

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'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 Drainage**

**THEME :**

**ETUDE D'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DU  
PERIMETRE DU MOYEN ISSER (W.BOUIRA)**

**Présenté par :**

**M<sup>r</sup> : MAHMOUD Belkacem**

**DEVANT LES MEMBRES DU JURY**

<b>Nom et prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
<b>M<sup>r</sup> : M.MESSAHEL</b>	<b>M C</b>	<b>Président</b>
<b>M<sup>me</sup> : L.S.BAHBOUH</b>	<b>M A.A</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>me</sup> : H.BOUCHEMA</b>	<b>M A.A</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>me</sup> : S.HARKAT</b>	<b>M A.B</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>r</sup> : A.AYAD</b>	<b>M A.A</b>	<b>Examineur</b>
<b>M<sup>r</sup> : O.AZIEZ</b>	<b>M A.A</b>	<b>Promotrice</b>

**Septembre 2012**

# Remerciements

*Au terme de ce projet, fruit de mes années de labeur, je tiens à remercier sincèrement Dieu, de m'avoir octroyé les moyens et les personnes qui m'ont aidé dans son élaboration Madame AZIEZ. W qui m'a accueilli dans son bureau et a bien voulu m'encadrer durant ce mémoire de fin d'études. Je lui exprime mes vifs remerciements.*

*-Cher membres de jury qui m'a fait l'honneur d'avoir jugé mon travail.*

*-L'ensemble du personnel et enseignants de l'Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique (ENSH), qui a veillés à ma formation.*

*Mahmoud*

# DEDICACES

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

**D'**abord à ma très chère mère, à qui je dois beaucoup pour ces sacrifices, son amour, son aide et son soutien et me voir ainsi arriver à ce que je suis devenu aujourd'hui.

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

**A** ma chère grande mère .

**A** mon unique frère **Oussama**

**A** mes très chères sœurs **FATIMA** et **SALIHA**.

**A** mon très cher ami **FELLOUH Youcef** .

**A** mes amis d'**El-afroun** .

**A tout mes oncles, tantes et cousins.**

**J**e dédie également ce travail à tous mes amis de L'E.N.S.H avec qui je partage tous les souvenirs inoubliables d'une formation qui m'a ouvert les yeux sur le monde .



**MAHMOUD Belkacem**

## ملخص:

إنَّ الهدف من انجاز مذكرة نهاية الدراسة هذه يندرجُ ضمنَ السياسة الحالية المُتعلّقة بتسيير و تطوير المساحات الزراعية المسقيه ، و ذلك للوصول إلى أعلى درجات المر دودية الممكنة عن طريق الاستغلال الناجع والاستثمار الامثل للموارد المتاحة من حيث الموارد المائية و نوعية التربة و هذا لن يتأتى إلا بتبني أنظمة سقي حديثة و التي فرضت فاعليتها، نذكر منها السقي بالتقطير و السقي بالرش الأكثر تطورًا في الآونة الأخيرة نتيجة للتقدم العلمي و التكنولوجي. و من بين ما تتميز به هذه الأنظمة هو تحقيقها لاقتصاد معتبر للمياه. و في اطار تطوير المساحة الزراعية المعنية بالدراسة في هذه المذكرة و هي منطقة يسر الوسطى قمنا باستغلال سد كدية اسردون لتلبية الاحتياجات المائية الضرورية لمختلف النشاطات الزراعية.

## Résumé :

L'objectif de ce mémoire rentre dans le caractère de la politique actuelle de la gestion et du développement des périmètres irrigués; de façon à atteindre un rendement élevé possible par la meilleure exploitation et l'investissement pour les ressources en eau et en sols. 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.

Dans le cadre de développement de la surface irriguée concernée par l'étude dans ce mémoire -moyen Isser-, on utilise le barrage de Koudiat Acerdoune pour la satisfaction des besoins en eaux nécessaires pour les différentes activités culturales.

## Abstract:

The aim of this thesis is included in the actual policy of the irrigated areas management in a way that arrives for high developments and investments for different resources, water and ground. The latter will be by adoption of modern irrigation system which proved their reliability for example localized irrigation, aspersion irrigation, which are the most developed with the evolution of science and technology .Of course, These systems present many advantages like the importance saving water.

Therefore, for the development of our farm concerned by study in this dessortation-Isser-mid- we used Koudiant Acerdoune dam as a resource of water for the satisfaction of our sufficient water.

# SOMMAIRE

	page
INTRODUCTION GENERALE	1
<b>CHAPITRE I Présentation générale de la zone d'étude</b>	
1.1 Situation géographique du périmètre du moyen Isser	2
1.2 Géomorphologie	2
1.3 Hydrographie	3
1.4 L'oued Isser	3
2 Climatologie	5
2.1 La précipitation moyenne	5
2.2 Température de l'air	6
2.3 Humidité relative	6
2.4 Le vent	7
2.5 La tension de vapeur	8
2.6 L'Insolation	8
2.7 La nébulosité	9
2.8 L'évaporation	10
2.9 Indices climatiques	11
2.9.1 Indice climatique de Martone	11
2.9.2 Quotient pluviométrique d'Emberger	12
2.9.3 Climogramme de Gaussen	14
Conclusion	15
<b>CHAPITRE II étude hydrologique</b>	
Introduction	16
1 Etude des précipitations	16
1.1 la pluviométrie	16
1.2 analyse statistique des précipitations totales annuelles de LAKHDARIA	17
1.3 homogénéité de la série pluviométrique	19
1.4 étude de l'échantillon et le choix du type de loi	21
1.4.1 ajustement à la loi Gauss ou loi normal	21
1.4.2 ajustement à la loi log normal ou loi de Galton	24

2.2 test de validité de l'ajustement	27
2.2.1 loi de Gauss	27
2.2.2 loi de Galton	28
Conclusion	29
<b>CHAPITRE III Géologie et hydrogéologie</b>	
Introduction	30
ETUDE GEOLOGIQUE	30
3.1 contexte géologique	30
3.1.1 le tell méridional	30
3.1.2 le tell septentrional	31
3.2 stratigraphie	31
3.3 lithographie	32
3.3.1 Crétacé	33
3.3.2 paléocène-eocène	33
3.3.3 miocène	33
3.3.4 quaternaire	34
ETUDE HYDROGEOLOGIQUE	35
3.1 introduction	35
3.2 comportement hydrogéologique	35
3.3 typologie des nappes aquifères des formations quaternaires	35
Conclusion	37
<b>CHAPITRE IV Ressources en eau et en sol</b>	
Introduction	38
RESSOURCES EN EAU	39
4.1 ressources en eau souterraines	39
4.2 ressources en eau superficielles	39
4.3 évaluation de la qualité d'eau d'irrigation	41
RESSOURCES EN SOL	43
4.1 classification des sols	43
4.2 qualité des sols	46
Conclusion	47
<b>CHAPITRE V Choix de l'assolement et calcul des besoins en eau</b>	48

Introduction	48
5.1 détermination des besoins en eau	49
5.1.1 l'évapotranspiration potentielle ou de référence	49
5.1.2 l'évapotranspiration réelle	50
5.1.3 la pluie efficace	51
5.1.4 efficacité d'irrigation	51
5.1.5 besoins nets et brutes	52
5.1.6 le lessivage	53
5.2 calcul du débit spécifique	53
Conclusion	54
<b>CHAPITRE VI Réseau d'irrigation et équipement du périmètre</b>	
Introduction	55
6.1 schéma d'adduction et de distribution	55
6.2 l'ouvrage de prise	55
6.3 réseau de distribution	55
6.3.1 matière des conduites	56
6.3.2 conduite en béton précontraint	56
6.3.3 conduites en matière plastique	56
6.4 station de pompage	56
6.5 réservoir	61
6.6 matériel de control et de protection du réseau en conduites sous pression	61
6.7 les bornes d'irrigation	61
6.8 implantation des bornes	62
6.9 tracé du réseau	63
6.10 ilots d'irrigation	63
6.11 calcul hydraulique du réseau d'adduction et de distribution	64
6.12 établissement du profil en long	70
6.13 matériaux de construction des canalisations	70
Conclusion	71
<b>CHAPITRE VII Dimensionnement à la parcelle</b>	72
Introduction	72
7.1 choix de la technique d'arrosage	72





7.1.1 irrigation gravitaire	72
7.1.2 irrigation par aspersion	73
7.1.3 irrigation par apports localisés	74
7.2 équipement classique (rampes rigides déplaçables)	76
7.3 équipement avec rampes souples et traineaux	76
7.4 irrigation localisée	79
7.4.1 les organes de distribution	80
7.5 mode d'irrigation choisi	81
Conclusion	84
<b>CHAPITRE VIII Organisation de chantier et estimation du projet</b>	<b>85</b>
Introduction	85
8.1 installations du chantier	85
8.1.1 installations destinées au personnel	85
8.1.2 installations destinées au stockage des matériaux	85
8.1.3 installations destinées à la réparation des engins	85
8.1.4 installations pour la préfabrication	85
8.2 exécution des travaux	86
8.3 engins nécessaires pour l'exécution des travaux	86
8.4 exploitation du système d'irrigation	86
8.5 investissement	88
Conclusion	89
<b>CONCLUSION GENERALE</b>	<b>90</b>

# **LISTE DES TABLEAUX**

	Page
<b>CHAPITRE I Présentation générale de la zone d'étude</b>	
Tableau 1 : Précipitations moyennes mensuelles à Bouira	5
Tableau 2 : Températures mensuelles et annuelles de Bouira	6
Tableau 3 : Humidité relative mensuelle à Bouira	7
Tableau 4 : Vitesses moyennes mensuelles du vent à Bouira	8
Tableau 5 : Tension de vapeur réelle mensuelle à Bouira	8
Tableau 6 : Insolation moyenne mensuelle à Bouira	9
Tableau 7 : Nébulosité moyenne à Bouira	10
Tableau 8 : Evaporation moyenne mensuelle de la retenue de Kudiat Acerdoune	10
Tableau 9 : Evaporation moyenne mensuelle à l'évaporomètre Piche	11
<b>CHAPITRE II Etude hydrologique</b>	
Tableau 1 : Caractéristiques principales des stations	16
Tableau 2 : Pluies mensuelles en dixième de millimètre	18
Tableau 3 : Procédure de Wilcoxon	20
Tableau 4 : Loi normale	22
Tableau 5 : Loi log-normale	25
Tableau 6 : Table du $\chi^2$	27
Tableau 7 : Précipitations mensuelles de l'année de calcul	29
<b>CHAPITRE IV Ressources en eau et en sol</b>	
Tableau 1 : Retenues collinaires de moyen Isser	39
Tableau 2 : Caractéristiques du barrage	40
Tableau 3 : Classification des eaux en fonction du S.A.R	42
Tableau 4 : Classification des soles du bas et moyen Isser	45

## **CHAPITRE V Choix de l'assolement et calcul des besoins en eau**

Tableau 1 : Evapotranspiration de référence selon Penman & Montheit	50
Tableau 2 : Pluie efficace	51
Tableau 3 : Besoins en eau des différentes cultures	52
Tableau 4 : Superficie des différentes cultures	53

## **CHAPITRE VI Réseau d'irrigation et équipement du périmètre**

Tableau 1 : Caractéristiques du réseau d'adduction	55
Tableau 2 : Calcul de HMT	57
Tableau 3 : Variantes pour le choix du nombre de pompes	58
Tableau 4 : Valeurs de K	59
Tableau 5 : Caractéristiques des bornes d'irrigation	62
Tableau 6 : Les différents ilots du périmètre	64
Tableau 7 : Seuils des vitesses admissibles en fonction des diamètres	66
Tableau 8 : Calcul hydraulique du réseau de distribution	68
Tableau 9 : Débits et pressions aux différents nœuds	69

## **CHAPITRE VII Dimensionnement à la parcelle**

Tableau 1 : Caractéristiques des rampes	84
Tableau 2 : Caractéristiques des portes rampes	84

## **CHAPITRE VIII Organisation de chantier et estimation du projet**

Tableau 1 : Dépenses de construction	88
--------------------------------------	----

# **LISTE DES FIGURES**

	Page
<b>CHAPITRE I Présentation générale de la zone d'étude</b>	
Fig 1 : Périmètre du moyen Isser	4
Fig 2 : Diagramme bioclimatique d'EMBERGER	13
Fig 3 : Climogramme pluviométrique de GAUSSEN	14
<b>CHAPITRE II Etude hydrologique</b>	
Fig 1 : Ajustement à la loi normale ou loi de Gauss	23
Fig 2 : Ajustement à la loi log-normale ou loi de Galton	26
Fig 3 : Comparaison des deux ajustements	28
<b>CHAPITRE IV Ressources en eau et en sol</b>	
Fig 1 : Classification des eaux d'irrigation	42
Fig 2 : Etat de l'eau dans le sol	46
<b>CHAPITRE VI Réseau d'irrigation et équipement du périmètre</b>	
Fig 1 : Réseau simulé avec EPANET	69
<b>CHAPITRE VII Dimensionnement à la parcelle</b>	
Fig 1 : l'aspersion classique	73
Fig 2 : l'irrigation localisée	74
Fig 3 : Equipement avec rampe souple et asperseur sur traineau . Déplacement des rampes	78
Fig 4 : Equipement avec rampe souple et asperseur sur traineau . Pas de déplacement des rampes	79
Fig 5 : Couverture totale par quadrillage	79
Fig 6 : Irrigation avec arroseur automoteur ( traction par le tuyau d'alimentation)	79

## **INTRODUCTION GENERALE**

L'irrigation bien maîtrisée est un rempart utilisé de longue date pour endiguer la sous-alimentation et renforcer la sécurité alimentaire des sociétés. En Algérie La superficie agricole globale exploitée est estimée à 47,5 millions d'hectares, dont 32 millions d'hectares de parcours, 7 millions de forêts et de maquis et 8,5 millions de terres arables (5,7 millions d'hectares appartenant à des exploitants privés et 2,8 millions relevant du domaine privé de l'Etat).

Une grande partie ou plutôt la totalité de ces surfaces se situent dans les régions chaudes et nombreux ont l'agriculture handicapée si on peut dire, une pluviométrie insuffisante ou mal répartie provoquant des déficits hydriques très préjudiciables à la productivité des cultures, à la régularité des récoltes et à l'alimentation des troupeaux.

Notamment que l'Algérie se situe parmi les pays les plus pauvres en matière de potentialités hydriques, soit en dessous du seuil théorique de rareté fixé par la Banque Mondiale à 1000 m<sup>3</sup>/an/habitant, à cause de son climat que l'on peut considérer comme semi aride du fait de sa situation géographique qui est définie par la latitude **36° 42' 0" Nord** et la longitude **3° 13' 0.01" East** et en présence d'un vaste désert .

Face à ces potentialités agricoles naturelles limitées mais aussi face à une croissance très, rapide des besoins en produits alimentaires du fait de la démographie et de l'élévation du niveau de vie; l'agriculture en Algérie reste un secteur clé de développement économique et social. Le ministère de l'Agriculture et du Développement rural vise l'accroissement de la superficie agricole utile (SAU) en irriguée de 981.000 ha existante actuellement à 1,6 million ha à l'horizon 2014 , pour satisfaire ce contexte démographique qui devient de plus en plus très fort, en parallèle avec le niveau de vie qui s'améliore par son tour dernièrement et au futur .

On peut classer ça dans la stratégie nationale des ressources en eau en Algérie, concernant l'irrigation citant la construction de nouvelles stations d'épuration des eaux usées et étude de leurs réutilisation en irrigation, exploitation des eaux souterraines et la construction de nouveaux barrages qui participent aux aménagements hydro-agricole comme notre étude qui s'occupe de l'irrigation du périmètre moyen Isser .

## **CHAPITRE I : PRESENTATION GENERALE DE LA ZONE D'ETUDE**

### **1-1- SITUATION GEOGRAPHIQUE DU PERIMETRE DU MOYEN ISSER:**

La plaine alluviale de Isser se situe à environ 60 km au Est d'Alger la capitale, dans les Wilaya de Bouira et Boumerdes , limitée par les Wilayas d'Alger, Tiziouzou . La vallée d'Isser est encaissée entre des collines abrites au sud de Thenia (W.Boumerdes) qui créent une subdivision naturelle en deux secteurs d'irrigation, cette division naturelle porte le nom (gorges de Lakhdaria).

Le périmètre du Moyen Isser se divise en deux périmètres moyen et haut Isser, il est de superficie moyenne d'environ 500 ha, il represente la partie sud de la vallée Isser, il nait à la confluence des Oueds Djemaa et Isser au Sud-Est de Kadiria et se prolonge jusqu'à celle des Oueds Bouhamoud et Isser au Nord-Ouest de Lakhdaria. Le périmètre est constitué, par les plaines alluviales situées à l'intérieur des sinuosités de l'Oued Isser sur ses rives droite et gauche touchant sept (7) communes dans le bas Isser (Bordj-Ménaiel, Cap-Djinet, Zemmouri, Leghata, Si Mustapha, Isser et Souk El had ), et deux (2) communes dans le moyen Isser (Lakhdaria et Kadiria ).

### **1-2-GEOMORPHOLOGIE:**

Le bassin versant drainé par l'Oued Isser est bien important, il occupe une superficie de 4.145 km<sup>2</sup>

Le Bas et Moyen Isser sont assez proches l'un de l'autre, mais se différencient de beaucoup dans les aspects orogéographiques et climatiques. L'Isser dans sa partie basse forme la limite du bassin en s'écoulant le long des pieds monts.

Sur la rive droite, on a des terrasses récentes formées par l'oued, son nombre nous montre le développement de ce dernier. En effet, elles sont recouvertes de sols jeunes soumis à une intense érosion et de ce que lui apportent les crues.

Sur la partie moyenne, on a l'Oued Isser devient plus large soudainement, et plus en avançant vers le Sud, plus on trouve son réseau qui se développe par de nombreux affluents et confluents.

**1-3-HYDROGRAPHIE:**

L'Oued ISSER constitue l'axe principal du réseau hydrographique de notre zone d'étude, dans lequel tous les Oueds se déversent soit directement ou indirectement par l'intermédiaire de l'un de ces affluents. Ce qu'on peut trouver comme affluents importants à étudier, c'est: Oued Djemaa; Menait; Mouafen et Chender. Des retenues ont été repérées de volume variable sont utilisées pour l'irrigation de petites superficies, mais elles n'ont pas d'importance.

**1-4-L'OUED ISSER:**

La direction de l'écoulement est S/N dans les gorges de Lakhdaria. Cette direction est du fait qu'il vient de Djebel Lakhdar, où il prend sa source de traverser la chaîne des Beni-Khalfoun; entre Kadiria et Lakhdaria l'oued suit la direction S.E/N.O, elle est de 81 km de longueur.

Latitude et de 36° 50 min 22.92 sec,

Longitude est de 3° 40 min 1.99 sec.

Leur lit est naturel, avec fond et parois pour la rive D et la rive G rocheuses.

Le régime de l'Oued est de type torrentiel. Les crues boueuses peuvent de ferler dans les plaines de L'ISSER en s'étalant jus qu'a 100m en dehors du lit ordinaire.

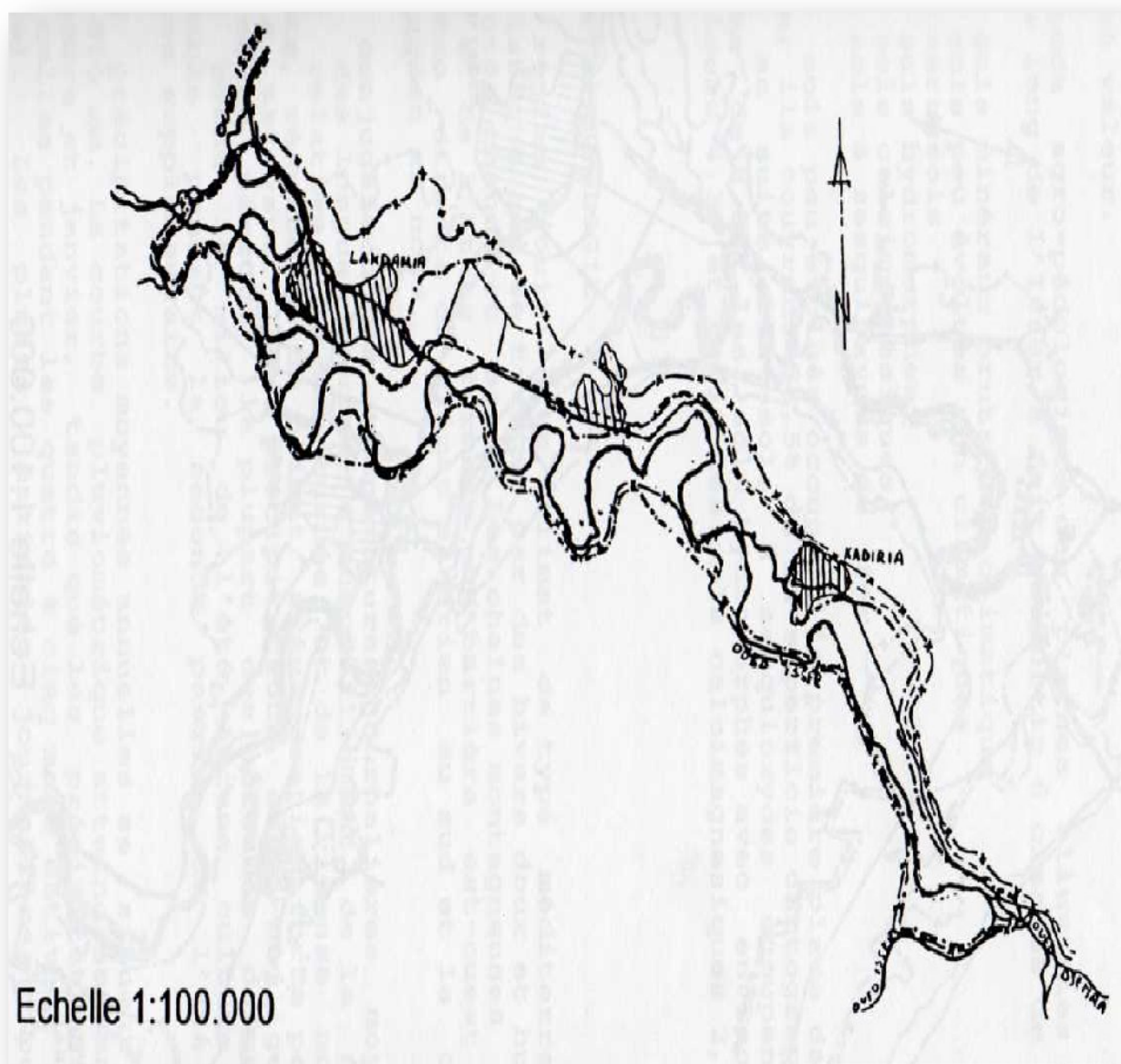
Ces eaux torrentueuses débordent parfois du lit de l'Oued sur les berges qui les dominant de 6 à 7 mètres.

En période sèche, un mince filet d'eau décrit dans la plaine de nombreux méandres avant de rejoindre la mer.

Débit	MIN	MOY	MAX
Valeurs (m <sup>3</sup> /s)	0.05	13.66	2620

Station meteorologique Lakhdaria : 1990/2000

## PERIMETRE DU MOYEN ISSER



- x - x - Limite photo restitution
- Limite provisoire de la zone d'étude



## **2-CLIMATOLOGIE :**

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

Les différentes composantes du climat sont les précipitations, la température, le vent, l'évaporation, l'humidité relative...

Les organismes publics qui fournissent les données hydro climatologiques en Algérie sont ; l'Agence Nationale Des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H) et l'Office National de la Météorologie (O.N.M).

Pour notre travail, on va prendre les données enregistrées par la station climatologique de Bouira , source, l'Office National de la Météorologie (O.N.M), de Dar El Beida, située sur une altitude de 50 m et qui est la plus représentative du périmètre du moyen Isser Algérois.

### **2-1- LA PRECIPITATION MOYENNE :**

Dans le tableau 1. Ci-dessous, on trouve la répartition mensuelle des précipitations de la station pluviométriques de Lakhdaria, retenues et celle de la répartition moyenne mensuelle des pluies, basée sure les données de (A.N.R.H).

Tableau1 : Précipitations moyennes mensuelles.

Mois		S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Moy anuel
Pluie	Mm	30,95	60,26	87,3	116,45	93,44	82,18	70,56	66,1	50,74	9,96	3,48	6,19	677.61
	%	4.57	8.89	12.89	17.18	13.79	12.13	10.41	9.75	7.49	1.47	0.51	0.91	100

Station meteorologique Lakhdaria :1980/2010

On remarque que :

- \* la saison pluvieuse est celle entre Novembre et Mars.
- \*la saison sèche entre Juin à Septembre.
- \* la saison moyenne est les mois d'Avril, Mai et Octobre.

**2-2 -LA TEMPERATURE DE L'AIR :**

Nous allons compter sur les données de Dar El Beida pour étudier notre bassin versant, car le nombre de stations pour relever la température atmosphérique est insuffisant, plus que ces postes ont cessé de fonctionner pendant la période allant de 1960 à 1975, les températures mensuelles et annuelles de l'air sont reportées dans le tableau .2.

Tableau . 2 : Températures mensuelles et annuelles de l'air de Bouira (°C)

Mois		S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Moy annul
Dar al Beida	Max	28,8	24,8	20,3	17,6	16,5	17,1	18,6	20	22,4	26,9	30,6	30,7	<b>24,7</b>
	Moy	22,5	19,7	14,3	12,1	9,9	11,4	11,9	14,4	16,6	21,	24,8	25,5	<b>17,3</b>
	Min	16,8	13,1	9,2	7,3	5,4	6,4	6,7	8,7	11,4	15,4	18,7	18,7	<b>5,4</b>

Source service météorologique Dar El Baida, période 1990/2010

La température varie spontanément selon la position par rapport à la mer, plus on s'y éloigne plus la différence entre les valeurs extrêmes s'élève et plus qu'on y approche plus qu'elle diminue.

Dans la partie côtière, les températures tombent rarement au dessous de -1 ou -2<sup>0</sup>C et le gèle en décaillant, n'endommage pas gravement les cultures, comme elles ne dépassent que parfois 44<sup>0</sup>C sur la côte, mais plus on s'éloigne de la mer vers l'intérieur, les températures extrêmes sont bien présentes et les risques de gèle sont plus grands.

Notons que les mois où il fait très froid sont : Janvier et Février, où la température moyenne minimale est comprise entre 5<sup>0</sup>C et 6<sup>0</sup>C ; les mois où il fait plus chaud sont : Juin, Juillet, et Août, où la température moyenne maximale est comprise entre 27<sup>0</sup>C et 31<sup>0</sup>C.

**2-3-L'HUMIDITE RELATIVE:**

L'humidité relative ou ce qu'on appelle état hygrométrique est le rapport en % entre la tension moyenne de vapeur et sa tension maximale, correspondant à la température mesurée au thermomètre sec.

L'humidité de l'air est moyenne pendant toute l'année, pour l'hiver on a environ 80% et pour l'été c'est 70% obtenues pour les matins et les soirs. Les valeurs à midi sont d'environ : 57% en : Avril et Octobre, dont : 60% en été et 64% en hiver.

le tableau.3 nous donne La répartition moyenne de l'humidité relative à Bouira pour la période 1990/2010.

Tableau 3 : Humidité relative mensuelle (1) à Bouira en %

MOIS		S	O	N	D	J	V	M	A	M	J	J	A	Moy annl
Dar al beida	Max	91,8	92,3	93,7	92,8	93,5	94	94	94	93,9	93	91,2	91,7	94
	Moy	70,5	73,4	76,2	77,9	78,1	77,3	77,2	76	74,6	71,6	69,7	70,1	74,4
	Min	44,6	46,4	49,8	52,7	51,2	52,3	48,7	50,6	49,7	45,7	40,8	44,1	40

Source service météorologique Dar El Baida, période 1990/2010

La valeur maximale de l'humidité relative moyenne est enregistrée en décembre et janvier ; la minimale aux mois de juillet et août.

#### 2-4 -LE VENT :

Le vent est un élément qu'on ne peut pas négliger, il a une grande influence sur les cultures et les systèmes d'irrigations, malgré que ces derniers transportent des masses d'air humide qui protègent les cultures des fortes évapotranspirations.

Ils sont généralement de directions : Nord-sud à Nord-ouest, tandis qu'aux vents secs, qui jouent le rôle inverse, la direction est : Sud-nord pendant l'été et leur vitesse varie de 2,9 à 3,4m/s.

Le tableau .4 montre les vitesses mensuelles des vents, données par la station de Dar El Beida.

Tableau 4 : Vitesses moyennes mensuelles (1) du vent à Bouira en (m/s) à 2m.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Moy annl
V moy (m/s)	2.8	3.1	2.9	3,2	3,4	3,5	3,3	3,5	3,2	3,1	3,4	3,3	<b>3.2</b>

. Source service météorologique Dar El Baida, période 1990/2010

Le sirocco est un vent chaud venant du Sud, qui dessèche le sol et augmente l'évapotranspiration, souffle en moyenne pendant dix huit (18) jours par an, exactement les mois d'été, dont 70% sont enregistrées durant les mois de : Juin, Juillet, Août et Septembre.

**2-5-LA TENSION DE VAPEUR:**

La tension de vapeur réelle mensuelle exprimée en millibars joue un rôle très important dans l'évaluation de l'évapotranspiration. On doit connaître le moment où s'effectue la mesure, mais il n'est pas mentionné dans notre cas. Le tableau.5, donne la tension de vapeur réelle, peu variable, au cours de la journée.

Tableau 5 : Tension de vapeur réelle mensuelle (1) en (mibar).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total anl
Tension de vapeur (mibar)	19,2	15,4	12,3	10,7	9,7	10	10,9	12	14,3	17,5	20,1	21,3	<b>14,5</b>

Source service météorologique Dar El Baida, période 1990/2010

**2-6 -L'INSOLATION:**

L'insolation qui caractérise notre région est importante, elle figure dans Le nombre d'heures d'ensoleillement qui est élevé ; les chiffres correspondants à Alger montrent un ensoleillement annuel moyen de 2.800 heures, soit 65% de l'ensoleillement maximal possible. Ce paramètre est donné par l'ONM de Dar El Beida et illustré par le tableau.6. Ce phénomène est très important notamment de Juin à Août, il dépasse 9heures/jours.

Tableau 6 :.Insolation moyenne mensuelle (1) en heure

Mois	S	O	N	D	J	V	M	A	M	J	J	A	Total anul
Inso moy(h)	8.7	6.9	5.7	4.7	5.3	5.5	6.9	7.2	8.3	9.7	10.8	9.9	<b>89.8</b>

Source service météorologique Dar El Baida, période 1990/2010

**2-7 -LA NEBULOSITE:**

C'est la moyenne de plusieurs observations journalières de la couverture nuageuse sur certaines portions du ciel, couvert par des nuages, mesuré en Oktas ou en deuxième (2). D'après la classification de Mr Blaney Criddle on a ;

<u>Nébulosité :</u>	<u>En deuxième :</u>	<u>En Oktas :</u>
Elevée	<2	<1,5
Moyenne	2-5	1,5-4
Faible	>5	>4

Avec :

\*4 Oktas : Ciel nuageux à 50% pendant la totalité des heures diurnes, ou ciel complètement nuageux pendant la moitié des heures diurnes.

\*Source (2) : Besoin en eau des cultures Bulletin d'Irrigation et de Drainage n°24 de la F.O.A.

\*1,5 Oktas : Moins de 20% couvert de nuages pendant la totalité des heures diurnes, ou nébulosité totale pendant environs 2 heures de la journée.

D'après la répartition de nébulosité moyenne mensuelle, représentée au tableau 7, on constate que la nébulosité annuelle est moyenne, elle atteint ses maximums aux mois de : Juillet et Août, quant aux minimums, ils sont atteints pendant les mois allant de : Novembre à Mai. Elle est faible aux mois d'Octobre et Septembre.

Tableau. 7 : Nébulosité moyenne <sup>(1)</sup> en Oktas.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Moy anuel
Néb(oktas)	3.1	3.8	4.3	4.5	4.3	4.9	4.3	4.6	4.2	3.1	2.0	2.7	<b>3.8</b>

Source service météorologique Dar El Baida, période 1990/2010

### **2-8 -L'EVAPORATION :**

La station de Bouira se réfère d'un évaporateur Piche. Du fait du manque de données réelles d'évaporation en bas, c'est pour ça qu'on utilise la valeur de l'évaporation moyenne calculée à partir des observations effectuées au niveau de quelques retenues de la région, par l'A.N.R.H (Mr Taibi 1992).

L'évaporation moyenne annuelle en bas est estimée à 1.580 mm/an dans la région. Au niveau de la retenue de Djelada elle est 1.263 mm/an, dont la répartition mensuelle a été considéré comme représentative pour la retenue de Koudiat Acerdoune.

D'après le tableau.8, on remarque que l'évaporation est élevée aux mois allant de : Mai à Septembre, correspondants à une valeur évaporée de 48,6% et faible du mois d'Octobre à Février où le volume évaporé s'élève à 27,5%.

Tableau 8 : Evaporation (1) moyenne mensuelle de la retenue de Koudiat Acerdoune

Mois		S	O	N	D	J	V	M	A	M	J	J	A	Toat anul
Station dar El beida	M	126	96	69	54	61	68	83	92	12	149	168	176	1.26
	m									2				4
	%	10,0	7,6	5,4	4,3	4,8	5,4	6,5	7,3	9,7	11,8	13,3	13,9	100

Source service météorologique Dar El Baida, période 1990/2010

L'évaporation mensuelle enregistrée à l'évaporomètre Piche de Bouira entre l'année 1990 et 2010 sont données par le tableau 9.

Tableau 9 : Evaporation moyenne mensuelle (1) à l'évaporomètre Piche (mm).

Mois	S	C	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total anuel
Eva men moy(mm)	79,5	85,6	59,9	56,2	53,8	50,8	58,3	66,3	74,7	101,8	120,8	116,9	942

Source service météorologique Dar El Baida, période 1990/2010

La régression linéaire entre l'évaporation mensuelle enregistrée à l'évaporomètre Piche de Bouira tableau 9 et l'évaporation mensuelle au niveau de la retenue de Hamiz voir tableau 8 nous donne un bon coefficient de corrélation d'environ 0,96, cela signifie que la répartition mensuelle adoptée, représente bien l'évaporation de la zone du projet.

## **2-9- INDICES CLIMATIQUES :**

### **9-1-Indice d'aridité de Martonne :**

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

Il est calculé par la formule suivante :

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

Avec :

IA : Indice climatique de Martonne.

P : Précipitation moyenne annuelle (mm).

T : Température moyenne annuelle (°C).

Donc :

$$IA = \frac{696,55}{17,3 + 10} = 25,51 \quad IA = 25,51.$$

Tableau : Les limites de climat d'après l'indice de Martonne

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

On a  $IA = 25,51$  mm donc  $20 < IA \leq 30$ . Comparons le résultat avec les valeurs du tableau, on aura le climat « relativement humide » d'où l'irrigation est parfois utile.

### 9-2- Quotient pluviométrique d'Emberger :

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

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

Avec :

Q : coefficient pluviométrique d'Emberger.

P : Précipitation moyenne annuelle (mm).

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

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

$$M = 273 + 30,7 = 303,7 \text{ K}$$

$$m = 273 + 5,4 = 278,4 \text{ K}$$

$$\text{D'où : } Q = 2000 \frac{696,55}{(303,7)^2 - (278,4)^2} \approx 90,91$$

Projetons le résultat obtenu dans le diagramme bioclimatique d'Emberger, le climat qui nous correspond est le sub-humide.

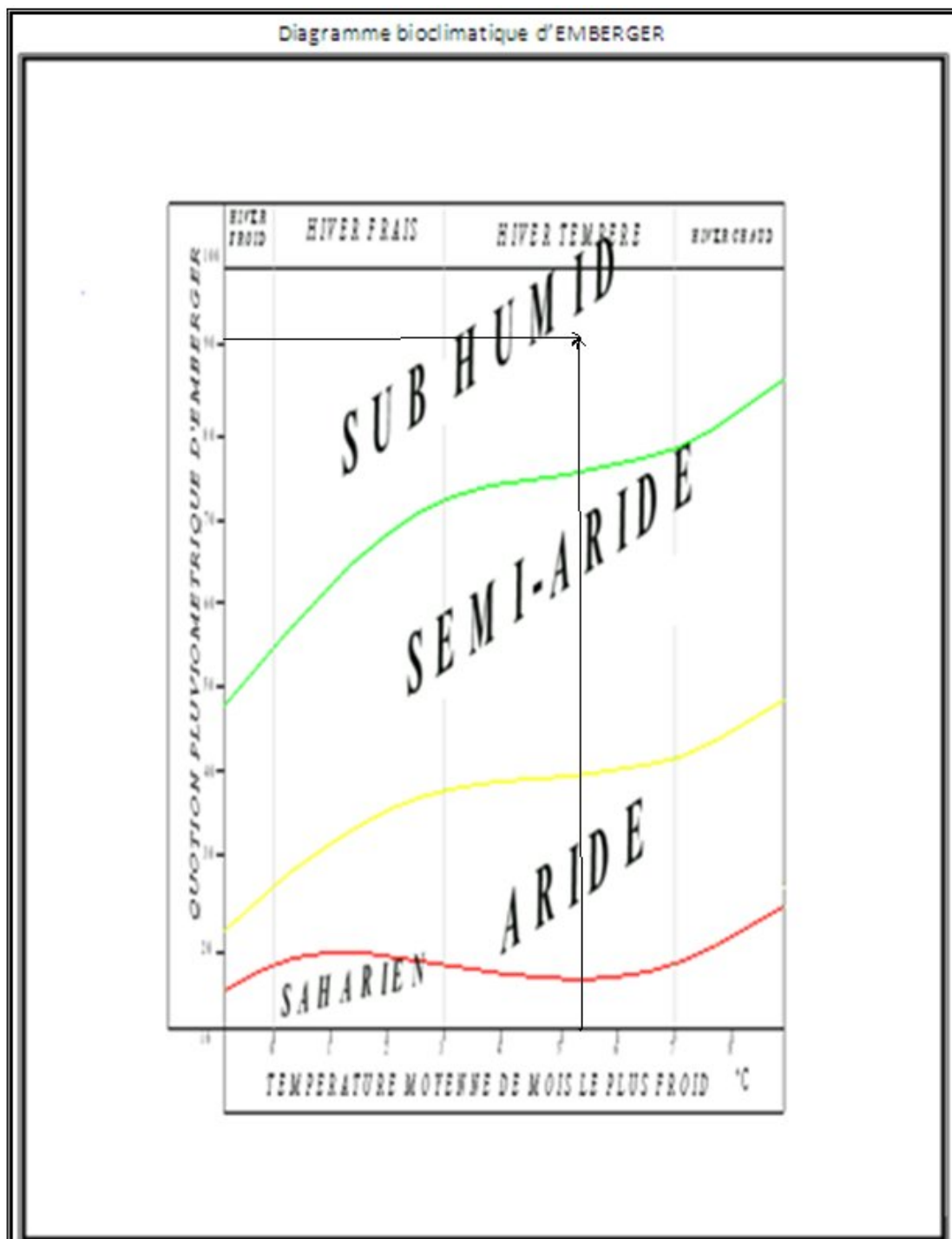


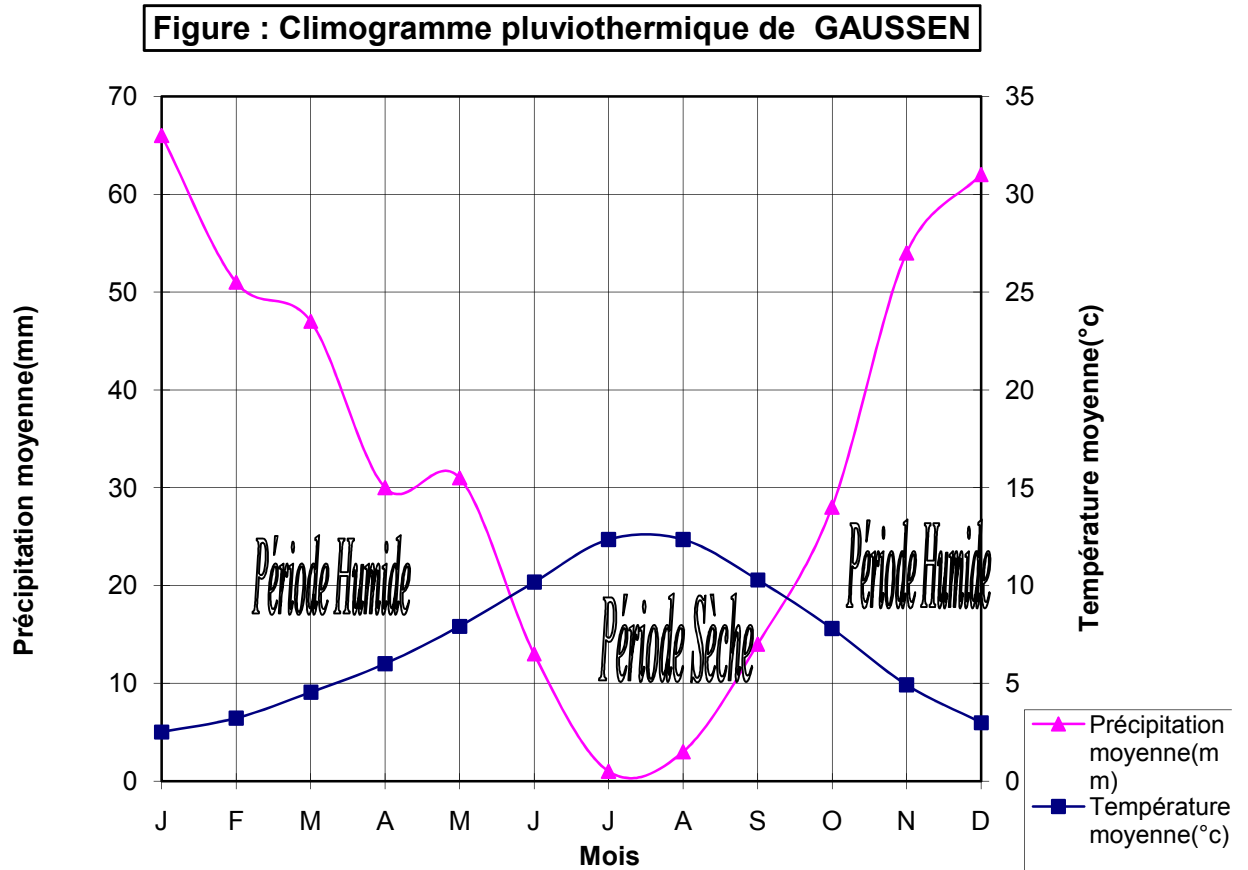
Diagramme bioclimatique d'EMBERGER



**9-3- Climogramme de Gaussen :**

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

Dans notre cas, la période sèche commence du mois de Mai jusqu'au mois de Septembre. figure ci-dessous :



## **CONCLUSION**

Le périmètre du moyen Isser jouit d'un climat de type méditerranéen; qui se traduit par des hivers doux et humides et des étés chauds et secs. Le régime pluviométrique se caractérise par des pluies abondantes, ayant souvent des averses en hiver qui diminuent presque régulièrement au printemps et atteignent finalement en été quelques millimètres par mois au cotai. La répartition saisonnière des précipitations favorise le développement des plantes hivernales. Les cultures printanières dépendent dans une large mesure de l'irrigation.

## **CHAPITRE II: ETUDE HYDROLOGIQUE**

### **INTRODUCTION**

L'étude hydrologique est la base de tout projet d'irrigation, c'est le premier calcul pratique que l'on fait pour étudier les précipitations de la région d'étude en les ajustant par l'un des deux lois d'ajustement les plus répandus, loi d'ajustement de Gauss et loi d'ajustement de Galton, et on les compare et on choisit le meilleur ajustement.

Un ajustement selon l'une des deux lois citées précédemment a pour but de déterminer l'année de calcul qui va représenter toute une série pluviométrique.

#### **1- ETUDE DES PRECIPITATION :**

##### **1-1-LA PLUVIOMETRIE :**

La zone qu'on va étudier est sous la couverture de 6 stations pluviométriques qui se gèrent par l'*ANRH* et l'*ONM*.

Le tableau (1) suivant cite les stations pluviométriques qu'on parle

Tableau (1) : CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DES STATIONS

Station	Code de station	Coordonnées(m)			équipement	Période de fonctionnement
		x	y	z		
BSIBSA	090149	570.25	354.5	820	PV	1980-2010
LAKHDARIA	090502	579.3	370	50	PV	1980-2010
GORGES						
DJEBAHIA	090403	594.8	353.4	320	PV	1980-2010
TAZROUT	090406	571.1	361.6	520	PV	1980-2010
OULED	090503	574.55	372.3	400	PV	1980-2010
BOUHADEDA						
DOUIRA	021407	522.25	374.9	170	PV	1980-2010

Source service *ANRH*

Les séries qui vont être utiles pour notre étude sont de 30 ans, à partir de 1980 jusqu'à 2010.

La station qui va nous aider à travailler est celle de LAKHDARIA, parce qu'elle a enregistré le plus grand nombre d'années sans arrêt, en plus elle est la plus proche de notre périmètre donc leur données sont les plus représentatives.

### **1-2- ANALYSE STATISTIQUE DES PRECIPITATIONS TOTALES ANNUELLES DE LA STATION DE LKHDARIA GORGES :**

Les précipitations mensuelles de 30 ans de la période : 1980 - 2010 sont données par le tableau (2) ci-dessous

On remarque que les précipitations pendant ces 30 ans ne sont pas bien réparties, que ça soit en mois ou en années, leurs répartition est irrégulière, alors on aura besoin d'un ajustement.

Tableau N°02: PLUIES MENSUELLES EN DIXIEME DE MILIMETRE

Station : LAKHDARIA GORGES

Période : 1980-2010

Source : A.N.R.H

Altitude : 320 m

ANNEE	ANUL	Sept	oct.	nov.	déc.	jan	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	aout
1980	755,9	10,1	45,6	94,5	241,5	45,7	101,4	54,9	75,1	58,7	9,5	0	18,9
1981	628,3	4,6	47	28,4	97,6	182	147,9	28,8	16	54,3	19	0	2,7
1982	619,6	61,3	83,5	172	131,1	0	65,3	33,8	18,8	3,4	0	5,6	44,8
1983	673,6	0	28,9	76,1	44,8	105	187,2	65	42,5	110,5	13,6	0	0
1984	847,1	24,1	113,7	43,4	135	109,9	50,6	227,1	6,6	136,7	0	0	0
1985	700,4	54,4	32,9	47,1	52,2	60,5	110,4	213,7	65,3	1	43,1	17,5	2,3
1986	714,2	22,7	58,5	75,2	206,8	93,5	203,3	27,5	3,8	10	10,1	0	2,8
1987	561,3	30,7	63,1	103,3	49,6	36,6	53,1	84,1	40,1	55,2	45,5	0	0
1988	386,1	52	0,6	62,8	45,2	53	20,9	28,2	99,9	9,2	7,9	0,6	5,8
1989	388,2	14,9	30,8	39,4	18,6	71,6	0	32,4	45,8	77,5	8,6	48,6	0
1990	570	2,6	15,1	41,9	161,5	84,1	108,1	79,4	35,3	30,5	2	0	9,5
1991	826,5	28,9	157,7	60,1	7,1	172	30,9	94,1	165,5	79,4	25,2	5,6	0
1992	628,1	22,4	63	119,3	160,9	29,1	80,2	33,7	77,3	36,8	0	0,4	5
1993	512,7	36,9	68,8	73,2	87,3	89,1	51,7	0	92	10,1	3,6	0	0
1994	720,6	68	48,8	35,4	116,7	243,4	36,5	126,6	23,5	3,3	10,1	0	8,3
1995	738,7	5,9	14,5	49,8	50,1	106,9	240,4	46,5	130,1	41,3	48	5,2	0
1996	346,9	33,2	62,8	42,1	63,9	20,4	14,3	15,7	66	16,6	3,9	1,2	6,8
1997	939,6	48,9	88,5	148,7	111,7	47,6	101,5	70	128,1	185,5	6	0	3,1
1998	605,8	33,8	89,5	120,8	89,3	113,3	50,9	81,4	18,7	5,6	0	0	2,5
1999	473,7	12,3	13,4	106,6	211,2	7,7	6,5	8,4	34	71,7	0	0,6	1,3
2000	342,5	11,9	49,2	74,8	49,9	218,4	79,4	0,4	41,4	24,5	0	0	0
2001	1189,2	12,9	0	31,6	49,9	56,3	24,9	21,2	48,3	36,8	9,8	5,7	45,1
2002	654,3	16,6	42,3	221,9	315,6	234,3	163,7	31,2	150,4	9,1	0,5	0	3,6
2003	723,3	23,3	44,5	54	103,1	111,2	62,5	55,6	71,9	126,2	0	2	0
2004	583,9	11,7	32,6	92,5	227,2	123,6	128,9	46,4	52,6	3	1	1,3	2,5
2005	617,2	6,5	47	72,8	97,3	120,6	114	57,8	18,2	44	0,8	2,1	2,8
2006	714,7	28,9	8,6	13	231,5	5,7	54,4	262	142,7	32,6	2	2,4	3,7
2007	482,9	105,7	303,6	183,3	93,8	5,2	24,3	131,9	43,9	80,9	8,8	9,2	0
2008	610,2	35,6	57,9	151,2	96,8	180,7	33,5	69,1	115,8	73,4	0,4	0	2
2009	390,5	124,5	50,7	134,4	123,8	86,4	56,3	89,4	41,6	34,4	8,6	0	18,6
2010	1012,5	14,2	105,1	136,8	67,6	83	118,9	71,1	124,5	110,9	20,9	0	0

**1-3-HOMOGENEITE DE LA SERIE PLUVIOMETRIQUE :**

Avant d’exploiter n’importe quelle série pluviométrique, il faut vérifier son homogénéité, et pour cela Wilcoxon nous a fourni test reposant sur les étapes suivantes :

- Diviser la série en deux sous-séries **Y** et **X** tel que :

$N_1$  et  $N_2$  représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement  $N_2 > N_1$ .

- Constituer par la suite, la série **X** union **Y** après avoir classé la série de pluie d’origine par ordre décroissant.
- Attribuer 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 condition suivante est vérifiée :

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

Tel que:  $W_y = \sum$

$W_y$ : Somme des rangs de sous séries.

$$W_{min} = \frac{(N_1 + 1)N_2}{2} - \frac{(N_1)(N_2 + 1)}{2}$$

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

La méthode de Wilcoxon figure dans le tableau: 3.

Tableau 3 : procédure de Wilcoxon

Rang	P(mm)	Série X(mm)	Série Y(mm)	TRI(mm)	xUy
1	755,9	755,9	939,6	1189,2	y
2	628,3	628,3	605,8	1012,5	y
3	619,6	619,6	473,7	939,6	y
4	673,6	673,6	342,5	847,1	x
5	847,1	847,1	1189,2	826,5	x
6	700,4	700,4	654,3	755,9	x
7	714,2	714,2	723,3	738,7	x
8	561,3	561,3	583,9	723,3	y
9	386,1	386,1	617,2	720,6	x
10	388,2	388,2	714,7	714,7	y
11	570	570	482,9	714,2	x
12	826,5	826,5	610,2	700,4	x
13	628,1	628,1	390,5	673,6	x
14	512,7	512,7	1012,5	654,3	y
15	720,6	720,6		628,3	x
16	738,7	738,7		628,1	x
17	346,9	346,9		619,6	x
18	939,6			617,2	y
19	605,8			610,2	y
20	473,7			605,8	y
21	342,5			583,9	y
22	1189,2			570	x
23	654,3			561,3	x
24	723,3			512,7	x
25	583,9			482,9	y
26	617,2			473,7	y
27	714,7			390,5	y
28	482,9			388,2	x
29	610,2			386,1	x
30	390,5			346,9	x
31	1012,5			342,5	y

On a :  $N_1= 14$  ;  $N_2= 17$  ;  $u = 1,96$ .

Après avoir fait le calcul on a obtenu :  $W_y= 225$  ;  $W_{\min}= 194.37$  ;  $W_{\max}=319.61$ .

Condition vérifiée.

#### **1-4-ETUDE DE L'ECHANTILLON ET LE CHOIX DU TYPE DE LOI :**

Les lois d'ajustement les plus répandues et qui donnent de meilleurs résultats sont :

- Loi de Gauss ou loi Normale.
- Loi de Galton ou loi log -Normale.

#### **1-4-1Ajustement à la loi de Gauss ou loi normal :**

- Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant.
- Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.
- Calculer la fréquence expérimentale par la formule de Hazen.
- Variable réduite de gauss :  $U = \frac{X - \bar{X}}{\delta}$  .
- Calcul des caractéristiques empirique de loi ( $\bar{X}$  ;  $\delta$  ;  $C_v$ ;  $C_s=0$ ).
- Le coefficient de variation :  $C_v = \frac{\delta}{\bar{X}}$  .

L'équation de la droite de Henry sur papier de probabilité gaussien:

$$X_{p\%} = \bar{X} + \delta * U_{p\%} \quad \text{Avec:}$$

Avec :  $X_{p\%}$ : précipitation de probabilité P%.

$U_{p\%}$ : variable réduit de Gauss.

$\bar{X}$  : Moyenne arithmétique.

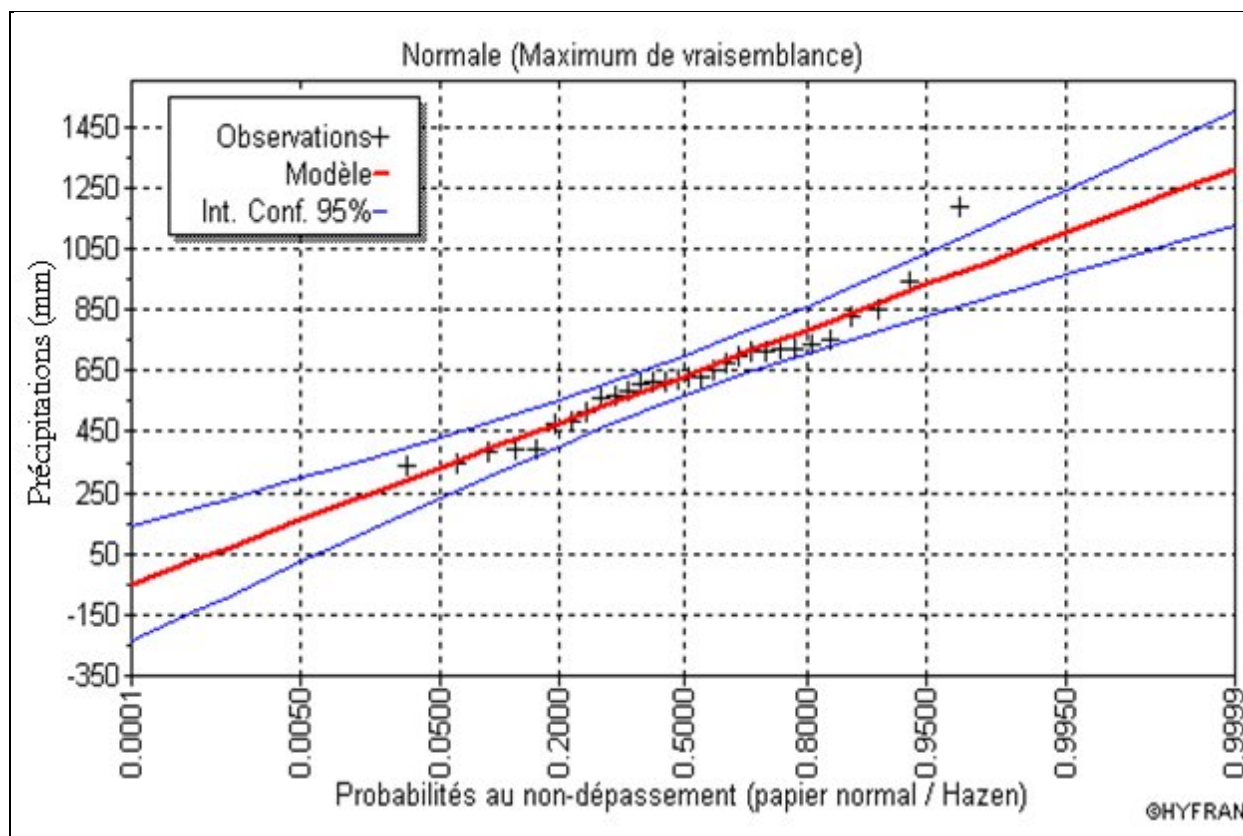
$\delta$  : Écart type

Les calculs sont faits par le logiciel Hyfran et les résultats figurent dans le tableau 4.



Tableau 4 : loi normale.

Nombre d'observations: 30				
Paramètres				
mu	631.066667			
sigma	182.943167			
Quantiles				
q = F(X) (probabilité au non-dépassement)				
T = 1/(1-q)				
T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
10000.0	0.9999	1310	95.4	1260 – 2340
2000.0	0.9995	1230	85.8	1160 – 2020
1000.0	0.9990	1200	81.4	1120 – 1880
200.0	0.9950	1100	70.3	1000 – 1570
100.0	0.9900	1060	65.1	953 – 1440
50.0	0.9800	1010	59.6	899 – 1310
20.0	0.9500	932	51.7	822 – 1140
10.0	0.9000	866	45.4	756 – 1010
5.0	0.8000	785	39.0	680 – 870
3.0	0.6667	710	35.0	612 – 763
2.0	0.5000	631	33.4	542 – 669
1.4286	0.3000	535	35.7	462 – 578
1.2500	0.2000	477	39.0	416 – 532
1.1111	0.1000	397	45.4	357 – 476
1.0526	0.0500	330	51.7	313 – 435
1.0204	0.0200	255	59.6	270 – 394
1.0101	0.0100	205	65.1	244 – 369
1.0050	0.0050	160	70.3	222 – 348
1.0010	0.0010	65.7	81.4	182 – 308
1.0005	0.0005	29.0	85.8	169 – 293
1.0001	0.0001	-49.3	95.4	143 – 265



Graphe d'ajustement à la loi normal ou loi de Gauss

**1-4-2 Ajustement à la loi du log normal ou loi de Galton :**

L'échelle utilisée est celle du log normale.

On a l'équation de la droite de Galton qui s'écrit comme suit :

$$\text{Ln}(X_{p\%}) = \overline{\text{Ln}(X)} + \delta_{\text{Ln}} * U_{p\%}$$

Avec:

Ln: symbole de l'opérateur mathématique correspondant au logarithme népérien.

$X_{p\%}$ : précipitation probable à p%.

$\overline{\text{Ln}(X)}$ : Moyenne arithmétique du log des précipitations observées.

$\delta_{\text{Ln}}$ : la variance, calculée pour les précipitations observées sous l'échelle logarithmique sa formule s'écrit comme suit :

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

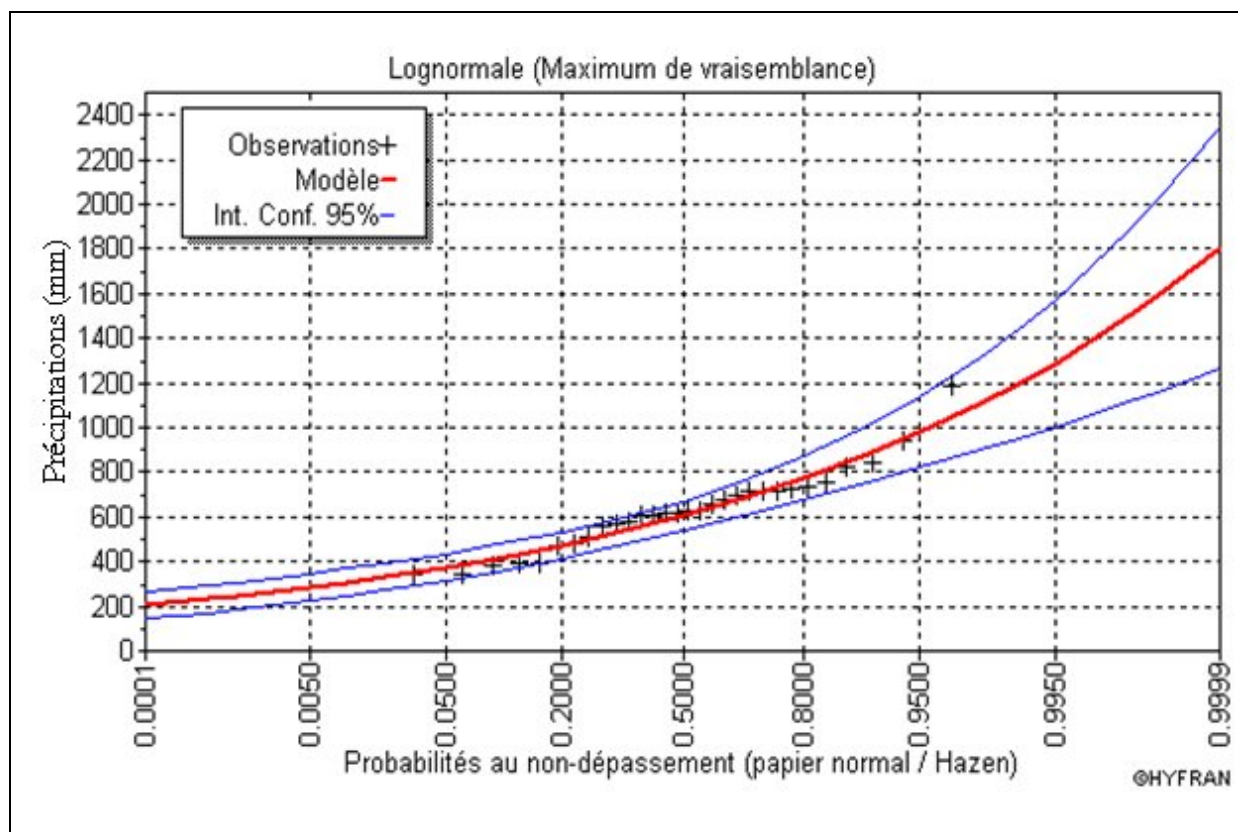
$$\delta_{\text{Ln}} = \sqrt{\frac{1}{1-n} \sum_{i=1}^{i=n} [\text{Ln}(X_i) - \overline{\text{Ln}(X)}]^2} \quad \text{Si } n \geq 30$$

$U_{p\%}$ : variable réduite de Gauss.

Les calculs sont faits par le logiciel Hyfran et les résultats figurent dans le tableau 5

Tableau 5 : loi log-normale.

Nombre d'observations: 30				
Paramètres				
mu	6.406830			
sigma	0.292913			
Quantiles				
q = F(X) (probabilité au non-dépassement)				
T = 1/(1-q)				
T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
10000.0	0.9999	1800	275	1260 – 2340
2000.0	0.9995	1590	218	1160 – 2020
1000.0	0.9990	1500	195	1120 – 1880
200.0	0.9950	1290	145	1000 – 1570
100.0	0.9900	1200	125	953 – 1440
50.0	0.9800	1110	106	899 – 1310
20.0	0.9500	981	81.3	822 – 1140
10.0	0.9000	882	64.2	756 – 1010
5.0	0.8000	775	48.5	680 – 870
3.0	0.6667	687	38.5	612 – 763
2.0	0.5000	606	32.4	542 – 669
1.4286	0.3000	520	29.7	462 – 578
1.2500	0.2000	474	29.6	416 – 532
1.1111	0.1000	416	30.3	357 – 476
1.0526	0.0500	374	31.0	313 – 435
1.0204	0.0200	332	31.7	270 – 394
1.0101	0.0100	307	32.0	244 – 369
1.0050	0.0050	285	32.1	222 – 348
1.0010	0.0010	245	31.9	182 – 308
1.0005	0.0005	231	31.8	169 – 293
1.0001	0.0001	204	31.1	143 – 265



Graphe d'ajustement à loi log-normale ou loi de Galton.

**2-TEST DE VALIDITE DE L'AJUSTEMENT:**➤ **Test de Khi carrée**

- ✓ On calcule  $\chi^2_{\text{calculé}}$ .
- ✓ On calcule le nombre de degré de liberté  $\gamma$  :
- ✓ On détermine  $\chi^2_{\text{théorique}}$  sur la table de Pearson III (voir tableau 6 ci après)

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

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

Tableau 6 : Table du  $\chi^2$ .

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

**2-1-Loi de Gauss :**

D'après le logiciel HYFRAN, et la table de Pearson on a obtenu les résultats suivant:

Khi <sup>2</sup>	$\chi^2_{\text{calculé}} = 4,07$
Degrés de liberté	$\gamma = 4$
Khi <sup>2</sup> <sub>théorique</sub>	$\chi^2_{\text{théorique}} = 9,49$

On a :  $\chi^2_{\text{calculé}} = 4,07 < \chi^2_{\text{théorique}} = 9,49$  ; cela signifie que l'ajustement est valable.

**2-2Loi de Galton:**

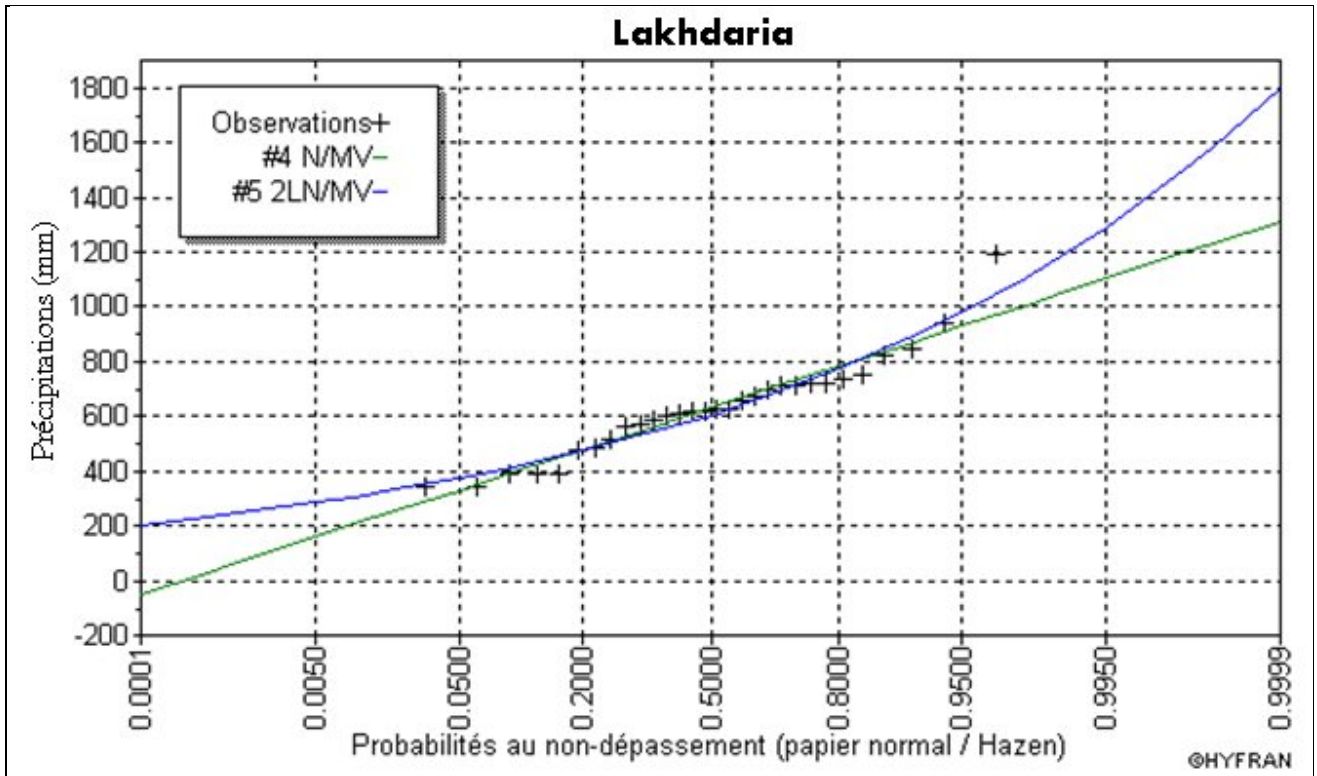
D'après le logiciel HYFRAN, et la table de Pearson on a obtenu les résultats suivant:

$\text{K}\chi^2$	$\chi^2_{\text{calculé}} = 3,98$
Degrés de liberté :	$\gamma = 4$
$\text{K}\chi^2_{\text{théorique}}$	$\chi^2_{\text{théorique}} = 9,49$

On a :  $\chi^2_{\text{calculé}} = 3,98 < \chi^2_{\text{théorique}} = 9,49$  ; cela signifie que l'ajustement est valable.

**N.B :**

Le logiciel Hyfran nous fournit encore un graphe de comparaison pour les deux lois d'ajustement Gauss et Galton, ce qui va permettre de bien estimer l'ajustement le plus bon.



Graphe de comparaison des deux ajustements.

L'ajustement de la loi log-normale passe par le maximum de nombre de point alors on va le choisir.

## CONCLUSION

L'année de calcul est obtenue avec une probabilité de 80% , pour laquelle on assure l'irrigation est donnée pour la formule :

$$P_{i, 80\%} = P_{\text{moy de chaque mois}} \times \frac{\dot{\epsilon} \quad (\%)}{\dot{\epsilon} \quad (\%)}$$

Avec : i : mois

Donc :  $\frac{\dot{\epsilon} \quad (\%)}{\dot{\epsilon} \quad (\%)} = \dots$  ,

Tableau 7 : Précipitations mensuelles de l'année de calcul

Mois	sept	oct	nov	Dec	jan	fev	mars	avr	mai	juin	juil	aout
P(mm)	23,52	45,8	66,35	88,49	71,01	62,46	53,62	50,238	38,56	7,57	2,64	4,7



## **CHPITRE III : GEOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE**

### **INTRODUCTION**

Cette étude géologique a pour but d'étudier la géologie de la région du moyen Isser et de définir les caractéristiques géologiques, géotechniques, hydrogéologiques ainsi que la recherche des carrières pour les matériaux de construction. La connaissance des surfaces et nappes d'eau existantes dans notre région est nécessaire pour une bonne exploitation de l'eau.

### ***ETUDE GEOLOGIQUE***

#### **1- CONTEXTE GEOLOGIQUE:**

Le nord d'Algérie est caractérisé par deux grands domaines géologiques :

- \* Domaine tellien méridional.
- \* Domaine tellien septentrional.

La région d'étude se situe dans la zone de jonction de ces deux domaines.

#### **1-1-Le Tell méridional :**

Il se compose de deux unités :

- \*Unités autochtones ou parautochtones :

Elles apparaissent au Sud, dans les Bibans et sont constituées de terrains mésozoïques qui comprennent des quartzites, des schistes gris, des argiles ocre de l'Albien et des marnes avec intercalations de calcaires d'âge Cénomaniens.

- \*Masses allochtones ou nappes telliennes :

Elles sont formées par un empilement de nappes à différentes unités tectoniques, les unes constituent les nappes telliennes proprement dites, formées de dépôts marno- calcaires d'âge Crétacé supérieur, les autres d'unités à faciès flysch d'âge Crétacé- Miocène, placées généralement au dessus des précédentes.

### **1-2-Le Tell septentrional :**

De structure complexe et limité par la chaîne calcaire, il regroupe les éléments suivants :

\*Les massifs anciens littoraux : Ils sont caractérisés par des terrains cristallophylliens métamorphiques, sédimentaires et volcaniques d'âge Paléozoïque. Ces formations sont surtout répandues au Nord de la chaîne.

\*La chaîne calcaire ou dorsale Kabyle : Elle est formée de terrains essentiellement calcaires d'âge Secondaire et Tertiaire qui constituent la couverture sédimentaire des massifs anciens. Ces formations très plissées et fracturées sont constituées de calcaires, de dolomies pulvérulents et de dolomies lités du Trias inférieur.

\*L'Oligocène Kabyle : Il comprend les conglomérats de galets du socle Kabyle de la dorsale et se poursuit par des grès arkosiques. Ce sont des sédiments de dégradations mis en place après l'orogénèse de l'Eocène moyen.

\*Les flysch créacés : Ils occupent des positions différentes par rapport à la chaîne et prennent respectivement les noms de flysch Nord Kabyle pour ceux du Nord de la chaîne, et flysch sud Kabyle pour ceux situés au Sud de la chaîne calcaire. Ils se situent en contact anormal, soit sur l'Oligocène Kabyle, pour les uns ou sur la dorsale Kabyle pour les autres.

Les affleurements de la région sont caractérisés par des dépôts allant du Précambrien au Quaternaire.

## **2- STRATIGRAPHIE :**

Bouira est caractérisée par une stratigraphie bien variée, elle englobe des terrains appartenant au : Précambrien, Primaire, Secondaire, Tertiaire et au Quaternaire.

### **2-1- Le Précambrien :**

Dans la région de Bouira, les dépôts du Précambrien sont d'une extension restreinte dans la partie extrême Nord-Ouest du territoire. Ils sont représentés par des phyllades, parfois par des schistes cristallins.

### **2-2- Le Carbonifère :**

Les dépôts carbonifères développés dans la chaîne du Djurdjura sont d'extension locale. Ils sont représentés par des argilites, des aleurolites et des calcaires.

### **2-3- Le Permo-Trias :**

Les formations permo-triasiques se développent dans la zone d'extension des roches carbonifères. Ils sont représentés par des grès de couleur rouge et par des conglomérats.

#### **2-4- Le Trias :**

Les dépôts du Trias se rencontrent dans toute la région. Ils forment des structures diapiriques ou sont liés aux zones de charriage. Ils sont représentés par des roches argilo-gypseuses bariolées, renfermant des débris dolomitiques et des calcaires jurassiques.

#### **2-5- Le Jurassique :**

Les formations jurassiques se développent dans la partie Nord de la région de Bouira. Elles font partie de la chaîne calcaire Kabyle. Elles sont représentées par des calcaires à grains fins.

#### **2-6- Le Crétacé :**

Les dépôts du Crétacé sont largement développés sur toute la zone d'étude et s'étendent du Crétacé inférieur au Crétacé supérieur :

\*Le Crétacé inférieur est composé par des argilites, des aleurolites, des schistes argilo-siliceux et des marnes argileuses avec des passées de grès silteux.

\*Le Cénomano-Turonien est représenté par des calcaires gris massifs ou lamellaires et des marnes aux passées calcaires.

\*Le crétacé supérieur est formé par des argiles schisteuses, des marnes et des grès.

#### **2-7- Le Paléogène :**

Il se développe assez largement dans la région. Il est représenté par de l'Eocène et de l'Oligocène. Ce sont des marnes, des argiles marneuses, des calcaires, des grès et des conglomérats.

#### **2-8- Le Néogène :**

Les dépôts du Néogène sont représentés par du Miocène inférieur. Ils sont peu développés. Ce sont des marnes grises argileuses aux passées de grès quartzeux de conglomérats

#### **2-9- Le Quaternaire :**

Il est représenté par des formations alluviales-diluviales : limons, argiles, matériel à gros blocs et galets.

### **3- LITHOLOGIE:**

Les formations géologiques marneuses, gréseuses et calcaires à nummulites occupent une partie notable dans cette région, viennent par la suite celles du Sénonien et enfin les grès, argiles, grès et poudingues de l'Helvétien

### **3-1 - Crétacé :**

#### **a) Maëstrichtien :**

Ces formations sont caractérisées par des affleurements d'argiles et de quartzites, surtout dans la partie Est du terrain d'étude.

#### **b) Sénonien :**

Ce sont des marnes noires et des calcaires marneux. Les marnes sont parfois schistoïdes et fournissent des terres de cultures. Ces formations affleurent au Sud et au Sud-Ouest de la zone d'étude. Il s'agit d'affleurements notables.

#### **c) Cénomaniens :**

Il comprend des assises de calcaires, de marno-calcaires et de marnes. Nous avons repéré trois petits affleurements à l'extrême Sud de la zone d'étude sur la carte géologique de Bouira au 1/50.000.

### **3-2 - Paléocène- Eocène :**

Ces formations affleurent sur de grandes surfaces, dans la partie Nord et Nord-Est de la zone d'étude, il s'agit :

- des grès à nummulites de Draa El Mizan, qui occupent la partie Nord de Kadiria et se prolongent à l'Est vers la dorsale kabyle du Djurdjura.

- des grès de Béni Khalfoun, qui affleurent au sein des grès de Draa El Mizan de la même étendue, mais de façon plus étroite, parfois interrompus.

- des marnes, grès et calcaires à nummulites, qui occupent un territoire appréciable au Nord immédiat et à l'Est de Kadiria, sur une largeur de 1500 m au moins.

### **3-3- Miocène :**

#### **a) Grès supérieur (Helvétien) :**

Ces formations gréseuses affleurent sous forme de deux lambeaux au milieu des argiles

#### **b) Argiles Helvétiennes :**

En fait, il s'agit de marnes argileuses, de couleur grise à gris bleuté. Elles sont caractérisées par la présence quasi-constante de passées gréseuses ou carbonatées. Elles sont largement développées dans la région et couvrent le quasi totalité de la Kadiria sur les deux rives d'oued Djemaa.

**c) Grès et poudingues inférieurs (Helvétien) :**

Ils forment une bande d'au moins (300 m) trois cent mètres de largeur, le long de l'oued Djelada au Sud d'Aomar et passent à des argiles helvétiques, sur la rive gauche de l'oued Djemaa.

**d) L'Aquitainien :**

Il s'agit de conglomérats de couleur rouge et d'argiles, affleurant au Sud-Est de la gare Kadiria sous forme de falaise surplombant la rive gauche du lit de l'oued Djemaa, au cœur et au Nord Kadiria . Ces derniers sont constitués d'éléments polygéniques, à matrice argilo-sableuse.

**3-4- Quaternaire :**

Ces formations sont partagées en deux étages :

**a) Alluvions anciennes (terrasses alluvionnaires) :**

Leurs affleurements sont restreints sur la rive droite de oued Djemaa, alors qu'elles recouvrent une grande partie de la rive gauche. Elles se composent de limons sableux, argileux et d'argiles silteuses contenant des graviers, galets, cailloux et quelques blocs arrondis de nature très variées.

**b) Alluvions actuelles (lit de l'oued) :**

Les dépôts alluviaux actuels se localisent essentiellement sur le lit de l'oued. Ils sont constitués principalement de sable, de graviers, de galets et de cailloux. Ces dépôts sont polygéniques, de nature diverses. Helvétiques au Sud de la gare Aomar, sur la rive gauche de oued Djemaa.

## **ETUDE HYDROGEOLOGIQUE**

### **1-INTRODUCTION:**

Le modèle du système aquifère dans notre zone d'étude est formé de l'ensemble des litho-structures, des mouvements tectoniques et de la paléogéographie, qui caractérisent le bassin géographique du bassin versant de l'oued Isser.

### **2-COMPORTEMENT HYDROGEOLOGIQUE:**

Les formations susceptibles d'être aquifère sont représentées par des sols relativement perméables. Défini comme suit :

- a) Les roches carbonatées massives de la dorsale kabyle sont bien connues comme aquifères par l'existence d'un réseau dense de fissures, associé à une karstification très développée, ce qui confère à ces formations des potentialités en eaux souterraines remarquables.
- b) Les roches plutoniques et cristallophylliennes altérées en association à des réseaux de diaclases et fissures, peuvent avoir une certaine perméabilité, qui assurerait la circulation de l'eau
- c) Les calcaires et les grès friables du burdigalin et de l'Helvétien des niveaux, permettent aussi un certain mouvement des eaux souterraines, en possédant quelques niveaux perméables.
- d) Les formations quaternaires, représentées par les terrasses marines et alluviales, constituent des bons réservoirs d'importance variable, les ressources en eau souterraine de ces aquifères ont fait l'objet de nombreux et importants travaux antérieurs, préoccupant la géométrie et les conditions aux limites, mais aussi et surtout établir le bilan hydrologique.

### **3- TYPOLOGIE DES NAPPES AQUIFERE DES FORMATIONS QUATERNAIRES :**

On distingue 4 formations aquifère qui constituent dans le quaternaire :

- La nappe des formations dunaires éoliennes actuelles ;
- La nappe de la terrasse littorale du quaternaire inférieur ;
- La nappe des alluvions du quaternaire moyen.
- Les nappes des alluvions du quaternaire récent et actuel des formations alluviales du quaternaire inférieur.

On donnera ci-après les principales caractéristiques structurales de chacun des nappes citées.

**a) La nappe de la formation éolienne actuelle:**

Elle git dans les sables éoliens actuels, déposés le long du littoral avec une bande étroite de près de 400 mètres ; cette nappe est très peu sollicitée par l'exploitation, son épaisseur actuellement connue varie de 3 à 5 mètres ; le niveau de l'eau se trouve à peu près de 0,5 à 1 mètre de profondeur ; l'écoulement s'effectue vers la mer.

Son alimentation s'effectue par l'infiltration des eaux de pluies ou par sa limite avec la nappe de la terrasse littorale ; les transmissivités sont de l'ordre de  $0,5 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  avec un débit de 4,4 l/s pour un rabattement de 1,13 m.

**b) La nappe aquifère de la terrasse littorale du quaternaire inférieur :**

Gisant dans un horizon de graviers et de sables graveleux et d'épaisseur variant entre 10 et 15 mètres, cette nappe est exploitée pour des usages d'AEP et d'irrigation de petits jardins, par nombreux puits débitants de 0,3 à 3 l/s, avec des rabattements variant de 2 à 4 mètres.

Les transmissivités de cette nappe sont de l'ordre de  $0,5 - 3 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  ; les niveaux statiques sont compris entre 7 - 10 m de profondeur dans la partie occidentale, tandis qu'ils atteignent, dans la partie orientale, de 7 - 15 m ; leurs variations observées entre 1972-1973 entre hautes et basses eaux ont cependant atteint 2m.

L'écoulement général des eaux dans cet aquifère s'effectue vers le nord, où la vidange semble se faire par une ligne de petites sources surgissant au pied de la terrasse, et vers la vallée d'Isser, où cette terrasse se trouve en contact hydraulique avec les alluvions du quaternaire récentes et actuelles.

La recharge de la nappe est tributaire des infiltrations efficaces et des flux d'eau provenant des sols anciens, limitant au sud, la terrasse littorale.

Le débit peut atteindre une vingtaine de l/s si le captage est exécuté par galeries rayonnantes ; la qualité chimique des eaux est bonne, avec un résidu de 0,3 - 0,6 g/l.

**c) La nappe des formations alluviales du quaternaire moyen :**

Elle se développe dans le 2ème et la 3ème terrasse au-dessus du lit majeur de l'Isser, dans les galets à remplissage sableux et graveleux, avec alternance, par endroits, de passage argileux.

La nappe reste libre sur toute son extension, son épaisseur varie de quelques mètres à 10-15 mètres. Le niveau statique se trouve, en moyenne, entre 6 et 8 mètres de profondeur.

La fluctuation du niveau de la nappe est tributaire du régime pluviométrique. Les variations piézométriques annuelles dépendent aussi des zones, dans les secteurs plus élevés,

elles atteignent 10 mètres, tandis qu'en zone basses les variations sont de 0,5-1,5 mètre dans le moyen Isser.

L'alimentation de la nappe est liée aux pluies efficaces, elle atteint son niveau maximal dans la période des hautes eaux et diminue à partir du mois de juin, pour devenir minimale au mois de novembre.

Les transmissivités varient entre  $0,9 \times 10^{-3}$  et  $3,4 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s. le débit des puits sont de 0,7 à 3 l/s pour un rabattement respectif de 1 et 2m ; dans le moyen Isser les débits sont faibles aussi avec des rabattements généralement plus élevés.

Les eaux sont douces, de qualité hydro-chimique acceptable, avec un résidu sec généralement inférieur à 1,5 g/l.

L'exploitation des eaux de cette nappe, bien qu'importante, reste circonscrite à des usages domestique-irrigation très limités dans le moyen Isser.

#### **d) Les nappes aquifère du Quaternaire récent et actuel et des alluvions du Quaternaires inférieur :**

Elles constituent les réservoirs les plus importants du système aquifère du moyen et même du bas Isser :

\* une première nappe, formée dans toute l'étendue des alluvions du quaternaire récent et actuel, qui est développée différemment dans le bas et moyen Isser, les épaisseurs y sont respectivement 8 – 15m et 25 – 30m. Généralement, elle demeure libre sur toute leur extension

\* une deuxième nappe, généralement captive, gisant dans les formations alluviales du quaternaire inférieur, les épaisseurs varient selon la position géographique entre un minimum de 3 – 5m et un maximum de 35 – 40m ; en moyenne, elles sont de 15 – 25m.

## **CONCLUSION**

Ce qu'on peut tirer comme conclusion c'est que seules les nappes aquifères des formations du quaternaire récent et actuel, et des alluvions du quaternaire inférieur (nappe d) constituent des réservoirs d'eau souterraine importante pour une planification intégrée en ressource en eau dans notre région d'étude, nous considérons donc ces nappes comme ***aquifère principal***. Les autres nappes sont d'importance assez faible pour l'exploitation, elles peuvent jouer le rôle des aires d'alimentation du réservoir principal, c'est pour ça qu'elles sont tenues en considération.



---

## **CHAPITRE IV : RESSOURCES EN EAU ET EN SOL**

### **INTRODUCTION**

Les terrains agricoles du moyen Isser fournissent une quantité considérable de la production nationale agricole.

Une grande partie de cette plaine est irriguée par le barrage de Koudiat Acerdoune, qui est destiné aussi pour l'alimentation en eau potable.

Notre objectif là, est d'étudier les ressources en eau de notre région prise en charge (superficielles et souterraines).

La région du moyen Isser se caractérise par des potentialités en sol importantes, ne nécessitent pas des aménagements très importants.

Les principales contraintes et critères prises en considération pour la classification des sols sont : la texture, le critère d'hydromorphie, la présence et la profondeur de la nappe, la porosité, la salinité et le calcaire actif, bien qu'ils sont localisés dans des zones précises.

## RESSOURCES EN EAU

### 1-RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINES :

Les disponibilités en eaux souterraines pour la zone d'étude ont été évaluées comme suit :

L'emménagement utilisable de l'aquifère du moyen Isser est petit, il est de 2,4hm<sup>3</sup> seulement. En tenant compte de débits retournant à l'aquifère, on peut estimer que cet aquifère est capable de fournir un volume net de 4,4 hm<sup>3</sup>/an environ.

Ces suppositions nous semblent trop optimistes à cause d'une série des contraintes, à savoir :

\_ L'exploitation des ressources s'élève à 2.4 hm<sup>3</sup> par an ; même si on utilise les eaux superficielles dans l'irrigation, on ne pourra pas rejoindre les disponibilités chiffrées dans les termes de référence parce que les débits retournant à l'aquifère ne seront pas supérieurs au 10-15% de l'eau utilisée.

\_ On a toujours la réalisation de nombreux barrages et retenues collinaires dans la région d'étude, ce qui influe sur l'alimentation naturelle de la nappe, qui devra être toujours plus faible.

\_ On ne peut pas éliminer complètement l'exploitation des aquifères par des points d'eau à pour l'industrie ou de la part des habitants dispersés en dehors des agglomérations.

\_ L'étude de tous les services hydraulique de la wilaya, estime que les extractions de la nappe de moyen Isser semblent excessives : 3 hm<sup>3</sup> par an pour le moyen Isser.

### 2- RESSOURCES EN EAU SUPERFICIELLES :

Les ressources en eau superficielles ne sont pas très importantes en comparaison avec celles souterraines, le tableau 1 ci-dessous résume les retenues collinaires existantes dans notre région, et qui sont dédiées à l'irrigation:

Nom de la retenue	Capacité (m3)	Volume stocké (m3)
Djelada	10.000	8.000
Bouchiouane	15.000	12.000
Nachouf	194.000	20.000
El Madjen	14.000	/

Tableau 1 : Source : Subdivision agricole de Kadiria

La ressource superficielle qui est très importante, est le barrage Koudiat-Acerdoune qui est réalisé en 2008, et mis en service en 2010.

**Barrage de Koudiat-Aerdoune :**

Le site du barrage Koudiat-Acerdoune se trouve dans le haut Isser, exactement dans la commune de Maala (wilaya de Bouira) sur l'oued Isser à 16 Km environ à l'amont de la confluence avec l'oued Djemaa. Leurs caractéristiques sont dans le tableau 2.

Superficie du bassin versant	2.800 km <sup>2</sup>	Débit de crue centennale	1.800m <sup>3</sup> /s
Précipitation moyenne annuelles	500 mm	Cote de la retenue normale	311m NGA
Apport moyen annuel	246 Mm <sup>3</sup>	Volume normal de la retenue	640 Mm <sup>3</sup>
Débit de crue vingtennale	1.300 m <sup>3</sup> /s	Volume utile de la retenue	450 Mm <sup>3</sup>
Volume régularisé	178 Mm <sup>3</sup>	Hauteur max du barrage	112 m
Largeur du couronnement	14 m	Longueur du couronnement	385 m

Tableau 2 : Caractéristiques du barrage

Le barrage est de type à digue zoné, avec un noyau centrale en argile et recharge en enrochement ; il a pour fonction de régulariser et de stocker les apports de son bassin versant.

L'évacuateur de crue du barrage de Koudiat-Acerdoune est dimensionné pour évacuer la crue dix-millénaire après son laminage dans la retenue du barrage. Le débit maximal à évacuer sera 7500 m<sup>3</sup>/s ; l'évacuateur choisi est de type surface, il est implanté sur le versant gauche ; la structure de contrôle est un seuil en labyrinthe avec axe parallèle, composé de 6 modules (largeur d'un module 20,5m) avec un rapport longueur / largeur de 2,4 et une hauteur de 9 m ; la longueur totale de la crête est de 360m. La transition entre la structure de contrôle et le coursier se fait sur une longueur de 100m, qui a une section trapézoïdale de 45,0m de largeur et de parois inclinés à 0,5H : V ; le coursier rectiligne a une longueur de 360m et termine par un saut de ski .

L'opération des eaux du barrage s'est déroulée en trois tranches. La première est celle qui concerne l'alimentation de la région sud de la wilaya de Tizi Ouzou, alors que la mise en service des deux autres tranches se fait au fur et à mesure et qui touchent les différentes localités de la wilaya de Bouira, puis les autres wilayas limitrophes (Boumerdès, M'sila,...)

Le barrage de Koudiat-Acerdoune est destiné pour l'AEP et aussi pour Irrigation, le système de distribution est lié par un réseau informatique, ce qui va faciliter la localisation des pannes et agir rapidement.

Pour cela, on trouve 2 conduites parallèles :

- La 1ère pour l'AEP, elle est de 1000 mm de diamètre ;
- La 2ème pour l'irrigation de 2000mm de diamètre.

Le diamètre courant de la conduite pour l'irrigation a été choisi de façon à garantir de bonnes conditions de stabilité des turbines de la centrale hydroélectrique aux variations de charge.

Conduite d'adduction :

Diamètre	2,00 m
Longueur	355.0 m
Débit de pointe	10 m <sup>3</sup> /s
Niveau de prise	260.0 m s.n.m

Le débit de pointe dérivable selon Coba par la conduite de l'irrigation (2,0 m) est de 10 m<sup>3</sup>/s (avec une vitesse de 3,18 m/s), valeur qui permet d'irriguer, en théorie, les 6000 ha des plaines des Isser avec un débit brute fictif de pointe de 1,67l/s/h. Mais en cas de partage de l'eau pour les plaines de l'Isser vont se réduire considérablement.

**NB :**

- La mise en ouvre du barrage de Koudiat-Acedoune, fait abandonner l'utilisation des puis et des forges existants, car il est devenu la seule source utilisée.

**3 -EVALUATION DE LA QUALITE DE L'EAU D'IRRIGATION :**

Lorsqu'on veut réaliser un aménagement hydro-agricole, il faut que l'eau exploitée pour l'irrigation accomplisse certaines conditions qui garantissant le bon développement des plantes, et permet d'éviter les impacts négatifs sur la sante publique, l'environnement et le système d'irrigation. La qualité de l'eau d'irrigation dépend des facteurs suivant :

- La concentration totale en sels dissous
- Le rapport de sodium par rapport aux autres cations.
- La présence de Bore et d'autres éléments toxique.

Suivant l'analyse physico-chimique effectuée sur des échantillons prélevés à la station hydrométrique de Lakhdaria(090502), La classification des eaux de Barrage

du Koudiat Acerdoune est élaborée à l'aide du diagramme de la classification des eaux d'irrigation de **U.S.S.L** (United States Salinity Laboratory) établi en **1954**.

Pour les trente et un (**31**) profils analysés dans la région, les conductivités électriques moyennes, maximales et minimales des solutions de sols sont rappelées dans le tableau suivant.

Tableau.2 : Récapitulations des conductivités électriques  $EC_e$  des profils.

NOMBRE DE PROFILS	CLASSIFICATION3 (mmhos/cm.)	CONDUCTIVITES ELECTRIQUES (mmhos/cm.)		
		Moyenne	Maximale	Minimale
<b>24</b>	$EC_e \leq 1$	0,71	0,97	0,41
<b>6</b>	$1 < EC_e \leq 2$	1,29	1,73	1,05
<b>1</b>	$EC_e > 2$	7,90	7,90	7,90

La concentration moyenne en sels minéraux de berge de Koudiat Acerdoune est estimée à **1,22g/l**

On peut se référer du tableau 3 de la classification des eaux en fonction du S.A.R

Tableau. 3 : classification des eaux en fonction du S.A.R

Classe	S.A.R	Danger d'alcalinisation
S <sub>1</sub>	$SAR < 10$	Risque faible
S <sub>1</sub>	$10 < SAR < 18$	Risque moyen
S <sub>3</sub>	$18 < SAR < 26$	Risque élevé
S <sub>4</sub>	$SAR > 26$	Risque très élevé

On se réfère de classification des eaux d'irrigation (**fig. 1**), on peut affirmer que notre eau est caractérisée par une salinité faible avec degré d'alcalinité faible (C2, S1).

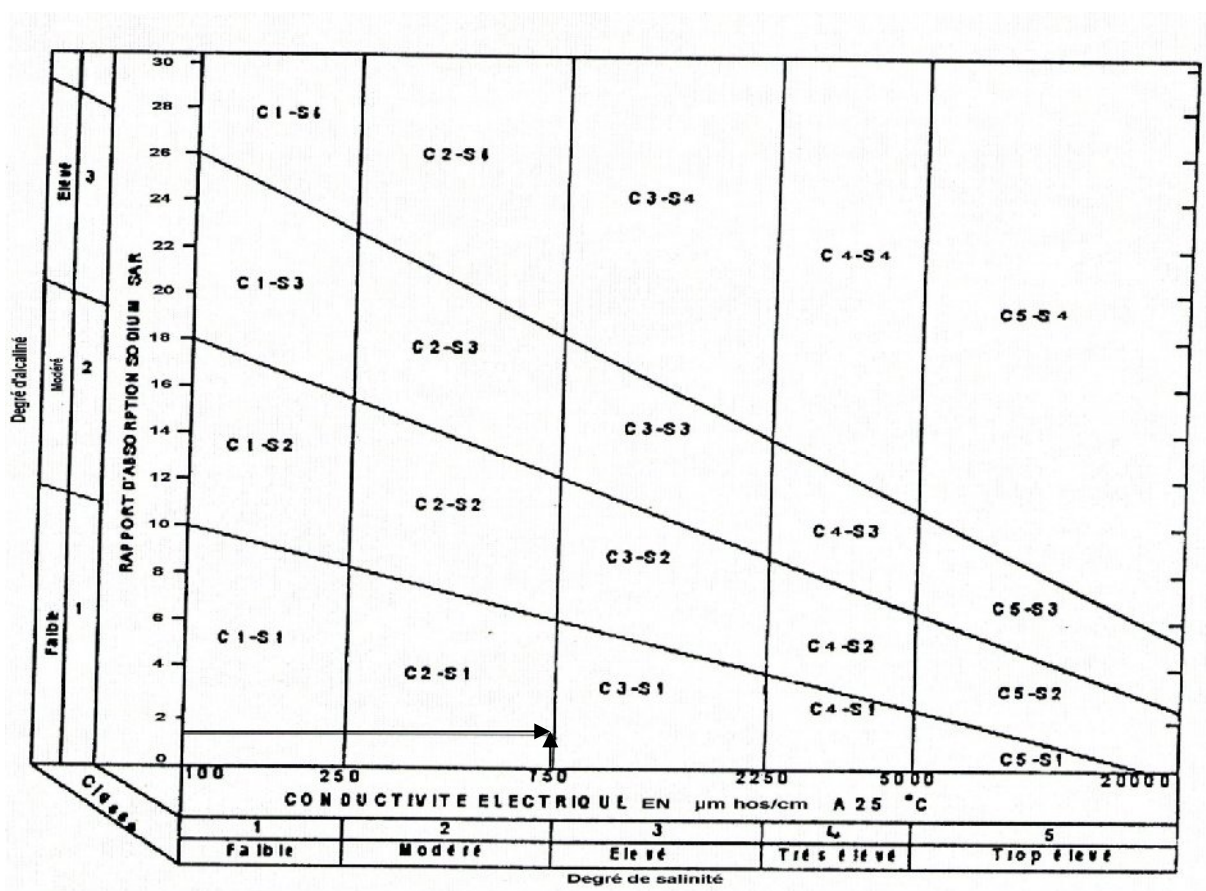


Fig.1. classification des eaux d'irrigation

## RESSOURCES ENSOL

### 1-CLASSIFICATION DES SOLS :

Les 5 classes d'aptitude à l'irrigation sont définies selon les normes F.A.O. et qui se basent sur la nature et l'intensité des contraintes existantes telles que:

La profondeur du sol la texture la perméabilité la salinité le drainage le calcaire actif.

#### 1-1. Classe I

Les zones de la Classe I sont caractérisées par des sols profonds, une texture moyenne, une perméabilité moyenne de 2 cm/h et une porosité moyenne de 40%.

Ces sols ne demandent aucun travail d'aménagement. Leur aptitude à l'irrigation est bonne.

#### 1-2. Classe II

Les zones de la Classe II sont représentées par des sols peu évolués à texture limono-argileuse à limono - sableuse, des sols fersiallitiques et de vertisols à texture fine en profondeur.

Ces sols caractérisés par une perméabilité moyenne à bonne variant de 0,5 - 4,5 cm/h et une porosité moyenne de 41%.

Parmi les contraintes existantes, nous citerons:

- présence de cailloux;

La nappe peut être présente par endroit entre 1,5 et 2 m de profondeur: la salinité est moyenne variant de 4 - 7 mmhos/cm mais très localisée; le calcaire actif est présent avec des taux variant de 5 mais très localisé.

Les travaux d'aménagement nécessaires sont mineurs, à savoir: l'amendement organique, l'épierreage et très rarement le drainage par endroit.

#### 1-3. Classe III

Ces zones sont les plus étendues, elles sont couvertes par des sols peu évolués et brun méditerranéens à texture grossière et des vertisols à texture fine.

Le premier type de sol occupe près de 20% de la superficie totale de la Classe III, et est caractérisé par une perméabilité moyenne à élevée, variant de 6-12 cm/h (mais qui, rarement, peut descendre à 1 cm/h quand la structure est faiblement développée), et une porosité moyenne de 38%.

Les principales contraintes rencontrées sont:

- la présence de cailloux par endroits,
- la salinité qui varie de 4 - 8 mmhos/cm.

Les travaux d'aménagement se résument en un amendement organique afin d'améliorer la structure et augmenter la rétention en eau.

Les vertisols occupent près de 80% de la superficie totale de la Classe III. Ces sols sont caractérisés par une texture fine argilo -limoneuse, une perméabilité moyenne à faible variant de 0,12 - 2,65 cm/h et une porosité moyenne de 37%.

Les principales contraintes rencontrées sont:

- présence de cailloux par endroit;
- la salinité qui varie de 4 - 8 mmhos/cm et parfois de 8 - mmhos/cm mais très localisée;
- le niveau de la nappe qui varie de 1 - 1,5 m;
- le calcaire actif qui peut être important avec des taux variant de 7 - 12%;
- très rarement la pente, qui varie de 10 - 20%.

Les travaux d'aménagement se résument à des labours profonds, lessivage et drainage.

#### **1-4. Classe IV**

Les zones de la Classe IV sont à texture très grossière et les sols hydromorphes et vertiques à texture très fine.

Le premier type de sol occupe près de 44% de la superficie totale de la Classe IV, ces sols sont caractérisés par une texture sableuse, et donc une perméabilité élevée atteignant 15 cm/h, et une porosité moyenne de 38%.

Les principales contraintes rencontrées en plus de la texture très grossière sont la présence de cailloux par endroits et de la nappe qui peut être présente à une profondeur de 1 - 2 m.

Les travaux d'aménagement sont essentiellement l'épierrage au niveau de la plaine côtière et le drainage.

Le second type couvre 56% de la superficie totale.

#### **1-5. Classe V**

Les sols sont caractérisés par une texture argileuse et donc une perméabilité faible de 0,35 cm/h, cependant la porosité est de 40%.

Le tableau 4 récapitule toutes les caractéristiques du sol de la zone de moyen Isser et de haut Isser ainsi leurs classifications.



Tableau 4 : Classifications des sols du bas et moyen Isser.

CLASSE	SOUS-CLASSE	GROUPE	SOUS-GROUPE	FAMILLE	SERIE	TYPE	PHASE
Sol peu évolué	Non climatique	D'apport alluvial	Modaux	Alluvions calcaires	Profond Peu profond	Moyenne Fine Grossière	Modal Cailloux
			Hydromorphes	Alluvions calcaires	Profond Peu profond	Fine Fine	Graviers Pseudogley à 60 cm
Vertisols	A drainage externe nul ou réduit	D'apport colluvial	Modaux	Colluvions calcaires	Assez profond	Fine	Cailloux
		D'apport colluvial	Vertiques	Colluvions argileuses calcaires		Fine	Cailloux
		A structure anguleuse sur au moins les 15 cm supérieurs	Modaux	Colluvions argileuses	Profond	Très fine	Nappe
	A drainage externe possible	A structure anguleuse sur au moins les 15 cm supérieurs	Vertiques peu accentués	Colluvions argileuses peu calcaires	Peu profond Pseudo-gley à 35 cm	Argileux Argilo-limoneux	Graviers de la surface nappe
			Hydromorphes	Colluvions marnieuses-anciennes peu calcaires	Peu profond Pseudo-gley à 60 cm	Très argileux	Cailloux
			Hydromorphes et vertiques	Colluvions peu calcaires	Peu profond Pseudo-gley à 70 cm	Argileux	Nappe
A drainage externe possible	A structure anguleuse sur au moins les 15 cm supérieurs	Modaux	Colluvions marnieuses calcaires	Peu profond	Argileux	Cailloux et blocs	
		Vertiques peu accentués	Colluvions rouges peu calcaires		Argilo-limoneux Argileux	Nappe	
Hydromorphes	Sols hydromorphes peu humifères	A pseudo-gley	De surface	Alluvions peu calcaires Colluvions peu calcaires	Peu profond Pseudo-gley à 20 cm	Argileux	Nappe
Sols à sesquioxides	Bruns Méditerranéens	Lessivés	Vertiques	Colluvions non calcaires	Moyennement profond	Argileux	Gravier Nappe
			Vertiques et hydromorphes	Colluvions anciennes peu calcaires	Peu profond Pseudo-gley à 40 cm	Argileux	Nappe
	Rouges Méditerranéens	Lessivés	Modaux	Colluvions peu calcaires	Profond	Limono-argileux	
			Non lessivés	Modaux	Colluvions peu calcaires	Pas profond	Limono-argileux
		Lessivés	Hydromorphes	Colluvions peu calcaires	Peu profond Pseudo-gley à 70 cm	Argilo-limoneux Limono-argileux	Cailloux
			Vertiques et hydromorphes	Colluvions argileuses peu calcaires	Peu profond Pseudo-gley à 60 cm	Argileux	
		Vertiques	Sur argiles jaunes peu calcaires	Pas profond	Argilo-limoneux	Cailloux en surface	

SOURCE: ETUDE AGRO-PEDOLOGIQUE DES PLAINES ALLUVIALES DE L'OUED-ISSER - HALFAOUI 1987

**2-QUALITE DES SOLS :**

L'évolution de la salinité de la solution du sol est importante dans la mesure où, c'est cette dernière qui s'oppose à l'absorption de l'eau par les plantes qui se fait par osmose.

L'eau appliquée s'infiltré dans le sol, de façon à ce qu'une partie est retenue pour le satisfaire à la capacité au champ et l'autre percole en profondeur. La partie retenue, appelée souvent réserve utile du sol, s'épuise progressivement sous l'effet combiné de l'évaporation et de l'extraction racinaire. Voir figure.2.

CARACTERISTIQUE DE RETENTION DE L'EAU		DISPOSITION DE L'EAU POUR LES PLANTES	ETAT DE LIAISON
↑ Capacité maximale pour l'eau ↑ Capacité de rétention ↑ Capacité au point de flétrissement ↓ Réserve utile ↓ Réserve facilement utilisable 30%	55%	Eau absorbée par les particules solides Eau très peu mobile utilisable seulement au contact des poils absorbant	Eau hygroscopique
	15%	Eau peu mobile difficilement absorbée	Eau capillaire
	30%	Eau mobile source essentielle d'alimentation des végétaux	
		Eau très mobile très accessoirement utilisée par les plantes	Eau libre

**Fig. 2.** Etats de l'eau dans le sol.

La solution du sol devient ainsi concentrée en sels, car les plantes n'utilisent qu'une faible proportion des sels. Celles-ci auront donc de plus en plus de mal à extraire de l'eau de la solution du sol, car la pression osmotique augmente avec la concentration des sels dans la solution du sol.

Une forte concentration en sel dans la solution du sol, a les mêmes répercussions de la sécheresse, plus connu sous le nom de stress hydrique.

Bien que le degré de nécessité de drainage ait été défini en fonction de l'hydromorphie et non de l'halomorphie, on retiendra la classification ci-dessous, vu que les sols hydromorphes présentent un risque élevé de salinisation.

Sols ne nécessitant pas de drainage	$ECe \leq 1$	mmhos / cm
Sols nécessitant un drainage retardé	$1 < ECe \leq 2$	mmhos / cm
Sols nécessitant un drainage immédiat	$ECe > 2$	mmhos / cm

Pour les trente et un (**31**) profils analysés dans la région, les conductivités électriques moyennes, maximales et minimales des solutions de sols sont rappelées dans le tableau suivant.

**Tableau.II. 1** : Récapitulations des conductivités électriques  $EC_e$  des profils.

NOMBRE DE PROFILS	CLASSIFICATION <sup>3</sup> (mmhos/cm.)	CONDUCTIVITES ELECTRIQUES (mmhos/cm.)		
		Moyenne	Maximale	Minimale
<b>24</b>	$EC_e \leq 1$	0,71	0,97	0,41
<b>6</b>	$1 < EC_e \leq 2$	1,29	1,73	1,05
<b>1</b>	$EC_e > 2$	7,90	7,90	7,90

## CONCLUSION

Il existe des classes d'aptitudes à l'irrigation dont les propriétés physiques : (structure, porosité et capacité de rétention en eau) peuvent être améliorées, en apportant des amendements organiques et chimiques.

D'après le classement de sols adopté et préconisée par la **F.A.O**, nous constatons que la surface totale irrigable dans le périmètre du moyen Isser est de **225,54 ha**, dont la majorité de la surface est d'excellent potentiel agronomique, sans aucun travail d'aménagement préconisable ; et les autres sols ont un potentiel agronomique moyen, avec quelques travaux d'aménagement mineurs, tels que : l'épierreage, l'amendement organique et le labour profond ; le reste ont un potentiel agronomique faible, en plus de plusieurs contraintes existantes.

Les travaux d'aménagement recommandés sont : labours profonds, lessivage et drainage.

Pour les eaux on veut qu'il y ait un excès d'eau par rapport à notre besoin d'irrigation.

## **CHAPITRE V : CHOIX DE L'ASSOLEMENT ET CALCUL DES BESOINS EN EAU**

### **INTRODUCTION**

Les sols de toute la vallée sont, en quasi-totalité, semblables et ils sont rentables pour le maraîchage surtout, mais l'agriculteur est libre de choisir ses cultures. Les cultures les plus remarquées dans la région sont : le blé, l'orge, agrume, pomme de terre, tomates et melon.

Une remarque peut être intéressante, c'est que l'agriculteur doit projeter ses cultures suivant le débit qu'on lui a alloué. Pour les petites parcelles on a toute la liberté de choisir ses cultures, car le débit sera celui qui correspond à la culture la plus exigeante et au fur et à mesure que les parcelles grandissent le débit diminue ; alors l'agriculteur a intérêt à choisir un assolement correspondant à son débit, tout en projetant un assolement réunissant les cultures les plus exigeantes avec les moins exigeantes.

Calendrier d'occupation des sols pour les cycles culturaux choisis

Mois	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	
culture													
maraiçhère				Pomme de terre					Melon				
				●				●				●	
									Tomate				
								●				●	
céréales				Blé									
				●								●	
céréales	● — ●			Orge									
				●								●	
arboricole	Agrumes												
	●											●	

**1-DETERMINATION DES BESOINS EN EAU :**

Pour le travail effectué dans ce chapitre, on va compter sur le logiciel de calcul **Cropwat 7.5**, fondé sur la méthode de Mr Penman&Monteith, modifiée et recommandée par la consultation des experts de la FAO tenue à Rome en Mai 1990.

On aura besoin même de certains paramètres et données de la région et des cultures choisies, parce que les besoins en eau de la culture dépendent des données climatiques, la réserve en eau utile du sol dépend des paramètres pédologiques et la réserve en eau facilement utilisable par la plante dépend des propriétés des cultures.

Le terme de besoins en eau se définit comme étant la différence entre l'évapotranspiration réelle (ETR) de la culture considérée et les précipitations efficaces ( $P_{\text{eff}}$ ).

**1-1-L'évapotranspiration potentielle ou de référence (ETP ou  $ET_0$ ):**

$ET_0$  est le taux d'évapotranspiration déterminé à partir d'une surface étendue de gazon vert, d'une hauteur de 8 à 15 cm, poussant activement, couvrant complètement le sol et ne manquant pas d'eau. Plusieurs méthodes ont été établies pour le calcul d' $ET_0$  que se soit expérimentales, en utilisant un bac d'évapotranspiration, ou bien théoriques basées sur des données climatiques mesurées dans des stations climatologiques, les plus répandues sont la méthode de Blaney-driddle, de Turc et de Penman.

Dans notre cas, on va utiliser le logiciel CROPWAT établi par la FAO à base de la méthode Penman modifiée par Monteith en 1965. Ce modèle, qui forme l'approche la plus complète puisqu'il a l'avantage d'inclure la physiologie de la plante par l'intermédiaire de la résistance stomatique, a été largement étudié ou utilisé et est jugé le modèle le plus appropriée pour le calcul de  $ET_0$  lorsqu'on dispose des données climatiques relative à la température, l'humidité, l'insolation et la vitesse du vent. La formule, telle que recommandée par FAO (Allen et al. 1998), présente l'effet de la végétation sur la transpiration par une résistance minimale de 70 s/m. Le gazon de référence pris a les propriétés suivantes : gazon de hauteur 0.12 m et d'albédo 0.23.

La formule de Penman Monteith telle que recommandée par la FAO s'écrit :

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} \mu_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34\mu_2)}$$

Avec :

ET<sub>0</sub> : Evapotranspiration de référence (mm/j)

R<sub>n</sub> : est le rayonnement net en surface [MJ/j.m<sup>2</sup>] ; le calcul de R<sub>n</sub> suppose un albédo α = 0.23 et une émissivité de la surface ε = 1. Les rayonnements solaire et thermique incidents sont disponibles directement (en particulier, le rayonnement thermique incident n'est pas approximé), et le rayonnement thermique depuis la surface est estimée en fonction de la température de l'air, prise comme Proxy pour la température de surface.

G : est le flux de chaleur dans le sol [(MJ/j.m<sup>2</sup>), négligé ici au pas de temps journalier,

T : est la moyenne de la température de l'air à 2 m de hauteur [C],

U<sub>2</sub> est la vitesse du vent à 2 m [m/ s] extrapolée de la vitesse à 10 m (Allen et al.1998)

e<sub>s</sub> : est la pression de vapeur d'eau à saturation [kPa], donnée à partir de la température par la relation de Clausius Clapeyron,

e<sub>a</sub> : est la pression de vapeur d'eau à 2 m [kPa],

Δ est la pente de la relation de Clausius Clapeyron [kPa C], approximée en fonction de la température (Allen et al. 1998),

γ est la constante psychrométrique [kPa C], estimée en fonction de la pression atmosphérique (Allen et al. 1998).

Les résultats obtenus sont mentionnés dans le tableau 1 suivant :

Tableau 1 : Evapotranspiration de référence selon **Penman & Monteith**

	aout	sep	oct	nov	dec	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juil
ET <sub>0</sub> mm/j	6,31	5,1	3,46	2,01	1,48	1,6	2,1	3,2	4,22	5,8	6,5	6,51
ET <sub>0</sub> mm/moi	195,61	153	107,26	60,3	45,88	49,6	58,8	99,2	126,6	179,8	195	201,81

### 1-2-Evapotranspiration réelle ET<sub>c</sub> :

Afin de déterminer les besoins en eau d'une culture, il faut d'abord passer par le calcul de ce qu'on appelle l'évapotranspiration réelle, c'est la limite maximale de l'évapotranspiration de la culture bien fournie en eau où le sol est à sa capacité de rétention, elle s'obtient en multipliant l'évapotranspiration standard par le coefficient cultural.

$$ET_{CLTURE} = K_C * ET_0$$

**1-3-La pluie efficace ( $P_{eff}$ ) :**

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

Ces pertes sont estimées de 20% de la pluie tombée. Pour l'appréciation de la pluie efficace on distingue :

- Pluie efficace ( $P_{eff}$ )=0 pour les mois où la pluie ne dépasse pas les 5 mm.
- Pluie efficace ( $P_{eff}$ )= 80% de la pluie moyenne mensuelle dans les autres cas.

Les valeurs mensuelles de ( $P_{eff}$ ) figurent dans le tableau 2 suivant :

Tableau 2: Pluie efficace

moi	sep	oct	nov	dec	jan	fev	mars	avr	mai	juin	juil	aout
P (mm)	23,52	45,8	66,35	88,49	71,01	62,46	53,62	50,238	38,56	7,57	2,64	4,7
Peff (mm)	18,816	36,64	53,08	70,792	56,808	49,968	42,896	40,1904	30,848	6,056	2,112	3,76

**1-4-Efficience de l'irrigation :**

Les besoins bruts du périmètre, dépendent de l'efficacité de l'irrigation, c'est à dire des pertes d'eau qui se produisent à partir du point du captage, jusqu'à la satisfaction des besoins du rapport plante/sol. L'efficacité d'un réseau d'irrigation est définie par le rapport entre le besoin d'eau strictement nécessaire à la culture et le volume d'eau à introduire dans ce réseau.

La différence entre les deux volumes indique les pertes, qui évidemment devront être les plus limitées, afin d'éviter le gaspillage plus particulièrement, si les ressources en eau s'avéraient rares.

La formule communément employée pour l'estimation de l'efficacité d'un réseau d'irrigation, est donnée par l'expression:

$$E_i = E_t * E_a$$

Avec :

- $E_i$  : Efficacité d'irrigation en %.
- $E_t$  : Efficacité de transport en %.
- $E_a$  : Efficacité d'application de l'eau (Agronomique) en %.

Certains auteurs font une distinction ultérieure, tel que la formule :

$$E_a = E_d * E_u$$

Dans la quelle :

- $E_d$  : Efficacité de type de distribution en %.
- $E_u$  : Efficacité de l'uniformité de la distribution en %.

La thématique développée ci-après se base sur la formule:

$$E_i = E_t * E_d * E_u$$

On considère une efficacité globale, produit entre les trois efficacités décrites ci-dessus égale à 0,75.

**1-5-Besoins nets et brutes :**

Les besoins en eau des différentes cultures sont donnés par la relation suivante :

$$B = ETM - (RFU + Peff)$$

Tableau 3 : besoins en eau des différentes cultures

Colonne1	août	sep	oct	nov	dec	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juil
Kc blé				0,3	0,7	0,7	0,7	1,05	1,05	0,65	0,2	
ETM blé				18,09	32,12	34,72	41,16	104,16	132,93	116,87	39	
RFU blé				60	60	60	60	60	30	30	0	
Besoin blé				0	0	0	0	1,2587	62,739	56,017	32,942	
Kc orge				0,3	0,7	0,7	0,7	1,05	1,05	0,65	0,2	
ETM orge				18,09	32,12	34,72	41,16	104,16	132,93	116,87	39	
RFU orge				60	60	60	60	60	30	30	0	
Besoin orge				0	0	0	0	1,2587	62,739	56,017	32,942	
Kc pterre				0,5	0,75	1,05	0,9	0,75				
ETM pterre				30,15	34,41	52,08	52,92	74,4				
RFU pterre				15	15	15	19,5	15				
Besoin pterr				0	0	0	0	16,499				
Kc melon									0,5	1,05	1,05	0,75
ETM melon									63,3	188,79	204,75	151,358
RFU melon									20	15	15	10
Besoin melon									3,1092	142,94	183,69	139,239
Kc tomat	0,75									0,4	0,7	1,05
ETM tomat	146,708									71,92	136,5	211,901
RFU tomat	15									30	15	15
Besoin tomat	127,94									11,067	115,44	194,782
Kc agrume	0,7	0,7	0,7	0,65	0,65	0,65	0,65	0,7	0,7	0,7	0,7	0,65
ETM agrume	136,927	107,1	75,082	39,2	29,82	32,24	38,22	69,44	88,62	125,86	136,5	131,177
RFU agrume	10	10	15	30	40	70	50	40	40	35	20	20
Besoin Agru	123,159	78,281	23,441	0	0	0	0	0	8,4292	60,007	110,44	109,058
Besoin tot	251,099	78,281	23,441	0	0	0	0	19,016	137,02	326,04	475,46	443,08



Tableau 4 : superficie des différentes cultures

<i>culture</i>	<i>Superficie(ha)</i>
<i>Blé dur</i>	<i>87.77</i>
<i>Orge</i>	<i>33.75</i>
<i>p.terre</i>	<i>28.71</i>
<i>Melon</i>	<i>3.78</i>
<i>Tomate</i>	<i>9.35</i>
<i>agrume</i>	<i>62.09</i>

La capacité du barrage Koudiat Acerdoune est de l'ordre de centaines de millions de m<sup>3</sup>, il est bien évident que c'est largement suffisant pour s'occuper des besoins de l'irrigation.

### 1-6- Le lessivage :

Lorsque le sol contient des concentrations élevées de sels, non admissibles pour le développement de la plante, provenant d'origines diverses (altération des roches mères et apports naturels externes ceux qui sont appelés salinisation primaire et activité humaine qui est liée fréquemment à des pratiques agricoles inappropriées dite salinisation secondaire) et pouvant être intensifiées par la mauvaise qualité des eaux d'irrigation, on doit nécessairement pour la mise en valeur de ce sol ramener une quantité d'eau supplémentaire pour que ces sels percolent au-dessous de la zone racinaire. Pour estimer cette quantité d'eau, on doit se baser sur les études de sol et de l'eau d'irrigation préalablement faites tout en respectant les normes de sensibilité des plantes au sel.

Bien que notre eau se caractérise par une salinité faible avec degré d'alcalinité faible, le lessivage ne se tient pas en compte.

### 2-CALCUL DU DEBIT SPECIFIQUE:

Pour répondre aux besoins des cultures, le système d'irrigation devra véhiculer un tel débit, et ça nécessite de connaître le débit spécifique que l'on multiplie par les surfaces à irriguer pour déterminer les débits à l'entrée du réseau et aux différents nœuds.

Le débit spécifique  $q_s$  est donné par la formule :

$$q_s = \frac{B}{T * t * 3,6 * K} \text{ en } (l / s / ha).$$

Tels que :

$B_m$  : Besoins mensuels maximum net en m<sup>3</sup>/Ha ;

$T$  : Temps d'irrigation par jour 20h/j ;

$t$  : Durée d'irrigation en jours =30jours ;

$K$  : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation : 0.75.

Le débit spécifique calculé par  $B_m = 475,46$  mm est en dehors de l'intervalle admissible alors on le recalcule par les besoins de la culture la plus exigeante

$$qs = \frac{183.69 * 10^4}{20 * 30 * 3600 * 0.75} = 1.1 \text{ l/s/ha}$$

D'après les limites de débit spécifique qui sont :

$$0,6 \text{ l/s/ha} < qs < 1,5 \text{ l/s/ha}$$

Alors notre débit spécifique est à considérer

## **CONCLUSION**

Cette étude permet aux agriculteurs de permuter et de diversifier leur plan de cultures, tout en garantissant leurs besoins en eau, et d'estimer les besoins des différentes cultures choisies notamment au mois de pointe, ce qui va conduire à un bon dimensionnement du réseau d'irrigation dédié à la satisfaction des besoins des cultures.

On a compté sur le logiciel de calcul **Cropwat** établi par FAO pour les différents calculs nécessaires, on a trouvé des besoins supportables pour la capacité du barrage Koudiat-Acerdoune.

## **CHAPITRE VI : RESEAU D'IRRIGATION ET EQUIPEMENT DU PERIMETRE**

### **INTRODUCTION**

Le système d'aménagement bien établi, nous amène à faire le calcul hydraulique nécessaire pour l'optimisation du réseau d'adduction et de distribution de l'eau aux différentes exploitations agricoles du périmètre.

Quelle que soit l'origine de l'eau et son mode de transport (canaux ou conduit), le problème le plus délicat est le choix de la méthode pour répartir cette eau sur le sol de façon que les plantes tirent le maximum de profit.

#### **1-SCHEMA D'ADDUCTION ET DE DISTRIBUTION:**

L'eau d'irrigation du barrage de Koudiat Acerdoune est évacuée dans l'oued Isser et récupérée par une conduite au niveau de la prise projetée pour la transporter jusqu'à la station de pompage implantée sur le rive gauche de l'oued où elle sera refoulée vers un 1<sup>er</sup> réservoir prévu pour desservir gravitairement avec la charge nécessaire aux bornes d'irrigation.

Tableau .1: caractéristique du réseau d'adduction

Tronçon	Diamètre de la conduite (mm)	Longueur (m)
Prise de dérivation-station de pompage	<b>800</b>	<b>700</b>
Station de pompage-Réservoir	<b>500</b>	<b>900</b>

#### **2- L'OUVRAGE DE PRISE:**

La conduite de la prise d'eau est constituée d'une conduite en acier de (800 mm de diamètre). Passant dans une galerie et aboutissant à une chambre de prise située dans le barrage.

Rappelons que cette partie ce n'est pas l'objet de notre travail

#### **3-RESEAU DE DISTRIBUTION :**

C'est l'ensemble des conduites de distributions primaire et secondaire qui servent à alimenter les bornes d'irrigation des îlots à partir de la conduite principale.

**3-1-Matière des conduites:**

Les matériaux de conduites sont choisis sur la base de la disponibilité dans la marche locale et de leur production en Algérie. Au stade actuel de l'étude on prend le PE pour les conduites dont le diamètre est inférieur à 500 mm et le béton précontraint pour les diamètres supérieur à 500 mm.

**3-2-Conduite en béton précontraint:**

Ces conduites sont caractérisées par de gros diamètres du fait qu'elles évacuent des débits importants. Elles présentent les qualités suivantes :

- Durabilité sans aucun entretien.
- Etanchéité satisfaisante.

**3-3-Conduites en maitres plastique:**

Ces conduites ont comme caractéristiques, la flexibilité et la légèreté qui facilement leur transport et leur déplacement. Très souvent on utilise les conduites en pvc qui sont légères et souples et peuvent supporter de grandes pressions.

**4-STATION DE POMPAGE :**

La station de pompage sera connectée au réservoir de compensation et de distribution situé à l'extrémité de la conduite de distribution du périmètre.

**4-1Débit maximum journalier de consommation et le débit d'équipement :**

$$Q_j = q_s \times S = 1.1 \times 225.54 = 248.1 \text{ l/s} = 0.248 \text{ m}^3/\text{s} = 21427.2 \text{ m}^3/\text{j} .$$

$$Q_{eq} = \alpha \times Q_j = 1.04 \times 0.248 = 0.258 \text{ m}^3/\text{s}. \text{ avec } \alpha \text{ coefficient de correction} = 1.04$$

**4-2Hauteur manométrique totale:**

$$HMT = H_g + \Delta H_a + \Delta H_r$$

$H_g$  : hauteur géométrique

$\Delta H_a$  : perte de charge à l'aspiration.

$\Delta H_r$  : perte de charge au refoulement.

Puisque la station de pompage et le réservoir sont monobloc, alors on néglige la perte de charge aspiration par rapport au perte de charge au refoulement.

$$\Delta H_r = \Delta H_l + \Delta H_s$$

$\Delta H_l$  : perte de charge linéaire.

$\Delta H_s$  : perte de charge singulière.

$$\Delta H_l = I * L = \lambda \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \quad (\text{Formule de Darcy-Weisbakh})$$

D : diamètre de la conduite (m) ;  $D = (Q)^{1/2} = 0.5$  m. formule de **BONNIN**.

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

L : longueur de la conduite de refoulement égale à 1747,4m.

$\Delta H_l$  : Pertes de charge linéaires en (m)

I: gradient hydraulique en (m/m)

Le coefficient  $\lambda$  est obtenu par les formules suivantes:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 * \text{Log} \left( \frac{\varepsilon}{3,7 * D} + \frac{2,51}{R_e * \sqrt{\lambda}} \right) \quad (\text{Formule Colebrook}) .$$

$$\lambda = 0,01366$$

$R_e$  : Nombre de Reynolds ;

$$R_e = \frac{V * D}{\nu}$$

V : vitesse d'écoulement dans la conduite (m/s) ;

$\nu$  : viscosité cinématique de l'eau ( $10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s).

$\varepsilon$  : Rugosité absolue de la conduite 0,09 mm. (Conduite en PEBD).

Les pertes de charges singulières sont estimées à 0.1 des pertes de charge linéaires pour une conduite longue.

Cote PHE bache de prise : 163 m

Cote PBE bache de prise : 160 m

Cote PHE de refoulement : 180 m

$$H_g = 180 - 160 = 20 \text{ m}$$

Tableau 2 : calcul de HMT

Diamètre (mm)	Vitesse (m/s)	$\lambda$	Longueur (m)	$\Delta H_l$ (m)	$\Delta H_r$ (m)	HMT (m)
500	1.31398	0.01366	1747.4	4.2	4.62	24.62

**4-3-Choix de la variante du nombre de pompes :**

En utilisant le logiciel Caprari :

Tableau 3 : Variantes pour le choix du nombre de pompes

N	n	Q (l/s)	H (m)	pompes	V (t/min)	Pabs (kw)	NPSHr	D2	$\eta$ %
1	2	129	24.62	E12S55/1D+MCH630	2900	21.3	8.82	150	76.4
2	3	86	24.62	E9S50/2C+MC612	2900	27.8	4.48	125	75.6
3	4	64.5	24.62	E9S50/2C+MC612	2900	37	4.17	125	77.1

En respectant les critères de choix du nombre de pompes, on choisit la 3<sup>ème</sup> variante

4 pompes ce qui implique 2 pompes de secours. (Annexe Caprari)

**4-4-Hauteur admissible d'aspiration :**

$$(NPSH)_d = (NPSH)_r + 0.5$$

$$(NPSH)_d = (Pat - Pv) / \omega - \sum h_p^{asp} - V_{asp} / 2g - h_{adm}^{asp} = (NPSH)_r + 0.5$$

$$h_{adm}^{asp} = (Pat - Pv) / \omega - \sum h_p^{asp} - V_{asp} / 2g - (NPSH)_r - 0.5$$

la longueur d'aspiration  $L_{asp} = 1$  m.

$$\sum h_p^{asp(lin)} = 1 \times 6 / 1000 = 0.006 \text{ m}$$

$$\sum h_p^{asp(sing)} = 0.15 \sum h_p^{asp(lin)} = 0.001 \text{ m}$$

$$V_{asp} = 4Q / \pi D^2 = (4 \times 0.064) / (3.14 \times (0.188)^2) = 2.31 \text{ m/s}$$

$$V_{asp} / 2g = 2.31 / (2 \times 9.81) = 0.12 \text{ m}$$

$$h_{adm}^{asp} = 10.33 - 0.183 - 0.007 - 0.12 - 4.17 - 0.5 = 5.35 \text{ m}$$

pas de risque de cavitation

$$\text{Cote de l'axe de la pompe est : } C_{axe} = C_{min} + h_{adm}^{asp} - 0.1$$

$$= 160 + 5.35 - 0.1 = 165.25 \text{ m}$$

**4-5-Puissance fournie par le moteur électrique :**

$$P_{abs} = (\omega Q_{max} H \cdot K) / (\eta_p \eta_{tr} \eta_m)$$

$\eta_{tr}$  : rendement d'accouplement, accouplement direct  $\eta_{tr} = 1$

$\eta_m$  : rendement du moteur (0.92 – 0.95)

$\eta_p$  : rendement de la pompe 0.771

K : coeff de correction, déterminé en fonction de la puissance du moteur

Tableau4 : des valeurs de K

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

$$P_{abs} = (9810 \times 0.0645 \times 24.62 \times 1.25) / (0.93 \times 1 \times 0.771) = 27154.5 \text{ w} = 27.15 \text{ kw}$$

D'après le caprari , les caractéristiques du moteur

Moteur triphasé de fréquence 50 Hz

Vitesse de rotation 2900 t/min

Nombre de poles 2

#### **4-6-Rendement de la station de pompage :**

$$\eta_s = \eta_p \eta_{ac} \eta_m \eta_{res}$$

$\eta_{ac}$  : rendement d'accouplement direct = 1

$\eta_{res}$  : rendement du réseau électrique = 0.98

$\eta_m$  : rendement du moteur électrique = 0.93

$$\eta_s = 0.771 \times 1 \times 0.93 \times 0.98 = 0.7$$

#### **4-7-Construction du bâtiment :**

Hauteur du bâtiment

$H_b = h_5 + h_6 + h_7 + h_8 + h_9$  tel que :

$h_5$  hauteur verticale  $h_5 = h_p + h_{socle} + h_{reserve} = 0.57 + 0.3 + 0.5 = 1.37 \text{ m}$

$h_6$  hauteur réservée à l'homme = 2.2 m

$h_7$  hauteur du chariot = 0.3 m

$h_8$  hauteur des profilées = 0.8 m

$h_9$  hauteur de sécurité = 0.5 m

on obtient  $H_b = 5.13 \text{ m}$

Largeur du bâtiment :

$$L_{arb} = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + 2S$$

$$S : \text{épaisseur des murs} = 0.2 \text{ m}$$

$$l_1 : \text{distance entre le mur et le 1}^{\text{er}} \text{ organe} = 0.2 \text{ m}$$

$$l_2 : \text{distance entre les tubulures} = 0.6 \text{ m}$$

$$l_3 : \text{longueur des accessoires d'aspiration}$$

$$l_3 + l_4 = l_p + l_{tr} + l_{tasp} + l_e + l_j + l_d$$

$$l_j : \text{longueur des joints}$$

$$l_p : \text{longueur de la pompe} = 0.965 \text{ m}$$

$$l_e : \text{longueur du convergent} = 0.18 \text{ m}$$

$$l_{tr} : \text{longueur tronçon} = 0.3 \text{ m}$$

$$l_3 + l_4 = 0.965 + 0.3 + 0.3 + 0.18 + 1 + 1.8 = 4.38 \text{ m}$$

$$L_{arb} = 0.2 + 0.6 + 4.38 + 2 \times 0.2 = 5.6 \text{ m}$$

On prend  $L_{arb} = 8 \text{ m}$  selon les largeurs normalisés.

Longueur du bâtiment :

$$L_{onb} = n_p \cdot L + l_{int} + l_{pf} + l_p + l_r$$

$$n_p : \text{nombre de pompes} = 4 + 2$$

$$L : \text{longueur de la pompe et moteur} = 1.272 \text{ m.}$$

$l_{int}$  distance entre 2 pompes voisines :

$$l_{int} < 1 \text{ m si } U < 1000 \text{ volts et } l_{int} > 1.2 \text{ m si } U > 1000 \text{ volts}$$

$$\text{dans notre cas } U = 400 \text{ volts alors } l_{int} = 1 \text{ m}$$

$$l_{pf} : \text{longueur plate forme} = 2.5 \text{ m}$$

$$l_p : \text{longueur du bureau du personnel} = 4 \text{ m}$$

$$L_{onb} = 6(1.272) + 1 + 2.5 + 4 + 0.5$$

$$L_{onb} = 15.63 \text{ m on prend la longueur normalisé } L_{onb} = 18 \text{ m}$$

Nombre de fenêtres :

$$N_f = \Sigma \text{ surfaces} / \text{surfaces fen\^ete} = (0.1 - 0.15) \text{ surface de la salle des machines}$$



Surface fenêtre normalisée =  $1.4 \times 2.2 \text{ m}^2$

$N_f = \Sigma 8 \times 18 (0.15) / 1.4 \times 2.2$

$N_f = 7$  fenêtres.

Toutes les caractéristiques du bâtiment figurent dans le tableau 5 :

Tableau 5 : caractéristiques du bâtiment de la station de pompage

Hauteur calculé (m)	Hauteur normalisé (m)	Long calculé (m)	Long normalisé (m)	Larg calculé (m)	Larg normalisé (m)	Nombre fenetres	$\eta(\%)$
5,13	6	15,63	18	5,6	8	7	70

### **5-RESERVOIR:**

Le réservoir prévu dans le cadre de ce projet est destiné à stocker les volumes d'eau nécessaire pour la desserte de la zone d'étude, il doit satisfaire le débit 248.09 l/s. son volume dépend du temps de travail de la station de pompage de refoulement.

### **6-MATERIEL DE CONTROL ET DE PROTECTION DU RESEAU EN CONDUITES SOUS PRESSION :**

#### **6-1-Vanne de sectionnement et de vidange:**

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

Pour des raisons d'exploitation et de facilite de fermeture, les vannes de diamètre supérieur ou égale à 250 mm seront du type papillon.

Par ailleurs tous les points bas du réseau doivent être équipés de vannes afin de permettre la vidange du réseau (nettoyage, etc. ...).

#### **6-2-Ventouses:**

Elles sont destinées à évacuer les poches d'air et son placées aux points hauts de l'adduction et systématiquement entre deux vannes.

Le choix de la ventouse est fait directement en fonction du diamètre de la conduite.

#### **6-3-Soupapes de décharge-anti bélier:**

Elles sont destinées à écrêter les surpressions accidentelles importantes. Chaque vanne de sectionnement qui, en principe lors de la fermeture, engendre une surpression, sera dotée d'une soupape de décharge. Cette dernière, dans la limite de ses caractéristique

etcetera également la surpression résultantes de la manœuvre des bornes d'irrigation situées dans son voisinage immédiat.

Sur les tançons de grande longueur, ne portant pas de vanne de sectionnement, il est prévu des soupapes isolées. Les soupapes sont caractérisées par le débit à évacuer et la pression d'étanchéité.

### **7-LES BORNES D'IRRIGATION:**

C'est une prise d'eau permettant le branchement avec les installations d'irrigation à la parcelle. Elle comporte en général :

- Une vanne
- Un limiteur de pression, destinée à fournir pression constante à l'équipement de l'irrigation.
- Un limiteur de débit, règle pour que le débit délivre a l'utilisateur ne dépasse pas celui qu'il a souscrit auprès du service de distribution d'eau
- Un compteur d'eau.

Les caractéristiques des bornes d'irrigation sont données par le tableau 5 ci-dessous :

Tableau .5 : caractéristiques des bornes d'irrigation

Débit nominal (m <sup>3</sup> /s)	Diamètre d'admission (mm)	Nombre de sortie	Diamètres de sortie (mm)
40	65	2	65
80	100	2	65
		4	65
		6	100
120	150	3	100

### **8- IMPLANTATION DES BORNES:**

L'implantation des bornes d'irrigation est le premier problème auquel doit s'attaquer le projecteur. Le réseau étant en effet destiné à amener l'eau en un certain nombre de points, il serait erroné d'étudier d'abord les tracés des conduites et de placer les bornes ensuite, les conduites n'ont d'autre fonctions que de relier les bornes entre elles. La position de chaque borne résulte d'un compromis entre l'intérêt économique qu'il y a limité le nombre des bornes et le désir d'une utilisation facile par l'agriculteur.

En effet, une forte densité améliore les conditions de travail des agriculteurs en diminuant les longueurs de canalisations mobiles, mais il en résulte une augmentation importante des frais d'installation du réseau fixe. Une trop faible densité accroît le travail de montage et de transport des canalisations mobiles.

On admet généralement que l'implantation des bornes répond aux critères suivants :

- Une prise par îlot d'exploitation.
- Quatre (4) prises maximum sur une même borne pour les grandes exploitations, la borne sera implantée de préférence au centre de la zone et à la limite pour les petites exploitations.
- Dénivelée maximum de cinq (5) mètre entre les points les plus hauts et les plus bas du bloc d'îlot.

Etant donné que l'irrigation se fait en continue et en même temps sur toute la zone et vue le débit des bornes, ainsi que la surface des îlots qui varie de 0 à 20 ha et plus de 20ha, on est arrivé à implanter 11 bornes pour toute la zone.

### **9-TRACE DU RESEAU:**

Une fois que le plan de bornage est établi, nous procédons à la liaison la plus économiquement possible des différentes bornes et l'origine du réseau. Le tracé compté est un réseau ramifié.

Les critiques à suivre pour tracer le réseau sont :

- Suivre les lignes de plus grande pente et éviter les traversées des thalwegs.
- À priori, le tracé le plus économique et celui dont la longueur totale des conduites est le plus faible.
- Un réseau économique est également celui qui est doté d'un minimum d'ouvrages et d'appareillages.
- Il faut chercher aussi à ne pas multiplier les ouvrages de génie civil tels que les traversées d'un Oued, de voie ferrées, etc.

Suite à ces critères on est arrivé à un tracé d'un réseau sous pression qui ramifie avec une canalisation principale (conduite maîtresse) et des conduites de distribution primaires et secondaires.

### **10-ILOTS D'IRRIGATION:**

L'îlot d'irrigation est par définition une entité hydraulique desservie par une borne d'irrigation.

#### **10-1-Critères de choix d'îlot type :**

##### **10-1-1. Structure foncière et taille d'îlot type**

La surface des îlots type de la zone d'étude est comprise dans les limites de 0 à 20 ha et supérieure à 20 ha,

##### **10-1-2. géométrie d'îlots types**

Les limites des îlots sont coïncidées avec celles des parcelles .le principe arrêté dans le cadre de ce projet est de concevoir un système d'irrigation qui permettra à la majorité des agriculteurs de disposer d'une prise d'eau autonome et d'une pression suffisante pour la pratique de l'aspersion classique.

##### **10-1-3. Superficie de l'îlot type**

La grandeur de l'îlot type est définie sur la base des bornes d'irrigation les plus commercialisables (diamètre 65,100 et 150 soit des débits de 40, 80 et 120 m<sup>3</sup>/h)

Le tableau 6 comporte le découpage des ilots avec l'état foncier.

Tableau 6 : Les différents îlots du périmètre.

N° îlot	propriétaire	surfaces (ha)
1	privé	20,04
2	privé	26,55
3	privé	20,02
4	privé	21,16
5	privé	11,52
6	privé	22,23
7	privé	9,35
8	privé	28,71
9	privé	3,87
10	privé	26,61
11	privé	35,48
	total	225,54

## **11- CALCUL HYDRAULIQUE DU RESEAU D'ADDUCTION ET DE DISTRIBUTION:**

### **11-1-Modalités de dessertes:**

La distribution doit se faire de telle sorte que chaque parcelle reçoit une dose correcte au moment opportun.

Trois modes peuvent être employés :

#### **11-1-1. La distribution continue**

La dose d'arrosage est livrée au moyen d'un débit continu pendant toute la période de l'irrigation

#### **11-1-2. Distribution par rotation**

L'eau est distribuée à intervalles réguliers avec un débit plus important que le débit continu le temps de distribution est en fonction du débit d'arrosage et de la superficie de la parcelle. L'intervalle entre deux arrosages constitue le tour d'eau.

### 11-1-3. Distribution à la demande

Elle s'applique principalement à un réseau de conduites. C'est techniquement la méthode la meilleure et la plus rationnelle, puisque chacun peut irriguer quand il juge que les plantes en ont besoin. Mais cela suppose que les agriculteurs connaissent très bien les besoins de leurs cultures et suivent de près le développement.

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

### 11-2-Calcul des paramètres hydrauliques :

Après avoir déterminé les débits nodaux et transits, on passe au calcul des diamètres des canalisations satisfaisant les conditions techniques avec un coût minimum, ainsi déterminant les vitesses et les pertes de charge.

#### *11-2-1. Calcul Des Diamètres*

Sachant que les débits transportés par les canalisations sont déterminés, la détermination des diamètres se calcul par la relation suivante :

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\Pi * V}}$$

Au début on va fixe la vitesse en **1,1 m/s**, dans ce cas on a déterminé le calcul de diamètre il faut normalise les résultats en fonction de la dimension commercial des conduites.

Puis on corrige la vitesse.

$$V = \frac{4 * Q}{\Pi * D^2}$$

#### *11-2-2. La vitesse admissible*

Le but de fixer un seuil minimum de vitesse admissible dans les conduites, c'est l'introduction d'un seuil raisonnable de diamètre maximum envisagé, pour transiter un débit donné. Ceci nous permettra d'accélérer le calcul d'optimisation. Par contre, la fixation d'un seuil maximum de vitesse tolérée correspond à un compromis entre :

- L'économie du coût d'investissement.
- Les risques de corrosion.
- Les vitesses courantes dans un projet d'irrigation sont entre (0,5-2) m/s.

Tableau 7: Seuils des vitesses admissibles en fonction des diamètres

Diamètre (mm)	seuils des vitesses admissibles (m/s)	
	V min	V max
100	0,20	1,80
125	0,25	1,85
150	0,25	1,35
200	0,35	1,95
250	0,40	1,95
300	0,40	1,95
350	0,40	1,95
400	0,50	1,95
500	0,50	1,95
600	0,50	1,95
700	0,50	1,95
800	0,50	2,00
900	0,50	2,00
1000	0,50	2,00
1100	0,50	2,00
1250	0,50	2,00
1500	0,50	2,00
2000	0,50	2,00

### 11-2-3. Calcul des pertes de charges

#### 11-2-3-1. Pertes de charge linéaires

La perte de charge linéaire se calcule par la formule de Darcy-Weisbach

$$\Delta H_l = I * L = \lambda \frac{L V^2}{D 2g} \quad (\text{Formule de Darcy-Weisbach})$$

- V: vitesse moyenne d'écoulement en (m/s).
- $\Delta H_l$ : Pertes de charge linéaires en (m)
- I: gradient hydraulique en (m/m)
- Le coefficient  $\lambda$  est obtenu par les formules suivantes:
- $\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 * \text{Log}\left(\frac{\varepsilon}{3,7 * D} + \frac{2,51}{R_e * \sqrt{\lambda}}\right)$  (Formule Colebrook).
- $R_e$ : Nombre de Reynolds ;

$$R_e = \frac{V * D}{\nu}$$

- V : vitesse d'écoulement dans la conduite (m/s) ;
- D : diamètre de la conduite (m) ;
- $\nu$  : viscosité cinématique de l'eau ( $10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ ).
- $\varepsilon$  : Rugosité absolue de la conduite

- $\xi$  : Rugosité absolue ; 0,046 mm. (Conduite en acier).

### 11-2-3-2. Pertes de charge singulières

Les Coude, les vannes, les clapets, les élargissements, les rétrécissements, ... et tout ces accessoires engendrent les pertes de charge singulières, elles sont estimées à 10 % des pertes de charge linéaires pour une adduction ou conduite longue.

$$\Delta H_s = 0,1 * \Delta H_l$$

### 11-2-3-3. Pertes de charge totale ( $\Delta H_t$ )

La somme des pertes de charge linéaires et les pertes de charge singulières donnent la perte de charge totale, donc on peut écrire :

$$\begin{aligned} \Delta H_t &= \Delta H_l + \Delta H_s \Leftrightarrow \Delta H_t = \Delta H_l + 0,1 * \Delta H_l \\ \Rightarrow \Delta H_t &= 1,1 * \Delta H_l \end{aligned}$$

Le calcul se fait par le logiciel EPANET 2.0 et les résultats sont dans les tableaux suivants :

Tableau 8: calcul hydraulique du réseau de distribution

conduites	Longueur m	Diamètre mm	Rugosité mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit.(m/km)
Réservoir- noeud1	75,17	325	0,1	248,09	2,72	8,45
Noeud2 – noeud4	972,22	325	0,1	209,07	2,29	5,22
Noeud8 – noeud10	671,01	300	0,1	143,96	1,85	3,63
Noeud10– noeud12	2686,14	300	0,1	121,52	1,72	4,34
Noeud12 - noeud15	309,58	300	0,1	99,29	1,4	5,65
Noeud15 – noeud16	398,09	300	0,1	78,13	1,11	3,56
Noeud16 – noeud18	479,27	300	0,1	66,61	0,94	2,63
Noeud18 – noeud19	426,86	200	0,1	20,02	0,64	2,06
Noeud18 – noeud20	711,77	200	0,1	46,59	1,48	10,29
Noeud2 – noeud3	430,79	125	0,1	35,48	2,89	8,14
Noeud4 – noeud5	591,15	125	0,1	26,61	2,17	6,33
Noeud6 – noeud7	466,26	100	0,1	3,87	0,49	3,01
Noeud8 – noeud9	248,1	200	0,1	28,71	0,91	4,07
Noeud10 – noeud11	149,86	150	0,1	9,35	0,53	2,07
Noeud12 – noeud13	365,75	200	0,1	22,23	0,71	2,5
Noeud14 – noeud15	365,84	150	0,1	21,16	1,2	9,72
Noeud16 – noeud17	117,64	150	0,1	11,52	0,65	3,06
Noeud20 – noeud21	462	200	0,1	26,55	0,85	3,51
Noeud20 – noeud22	407,53	200	0,1	20,04	0,64	2,06
Noeud4 – noeud6	1469,36	325	0,1	179,8	1,7	6,76
Noeud6 – noeud8	685,75	290	0,1	175,54	2,42	16,84



Tableau 9: débits et pressions aux différents nœuds

ID Noeud	Altitude m	Demande LPS	Charge m	Pression m
Noeud 2	0	0,00	234,15	54,15
Noeud 3	155	35,48	195,23	40,23
Noeud 4	0	0,00	211,30	61,30
Noeud 5	153	26,61	188,64	35,64
Noeud 6	0	0,00	201,37	59,37
Noeud 7	152	3,87	199,97	47,97
Noeud 8	0	0,00	189,82	57,82
Noeud 9	152	28,71	188,81	36,81
Noeud 10	0	0,00	183,36	62,36
Noeud 11	139	9,35	183,05	44,05
Noeud 12	0	0,00	160,95	60,95
Noeud 13	139	22,23	160,04	21,04
Noeud 14	148	21,16	155,65	7,65
Noeud 15	0	0,00	159,20	59,20
Noeud 16	0	0,00	157,79	57,79
Noeud 17	140	11,52	157,43	17,43
Noeud 18	0	0,00	156,53	56,53
Noeud 19	146	20,02	155,65	9,65
Noeud 20	0	0,00	149,20	53,20
Noeud 21	146	26,55	147,58	1,58
Noeud 22	146	20,04	148,36	2,36
réservoir	248,09	-248,09	248,09	0,00

### **12-ETBLISSEMENT DU PROFIL EN LONG:**

L'établissement du profil en long de la conduite maîtresse du réseau de distribution est fait à base des conditions technique ci-après :

La hauteur minimale de couverture est de 1.1 mètre au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite.

La hauteur maximale de fouilles est de 3 mètre.

On peut aller loin de cette valeur dans des terrains agricoles.

Les pentes minimales imposées :

- conduite ascendantes : 0.001 pour  $D \geq 600\text{mm}$ .  
0.002 pour  $D \leq 500\text{mm}$ .
- conduite descendantes : 0.003 pour  $D \geq 600\text{mm}$ .  
0.004 pour  $D \leq 500\text{mm}$ .

### **13-MATERIAUX DE CONSTRUCTION DES CANALISATIONS:**

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

En Algérie et pour l'irrigation, on utilise : l'acier, la fonte, le PVC, le PEBD et Béton précontraint.

#### **a) Conduites en fonte**

Les conduites en fontes sont très lourdes, et chères et ne sont pas disponible dans le marché malgré qu'elles aient les avantages suivants :

- Bonne résistance aux forces internes ;
- Bonne résistance à la corrosion ;
- Très rigides et solides ;

#### **b) Conduites en acier**

Bien que les conduites en acier sont très exposées à la corrosion qu'on ne va pas les choisir, malgré les avantages qui présentent tel que :

- La légèreté par rapport aux tuyaux en fonte, d'où l'économie sur le transport et la pose ;
- Bonne résistance aux contraintes (choc et écrasement) ;

**c) Conduites en PVC (Polyvinyle de chlorure)**

Représentent beaucoup d'avantages :

- légèreté
- résistance à la corrosion et propriétés chimiques
- résistance aux terrains agressifs naturels
- résistance aux liquides transportés
- résistance aux chocs
- résistance à l'H<sub>2</sub>S
- bonne qualité des joints (élastomère à base d'EPDM)
- résistance à l'abrasion
- étanchéité

On distingue un petit inconvénient qui est le risque de rupture

**d) canalisations en PEBD**

Le polyéthylène basse densité avec une durée de vie supérieure à 50 ans est un matériau :

- encastrement dans le béton
- une résistance aux chocs et aux produits chimiques
- ils peuvent être adaptés à toutes les conditions de service;
- bonne élasticité ;
- disponible sur le marché.
- qui ne subit aucune corrosion

On va choisir les conduites en PEBD (polyéthylène basse densité) pour les conduites dont le diamètre est inférieur ou égal à 500 mm et inférieur à 25 Bars.

## **CONCLUSION**

Dans ce chapitre nous avons calculé tous les paramètres hydrauliques concernant notre réseau d'irrigation tels que les diamètres, les débits, les vitesses admissibles et les pressions et ça en tenant compte de la satisfaction des conditions techniques avec un coût minimal. Le réseau d'irrigation projeté est de type ramifié avec distribution à la demande et il couvre les besoins en eau du périmètre pendant la période de pointe sur une superficie moyenne d'environ de 225 ha.

## **CHAPITRE VII : DIMENSIONNEMENT A LA PARCELLE**

### **INTRODUCTION**

Le recule des ressources en eau que connaît notre pays ces dernières décennies causé par le manque de précipitations nous oblige à être très attentif à l'utilisation du peu de ressource dont nous disposons. Par conséquent et en dépit des difficultés qui s'annoncent pour mettre en vigueur les techniques d'arrosage par l'aspersion et la micro irrigation, ces dernières s'avèrent obligatoires, c'est ce qu'on va voir dans ce chapitre.

#### **1-CHOIX DE LA TECHNIQUE D'ARRSAGE :**

Le choix de la technique d'arrosage est basé essentiellement sur l'abondance de la ressource en eau et les conditions naturelles rencontrées à savoir : la nature du relief, la vitesse du vent, la nature du sol et la répartition adéquate de l'eau d'irrigation pour que la plante tire le plus de profit.

Les différentes techniques d'arrosage rencontrées dans le monde peuvent être ramenées à (3) grands types :

- Irrigation gravitaire.
- Irrigation par aspersion.
- Irrigation localisée.

#### **1-1-Irrigation gravitaire :**

Le ruissellement de l'eau crée par la pente du terrain naturel humecte le sol par percolation à travers ses pores. Cependant l'action des deux forces gravitationnelle et capillaire sur l'eau dans le sol la laisse en mouvement ce qui donne sa répartition dans le sol.

Parmi les techniques d'arrosages gravitaires on distingue :

##### **1.1.1 L'arrosage par ruissellement (par planches ou par calant) :**

L'irrigation par planches ou par calant sont des sous classes de l'irrigation par ruissellement. Le principe consiste à faire couler sur le sol une mince lame d'eau qui s'infiltrera verticalement jusqu'à l'humidification de la tranche voulue du sol.

##### **1.1.2 L'arrosage par infiltration (à la raie) :**

C'est une méthode qui consiste à faire distribué l'eau par des rigoles ou raies avec un débit relativement faible comparativement aux autres procédés. Dans cette méthode, une partie seulement du sol qui reçoit directement l'eau, le reste est humecté par infiltration latérale.

### 1.1.3 L'arrosage par submersion :

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

### 1.1.4 Avantages de l'irrigation par gravité :

Coût moins élevé par rapport aux autres procédés.

Pas d'équipements de mise en surpression de l'eau.

Matériel d'irrigation très réduit.

### 1.1.5 Inconvénients de l'irrigation par gravité :

Grand volume d'eau par unité de surface.

Déplacement des engins agricoles est difficile (à cause des rigoles)

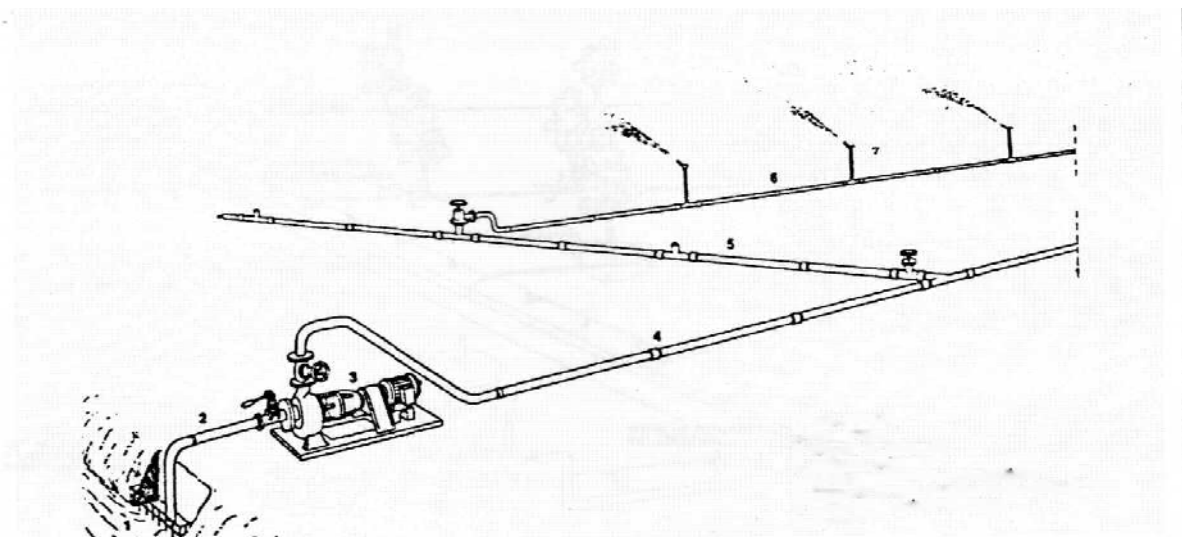
Nécessité d'une main d'œuvre importante.

Nécessité de planage des terres.

Pertes par infiltration considérables.

### 1-2-Irrigation par aspersion :

L'eau parvient aux cultures sous forme de pluies artificielles grâce à des appareils alimentés en eau sous pression appelés (asperseurs).



- |  |  |
|--|--|
| - 1 : Source d'eau   | -5 : Conduite secondaire (ou porte-rampes) |
| - 2 : Prise d'eau  | -6 : conduite tertiaire (ou rampe)         |
| 3 : Groupe de pompage  | -7 : asperseur                             |
| -4 : Conduite principale (conduite d'adduction • distribution) |  |

Fig.1. l'aspersion classique

### 1.2.1 Avantages de l'irrigation par aspersion :

- Ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface à irriguer.
- Augmentation du coefficient d'utilisation des terres.
- Permet une économie d'eau importante.
- Met à la disposition des exploitants des conditions d'arrosage très simples.
- Nécessite moins de main d'œuvre.
- Possibilité d'automatisation du système.
- Assure une forte oxygénation à l'eau.

### 1.2.2 Inconvénients de l'irrigation par aspersion :

- Coût des investissements très élevé.
- Favorise l'évapotranspiration en période sèche.
- L'uniformité de l'arrosage se dégrade en cas de vents dépassant les 4 à 5 m/s.

### 1-3-Irrigation par apports localisés :

L'eau est distribuée à la surface du sol par des goutteurs qui fournissent un débit faible pendant une longue durée.

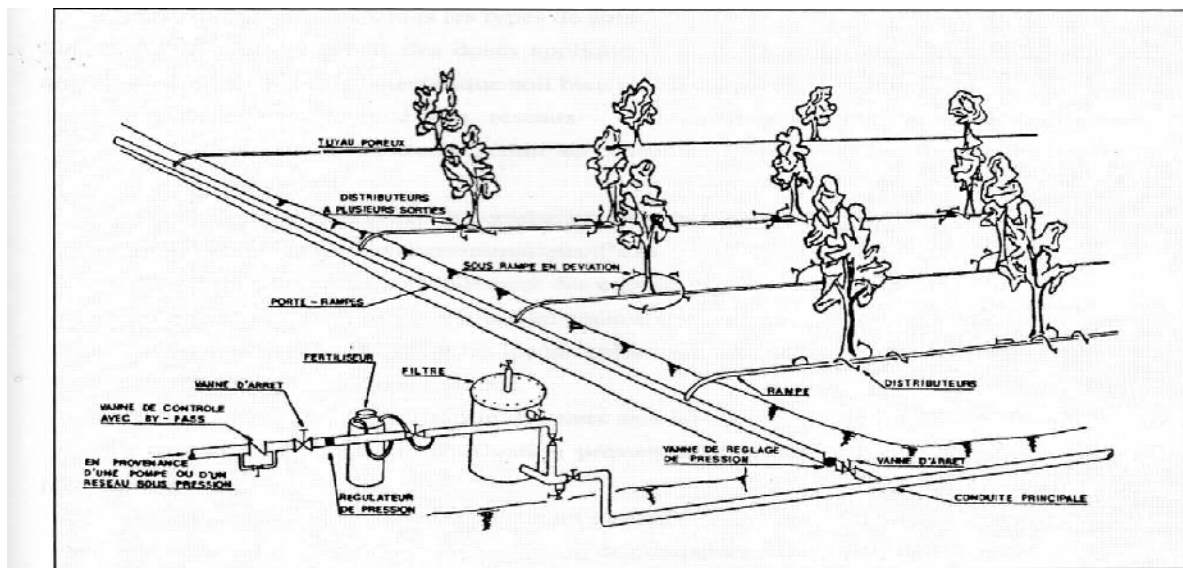


Figure X-5 Partie essentielle d'une installation localisée

Fig.2. l'irrigation localisée

### 1.3.1 Avantages de l'irrigation localisée (goutte à goutte) :

#### a. Efficience de l'eau :

Peu de pertes par évaporation, puisqu'il n'y a pas de trajectoire aérienne des gouttes d'eau, que le feuillage n'est pas humidifié initialement, qu'une partie de la surface du sol reste sèche, que la croissance des mauvaises herbes est très limitée et n'entraîne donc pas une consommation parasite.

Il n'y a pas de ruissellement, pas de débordement sur les parcelles voisines, les doses peuvent être mesurées avec précision, ce qui évite les pertes par percolation dans le sol. La répartition de l'eau n'est pas affecté par le vent, les irrégularités du terrain ne gênent pas pour toutes ces raisons le rendement des quantités d'eau déversées est excellent.

#### b. Avantages agronomiques :

- L'humidité du sol au voisinage des racines reste consommée élevée sans empêcher une bonne aération du sol;
- La fertilisation par des engrais incorporés à l'eau d'arrosage est aisée. C'est même pratiquement le seul procédé de fertilisation car, du fait qu'une grande partie de la surface du sol reste sèche, l'épandage d'engrais en surface serait peu efficace;
- L'atmosphère au voisinage des plantes n'est pas saturée d'humidité comme dans l'aspersion; cette sécheresse relative de l'air réduit la prolifération des insectes et la propagation de maladies cryptogamiques;
- Les mauvaises herbes se développent peu: sécheresse des interlignes ombre au voisinage des cultures.

A noter que, si s'installer quand même, elles sont difficiles à éliminer.

#### c. Avantages cultureux :

- Les activités culturales ne sont pas gênées par les arrosages, ces activités sont d'ailleurs très réduites car il n'y a pas de croutage en surface, peu mauvaises herbes, peu de tassement en profondeur et ruissellement en surface, donc pas d'érosion;
- Cette technique est compatible avec les cultures faites sous paille ou sous paillage plastique, les rampes se trouvant sous la couverture.

#### d. Avantages économiques :

Le prix de revient est très influencé par l'espacement des lignes:

- S'il s'agit de cultures à grands espacements, tels les vergers le prix de revient est nettement moins élevé que celui d'autres réseaux fixes, comme l'aspersion, à niveau d'automatisme égal;
- Lorsque la distance entre les lignes descend en dessous de 3m le coût s'élève beaucoup et une étude économique comparative est indispensable.

### **1.3.2 Inconvénients de l'irrigation localisée (goutte à goutte) :**

- Risque d'obstruction des goutteurs.
- Risque de salinisation
- Nécessite une main d'œuvre qualifiée.
- Coût élevé.
- Contrôle difficile des goutteurs

### **2-EQUIPEMENT CLASSIQUE (RAMPES RIGIDES DEPLACABLES) :**

Des tuyaux métalliques en alliage léger disposés sur le sol, équipés de raccords rapides, débitables à distance, constituent les rampes d'irrigation.

Le raccordement des rampes d'irrigation aux vannes hydrant est réalisé avec des déments de tuyaux identiques à ceux utilisés pour les rampes qui portent, à intervalles réguliers de 12 ou 18 mètres, des asperseurs montés sur des rallonges de hauteur adaptée aux cultures.

Les rampes sont déplacées de poste en poste, par démontage des éléments de tuyaux, transport et remontage à l'emplacement voisin distant de 12 ou 18 mètres suivant le dispositif adopté (fig. 1).

Certaines cultures mises en place à des périodes critiques nécessitent des doses d'irrigation faibles: cela conduit à pratiquer trois postes d'irrigation par jour. Pour éviter des déplacements de matériel la nuit, les postes d'irrigation se succèdent sans interruption, ce qui n'est possible que si le nombre de rampes d'irrigation est doublé, les rampes supplémentaires étant en attente (fig. 2).

### **3- EQUIPEMENT AVEC RAMPES SOUPLES ET TRAINEAUX :**

#### **3.1. Equipement avec rampes semi – mobiles:**

Cet équipement est constitué de rampes d'irrigation identiques à celles utilisées dans l'équipement classique, alimentant des batteries de traîneaux porte-asperseurs par l'intermédiaire de tuyaux souples en matière plastique. Le changement du poste d'irrigation s'effectue en déplaçant uniquement les traîneaux, celui de la rampe mobile n'intervenant que tous les 6 postes irrigation (fig. 3).

#### **3-2. Equipements avec rampes fixes :**

Dans cet équipement, identique au précédent, toutes les rampes d'irrigation sont en place et la seule intervention nécessaire consiste à déplacer les traîneaux porte-asperseurs en les tractant par intermédiaire du tuyau souple. Les rampes, posées sur le sol, avec des colliers de prise en charge sont espacées en longueur égalé à la distance entre positions d'asperseurs. A l'origine de chaque rampe une vanne de sectionnement permet son isolement de la conduite principale. Utilisé dans les vergers où le déplacement des tubes est difficile, on emploie des asperseurs du type "sous frondaison à jet tendu" (fig. 4).

#### **3-3. Equipement de quadrillage (couverture totale) :**

Cet équipement est constitué d'une couverture totale en tuyau polyéthylène 0 28/32 (ou aluminium) équipée tous les 18 mètres d'une prise pour asperseur avec soupape à fermeture automatique. Ces rampes sont disposées parallèlement au sens de culture à un écartement de 18 mètres. Elles sont mises en place en début de campagne avec un appareil dérouleur sur l'attelage trois points d'un traceur (cas du tube polyéthylène).



L'enlèvement des rampes en fin de campagne d'irrigation se fait à l'aide de l'appareil dérouleur- enrouleur qui tire les rampes hors du champ depuis sa rive.

Les asperseurs sont situés au dessus de la culture par l'intermédiaire d'une rallonge stabilisée, soit par trépied soit par traîneau.

Cet ensemble est déplacé de poste en poste le long de la rampe polyéthylène et raccorde aux soupapes automatiques par un élément de tuyau souple. Chaque rampe alimente simultanément un seul asperseur (fig. 5).

#### **3-4. Machines à irriguer (enrouleurs) :**

Pour l'irrigation mécanisée, le recours à des installations fixes du type pivot est exclu par ce que les cultures céréalières et fourragères sont assolées au maraîchage.

Le choix est donc à faire entre les rampes frontales et les enrouleurs. La préférence est donnée aux enrouleurs par ce que les expériences menées pour l'introduction des rampes frontales n'ont pas été concluantes alors que les enrouleurs sont de plus en plus utilisés.

De plus la fabrication de ces derniers est lancée au niveau des secteurs privés et devrait être renforcée par l'extension de la gamme de production de l'unité de Bordj Bou Arreridj d'ANABIB.

Ce choix est également dicté par la volonté d'assurer l'irrigation de chaque parcelle à partir d'une prise indépendante.

Les enrouleurs les plus fréquemment utilisés sont constitués par un canon sur traîneau tracté par un tuyau polyéthylène. Ce tuyau s'enroule sur une bobine d'enroulement fixe ou pivotante (fig. 6).

Ainsi, pour un arroseur automoteur à traction par le tuyau souple d'alimentation et tambour à poste fixe, la mise en œuvre de l'irrigation s'effectuera comme suit:

- Amenée avec un tracteur de l'appareil automoteur au point d'alimentation A de la première position. Branchement du flexible.
- Amenée avec le tracteur de l'arroseur à l'extrémité B de la bande à arroser avec déroulement du tuyau souple.
- Ouverture de la vanne qui déclenche l'arrosage. L'arroseur se déplace par enroulement du flexible sur le tambour. L'arrêt automatique de l'arrosage se déclenche lorsque l'arroseur est revenu en A.
- Après rotation de l'appareil, le tracteur déroule à nouveau le flexible pour amener l'arroseur en C en vue de l'arrosage d'une nouvelle bande.

Chaque poste d'arrosage peut couvrir de 0,5 à 2 Ha, l'arrosage s'effectue en une durée réglable (de quelques heures jusqu'à la journée) suivant la dose que l'on veut apporter.

En fonction de la taille de l'appareil, la pression nécessaire varie de 5 à 10 bars.

Les avantages d'un tel système sont les suivants:

- Mobilité.
- Rapidité d'intervention.
- Facilité de travail.
- Economie de main d'œuvre.

Les inconvénients sont les suivants:

- Pluviométrie élevée.
- Dégradation des structures fragiles sols non couverts.
- Risques de blessures sur jeunes plants.
- Forte pression nécessaire.

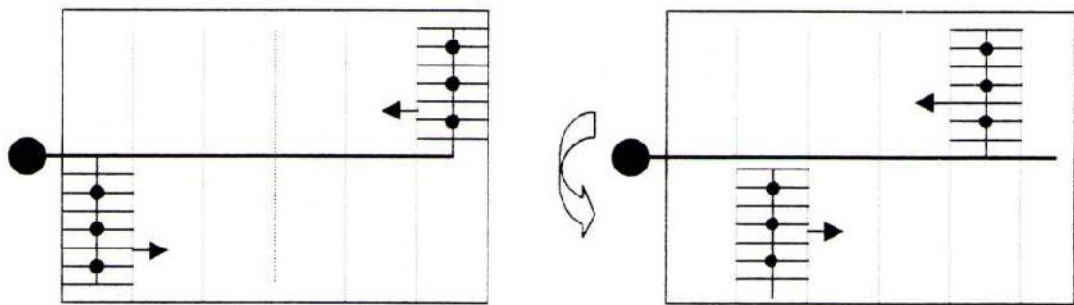


Figure n° 1 : Equipement classique. Couverture partielle

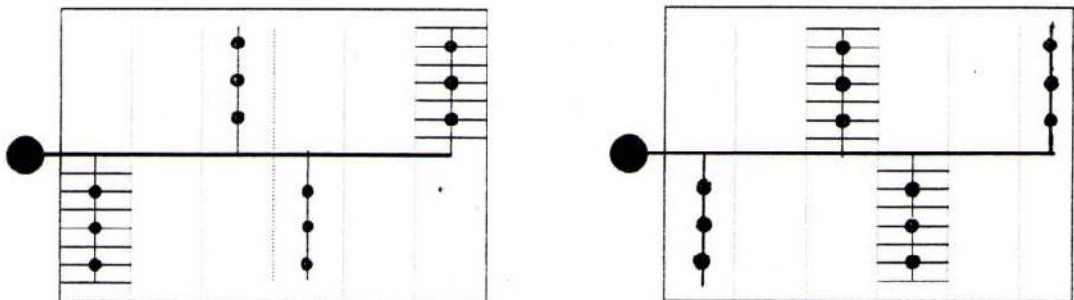


Figure n° 2 : Equipement classique. Couverture partielle avec poste en attente

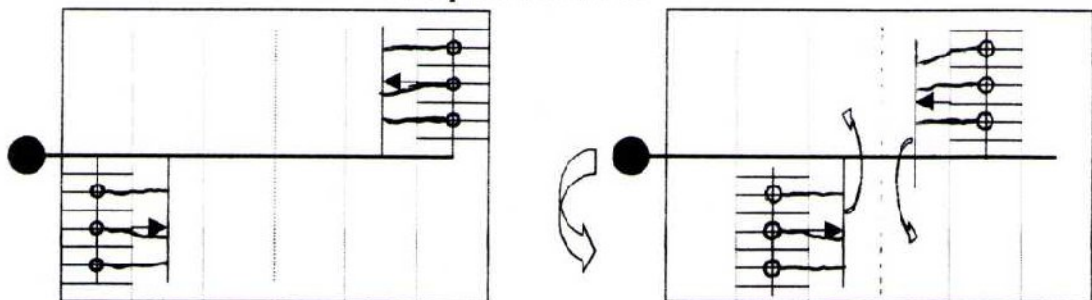


Figure n° 3 : Equipement avec rampe souple et asperseur sur traineau  
Déplacement des rampes

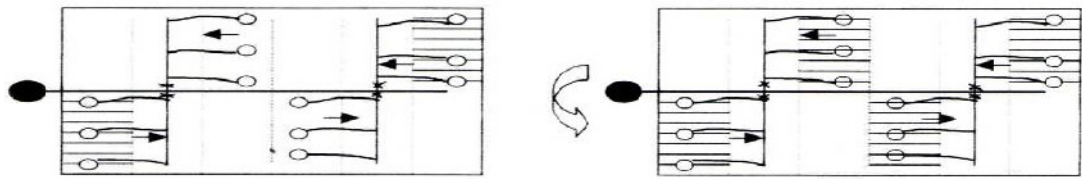


Figure n° 4 : Equipement avec rampe souple et asperseur sur traineau  
Pas de déplacement des rampes

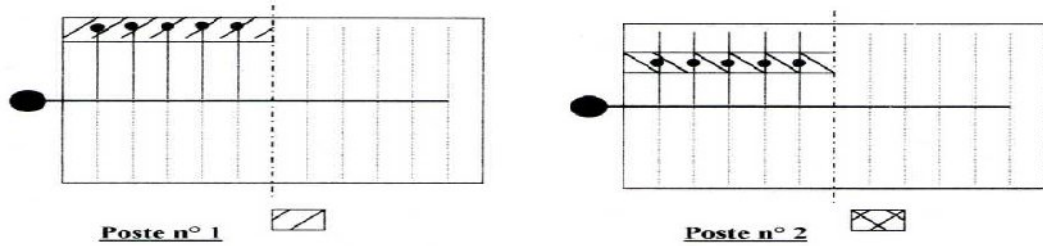


Figure n° 5 : Couverture totale par quadrillage

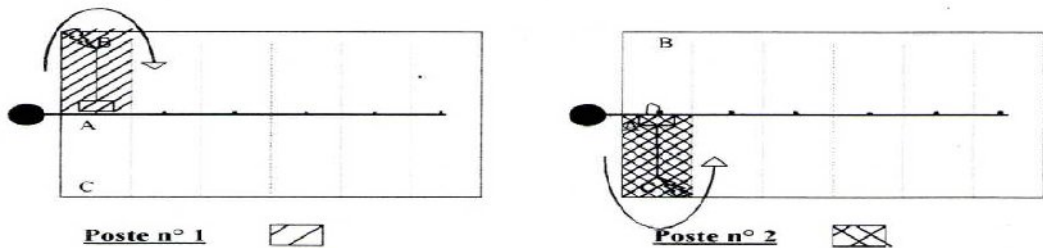


Figure n° 6 : Irrigation avec arroseur automatique  
( traction par le tuyau d'alimentation )

#### 4- IRRIGATION LOCALISEE :

Cette méthode d'irrigation caractérisée par l'arrosage d'une fraction du soi et l'utilisation de faibles débits et de faibles pressions convient à l'irrigation fertilisante et est indépendante vis à vis des autres interventions sur les cultures.

Mais l'inconvénient majeur est qu'elle exige une eau propre. Aussi, en général la filtration s'impose et est à raisonner selon l'origine de l'eau. On aura l'un des schémas de filtration ci-dessous :

- eau de surface : filtre(s) à sable + filtre(s) à tamis.
- eau souterraine : filtre(s) à tamis.

En irrigation localisée, l'eau est véhiculée le long des rangées de cultures et distribuée au voisinage des plantes. On distingue deux cas :

- 1er cas : le transport est assuré par des canalisations en polyéthylène en général appelées rampes et la distribution par des appareils spéciaux appelés distributeurs.
- 2ème cas : le transport et la distribution sont assurés par le même organe, on parle alors de gaine ou tube poreux.

**4-1- Les organes de distribution:****A- Les goutteurs**

- Ils ont un faible débit compris entre 1 et 8 l/h sous une pression de 1 bar. Dans la pratique, on utilise 2 l/h pour les cultures maraîchères et 4 l/h pour les cultures pérennes.
- On distingue 2 types de goutteurs :
  - a) les goutteurs à circuit long
- L'eau suit un long acheminement (0,1 à 1 m). La pression disponible est dissipée sous forme de perte de charge
- Il existe des goutteurs à circuit long uniforme (ancien) et non uniforme. Pour les premiers, la section de passage de l'eau est constante et les pertes de charge sont dues au frottement.
- Pour les goutteurs à circuit long non uniforme dit à chicanes ou labyrinthe, des changements brusques de direction du filet liquide provoquent un effet de turbulence et s'ajoutent aux frottements pour engendrer les pertes de charge.
- b) les goutteurs à circuit court
- L'eau passe par un orifice de section réduite. La pression disponible au niveau de la rampe est transformée en vitesse, l'eau sort sous forme d'un jet très fin qui doit être brisé.
- Les goutteurs de ce type sont sensibles à l'obstruction.

Il existe 3 modes :

**b-1- Les goutteurs en dérivation :** Ils sont insérés à la rampe par l'intermédiaire de deux embouts cannelés appelé tête de vipère.

**b-2- Les goutteurs en ligne :** Ils sont insérés dans la rampe par l'intermédiaire de deux embouts cannelés.

**b-3- Les goutteurs intégrés :** L'élément portant le cheminement de l'eau est mis en place dans les tuyaux lors de son extrusion.

**B- Sensibilité aux variations de pressions**

La relation entre le débit d'un distributeur et la pression de la rampe est de la forme :

$$Q = KH^X$$

Avec :

- Q : débit du goutteur (l/h)
- K : constante dimensionnelle donnée par le fabricant
- H : pression dans la rampe (en m de colonne d'eau)
- X : exposant caractérisant le goutteur

On classe les distributeurs en deux groupes :

- Les distributeurs non autorégulant pour lesquels la valeur de l'exposant est comprise entre 0,3 et 0,8.
- Les goutteurs autorégulant : le débit est pratiquement constant pour une certaine plage de fonctionnement pour laquelle la valeur de l'exposant est voisine de 0.

**C- Les mini-diffuseurs :**

Ils fonctionnent comme de petits asperseurs statiques placés entre 30 et 50 cm au dessus du sol. L'eau est diffusée sous forme de tache sur une partie du sol au voisinage de la culture.

**D- Débit :** Il varie entre 20 et 60 l/h sous une pression de 1 bar. Les modèles sont couramment repérés par des couleurs selon les usages rappelés ci-après :

A 50 cm du sol	Brun / jaune		Rouge / orange		Violet / bleu	
Pression (bars)	1	2	1	2	1	2
Débit (l/s)	19	28	32	48	42	61
Portée (m)	1,1	1,4	1,4	2	1,7	2,4

**E-Fonctionnement hydraulique :** Ils sont constitués d'une base comportant un orifice calibre et d'une tête formant un déflecteur brise-jet.

**F- Mode de fixation :** Ils sont soit fixés directement à la rampe soit reliés à cette dernière par un tube conducteur ou prolonger. Dans ce cas. Le mini-diffuseur est placé sur un support.

**G- Les ajustages calibrés (système Bas Rhône) :**

Ils sont constitués d'orifices calibrés (1,2 à 2 mm de diamètre) fixés en dérivation sur la rampe à intervalles réguliers (2,5 à 6.5 m) et recouverts d'un manchon brise-jet.

L'eau distribuée ne s'infiltre pas directement, elle s'écoule dans de petites rigoles cloisonnées constituant une série de petits bassins au fond desquels est posée la rampe.

Le débit varie entre 35 et 100 l/h sous une pression de 1 bar.

**H-Les gaines :**

Elles sont constituées de tuyaux en plastique qui assurent simultanément les fonctions de distribution et de transport, leur débit est compris entre 1 et 8 l/h par mètre linéaire suivant l'écartement des orifices (20 à 120 cm) et la pression (0,15 à 1 bar).

Il existe trois types de gaines

- les gaines à doubles parois
- les gaines à cheminement long et
- les gaines autorégulatrices.

-

**I- Les tubes poreux :**

Ils sont constitués par des tuyaux de petits diamètres dont la paroi à structure poreuse laisse suinter l'eau le long des tuyaux.

Ils sont, en général, enterrés entre 20 et 50 cm de profondeur. Leur utilisation est difficile par suite de la variation difficilement contrôlable de leur débit.

**5- MODE D'IRRIGATION CHOISI:**

Le modèle le plus approprié de l'aspersion pour les cultures maraîchères est l'aspersion classique à moyenne pression. Pour la micro irrigation on va adapter le mode d'irrigation goutte à goutte.

**5-1-Caractéristiques de l'ilot choisi :**

Choisissons l'ilot n<sup>0</sup> : 11

- La culture existante est les agrumes
- La surface de l'ilot est de 35,48 ha
- Les besoins bruts au mois de pointe sont 110,44 mm, ce qu'il fait un besoin journalier de 3,68 mm/j.
- l'efficience d'irrigation est estimée à 0.75
- On assimile l'ilot par un rectangle de 670 m de longueur et de 530 m de largeur.
- Goutteurs utilisés de débit 4 l/h.
- Distance entre 2 arbres est 5 m.
- Distance entre 2 rangés est 5 m.

**5-2-Calcul de l'ETM :**

En irrigation localisée, les besoins sont réduits car la surface du sol évaporant est réduite, alors on doit les multiplier par un coefficient de réduction Kr

$$K_r = C_s + 0,5(1 - C_s) = 0,8 + 0,5(1 - 0,8)$$

$$K_r = 0,9$$

$$ETM = \text{Besoin} \times K_r$$

$$= 110,44 \times 0,9 = 99,4 \text{ mm}$$

$$ETM_j = 99,4/30 = 3,31 \text{ mm/j}$$

**5-3- La dose nette :**

$$D_{net} = RFU \times P$$

$$RFU = 70 \times 1,2 = 84 \text{ mm (annexe RFU)}$$

$$D_{net} = 84 \times 0,35 = 30 \text{ mm.}$$

**5-4-Besoins brutes d'irrigation :**

$$ETM_{brut} = B_{brut} = ETM_j / R_p \quad R_p : \text{coefficient d'uniformité} = 0,9$$

$$ETM_{brut} = 3,31 / 0,9 = 3,67 \text{ mm/j}$$

**5-5-Dose brute :**

$$D_{brut} = D_{net} / R_p = 30/0,9 = 33,33 \text{ mm}$$

**5-6-Fréquence d'arrosage :**

$$f = D_{net}/ETM_j = 30/3,3 = 9,1$$

$$f = 10 \text{ jours}$$

**5-7-Durée d'arrosage :**

$$t = (B \times E_g \times E_r)/q_g$$

$$B : \text{besoin brute} = 110,44 \text{ mm}$$

$$E_g : \text{espacement entre 2 goutteurs} = 1 \text{ m}$$

$E_r$  : espacement entre 2 rangs = 5m  
 $q_g$  : débit de goutteurs = 2 x 4 = 8 l/h  
 $t = (110.44 \times 1 \times 5) / 8 = 69h$

**5-8-Durée d'arrosage journalier :**

$D_j = (t/f) = 69/10 = 6.9h$   
 $D_j = 7 h$

**5-9-Nombre de postes :**

$N_s = (f\theta/d_j) = 24 f / \text{temps de travail}$   
 $= 24 \times 10 / 22 = 10.9$   
 On prend 10 postes

**5-10-Surface de la parcelle :**

$S_p = S_{\text{tot}} / N_s = 35.54 / 10 = 3.554 \text{ ha.}$

**5-11-Nombre de rampes :**

$N_r = L_{pr} / E_r = 260 / 5 = 52$   
 Avec  $L_{pr} = 260 \text{ m}$  étant la longueur du porte rampe.

**5-12-Nombre d'arbre par rampe :**

$N_{\text{plante}} = L_r / E = 68.34 / 5 = 13 \text{ plantes}$

**5-13-Nombre de goutteurs par rampe :**

$N_g = N_{\text{plante}} \times n = 13 \times 2 = 26 \text{ gtt.}$

**5-14- Débit de la rampe et de porte rampe :**

$Q_r = N_r \times Q_g = 26 \times 4 = 104 \text{ l/h}$   
 $Q_{pr} = Q_r \times N_r = 104 \times 52 = 5408 \text{ l/h}$

**5-15-Diamètres des rampes et des portes rampes :**

On admit que la variation maximale de débit dans un réseau goutte à goutte est de 10%, c'est-à-dire  $\Delta q/q = 10\%$ , est  $q_g = K.H^x$  avec K et x des coefficients liés aux goutteurs, on prend  $x=0.5$

H : pression nominale = 10 m.c.e

$\Delta q/q = x \Delta H/H$

$0.1 = 0.5 \Delta H/10$  ; alors  $\Delta H = 2 \text{ m.c.e}$

$p.c.s = 0.1 \Delta H = 0.2 \text{ m.c.e}$

$p.c.l = \Delta H - p.c.s = 1.8 \text{ m}$

perte de charge des portes rampes =  $(1/3)p.c.l = 0.6 \text{ m}$

perte de charge des rampes =  $(2/3)p.c.l = 1.2 \text{ m}$

**Diamètres des rampes :** est donné par la relation suivante :

$$\Phi_{\text{calculé}} = \left( \frac{pdc \text{ rampe} \cdot 2,75}{0,478x(Q_r)^{1,75} L_r} \right)^{-1/4,75}$$

$\Phi_{calculé} = 9$  mm, on prend le diamètre normalisé 10 mm.

**Diamètres des portes rampes :** est donné par la relation suivante :

$$\Phi_{calculé} = \left( \frac{pdc \cdot p.rampe^{2,75}}{0,478 \times (Q_{pr})^{1,75} \cdot L_{pr}} \right)^{-1/4,75}$$

$\Phi_{calculé} = 58.9$  mm, on prend le diamètre normalisé 60 mm.

On corrige les pertes de charges par :

$$j = \frac{0,452 \times D^{-4,76} \times Q^{1,75} \times L}{2,75}$$

Tous les résultats de calcul des diamètres sont dans les tableaux suivant :

Tableau 1: Caractéristiques des rampes

Paramètre Culture	$L_r$ (m)	$N_g$	$Q_r$ (l/h)	$\Delta H_l$ (m)	$D_n$ (mm)	$\Delta H_{corr}$ (m)
Agrume	68,34	26	104	1,2	10	0,68

Tableau 2: Caractéristiques des portes rampes

Paramètre Culture	$L_{pr}$ (m)	$N_r$	$Q_{pr}$ (l/h)	$\Delta H_l$ (m)	$D_n$ (mm)	$\Delta H_{corr}$ (m)
Agrume	260	52	5408	0,6	60	0,52

## **CONCLUSION**

L'irrigation goutte à goutte offre une meilleure économie d'eau par rapport à l'aspersion. De plus l'installation est moins contraignante et ne nécessite pas une pression importante.

Dans ce chapitre, on a fini le dimensionnement du réseau d'irrigation pour la culture des agrumes, on a obtenu toutes les caractéristiques qui nous permettront de réaliser le réseau.

Il est à noter qu'actuellement certains agriculteurs, pratiquent l'irrigation localisée.



## **CHAPITRE VIII : ORGANISATION DE CHANTIER ET ESTIMATION DU PROJET**

### **INTRODUCTION**

Le but de l'organisation de chantiers est, à cet effet, de réaliser des projets dans des délais courts et de moindres coûts.

L'organisation de chantier consiste à rechercher constamment, la meilleure façon d'utiliser de façon économique la main d'œuvre et les autres moyens mis en œuvre pour gérer le chantier.

Afin d'atteindre cet objectif, il est impératif de :

- Définir avec précision les méthodes d'exécution, les modes opératoires permettant la mise en pratique des techniques modernes de construction avec un haut rendement ;
- Arrêter en quantité et en qualité le personnel à employer, le coût de la main d'œuvre ayant une incidence importante sur le prix de revient;
- Répartir et coordonner les tâches par la concentration d'une main d'œuvre spécialisée;
- Structurer convenablement les postes de travail stabilisés pour lesquels, on adoptera une mécanisation de plus en plus poussée.

#### **1- INSTALLATIONS DU CHANTIER:**

##### **1-1- Installations destinées au personnel :**

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

##### **1-2-Installations destinées au stockage des matériaux:**

Pour les ciments nous utilisons soit des silos, soit des baraquements en bois ou en métal, les agrégats sont stockés en plein air, seulement nous prévoyons un cloisonnement entre les différents types d'agrégats pour éviter leur mélange et de ce fait faciliter le dosage du béton.

Les aciers doivent être stockés dans des endroits loin de la forte humidité (baraquements, hangars...).

##### **1-3-Installations destinées à la réparation des engins:**

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

##### **1-4-Installations pour la préfabrication:**

Ce sont généralement des hangars munis de matériel nécessaire permettant la réalisation des éléments de l'ouvrage tel que les poutres, dalles, conduites..

## **2-EXECUTION DES TRAVAUX:**

### **2-1 Exécution de la tranchée:**

L'installation des conduites d'irrigation nécessite les opérations suivantes :

- Implantation du tracé de la conduite.
- Exécution de la tranchée
- Aménagement du lot de pose des conduites.

La largeur de la tranchée doit être égale au diamètre extérieur de la conduite augmentée de 0,5m dans le but de permettre aux poseurs de travailler à l'aise.

### **2-2-Assise de la conduite:**

Lorsque l'excavation des tranchées est terminée, on doit les remplir par une couche de 10-20cm de sable ou de gravier fin, dans le but de maintenir la conduite dans l'axe de tranchée et soutenir le poids du sol situé au dessus de la conduite.

### **2-3-Pose de la canalisation dans la tranchée:**

Les conduites seront posées dans les tranchées creusées à l'aide d'appareil de levage. L'assemblage des conduites se fait à l'aide des manchons.

### **2-4-Epreuve d'essai de pression:**

Pour éviter de laisser ouverte une très grande longueur de tranchée, on aura soin de remblayer au fur et à mesure que l'on pose les conduites.

Avant cela, il est indispensable de s'assurer par un essai de l'étanchéité des joints. Les essais partiels sont effectués sur une longueur de 150 à 200m à cet effet nous adopterons une pression de 10 bars pour l'épreuve (le béton pouvant résister jusqu'à une pression de 20 bars).

## **3-ENGINS NECESSAIRES POUR L'EXECUTION DES TRAVAUX:**

- Pelle excavatrice pour l'exécution de la tranchée.
- Bulldozer ou un chargeur pour le remblayage.
- Camions pour le transport des tronçons des conduites.
- Grue automotrice pour soulever, déplacer et déposer les tronçons des conduites.

## **4- EXPLOITATION DU SYSTEME D'IRRIGATION:**

L'exploitation d'un système d'irrigation est consisté à faire fonctionner le service de l'eau : assurer sa mobilisation, son transport, sa distribution dans le cadre contractuel défini avec tous les partenaires du projet. Elle est effectuée selon quatre aspects :

- Planification de l'utilisation de l'eau d'irrigation.
- Mesure d'exploitation et de réparation du système d'irrigation.-
- Modernisation et amélioration du système en fonction de l'apparition de nouvelles techniques.
- Contrôle de l'état des terres irriguées.

**4-1-Objectif de l'exploitation:**

L'exploitation d'un système d'irrigation doit :

- Assurer le bon fonctionnement des conduites et des ouvrages.
- Utiliser de façon complète et rationnelle des ressources hydrauliques.
- Assurer la réalisation des plans envisagés.

Protéger les terres agricoles contre la submersion, la salinisation, et la dégradation des sols par les eaux et les vents.

**4-2-Estimation de l'état hydro-agricole des terres irriguées:**

Le phénomène de formation des sols humides et sols salés et dû à la mauvaise utilisation de l'eau d'irrigation.

La lutte contre ce phénomène, se présente sous deux aspects

**4-2-1- Mesure d'amélioration technique:**

- Réalisation d'un drainage pour les sols humides.
- Réalisation d'un drainage et lessivage pour les sols salés.

**4-2-2-Mesure d'exploitation:**

Ils consistent à faire un inventaire détaillé des surfaces susceptibles d'être touchées par ces phénomènes et une surveillance permanente qui se résume dans :

- Mesure de la variation du niveau de la nappe.
- Mesure de la concentration des sels de la nappe,
- Mesure de la concentration des sels dans le sol.
  
- Une bonne utilisation de l'eau d'irrigation,

**4-3- Exploitation des ouvrages hydrauliques:**

Les mesures à prendre, pour l'entretien des installations des systèmes d'irrigation sont :

- Gardiennage.
- Mesures contre Incendie.
- Les visites périodiques.
  
- Surveillance et maintenance des travaux

**4-4-Maintenance des ouvrages et équipements:****4-4-1-Maintenance du premier niveau:**

Pour les interventions courantes, les activités de maintenance de premiers niveaux sont généralement réalisés par les agents d'exploitation, proche des ouvrages dont ils ont la responsabilité, d'où une économie sensible en frais de personnel et déplacement, et une plus grande rapidité d'intervention.

**4-4-2-Maintenance spécialisée:**

Pour les interventions de niveau supérieur, par nature plus complexe, les moyens sont nécessairement plus spécifiques. La maintenance est alors structurée par spécialités techniques correspondant aux différents types d'équipements.

Les spécialités les plus courantes sont les suivantes :

- Génie civil
- Appareillages (mécaniques, électriques et électroniques).

**5- INVESTISSEMENT:****5-1- Dépenses de construction:**

Les dépenses de construction sont mentionnées dans le tableau suivant :

**Tableau -1- Dépenses de construction**

Désignation des travaux et ouvrages hydraulique	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Totale (DA)
1- Conduite d'adduction (PE)	ML	100	20.000	2000.000
2-Equipement électromécanique Station de pompage (pompe à axe Horizontal) + Bâtiment		2	300.000	600.000
3- Réseau d'irrigation par conduite en PE (Ø50)	ML	61	300	18300
4- Ouvrages hydrotechniques				
-Borne d'irrigation	U	11	1600	17600
-Unité de tête	U	11	35000	385000
-Vanne de vidange	U	11	7000	77000
-Vanne de sectionnement	U	11	9000	99000
-Compteurs	U	11	8000	88000
4- Réseau à la parcelle				
Réseau de goutte à goutte				
Canalisation d'approche et rampe De goutteur (en alliage léger)	ML	139	450	62550
Hydrant	U	6	3000	18000
Goutteur	U	2	1200	2400
Réseau goutte à goutte				
Porte rampe en PE	ML	11	160	1760
Rampe en polyéthylène	ML	110	50	5500
<b>Totale</b>				<b>777710</b>

**5-2- Dépenses des équipements et travaux imprévus:**

Elle peut être estimée à 5 % des dépenses de construction, soit :

$$S_{ETI} = 5.777710/100 = 3885.5 \text{ DA.}$$

**5-3- Frais de transport, manutention et stockage:**

Elle sont estimées à 20 % de (  $S_c + S_{eti}$  ) c'est à dire :

$$S_{TMS} = 20.777710 / 100 = 15542 \text{ DA}$$

**5-4- Frais d'études:**

$$S_E = S_{CH} \times F_N = 4500 \times 225.54 \text{ on aura : } S_E = 1014930 \text{ DA}$$

Où :

$S_{CH}$  : dépenses d'études pour un hectare ( DA/ ha )

$F_N$  : Surface nette irriguée en ( ha )

On aura donc :

$$S_{CH} = 4500 \text{ DA}$$

**CONCLUSION**

Le cout d'investissement total sera donc :

$$S_I = S_C + S_{ETI} + S_{TMS} + S_E$$

Et donc

$$S_I = 777710 + 3885.5 + 15542 + 1014930 = 1812067.5 \text{ DA.}$$

Notre projet est estimé par 1812067.5 DA.

## **CONCLUSION GENERALE**

En conclusion de ce modeste travail, il faut noter les points suivants :

Dans le monde entier on remarque que les grands travaux hydro agricoles, entrepris dans différents pays n'ont pas rapportés les résultats escomptés, les raisons en sont multiples et s'appliquent bien entendu à notre périmètre.

L'état subventionne, et prend en charge, la plus grande partie des études et travaux.

Les agriculteurs ne sont dans la majorité des cas pas associés à ces projets de ce fait, l'entretien et la valorisation de ces équipements qui ne répondent pas parfois aux attentes des fellahs sont mal entretenues voir même sujet aux actes de vandalismes.

La législation et la tarification de l'eau, ne correspondent plus à l'actualité des faits.

Le foncier appartient maintenant au privé, le prix de l'eau est dérisoire, en comparaison aux coûts investissements même l'O.P.I.M qui est en principe à caractère d'E.P.I.C n'arrive pas à assurer son fonctionnement avec les tels prix de plus elle ne peut appliquer le prix réel du coût de revient du m<sup>3</sup> d'eau qui serait trop cher pour les agriculteurs.

Il convient donc de trouver une solution à ce dilemme, dont le but de notre travail était de faire l'aménagement hydro-agricole du périmètre de moyen Isser, qui est riche en potentialités de ressources en sol, avec de bonnes qualités, mais les conditions climatiques ont une grande influence à cause du climat méditerranéen, qui se caractérise par une précipitation perturbée.

# BIBLIOGRAPHIE

- AGID\* (1995) \*Etude de l'aménagement Hydro-Agricole du périmètre de l'Isser Algérois : Rapport de premier établissement. Phase I (Algérie)
- AGID\* (1996) \*Etude de l'aménagement Hydro-Agricole du périmètre de l'Isser Algérois : Dossier II-C Rapport et annexe. (Dossier Définitif). (Algérie)
- AGID\* (1996) \*Etude de l'aménagement Hydro-Agricole du périmètre de la plaine d'El Outaya : Evaluation économique. Dossier définitif (Algérie)
- AGID\* (2000) \*Etude de l'aménagement Hydro-Agricole du périmètre de Tafna IsserHennaya. Phase I. Analyse de ressource en eau – Eau superficielle. Dossier I-C/1
- AGID\* (1989) \*Fourniture et montage des équipements électromécaniques, électriques, et hydromécaniques des stations de pompage du périmètre de Metidja Ouest tranche II. Volume II/3 (Algérie)
- AGID\* (1996) \*Etude de l'aménagement Hydro-agricole du périmètre de l'Isser Algérois : Analyse des ressources en eau – eau superficielle. Dossier I C1 Rapport et annexe.(Algérie)
- AGID\* (1997) \*Etude de l'aménagement Hydro-Agricole du périmètre du Sahel Algérois : Schéma d'aménagement. Dossier II-B. Rapport et annexe. (Algérie)
- AGID\* (1996) \*Etude de l'aménagement Hydro-agricole du périmètre de l'Isser Algérois : Etude Agro-socioéconomique. Situation de référence. Dossier I-D/1. (Algérie)
- AGID\* (1996) \*Etude de L'aménagement Hydro-agricole du Périmètre de l'Isser Algérois : Analyse des ressources en sol. Dossier I-B. Rapport et annexe. (Algérie)
- AGID\* (1997) \*Etude de l'aménagement Hydro-agricole du périmètre de l'Isser Algérois : Etude Agro-socioéconomique. Développement du projet Dossier I-D/2. (Algérie)



# ANNEXES

## ANNEXE. Table des Kc

### 2. COEFFICIENTS CULTURAUX (Kc)

CULTURE	Stades de développement de la culture					Durée totale de la période végétative
	Initial	Développement	Mi-saison	Arrière saison	Récolte	
Bananiier						
tropical	0,4-0,5	0,7-0,85	1,0-1,1	0,9-1,0	0,75-0,85	0,7-0,8
subtropical	0,5-0,65	0,8-0,9	1,0-1,2	1,0-1,15	1,0-1,15	0,85-0,95
Haricot						
vert	0,3-0,4	0,65-0,75	0,95-1,05	0,9-0,95	0,85-0,95	0,85-0,9
sec	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,65-0,75	0,25-0,3	0,7-0,8
Chou	0,4-0,5	0,7-0,8	0,95-1,1	0,9-1,0	0,8-0,95	0,7-0,8
Coton	0,4-0,5	0,7-0,8	1,05-1,25	0,8-0,9	0,65-0,7	0,8-0,9
Raisin	0,35-0,55	0,6-0,8	0,7-0,9	0,6-0,8	0,55-0,7	0,55-0,75
Arachide	0,4-0,5	0,7-0,8	0,95-1,1	0,75-0,85	0,55-0,6	0,75-0,8
Maïs						
doux	0,3-0,5	0,7-0,9	1,05-1,2	1,0-1,15	0,95-1,1	0,8-0,95
grain	0,3-0,5*	0,7-0,85*	1,05-1,2*	0,8-0,95	0,55-0,6*	0,75-0,9*
Oignon						
sec	0,4-0,6	0,7-0,8	0,95-1,1	0,85-0,9	0,75-0,85	0,8-0,9
vert	0,4-0,6	0,6-0,75	0,95-1,05	0,95-1,05	0,95-1,05	0,65-0,8
Pois, frais	0,4-0,5	0,7-0,85	1,05-1,2	1,0-1,15	0,95-1,1	0,8-0,95
Poivron, frais	0,3-0,4	0,6-0,75	0,95-1,1	0,85-1,0	0,8-0,9	0,7-0,8
Pomme de terre	0,4-0,5	0,7-0,8	1,05-1,2	0,85-0,95	0,7-0,75	0,75-0,9
Riz	1,1-1,15	1,1-1,5	1,1-1,3	0,95-1,05	0,95-1,05	1,05-1,2
Carthame	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,65-0,7	0,2-0,25	0,65-0,7
Sorgho	0,3-0,4	0,7-0,75	1,0-1,15	0,75-0,8	0,5-0,55	0,75-0,85
Soja	0,3-0,4	0,7-0,8	1,0-1,15	0,7-0,8	0,4-0,5	0,75-0,9
Betterave sucrière	0,4-0,5	0,75-0,85	1,05-1,2	0,9-1,0	0,6-0,7	0,8-0,9
Canne à sucre	0,4-0,5	0,7-1,0	1,0-1,3	0,75-0,8	0,5-0,6	0,85-1,05
Tournesol	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,7-0,8	0,35-0,45	0,75-0,85
Tabac	0,3-0,4	0,7-0,8	1,0-1,2	0,9-1,0	0,75-0,85	0,85-0,95
Tomate	0,4-0,5	0,7-0,8	1,05-1,25	0,8-0,95	0,6-0,65	0,75-0,9
Pastèque	0,4-0,5	0,7-0,8	0,95-1,05	0,8-0,9	0,65-0,75	0,75-0,85
Blé	0,3-0,4	0,7-0,8	0,95-1,2	0,65-0,75	0,2-0,25	0,8-0,9
Luzerne	0,3-0,4				1,05-1,2	0,85-1,05
Agrumes sarclés sans sarclage						0,65-0,75 0,85-0,9
Olivier						0,4-0,6

Premier chiffre : avec forte humidité (HRmin > 70%) et vent faible (U < 5 m/sec).  
 Second chiffre : avec faible humidité (HRmin < 20%) et vent fort (> 5 m/sec).

Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage n° 33, Tableau 18.

Annexe : La table des RFU des différentes cultures

7

5. RESERVE D'HUMIDITE FACILEMENT UTILISABLE (RFU)

DONNEES GENERALES SUR LA PROFONDEUR D'ENRACINEMENT DES CULTURES EN PHASE DE PLEIN DEVELOPPEMENT, FRACTION DE L'EAU UTILISABLE (p) ET RESERVE FACILEMENT UTILISABLE (p.Sa) POUR DIFFERENTS TYPES DE SOLS (en mm/m de profondeur) QUAND  $ET_{cult} = 5-6$  mm/jour

Culture	Profondeur d'enracinement (d) m	Fraction (p) de l'eau utilisable <sup>1</sup>	Réserve d'eau facilement utilisable (p.Sa) mm/m <sup>3</sup>		
			T. fin	T. moyenne	T. grossière
Luzerne	1.0-2.0	0.55	110	75	35
Batave	0.5-0.9	0.35	70	50	20
Orge <sup>2</sup>	1.0-1.5	0.55	110	75	35
Haricot <sup>2</sup>	0.5-0.7	0.45	90	65	30
Beterrave	0.6-1.0	0.5	100	70	35
Chou	0.4-0.5	0.45	90	65	30
Carotte	0.5-1.0	0.35	70	50	20
Céleri	0.3-0.5	0.2	40	25	10
Agumes	1.2-1.5	0.5	100	70	30
Trèfle	0.6-0.9	0.35	70	50	20
Cacao		0.2	40	30	15
Coton	1.0-1.7	0.65	130	90	40
Concombre	0.7-1.2	0.5	100	70	30
Date	1.5-2.5	0.5	100	70	30
Fruitiers cadu.	1.0-2.0	0.5	100	70	30
Lin <sup>2</sup>	1.0-1.5	0.5	100	70	30
Céréales <sup>2</sup>	0.9-1.5	0.6	120	80	40
Céréf. d'hiver <sup>2</sup>	1.5-2.0	0.6	120	80	40
Vigne	1.0-2.0	0.35	70	50	20
Gazon	0.5-1.5	0.5	100	70	30
Arachide	0.5-1.0	0.4	80	55	25
Laitue	0.3-0.5	0.3	60	40	20
Mais <sup>2</sup>	1.0-1.7	0.6	120	80	40
Mais-ensilage		0.5	100	70	30
Melon	1.0-1.5	0.35	70	50	25
Olivier	1.2-1.7	0.65	130	95	45
Oignons	0.3-0.5	0.25	50	35	15
Palmier	0.7-1.1	0.65	130	90	40
Pois	0.6-1.0	0.35	70	50	25
Poivron	0.5-1.0	0.25	50	35	15
Ananas	0.3-0.6	0.5	100	65	30
Pomme de terre	0.4-0.6	0.25	50	30	15
Carthame <sup>2</sup>	1.0-2.0	0.6	120	80	40
Sisal	0.5-1.0	0.8	155	110	50
Sorgho <sup>2</sup>	1.0-2.0	0.55	110	75	35
Soja	0.6-1.3	0.5	100	75	35
Epinard	0.3-0.5	0.2	40	30	15
Fraisier	0.2-0.3	0.15	30	20	10
Beterrave suc.	0.7-1.2	0.5	100	70	30
Canne à sucre <sup>2</sup>	1.2-2.0	0.65	130	90	40
Tournefort <sup>2</sup>	0.8-1.5	0.45	90	60	30
Patate douce	1.0-1.5	0.65	130	90	40
Tabac init.	0.5-1.0	0.35	70	50	25
tard		0.65	130	90	40
Tomate	0.7-1.5	0.4	100	60	25
Légumes	0.3-0.6	0.2	40	30	15
Blé	1.0-1.5	0.55	105	70	35
maturité		0.9	180	130	55
Volume total d'eau du sol disponible (Sa) (mm/m)			200	140	60

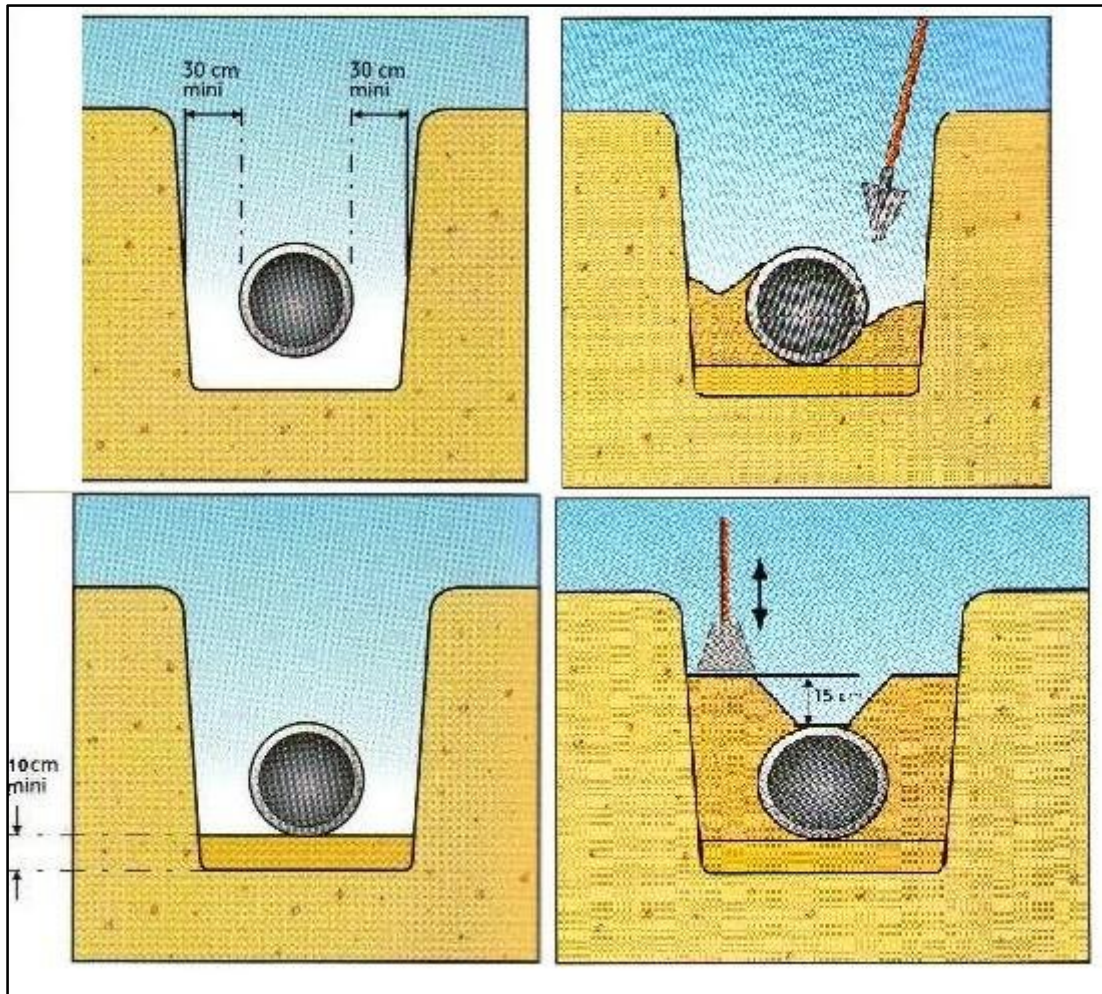
<sup>1</sup> Quand  $ET_{cult} < 3$  mm/jour, augmenter les valeurs de 30 % ; quand  $ET_{cult} > 8$  mm/jour, réduire les valeurs de 30 %. Ceci suppose des conditions non salines (CE < 2 dS/m).

<sup>2</sup> Des valeurs supérieures à celles indiquées ici sont observées durant la maturation.

Sources: Taylor (1965), Stuart et Hagan (1972), Salter et Goode (1967), Rijtema (1965), etc.

Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage N° 24, Tableau 39 (nouvelle version).

*Annexe : Pose de canalisation*



**E14S55/2DDE + M10150**

**Caractéristiques requises**

Debit	250 l/s
Hauteur de refoulement	73,1 m
Fluide	Eau potable
Température	290 K
Type d'installation	Pompes identiques en parallèle
N.be de pompes	3

**Caractéristiques de la pompe**

Debit	119 l/s
Hauteur de refoulement	72,8 m
Puissance absorbée	106 kW
Rendement	80,5%
Hauteur manométrique H(Q=0)	77,4 m
Orif. de refoulement	230 mm

**Caractéristiques moteur**

Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	2900 1/min
Nombre de pôles	2
Puissance nominale P2	110 kW
Courant nominal	213 A
Type de moteur	3~
Classe d'isolation	Y
Degré de protection	IP 68

**Limites opérationnelles**

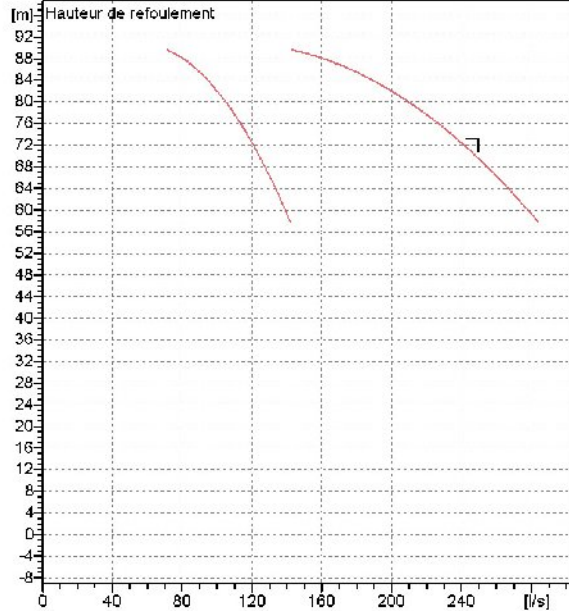
Démarrages / h max.	6
Température maxi. du liquide pompé	
Teneur maximum en matières solides	40 g/m <sup>3</sup>
Densité max.	998 kg/m <sup>3</sup>
Viscosité maxi.	1 mm <sup>2</sup> /s

**Caractéristiques générales**

Poids	682 kg
-------	--------

**Matériaux**

<b>CONSTRUCTION POMPE</b>	
Corps du clapet	Fonte
Clapet	Fonte/Caoutchouc
Corps d'aspiration	Fonte
Corps d'étage	Fonte
Arbre	Acier inox
Roue	Bronze
Bague d'usure	Fonte
Crépine	Acier inox
Gouttière protection câbles	Acier inox
Accouplement	Acier inox
<b>CONSTRUCTION MOTEUR</b>	
Support supérieur	Fonte
Support inférieur	Fonte
Chemise stator	Acier inox
Arbre	Acier inox
Anneau d'étanchéité	Acier-caoutchouc
Para-sable	Caoutchouc
Bobinage	Cuivre isolé
Butée	Type Michell



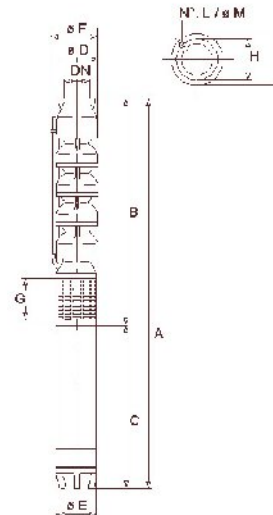
**Caractéristiques de fonctionnement**

UNI/ISO 2548/C

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

**Dimensions mm**

- A = 3085
- B = 1340
- C = 1745
- D = 340
- DN = 230
- E = 242
- F = 342
- G = 262
- H = 293
- I = 326
- L = 8
- M = 20



**Notes:**

Date  
14.06.2012

Page

1

Offre n°

Pos.N°

*Annexe : Caractéristiques des tubes PEBD*

Caractéristiques dimensionnelles pour les tubes d'irrigation PEBD Norme NFT 54-043						
Diamètre extérieur nominal(mm)	Pression (bars)	Tolérance(mm)		Tolérance(mm)		Poids au mètre (kg/m)
		∅ ext. min.	∅ ext. max.	Epaiss. min.	Epaiss. max.	
16	6	16	16.6	1.8	2.4	0.091
20	4	20	20.6	1.8	2.4	0.110
	6			2.3	2.8	0.133
25	4	25	25.7	2.0	2.4	0.149
	6			2.9	3.3	0.198
32	4	32	32.8	2.4	2.9	0.230
	6			3.6	4.2	0.325
40	4	40	40.9	3.0	3.5	0.354
	6			4.5	5.2	0.505
50	4	50	50.9	3.7	4.3	0.545
	6			5.6	6.4	0.780
63	4	63	63.9	4.7	5.4	0.865
	6			7.1	8.1	1.240
75	4	75	76.0	5.5	6.3	1.200
	6			8.4	9.5	1.740
90	4	90	91.2	6.6	7.5	1.730
	6			10.1	11.4	2.510
110	4	110	111.3	8.1	9.2	2.580
	6			12.3	13.8	3.720
125	4	125	126.5	9.2	10.4	3.600
160	4	160	161.8	11.8	13.2	5.900

*Annexe : Gammes des tubes PVC*

Tube PVC à joint		
∅ (mm)	PN 6 (mm)	PN 10 (mm)
160	3,8	6,2
200	4,7	7,7
250	5,9	9,6
315	7,4	12,1
400	9,4	15,3
500	11,8	19,1
630	15,4	24,1

*Annexe : Statut foncier de la vallée du moyen Isser*

Nom	Prénom	N°	surf	Surf U	BATI	Irrigué	Codes			Cultures			Remarque
							1	2	3	V	A	T	
FAC 26	Diebahia	146	8.29	8.29	0.025	2	M	P	N			8.29	
FAC 25	Diebahia	147	6.81	6.81		2	M	P	N			6.81	
FAC 27	Diebahia	148	13.47	13.47		5	M	O	N			13.47	
FAC 27	Diebahia	149	1.87	1.87			M	N	N			1.87	
FAC 27	Diebahia	150	1.92	1.92			M	N	N			1.92	
FAC 27	Diebahia	151	3.72	3.72	0.05		M	N	N			3.72	
FAC 46	Diebahia	152	4.5	0			M	N	N				exclue
EAI ARHAB	Diebahia	153	1.88	1.88		0.25	U	O	F			1.88	excep
FAC 25	Diebahia	154	1.58	1.58			M	N	N			1.58	
FAC 25	Diebahia	155	0.5	0.5			M	N	N			0.5	
Nouari	Diebahia	156	7.44	7.44	0.4	1.5	M	O	F			7.44	exclue
Nouari	Diebahia	157	5.97	5.97			M	N	F		5.97		excep
EAI Diaafri	Diebahia	158	2.42	2.42			U	N	N			2.42	
EAI Badri	Diebahia	159	2.27	2.27		0.2	U	P	N			2.27	
EAI Berni	Diebahia	160	2.05	2.05		0.25	U	P	N			2.05	
EAI Oukaci	Diebahia	161	2.18	2.18		0.2	U	P	N		2.18		
EAI Oulahcene	Diebahia	162	2.37	2.37		0.25	U	P	N			2.37	
FAC 20	Diebahia	163	14.26	14.26		0.5	M	P	N			14.26	
FAC 20	Diebahia	164	22.95	22.95			M	N	N			22.95	
FAC 20	Diebahia	165	1.52	1.52			M	N	N			1.52	
FAC 24	Diebahia	166	9	9	0.2		M	N	N			9	
FAC 22	Diebahia	167	5.43	0	0.06		M	N	N				Exclue
FAC 22	Diebahia	168	8.38	8.38			M	N	N			8.38	
FAC 22	Diebahia	169	12.9	12.9			M	N	N			12.9	
FAC 22	Diebahia	*170	33.14	32.89		0.5	M	P	N			32.89	p. exclue
FAC 21	Diebahia	171	31.6	31.6	0.42	1	M	P	N			31.6	
FAC 23	Diebahia	172	11.73	0		1.5	M	O	N				Exclue
FAC 46	Djebahia	*173	40,88	33,98	0,04	3	M	F	E			33,98	p. exclue 1%) excep
FAC 46	Atoucha	*174	3.49	1.19			M	N	N			1.19	p. exclue 1%)
FAC 18	Atoucha	175	15.3	15.3		2.5	M	O	N			15.3	
FAC 18	Atoucha	176	16.98	16.98			M	N	N	17			
FAC 18	Atoucha	177	6.53	6.53			M	N	N	6.53			
FAC 10	Atoucha	178	18.78	18.78		3.5	M	O	N			18.78	
FAC 10	Atoucha	179	3.05	3.05			M	N	N			3.05	
FAC 10	Atoucha	180	6.43	6.43			M	N	N			6.43	
FAC 10	Atoucha	181	9.45	9.45			M	N	N			9.45	
FAC 18	Atoucha	182	4.57	4.57		1	M	O	N			4.57	
FAC 46	Atoucha	183	36.5	36.5	1		M	N	N			36.5	
FAC 13	Atoucha	184	9.16	0			M	N	N				exclue
FAC 13	Atoucha	*185	91.16	65.34	0.5	1	M	F	N			65.34	p. exclue
FAC 13	Atoucha	186	7.49	0			M	N	N				exclue
Zabati	Ouled el hadi	*187	32.15	18.7	0.7		M	P	N			18.7	p. exclue
FAC 44	Ouled el hadi	188	10.96	10.96			M	N	N			10.96	
FAC 45	Ouled el hadi	189	14.52	14.52		1	M	O	N			14.52	
FAC 45	Ouled el hadi	190	14.63	14.63		14.6	M	O	N		14.6		
Zabati	Ouled el hadi	191	4.94	4.94			M	N	N	4.94			
FAC 12	Ouled el hadi	192	7.49	7.49			M	N	N		7.49		
FAC 12	Ouled el hadi	193	22.82	22.82		1	M	P	N			22.82	
FAC 12	Ouled el hadi	194	12.53	12.53			M	N	N		12.5		
FAC 13	Ouled el hadi	195	8.85	0	0.06		M	N	N				exclue

Nom	Prénom	N°	surf	Surf U	BATI	Irrigué	Codes			Cultures			Remarque	
							1	2	3	V	A	T		
FAC 12	Guergour.l	196	1.7	1.7			M	N	N			1.7		
FAC 14	Guergour.l	*197	16.86	2.05	0.25		M	N	N			2.05	p. exclue	
FAC 14	Guergour.l	198	41.2	41.2	0.3	2	M	O	N			41.2		
FAC 39	Guergour.l	199	22.3	22.3		3.5	M	F	N			22.3		
FAC 39	Guergour.l	200	7.35	7.35			M	N	N		7.35			
FAC 38	Guergour.l	201	6.23	6.23			M	N	N		6.23			
FAC 38	Guergour.l	202	6.75	6.75		2.5		F	N			6.75		
FAC 37	Guergour.l	203	9.3	9.3		2	M	F	N			9.3		
FAC 36	Guergour.l	204	10.37	10.37		2	M	F	N			10.37		
FAC 01	Das Bekdiche	205	15.2	15.2		3	M	F	N			15.2		
FAC 01	Das Bekdiche	*206	26	22.6			M	N	N			22.6	p. exclue	
FAC 01	Das Bekdiche	207	2.12	2.12			M	N	N			2.12		
FAC 02	Das Bekdiche	208	11.55	11.55		1.5	M	F	N			11.55		
FAC 01	Das Bekdiche	209	10.33	0			M	N	N				exclue	
EAI Mouloudii	Das Bekdiche	210	3.68	3.68	0.075		U	N	N			3.68		
FAC 06	Das Oukaci	*211	14.35	13.55	225	2.3	M	F	N			13.55	p. exclue	
FAC 40	Das Oukaci	212	18.87	18.87		1	M	F	N			18.87		
FAC 40	Das Oukaci	213	0.43	0.43		0.43	M	N	N		0.43			
FAC 06	Das Oukaci	214	0.9	0.9		0.9	M	N	N		0.9			
FAC 40	Das Oukaci	215	1.47	0			M	N	N		0		exclue	
FAC 40	Das Oukaci	216	1.36	1.36	0.025		M	N	N			1.36		
FAC 40	Das Oukaci	217	6.68	6.68			M	N	N			6.68		
Bouhandir	ET CONSORTS	218	2.38	2.38	1.45	0.93	M	O	F			2.38	excep	
FAC 41	Das Oukaci	219	49.93	49.93		1.5	M	F	N			49.93		
FAC 41	Das Oukaci	*220	2.25	1.83			M	N	N			1.83	p. exclue	
FAC 41	Das Oukaci	221	2.2	0			M	N	N				exclue	
FAC 23	Das Si Nacer	222	27.86	27.86		1	M	F	N			27.86		
FAC 23	Das Si Nacer	223	2.02	2.02			M	N	N		2.02			
FAC 25	Das Si Nacer	224	12.13	12.13		0.5	M	F	N			12.13		
FAC 25	Das Si Nacer	225	2.84	2.84			M	N	N			2.84		
FAC 22	Das Si Nacer	*226	38.7	7.25		0.5	M	F	N			7.25	p. exclue	
FAC 22	Das Si Nacer	*227	5.4	3.7			M	N	N	3.7			p. exclue	
FAC 24	Das Si Nacer	228	11.41	11.41		1.6	M	F	N			11.41		
FAC 21	Das Si Nacer	229	10.75	10.75		1	M	O	N			10.75		
FAC 21	Das Si Nacer	230	3.05	3.05	0.01	1	M	P	N			3.05		
FAC 22	Das Si Nacer	231	2.31	2.31		2.31	M	O	N		2.31			
FAC 21	Das Si Nacer	232	5.36	5.36		5.36	M	P	N		5.36			
EAI Zouani	Das Si Nacer	233	5.5	5.5		0.25	U	O	N			5.5		
EAI Zouani	Das Si Nacer	234	3.25	3.25			U	N	N		3.25			
FAC 20	Das Si Nacer	235	9.9	9.9			M	N	N			9.9		
FAC 20	Das Si Nacer	236	6.5	0			M	N	N				exclue	
FAC 31	Das Sami	237	2.75	0			M	N	N				exclue	
FAC 30	Das Sami	238	7.25	0			M	N	N				exclue	
FAC 31	Das Sami	239	1.2	1.2			M	N	N			1.2		
FAC 31	Das Sami	240	2.5	2.5			M	N	N			2.5		
FAC 30	Das Sami	*241	3.7	2.65			M	N	N			2.65	p. exclue	
FAC 30	Das Sami	242	5.7	5.7		5.7	M	O	N		5.7			
FAC 32	Das Sami	243	1.85	1.85		1.85	M	O	N		1.85			
FAC 31	Das Sami	244	1.7	1.7			M	N	N			1.7		
FAC 32	Das Sami	245	6.8	6.8			M	N	N			6.8		
FAC 31	Das Sami	246	0.7	0.7		0.7	M	O	N		0.7			
FAC 32	Das Sami	247	0.9	0.9		0.9	M	O	N		0.9			
Soukhal	ET CONSORTS	248	28.7	1.57	0.3	1	M	P	F				p.exclue	
FAC 27	DAS CHIRIFI	*249	12.5	5.85		2	M	O	N			5.85	p. exclue	
FAC 26	DAS CHIRIFI	250	5.55	5.55		4.5	M	O	N			5.55		
Merouane	Mohamèd	251	1.4	1.4		1.4	U	O	F			1.4		
Soukhal	ET CONSORTS	*252	5.1	1.8	0.05	1	M	O	F			1.8	p. exclue	
<b>Total</b>	<b>FAC</b>		<b>1145.</b>	<b>926.19</b>	<b>230.9</b>	<b>98.9</b>					<b>32.2</b>	<b>79.8</b>	<b>815.2</b>	