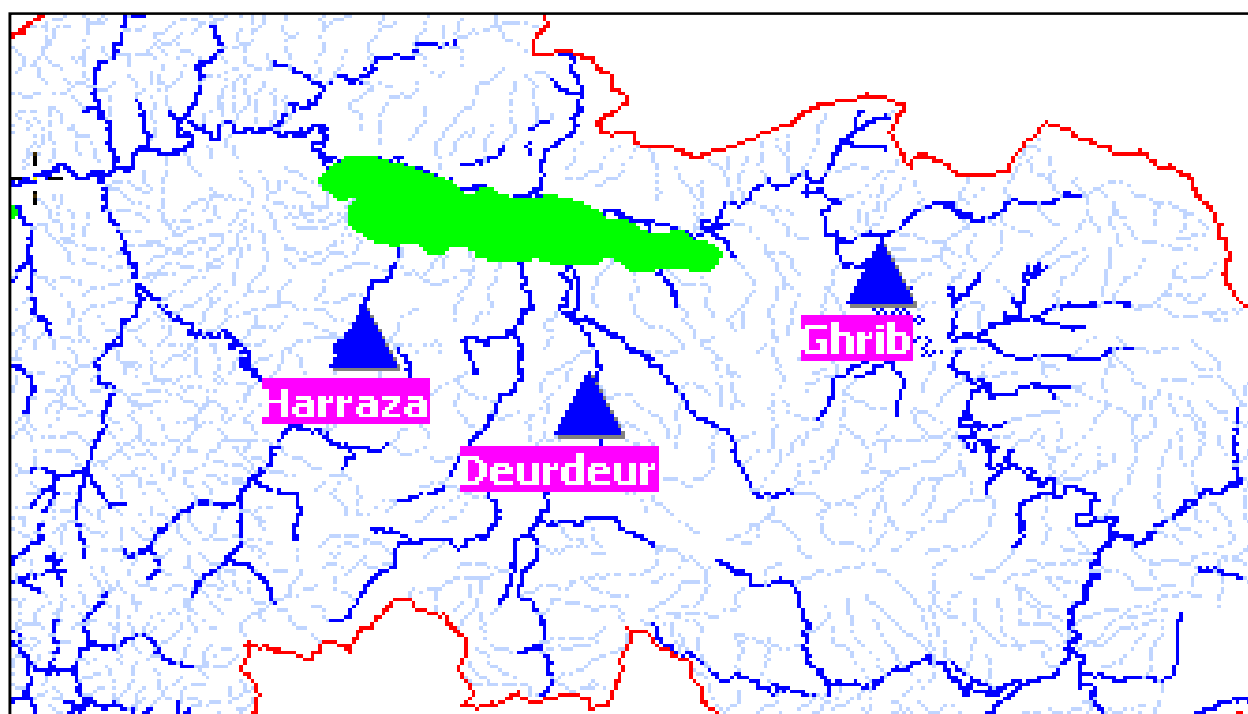


Figure (I.1) : Plan de situation

I.2.Situation géographique :

Le périmètre de Khemis se situe à 120km à l'ouest d'Alger, elle fait partie du grand bassin du Chélif.

Le Chélif qui la traverse d'est en ouest représente l'oued le plus long d'Algérie (725km).

Elle s'étend au pied massif de Zaccar qui culmine au Nord a 1500m d'altitude, plus a l'est le massif du Gantas domine a 871m d'altitude.

Les reliefs sont beaucoup plus abrupts au Nord qu'au Sud de la plaine ou les premiers contreforts de l'Ouarsenis ont un relief relativement collinaire.

Les bas des pentes de ces collines sont souvent couverts par des alluvions anciennes de point de vue géomorphologie.

La plaine de pente relativement faible est bordée au Nord par des cones de déjection qui constituent la zone de transition entre la vallée et la montagne (pente 15%). Ces cones sont particulièrement étendues et important au Nord Ouest dans la région des arrifs et Sud Ouest au pied du massif de Doui.

Les seuils de Djendel et du Doui représentent respectivement les limites Est et Ouest de la plaine celle ci constitue l'axe de drainage principal.

La région faisant l'objet de notre étude est la Rive gauche du périmètre Khemis .

Elle est située à l'est de la wilaya de Ain Defla dans une commune appelée Khemis

Ses limites actuelles sont :

- A l'Est par les communes: Djendel et Ain Lachiakh.
- A l'Ouest par communed' El Arib,.
- Au Nord par l'oued Chélif.
- Au Sud par les communes de Djellida et Bir-Ouled Khélifa.

I.3.Climatologie :

Le climat du Haut-Chéiff de type méditerranéen est relativement homogène dans l'ensemble avec des étés chauds et secs et des hivers frais et pluvieux. Il se caractérise par des vents légers, et un ensoleillement moyen élevé, variant selon les saisons.

Les différents composants du climat sont les précipitations, la température, le vent,

l'évaporation etc....

I.3.1.pluviometrie :**a)Pluviométrie moyenne annuelle :**

Elle est d'un régime variable et irrégulier suivant les mois et les années.

Pluviométrie moyenne mensuelle sur une période d'observation de 31 ans (1980-2010) à la station de Khemis.

Tableau I.1 : Pluviométrie moyenne mensuelle en mm.

Mois	Sep	Oct	Nev	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Année
P(mm)	21.0	34.3	54.9	60.3	57.5	55.6	43.5	35.2	27.1	9.2	3.6	5.6	407.8

Source : Station Météorologique de Khemis

Code station : 011717
Nom station : Khemis
X : 456
Y : 329
Z : 300

D'après le tableau en remarque :

- Saison pluvieuse de Novembre a Mars.
- Saison sèche de Juin a Août
- Saison moyenne Avril, Mai , Septembre et Octobre.

b) Nombre moyen de jours pluvieux :

Le nombre moyen de jours pluvieux dans la région sur une période d'observation de 31 ans (1980-2010) à la station de Khemis à étudier est porte dans le tableau suivant :

Tableau I.2 : Nombre moyen des jours pluvieux.

Mois	Sep	Oct	Nev	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Année
P(mm)	5	7	9	11	10	9	8	9	7	2	2	2	81

Source : Station Météorologique de Khemis

I.3.2. Temperature :

Les relèves moyennes mensuelles des températures sur une période de 31 ans (1980-2004) sont portées dans le tableau suivant :

Tableau I.3 : Température moyen mensuelle.

Mois	Sep	Oct	Nev	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Annuelle
$T^{\circ}_{moy} ({}^{\circ}C)$	25	20	14	10	9	10.5	12.5	15.5	20.5	25.5	29.5	29	18.42
$T^{\circ}_{min} ({}^{\circ}C)$	18	14	11	5	4	5	7	9	13	18	22	21	12.25
$T^{\circ}_{max} ({}^{\circ}C)$	32	26	19	15	13	16	18	22	28	33	37	37	24.67

Source : Station Météorologique de Khemis

La température moyenne du mois le plus froid est $4^{\circ} C$ elle correspond au mois de janvier, et celle de mois le plus chaud est de $37^{\circ}C$ elles correspond aux mois de juillet et août.

D'après le tableau 1.3 on constate que la température moyenne annuelle est de $18.42^{\circ}C$, et la moyenne minimale est de $12.25^{\circ}C$, et la moyenne maximale et de $24.67^{\circ}C$.

A partir de tableau 1.3 en trace les graphes de températures (figure : I.2).

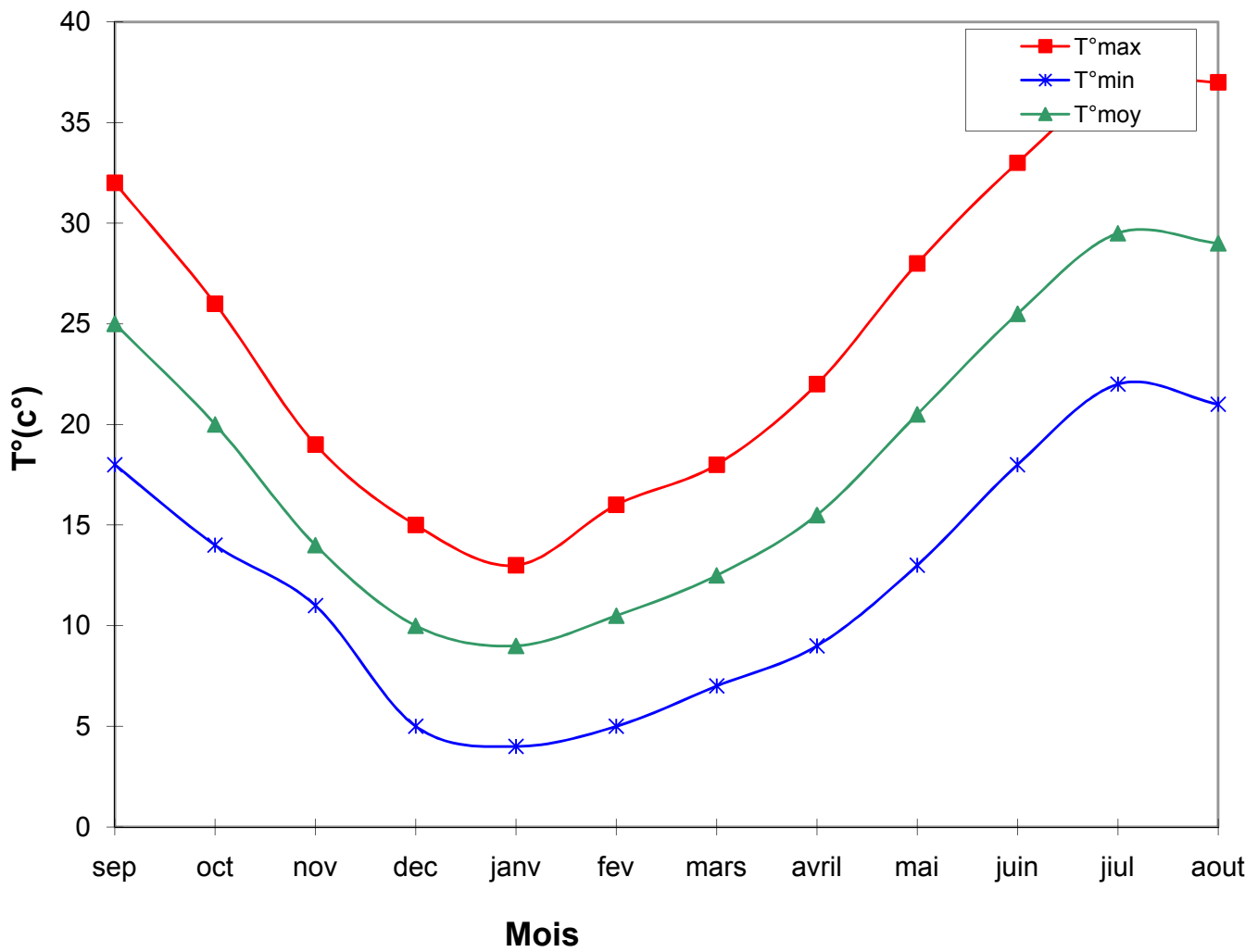


Figure (I.2) : Graphe des temperatures

I.3.3.Vent :

Les vents de la région de Khemis sont très fréquent et dont la vitesse varie entre 0.6à 2.5m/s

Leur direction varie avec la saison.

En hiver les vents dominants sont de direction Ouest.

En été les vents dominant sont de direction Est.

Le maximum des forces des vents se situe au cours d' été, et le minimum se situe en hiver.

Tableau I.4 : Vitesse de vent en m/s sur une période d'observation de 31 ans (1980-2010).

Mois	Sep	Oct	Nev	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
V (m/s)	1.75	1.41	1.24	1.29	1.15	1.42	1.64	1.42	1.64	2.18	2.33	2.10

Source : Station Météorologique de Khemis

I.3.4.Gel :

Les gelées commencent de mois de novembre jusqu'au mois d'avril, le maximum du nombre de jour de gelées est au mois de janvier.

Tableau I.5 : Nombres de jours de gelée sur une période d'observation de 31 ans (1980-2010).

Mois	Sep	Oct	Nev	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
Nombre de jours	0	0	1.2	5.1	5.6	2.3	1.5	0.6	0	0	0	0

Source : Station Météorologique de Khemis

I.3.5.Sirocco :

D'après la station de Khemis le maximum se situe en juillet et août.

Tableau 1.6 : Nombres de jours de sirocco sur une période de31 ans (1980-2010).

Mois	Sep	Oct	Nev	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
Nombres de jours	1.3	0.2	0.1	0	0	0.1	0.3	1.2	2.1	3.4	6.6	4.7

Source : Station Meteorologique de Khemis

I.3.6. Evaporation :

L'évaporation est le phénomène qui est en relation directe avec la température de l'air et du sol.

Tableau I.7 : Moyenne mensuelle de l'évaporation sur une période d'observation de 31 ans (1980-2010).

Mois	Sep	Oct	Nev	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
Evapo (mm)	132.1	95	57.7	53.6	71.8	97	136	201.4	256	339	337.1	227

Source : Station Météorologique de Khemis

I.3.7. Humidité relative :

L'humidité relative moyenne annuelle de l'air est de 68.8%. La plus grande humidité relative de l'air pendant la période hivernale atteint la valeur de 87.3%, et la plus petite valeur pendant la période estivale atteint 41.6%.

Tableau I.8 : Les valeurs de l'humidité relative de l'air sur une période de 31 ans (1980-2011).

Mois	Sep	Oct	Nev	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
Humidité %	77.2	79.6	74.6	66.4	69.5	58.6	41.6	49	69	73.4	79.7	87.3

Source: Station Météorologique de Khemis

I.3.8. Brouillard :

C'est un facteur climatique aussi fréquent que la pluviométrie, dont l'intensité varie dans le temps.

On remarque que la durée moyenne du brouillard est maximale correspond aux mois les plus froids (décembre et janvier).

Tableau I.9 : Nombre moyen de jours de brouillard sur une période de 31 ans (1980-2010).

Mois	Sep	Oct	Nev	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
Brouillard	0.2	1.2	2.9	5.2	4.1	2.8	2.3	0.8	1.3	0.4	0.0	0.0

Source : Station Météorologique de Khemis

I.3.9. Insolation

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

Tableau I.10 : Moyenne mensuelle de l'insolation (latitude 36°) de 1991-1997.

Mois	Sep	Oct	Nev	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
insolation heure	10.02	7.5	5.6	4.33	4.4	6.1	8	7.75	10	10.2	11.68	11.26

Source : Station Météorologique de Khemis

I.3.10.Indice climatique

1. Indice d’aridité de Martonne :

Il permet de connaître le degré de sécheresse de la région.

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

Avec :

I_A : indice climatique.

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

T : température moyenne annuelle (°C).

$$I_A = \frac{407.8}{18.42 + 10} = 14.35$$

$$I_A = 14.35$$

Tableau I.11 : Limite des climats d’après l’indice climatique de Martonne.

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

$$I_A = 14.35 \text{ donc } 10 < I_A \leq 20$$

•D’où notre climat est sec, donc l’irrigation est souvent indispensable.

2. Quotient pluviométrique d’EMBERGER :

Le quotient pluviométrique d’EMBERGER exprime la sécheresse globale d’un climat en faisant la comparaison entre la consommation en eau et l’apport par le rapport $\frac{P}{E}$.

$$Q = 2000 \frac{P}{M^2 - m^2}$$

Avec :

P : précipitation moyenne annuel mm

M : Température moyenne maximale du mois la plus chaud en K° (degré kelvin)

m : Température moyenne minimale du mois la plus froid en K°

$$M = 37 + 273 = 310K$$

$$m=4+273=277K$$

A.N :

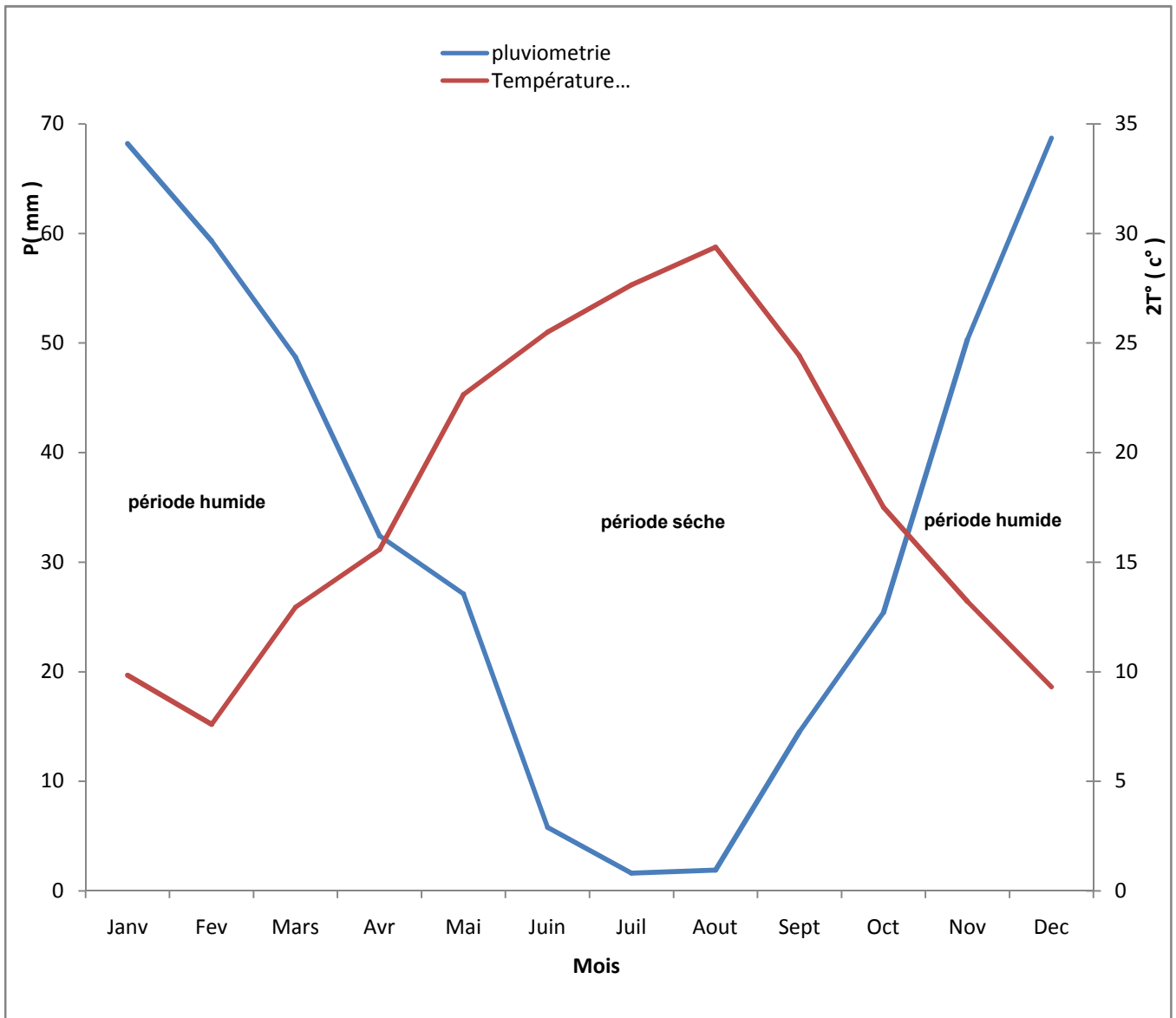
$$Q=2000.\frac{407.8}{(310)^2 - (277)^2} = 42.11$$

*D'après le diagramme bioclimatique d'EMBERGER (**Annexe 1**), on peut dire que le climat de notre région est un climat semi-aride.

3-Climogramme de Gaussen

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

Dans notre cas, la période sèche commence du mois d'Avril jusqu'au mois d'Octobre



Figure(I.3): Climogramme de Gausse

Conclusion :

On peut conclure que les caractéristiques de notre région est comme suit :

Une période pluvieuse commence au mois de novembre jusqu'a avril, les mois les plus secs sont juillet et août.

- Pendant l'hiver la température arrive jusqu'à 4°C, et en été elle peut atteindre 37°C.

-Finalement on peut dire que le climat de la plaine de Khemis est de type méditerranéen, un été chaud avec un hiver froid et pluvieux.

Chapitre II :

Analyse des ressources en eaux et en sols

II.1.Geologie :

La plaine du Haut Chélif correspond a une zone déprimée a sédimentation récente miopliocène.

Elle est traversée d'Est en Ouest par l'oued Chélif qui entre dans la plaine par une ligne de reliefs que forment le Djebel Gontass (81m) le massif de Zaccar et des Arribs, elle appartient au Tell Septentrional.

La partie Sud est limitée par les premiers contreforts de l'Ouarsenis, elle appartient au Tell Méridional.

Les pointements jurassico-primaires de Zaccar Doui et Arribs constituent l'autochtone épigénétique a Schistosité ante nappe sur lequel repose l'allochtone caractérisée par des nappes de charriage a matériel crétacé. Ces nappes venant du Nord se sont mises en place du Miocène inférieure.

Le bassin du la Haut Chélif correspond a un sillon intra montagneux subsident dans lequel l'érosion des reliefs environnants et les transgressions successives ont permis les dépôts de fortes épaisseurs de sédiments néogènes et quaternaires.

II.2.Stratigraphie :

Le massif du Zaccar d'âge jurassique et le massif du Doui d'âge primaire et jurassique forment des pointements autochtones de tectonique complexe et relativement mal connus qui bordent le bassin du Haut Chélif.

Après la mise en place des nappes de charriages venant du Nord il y a eu formation des bassins sédimentaires du Chélif ,une phase de compression de direction moyenne a engendrer la formation de plis secondaires et l'allongement des bassins du Chélif.

II.2.1.Le Miocène Inférieur :

Les bassins subsident du Chélif s'individualisent, celui du Haut Chélif en particulier se comporte comme un synclinal bordé par les massifs rugueux a tectonique cassée du Zaccar et du Doui.

II.2.2.Le Miocène Supérieur :

Les massifs bordiers se remettent à jouer le long de failles et de flexures. Le Zaccar et le Doui se dressent davantage.

Au centre du miocène supérieur est marquée par une nouvelle transgression vindolienne .Dans la majeure partie du bassin le miocène succède en continuité de sédimentation au miocène inférieur.

Le miocène traduit un changement net dans l'histoire du Haut Chélif celui-ci tend en effet à s'isoler des autres bassins du Chélif pour évoluer en golfe ou estuaire qui se comblera peu à peu par des sédiments détritiques.

La fin du miocène supérieur se caractérise par une reprise de l'érosion et dépôt de grès avec des intercalations marneuses.

II.2.3.Le Pliocène :

Les reliefs très élevés se comportent en barrage empêchant la mer pliocène de pénétrer dans le bassin de KHEMIS.

II.2.4.Le Quaternaire :

Le quaternaire est discordant sur les terrains néogènes. La plaine DE Khemis est entièrement creusée dans le miocène supérieur. Et c'est en partie avec les matériaux qui en proviennent qu'elle a été remblayée.

Les alluvions quaternaires sont donc d'un grand intérêt hydrologique du fait de leur porosité.

Conclusion :

Le miocène inférieur et supérieur forme un cycle sédimentaire complet matérialisé par des dépôts importants des sédiments à dominance marneuse (supérieur à 2 km) parallèlement à une subsidence intense.

Toute la région du Nord Est est occupée par des failles importantes de direction NE-NW.

Les massifs bordiers en surrection le long des failles verticales limitant le bassin au Nord et à l'Ouest.

Il se comporte donc en bassin intra montagné pendant toute la néogène.

II-3- SISMICITE :

Une grande partie du nord de l'Algérie est susceptible d'être soumise à l'importante secousse sismique. L'intensité de ses secousses est suffisante pour causer d'importants dommages et / ou ruines des constructions à moins que celles-ci ne soient conçues et construites de manière adéquate pour résister à ces effets. Ainsi que le phénomène d'érosion qui dépend du type de sol rentre dans l'étude de stabilité de la région.

En fonction de l'intensité sismique et d'après le règlement parasismique Algérien 88, la zone de Ain Defla est classée comme zone III, c'est-à-dire la sismicité est plus fréquente et importante. Cette importante sismicité s'explique par le fait que cette région est directement impliquée dans l'affrontement des plaques européennes et africaines .

II-4 Hydrologie :

Le périmètre du Khemis est drainé par un réseau Hydrographique bien marqué dont les ramifications principales sont constituées par les affluents marquants de l'oued Cheliff , on trouve :

- l'Oued Deurdeur
- l'Oued Cheliff
- l'Oued Harraza
- l'Oued Massin

Les affluents de rive gauche ont des bassins versants beaucoup plus étendus, dont la partie supérieure formée par les reliefs montagneux de l'Ouarsenis.

Les deux oueds principaux (Deurdeur ; Chelif), qui bénéficient d'un régime hydrologique favorable, ont fait l'objet d'aménagement en vue d'une mobilisation de leurs ressources en eau (barrages de Harraza)

Outre ces affluents principaux, le périmètre du Khemis est concerné par l'existence d'un très grand nombre de petits oueds:Massin,Guergoure,Tletta,Djelida, issus de reliefs de bordure.A leur entrée dans la plaine (ligne de rupture de pente) la plupart de ces oueds se désencaissent et abandonnent leur débit solide, donnant naissance à de véritables cônes de déjection Sablo-limoneuse .

Les eaux décantées s'écoulent alors, par un réseau de surface diffus et peu marqué en direction des thalwegs et des points bas de la plaine, où elles s'accumulent et provoquent des engorgements temporaires particulièrement néfastes aux cultures

II.5 Ressources en eaux :**II.5.1 Les Eaux Souterraines :**

les ressources en eau souterraines sont celles du massif de Zaccar de nappe alluviale du Chélif.

Le massif du Zaccar constitue un excellent réservoir d'eau, les eaux emmagasinées étaient restituées par des sources de débordement donc les plus importantes étaient à Miliana et le débit moyen était de l'ordre de 200 à 300 l/s (d'après la carte hydrogéologique de la région d'Algérie 1972-1973)

La géophysique et les forages effectués dans la nappe alluviale de Chélif mettent en évidence au voisinage du cours actuel du Chélif un chenal à remplissage grossier (gros galets et graviers) qui constitue le principal réservoir aquifère de la plaine. Son épaisseur est de 100 à 150m.

Les études effectuées montraient qu'il était possible de prélever au minimum 1m³/s et cependant 6mois en moyenne.

- Le nombre de forages réalisées entre 1976 et 1979 est de 8 avec un débit totale $Q=76l/s$.
- le nombre de forages réalise entre 1980 et 1983 est de 14 avec un débit total $Q=243l/s$.
- le nombre de forages réalise entre 1993 et 2001 est de 22 avec un débit total $Q=514l/s$.

Ceci montre que les besoins en eau vont toujours en ordre croissant.

II.5. 2 Les Eaux Superficielles :

Le principe ressource en eau destinée à l'irrigation du périmètre du Khemis provient exclusivement des eaux stockées dans les barrages (barrage de Deurdeur et Harraza) qui se présentent comme suit :

Les apports des différents sous-bassins versants actualisés sur la base de nouvelles séries hydrologiques disponibles et collectées auprès de l'Agence National des Ressources Hydrauliques sont récapitulés dans les Tableaux suivant:

Tableau II.1: Capacités et volumes des barrages existants au niveau de la zone

Barrage	Capacité totale (Hm ³)	Volume régularisable (Hm ³)
Harraza	70	20
Deurdeur	110	45

Tableau II.2: Caractéristiques des barrages existants au niveau de la zone

Barrage	Oued	Aire du B.V (km ²)	Capacité (hm ³)	Mise en Service	Destination
Harraza	Harraza	142	70	1984	Irrigation
Deurdeur	Deurdeur	468	110	1985	Irrigation + AEP

-Les Ouvrages hydrauliques existants au niveau de la zone:

- > Conduited'adduction reliant Seuil de dérivation sur l'Oued Deurdeur au réservoir existant de Sidi-Farès;
- > Chateau d'eau de Harraza
- > Chateau d'eau de Sidi Fares
- > Station de pompage de Harraza à l'aval du barrage de Harraza

> Station de pompage de Khémis II.

II -5-3 Qualité de l'eau d'irrigation :

Parmis les caractéristiques physico-chimiques des eaux d'irrigation la salinité qui constitue l'aspect le plus important ; l'irrigation avec des eaux chargés en sel entraîne une accumulation de ses dernier dans la couche active de sol, qui peut provoquer des problèmes dans l'accroissance des plantes .

II.5.3.1.Classification des eaux pour l'irrigation :

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

La classification donnée en fonction de la concentration des sels

*1 g/l	bonne irrigation.
*1-3 g/l	faiblement salée.
*3-5 g/l	moyennement salée
*5-10 g/l	fortement salée.
*>10g/l	extrêmement salée.

b) Classification américaine :

La classification américaine est basée sur deux paramètres (CE a 25°C et S.A.R)

c) Pour la conductivité électrique C.E

•C1 : C.E<0,250	mmhos/cm	l'eau de faible salinité
•C2 :0 ,250<C.E<0,750	mmhos/cm	l'eau de salinité moyenne
•C3 :0,750<C.E<2,250	mmhos/cm	l'eau à forte salinité
•C4 :C.E>2,250	mmhos/cm	l'eau à très forte salinité

d) Pour le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R

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

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

Avec : Na⁺, Ca⁺⁺, et Mg⁺⁺ en meq/l.

•S1 :S.A.R<10

L'eau contenant une faible quantité de sodium, peut être utilisée pour l'irrigation de presque tous les sols sans qu'il y ait à craindre que des difficultés ne surgissent du point de vue alcalinisation.

•S2 :10<S.A.R<18

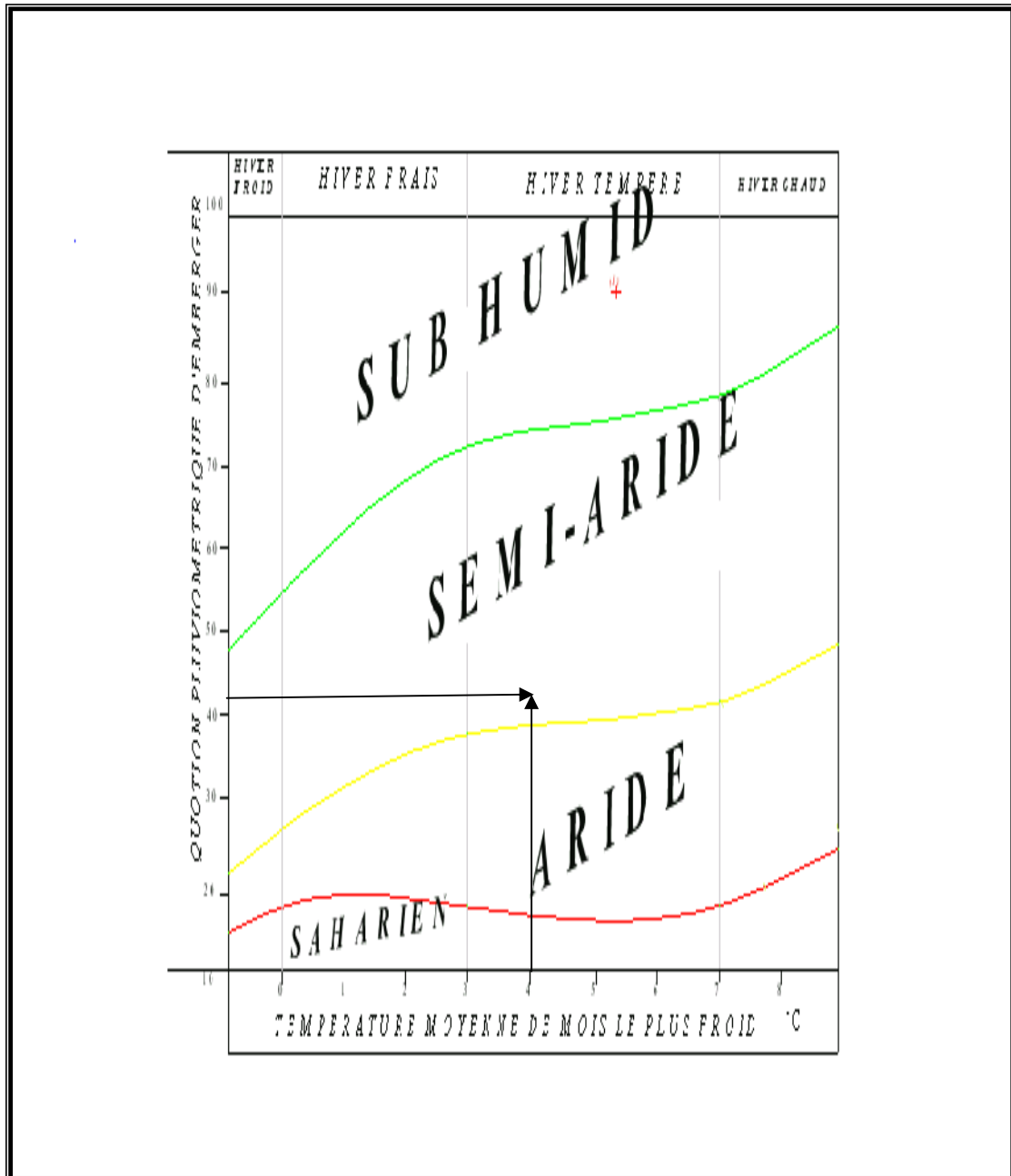
Les eaux contenant une faible quantité moyenne de sodium, peuvent présenter quelques difficultés dans les sols a texture fine, a moins qu'il n'y ait du gypse dans le sol, ces eaux peuvent être utilisées sur des sols a texture grossière ou sur des sols organiques qui absorbent bien l'eau.

•S3 : $18 < S.A.R < 26$

Les eaux contenant une quantité de sel élevée, peuvent provoquer des difficultés dans la plupart des sols et ne peuvent être employées qu'avec des précautions spéciales : bon drainage, lessivage important et addition de matière organiques. S'il y a une forte quantité de gypse dans le sol, il peut ne pas surgir de difficultés pendant quelques temps. S'il n'y pas de gypse, il faut ajouter un amendement chimique exerçant le même effet.

•S4 : $S.A.R > 26$

Les eaux contenant une quantité très élevée de sodium, sont généralement impropres à l'irrigation, sauf pour un degré de salinite moyen ou faible, lorsque l'usage de gypse ou amendements analogues permettent l'utilisation.



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

(D'après United States Salinity Laboratory, U.S.S. L'établie 1954)

La composition chimique moyenne des eaux disponibles et les résultats des analyses sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau II-3 :La composition chimique et la qualité d’eaux d’irrigation.

		Barrage de Deurdeur (Oued deurdeur)	Oued Cheliff
Salinité moyenne(g/l)		0.85	0.93
Conductivité électrique (millimohos)		0.55	0.62
Bilan ionique (meq/l)	Ca ⁺⁺	3.9	4.9
	Mg ⁺	2.8	5.5
	Na ⁺	6.0	6.5
	Cl ⁻	6.2	6.6
	So ₄ ⁻	4.5	7.7
	So ₃ H	3.0	2.5
SAR		3.3	2.8
Classement de riverside		C2-S1	C2-S1

Source : A.P.D 1.1 mémoire explicatif (A.G.I.D)

Les eaux de barragede Deudeur d'un résidu sec moyen de mois de 1 g/l, ce qui représente une salinité faible. Le coefficient SAR égal à 3,3 et la conductivité électrique de 0.73mS/cm présente ainsi un risque d'alcalinisation moyenne. Il en est de même pour les eaux debarrage de Harraza dont le résidu sec moyen est 0,93 g/l. un SAR faible (SAR=2.8) et une conductivité électrique de 0,62mS/cm, de ce fait les eaux destinées pour satisfaire les besoins du périmètre de Khemis sont jugées de bonne qualité.

II.6.Pédologie :

En ce qui conserne l'alimentation en eau des plantes, le sol joue essentiellement un rôle d'un réservoir .Les caractéristiques de ce réservoir et son mode de fonctionnement qu'il est utile de connaitre dans un périmètre d'irrigation ;et qu'il s'agisse pour un ingénieur de dimensionner le réseau de distribution ou pour les usagers de bien utiliser l'eau qui est mise à leurdisposition.Donc la pédologie est l'étude de reconnaissance des sols.

- Evaluer la capacité des sols du secteur étudié à assurer un bon développement végétatif des cultures envisagées et à valoriser économiquement l'investissement. Les aptitudes culturales sont appréciées en confrontant les exigences des productions possibles; la carte pédologique conduite à un zonage du territoire en fonction de ces aptitudes et contraintes.

-Estimé le degré de contribution des sols du périmètre à l'alimentation des plantes a irriguer.

-Choisir les techniques d'arrosage les plus adaptées aux conditions du sol et de culture (aspersion; goutte à goutte; submersion)

-Fixer les règles à respecter pour une conduite des arrosages dans le système «sol-culture» pratiqué. Ce ci nécessite une connaissance approfondie des sols à l'échelle de la parcelle d'exploitation agricole. Il s'agit en effet pour l'irrigant d'économiser l'eau et d'adapter les apports aux besoins de la plante. Mais il faut aussi protéger les eaux des nappes phréatiques et du réseau hydrographique contre les risques de pollution.

D'après l'étude qui a été faite dans la région représentée dans le document : l'étude hydrodynamique des sols de la plaine de Khemis (ANRH Soumaa)

on a :

N°	Type du sol	Profondeur (cm)	Granulométrie					Complexe absorbant (meq/100g de sol)			
			A %	L_f %	L_g %	S_f %	S_g %	Ca^{++}	Mg^{++}	K^+	Na^+
1	ses quioxydes de fer	0-40	43	30	10	8	5	24	2	0.32	0.43
		40-75	38	34	10	8	5	22	3	0.23	0.43
		75-120	48	28	8	7	5	20	4	0.17	0.43
2	Calcimagnésiques	0-30	48	35	6	5	12	33	3	0.24	0.38
		30-70	49	36	6	5	1	34	3	0.20	0.43
		70-110	53	34	5	3	1	35	5	0.20	0.54
3	peu évolués	0-22	33	45	16	5	1	32	3	0.86	0.76
		22-53	33	43	17	4	0	31	3	1.14	0.64
		53-84	37	42	3	18	0	36	5	0.97	0.32
		84-115	40	54	3	0	0	29	4	1.52	0.15

Matière organique					Solution du sol		Caractéristiques physiques			
M (%)	C (%)	N (%)	C/N	<i>Caco</i> ₃	CE (mmhos/cm)	PH	Profond	<i>PF</i> _{4.2}	<i>PF</i> ₃	<i>PF</i> _{2.5}
1.02	6.00	0.91	1.00	0.80	0.51	7.76	0-35	17.4	14.6	29.3
0.83	5.20	0.78	7.00	0.80	0.49	7.20	35-50	12.30	13.6	28.1
0.86	5.10	0.75	7.00	0.40	0.90	6.60	50-80	15.0	18.6	32.7
1.64	9.70	1.36	7.00	10.8	0.58	7.90	0-30	-	22.7	27.1
1.42	8.40	0.99	8.00	11.4	0.37	8.00	30-60	-	23.8	28.4
1.17	6.90	0.89	8.00	9.40	0.35	8.08	60-110	-	26.5	31.3
1.53	9.00	0.94	10.0	26.62	0.62	7.90	0-30	10.6	21.8	26.4
1.45	8.50	0.89	10.0	25.32	0.49	8.00	30-65	11.4	20.8	25.8
0.73	4.30	0.66	7.00	27.61	0.70	8.14	65-110	12.6	21.7	26.3
0.73	4.30	0.62	7.00	25.58	0.65	8.02	-	-	-	-

II.6-1. Etat physique du sol:

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

Texture:

La texture du sol caractérise la nature, la taille et la distribution des particules solides qui la constituent.

Qualitativement, elle peut s'apprécier par le "toucher" du matériau sol, qui peut être grossier et rugueux, en fin et moelleux. On parle aussi de "terres lourdes" ou de "terres légères" selon qu'elles sont plus ou moins difficiles à travailler.

Quantitativement, elle s'exprime par l'analyse granulométrique qui décrit les proportions relatives des diverses tailles des particules solides.

Les résultats de cette analyse permettent de classer un sol en utilisant, soit le triangle textural équilatéral de l'U.S (conservation soit service) soit le triangle textural rectangulaire recommandé par le GEPPA (groupe d'étude des problèmes pédologie appliquée), (Annexe:2)

Structure:

La structure du sol caractérise la façon dont sont associées les particules élémentaires solides en agrégats.

C'est de la structure du sol que découlent directement des propriétés telles que la porosité qui est le rapport du volume des vides du sol et volume total exprimé en %, la cohésion, l'ameublissement. La structure se prête moins facilement que la texture à des analyses quantitatives.

II.6.2. Perméabilité:

La perméabilité c'est la faculté qu'à un sol à laisser circuler l'eau plus ou moins facilement ou définie par sa vitesse d'infiltration qui est la quantité maximale d'eau qui peut traverser le sol dans un temps donné; on l'exprime en général en mm/h.

On peut définir en fonction de la valeur de K exprimée suivant diverses unités différentes classes de perméabilité

Tableau II.4: Différentes classes de perméabilité

Type du sol	Vitesse d'infiltration k			
	cm/s	mm/h	m/s	m/j
Sols imperméables	10^{-5}	0.36	10^{-7}	0.00864
Sols peu perméables	10^{-4}	3.6	10^{-6}	0.0864
Sols moyennement perméables	10^{-3}	36	10^{-5}	0.864
Sols perméables	10^{-2}	360	10^{-4}	8.64
Sols très perméables	$>10^{-2}$	>360	$>10^{-4}$	>8.64

On peut classer la nature de sol suivant sa valeur de perméabilité.

Tableau II.5: Nature du sol et sa valeur de K

Nature de sol	K (mm/h)
Très argileux	<1,2
Argileux	1.2 à 1.5
Limoneux	5 à 20
Limono-Sableux	60 à 120
Sableux	120 à 250
Sables grossiers	250 à 1000

D'après le tableau précédent, on voit donc que la perméabilité d'un sol dépend beaucoup de sa texture.

Les sols à texture fine étant les moins perméables; mais pour un sol donner la perméabilité dépend également de sa structure..

II.6.3. Analyses chimiques du sol:

D'après l'analyse chimique qui est faite dans l'A.N.R.H on peut dire que:

- le sol n'est pas salin parce que C.E < 4 mmhos / cm
- le sol n'est pas vraiment riche en matière organique

- le rapport C/N est très faible (pour les sol sesquioxydes de fer);et atteint l'unité ce qui veut dire que la matière organique à été pratiquement lessivée .mais pour les sols calcimagnésiques le rapport est proche de l'unité 7 à 8 ce qui veut dire que la matière organique n'a pas été rapidement ou complètement minéralisée. ce rapport est faible et varie entre 7 et10 pour les sols peu évolués.

-on a le SAR < 6, donc il n'y a pas de danger d'alcalinisation.

II.6.4.Description des profils:

1) Sols à sesquioxydes de fer:

-0 à 40cm: sec, structure polyédrique grossière à moyenne, texture argilo- limoneux, rares radicelles, faible activité biologique.

-40 à 75cm: matériaux analogues au précédent, argilo-limoneux ,porosité tubulaire assez faible ,consistance et cohésion forte,structure massive,son structure polyédrique moyenne peu développée

-75 à 120cm:structure massive, assez compact, argilo-limoneux.

2) Sols calcimagnésiques:

-0 à 20cm:sec, texture limono-argileuse, structure tendance polyédrique, poreux, quelques radicelles en voie la décomposition.

-20 à 50cm:même matériaux, structure polyédrique en éclat, consistance et cohésion faible, porosité assez bonne, texture argileuse.

-50 à 140cm:texture argileuse, structure polyédrique anguleuse bien développé, bonne porosité, consistance et cohésion moyenne.

3) Sols peu évolués:

-0 à 22: brun foncé, limono-argileux.

Activité biologique, poreuse, cohérente, nombreuses racines, effervescent.

-22 à 53: brun foncé, limono-argileux , polyédrique moyenne à grossière, racines en décomposition, activité biologique, poreux, cohérent effervescent.

-53 à 84: brun, limoneux, polyédrique poreux, quelque taches grisâtres d'hydromorphie temporaires, effervescent.

-84 à 115: brun calcaire, limono-argileux, polyédrique anguleuse moyenne à fine bien développée, à faces brillantes, poreux, effervescent, taches grisâtres d'hydromorphie temporaires.

Conclusion:

A partir des études faites, on peut dire que périmetre à des caractéristiques suivantes :

Le sol est lourd, n'est pas salé avec une faible quantité en matière organique, c'est un sol assez imperméable.

Chapitre III :

Etude hydrologique et

Régime d'irrigation

III .1 Introduction :

Cette étude a pour but principal de déterminer les besoins en eau des cultures ainsi le volume nécessaire alloué pour le mois de pointe et pour l'ensemble de l'année de calcul.

Ces derniers sont importants à connaître, car ils peuvent nous indiquer si la quantité d'eau est suffisante ou pas. donc les calculs permettent de confirmer que le volume d'eau stocké au niveau de la retenue est suffisant pour l'irrigation de notre périmètre.

III .2. Besoins en eau des cultures:

Les cultures pour se développer, puisent du sol l'eau et les éléments nutritifs. La quantité d'eau donnée à la culture n'est pas entièrement absorbée par la culture, une partie percole et se perd en profondeur.

L'eau qui constitue la plante est libérée par transpiration à travers l'appareil foliacé, le reste est évaporé par le sol. L'ensemble de ces deux actions est l'évapotranspiration. Ce phénomène conditionne et détermine les besoins en eau des cultures.

Dans un premier temps, la détermination des besoins en eau d'une culture nécessite :

- La connaissance de divers paramètres concernant aussi bien la plante elle-même que les données climatiques ou pédologiques de la région.
- Les données climatiques donneront les indications nécessaires concernant les besoins en eau de la culture.
- Les paramètres pédologiques permettront d'estimer la réserve en eau utile du sol; et les données culturales préciseront la réserve en eau facilement utilisable par la plante.
- Qualité de l'eau d'irrigation à l'aide des différents résultats obtenus, il sera relativement aisé de déterminer par la suite les quantités d'eau d'irrigation nécessaires au bon développement de la plante.

III .3 Détermination de l'année de calcul :

La détermination de l'année de calcul à pour but de connaître la quantité de pluie qui peut être utilisée par la plante. Elle est une fraction de la pluie efficace (pluie de probabilité 80%), (de l'année de calcul de P80%)

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

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

-Etude des précipitations annuelles :

- Ajustement de la loi de Gauss

La méthode de Gauss consiste a :

*Classer les valeurs des précipitations annuelles par ordre décroissant.

*Classer les fréquences des valeurs observées par la formule :

$$F(x) = \frac{n - 0,5}{N}$$

Avec : n : Numéro d'ordre.

N : Nombre d'années observées.

On doit calculer :

La moyenne arithmétique : $\bar{X} = \sum \frac{X_i}{n}$

L'écart type : $\delta = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$ Pour n ≥ 30

La variable réduite de Gauss : $U = \frac{X - \bar{X}}{\delta}$

Le coefficient de variation : $C_v = \frac{\delta}{\bar{X}}$ Pour les calculs on a utilisé le logiciel **HYDROLAB**.

Les résultats obtenus sont reportés dans **Tableau (III.1)**:

**Ajustement
à une loi de
Gauss**

Taille n= 31

Moyenne= 407.370968

Ecart-type= 94.2222557

I.C. à (en%)= 80

U Gauss= 1.2817

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
480.7	192.1	1	0.0161	-2.142	192.1	205.580695	159.654143	240.52241
342.6	244.1	2	0.0484	-1.661	244.1	250.862066	212.232095	280.972179
393.6	286.6	3	0.0806	-1.401	286.6	275.36621	240.410309	303.136181
369.5	288.2	4	0.1129	-1.211	288.2	293.233695	260.78987	319.464242
470.3	311.5	5	0.1452	-1.057	311.5	307.737613	277.205209	332.846286
458.2	312.9	6	0.1774	-0.925	312.9	320.201172	291.203621	344.453471
520	317	7	0.2097	-0.807	317	331.300837	303.574392	354.886261
311.5	342.6	8	0.2419	-0.700	342.6	341.433355	314.779102	364.49817
429.1	369.5	9	0.2742	-0.600	369.5	350.85409	325.113675	373.517901
286.6	378.2	10	0.3065	-0.506	378.2	359.73918	334.781153	382.10428
422.9	379	11	0.3387	-0.416	379	368.217069	343.928564	390.374157
477.6	381.8	12	0.3710	-0.329	381.8	376.385994	352.667344	398.417918
288.2	381.9	13	0.4032	-0.245	381.9	384.324441	361.08551	406.30879
192.1	393.6	14	0.4355	-0.162	393.6	392.097789	369.255353	414.108801
443.5	415.2	15	0.4677	-0.081	415.2	399.762819	377.238607	421.872867
590.5	417.9	16	0.5000	0.000	417.9	407.370977	385.090136	429.651819
312.9	421.4	17	0.5323	0.081	421.4	414.979117	392.869069	437.503329
433.4	422.9	18	0.5645	0.162	422.9	422.644146	400.633134	445.486583
415.2	429.1	19	0.5968	0.245	429.1	430.417494	408.433145	453.656425
244.1	433.4	20	0.6290	0.329	433.4	438.355942	416.324018	462.074591
417.9	443.1	21	0.6613	0.416	443.1	446.524867	424.367779	470.813372
317	443.5	22	0.6935	0.506	443.5	455.002755	432.637655	479.960782
381.8	458.2	23	0.7258	0.600	458.2	463.887846	441.224035	489.628261

378.2	470.3	24	0.7581	0.700	470.3	473.30858	450.243765	499.962834
381.9	477.6	25	0.7903	0.807	477.6	483.441098	459.855675	511.167543
421.4	480.7	26	0.8226	0.925	480.7	494.540763	470.288465	523.538315
379	496	27	0.8548	1.057	496	507.004323	481.89565	537.536727
443.1	516.8	28	0.8871	1.211	516.8	521.50824	495.277694	553.952066
612.9	520	29	0.9194	1.401	520	539.375726	511.605755	574.331627
496	590.5	30	0.9516	1.661	590.5	563.879869	533.769757	602.509841
516.8	612.9	31	0.9839	2.142	612.9	609.161241	574.219526	655.087793

Fréquence	U.Gauss	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0.8	0.841	486.654918	462.886345	514.739463	486.654918	0.800	5.0

Fréquence	U.Gauss	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0.5	0.000	407.370977	385.090136	429.651819	407.370977	0.500	2.0

Fréquence	U.Gauss	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0.2	-0.841	328.087018	300.002472	351.855591	328.087018	0.200	1.3

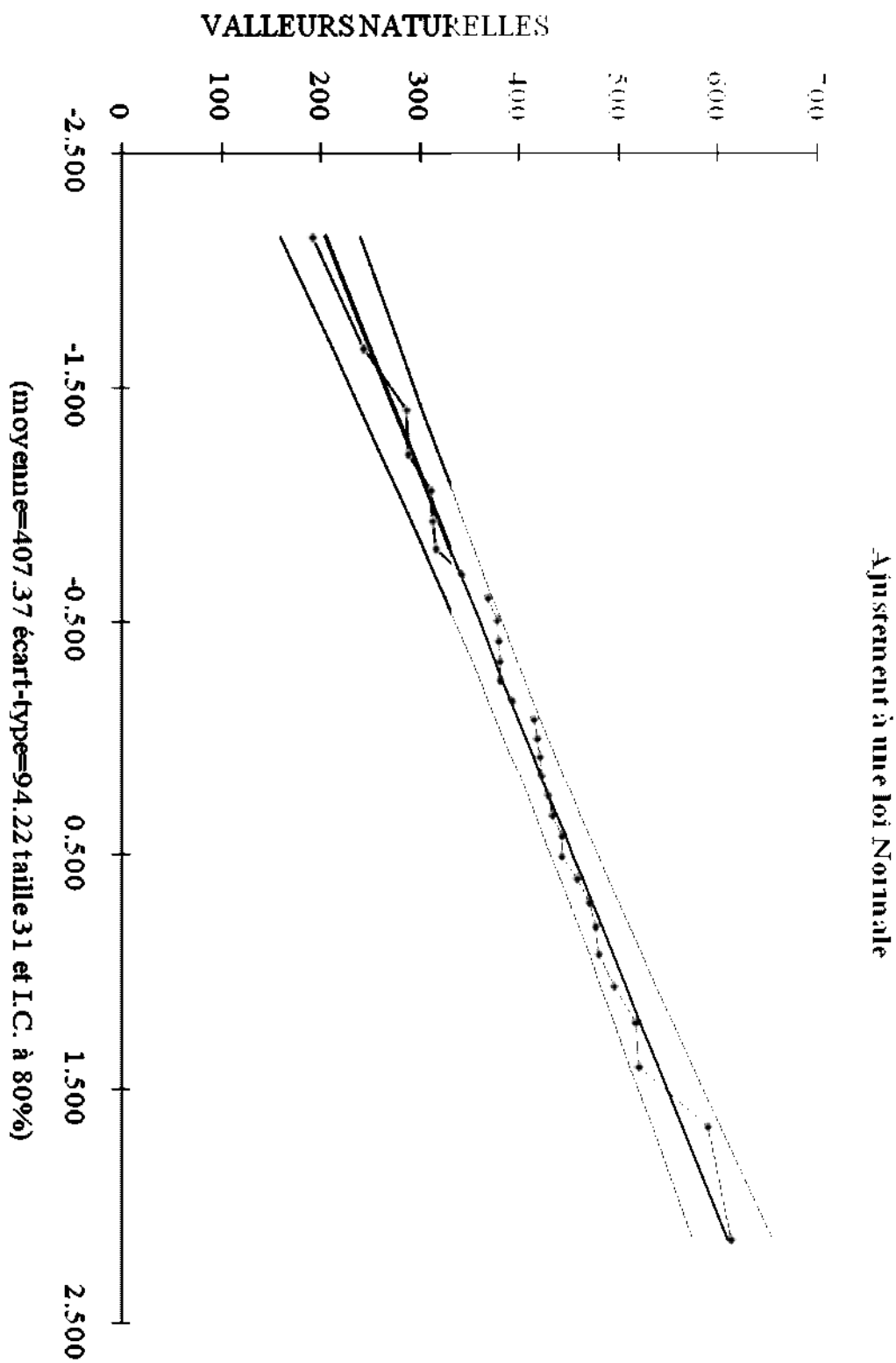


Figure (III.1): Ajustement à une loi normale

$$P_{\text{théorique } 80\% \text{ annuelle}} = 328,08 \text{ mm}$$

Pour chaque mois sont données par le tableau suivant:

Tableau III-2 : Pluviométrie moyenne pour chaque mois en mm.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P_{moy} mm/mois	57.5	55.6	43.5	35.2	27.1	9.2	3.6	5.6	21.0	34.3	54.9	60.3

Nous avons

$$P_{\text{moy } 80\%} = \frac{328,08}{407,37} \cdot P_{\text{moy.mensuelle}} = 0,81 \cdot P_{\text{moy.mensuelle}}$$

Les résultats de calcul sont donnés par le tableau suivant :

Tableau III-3 : L'Année de calcul.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P_{moy} 80%	46.58	45.04	35.24	28.51	21.95	7.45	2.92	4.54	17.01	27.78	44.47	48.84

III .4. Estimation des besoins:

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

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

B : besoin en eau d'irrigation (mm)

E.T.P : évapotranspiration (mm / jour)

RFU : réserve facilement utilisable

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

Y : degré de tarissement = 2/3 = 0.66

Da : densité apparente

Z : profondeur d'enracinement mm

Hcc : humidité à la capacité au champ

Hpf : humidité au point de flétrissement

Peff : pluie efficace

III .4.1 Calcul pluie efficace:

Nous opterons pour la formule la plus utilisée qui $P_{eff}=a \cdot P_{net}$

a : étant un pourcentage de 80%.

Les résultats de calcul pour les différentes cultures sont présentés dans les tableaux ci-après

Tableau III.4 : Les précipitations efficaces.

Mois	P _{80%} mm/mois	Pluie eff mm/mois
Janvier	46.58	37.26
Février	45.04	36.03
Mars	35.24	28.19
Avril	28.51	22.81
Mai	21.95	17.56
Juin	7.45	5.96
Juillet	2.92	2.34
Août	4.54	3.63
Septembre	17.01	13.61
Octobre	27.78	22.22
Novembre	44.47	35.58
Décembre	48.84	39.07
Totaux	330.33	264.26

III .4.2 L'évapotranspiration :

S'obtient en multipliant l'évapotranspiration standard par le coefficient cultural. Les données climatiques (moyennes mensuelles) à fournir pour déterminer l'évapotranspiration sont reprises ci-dessous:

$$ETp = ETo * Kc$$

ETo : représente l'évapotranspiration standard définie par Penman (1956) comme étant la quantité d'eau transpirée par unité de temps par une végétation courte et verdoyante, recouvrant complètement le sol, de hauteur uniforme et qui ne manque jamais d'eau. Elle se calcule par logiciel **CROPWAT**..

- **Kc** : correspond au coefficient cultural, fonction du type de culture et de son état végétatif.
- **Tm** : température maximum et minimale, exprimées en °C.
- **Hm** : humidités de l'air moyenne, exprimées en %.
- **Vm** : vitesses du vent moyen, exprimées en m/s.
- **P** : précipitations exprimées en mm.
- **Insol.** : Durée d'insolation, exprimée en heure.
- **ETo** : évapotranspiration de référence calculée par la méthode de Penmann-Monteith, exprimée en mm/jour

-Formule de Penman

Pour calculer l'ETP au pas de temps journalier, il est préférable d'utiliser la formule de Penman-Monteith, cette formule a pour avantage, de mieux prendre en compte, que celle de Penman, l'effet de la turbulence due au vent.

La formule est la suivante :

Avec :

$$\frac{Rn}{L} + \gamma \cdot \frac{Ea}{P(t) + \gamma} \quad ETP = p^{\wedge}(t).$$

Rn : rayonnement net « climatique »

Ea : pouvoir évaporant de l'air, fonction du vent et du déficit de saturation de l'air.

L : chaleur latente de vaporisation ($2,5 \cdot 10^6$ J/Kg)

γ : constante psychrométrique (0,65 hPa / °C)

$p^{\wedge}(t)$: valeur de dérivée de la fonction de pression partielle de vapeur d'eau saturante en fonction de la pression partielle de vapeur d'eau en fonction de la température, pour la température de l'air T.

Les résultats trouvés sont récapitulés dans le tableau ci après

Tableau III-5 : représente l'évapotranspiration de référence ET_0 , calculée a l'aide du logiciel **CROPWAT**.

Mois	Tmin C°	Tmax C°	Hr%	Vent(m/s)	Radiation Solaire (MJ/m2/j)	Isolation (Heurs)	ET0 (mm / j)
Janvier	4	13	70	1.2	4.4	8.2	1.15
Fevrier	5	16	59	1.4	6.1	12	1.95
Mars	7	18	42	1.6	8	17.1	3.13
Avril	9	22	49	1.4	7.8	19.6	3.79
Mai	13	28	69	1.6	10	24.3	4.94
Juin	18	33	73	2.2	10.2	25.1	5.97
Juillet	22	37	80	2.3	11.7	27	6.67
Août	21	37	87	2.1	11.3	25.1	5.97
September	18	32	77	1.8	10	20.7	4.49
Octobre	14	26	80	1.4	7.5	14.4	2.6
November	11	19	75	1.2	5.6	9.8	1.47
Decembre	5	15	66	1.3	4.3	7.6	1.24

III .4. 3. Besoins d'irrigation pour les cultures Céréales /fourrages :

a) Tableau III-6: Besoins d'irrigation de blé:

Mois	Coeff. Kc	ET cult mm/jour	ET cult (mm/mois)	Pluie eff (mm/mois)	RFU (mm)	Besoins d'irr. (mm/mois)
Novembre	0.35	0.51	15.44	35.58	60	0.00
Décembre	0.46	0.57	17.11	39.07	60	0.00
Janvier	0.74	0.85	25.53	37.26	60	0.00
Février	1.02	1.99	59.67	36.03	60	0.00
Mars	1.15	3.60	107.99	28.19	40	39.79
Avril	0.99	3.75	112.56	22.81	60	29.76
Mai	0.71	3.51	105.22	17.56	60	27.66
Juin	0.65	3.88	116.42	5.96	60	50.46

b) L'orge :

Tableau III-7: Besoins d'irrigation de l'orge

Mois	Coeff. Kc	ET cult mm/jour	ET cult (mm/mois)	Pluie eff (mm/mois)	RFU (mm)	Besoins d'irr. (mm/mois)
Octobre	0.35	0.91	27.30	22.22	45	0.00
Novembre	0.46	0.68	20.29	35.58	45	0.00
Décembre	0.74	0.92	27.53	39.07	45	0.00
Janvier	1.02	1.17	35.19	37.26	45	0.00
Février	1.15	2.24	67.28	36.03	45	0.00
Mars	0.99	3.10	92.96	28.19	45	19.77
Avril	0.69	2.62	78.45	22.81	45	10.65
Mai	0.38	1.88	56.32	17.56	45	0

c) Sorgho:

Tableau III-8: Besoins d'irrigation de sorgho :

Mois	Coeff. Kc	ET cult mm/jour	ET cult mm/déc	Pluie eff mm/déc	RFU	Besoins d'irr. (mm/jour)
Mars	0.33	1.03	30.99	28.19	70	0.00
Avril	0.54	2.05	61.40	22.81	70	0.00
Mai	0.76	3.75	112.63	17.56	70	0.00
Juin	0.99	5.91	177.31	5.96	70	101.35
Juillet	0.72	4.80	144.07	2.34	70	71.74

III .4.4 Besoins d'irrigation pour les cultures maraîchères:

a) Pomme de terre:

Tableau III-9 : Besoins d'irrigation de Pomme de terre

Mois	Coeff. Kc	ET cult mm/jour	ET cult (mm/mois)	Pluie eff (mm/mois)	RFU (mm)	Besoins d'irr. (mm/mois)
Mars	0.65	2.03	61.04	28.19	55	0.00
Avril	0.74	2.80	84.14	22.81	55	6.33
Mai	0.81	4.50	134.86	17.56	55	62.30
Juin	0.93	5.37	161.01	5.96	55	101.05
Juillet	0.73	4.54	136.1	2.34	55	84.24

b) L'oignon

Tableau III-10: Besoins d'irrigation de L'oignon

Mois	Coeff. Kc	ET cult mm/jour	ET cult (mm/mois)	Pluie eff (mm/mois)	RFU (mm)	Besoins d'irr. (mm/mois)
Mars	0.7	2.19	65.73	28.19	50	0
Avril	0.79	2.99	89.82	22.81	50	32.02
Mai	0.86	3.25	97.45	17.56	50	30.89
Juin	0.95	5.17	125.15	5.96	50	70.19
Juillet	0.78	4.20	126.08	2.34	50	74.74

C) Les choux :

Tableau III-11: Besoins d'irrigation des choux

Mois	Coeff. Kc	ET cult mm/jour	ET cult (mm/mois)	Pluie eff (mm/mois)	RFU (mm)	Besoins d'irr. (mm/mois)
Septembre	0.65	2.92	87.56	13.61	35	38.95
Octobre	0.87	2.26	67.86	22.22	35	10.64
Novembre	1.1	1.62	48.51	35.58	35	0.00
Décembre	0.85	1.05	31.62	39.07	35	0.00

III .3 .5 : Besoins d'irrigation pour les arboricultures

a) Les pommiers :

Tableau III-12: Besoins d'irrigation des pommiers

Mois	Coeff. Kc	ET cult mm/jour	ET cult (mm/mois)	Pluie eff (mm/mois)	RFU (mm)	Besoins d'irr. (mm/mois)
Mars	0.55	1.72	51.645	28.19	80	0.00
Avril	0.55	2.08	62.535	22.81	80	0.00
Mai	0.58	2.87	85.956	17.56	80	0.00
Juin	0.63	3.76	112.833	5.96	80	26.87
Juillet	0.93	6.20	186.093	2.336	80	84.76
Août	1.05	6.27	188.055	3.632	80	104.42
Septembre	1.1	4.94	148.17	13.61	80	54.56
Octobre	1.1	2.86	85.8	22.22	80	0.00
Novembre	0.85	1.25	37.485	35.58	80	0.00
Décembre	0.72	0.89	26.784	39.07	80	0.00
Janvier	0.66	0.76	22.77	37.26	80	0.00
Février	0.65	1.27	38.025	36.03	80	0.00

b) Les poiriers:

Tableau III-13 : Besoins d'irrigation des poiriers

Mois	Coeff. Kc	ET cult mm/jour	ET cult (mm/mois)	Pluie eff (mm/mois)	RFU (mm)	Besoins d'irr. (mm/mois)
Mars	0.55	1.72	51.65	28.19	85	0.00
Avril	0.55	2.08	62.54	22.81	85	0.00
Mai	0.58	2.87	85.96	17.56	85	0.00
Juin	0.63	3.76	112.83	5.96	85	21.87
Juillet	0.93	6.20	186.09	2.34	85	79.76
Août	1.05	6.27	188.06	3.63	85	99.42
Septembre	1.1	4.94	148.17	13.61	85	49.56
Octobre	1.1	2.86	85.80	22.22	85	0.00
Novembre	0.85	1.25	37.49	35.58	85	0.00
Décembre	0.72	0.89	26.78	39.07	85	0.00
Janvier	0.66	0.76	22.77	37.26	85	0.00
Février	0.65	1.27	38.03	36.03	85	0.00

d) Les agrumes

Tableau III-14 : Besoins d'irrigation des agrumes

Mois	Coeff. Kc	ET cult mm/jour	ET cult (mm/mois)	Pluie eff (mm/mois)	RFU (mm)	Besoins d'irr. (mm/mois)
Mars	0.55	1.72	51.65	28.192	75	0.00
Avril	0.55	2.08	62.54	22.808	75	0.00
Mai	0.58	2.87	85.96	17.56	75	0.00
Juin	0.63	3.76	112.83	5.96	75	31.87
Juillet	0.93	6.20	186.09	2.336	75	89.76
Août	1.05	6.01	180.06	3.632	75	101.42
Septembre	1.1	4.94	148.17	13.608	75	64.56
Octobre	1.1	2.86	85.80	22.224	75	0.00
Novembre	0.85	1.25	37.49	35.576	75	0.00
Décembre	0.72	0.89	26.78	39.072	75	0.00
Janvier	0.66	0.76	22.77	37.264	75	0.00
Février	0.65	1.27	38.03	36.032	75	0.00

III-5. Calcul du débit caractéristique :

Pour le dimensionnement du réseau de distribution, nous considérons que le débit moyen journalier des pertes par évapotranspiration est le débit fictif continu que doit assurer le réseau ; alors :

$$q = \frac{B_{net} \times 10^3 * 10}{3600 \times E \times D \times j}$$

Avec :

q : le débit fictif continu du réseau de distribution

B_{net} : les besoins en eau des cultures en mois de pointe, c'est le déficit agricole du réservoir sol en mois de juillet exprimé en m³ est égal à **89.76mm/mois**.

Tableau III-15 : les besoins mensuels en eau des cultures

	Septembre	Octobre	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Blé			39.79	29.76	27.66	50.46		
Sorgho						101.85	71.74	
Orge			19.77	10.65				
Pommiers	54.56					26.87	84.76	104.42
Oignon				32.02	30.89	70.19	74.74	
Agrumes	64.56					31.87	89.76	101.42
Poiriers	49.56					21.87	79.76	99.42
P. d. t					62.3	101.05	84.24	
Choux	38.95	10.64						
Tot(mm/mois)	207.63	10.64	59.56	72.43	120.85	404.16	485	305.26

E : l'efficacité moyenne du système d'irrigation.=0.85

D : nombre d'heures de fonctionnement du réseau par jour=22h

j : nombre des jours de fonctionnement du réseau par mois=26 jours

$$q = \frac{89.76 * 10^3 * 10}{3600 * 0.85 * 22 * 26}$$

$q=0.541\text{l/s/ha}$ est inférieur à 1,2 l/s/ha donc le choix reste valable

-Débit caractéristique :

$$Q_{\text{Car}} = q_s \cdot S = 0.54 * 9267 = 5420 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{Car}} = 5.42 \text{ m}^3/\text{s}$$

Conclusion :

On a déterminé l'évapotranspiration de référence ET_0 , les précipitations efficaces ainsi les besoins en eau pour la surface agricole et le débit caractéristique.

Chapitre IV :

Dimensionnement de la conduite gravitaire

IV.1 Introduction

Le present chapitre traite les ouvrages qui composent l'adduction du Kaf El-Agab Sidi -Farès. Celle-ci permettra le transfert des eaux prises du seuil de derivation Kaf El-Agab par gravité jusqu'au site de reservoir de SidiFarès.

IV.2- 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 de l'ouvrage d'arrivée.

Dans notre l'adduction gravitaire a chemine les eaux du barrage de Deurdeur à la reservoir de Sidi- Fares.

IV.3- Calcul le diamètre avantage de la conduite gravitaire:

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

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

ΔH_t : Charge disponible (m);

K' : Coefficient de perte de charge;

L_e : Longueur équivalente de la conduite gravitaire (m) ;

$$L_e = L_g + L_{e_\varepsilon}$$

L_g : Longueur géométrique de la conduite gravitaire (m) ;($L_g=15\text{km}$)

L_{e_ε} : Longueur équivalente des pertes de charge singulière j(m) ;

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

$$\Delta H_t = 1,15 * \Delta H_p^{lin} \Rightarrow L_e = 1,15 * L_g$$

ΔH_t : Chargedisponible (m) ;

ΔH_p^{lin} : Perte de charge linéaire (m).

$$D_{av} = \sqrt[m]{\frac{K' * L_e * Q_{car}^\beta}{\Delta H_t}}$$

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.

Selon le type de matériau les coefficients K' , m et β sont donnés dans le

Tableau IV.1: Coefficients K' , m , β pour différents types de tuyau.

Tuyau	K'	m	β
fonte et Acier	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 :

$$D_{av} = m \sqrt[m]{\frac{K' * L_e * Q_{car}^\beta}{\Delta H_t}}$$

Dans notre cas on doit utiliser une **conduite en Amiante-ciment** , on prend: $K'= 0,00118$;

$\beta = 1.85$; $m = 4,89$

D'après les informations recueillies au niveau du service de l'Hydraulique de AIN DEFLA, la côte de niveau minimal d'exploitation (NME) du du seuil de dérivation Kaf El-Agab est 382m, et la côte de radier deréservoirs de sécurité de SidiFarèst est de 291 m, donc d'après la formule de **DARCY WEISBACH**.

$$- L_e = 1,15 \times L_g = 1,15 \times 15 = 17.5 km \Rightarrow L_e = 17.5 km.$$

$$- \Delta H_t = C_B - C_{B.R} = 378 - 291 = 87 m \Rightarrow \Delta H_t = 87 m.$$

$$D_{av} = 4.89 \sqrt[4.89]{\frac{0,00118 \times 17.5 * 1000 \times (5.42)^{1.85}}{87}} = 2m$$

On détermine la vitesse d'écoulement dans la conduite gravitaire moyennant l'équation de continuité :

Avec :

Q : débit véhiculé par l'adduction (m³/s) ;

V : vitesse d'écoulement (m/s) ;

D : diamètre nominal de la conduite (m).

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$
$$V_1 = \frac{4 * 5.42}{\pi * 2^2} = 1.73 \text{ m/s}$$

Donc: la conduite gravitaire est composée d'une conduite de diamètre **2000mm** et de longueur **15km**. Et vitesse d'écoulement de **1.73m/s**

IV.4- Dimensionnement du réservoir de stockage:

IV.4.1 Rôle du réservoir

Les réservoirs constituent une réserve qui permet d'assurer aux heures de pointe le débit maximal demandé ; de plus il peut aussi:

- * Régulariser le fonctionnement de la pompe
- * Régulariser la pression dans le réseau de distribution
- * Coordonner le régime d'adduction au régime de distribution
- * Jouer le rôle de brise charge dans le cas d'une distribution étagée.
- * Lutter contre l'incendie.
- * Jouer le rôle de relais.

IV.4.2- volume du réservoir :

Le volume de réservoir est donné à partir de cette formule :

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

Tel que:

Q: le débit journalier

T: nombre des heures du débit max

$$V_{res} = 2 * 5.42 * 3600 = 39000 \text{ m}^3$$

IV.4.2- diametre du réservoir :

$$S = \frac{V}{H} = 5571 \text{ m}^2$$

D=80m

Conclusion :

D'après notre étude nous avons abouti à une conduite gravitaire de diamètre DN=2000mm qui permet de véhiculer le débit vers le réservoir de Sidi -Fares de capacité de. 39000m³

Chapitre V :

Technique et Réseau

d'irrigation

V.1. Généralité:

L'irrigation est l'application de l'eau au sol dans le but de rafraîchir le sol et l'atmosphère, par ce moyen réalise les conditions les plus favorables pour la croissance des plantes. Mais quelque soit l'origine de l'eau (cours d'eau naturel, nappe souterraine, eau de barrage), et son mode de transport (canaux, conduite sous pression), le problème qui se pose est comment répartir Cette eau sur le sol de façon que les plantes en tirent le maximum profit.

V.2 Les différentes techniques d'arrosages:

Les techniques d'arrosages peuvent être rangées en trois classes, soit :

- L'irrigation de surface
- L'irrigation par aspersion
- L'irrigation localisée ou micro irrigation

V-2-1-L'irrigation de surface :

L'irrigation de surface regroupe l'ensemble des techniques d'arrosage dans lesquelles la réparation de l'eau à la parcelle se fait entièrement à l'air libre par simple écoulement à la surface du sol. La répartition de l'eau est assurée grâce à la topographie du terrain, et aux propriétés hydriques du sol (ruissellement, infiltration, et capillarité).

En irrigation de surface, la distinction entre les différentes techniques est essentiellement fondée sur la méthode d'application de l'eau : ruissellement, submersion ou technique mixte.

-Irrigation par ruissellement :

a) – Les planches de ruissellement :

On divise la surface à irriguer en bandes rectangulaires prise dans le sens de la plus grande pente.

En général la longueur des planches varie de 5 à 30 m et leur largeur de 50 à 800 m

L'irrigation par planches convient le mieux aux pentes inférieures à 0,5 %. Cependant, les pentes longitudinales maximales des planches peuvent atteindre 4 % à 5 %.

Les sols convenant le mieux à cette technique sont les sols moyennement filtrants.

L'irrigation par planches s'applique aux cultures telles que les prairies, les céréales et les vergers.

La préparation des planches est minutieuse et coûteuse et exige une main-d'œuvre qualifiée et des équipements de terrassement performants.

Les pertes par percolation profonde et en colature est importante, et font remonter dangereusement le niveau des nappes phréatiques.

Les efficacités observées, s'échelonnent dans une gamme très large allant de 45 % à 85 %.

– **L'arrosage à la raie :**

Consiste à amener l'eau à la plante, par une série plus au moins dense (espacement d'environ 0,75 à 1 m.) de petits fossés à ciel ouvert à pente faible mais régulière.

Les raies sont tracées suivant la ligne de plus grande pente du terrain pour des pentes $< 02 \%$.

Pour des pentes $> 02 \%$ les raies sont orientées obliquement par rapport à la ligne de plus grande pente. La forme des sections des raies peut être triangulaire, trapézoïdale ou parabolique avec :

- Largeur : 25 à 40 cm.

- Profondeur : 15 à 30 cm.

L'arrosage à la raies se pratique sur les terrains d'environ 0,5 à 4 % de pente et convient à toutes les cultures de céréales et de plantes sarclées (Maïs, Coton, Pomme de terre etc.).

L'arrosage à la raie pose de sérieux problèmes d'application de l'eau lorsque la longueur des

Il exige une main d'œuvre abondante et qualifiée pour la conduite des arrosages. raies devient importante (supérieure à 250 m.).

L'efficacité des arrosages telle qu'elle est constatée peut se situer entre 40 % et 70 %.

-Irrigation par submersion :

L'eau submerge le terrain et s'y infiltre.

Dans la pratique de la submersion, l'eau est apportée et répandue aussi vite que possible sur l'ensemble de la parcelle à irriguer avant la phase d'infiltration proprement dite. La pratique de la submersion, nécessite l'aménagement du terrain en bassins de submersion, avec des petites digues de 30 à 40 cm. De hauteur et une revanche minimum de 10 cm.

L'irrigation par submersion est une technique d'arrosage appliquée de préférence en terrain presque plat (moins de 0,1 % de pente).

L'uniformité de l'arrosage est directement liée à trois facteurs :

- 1). Faible perméabilité (terrain très peu ou moyennement perméable)
- 2). Qualité du nivellement.
- 3). Fort débit d'apport.

La nécessité du nivellement implique généralement des travaux de terrassement importants et coûteux.

Ce système d'irrigation s'emploie dans les rizicultures, les pâturages, les vergers, les prairies, les céréales en ligne, mais en raison du coût du nivellement des parcelles, il est généralement réservée à des terrains plats.

L'efficacité de la technique d'irrigation en submersion se situe entre 45 et 70%

L'application d'une couche d'eau sur la surface de sol à irriguer provoque leur tassement et le rend moins perméable et par conséquent gêne l'aération du sol.

- L'irrigation mixte :

Il s'agit d'un ruissellement suivi d'une submersion.

Les dispositions générales de ce mode d'irrigation sont identiques à celles que nous avons vu, mais lorsque l'eau atteint le niveau voulu dans le bassin, on continue à les alimenter en prenant soin d'évacuer les surplus

A cet effet, les compartiments sont munis d'un déversoir arasé au niveau fixé pour le plan maximal. L'eau en excès est évacuée dans les colatures ou dans un bassin contigu.

L'avantage de ce système est que l'eau est plus aérée apporte plus de matières nutritives et présente une température plus régulière ce qui peut être intéressant pour les cultures.

V-2-2-L'irrigation par aspersion :

En irrigation par aspersion, l'eau parvient aux cultures d'une façon qui imite la chute naturelle de la pluie, grâce à l'utilisation de divers appareils de projection, alimentés sous pression.

Pour cette technique d'irrigation aucun nivellement de la surface n'est nécessaire. Cependant, la pente générale du sol ne doit pas en principe dépasser 10% pour les machines à irriguer.

Tous les types de sols peuvent convenir : on peut obtenir la même efficacité d'arrosage sur les sols les plus sableux que sur les sols les plus argileux, grâce à la large gamme des intensités pluviométriques (I) offertes par les différents matériels

($I < 4$ mm /h pour sols peu perméables, jusqu'à $I < 50$ mm /h pour sols perméables).

Cette technique d'irrigation présente une excellente efficacité située entre

55 - 85 %, essentiellement en fonction de la maîtrise technique des irrigants.

L'irrigation par aspersion est utilisée pour l'arrosage des cultures les plus

Diverses : fourragères, maraîchères, céréales, vergers, vigne, etc....

Les techniques d'arrosage appliquées en irrigation par aspersion dépendent du matériel utilisé.

Elles se divisent en deux grandes catégories :

- L'aspersion simple (rampes perforées, asperseurs, canons)
- Les machines à irriguer (rampes frontales, pivots, enrouleurs...

V-2-3- L'irrigation localisée :

L'irrigation localisée ou micro irrigation, est une méthode qui regroupe plusieurs systèmes de distribution de l'eau à la parcelle. Elle se caractérise par :

- La mise en place sur la parcelle d'un réseau de canalisation.
- Une discontinuité des points d'apport permettant de n'irriguer que les zones utiles à la plante.
- Des débits faibles généralement inférieurs à 100 l/h.

- Une distribution fréquente pour maintenir un certain volume d'eau à un niveau voisin de la capacité au champ.

Selon le type de distribution utilisé, l'eau se localise par points (goûteurs, gaines) , par lignes (tubes poreux) ou par surface plus au moins grandes (muni diffuseurs, micro-asperseurs).

L'efficacité de l'irrigation localisée est excellente. Elle est située entre 70% à 95%.

L'irrigation localisée est surtout pratiquée en cultures maraîchères ou fruitières.

V .3. Choix de la technique d'irrigation convenable

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

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

V .4 Dimensionnement d'un réseau d'irrigation en goutte à goutte:

Généralités :

Un réseau d'irrigation est l'ensemble d'organes, d'ouvrages et appareils qui assurent le transport, la répartition et la distribution à chaque exploitation agricole, dans chaque parcelle des eaux destinées à l'irrigation, sans oublier par ailleurs les organes qui doivent éventuellement évacuer les eaux en excès .

Pour le dimensionnement nous avons pris comme exemple une sous parcelle de 10Ha Elle est occupée par culture (les pommiers;)

V .4.1. -Calcul les paramètres du réseau d'irrigation(goutte a goutte):

Tableau V.1 : données générales pour les agrumes.

Culture	agrumes
Espacement entre arbres	6m
Espacement entre rangs	5m
Caractéristique de goutteur	

Débit nominal	8l/h
Pression nominale	10 mce
Espacement des goutteurs	1m

1. Besoins en eau des cultures en irrigation localisée

$$ETM_{loc} = ETM \cdot K_r ; (\text{mm/j})$$

Avec : K_r : coefficient de réduction

D'après Freeman et Garzoli $K_r = C_s + 0,5 \cdot (1 - C_s)$

C_s : taux de couverture de sol (%)

Pour les agrumes on prend $C_s=60\%$. (Annexe V.1)

$$K_r = 0,6 + 0,5 \cdot (1 - 0,6) = 0,8.$$

$$ETM_{loc} = 3,48 \cdot 0,8 = 2,8 \text{ mm/jour.}$$

2. Le besoin d'irrigation net, B_{net} :

$$B_{net} = ETM_{loc} = 2,8 \text{ mm/jour.}$$

Donc les besoins journaliers max correspondent à $B_{max} = 2,8 \text{ mm / jour.}$

3-La dose pratique

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

Tel que :

H_{cc} : humidité à la capacité au champ ; $H_{cc} = 31 \%$

H_{pf} : humidité au point de flétrissement ; $H_{pf} = 15 \%$

Y : degré d'extraction de l'eau du sol ; $Y = 0,66$

Z : profondeur d'enracinement ; (mm)

P : volume de sol humidifié.

Avec :

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

n : Nombre de point de distribution par arbre.

S_{pd} : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre ; (m)

S_h : Largeur de la bande humidifiée ; (m).

S_r : Ecartement entre rangs d'arbre ; (m)

S_a : Espacement des arbres sur les rangs ;(m)

Le pourcentage P de sol humidifié peut être vérifié à l'aide du tableau de l'annexe : 5

4. La fréquence des arrosages

$$Fr = \frac{D_{net}}{ETM_{max}}$$

Avec :

Fr : Fréquence d'arrosage en jours.

D_{net} : Dose nette d'arrosage en mm.

ETM_{max} : Besoin journalier au mois de pointe en mm/jours.

5. La dose brute :

$$D_{brute} = \frac{D_{r.net}}{EFF}$$

Avec : EFF : Efficience en irrigation localisée en suppose=0.85.

D_{net} : Dose nette en mm.

6. La durée d'arrosage :

La durée d'arrosage notée d est donnée par la formule suivante :

$$t = \frac{D_{brute} \times S_d \times S_r}{Q_d}$$

Avec :

D_{brute} : Dose brute.

S_d : Espacement entre les goutteurs en m.

S_r : Ecartement entre les rampes en m.

Q_d : Debit d'un goutteur en l/ h.

AN:

La dose pratique:

$$D_{net} = (Hcc - Hpf) \cdot Y \cdot Z \cdot P\%$$

Tel que :

$$Hcc = 31 \% \text{ et } Hpf = 15$$

$$Z : 1400\text{mm}$$

$$Y : 2/3.$$

Avec :

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

n : 2.

$$S_{pd} : 1 \text{ m}$$

$$S_h : 5 \text{ m}$$

$$S_r : 5 \text{ m}$$

$$S_a : 6 \text{ m}$$

$$P = \frac{2 \times 1 \times 5}{6 \times 5} = 0.33.$$

Donc :

$$D_{net} = (0.31 - 0.15) \cdot 1400.2 / 3.0,33 = 49.28 \text{ mm.} \quad \mathbf{D_{r,net} = 49.28 \text{ mm.}}$$

- La fréquence des arrosages

$$Fr = \frac{D_{r.net}}{ETM_{max}}$$

Avec :

$$ETM_{max} = ETM_{local}$$

$$Fr = \frac{49.28}{2.8} \approx 17 \text{ jours} \quad \mathbf{Fr = 17 \text{ jours.}}$$

- La dose brute :

$$D_{brute} = \frac{D_{r.net}}{EFF}$$

Avec : EFF : Efficience en irrigation localisée en suppose=0.85.

$$D_{brute} = \frac{49.28}{0.85} = 58. \text{ mm.} \quad \mathbf{D_{brute} = 58}$$

-La durée d'arrosage :

$$t = \frac{D_{brute} \times S_d \times S_r}{Q_d}$$

A, N :

$$t = \frac{58 \times 1 \times 6}{8} = 43.5 \text{ heures.} \quad \mathbf{t = 43.5 \text{ heures.}}$$

- Temps maximum de travail

Temps maximum journaliers de travail 20h/24h

V.4.2. Détermination les données de bases:

Surface totale a irriguée

$$S(t) = 7.68 \text{ ha}$$

-Dose fictive apportée

$$p(g) = \frac{q(g)}{E(r) * E(g)}$$

Avec :

q (g) : Débit de goutteur, q (g) = 8 l/h.

E(r) : Espacement entre les rang, E(r) = 5 m.

E (g) : Espacement entre les goutteurs, E (g) = 1m.

- Durée de l'arrosage

$$TF = \frac{B_{max}}{p(g)}$$

Avec :

B_{max} : Besoins en eau journaliers en mm/jour.

P (g) : Dose fictive apportée en mm /h.

-Surface d'un poste

$$S(p) = \frac{S(t)}{N(p)}$$

S (f) : Surface totale en ha.

N (p) : Nombre de poste.

-Surface correspondant à une rampe

Al=longueur moyenne de la rampe × espacement entre les rampes

$$Al = 160 \times 4 = 640 \text{ m}^2$$

$$Al = 960 \text{ m}^2.$$

-Nombre de rampes par postes

$$N(r) = \frac{S(p)}{Al}$$

Avec :

S (p) : Surface du poste en m².

Al : Surface correspondant à une rampe en m².

Les paramètres calculées sont repartés dans le tableau V . 2

Tableau V .2 : calculs des paramètres pour les agrumes

Paramètres calculées	P (g) mm/h	TF h/jour	N (p)	S (p) ha	Al m ²	N(r)
----------------------	---------------	--------------	-------	-------------	----------------------	------

agrumes	1.6	1.75	6	1.28	640	20
---------	-----	------	---	------	-----	----

V .4.3. Calculs hydrauliques :

Les calculs hydrauliques consistent à déterminer les paramètres suivants :

- Les débits au niveau de chaque tronçon et à la tête du réseau.
- Les diamètres des conduites.
- Les vitesses d'écoulement de l'eau dans les conduites.
- Les pertes de charges totales;

- Débit:

$$Q_r = Q_g \cdot N_g / r$$

$$Q_{pr} = Q_r \cdot N_r$$

Avec : Q_r : Débit de rampe

Q_g : Débit de goutteur

N_g / r : Nombre des goutteurs par rampe

N_r : Nombre des rampes

Q_{pr} : Débit de porte rampe

- Diamètre :

Pour calculer le diamètre on doit fixer la vitesse d'écoulement (valeur optimale) d'environ 1 m/s tel que :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}}$$

Avec : Q : débit de la conduite considérée

V : vitesse d'écoulement.

- Perte de charges

Pour la détermination des pertes de charges pour les différents tronçons on a dans une canalisation assurant un service d'extrémité

$$j_{PVC} = 0,452 \cdot D^{-4,76} \cdot Q^{1,75}$$

$$j_{PEBD} = 0,478 \cdot D^{-4,75} \cdot Q^{1,75}$$

Pour notre projet on a utilisé des canalisations en PEBD

Dans une canalisation assurant un service en route

$$j = \frac{L}{2,75} J$$

Ou : L : la longueur de la conduite ; (m)
 Q : débit (l/h)
 D : diamètre intérieur de la canalisation (mm)

NB :

h_l : perte de charge linéaire
 h_s : Perte de charge singulière
 h_t : Perte de charge totale

-Conditions hydrauliques:

Variation maximale de débits entre goutteurs $\Delta q / q = 10\%$
 Variation maximale de la pression $q = K \times H^x$

$$\frac{\Delta q}{q_g} = x \times \frac{\Delta H}{H_n}$$

Avec q_g : débit d'un goutteur

H_n : Pression nominale

$$0.1 = 0.5 \times \frac{\Delta H}{10} \quad \Delta H = 2 \text{ mce}$$

La valeur de pertes de charges singulière est estimée a 10% de la variation maximale de pression.

$$h (\text{sing}) = 0.2 \text{ mce}$$

$$h (\text{linéaire}) = 2 - 0.2 = 1.8 \text{ mce}$$

$$h (\text{linéaire}) = 1.8 \text{ mce}$$

La répartition de la perte de charge est :

1/3. sur la porte rampe

2/3. sur les rampes

V .4.4. Position de porte rampe:

Longueur de rampes L_r = 80m.

Nombre de goutteur N_g = 40

Débit de rampes Q_r = 320 l/h.

En va calcules D_{cal} ,

Tableau .V .5.1. : calcul de D_{cal} de la rampe.

Cultures	L _r (m)	N _g	Q _r (l/h)	h _l (m)	D _{cal} (mm)	D _n (mm)	h _{lc} (m)
agrumes	80	40	320	1.2	21.28	20	1.12

La valeur de la perte de charge calcule est inférieur a 1.2 mce (la valeur maximale).

V 4.5. Alimentation de la porte rampe:

Longueur de rampes L_{pr} = 80m.

Nombre de rampes N_r = 20.

Débit de rampes Q_r = 320 l/h.

Débit de la porte rampe = Q_r × N_r

En va calcules D_{cal} d'après la formule , et en doit vérifier les perte de charge.

Tableau V .4 : calcul de D_{cal} de la porte rampe pour les agrumes.

Cultures	L _{pr} (m)	N _r	Q _r (l/h)	Q _{pr} (l/h)	h _l (m)	D _{cal} (mm)	D _n (mm)	h _{lc} (m)
agrumes	80	20	320	6600	0.6	48.32	50	0.57

La valeur de la perte de charge calcule est presque égale a 0.6mce (la valeur maximale).

Tableau V.5 : calcul les diamètres de la porte rampe pour les agrumes

N° de poste	Longueur de la porte rampe en m	Débit en l/h	Diamètre calcule	Diamètre commercial en mm	Perte de charge en m
1	80	6600	48.32	50	0.57
2	80	6600	48.32	50	0.57
3	80	6600	48.32	50	0.57
4	80	6600	48.32	50	0.57

La valeur de la perte de charge est inférieur a la valeur admissible 0.6m

V .4.6- Calcul hydraulique de la conduite principale

Il existe quatre (4) paramètres qui interviennent pour le calcul de la conduite principale.

-le débit Q.

-La perte de charge.

-La vitesse V.

-Le diamètre D.

- Calcul du diamètre de la conduite principale

Pour notre projet, le calcul de diamètre de la conduite principale ce fait en fonction de débit totale de la parcelle la plus grande.

$$Q_{\text{totale}} = Q_{\text{poste}} \times N_p$$

Avec :

Q_{total} : Débit totale de la parcelle = 39600 l/h.

Q_{poste} : Débit dans chaque poste (porte rompe) = 6600 l/h.

N_p : nombre de poste = 6

Pour calculer le diamètre on doit fixer la vitesse d'écoulement (valeur optimale) d'environ 1 m/s

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 39,6}{3,14 \times 1 \times 3600}} = 118,37 \text{ mm.}$$

On prend $D = 120 \text{ mm}$. (Diamètre commercial).

Vérification de la vitesse :

$$V = \frac{Q}{S}$$

Avec

S : surface de la conduite en m^2 .

Q : le débit dans la conduite en m^3 / s .

A, N

$$V = \frac{39,6}{0,096 \times 3600} = 0,97 \text{ m/s . acceptable}$$

Conclusion :

Dans ce chapitre on a déterminé :

-la dose pratique, la dose nette, la fréquence d'arrosage, le temps d'arrosage , et la dose brute de notre culture.

-le nombre de postes ainsi que leurs compositions en rampes et portes rampes et leurs dimensions, comme on a dimensionné la conduite principale,.

Chapitre VI :
Rehabilitation de la station
de pompage
De Khemis II

Introduction :

Nous essayons dans ce chapitre de proposer les moyens et les modes de réhabilitations de la station suivant les équipements, le bâtiment et le terrain et leur remise en état pour assurer le bon fonctionnement et la gestion du système d'irrigation pour la rive gauche

VI-1- problématique :

En vue de la grande importance de la station de pompage Khemis II, pour l'irrigation du périmètre du haut chileff, et du fait que cette station soit construite en 1965 et qu'elle se trouve à proximité de l'oued chileff d'environ de 4 m seulement sur un terrain meuble, cela implique une intention particulière pour la connaissance de l'état actuel de cette station, afin de prévoir les dispositions nécessaires qui doivent être considérées par les autorités concernées.

Toujours dans le cadre d'amélioration de satisfaction des demandes en eau d'irrigation, et aussi pour le fonctionnement de cette station, il a été jugé utile d'enquêter sur l'état actuel de la station et de proposer les moyens, les modes et les méthodes nécessaires à sa réhabilitation qui est plus favorable du point de vue économique que de projeter une autre qui demande un investissement nettement plus important.

Ainsi la considération de cette station, est nécessaire pour le bon fonctionnement de tout le réseau d'irrigation du périmètre du haut chileff, ce qui implique une enquête sérieuse sur l'état actuel de cette fonction, et une étude pour sa réhabilitation.

VI-2- Etat du bâtiment de la station de pompage :

Le bâtiment de la station Khemis II est destiné à abriter les équipements hydrauliques et hydromécanique (principaux et auxiliaires), l'appareillage électrique, les locaux du personnel, etc....

Le type de ce bâtiment est de surface et qui est choisi d'après les conditions suivantes :

1. type de raccordement du bâtiment à la prise d'eau qui est assemblée.
2. type de pompes et moteurs utilisés.
3. destination de la station de pompage (irrigation).
4. matériaux de construction.
5. débit et hauteur de refoulement désirés.
6. conditions naturelles (climat, relief, géologie, hydrogéologie).

Le type surface du bâtiment présente des avantages :

- évité toute inondation de la station de pompage.
- Sa construction ne nécessite pas des travaux de fondation importants.
- Il permet une exploitation simple des équipements.

VI-3-- Etat itérieur du station :

Nous avons fait les remarques suivantes :

- la couche d'asphalte qui se trouve les routes de service desservant le site est complétement érodé.
- La majorité des travaux on béton tels que les trottoirs, les bordures en béton, les tampons de visite sont endommagés.
- La présence des débris de tuyauteries et d'équipement (Annexe 3).
- La saleté de la chambre souterraine à partir de laquelle le débit des pompes est mesuré et aussi les détériorations de son échelle. (Annexe 4)
- Tous les éléments métalliques extérieurs (colonnes, poutres, trames, tampons de visite, échelles, grilles de filtration, structures métalliques du support, caniveaux de drainage des eaux de pluie) sont en mauvais état. (Annexe 5)
- Les portes d'accès ainsi que les écrans d'oiseaux de la station de pompage et de la station électrique secondaire sont aussi en mauvais état.
- La peinture des murs des chambres est absolument négligeable et invisible.
- De plus, les revêtements métalliques des toits sont aussi endommagés et rouillés.
- Le système de drainage des eaux de pluie au niveau des toits de station de pompage, du compresseur et de la sous station électrique est endommagé.
- La tuyauterie cabinet d'aisance de la toilette dans la station, lavabo, urinoir sont en mauvais état et aussi le carrelage et la peinture.
- En fin, la tuyauterie du circuit d'alimentation en eau domestique (eau froide) est endommagée.

VI-4- Etat extérieur de la station :

La station de pompage a été mise en service en 1965 et de puis aucun travail de réhabilitation n'a été effectué, cela conduit à une détérioration importante des conditions du site et des travaux de génie civil.

Dans le cadre de l'étude de cette station, notre diagnostic des différentes structures de génie civile a élevé que le quasi-totalité des ouvrages existants sont dans un état de détérioration tels que la corrosion, l'humidité, les fissures dans le béton.

Pour évacuer la détérioration des éléments intérieurs, nous sommes basés sur des examens.

VI-5-- Examens pour l'évaluation de la détérioration des éléments en béton :**VI-5-1- Examen visuel :**

Après l'examen visuel des éléments structuraux, nous avons remarqué :

1. des taches de corrosion sur la surface du béton et notamment la dalle du premier niveau au (20 cm d'épaisseur) qui est souffre de corrosion mineur de l'armature ;
2. des taches d'eau ou l'humidité sur la surface du béton ;
3. dégradation de l'enrobage du béton et des armatures visibles ;
4. les murs de palplanches montrent des signes de bouclement léger des plaques métalliques causés par l'infiltration d'eau derrière les murs.
5. les murs du rez-de-chaussée montrent des signes de détérioration causée par l'infiltration d'eau des tuyaux d'entrée.
6. des fissures profondes et endommagement du béton dans des endroits locaux par exemple la dalle de rez-de-chaussée (10 cm d'épaisseur) ; est sévèrement détériorée à cause des fissures majeure et les armatures corrodées ;

VI-5-2- Marteau Schmidt pour l'examen du béton :

L'exécution de l'épreuve au marteau Schmidt est menée dans des endroits différents pour vérifier la résistance du béton et sa qualité) et sa variation entre les endroits investigués, et les résultats obtenus sont comparés avec ceux obtenus à partir de l'écrasement des carottes extraites des mêmes endroits.

VI-5-3 Carrotage du béton :

Il s'agit de procéder à l'extraction des carottes de béton des éléments structuraux (fondation, colonnes, poutres, dalles en béton) à la compression.

Les résultats obtenues de ces deux examen montrent que la béton de la station a un bon qualité et résiste bien a la corrosion.

VI-5-4 Examen pour l'évaluation de l'endommagement des éléments en acier :

nous avons fait un examen visuel pour les poutres structurales et secondaires en acier, les colonnes en acier, les connexions, le revêtement métallique, les grilles métalliques et les abaques ondulés qui nous à conduit à faire les remarques suivantes :

1. il y a des éléments en acier montrent des signes mineurs de corrosion comme les poutres secondaires et les conduites d'aspiration.

2. il y a des éléments en acier montrant des signes majeurs de détérioration due à la corrosion comme les arbres de transmission.
3. l'apparition de la corrosion sur le revêtement métallique et les plaques ondulées comme les panneaux.
4. il y a des panneaux dans les grilles métalliques qui sont légèrement corrodés et autres détériorés.

les poutres principales en acier sont gravement corrodées à cause de l'infiltration d'eau et de l'humidité

VI-6- Remarque :

L'adduction principale qui est l'oued chleff et qui alimente la station de pompage Khemis II demeure une contrainte pour l'exploitation vu des pertes enregistrées à son niveau par l'infiltration, évaporation qui sont de l'ordre de 30 à 35% de pertes ce qui pose le problème de fonctionnement des équipements hydromécaniques au niveau de la station.

VI-7- Réhabilitation fonctionnelle :**- Grilles Ecran d'aspiration d'eau :**

Le nettoyage et la peinture des deux grilles écran .

Le remplacement des structures mécaniques qui leur servent de support .

- Les batardeaux :

Les batardeaux installés requièrent une simple remise à neuf par nettoyage et peinture ainsi qu'une réhabilitation de leur pivots et de leur rails.

- Les vannes :

- Une simple réhabilitation inclut le nettoyage et la peinture des vannes et les clapets non retours .

- Les vannes remplaçantes sont de type :

-vanne méplat un refoulement DN 500 PN 16 avec collonette tige et volant de manoeuvre (manuel) y compris joint de démontage et manchette de modification.

- Le pont –roulant :

Une simple réhabilitation générale inclut le nettoyage, pour le pont roulant

- Les équipements électriques:

- La réhabilitation pour les équipements électriques incluse.

- le remplacement des deux transformateurs 30/0,38 KV – 630 KVA par deux autres nouveaux .
- prévoir six démarreuses pour chaque groupe de 400 KW (380V) avec batteries de condensateurs (ceci dépend de leur facteur de puissance) ; afin de relever le facteur de puissance à une valeur supérieur ou égale à 0,92 ; les démarreuses peuvent être du type (auto-transformateur à transition fermée) ou (à démarrage progressif muni d'un contacteur de by-pass et relais de protection).
- prévoir des batteries de condensateurs pour les services auxiliaires, afin de relever le facteur de puissance à une valeur supérieure ou égale à 0,92.
- prévoir un tableau pour les auxiliaires de la station .
- remplacer tous les cables électriques de la station y compris les cables alimentants les démarreuses à partir des transformateurs , ceci devra faire l'objet d'une relevé et d'une étude détaillée pour toutes les charges et cables de la station.
- Remplacer tous les cables de signification et de transmission entre les différents organes et l'automatismes .
- Fournir une nouvelle installation d' éclairage (l'intérieur et extérieur) et de prises de courant du type et calibres adéquats pour les divers bâtiments de la station (bâtiment livraison -30KV, divers étages de la station de pompage, locaux transformations, etc). ceci doit être accompagné d'une fourniture de nouveaux tableaux électriques divisionnaires .
- Prévoir un éclairage de sécurité pour l'ensemble des locaux.
- Prévoir une protection contre la foudre .
- Réhabiliter toutes les structures relatives aux équipements électriques tels que : locaux, rails des transformateurs , caniveaux de cables ,etc.
- Prévoir armoire de démarrage et protection moteur 400 KW/ 380V y compris accessoires de montage.
- Prévoir armoire < variation de fréquence> et moteur 400KV y compris mesure de débit.
- Prévoir cable de puissance moteur 400KV /380V , entre la salle des moteurs et des transformateurs à l'extérieure , y compris chemin de cable plus système de fixation.

VI-8- Réhabilitation architecturale :

Cette réhabilitation touche l'esthétique du bâtiment et nous pouvons la partager en deux étapes :

VI-9- Réhabilitation extérieure :

Cette réhabilitation contient les travaux suivants :

- La réparation de la couche d'asphalte qui recouvrait les routes de service desservant le site.
- Le remplacement ou la réparation des travaux en béton tels que les trottoirs , les bordures en béton ,les tampons de visite.
- Le dégagement des débris de tuyauteries et d'équipement qui y sont présents dans le site.
- Le nettoyage et la repeinture de la chambre souterraine ; à partir de laquelle le débit des pompes est mesuré et aussi l'installation d'une nouvelle échelle permettant son accès .
- La repeinture de tous les éléments métalliques extérieurs (colonnes, poutres, trames, tampons de visite, échelles, grilles de filtration , structures métalliques de support, caniveaux de drainage des eaux de pluie , balustrades, etc).
- Le remplacement des portes d'accès ainsi que les écrans d'oiseaux de la station de pompage et de la station électrique secondaire .
- La repeinture ou le remplacement des revêtements métalliques des toits.
- Le montage d'une nouvelle tuyauterie cabinet d'aisance, lavabo, urinoir et une nouvelle finition comprenant le carrelage et la peinture dans la toilette de la station de pompage.
- Le remplacement du système de drainage des eaux de pluie au niveau des toits de la station de pompage, du compresseur et de la sous station électrique.
- L'installation d'une nouvelle tuyauterie, du réservoir de stockage, de robinetteries pour la remise en état du circuit d'alimentation en eau domestique (eau froide).

VI-10- Réhabilitation intérieure :

Cette réhabilitation contient les opérations suivantes :

- repeinture du mur intérieur du bâtiment de la station.
- Remplacement du carrelage par un nouveau dans certains endroits .
- Concernant la conduite d'aspiration ou le diamètre ne vérifiant pas les limites des vitesses, nous proposons l'augmentation de ce dernier pour vérifier ces limites.

VI-11- Réhabilitation structurale :**- Travaux de réhabilitation mineure :**

Les travaux concernant les endroits corrodés superficiellement ou pour le nettoyage des armatures corrodées légèrement .

Ils incluent les opérations suivantes :

1. Nettoyage  croutement du béton d t rieur ; généralement cette d t riation ne dépasse pas l'enrobage du béton.
Autrement ,il faut utiliser d'autre méthodes de réhabilitation .
2. Ecroutement de l'enrobage du béton aux endroits des armatures corrodées.
3. Nettoyage des armatures corrodées par décapage au jet de sable.
4. Piquetage de la surface du béton de 6mm de profondeur.
5. L'application d'un agent adhésif à la surface du béton .
6. L'application du ciment portland, en utilisant la truelle ou du béton sec empaqueté ou tout autre mt riel spécial empaqueté à base de ciment et approuvé.

Travaux de réhabilitation majeure :

Ces travaux de réhabilitation majeure du béton sans d moler l'élément structural en béton incluent les opérations suivantes :

- nettoyage des éléments structuraux comme prévu.
- Nettoyage et  croutement du béton dans les endroits détériorés .
- Nettoyage des armatures de la rouille par décapage au jet de sable .
- Piquetage de la surface du béton de 6mm de profondeur.
- L'application d'un agent adhésif à la surface du béton .
- L'ecoulement du nouveau béton en utilisant ; soit des coffrages ou du béton projet  ou autre moyen convenable et aprouv .
- L'injection du mortier époxy pour les larges fissures.

- Remplacement de l'élément structurale :

Le remplacement de l'élément structurale en béton inclue les opération suivantes :

- Etoyage des éléments structuraux comme prévu.
- Démolition des éléments structuraux détérioré ainsi que l'enlèvement de leurs armatures.
- Piquetage des surfaces du béton à l'interface entre les nouveaux éléments à cuoler et les éléments existants de 6mm de profondeur.

En suite, il faut appliquer un agent adhésif à la surface du béton comme mentionné ci-dessus :

- Forcer et implanter des chevilles à la surface d'interface entre les éléments nouveaux et existants.

- Coffrage et placement des armatures nouvelles.
- Ecoulement du béton frais.

- Réhabilitation des chasses- rous en béton, des dalles reposant sur sol, des élément en béton non- structuraux :

Cette réhabilitation inclu les opérations suivantes :

- Inspecter les endroits défectueux et valeur l'endommagement.
- Démolir et emplacer les parties détériorées.

VI-12- Réhabilitation des éléments en acier :

-Nettoyage de corrosion mineure et repenture :

- Nettoyage par décapage au jet du sable .
- Application des couches de peintures suivantes :
Première couche de fond, couche intermédiaire et couche finale.

-Remplacement des éléments en acier :

- Il faut procéder au remplacement des éléments en acier marqués par une corrosion substantielle .
- Examen de tous les constituants des éléments structuraux.
- Remplacement des éléments en acier corrodés remarquablement .
- Peindre les nouveaux éléments l'installation à l'atelier et fixer la peinture endommagée après l'installation surplace.

VI-13- réhabilitation des connexions en acier :

- Les connexions sond es qui sont corrodées , elle sont sujettes à une réhabilitation complète.
- Examiner les connexions pour localiser les boulons manquant, rouillés ou desserrés et le remplacer par d'autre équivalents et approuvés

VI – 14- réhabilitation des revetements métalliques et des grilles métalliques :

- Inspecter tout signe de corrosion sur le revêtement métallique ou les grilles métalliques.
- Si des signes de corrosion mineure se trouvent sur les grilles métalliques, Il faut procéder au nettoyage des endroits corrodés par décapage au jet de sable .

- Dans le cas où le revêtement est corrodé, il faut remplacer ses plaques au niveau de la zone affectée.

VI-15- Réhabilitation des murs et des dalles :

- Le remplacement des dalles d t rieur es.
- Et pour les murs d t rieur es, l'inspection indique le type de réhabilitation

VI-16- protection des conduites contre la corrosion :

La corrosion est l'action des éléments naturels dans leur tendance à défaire ce que l'homme a élaboré par son travail à partir des mat rieux qui lui offre la terre.

Cette attaque du métal due aux phénomènes extérieurs ou intérieurs est traduite par le retour à l'état plus stable et original des matériaux métalliques utilisés.

Nous examinons brièvement et d'une manière générale les effets de ce problème sur les conduites en acier et les moyens de protection.

VI-16-1- importance de l'étude de la corrosion :

Du point de vue économique la corrosion pose un problème très important, d'où il est estimé que chaque année le quart de la production mondiale d'acier est détruit par la corrosion.

L'organigramme suivant montre le but de cette étude.

- Protection Interne :

Dans un milieu humide, la corrosion est caractérisée par une attaque de l'oxygène sur le métal. De plus les eaux contenant des éléments chimiques (minéralisées) ayant une faible vitesse d'écoulement provoquent dans les canalisations des dépôts se fixant sur les parois et qui constituent des petites piles qui favorisent l'attaque du métal.

Pour lutter contre cet inconvénient, il est nécessaire de procéder à la protection intérieure, d'où on prévoit un revêtement à base de bitume

- Protection externe :

Le principe de protection consiste à placer la conduite dans un isolant, c'est le revêtement.

Cette isolation doit pouvoir en effet s'opposer à toute circulation de courant qu'en soit l'origine de façon à éviter l'oxydation du métal par voie de conséquence la dégradation rapide de la conduite.

Une protection passive de la conduite d'adduction nécessite donc une attention particulière lors de son application qui se traduit en pratique ; par le respect rigoureux des règles de l'art en matière de revêtement et de spécification propres au cours de réalisation et ceci notamment par :

- 1- Un nettoyage soigneux de la surface extérieure de la conduite .
- 2- L'application d'une couche de peinture spéciale < primer> .
- 3- L'application de revêtement renforcé par une armature en laine de verre et protégée en papier kraft

VI-17- Protection contre le seisme et l'érosion :

L'infrastructure représente l'ensemble des fondations et les éléments en dessous du niveau de base (poteaux, voiles, planches). Elle doit constituer un ensemble rigide capable de remplir les fonctions suivantes :

- Réaliser l'encastrement de la structure dans le terrain (planéité des sections, compatibilité des déformations) .
- Transmettre au sol de fondation la totalité des efforts apportés par structure ; limiter les tassements différentiels et / ou les déplacements horizontaux relatifs des fondations qui pourraient réduire la résistance et /ou rigidité du système structural.
- Assurer la redistribution des efforts entre la structure et le sol de fondation dans le cas des déformations plastiques provoquées par les sollicitations .
- Outre le radier, peuvent être considérées comme un ensemble rigide vis-a-vis du mouvements sismiques les systèmes suivants :
 - Semelles filtrantes croisées.
 - Semelles filtrantes dans un sens, liées dans l'autre sens par des longrines.
 - Semelles isolées sur sol meuble liées dans deux sens par les longrines.
 - Semelles isolées, sur sol ferme, avec longrines dans un sens et un chaînage périphérique .
- Dans la pratique générale, pour assurer la condition de stabilité de sol d'un part et obtenir une bonne rigidité de l'infrastructure, d'autre part, il y a lieu d'assurer convenablement de l'ouvrage dans le sol de fondation .
- En zone II , les ouvrages construits en panneaux de béton armé préfabriqués doivent avoir une infrastructure en béton armé coulé en place, le but de cette disposition est de réaliser une infrastructure rigide pour éviter les risques de déplacement relatif des panneaux et de tassements différentiels susceptibles de se produire ainsi , tous les efforts des panneaux des murs sont transmis à l'infrastructure sans désordre au niveau des panneaux.

- De même , une attention particulière doit être portée aux raccordements des panneaux avec l'infrastructure au niveau du plancher rez-de-chaussé de façon à ce que ces raccordements soient protégés contre la corrosion , surtout s'ils sont à proximité du niveau du sol . Dans le cas ou ces conditions ne peuvent être remplies (terrain en pente par exemple), il doit être exigé que même le rez-de-chaussé soit en béton coulé en place

VI-18- Résolution du problème de l'adducteur :

Nous avons vu que l'adducteur principal est Oued chélif vu des pertes enregistrés à son niveau par l'infiltration ; évaporation ce qui impose en conséquence la réalisation d'une conduite forcée à fin diminuer les pertes et économiser de l'eau qui se fait rare d'une campagne à l'autre ainsi permettre le bon fonctionnement des équipements hydromécaniques Au niveau de la station de-Khemis II et les autres stations.

VI-19- Résolution des autres problèmes :

Pour les coupures de courants nous proposons d'envoyer l'information avant cette coupure.

Il faut choisir des personnes spécialisées dans le fonctionnements des appareils et des équipements pour ne pas tomber dans des défauts de fonctionnement de ces appareils.

Il faut mettre des lois qui interdisent le jet des pierres et autre choses dans le lit de l'oued a du ralentit le pompage de deux jours pendant le mois aout, mois ou le demande en eau est grande.

Conclusion :

Nous avons proposé la réhabilitation fonctionnelle, architectural ou l'emplacement si c'est possible de tout partie endommagée de la station de pompage de Khemis II et structurelle .

Chapitre VII :

Amenagement de Harraza

Généralité:

Le site proposé pour la nouvelle station de pompage de Harreza est situé sur la rive droite de l'Oued Harreza près de l'évacuateur de crue du barrage. Le terrain au niveau du site est plat et argileux, ce qui lui confère l'avantage d'être un site idéal pour une station de pompage.

Cette station est conçue avec une puissance capable d'acheminer les eaux du barrage Harreza jusqu'au système d'irrigation à travers les conduites nouvelles et celles existantes, originellement utilisées pour le remplissage du barrage par l'eau de l'Oued Chélif.

VII.1 Choix de la variante d'adduction par pompage et l'emplacement de la station de pompage:

Un projet d'alimentation en eau d'irrigation de la 1ère élévation est constitué d'une prise d'eau, une station de pompage et un réservoir.

Ces constructions se font suivant des schémas types, des dispositions plus adéquates pour un tel type de conditions d'exploitation, la construction dépend aussi du relief, de l'environnement. Et pour ces raisons on prend en considération certains paramètres essentiels.

- Il ne faut jamais construire la station de pompage, dans les zones sismiques et les zones non stables;
- Les lignes d'électricité doivent être placées le long de champs d'isolement des routes et des quartiers d'habitation;
- Il faut prendre en considération la distance entre la station de pompage et les différents ouvrages urbains, une distance qui assure l'élimination des dangers provoqués par l'un au l'autre;
- Choisir le cheminement le plus court pour la conduite de refoulement pour réduire les pertes de charges ainsi que les travaux de terrassement ;
- Construire la station de pompage en prenant en considération les normes internationales dans ce domaine.

La station de pompage doit être équipée de

- L'accès à tous les ouvrages
- Plate forme avec une très bonne qualité de béton
- Prévoir des moyens de dérivation des eaux pluviales, drainage par des caniveaux

- Faire un profil en long de l'emplacement de la prise d'eau et la conduite de refoulement.

VII.2 Détermination de la hauteur d'élévation calculée:

A partir du calcul des besoins en eau on peut tirer le débit caractéristique (mois de pointe)

Avec une surface de 9670hectar.

$$Q_{moy} = 5.42 m^3 / s$$

Données de base :

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------|
| 1. Cote PBE du barrage | 282NGA |
| 2. Cote PHE du réservoir : | 322 NGA |
| 3. Débit pompé | 5.42m ³ /s |
| 4. Longueur Conduite de refoulement | 550 m |

La hauteur géométrique maximale est ainsi de $322 - 282 = 40$ m

La HMT est donnée par la formule suivante :

$$HMT = H_{géo} + \Sigma P_{dc} + P_{exh}$$

Où

$H_{géo}$ = Hauteur géométrique

Et ΣP_{dc} = somme des pertes de charge linéaires et singulières.

P_{exh} : Pression nécessaire à l'exhaure (sortie du collecteur)

= (1,0÷1,5) m ; On prend $P_{exh} = 1.5$ m

$$\Sigma P_{dc} = (1,15 \div 1,3) \Sigma h_p(\text{ref})^{lin}$$

et :

Pour $L_{ref} = 1000$ m on a $\Sigma h_p(\text{ref})^{lin} = 4$ m

Notre conduite de refoulement à une longueur de 550 m.

D'où:

$$hp(ref)^{lin} = \frac{550}{1000} * 4 = 2.5 \text{ m}$$

$$\Sigma hp(ref)^{lin} = 2.2 \text{ m}$$

$$\Sigma Pdc = 1,3 * 2.5 = 3.3 \text{ m}$$

La somme des pertes de charge est donc de $\Sigma Pdc = 3.3 \text{ m}$.

La Hmt maximale est $HMT = 40 + 3.3 + 1.5 \approx 45 \text{ mce}$.

VII .3 Détermination du nombre de pompes:

Notre station de pompage est dimensionnée à partir d'un débit max, donc il faudra choisir un nombre de pompes qui assure un débit total égal à ce débit maximum.

Le nombre des pompes principales repose sur le rendement, la puissance, l'encombrement....

Donc notre choix est basé sur le nombre, et le type des pompes à utiliser.

Les critères à respecter dans le choix sont :

- Nombre minimal de pompes
- Rendement plus important.
- NPSH requis minimum.
- Puissance absorbée minimale
- Le nombre de tours par min plus important

VII .4.Choix du nombre pour la pompe Centrifuge à double flux :

$$Q_{cal} = \frac{Q_f}{n} = \frac{5.42}{5} = 0.9 \text{ m}^3/\text{s} = 3240 \text{ m}^3/\text{h}$$

D'où d'après le catalogue on trouve que cette pompe (MPE-500 N°2) à comme caractéristiques :

Diamètre d'aspiration $Da = 500 \text{ mm}$

Diamètre de refoulement $Dr = 400 \text{ mm}$

Débit $Q = 1.08 \text{ m}^3/\text{s}$

Hauteur manométrique totale $H = 45 \text{ m}$

La Vitesse de rotation $n = 740$ tr/min

Puissance absorbée $P_{abs} = 190$ Kw .

Le rendement $\eta = 62$ %

Tableau VII-1 : Choix final de la pompe

Nombre de pompes	Q_{cal} (m ³ /s)	H_{cal} (mce)	Pompe choisie	η (%)	n (tr/min)	P (Kw)
5	1.08	45	MPE 500-N°2	62	740	125

Donc la variante choisie est une pompe centrifuge à double flux, ayant les caractéristiques suivantes

Diamètre d'aspiration $D_a = 500$ mm.

Diamètre de refoulement $D_r = 400$ mm.

Nombre de tours $n = 740$ tr/min.

Rendement $\eta = 62$ %.

Puissance absorbée $P_{abs} = 125$ KW.

VII.5 Choix du moteur électrique :

Puisque la pompe demande un moteur électrique pour la faire tourner il faut avoir des critères pour choisir le moteur le plus adapté avec la pompe choisi, et parmi ces critères on peut citer les suivants :

- Prendre en considération la puissance absorbée
- Position de l'arbre de moteur (vertical ou horizontal)
- La tension d'alimentation du moteur électrique.
- Prendre en considération la variation de la vitesse.

VII.6. Calcul de la puissance fournie par le moteur électrique

La puissance du moteur électrique est calculée par la formule suivante

$$P_{abs} = \frac{\varpi \cdot Q_{max} \cdot H_{c_{min}} \cdot K}{\eta_p \cdot \eta_{tr} \cdot \eta_m}$$

$\eta_{tr} = 1$ Accouplement direct

η_m : Rendement du moteur (0,92 – 0,95)

η_p : Rendement de la pompe (0,62)

K : Coefficient de correction, il est déterminé en fonction de la puissance du moteur, les valeurs du coefficient K sont données dans le tableau VII.3 :

Tableau VII-2 : Variation du coefficient K en fonction de la puissance P

P (KW)	1÷2	2÷10	10÷50	50÷100	100÷200	>200
K	2	2÷1,3	1,3÷1,2	1,2÷1,1	1,1÷1,05	1,05

Pour P = 125 KW ; K=1,1;

$$P_{abs} = \frac{9810 * 1.08 * 45 * 1,1}{0,62 * 1 * 0,93} = 82.68kw.$$

$$P_{ab} = 83 \text{ KW}$$

Et d’après le catalogue des moteurs on trouve que notre moteur électrique a les caractéristiques suivantes :

Un moteur triphasé 50 hz

Rotor à court-circuit CAG

Tableau VII-3 : Caractéristiques du moteur électrique choisi

Puissance		Type	Intensité abs				Caractéristiques en charge						Vitesse		Masse apr
			In 380V	Id in	Cd/Cn	Cm/Cn	Rendement %			cosφ			Tr/min	Kg.m ²	
Kw	ch	A	A			1/2	3/4	4/4	1/2	3/4	4/4				
62.2	100	PLS 225MT	142	5.99	2	2.4	90.5	92	91.5	0.78	0.84	0.88	2935	0.964	270

VII .6 Rendement de la station de pompage:

Le rendement de la station de pompage est lié à toutes les équipements qui ont un rendement, comme le mode d’accouplement, le moteur électrique, la

pompe choisie, et le rendement du réseau électrique. Donc le rendement de la station de pompage est donné par la formule suivante :

$$\eta_{sp} = \eta_p \cdot \eta_{mot} \cdot \eta_{ac} \cdot \eta_{res}$$

Avec :

η_{sp} : Rendement de la station de pompage

η_p : Rendement de la pompe choisie = 0.62

η_{mot} : Rendement du moteur électrique = 0,93

η_{ac} : Rendement du mode de raccordement = 1 (Accouplement direct)

η_{res} : Rendement du réseau électrique = 0,99

$$\eta_{sp} = 0,62 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 0,99 = 0.57$$

$$\eta_{sp} = 60\%$$

VII-7- les équipements en amont et en aval de la pompe :

Les équipements hydraulique de la station HARRAZA comprennent en de hors des pompes elle-même :

Les équipements d'aspiration : grille, tulipe d'aspiration, crépine, joint, vanne, convergent,

Les équipements de refoulement : joint, dévergent, clapet anti-retour, vanne, appareils divers.

VII-7- 1-Les équipements en amant :

VII-7-1-1- conduite d'aspiration :

Le diamètre de la conduite d'aspiration est de 600 mm, et la longueur de cette dernière est de 15m.

La vitesse d'aspiration est de calculé comme suit :

$$v_a = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2}$$

Avec :

V_a : la vitesse d'aspiration.

Q : le débit de chaque pompe 1.08 m³/s.

D : le diamètre d'aspiration 500mm.

$$\text{Donc : } v_a = \frac{1.08}{3,14 \cdot 0,5^2} = 1.37 \text{ m/s}$$

$V_a = 1.37 \text{ m/s}$
--

D'après la fourchette des vitesses en fonction des diamètres qui est donnée en TD nous avons :

$$D = (250 \div 800) \Rightarrow v_a = (1.0 \div 1.5) m/s$$

Donc nous remarquons que la vitesse calculée admissible

VII--7-1-2- tulipe d'aspiration :

La nécessité de la tulipe dépend essentiellement de la vitesse d'entrée de l'eau dans la conduite d'aspiration, son utilisation permet de diminuer les pertes de charges.

Aussi est il recommandé d'en prévoir dès que la vitesse atteint 0.5 m/s, son diamètre est donné d'après le (cours de PSP) comme suit :

$$D_e = (1.2 \div 1.5) D_a$$

D_e : diamètre de la tulipe d'aspiration.

D_a : diamètre d'aspiration.

$$D_e = 1.25 \times 500 = 600 \text{ mm}$$

$D_e = 600 \text{ mm}$

Nous remarquons que ce diamètre est supérieur au diamètre d'aspiration c à d que c'est un diamètre convenable pour une tulipe d'aspiration.

VII-7-1-3- la crépine :

Tout comme la grille, 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 nettement plus petits que la grille.

En eau brute, la crépine peut s'obstruer rapidement créant ainsi une perte de charge additionnelle à l'aspiration de la pompe, ce qui engendre une cavitation dangereuse pour la pompe.

VII-7-1-4- clapet anti- retour :

Un clapet anti-retour placé sur la canalisation d'aspiration évite à l'arrêt de la pompe un retour d'eau.

De plus, le clapet placé à l'aspiration permet de maintenir la colonne d'eau dans la conduite d'aspiration et le corps de la pompe, évitant ainsi de recommencer trop souvent l'amorçage .

VII-7-1-5- joints :

la conduite d'aspiration est en dépression, cela nécessite l'installations de joint soudés dont le but d'évité toute entrée d'air et éventuellement l'entrée d'agents polluant, et se prêter facilement la protection cathodique.

VII-7-1-6- vannes d'aspiration :

Une vanne montée à l'aspiration de la pompe permet d'isoler la pompe pour les travaux d'entretien ou de démontage sans pour autant arrêter la station.

Les vannes utilisées sont de type papillon avec presse-étoupe hydraulique

VII-7-1-7- convergent d'aspiration :

A fin de délimité les pertes de charges à l'aspiration de la pompe, la conduite d'aspiration a fréquemment un diamètre élevé donnant une vitesse de circulation de 0.8 à 1.0 m/s, cette vitesse est inférieur à la vitesse d'entrée de la bride de la pompe (de l'ordre de 2 à 5 m/s), la conduite est raccordée à la pompe par un convergent, ce qui permet d'avoir une accélération progressive de l'écoulement,

VII-7-1-8- la ventouse :

La ventouse est un moyen d'évacuation de l'air .

VII-7-1-9- le tronçon :

C'est la conduite reliant la pompe avec le convergent, il à une longueur donnée comme suit :

$$L_{tr} \geq 2 D_a = 2.500 = 1000 \text{ mm}$$

VII-7-2- équipement en amont de la pompe :

VII-7-2-1- joint de raccordement :

La conduite de refoulement est raccordée à la pompe de manière à ne transmettre aucun effort parasite sur la pompe.

La conduite est auto butée, donc ils ont utilisé un dispositif rétablissant la continuité mécanique de la conduite

Des tirants placés autour du joint rependant aux efforts dus à l'effet de fond.

En fin, le joint facilite le démontage de la pompe ou des appareillage aval

VII-7-2-2- le divergent :

A la sortie de le pompe, la vitesse de l'eau est de

$$v_{sp} = \frac{4.Q_r}{\pi.D_r^2}$$

V_{sp} : la vitesse à la sortie de la pompe (m/s).

Q_r : débit refoulé par les pompes (m³/s).

D_r : diamètre de la conduite de refoulement.

$$\text{Donc : } v_{sp} = \frac{4.5.42}{3.14.2^2} = 1.72 \text{ m/s}$$

$V_{sp} = 1.72 \text{ m/s}$

Dans les conduites de refoulement, il est nécessaire de ralentir cette vitesse par la maintenir dans une plage de (1.2 à 1.5) m/s.

Le divergent est interposé à la sortie de la pompe à un cone droite d'angle au sommet de 8°

VII-7-2-3- clapet de refoulement :

A la sortie de la pompe, un clapet de retenue est placé, son rôle est d'empêcher

l'inversion du débit d'eau lors de l'arrêt de la pompe.

VII-7-2-4- vanne de refoulement :

La vanne de refoulement est placée après la pompe et le clapet anti-retour, peut avoir plusieurs rôles, cette vanne permet d'abord d'isoler la pompe lors des entretiens et de démontages.

La vanne peut intervenir également lors de la mise en marche et de l'arrêt de la pompe dans le cas des pompes centrifuges.

La manœuvre progressive de la vanne de refoulement permet par ailleurs, lors du démontage et de l'arrêt du groupe de limiter les coups de bélier dus aux variations brusques de la vitesse de l'eau dans la conduite de refoulement ainsi elle a les intérêts suivantes :

- lors de l'arrêt du groupe, à démarrer (en barbotage) puis à ouvrir lentement la vanne de refoulement.
- Lors de l'arrêt du groupe à fermer lentement la vanne de refoulement puis à couper l'alimentation du moteur.
- Enfin, la vanne de refoulement peut avoir éventuellement un rôle de réglage du débit.

II-7-2-5- conduite de vidange :

D'après le cours de PSP elle a un diamètre de

$$d_v = \frac{1}{4} D_r$$

d_v : diamètre de la conduite de vidange.

D_r : diamètre de la conduite de refoulement.

Donc :
$$d_v = \frac{1}{4} 2000 = 500 \text{ mm}$$

$d_v = 500 \text{ mm}$
--

II-7-2-6- conduite de refoulement :

la vitesse de l'eau dans la conduite de refoulement est donnée comme suit :

$$v_r = \frac{4 \cdot Q_r}{\pi \cdot D_r^2}$$

Q_r : le débit refoulé

D_r : le diamètre de la conduite de refoulement qui est égale à 2000 mm

Donc :

$$v_r = \frac{4.5,42}{3.14.2^2} = 1.73 \text{ m/s}$$

VII-7-3-débitmètre :

les mesures de débit à l'aval des pompes sont obtenues à l'aide d'appareils (débitmètres).

VII-8- Etude de la cavitation :

La cavitation provoque une diminution très considérable de la hauteur et du rendement de la pompe.

Afin d'éviter ce phénomène il faut avoir :

$$(NPSH)_d > (NPSH)_r$$

$(NPSH)_d$: charge nette absolue d'aspiration disponible.

$(NPSH)_r$: charge nette absolue d'aspiration requise, c'est une donnée par le constructeur sous forme d'une courbe

$$(NPSH)_d = \frac{P_{at}}{\rho} - \frac{P_v}{\rho} - \left(h_a + \sum h_{p_{asp}} + \frac{v^2}{2g} \right)$$

$\frac{P_{atm}}{\rho}$: La hauteur de pression atmosphérique qui est égale à 10 m.

$\frac{P_v}{\rho}$: Tension de vapeur qui est égale à 0.1 m.

H_a : hauteur d'aspiration qui est égale à 3m.

V_a : la vitesse d'aspiration qui est égale à 1.37 m/s.

$\sum h_{p_{asp}}$: Les pertes de charge d'aspiration.

$$\sum h_{p_{asp}}^{total} = 1.15 \sum h_{p_{asp}}^{lin}$$

$$\sum h_{p_{asp}}^{lin} = \frac{4.L_{asp}}{1000} = 0.06 \text{ m}$$

$$\sum h_{p_{asp}}^{total} = 1.15.0.06 = 0.07 \text{ m}$$

$$(NPSH)_d = 10 - 0.1 - \left(3 + 0.07 + \frac{1.37^2}{2.9.81} \right) = 6.73 \text{ m}$$

$(NPSH)_r = 7.7\text{m}$ (caractéristiques de la pompe)

Donc la condition est vérifiée.

VII.9 Le coup de bélier

VII.9 -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 électropompes, alimentant une conduite de refoulement débutant en un réservoir.
- ▶ Démarrage d'une pompe.
- ▶ Fermeture instantanée ou trop rapide d'une vanne de sectionnement.

Les conduites de refoulement doivent toujours être examinées du point de vue protection contre les coups de bélier. Il en sera de même pour les conduites d'adduction dont le débit se trouve réglé à l'aval par un robinet vanne.

Les caractéristiques d'ouverture et de fermeture de ce robinet vanne sont connues.

VII.9.2 Les risques dus aux coups de bélier

En pratique les risques dus au coup de bélier sont importants

a- De forte pression

Les surpressions dues aux coups de bélier peuvent être engendrées aux plus de la pression initiale si leur somme dépasse la pression maximale admissible de la conduite, il peut y avoir fissuration de cette dernière et dislocation des points.

b- Pression négative

Cette pression peut apparaître soit après une forte surpression, soit à la suite d'un arrêt instantané d'une pompe. Si cette pression devient inférieure à -10 m.c.e il se produit une poche de cavitation. Des conséquences néfastes peuvent être créées dans la conduite à la suite de cette pression négative, telle que l'explosion de la conduite, l'aspiration des joints et le décollement de l'enduit de protection interne.

C- Fatigues des conduites

Le passage successif d'une surpression à une dépression et inversement peut provoquer la fatigue des conduites, ce phénomène est très compliqué dans le cas où les conduites sont enterrées.

VII.9.3 Moyens de protection contre le coup de bélier

Les appareils anti- bélier devront avoir pour effet :

- ▶ De limiter la dépression.

- ▶ De limiter la surpression.

Les appareils les plus utilisés sont les suivants :

- ▶ Les volants d'inertie qui interviennent dans la protection contre les dépressions.
- ▶ Les soupapes de décharge qui interviennent dans la protection des surpressions.
- ▶ Les réservoirs d'air et les cheminées d'équilibre qui interviennent à la fois dans la protection contre les dépressions et les surpressions.

VII.9.3.1 Les volants d'inertie :

Le volant d'inertie calé sur l'arbre du groupe constitue l'un de ces moyens grâce à l'énergie qu'il accumule pendant la marche normale.

Le volant d'inertie 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.

VII.9.3.2 Les soupapes de décharge

Ces appareils font intervenir un organe mécanique, un ressort à boudin ordinairement qui par sa compression obture en exploitation normale un orifice placé sur le conduit au point à protéger.

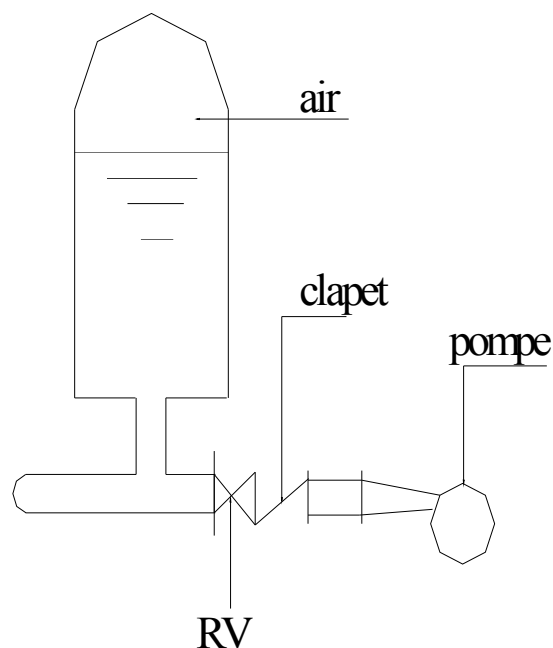


Figure VII-1 : Principe de disposition du réservoir d'air anti-bélier

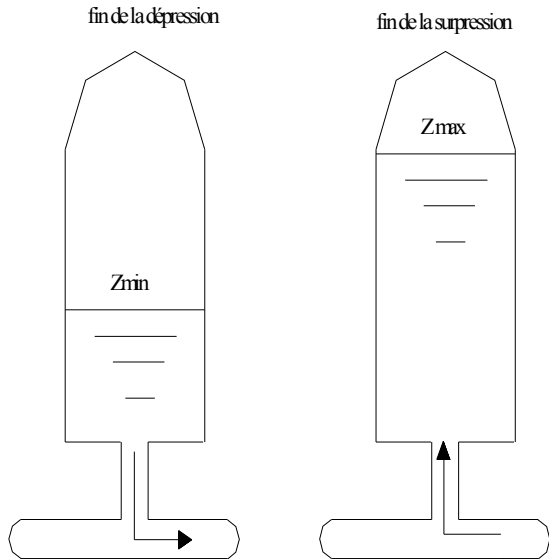


Figure VII-2 : Variation du volume d'air au cours des phases de fonctionnement du réservoir

VII 9. 3. 3 Les réservoirs d'air

L'alimentation continue de 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 de pompage et raccordée au refoulement .

VII .9. 3. 4 Les cheminées d'équilibre

A 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, mais dans le cas de hauteurs de refoulement même moyennes on arrive rapidement à des ouvrages d'art importants puisque l'eau s'élèvera déjà en régime normal à la hauteur géométrique augmentée des pertes des charges.

VII .9. 4 Analyse physique du phénomène du coup de bélier

Suivant l'arrêt brusque ou instantané, quatre phases peuvent être envisagées :

VII .9.4. 1 Phase 01

Une onde de dépression prend naissance au départ de la pompe et se propage jusqu'au réservoir à une vitesse célérité désignée par a .

Si la distance entre la pompe et le réservoir est L , le temps mis par cette onde pour atteindre le

réservoir est $\frac{L}{a}$. Au bout de ce temps la conduite est en dépression sur toute la longueur.

VII .9. 4 .2 Phase 02

Par suite de son élasticité la conduite reprend son diamètre primitif et cela de proche en proche

L'eau revient alors dans la conduite et au bout d'un nouveau temps $\frac{L}{a}$ c'est-à-dire à $\frac{2L}{a}$ depuis

l'origine du phénomène toute l'eau est redescendue mais va se trouver arrêtée par le clapet de la pompe qui entre temps s'est fermé.

VII .9. 4. 3 Phase 03

En raison de cet arrêt la première tranche en contact avec le clapet va se trouver comprimée

entraînant une dilatation de la conduite .Au bout d'un nouveau temps $\frac{L}{a}$ c'est-à-dire à $\frac{3L}{a}$

depuis l'origine toute la conduite sera dilatée avec une eau sur pressée immobile.

VII .9. 4. 4 Phase 04

Grâce à l'élasticité de la conduite celle-ci agissant à la manière d'un ressort reprend de proche en proche à partir du réservoir et en allant vers la pompe, son diamètre primitif.

Les tranches d'eau successives reprennent leurs dimensions premières au bout d'un nouveau

temps $\frac{L}{a}$ c'est-à-dire à $\frac{4L}{a}$ depuis l'origine nous nous retrouvons dans la même situation qu'au

moment de l'arrêt brusque de la pompe.

La période du mouvement est donc $T = \frac{4L}{a}$

II-9-5- méthode de calcul du volume d'air dans le réservoir :

La méthode de VIBERT a pour base l'utilisation d'une abaque simple qui à l'origine de la formule suivante : (Annexe 6).

$$U_0 = \frac{V_0}{2 \cdot g \cdot H_0} \cdot \frac{L \cdot S}{f\left(\frac{H}{H_0}\right)}$$

U_0 : volume d'air initial en m^3 .

V_0 : vitesse initiale de l'écoulement en m/s.

H_0 : hauteur de pression absolue dans le réservoir en régime permanent.

H : hauteur de la pression dans le réservoir après formation du coup de bélier.

L'utilisation de l'abaque résume les étapes suivantes :

1. calcul de $\frac{V_0}{2g}$ et $\frac{h_0}{H_0}$.
2. calcul de $\frac{H_{\max}}{H_0}$.
3. la fixation des points $\frac{H_{\max}}{H_0}$ et $\frac{h_0}{H_0}$ sur l'abaque, puis on relie ces deux points par une droite et on lit la valeur correspondante de $\frac{U_0}{L.S}$ qui est l'intersection de cette droite et l'axe $\frac{U_0}{L.S}$.
4. détermination de U_0 .
5. détermination de la valeur de $\frac{H_{\max}}{H_0}$ en suite H_{\min} .
6. calcul du U_{\max} qui est le volume maximum du réservoir. $U_{\max} = \frac{U_0 \cdot H_0}{H_{\min}}$.
7. calcul du volume réel du réservoir d'air. $U_R = K \cdot U_{\max}$ $K = (1.1 \text{ à } 1.3)$

Partie de calcul :

$$H_g = 40 \text{ m}$$

$$D = 2000 \text{ mm.}$$

$$Q = 5 \times 1.08 = 5.42 \text{ m}^3/\text{s.}$$

$$v_0 = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = 1.73 \text{ m}$$

$$P_N = 10 \text{ bars} = 100 \text{ m.}$$

$$H_0 = H_g + 10 = 50 \text{ m.}$$

Calcul de h_0 :

$$h_0 = \frac{V_0}{2g} = \frac{1.73^2}{2 \cdot 9.81} = 0.15 \text{ m}$$

$$\frac{h_0}{H_0} = 0.3 \cdot 10^{-2}$$

Calcul de $\frac{H_{\max}}{H_0}$:

$$\frac{H_{\max}}{H_0} = \frac{60}{50} = 1.2$$

On relie les des points $\frac{H_{\max}}{H_0}$ et $\frac{h_0}{H_0}$ sur l'abaque on trouve,

$$\frac{U_0}{L.S} = 2.5.10^{-2} \Rightarrow U_0 = L.S.2.510^{-2} = 550. \frac{3,14.2^2}{4} .2.5.10^{-2} = 43m^3$$

Calcul de U_{\max} :

$$U_{\max} = \frac{U_0.H_0}{H_{\min}} = 13.63m^3$$

Donc

$U_{\max} = 39.09 m^3$
--

Calcul de $U_{\text{réel}}$:

$$U_R = K.U_{\max} = 1.3 \times 39.09 = 50 m^3$$

$U_{\text{réel}} = 50 m^3$
--

VII.10-Château d'eau:

Le nouveau château d'eau est proposé pour faciliter le contrôle des pompes ainsi que pour protéger celles-ci contre le risque de démarrages causés par un fonctionnement éventuel du système des réseaux d'irrigation aval.

La capacité adoptée pour le château d'eau est basée sur une période de pompage qui varie entre 25 et 35 minutes avec une période d'arrêt minimum de 7minutes pour chaque pompe.(caracteristiques de la pompe).

$$V_{\text{RES}}=5.42*5*60*7=11382 \approx 11500m^3$$

Conclusion

Pour protéger l'installation contre le coup de bélier, il faut prévoir:

-Un ballon d'un volume total de 50m^3 .

Chapitre VIII :

Impact du projet

INTRODUCTION

Les différents impacts du projet sur le milieu physique et l'environnement naturel pendant et après la construction sont étudiés en détail dans un rapport séparé. L'étude d'impact sur l'environnement a été préparée en parallèle avec le développement des variantes et en tenant compte du contexte législatif et institutionnel sur la projet sur l'environnement physique, biologique et humain .

IMPACTS POSITIFS

Les impacts principaux positifs attendus de la réalisation du projet peuvent être résumés comme suit :

- Amélioration de la performance du système d'irrigation existant pour la rive gauche;
- Préservation /amélioration des écosystèmes existants (retenue d'eau de Harreza) et création d'autres biotopes potentiels (plan d'eau au niveau du seuil projeté, maintien d'un débit écologique dans l'oued Deurderur,..etc) ;
- Soulagement du fonctionnement de l'alimentation en eau potable des localités de KhemisMiliniana, AinDefla, AlAbadia , Kherba, Djendel, Zoubira, Medea, Thenniet EL Had, Bordj Amir Khaled et, peut-être aussi la ville d'Alger ;
- Sur le plan industriel, il pourrait être développé d'autres unités agro-industrielles de transformation des produits agricoles locaux, pour compléter les unités existant actuellement dans la sous-région et produisant respectivement du lait et ses dérivés à Ain Dfla,
- Création d'emplois et amélioration des conditions économiques de la population de la zone du projet.

IMPACTS NEGATIFS

Les impacts principaux négatifs générés par la réalisation du projet peuvent être résumés comme suit :

- Expropriation de terrains sur une superficie due à l'emprise de 10m réservée à la conduite de transfert pour les traversées des champs et de 5m lorsque la conduite longe les routes existantes ;
- Risques de pollution du sol et des eaux souterraines et superficielles durant la phase de construction (rejets d'eaux usées, nettoyage des équipements, déversements accidentels et fuites) ;
- Risques d'émission de bruits, de poussières et de pollution atmosphérique ainsi que la menace de la sécurité du public lors des travaux de construction ;
- Déviation et rehaussement des routes
- Déplacement et rétablissement d'une ligne électrique basse tension.

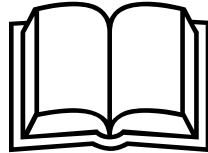
CONCLUSION

La Zone d'Etude, caractérisée par un potentiel agricole assez important, a besoin d'un complément d'aménagement afin de permettre une meilleure utilisation des ressources en eau disponibles au niveau des Oueds Deurdeur et Chélif et mobiliser les ressources du barrage Harreza.

Ainsi, l'aménagement auquel la présente Etude devra aboutir permettra de :

- > Ré-alimenter le réservoir de sécurité de Sidi-Farès par l'intermédiaire d'une conduite d'adduction reliant le seuil de dérivation proposé sur le Deurdeur au réservoir existant;
- > La mise en pression du réseau d'irrigation d'El-Khémis II;
- > Le soulagement de la station de pompage d'El-Khémis II pour l'irrigation de 9 267 ha de la rive gauche du périmètre du Haut-Chélif;
- > Le remplissage éventuel du barrage Harreza en période exceptionnelle par les crues de l'Oued Deurdeur;
- > L'utilisation des ressources en eau du barrage Harreza pour le périmètre du Haut-Chélif;
- > L'optimisation de l'utilisation des capacités de pompage maximales.

BIBLIOGRAPHIE



[1] **ARMANDO.LENCASTRE**.Hydraulique generale, edition eyrolles, (Paris France),2008. (633pages),

[2] **B, SALAH**, Guide d'AEP, 4^{ème} année (E.N.S.H), Blida.2010.(26pages)

[3] **BETHERY JEAN** : Réseaux collectifs d'irrigation ramifiés sous pression. Calcul et fonctionnement, Paris Edition Cemagref 1990 (139Pages).

[4] **CH. BENHACINE, MAMOV**: Irrigation agricole, Guide méthodique du projet de cours; Edition ENSH 1987(141pages).

[5] Catalogue des pompes , (E,N,S,H). Blida, .(27pages).

[6] **HASSAN ELATTIR** ; Transfert de technologie en agriculture ; Edition royaume du Maroc2005 (6pages).

[7] **JEON MARC DEUMIER** : Irrigation de la pomme de terre ; Edition institut technique des céréales et de fourrage 1998(48pages).

[8] **MESSAHEL, MEKKI**, Cours d'irrigation 5^{ème} année (E.N.S.H), Blida.2011

[9] **MESSAHEL. MEKKI**. L'irrigation au goutte à goutte. Office des publications universitaires.Alger.1988.(388pages).

[10] **MICHEL.RAPINAT**.Les stations de pompage d'eau.edition Lavoisier tec et doc. (Paris France). **2005**.(628pages).

ANNEXE 1

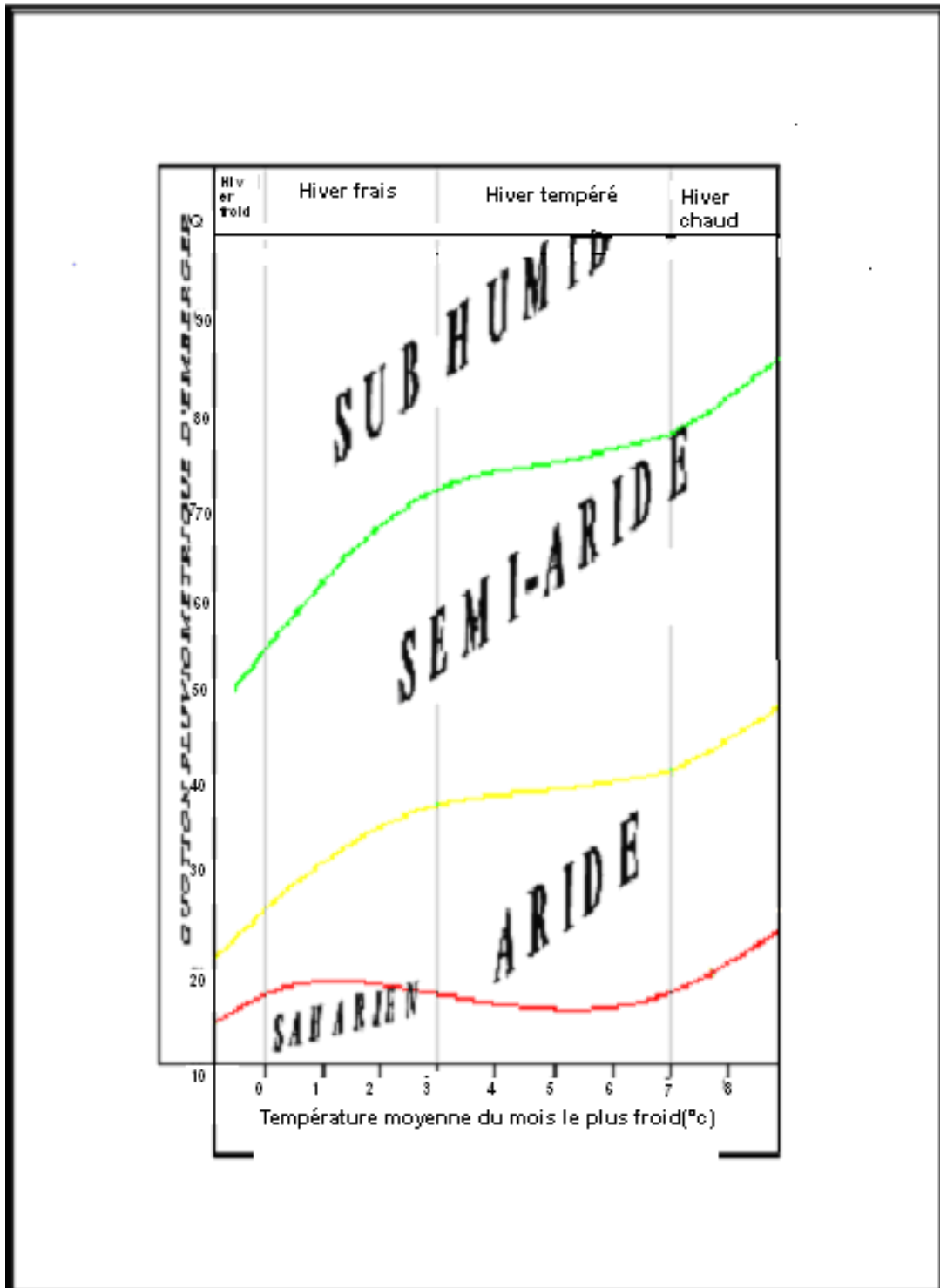
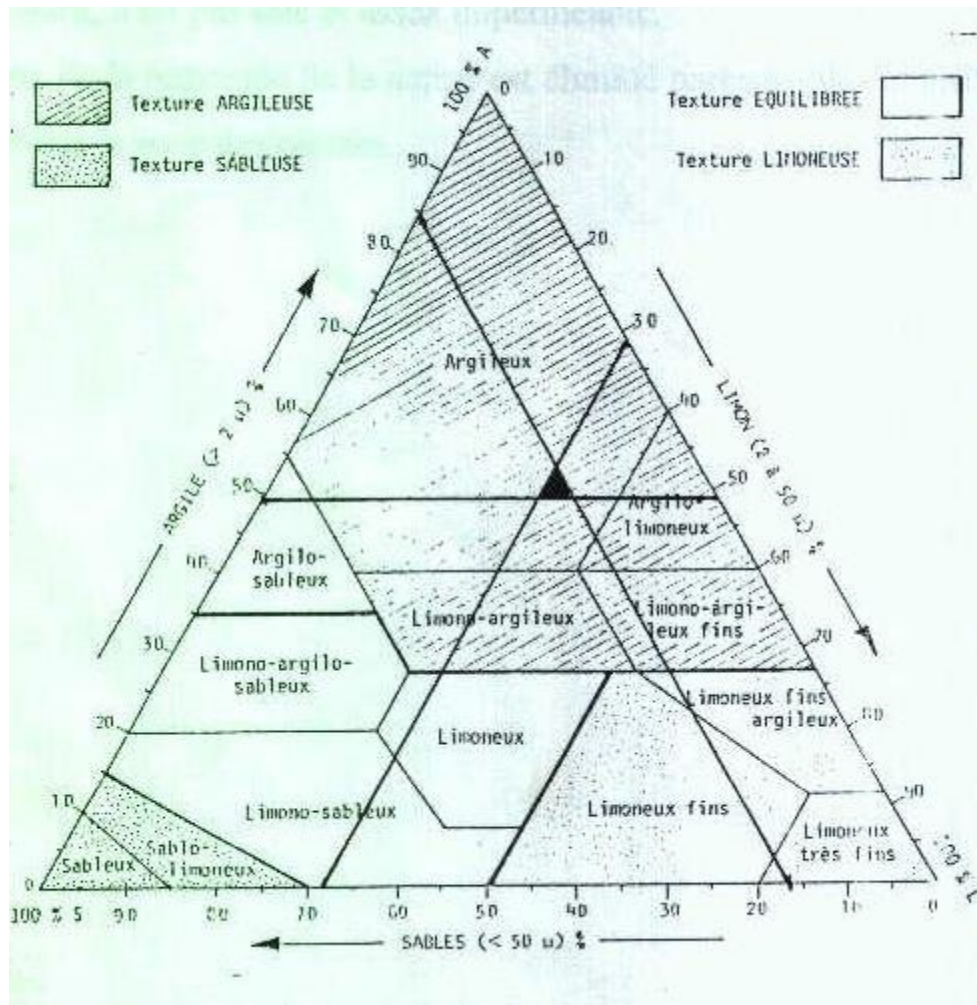


Diagramme bioclimatique d'Emberger

ANNEXE 2



ANNEXE 3



Deterioration des grilles et leur peinture

ANNEXE 4



FIGURE 1: UN ECHANTILLON DES DEBRIS DE TUYAUTERIES

ANNEXE 5



les arbres de transmission sont raccordees et leur peinture

ANNEXE 7

HOMOGENEITE DE LA SERIE PLUVIOMETRIQUE

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de Wilcoxon La vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode 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 $N_1 < N_2$
- On constitue par la suite, la série x unions y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant. a ce stade, on attribue a chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang tout en précisant à quelle sous séries appartient elle.

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

Avec :

$$W_{\min} < W_x < W_{\max}$$
$$W_x = |Rang|_x$$

W_x : Somme des rangs de sous série

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

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

Test de wilcoxon pour la station khemis, code (017117)

Le Tab détaille le procédé de Test d'homogénéité pour la station **KHEMIS** code (017117).

ANNEXE 7

Tab : Test de Wilcoxon pour la station D'AIN MADHI code (060202).

Rang	Série d'origine	Série x (mm)	Série y (mm)	TRI	x unions y
	P (mm)			(mm)	
1	480.7	480.7	443.5	192.1	x
2	342.6	342.6	590.5	244.1	y
3	393.6	393.6	312.9	286.6	x
4	369.5	369.5	433.4	288.2	x
5	470.3	470.3	415.2	311.5	x
6	458.2	458.2	244.1	312.9	y
7	520	520	417.9	317	y
8	311.5	311.5	317	342.6	x
9	429.1	429.1	381.8	369.5	x
10	286.6	286.6	378.2	378.2	y
11	422.9	422.9	381.9	379	y
12	477.6	477.6	421.4	381.8	y
13	288.2	288.2	379	381.9	y
14	192.1	192.1	443.1	393.6	x
15	443.5		612.9	415.2	y
16	590.5		496	417.9	y
17	312.9		443.5	421.4	y
18	433.4			422.9	x
19	415.2			429.1	x
20	244.1			433.4	y
21	417.9			443.1	y
22	317			443.5	y
23	381.8			458.2	x
24	378.2			470.3	x
25	381.9			477.6	x
26	421.4			480.7	x
27	379			496	y
28	443.1			516.8	y
29	612.9			520	x
30	496			590.5	y
31	516.8			612.9	y

$$W_x = 182 \quad W_{\min} = 174.12 \quad W_{\max} = 273.87$$

On a donc: $W_{\min} < W_x < W_{\max} \quad \Leftrightarrow \quad 174.12 < 182 < 273.87$

La condition de M^r Wilcoxon est vérifiée