

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 de Drainage

THEME :

**DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'IRRIGATION DU PERIMETRE
OUED SOUF D'UNE SUPERFICIE DE 50 HA A PARTIRE D'UNE
BATTERIE DE FORAGES**

Présenté par :

M^r CHERIF ZAKARIA

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et Prénom	Grade	Qualité
M^r T.KHETTAL	MC.A	Président
M^{me} A.AZIEZ	MA.A	Examinatrice
M^{me} D.DJOU DAR	MA.A	Examinatrice
M^r D.KOLIAI	Ing en chef	Examineur
M^{me} S.MEDJDOUB	MA.A	Examinatrice
M^r S.YAHIAOUI	MA.B	promoteur

Mars 2014

Remerciement

Au terme de ce modeste travail, je tiens à remercier mon promoteur monsieur S.YAHIAOUI pour son aide appréciable, sa disponibilité, et ses conseils fructueux qui m'ont facilité la réalisation de ce travail.

Je remercie fortement mon encadreur monsieur BENKRID.ELHADJ, pour son aide, sans oublier tous les membres de ma famille

Je remercie également tous le corps enseignant de L'ENSH, qui m'ont encadré durant toutes les années d'études.

Je remercie encore tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans l'élaboration de ce modeste travail.

Mes remerciements aussi à tous les membres de jury.

Merci à tous.

Dédicace

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

Mes chers parents pour tous les sacrifices et leur soutien moral et matériel dont ils ont fait preuve pour que je réussisse. Une spéciale dédicace pour :

Mes frères et ma soeurs

A celui qui m'a encouragé tout le temps ma femme.

Mes Amis : Adel, Ali, Houssq;, Soufian, Yassine, ,Terk ,
AEK...

A toute mes amies spécialement Imed

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

ملخص:

من خلال هذه الدراسة يتبين نأ للسقي أهمية كبيرة في الزراعة و زيادة الإنتاج. ففي المناطق المشبه صحراوية أو الجافة حيث تقل نسبة تساقط الأمطار و تدبديها مما يستدعي إدخال نظم سقي حديثة كالسقي بالرش المحوري لكذو للتحكم في كمية المياه المستعملة في السقي، و التقليل من نسبة ضياعها سواء بالتبخر أو التسر في التربة.

و في الأخير نقتح استعمال هذه التقنية الحديثة في لبي من جلا الوصول إلى استغلال نسبة أكبر من الأرضي مع نفس الكمية من المياه في السقي بالطرق التقليدية.

Résumé

De cette étude, il en sort que l'irrigation est indispensable pour développer et augmenter les rendements, car au niveau des zones semi-aride ou arides où les précipitations sont insuffisantes et irrégulières, ce qui implique l'introduction des nouvelles technique d'irrigation à savoir l'utilisation du système par pivot, cela pour maitriser la quantité d'eau à utiliser en irrigation et limiter ainsi le taux de perte soit par évaporation soit par percolation.

En fin, nous conseillons les agriculteurs à utiliser cette nouvelle technique d'irrigation afin de profiter d'une plus grande surface avec la même quantité d'eau utilisée dans les techniques d'irrigation traditionnelle (la raie, ruissellement...).

Abstract

This study aims at revealing the importance of irrigation in developing and increasing agriculture. In the semi-arid or arid zones where precipitations is insufficient and irregular what implies the introduction of new techniques of irrigation of aspiration by center pivot to control the quantity of water to be used in the irrigation and to thus limit the rate of loss by evaporation as well as percolation. In the end, we advise farmers to use this new method of irrigation in order to achieve a maximum exploitation of agricultural areas with the same quantity of water used in traditional ways of irrigation (the line, streaming...)

SOMMAIR

CHAPITRE I:

I. Présentation de périmètre du Oued Souf	1
I.1. Présentation géographique	1
1.2 Données naturelles du site	4
1.2.1 Topographie	- 4
1.2.2 Géologie	4
1.2.3 Sismicité :.....	5
1.2.4 Caractéristiques de la zone d'étude	5
I.3.Climaologie.....	6
1.3.1 nluvinmetrie •	6
1.3.2 Température - 8
I.3.3. Vent.....	9
1.3.4.Sirocro.....	10
I.3.5.Evaporation •	1 1
I.3.6.Humidite relative	12
1.3.7. Insolation.....	13
1.3,6:Indice climatique	14
Conclusion.....	15

CHAPITRE II:

INTRODUCTION.....	15
II.1 Analyse des paramétrés physico-chimique.....	16
II.1.1 La nappe du Continental Intercalaire "CI".....	16
II.1.2 La nappe du Complexe Terminal "CT".....	18
II.1.3 Représentation graphique des eaux du "CT" :.....	20
II.2 Classifications les eaux selon la classification USDA (SAR +conductivité).....	22
II.2.1 Exchange sodium pourcentage ESP	22
II.2.2 La conductivité électrique.....	23
II.2.3 Le coefficient d'adsorption du sodium S A R.....	23
II.3 Représentation graphique des eaux de la nappe phréatique.....	28
Conclusion.....	30

CHAPITRE III:

Introduction.....	31
III.1 Choix de la période de retour.....	31
III.2 Analyse des données pluviométriques et choix du type de la loi d'ajustement :	32
III.3 L'homogénéité de la série pluviométrique.....	34
III.4 Etude de l'échantillon.....	36
III.5 Choix du type de loi	36
III.6 Ajustement de la série pluviométrique.....	36
III.6.1 Ajustement a la loi normale	36
III.6.2 Ajustement à la loi log-normal.....	38
III.7 Test de validité d'un ajustement •.....	41
III.7.1. Test de validité de l'ajustement à la loi Gumbel.....	41
III.7.2. Test de validité de l'ajustement à la loi log normale.....	41
III.8. Détermination de l'année de calcul	42
CONCLUSION •	

CHAPITRE IV:

Introduction •	43
IV-1 Besoin en eau du périmètre.....	43
1V -1-1 L'évapotranspiration	43
IV -2 Méthodes d'évaluation d'évapotranspiration de référence :(ETO ou ETP).....	44
IV -3 Traitement des données pluviométriques	47
IV -3-1 Précipitation moyenne mensuelle	47
IV -3-2 Précipitation de projet : (ou l'année de calcul).....	48
IV -4 Calcul de la pluie efficace	
IV.4.1 Estimation des doses et fréquences d'irrigation au niveau de la parcelle	49
IV.4.2 Dose d'irrigation de la pomme de terre:	50
V-5- Determination des besoins en eau d'irrigation.....	50
V-5-1. Définition.....	50
V-5-2. Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures.....	50
IV.6 Calcul des débits à transiter par le réseau collectif:	
IV.6.1 Débits spécifiques •	54
IV.6.2 Débits caractéristiques -	54
Conclusion.....	55

CHAPITRE V:

Introduction	56
V.1 La submersion.....	56
V.2 L'aspersion (pivot)	56
V.2.1 Description et principe de fonctionnement •.....	56
V.3 Application d'eau:	60
V.4 L'irrigation localisée (goutte à goutte)	61
V.4.1. Avantages et problèmes de l'irrigation au goutte à goutte	61
V.4.2 Eléments d'un réseau d'irrigation au goutte à goutte	63
V.4.3 Matériel divers	64
V.4.3 Rampe d'alimentation	64
V.4.5 Les goutteurs.....	64
V.5 Importance de la pomme de terre en Algérie.	66
V.5 .1 Evolution de la production de pomme de terre dans le monde.....	66
V.5 .2 Situation de la culture de pomme de terre en Algérie.....	66
V.5 .3 La culture de pomme de terre dans la région de souf.....	69
V.5 .4 Valorisation de la production.....	73
V.6 Les facteurs ayant favorisés le développement de la culture de la pomme de terre.....	73
V.6.1. Nature du sol.....	73
V.6.2. Réserves hydriques	73
V.6.3 Electrification.....	74
V.6.4 Les pistes agricoles.....	74
V.6.5 Le cycle cultural.....	74
V.6.6 Le Rendement.....	74
Conclusion.....	75

CHAPITRE VI:

VIA . Calcul des paramètres techniques d'arrosages:.....	76
VI.1.1. La vitesse d'avancement du pivot:	76
VI.1.7. Calcul de l'intensité de l'arrosage (Intensité pluviométrique instantanée moyenne) :.....	82
VI.2.- calcul de la hauteur manométrique totale nécessaire:.....	87
VI.2.1. Calcul de la hauteur géométrique	87
VI.2.2.Calcul des pertes de charges.....	88
VI.2.3 Détermination de la hauteur manométrique totale "HMT" •.....	90
VI.3.Choix de la pompe :	90
VI.4. Calcul de la puissance de la pompe :	91

CHAPITRE VII:

VII .Etude économique	92
VII .2.Avantages et inconvénients du pivot.....	94
VII .2.1.avantager	94
VII .2.2.incom, évient:.....	94

CHAPITRE XI:

Introduction	95
XI.1.1 Exécution de la tranchée.....	95
XI.1.2 Assise de la conduite •	95
XI.1.3 Pose de la canalisation dans la tranchée •.....	95
Epreuve d'essai de pression -.....	95
XI.2 Exploitation du système d'irrigation	96
XI.2.1 Objectif de l'exploitation •	96
XI.2.2 Estimation de l'état hydro agricole des terres irriguée.....	96
XI.2.2.1 Mesures d'amélioration technique:.....	96
XI.2.2.2 Mesures d'exploitation :	97
XI.2.3 Exploitation des ouvrages hydrauliques :	97
XI.2.4 Maintenance des ouvrages et équipement :.....	97
XI.2.4.1 maintenance des premiers niveaux •.....	97
XI.2.4.2 Maintenance spécialisé	97
Conclusion:	98

Liste des tableaux

Tableau 1.1 : pluviométrie moyenne mensuelle.	5
Tableau 1.2 : Nombre moyen des jours pluvieux	6
Tableau 1.3 : Les relèves moyennes mensuelles des températures.	7
Tableau 1.4 : vitesse de vent en m/s sur une période d'observation de 22 ans	8
Tableau 1.5 : Nombre de jours de sirocco sur une période de 22 ans (1990-2012	9
Tableau 1.6 : Moyenne mensuelle de l'évaporation sur une période d'observation.....	10
Tableau 1.7 : Les valeurs de l'humidité relative de l'air sur une période de 22 ans ..	11
Tableau 1.8 : Moyenne mensuelle de l'insolation.	12
Tableau 1.9 : Limite des climats d'après l'indice climatique de Martonne	13
Tableau 11.2 : Caractéristiques physico-chimiques des eaux, nappe du "CI".....	16
Tableau 11.3: Classification des eaux selon Stabler, nappe du "CI"	17
Tableau 11.4: Caractéristiques physico-chimiques des eaux,nappe du "CT" ,.....	19
Tableau 11.5: Classification des eaux selon Stabler, nappe du "CT"	21
Tableau 11.6: Les types des sols en fonction de CE et ESP	23
Tableau 11.7 : Les Caractéristiques physico-chimiques des eaux,	25
Tableau 11.8: Caractéristiques physico-chimiques des eaux, nappe phréatique.....	26
Tableau 11.9: La Classification des eaux selon Stabler, nappe phréatique.....	30
Tableau III.1 : Répartition des pluies moyennes mensuelles et annuelles.....	33
Tableau 111.2 : Test d'homogénéité de la station de AIN LELLOU	35
Tableau 111.3 : Ajustement a la loi normale.	37
Tableau 111.4 : Ajustement a la loi log-Normale	39
Tableau 111.5 : Précipitations mensuelles moyenne	42
Tableau 111.6 : précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcule.	42

Tableau IV.1: Evapotranspiration de référence de la zone de projet.....	47
Tableau IV.2: précipitation mensuelles de l'année de projet.....	48
Tableau IV.3 : Précipitation efficaces dans la zone de projet	48
Tableau IV.4 : Dose d'irrigation de la pomme de terre	50
Tableau IV.5 : Besoins bruts totaux de la pomme de terri-,.....	54
Tableau VI.1. Les résultats sont montrés dans le tableau.....	85
Tableau VI.2. Caractéristiques hydrodynamiques des forages.....	87
Tableau VL3: Calcul valeur de 2	88
Tableau VI.4. Calcul des pertes de charge	90
Tableau VI.5. Calcul des HMT	90
Tableau IV. 1 : Prix de vente	92
Tableau IV.2: Rendement à l'hectare (Qing)	93

Liste des figures

Figure I.1: Situation géographique de la zone d'étude	1
Figure 1.2: Situation géographique de la Wilaya d'El Oued.....	2
Figure 1.3: pluviométrie moyenne mensuelle	6
Figure 1.4: graphe représentée nombre moyen des jours pluvieux	7
Figure 1.5: Les relèves moyennes mensuelles des températures	8
Figure 1.6: vitesse de vent.....	9
Figure 1.7: Nombre de jours de sirocco	10
Figure 1.8: Moyenne mensuelle de l'évaporation.....	11
Figure 1.9: Les valeurs de l'humidité relative de l'air	12
Figure I.10: Moyenne mensuelle de l'insolation
Figure 1.11: le diagramme bioclimatique d'EMBERGER.....	14
Figure 11.1: Situation hydrogéologique des aquifères de la région du Souf (A.N.R.H).	15
Figure 11.2 : Carte de minéralisation totale des eaux, nappe du "CI",.....	17
Figure 11.4: Carte de minéralisation totale des eaux, nappe du "CT",	20
Figure 11.5: Diagramme de Schoeller-Berkaloff d'analyse des eaux, nappe du "CT".....	21
Figure 11.6: estimation de l'ESP en fonction de SAR (source Lund drainage).....	22
Figure 11.7: Diagramme de classification des eaux d'irrigation	24
Figure 11.8: La Carte de minéralisation totale des eaux, nappe phréatique, Oued Souf.....	27
Figure 11.9: La Carte des teneurs en nitrates des eaux, nappe phréatique.....	28
Figure 11.1 0: Diagramme de Schoeller-Berkaloff d'analyse des eaux.....	29
Figure 111.1 : Ajustement a la Gumbel.....	38
Figure 111.2 : Ajustement à la loi de log-normale.	40
Figure V-1 :pivot	58
Figure V-2 : irrigation par pivot	59
FigureV.3: Goutteur	56
FigureV.4: Rampe pivotante	56
FigureV.5: Rampe tournante	56
FigureV.6: Rampe frontale.....	66
Figure V.7: Plant de pomme de terre	67

Figure V.8: Evolution de la superficie de la culture de pomme de terre	67
Figure V.9: Evolution de la production de pomme de terre.....	68
Figure 9.Evolution du rendement de pomme de terre.....	68
Figure V.10:Repartions géographique des principales wilayas productives.....	70
Figure V.11: Répartition géographique des principales zones productives.....	71
Figure V.12:Evolution de la superficie de la culture de pomme.....	72
Figure V.13: Evolution de la production de la culture de pomme de terre.....	73
FigureV.14:Evolution du rendement de la culture de pomme.....	74
Figure VI-1: Busage	77
Figure VI -2: Pivot renversé par le vent	79
Figure VI -3: Deux exemples de montage d'asperseurs	80
Figure VI -4: Exemples de courbes d'infiltration obtenues au laboratoire	82
Figure VI -5: Schéma explicatif pour le calcul de perte de charge	89

Liste des planches

Planche N°1 : Plan de situation de périmètre de Oued Souf (W.EL'OUED). **Planche**

N°2 Plan d'occupation du périmètre de Oued Souf (W.EL'OUED). **Planche N°3** :

Profil en long de la conduite principale de périmètre

Oued Souf (W.EL'OUED).

Planche N°4: plan de reseau d'irrigation de périmètre de Oued Souf (W. EL'OUED).

INTRODUCTION GENERALE

L'eau est la clef de tous les développements socio-économiques et de la préservation d'écosystèmes sains. Avec l'accroissement de la population et l'augmentation des exigences que fait peser le développement sur les eaux souterraines et de surface pour les besoins des secteurs domestique, agricole et industriel, la pression s'intensifie sur les ressources en eau, ce qui crée des tensions et conflits entre les utilisateurs et des contraintes excessives sur l'environnement. Le stress accru induit à l'échelle mondiale par l'augmentation de la demande et de la pollution sur les ressources d'eau douce est profondément préoccupant.

L'augmentation de la productivité de l'eau est déterminante pour relever les futurs défis que va poser la pénurie d'eau. A l'heure actuelle, 70 pour cent de toute l'eau utilisée dans le monde est consommée par l'agriculture et ce pourcentage atteint 95 pour cent dans plusieurs pays en développement.

La sensibilisation accrue à la valeur instrumentale de l'eau pour la préservation de l'environnement augmente encore la pression sur l'utilisation de l'eau en agriculture.

La région de EL' Oued située dans le sud est Algérien souffre du même problème. Il s'avère en effet que la disponibilité de la ressource en eau dans cette région est de plus en plus compromise en raison des changements climatiques et de la sécheresse qui en résulte d'une part, ainsi que de la mauvaise gestion des fractions allouées au secteur agricole d'une autre part.

Des enquêtes sur le terrain prouvent que les agriculteurs continuent à puiser l'eau de la nappe qui est très sensible et vulnérable à cause de la surexploitation, même si l'état leur a fourni des bornes jusqu'à proximité de leurs périmètres.

C'est la raison pour laquelle une bonne gestion de la ressource hydrique devient plus qu'une nécessité à l'heure actuelle.

L'objet de ce sujet rentre justement dans ce contexte, on propose dans le cadre de cette étude de dimensionner le réseau d'irrigation du périmètre de EL'UOED afin d'optimiser la ressource en eau et bien sur d'assurer les besoins en eau de culture mises en place qui est la pomme de terre.

CHAPITRE I :

**Analyse des conditions
naturelles**

CHAPITRE I: ANALYSE DES CONDITIONS NATURELLES

I. Présentation de périmètre du Oued Souf

I.1. Présentation géographique

Le « SOUF » vient du nom berbère désignant rivière ou OUED. La région d'EL-OUED ou du SOUF occupe une superficie de 44586 km² avec une population de 652210 habitants donnant ainsi une densité de 15 hab/km². La zone concernée par l'étude s'étend sur 18 communes.

Elle est située dans le Sud –Est algérien, au nord du grand erg oriental. Elle est limitée par :

- la zone de la chotte (melghir et merouane) au Nord.
- l'extension de l'erg oriental au Sud.
- la vallée d'Oued-Righ à l'Ouest.
- La frontière tunisienne à l'Est.

La région du souf se trouve à environ 560 km au Sud- Est d'Alger (figure 01) Cette région sablonneuse de 80,000 Km de superficie se caractérise par la présence de dunes qui dépassent parfois 100 m de hauteur.

La région du souf se trouve à une altitude moyenne de 80 m (D.S.A.2009).

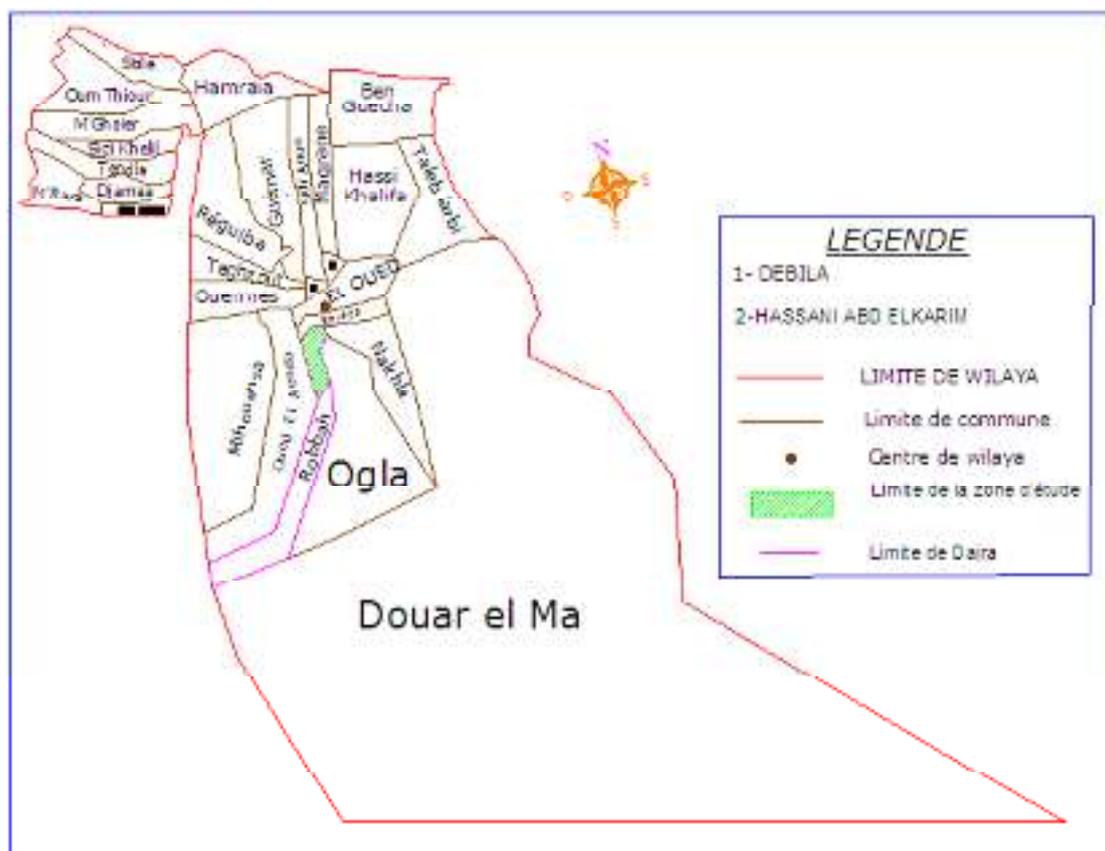


Figure I.1: Situation géographique de la zone d'étude

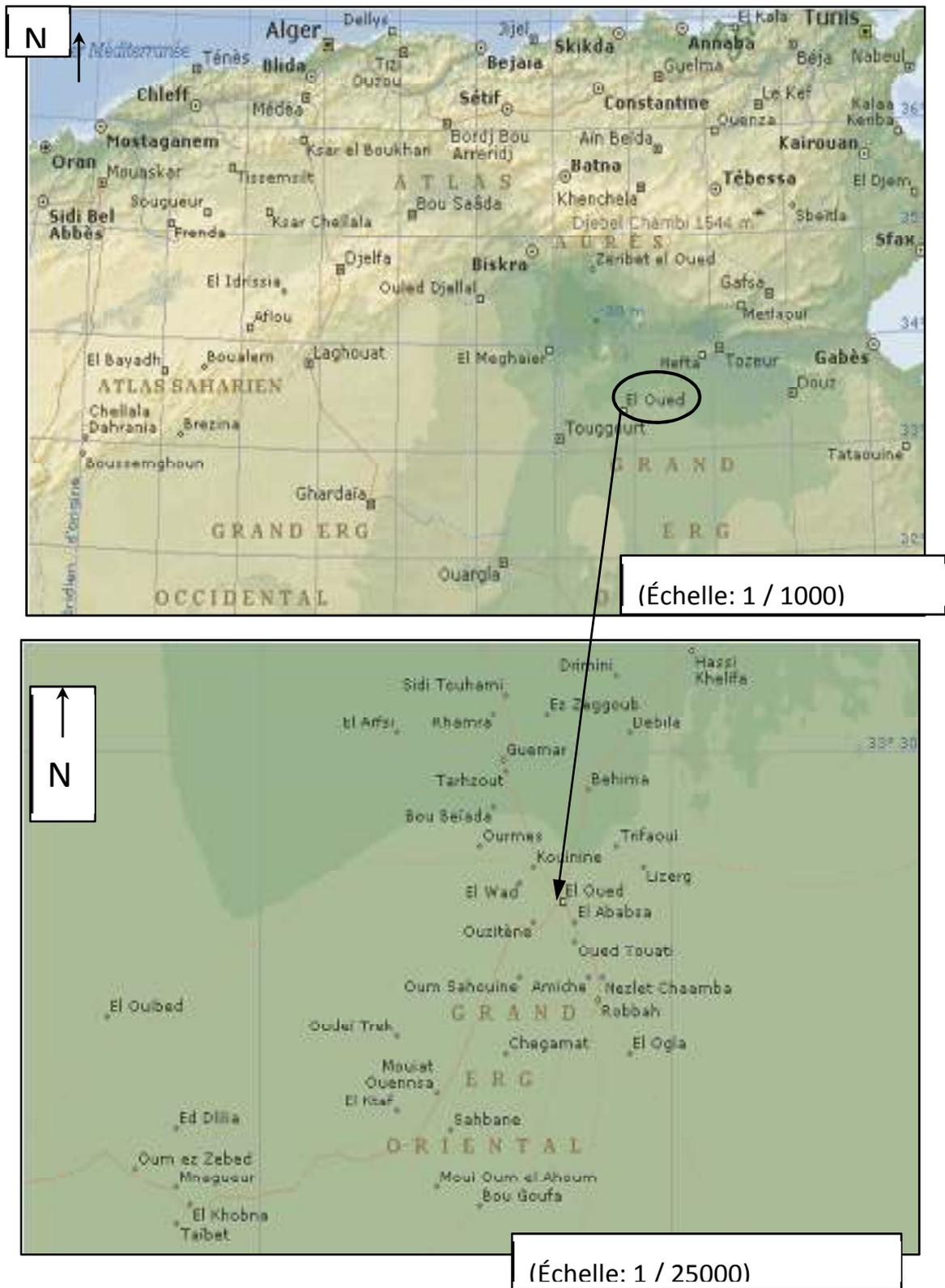


Figure I.2: Situation géographique de la Wilaya d'El Oued

I.2 Données naturelles du site

La vallée du Souf souffre actuellement des conséquences négatives de la remontée des eaux de la nappe phréatique, qui a engendré l'inondation de la quasi-totalité des Ghouts (cratères abritant des palmeraies) ainsi que les zones basses de la ville et sa périphérie.

Les premières apparitions de ce phénomène remontent à l'année 1969 et ont pris de l'ampleur dans les années 80, en raison d'une forte expansion démographique et d'un développement urbain anarchique venant perturber l'équilibre naturel qui existait auparavant.

En plus de cet usage d'irrigation naturelle, la nappe phréatique était l'unique ressource pour l'approvisionnement en eau potable de la population et les animaux, ainsi que pour l'arrosage des cultures vivrières (10.000 puits traditionnels environ).

(DHW El Oued)

Les causes de la remontée des eaux de la nappe phréatique du Souf sont multiples, dont les principales sont: l'accroissement des besoins en eau potable et les rejets des eaux usées (fosses septiques), le transfert des eaux des nappes profondes vers les nappes superficielles par l'intermédiaire de la vétusté des forages anciens, l'irrigation, la pluie et le manque d'exutoire naturel proche de la région.

I.2.1 Topographie :

La topographie joue un rôle déterminant dans la conception du réseau, vu que l'évacuation doit s'effectuer généralement gravitairement. La pente du terrain est faible, et va de l'Ouest vers l'Est. L'altitude varie de 76 à 96 m.

I.2.2 Géologie :

La commune de Robbah se trouve dans la partie du grand Erg Oriental, qui se caractérise par un ensemble de dunes de sable d'origine continentale et d'âge quaternaire. Ces dunes sont déposées longitudinalement portant la dénomination du (SIF) dépassant parfois 60 mètres de hauteur.

Entre les cordons dunaires se forment les "Sahanes" ou les plateaux déprimés, souvent assez étendus et parfois caillouteux ou recouverts par des vieilles formations d'encroûtements gypseux du quaternaire. L'étude du type de sol (les couches de terre) et leur composition sont très importantes dans la construction du réseau d'assainissement. Le type de sol de la commune étudiée est sablé.

I.2.3 Sismicité :

Selon le degré des intensités maximales observées dans la wilaya d'El oued sur l'échelle MERCALI; la ville de Robbah est considérée parmi les régions sismiques qui présentent une intensité sismique très faible. (PDAU : plan directeur d'aménagement et urbanisme).

I.2.4 Caractéristiques de la zone d'étude**a. Aspect hydrogéologique**

La wilaya d'El-Oued qui fait partie du Sahara septentrional recèle dans son sous-sol d'importantes réserves en eau contenues dans des aquifères superposées de la nappe phréatique dite libre à la nappe la plus profonde dit albien. La vallée du Souf et sa périphérie puisent son eau dans les nappes profondes suivantes:

b. La nappe du Complexe Terminal

La zone de production de cette nappe se situe entre 200 et 500 m. Le débit moyen par forage varie entre 25 et 35 l/s avec une qualité chimique de 2 à 3 g/l de résidu sec. Le niveau hydrostatique de la nappe oscille entre 10 et 60 mètres selon les zones. (A.N.R.H 2009)

c. La nappe du Continental Intercalaire

La nappe du Continental Intercalaire est captée à une profondeur moyenne de 1900 m, l'eau de cette nappe se distingue par sa température très élevée atteignant plus de 60 °C, et un résidu sec de 2 à 3 g/l. (A.N.R.H 2009)

d. Constat de l'exploitation des nappes CI-CT

La nappe phréatique s'étale sur presque la quasi-totalité du territoire de la vallée. Elle est exploitée par environ 10.000 puits traditionnels à une profondeur moyenne de 40 m. Le recours aux forages profonds pour l'irrigation a engendré un problème néfaste pour l'environnement dans certaines zones de la vallée, notamment la remontée des eaux dans le Souf. Cette situation a perturbé l'écosystème des oasis de la vallée considéré déjà assez fragile.

e. Relief

La région de Souf est une région sablonneuse avec des dunes pouvant atteindre 100 mètres de hauteur. Ce relief est assez accentué et se présente sous un double aspect. L'un est un Erg c'est-à-dire la région où le sable s'accumule en dunes et c'est la partie la plus importante, elle occupe $\frac{3}{4}$ de la surface totale. L'autre est le Sahara ou région plate et déprimée, formant les dépressions fermées, entourées par les dunes.

f. Pédologie

Le sol du Souf prend deux aspects. Le plus dominant est l'ensemble dunaire. Ce sont de grandes accumulations sableuses.

L'autre aspect est appelé localement « SHOUNES » (plusieurs sahanes), où la superficie du sol est parfois caillouteuse avec de croûtes gypseuses entourées par des hautes dunes (GHROUD) qui leur donnent ainsi une forme de cratères (O.N.R.G.M, 1999).

D'après (O.N.R.G.M, 1999), la composition chimique du sable du Souf est les résultats suivants:

- Teneur en $\text{SiO}_3 > 50 \%$
- Teneur en $\text{SO}_3 < 2 \%$
- Teneur en $(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}) < 3.6 \%$
- Poids volumique $> 1200 \text{ Kg/m}^3$
- Pourcentage en particules P. A. V inférieures à $0.05 \text{ mm} < 10 \%$
- Teneur en matière organique pas plus sombre que l'étalon (analyse calorimétrique).

I.3.Climaologie

Les différents composants du climat sont les précipitations, la température, le vent, l'évaporation etc....

I.3.1.pluviometrie :

a) Pluviométrie moyenne annuelle

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

Pluviométrie moyenne mensuelle sur une période d'observation de 22 ans (1990-2012) à la station d'EIOUED .

Tableau I.1 : pluviométrie moyenne mensuelle.

Mois	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
P(mm)	15	5,18	10,07	6,79	6,07	1,57	0,89	2,49	6,49	7,95	10,80	6,29

Source (ANRH- oued souf)

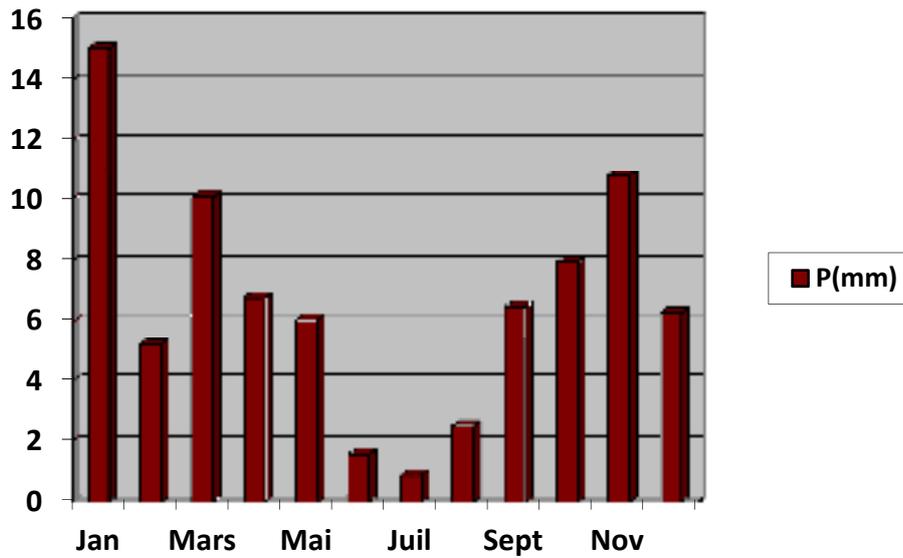


Figure I.3: pluviométrie moyenne mensuelle

D’après le tableau en remarque :

- Saison pluvieuse de Novembre à Mars surtout au mois de janvier(16,30mm).
- Saison sèche de Juillet à juin.
- Saison moyenne Avril, Mai et septembre et Octobre.

b) Nombre moyen de jours pluvieux

Le nombre moyen de jours pluvieux dans la région sur une période d’observation de 22 ans (1990-2012) à la station d’El OUED à étudier est porte dans le tableau suivant :

Tableau I.2 : Nombre moyen des jours pluvieux.

Mois	Sep	Oct	Nev	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Année
P(mm)	5	7	9	10	10	9	8	9	7	2	2	2	80

Source : (ANRH- oued souf)

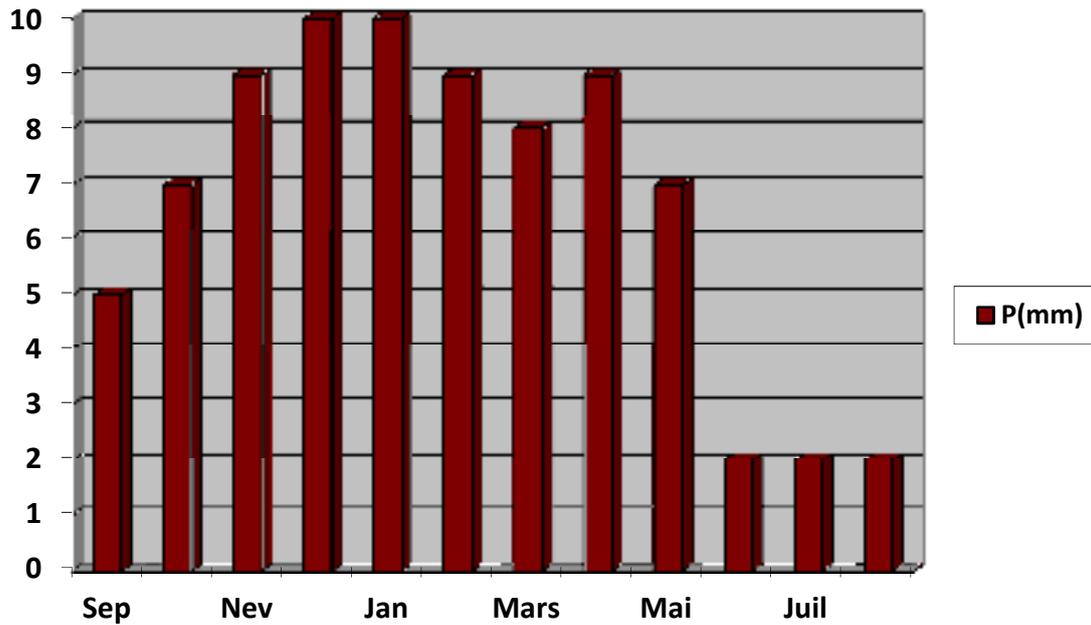


Figure I.4: graphe représentée nombre moyen des jours pluvieux

I.3.2 Température :

Les relèves moyennes mensuelles des températures sur une période de 22 ans (1990-2012) sont portés dans le tableau suivant :

Tableau I.3 : Les relèves moyennes mensuelles des températures.

Températures (°C)	Mois											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
M	19,1	22,6	26,2	29,4	31,7	39,1	42,1	41,8	34,8	29	23,3	19,1
m	7,3	9	11,7	15,5	17,5	24	27,2	26,9	22,4	15,8	10,3	6,3
(M+m)/2	13,2	15,8	19	22,5	24,5	31,6	35	34,4	28,6	22,4	16,8	12,7

Source : (ANRH- oued souf)

La température moyenne du mois le plus froid est 12,7° C elle correspond au mois de DECEMBRE, et celle de mois le plus chaud est de 35°C elles correspondent aux mois de juillet et août.

D’après le tableau 1.3 on constate que la température moyenne annuelle est de 23,04°C.

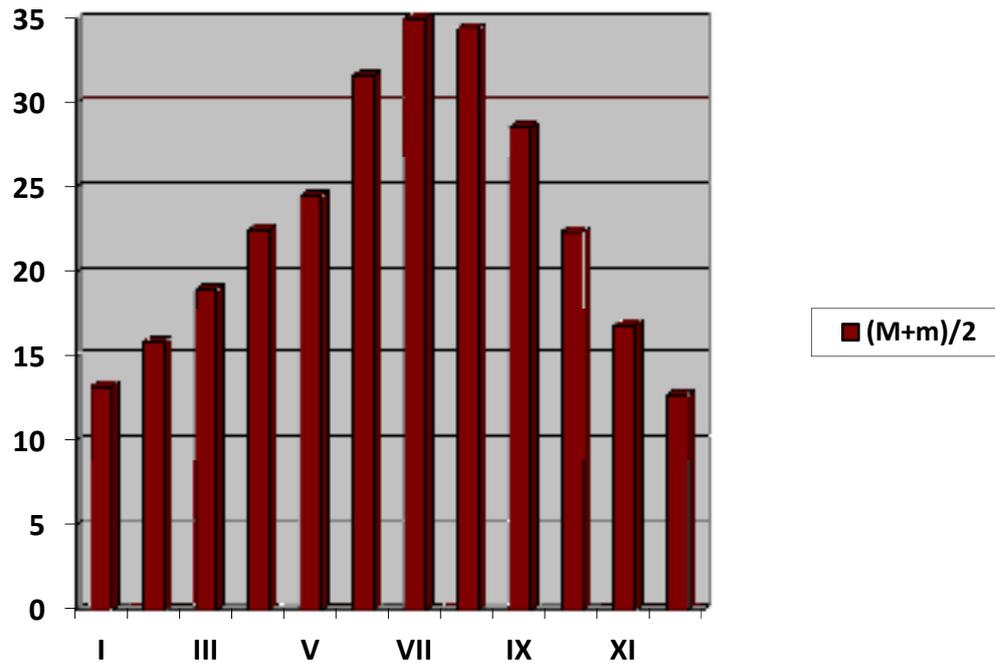


Figure I.5: Les relèves moyennes mensuelles des températures

I.3.3. Vent

Les vents de la région d’EIOUED sont très fréquent et dont la vitesse varie entre 0.5à 2.5m/s

-Leur direction varie avec la saison.

-En hiver les vents dominants sont de direction Ouest.

-En été les vents dominant sont de direction Est.

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

Tableau I.4 : vitesse de vent en m/s sur une période d’observation de 22 ans (1990-2012)

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
V (m/s)	3,3	2,33	2,12	2,55	3,04	2,68	4,08	4,05	4,37	3,74	3,81	3,22

Source : (ANRH- oued souf)

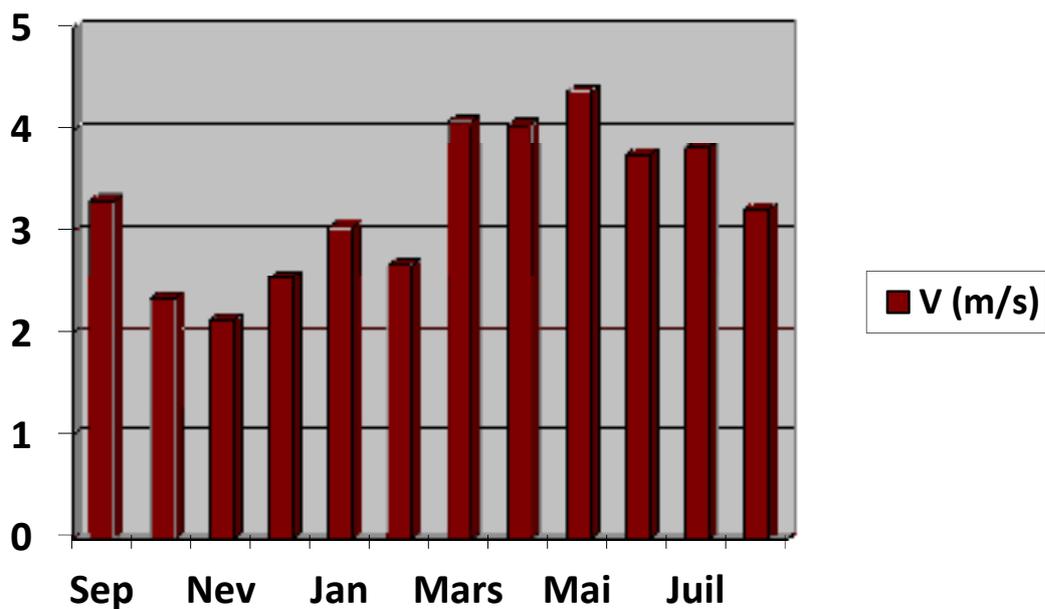


Figure I.6: vitesse de vent

I.3.4.Sirocco :

D’après la station d’EIOUED le maximum se situe en juillet et août.

Tableau I.5 : Nombre de jours de sirocco sur une période de 22 ans (1990-2012).

Mois	Sep	Oct	Nev	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
Nombres de jours	1.4	0.2	0.1	0	0	0.1	0.3	1.1	2	3.3	6.6	4.7

Source : (ANRH- oued souf)

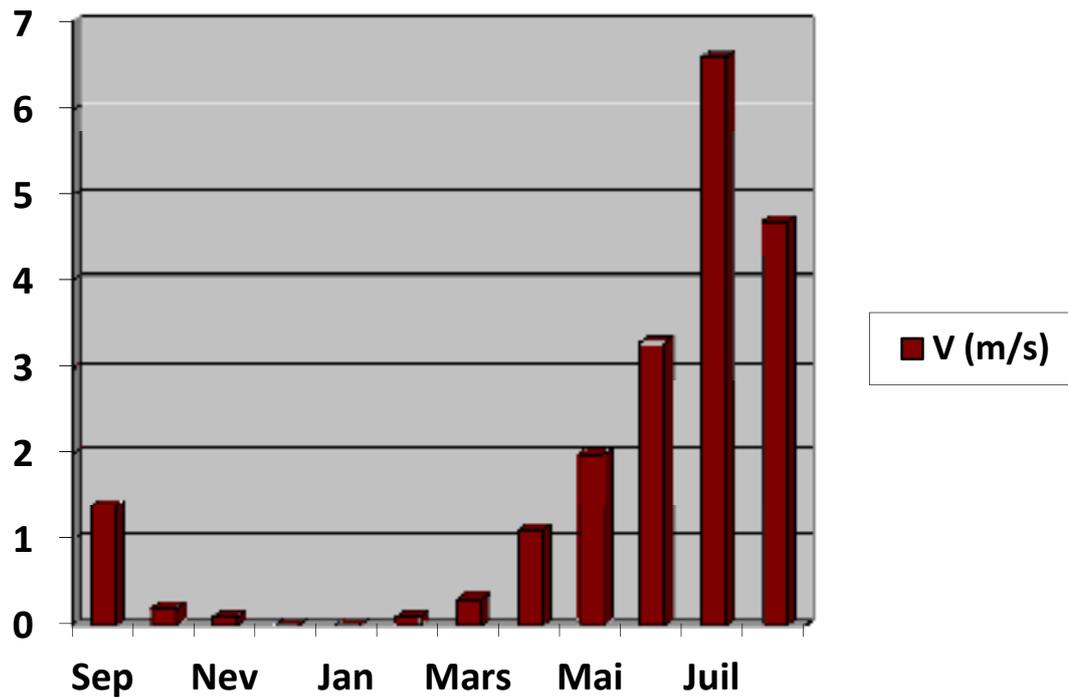


Figure I.7: Nombre de jours de sirocco

I.3.5.Evaporation :

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

Plusieurs méthodes de mesure de l'évaporation sont utilisées a la station d'EIOUED, nous signalons qu'il s'agit de l'évaporomètre du piche, du Bac Colorado et du bac classe A.

- A la station expérimentale on préconise l'utilisation du bac classe A.

Tableau I.6 : Moyenne mensuelle de l'évaporation sur une période d'observation de 22 ans (1990-2012).

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
Evapo (mm)	274,81	196,55	126,93	109,66	115,77	130,21	230,86	257,26	322,5	382,75	460,5	376,59

Source : (ANRH- oued souf)

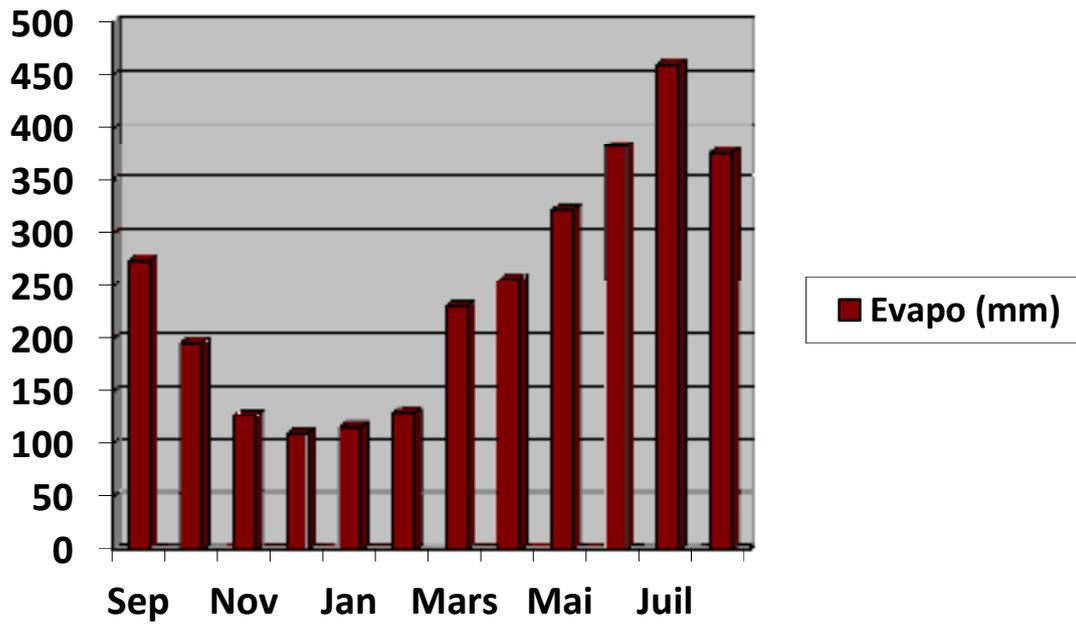


Figure I.8: Moyenne mensuelle de l'évaporation

I.3.6. Humidité relative

L'humidité relative moyenne annuelle de l'air est de 67%. La plus grande humidité relative de l'air pendant la période hivernale atteint la valeur de 86.3%, et la plus petite valeur pendant la période estivale atteint 40.7%.

Tableau I.7 : Les valeurs de l'humidité relative de l'air sur une période de 22 ans (1990-2012).

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
Humidité %	44,12	51,79	60,83	65,88	64,74	54,79	48,55	43,51	39,47	34,43	32,69	33,93

Source : (ANRH- oued souf)

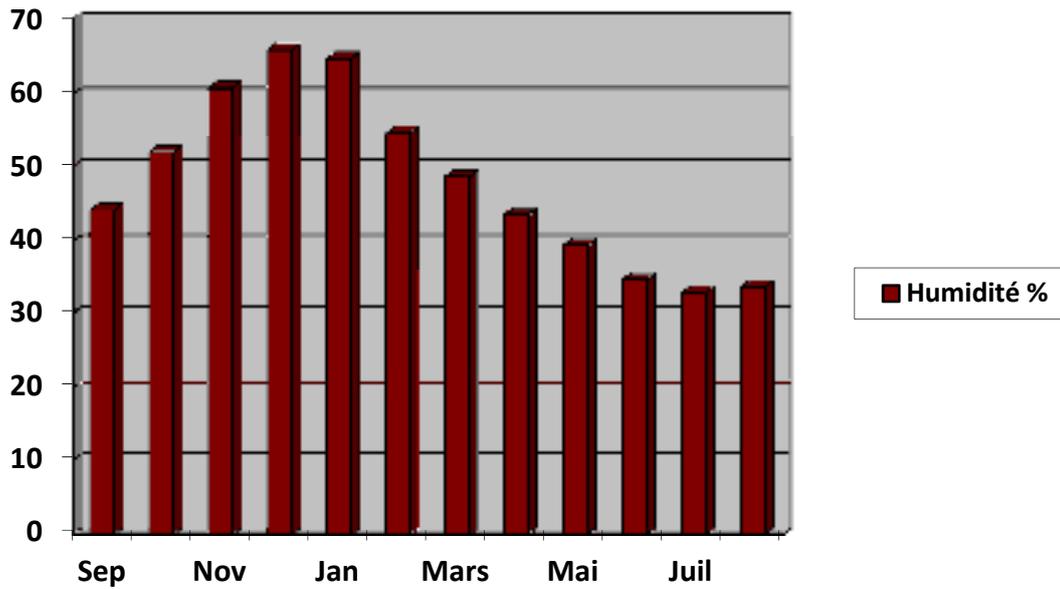


Figure I.9: Les valeurs de l'humidité relative de l'air

I.3.7. Insolation

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

Tableau I.8 : Moyenne mensuelle de l'insolation.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
Moy heure	281,71	242,28	219,57	198,85	240,85	247	270,42	285,71	303,71	350,14	340,57	316,56

Source : (ANRH- oued souf)

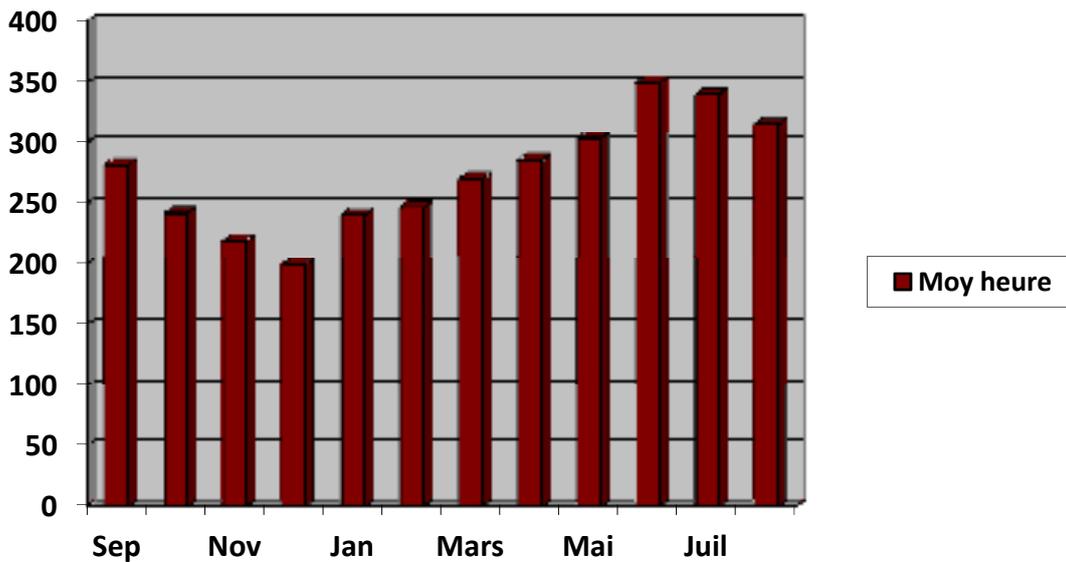


Figure I.10: Moyenne mensuelle de l'insolation

I.3.6.Indice climatique

a. Indice d’aridité de DEM :

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

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

Avec :

I_A : indice climatique.

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

T : température moyenne annuelle (°C).

$$I_A = \frac{419.21}{18.42 + 10} = 2,85$$

$$I_A = 2,85$$

Tableau I.9 : Limite des climats d’après l’indice climatique de Martonne.

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

b. Quotient pluviométrique d’EMBERGER

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

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

Avec :

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

M : moyenne des températures maximales (Kelvin).

m : moyenne des températures minimales (Kelvin).

$$M = 29,85 + 273 = 302,85K$$

$$m = 16 ; 15 + 273 = 289,15K$$

$$A.N \quad Q = 11,79$$

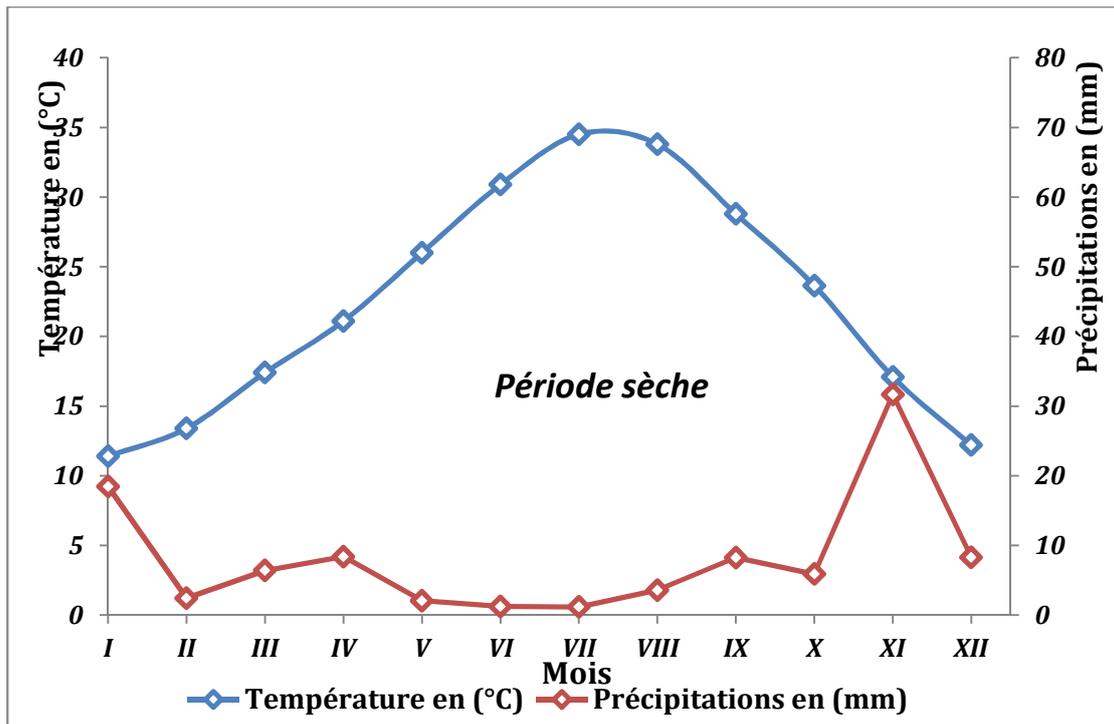


Figure I.11: le diagramme bioclimatique d'EMBERGER

D'après le diagramme bioclimatique d'EMBERGER (voir Figure (I.11)), on peut dire que le climat de notre région est un climat semi-aride.

Conclusion

Au terme de ce chapitre, il vient de conclure que notre région de par sa situation aux portes du désert comme on l'a présenté, se trouve confrontée à des conditions naturelles assez particulières notamment l'accès à la ressource en eau, qui a priori, se trouve très abondante mais son usage pour des fins agricole laisse à poser des questions.

D'autres pars on peut résumer les caractéristiques de notre région est comme suit :

Elle est caractérisée par une période pluvieuse commence au mois de novembre jusqu'à avril, les mois les plus secs sont juillet et août.

- Pendant l'hiver la température arrive jusqu'à 7°C, et en été elle peut atteindre 36°C.
- Finalement on peut dire que le climat de l'Oued souf est de type Semi-aride, un été chaud avec un hiver froid .

CHAPITRE II :

Qualité des eaux

d'irrigation

D'après une étude faite à l'université de Ouargla, une analyse chimique des eaux a été faite sur treize échantillons d'eau répartis sur tout le long de la région d'étude comme suit:

- Deux échantillons pour la nappe du Continental Intercalaire;
- Quatre échantillons pour la nappe du Complexe Terminal ;
- Sept échantillons pour la nappe phréatique.

Les paramètres physico-chimiques caractéristiques mesurés pour tous les prélèvements sont les suivants :

- Température (T), Potentiel d'Hydrogène (PH), Conductivité (C);
- Calcium (Ca^{2+}), Magnesium (Mg^{2+}), Sodium (Na^+), Potassium (K^+);
- Bicarbonates (HCO_3^-), Chlorures (Cl^-), Sulfate (SO_4^{2-});
- Nitrates (NO_3^-).

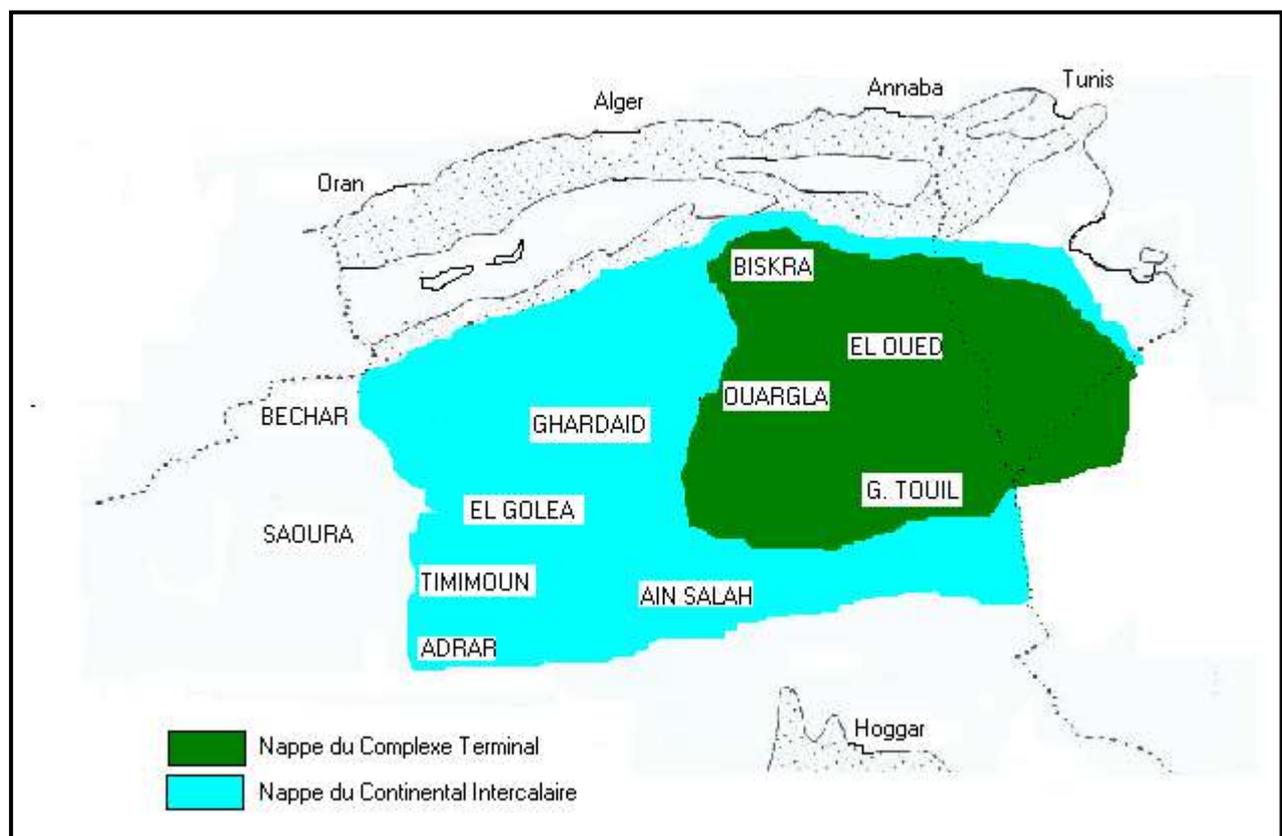


Figure II.1: Situation hydrogéologique des aquifères de la région du Souf (A.N.R.H).

II .1 Analyse des paramétrés physico-chimiques

II.1.1 La nappe du Continental Intercalaire "CI"

Depuis la mise en exploitation à l'échelle de la région de Oued souf, les forages captant le "CI" ont fait l'objet de plusieurs prélèvements et d'analyses chimiques afin de suivre l'évolution de la qualité chimique des eaux. Nous présentons dans le tableau (1) ci-dessous les résultats d'analyse des paramètres physico-chimiques caractéristiques, effectuée sur les eaux

Tableau II.2 : Caractéristiques physico-chimiques des eaux, nappe du "CI", Oued Souf

Forage Paramètres	El H'deb2 (2005)	El H'deb2 (2007)	El H'deb1 (2007)
	Valeurs moyennes		
Température in situ (°C)	45	42	49
PH	7.12	7.8	7.9
Conductivité µs/cm	2100	2400	2500
Calcium mg/l	152	172,3	208.4
Magnesium mg/l	64,6	131,2	8,41
Bicarbonates mg/l	113,5	184,15	61,1
Sodium + Potassium mg/l	280	262	K+= 23
Chlorures mg/l	312,5	300	456
Sulfates mg/l	482	480,6	613,3
Minéralisation totale mg/l	1400	1500	1500

(Source : à

l'ANRH)

La nappe du "CI", plus ou moins isolées des nappes supérieures ou inférieures, présente des caractéristiques à peu près constante malgré l'augmentation de la concentration en ions : (Ca²⁺, Mg²⁺ et HCO₃⁻).

Sur l'ensemble de la région de Oued Souf, la minéralisation totale de l'eau du "CI" est assez souvent à moins de 1,5 g/l, sa plus forte concentration correspond à la partie la plus profonde et la plus exploitée de la nappe.

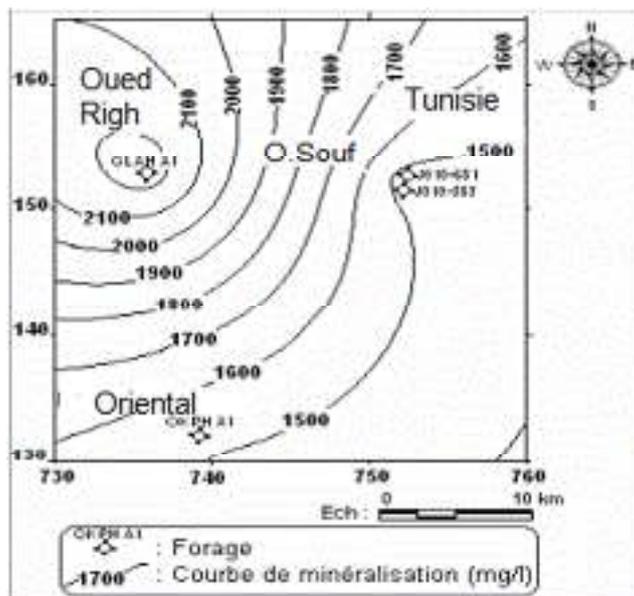


Figure II.2 : Carte de minéralisation totale des eaux, nappe du "CI", Oued Souf (DHW-Oued Souf)

a. Représentation graphique des eaux du "CI" :

L'objectif principale d'une représentation graphique est de permettre une approche rapide des résultats analytiques en vue de caractériser facilement une eau, de suivre son évolution ou de la comparer à d'autres eaux de compositions physico-chimiques voisines ou de proximité géographique. Parmi les représentations graphiques les plus courantes, on a :

b. Diagramme de Schoeller-Berkaloff :

Ce diagramme est une représentation graphique semi-logarithmique, sur l'axe des abscisses sont représentés les différents ions. Pour chacun de ces ions (ou des groupements $Na^+ + K^+$ et $CO_3^{--} + HCO_3^-$) la teneur réelle en (mg/l) est reportée sur l'axe des ordonnées. Les points obtenus sont reliés par des droites. L'allure du graphique obtenu permet de visualiser le faciès de l'eau concernée.

Le report des résultats d'analyse sur diagramme de Schoeller-Berkaloff met en évidence la même variation des caractères chimiques qui existent entre les eaux des deux forages captant le "CI" (El H'deb1 et 2) (Fig. 2).

Tableau II.3: Classification des eaux selon Stabler, nappe du "CI", Oued Souf

forage	Anions	Cations
El H'deb 1	$r\%(SO_{42-}) > r\%(Cl-) > r\%(HCO_{3-})$	$r\%(Na^++K^+) > r\%(Ca^{2+}) > r\%(Mg^{2+})$
El H'deb 2	$r\%(SO_{42-}) > r\%(Cl-) > r\%(HCO_{3-})$	$r\%(Na^++K^+) > r\%(Ca^{2+}) > r\%(Mg^{2+})$

Source : à

l'ANRH

Selon Stabler (tableau. 2), ces eaux présentent généralement un faciès sulfaté sodique avec des teneurs en ions supérieures aux normes de potabilité fixées par l'OMS. Elles sont cependant utilisables, moyennant un certain nombre de précautions.

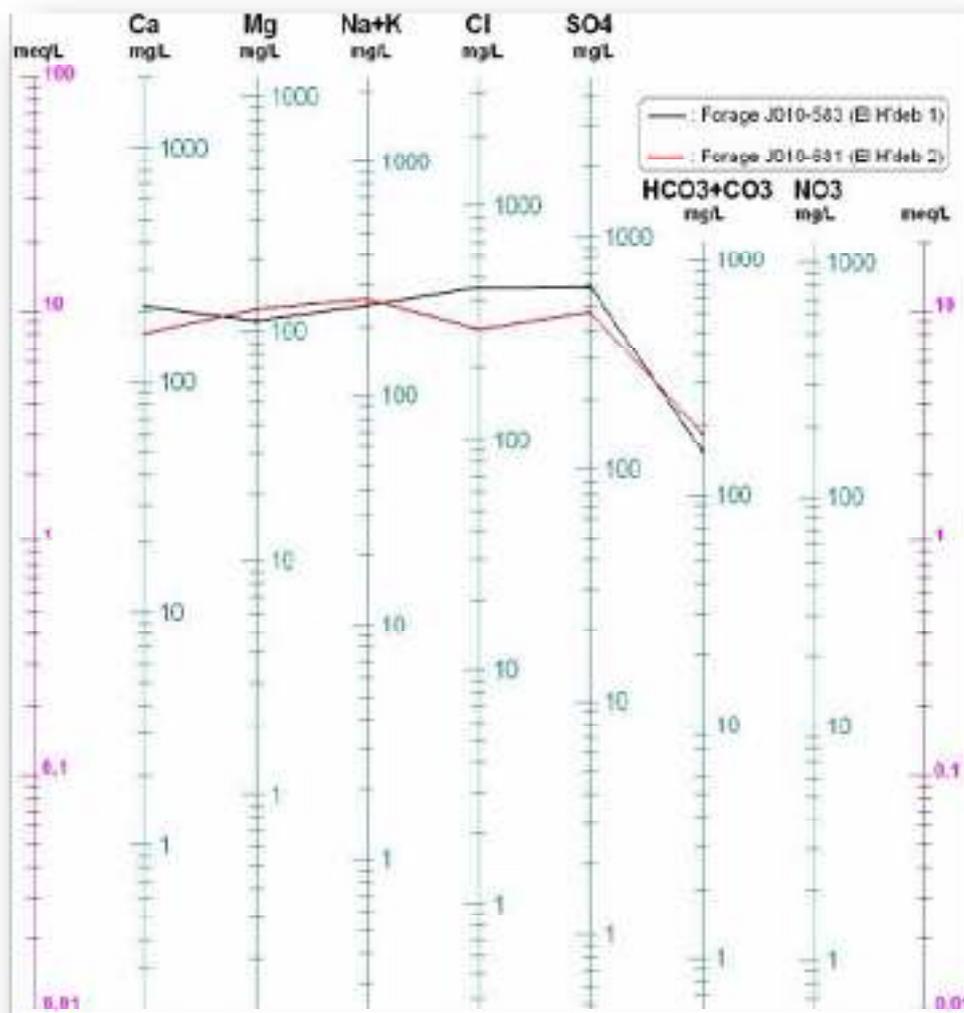


Figure II.3: Diagramme de Schoeller-Berkaloff d'analyse des eaux, nappe du "CI", Oued Souf 2007(Source : ANRH de Oued Souf).

II.1.2 La nappe du Complexe Terminal "CT" :

Les résultats d'analyses effectuées sur les différents forages captant le "CT", ont permis d'identifier les caractéristiques suivantes : (tableau. 3)

Tableau II.4: Caractéristiques physico-chimiques des eaux,nappe du "CT", Oued Souf

Forage Paramètres	Reguiba	Ifri	Taghzout	Ourmes
	Valeurs moyennes			
Température in situ (°C)	20	21	19	19
PH	7.8	7.9	7.9	7.7
Conductivité µs/cm	2200	2300	4400	4310
Calcium mg/l	172	188.3	236.2	333.4
Magnésium mg/l	97.2	209	143	237.2
Bicarbonates mg/l	136	105.8	186.5	119.7
Sodium + Potassium mg/l	184	453	282	418
Chlorures mg/l	324	323.7	399.2	430.4
Sulfates mg/l	596.4	452	865.6	630.6
Minéralisation totale mg/l	1660	1730	3180	3240

Source : à

I'ANRH

- Les échantillons Ourmes et Taghzout présentent des eaux fortement minéralisées (3 g/l) que les échantillons Ifri et Lala Reguiba (1,6 g/l).
- Les échantillons Ourmes et Taghzout : eaux très dures, à dominante sulfato-chloruro- sodique; Les échantillons Ifri et Reguiba: eau dure, à dominante sulfatochloruro-sodique.
- La carte ci-dessous (Figure II.5), fait ressortir deux zones à peu près distinctes :

Une zone moins minéralisée (1,6 g/l) au Sud correspond à la partie la plus profonde et moins exploitée de la nappe (Souf ville);

Une zone plus minéralisée (3 g/l) que la précédente, correspond à la partie moins profonde et plus exploitée de la nappe située au Nord-west de la zone de Oued souf (champs irrigués d'Ourmes).

L'accroissement de la minéralisation vers la zone d'Ourmes, traduit la convergence des écoulements souterrains de la nappe vers ces zones agricoles fortement exploitées (constituent localement, exutoires artificiels).

Sur l'ensemble de la région de Oued souf, la minéralisation totale de l'eau du "CT" est assez souvent de 2 à 3 g.

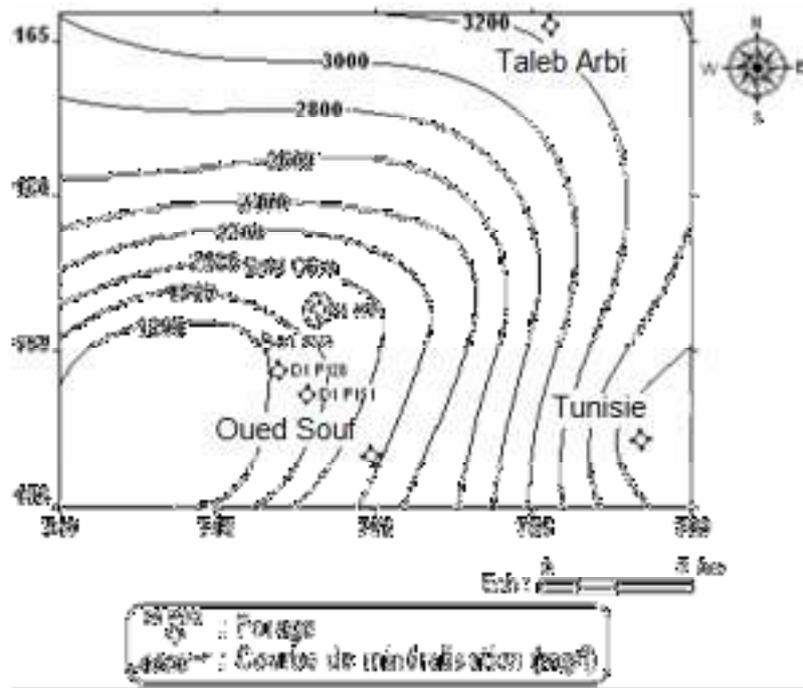


Figure II.4: Carte de minéralisation totale des eaux, nappe du "CT", Oued Souf (DHW- Oued Souf)

II.1.3 Représentation graphique des eaux du "CT" :

a. Diagramme de Schoeller-Berkaloff :

Le report des résultats d'analyse sur diagramme de Schoeller-Berkaloff met en évidence la même variation des caractères chimiques qui existent entre les eaux du "CT". (Figure II.5)

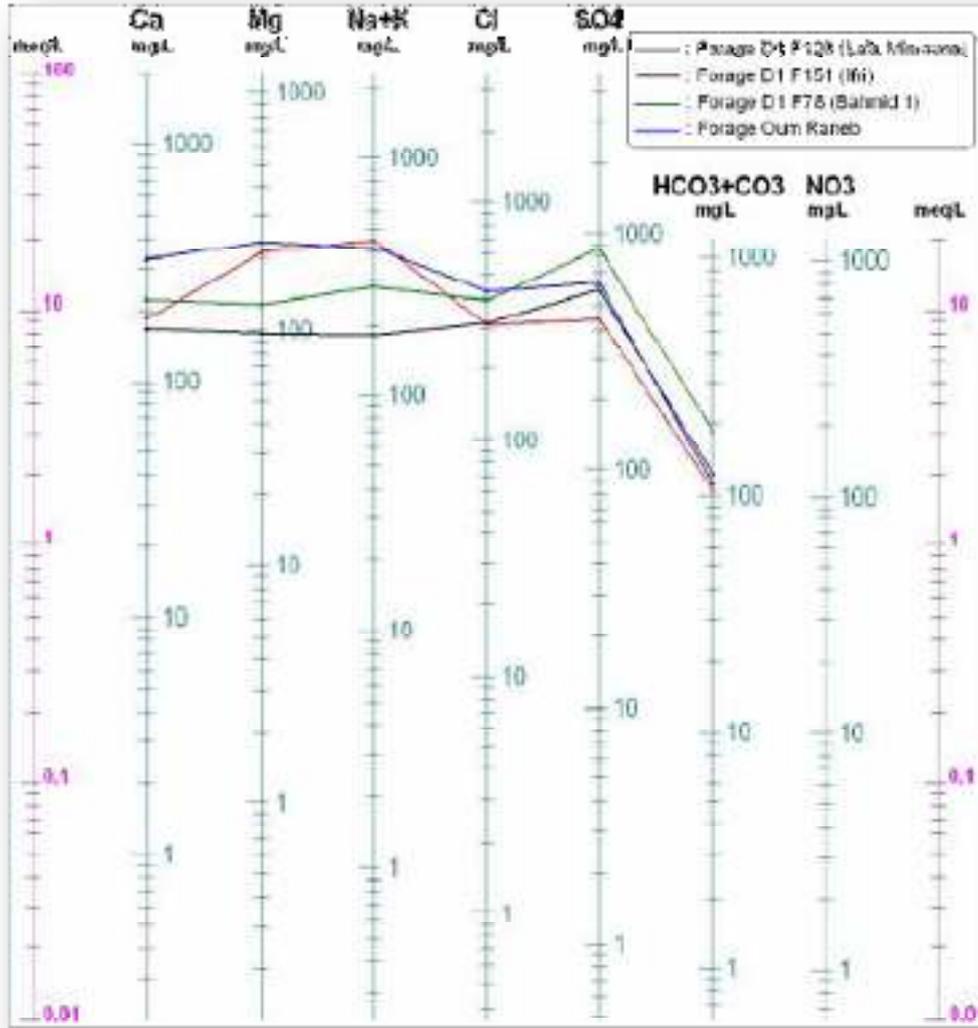


Figure II.5: Diagramme de Schoeller-Berkaloff d'analyse des eaux, nappe du "CT", Oued Souf (Source : ANRH de Oued Souf)

Selon *Stabler* (tab. 5), ces eaux présentent généralement un faciès sulfaté sodique avec des teneurs en ions supérieures aux normes de potabilité fixées par l'OMS. Elles sont cependant utilisables, moyennant un certain nombre de précautions.

Tableau II.5: Classification des eaux selon *Stabler*, nappe du "CT", Oued Souf

Forage	Anions	Cations
Reguiba	$r\%(SO_{4\ 2-}) > r\%(Cl-) > r\%(HCO_3-)$	$r\%(Na++K+) > r\%(Ca_{2+}) > r\%(Mg_{2+})$
Ifri	$r\%(SO_{4\ 2-}) > r\%(Cl-) > r\%(HCO_3-)$	$r\%(Na++K+) > r\%(Mg_{2+}) > r\%(Ca_{2+})$
Taghzout	$r\%(SO_{4\ 2-}) > r\%(Cl-) > r\%(HCO_3-)$	$r\%(Na++K+) > r\%(Ca_{2+}) > r\%(Mg_{2+})$
Ourmes	$r\%(SO_{4\ 2-}) > r\%(Cl-) > r\%(HCO_3-)$	$r\%(Na++K+) > r\%(Ca_{2+}) > r\%(Mg_{2+})$

Source : à

l'ANRH

II.2 Classifications les eaux selon la classification USDA (SAR +conductivité)

II.2.1 Exchange sodium pourcentage ESP

$$ESP\% = \frac{Na^+ \text{ absorbé} (meq/100g)}{CEC} \cdot 100$$

Avec :

CEC : capacité d'échange cationique

Ou bien on utilise l'abaque montré dans la Figure II .1 ou la formule suivante

$$ESP\% = \frac{100(-0.0126 + 0.01475SAR)}{1 + (-0.0126 + 0.01475SAR)}$$

ESP=7.1 % le sol est donc alcalin

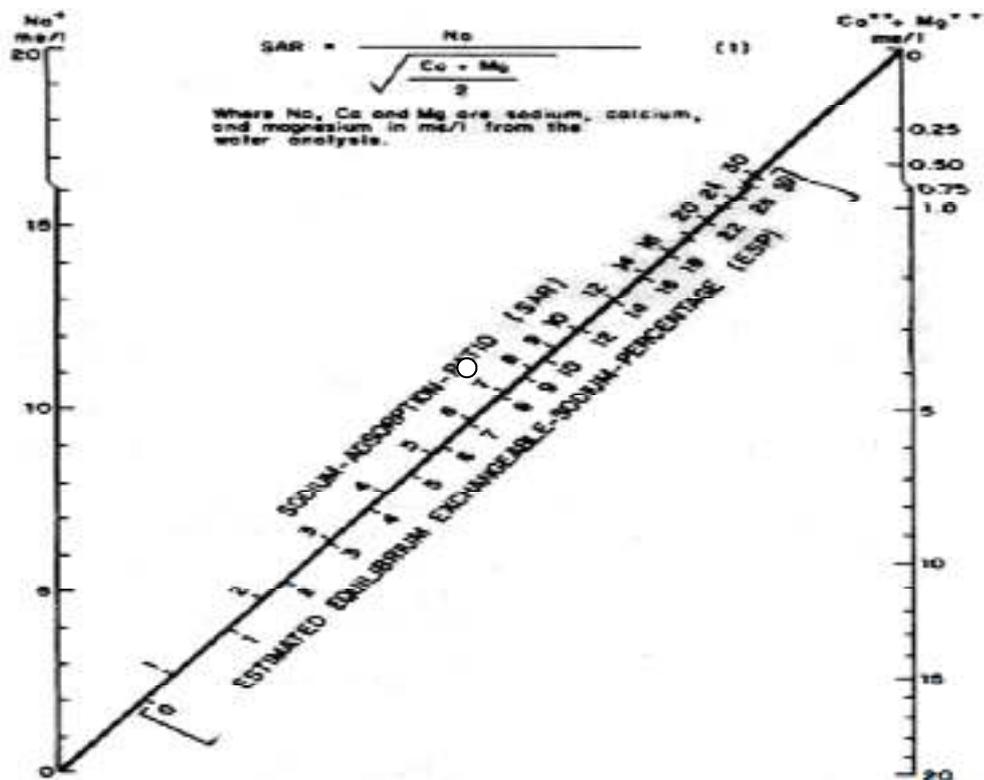


Figure II.6: estimation de l'ESP en fonction de SAR (source Lund drainage)

Tableau II.6: Les types des sols en fonction de CE et ESP

Type de sol	CE mm hos/cm	ESP%
Sols sales	CE>4mmhos	
-non sodique	CE>4mmhos	ESP<15%
-sodique	CE>4mmhos	ESP>15%
-non sodique	CE<4mmhos	ESP<15%
-sodique	CE<4mmhos	ESP>15%

II.2.2 La conductivité électrique

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

Quatre classes de risque salin ont été définies :

* C1 : Risque faible $CE \leq 0,25$;

* C2 : Risque moyen $0,25 < CE \leq 0,75$;

* C3 : Risque élevé $0,75 < CE \leq 2,25$;

* C4 : Risque très élevé $CE > 2,25$.

II.2.3 Le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R

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

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

Avec : Na⁺, Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺ meq/l

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

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

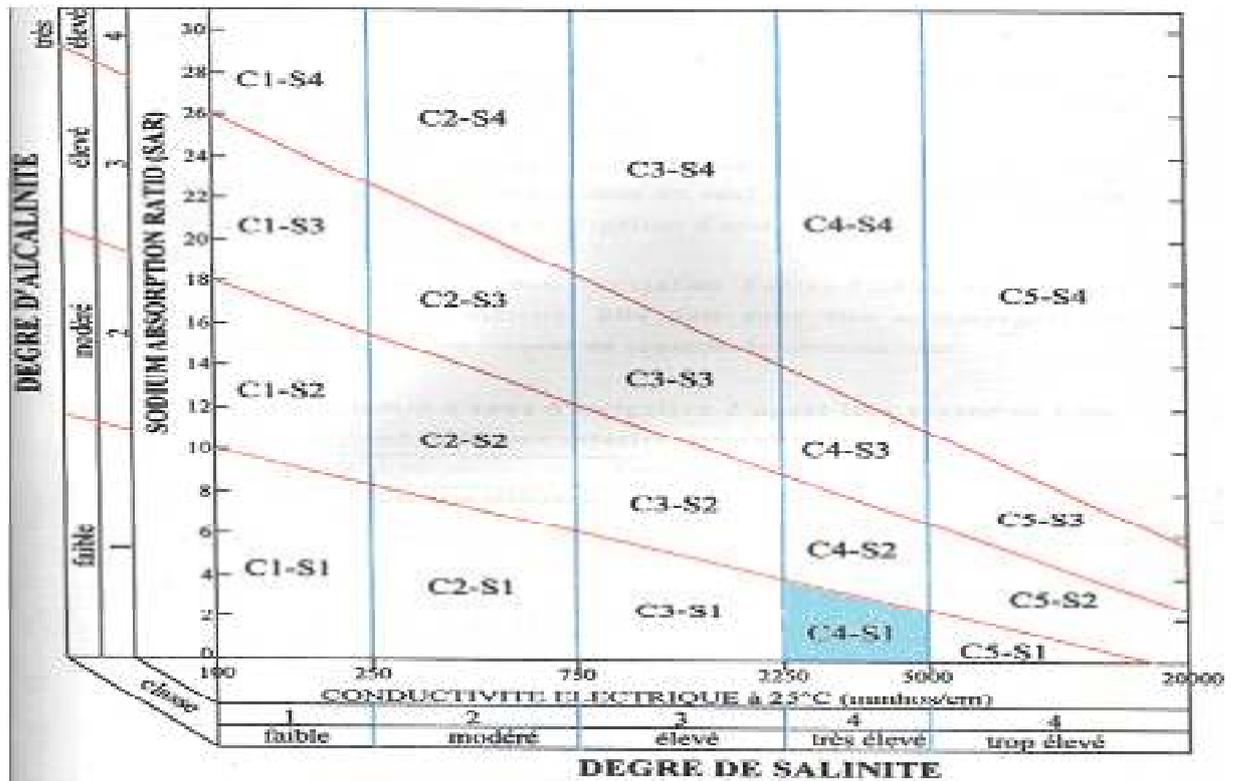


Figure II.7: Diagramme de classification des eaux d'irrigation

II.3 La nappe phréatique Nous présentons dans les tableaux (6 et 7) ci-dessous les résultats d'analyse des paramètres physico-chimiques, effectuée sur les eaux de la nappe phréatique (parties nord et sud de la cuvette de Oued Souf).

Tableau II.7 : Les Caractéristiques physico-chimiques des eaux, nappe phréatique, Oued Souf nord

Forage Paramètres	N'Goussa 1	N'Goussa 2	N'Goussa 3
	Valeurs moyennes		
Température in situ (°C)	24	18	18
PH	7.4	7.6	7.2
Conductivité µs/cm	6700	8400	6700
Calcium mg/l	681.3	881.7	841.6
Magnesium mg/l	133.6	170.1	594.3
Bicarbonates mg/l	351.9	920.7	586.5
Sodium + Potassium mg/l	57.4	27.4	203.6
Chlorures mg/l	520	17440	14677.5
Sulfates mg/l	395.6	1203.9	2286.1
Minéralisation totale mg/l	2300	20800	19300

Source : à l'ANRH

Pour la répartition de la conductivité, les valeurs élevées sont localisées dans les sebkhas et dans les régions basses où la nappe est peu profonde et l'évaporation importante :

- Sebkhet Ourmes (Saïd 1) au Sud, avec des valeurs de conductivité atteignant 40 000 µs/cm
- SebkhetEl Ogla au Sud, avec des valeurs atteignant 20 000 µs/cm.

Le centre-ville de Oued souf et N'Goussa, est souligné par des valeurs faibles, s'étendant de 5 000 µs/cm (Rouissat) à 8 400 µs/cm (N'Goussa 2) avec une auréole de valeurs plus élevées lorsque l'on s'approche en bordures nord des agglomérations.

Tableau II.8: Caractéristiques physico-chimiques des eaux, nappe phréatique, Oued Souf sud

Forage Paramètres	El Bayadha	Robbah	Nakhla	Saïd 1
	Valeurs moyennes			
Température in situ (°C)	18	18	23	18
PH	7.8	7.9	7.5	7.3
Conductivité µs/cm	20 000	500	6000	40 000
Calcium mg/l	1202	641.28	601.2	1162.3
Magnésium mg/l	89.9	77.7	658.2	651.37
Bicarbonates mg/l	703.84	0	114.2	230.2
Sodium + Potassium mg/l	177.2	36.2	92.8	100
Chlorures mg/l	2700	940	20 560	6320
Sulfates mg/l	673.4	744.7	3 606.3	1250.5
Minéralisation totale mg/l	5700	2800	26100	10000

Source : à

I'ANRH

L'interpolation des données ponctuelles a permis de tracer des courbes d'égale minéralisation des eaux de la nappe phréatique (Fig. 5).

La carte montre une augmentation progressive de la minéralisation le long des directions d'écoulement. Ainsi elle fait ressortir deux zones distinctes localisées de part et d'autre de la ligne de partage des eaux (déterminée par la piézométrie) aux environs sud de N'Goussa.

La première zone sera celle qui correspond à toute la partie nord qui s'étend de la ligne de partage jusqu'à Sebkhet Safioune avec cependant les zonalités locales suivantes :

- ✓ une zone faiblement minéralisée (<10 g/l) caractérise l'entourage de N'Goussa et Nakhla.

Cette faiblesse de minéralisation peut être due à une dilution des eaux en provenance des nappes profondes "CT" (eaux d'irrigation); -- une zone fortement minéralisée (> 20 g/l) au niveau de Sebkhet Safioune.

- ✓ La deuxième zone est celle qui correspond à la partie sud de la cuvette et qui concerne tous les chotts de Oued souf .

L'examen de la carte au niveau de cette zone montre que les courbes iso-minéralisation convergent vers les chotts de Oued souf et de ses zones environnantes (El Bayadha et Robbah), ce qui traduit l'accroissement de la minéralisation depuis les zones sud (de Robbahet Al Bayadha) où elle prend des valeurs inférieures à 10 g/l, pour atteindre 10 g/l aux environs de Sebkhet Ourmes (Saïd 1) et 30 g/l, aux environs de Chott Nakhla).

Par ailleurs, pour ces deux zones, la minéralisation totale indique que les chotts et sebkhas sont les principales zones de perte (par évaporation) de la nappe phréatique.

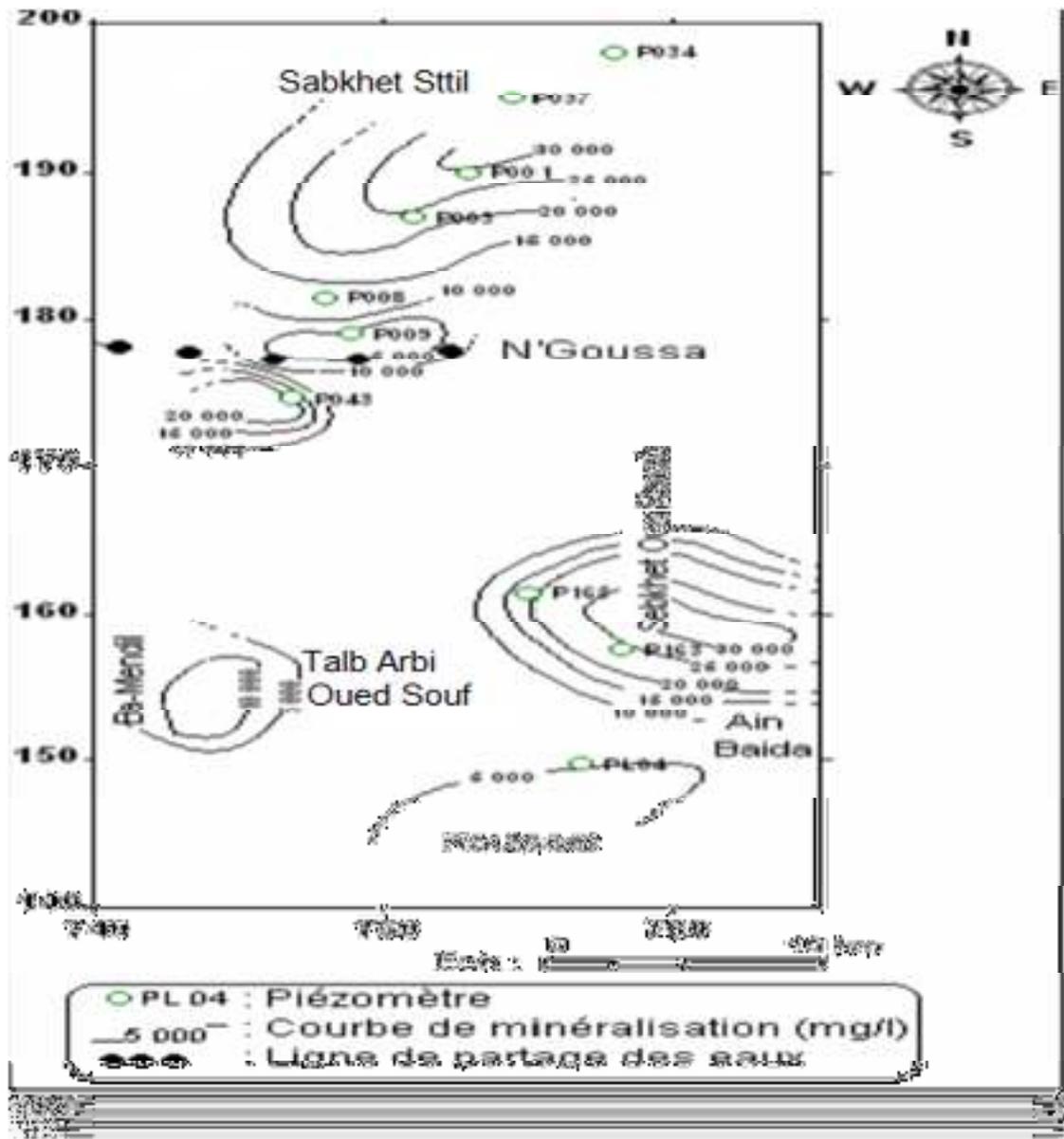


Figure II.8: La Carte de minéralisation totale des eaux, nappe phréatique, Oued Souf (DHW-Oued Souf)

Concernant les teneurs en nitrates des eaux et par manque de données de l'année 2007, nous avons obligé d'utiliser les données du bureau d'étude BG regroupant les données archives de la DHW et de l'ONA Oued Souf de l'année 2003 ; donc, la carte ci-dessous montre que les fortes teneurs en nitrates (>100 mg/l) sont situées au Nord (au niveau de Sebkheth Safioune), puis à l'Est de Frane dans des Sebkheths loin de zones exploitées.

Elles correspondent à des zones d'évaporation où les eaux se concentrent en sels (pas de lessivage). Les faibles teneurs (< 20 mg/l) sont situées à l'Ouest de N'Goussa et au Sud-Est au niveau de Sebkheth Ourmes et aux palmeraies de Oued souf excepté les

palmeraies de Bayadha et de Chott (Nakhla) où les concentrations de nitrates sont comprises entre 40 et 140 mg/l.

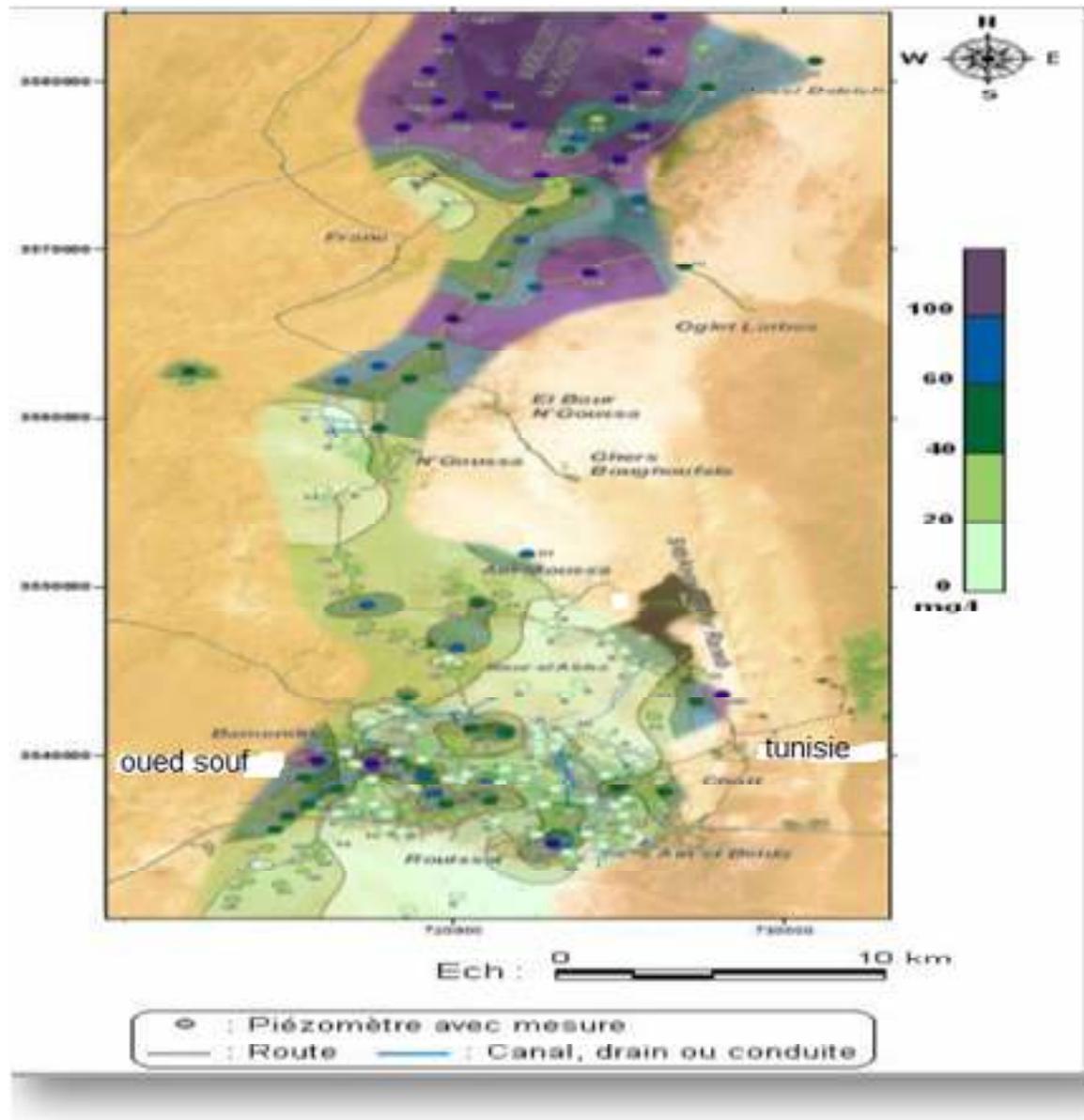


Figure II.9: La Carte des teneurs en nitrates des eaux, nappe phréatique, Oued Souf (BG, 2003)

II.3 Représentation graphique des eaux de la nappe phréatique

a. Diagramme de Schoeller-Berkaloff

Le report des résultats d'analyse sur diagramme de Schoeller- Berkaloff met en évidence la nette différence des caractères chimiques qui existent entre les eaux de chotts et sebkhas et celles au niveau des agglomérations (N'Goussa 1) surtout pour les anions

(Chlorures et Sulfates) (Fig. 7)

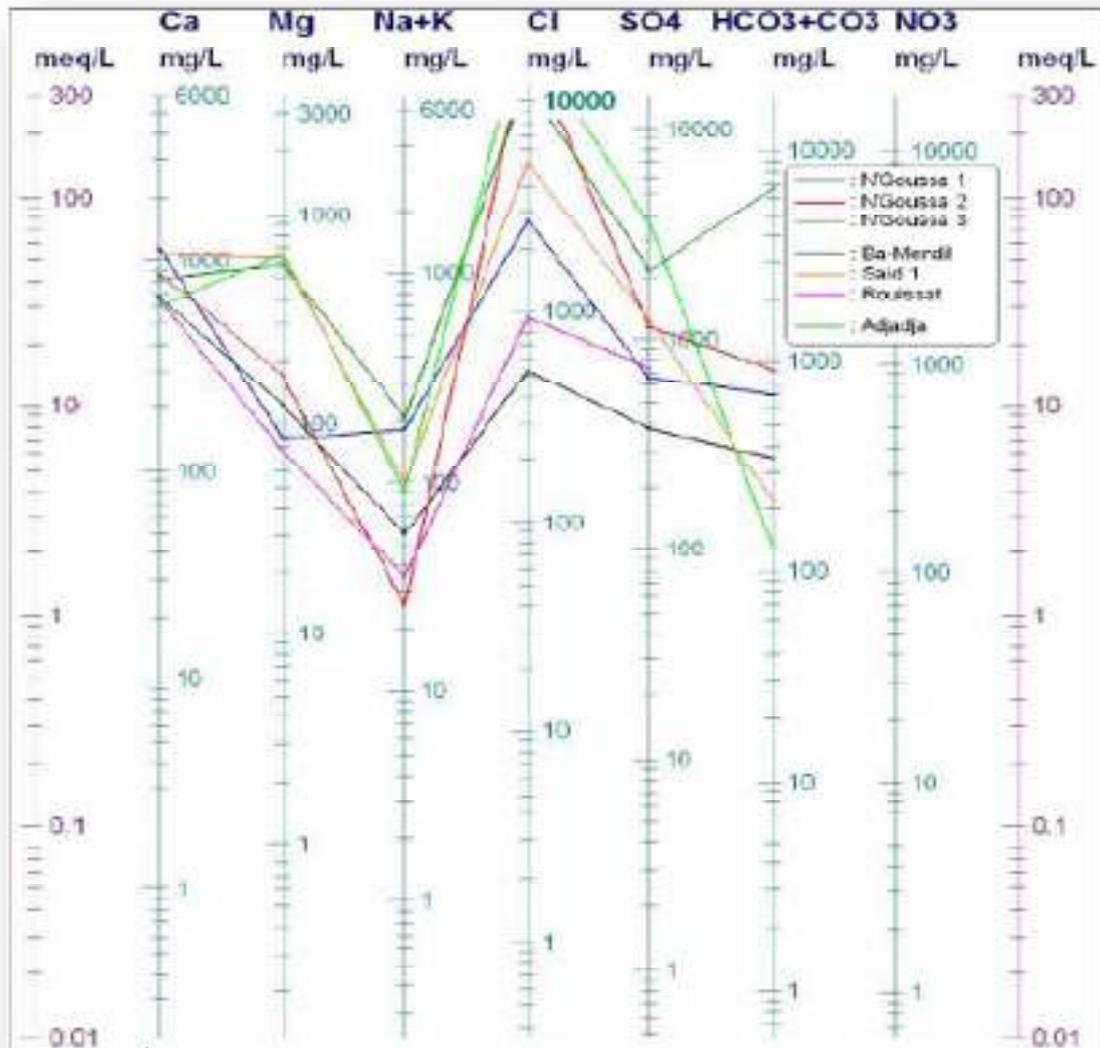


Figure II.10: Diagramme de Schoeller-Berkaloff d'analyse des eaux, nappe phréatique, Oued Souf (Source : ANRH de Oued Souf)

Selon Stabler (tabl. 8), ces eaux présentent généralement un faciès chloruré calcique avec des teneurs en ions très élevées par rapport aux normes de potabilité fixées par l'OMS. Elles sont souvent de qualité très dégradée.

Tableau II.9: La Classification des eaux selon Stabler, nappe phréatique, Oued Souf

Zone	Anions	Cations
N'Goussa 1	$R\%(Cl^-) > r\%(SO_4^{2-}) > r\%(HCO_3^-)$	$r\%(Ca^{2+}) > r\%(Mg^{2+}) > r\%(Na^++K^+)$
N'Goussa 2	$R\%(Cl^-) > r\%(SO_4^{2-}) > r\%(HCO_3^-)$	$r\%(Ca^{2+}) > r\%(Mg^{2+}) > r\%(Na^++K^+)$
N'Goussa 3	$R\%(Cl^-) > r\%(SO_4^{2-}) > r\%(HCO_3^-)$	$r\%(Ca^{2+}) > r\%(Mg^{2+}) > r\%(Na^++K^+)$
Ba-Mendil	$R\%(Cl^-) > r\%(HCO_3^-) > r\%(SO_4^{2-})$	$r\%(Ca^{2+}) > r\%(Na^++K^+) > r\%(Mg^{2+})$
Taleb-Arbi	$R\%(Cl^-) > r\%(SO_4^{2-}) > r\%(HCO_3^-)$	$r\%(Ca^{2+}) > r\%(Mg^{2+}) > r\%(Na^++K^+)$
Sttail	$R\%(Cl^-) > r\%(SO_4^{2-}) > r\%(HCO_3^-)$	$r\%(Mg^{2+}) > r\%(Ca^{2+}) > r\%(Na^++K^+)$
Saïd 1	$R\%(Cl^-) > r\%(SO_4^{2-}) > r\%(HCO_3^-)$	$r\%(Ca^{2+}) > r\%(Mg^{2+}) > r\%(Na^++K^+)$

Source : à

l'ANRH

Conclusion

On conclut dans ce chapitre que les nappes phréatiques dans la zone d'étude diffèrent par rapport à les autres nappes et cette différence selon les caractéristiques physique et physico-chimique (la salinité, SAR, conductivité électrique....) et aussi les classifications des eaux.

CHAPITRE III :

Etude Hydrologique

Introduction

D'une façon très générale, l'hydrologie peut se définir comme l'étude du cycle de l'eau et l'estimation de ses différents flux. L'hydrologie au sens large regroupe :

- La climatologie, pour la partie aérienne du cycle de l'eau (précipitation, retour à l'atmosphère, transferts, etc....) ;
- L'hydrologie de surface au sens strict, pour les écoulements à la surface des continents ;
- L'hydrodynamique souterraine (sensu stricto) pour les écoulements en milieux saturés.

L'hydrologie de surface est une science appliquée qui fait appel à des connaissances dans des domaines très divers également très variés. Les plus importants et les plus classiques sont :

- L'agriculture : irrigation, drainage ;
- L'étude des ressources en eau : eau potable, eau pour l'industrie ;
- La lutte contre la pollution : étude des débits d'étiages évacuant les effluents, les calories ;
- L'énergie hydraulique ;
- Le transport solide (dépôts ou érosion) ;
- La navigation ;
- Les loisirs (plans d'eau) ;
- La sécurité des biens et des personnes : protection contre les crues...

Dans le domaine d'assainissement le but principal de cette étude est de déterminer l'intensité moyenne maximale d'après l'étude des averses qui revêt une importance capitale en hydrologie dont l'intérêt est d'évaluer la quantité des eaux pluviales pour un bassin versant donné.

III.1 Choix de la période de retour :

Par définition, la probabilité est le rapport du nombre d'événements favorable sur le nombre total de durées.

III.2 Analyse des données pluviométriques et choix du type de la loi**d'ajustement :**

En général, l'analyse des données disponibles est le premier pas à franchir dans l'étude d'un projet d'irrigation. Pour cela, une série pluviométrique comportant les précipitations maximales journalières pour la période la plus longue possible. Mais à cause du manque des données on travaille par analogie, alors on prend comme base de calcul la série pluviométrique de la station de Guemar wilaya d'El Oued, sur une période de fonctionnement de 1989 à 2010 qui a été fournie par l'A.N.R.H de Touggourt ; . Les caractéristiques sont les suivantes :

STATION METEOROLOGIQUE : ELO Guemar, Assistance Aéronautique (DAUO)

CODE : 130414

X=06°46'57''

Y=33°30'47''

Z=62m

L'analyse statistique des données pluviométriques consiste à déterminer les caractéristiques empiriques d'un échantillon d'une série d'observation de précipitations mensuelles et maximales journalières de 22 années.

Tableau III.1 : Répartition des pluies moyennes mensuelles et annuelles.

Année	Précipitations (mm)												Maxj	Total
	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou		
90-91	0	0	5,2	1,2	22,3	0	0	20	19	0	0	0	22,3	67,7
91-92	0	4	10,6	5	0	0,2	4,9	0	0	10	3	0	10,6	37,7
92-93	0	0	2,5	25,1	7,7	0	7,8	7	0	0	0	0	25,1	50,1
93-94	0	0	6,6	7,6	0	6,7	0,9	0	0	0	0	0	7,6	21,8
94-95	0	0,4	13,3	2	3,8	0	9,5	2,2	0	0	0	0	13,3	31,2
95-96	19,8	16,4	2,8	1,5	0,7	0	14,4	0	0	0	0	0	19,8	55,6
96-97	13,7	16,5	3,7	4,5	27,5	5,6	9,6	2,8	0,6	0,2	0	0	27,5	84,7
97-98	5,7	0	0	0,7	0	2	0	8	0,2	0	0	0	8	16,6
98-99	17,5	10,1	0	10,8	0	0,8	2,9	5,8	0	2,8	0	0	17,5	41,7
99-00	6,4	0	0	0	19,8	0,4	0	0	0	0	0	0	19,8	26,6
00-01	1	1,3	16,3	6,4	0	0	3,2	0	13,2	0	0	0	16,3	41,4
01-02	0	20,7	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	20,7	21
02-03	2,5	2,4	1,6	5	0,1	0	0	0	7,2	0	0	1,5	7,2	20,3
03-04	0,1	6,4	2,5	0	12,5	5,5	8,9	0	0	0	0	1,4	12,5	37,3
04-05	3,9	3,8	1	0,6	11,6	0	0,6	5,4	0	1,2	0	8,5	11,6	36,6
05-06	0	15,7	18,5	10,9	0	0,2	0	0	0	0	0	0	18,5	45,3
06-07	9,1	3,3	16,5	1,9	9,9	0,6	0,8	4,7	0	0	0	2,5	16,5	49,3
07-08	5,4	10,6	0	1,9	0,1	0,5	0,1	3,7	1,2	0	0	1,6	10,6	25,1
08-09	0	0,8	0	3,6	7,6	2,3	0,2	0	0	0	0	0	7,6	14,5
09-10	14,4	26,8	0	0	27	1,1	12	0,8	0	1,5	0	0	27	83,6
10-11	5,3	0	0	0	6,7	0	0,2	0	0,3	0	5	0,2	6,7	17,7
11-12	0,51	2,04	9,14	9,39	3,05	0	2,03	0	0	4,57	0	0	9,39	30,73
P moy	4,79	6,42	5,01	4,46	7,29	1,17	3,54	2,76	1,90	0,92	0,36	0,72	7,29	39,34

Source (ANRH)

D'après les résultats du tableau pendant la période 1989 – 2012, on a remarqué une irrégularité dans la répartition des précipitations et aussi une variabilité mensuelle et annuelle. Ces pluies sont nettement insuffisantes pour les mois de juin, juillet et août, elles sont moyennes au printemps et maximales en hiver.

III.3 L'homogénéité de la série pluviométrique

L'homogénéisation des données est une analyse statistique de l'information aidant à une prise de décision conséquente. Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au test de Wilcoxon, la vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé ci-dessous :

- ❖ On divise la série complète en deux sous série : x et y tel que : N_1 et N_2 représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries, considérant généralement $N_1 > N_2$.
- ❖ On constitue par la suite, la série x union y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant. À ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang, tout en précisant à quels sous série elle appartient.
- ❖ M^r Wilcoxon a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95%, si la relation ci-dessous est vérifiée avec :

$$W_{\min} < W_x < W_{\max}$$

$$W_x = \left| \text{Rang} \right|_x$$

W_x : Somme des rangs de sous séries

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

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

Le tableau suivant détaille le procédé de test d'homogénéité pour la station de AIN LELLOU.

Tableau III.2 : Test d'homogénéité de la station de AIN LELLOU.

Rang	Série d'origine P (mm)	Série Y	Série X	TRI (mm)	Y U X
1	67,7	67,7		84,7	Y
2	37,7	37,7		83,6	X
3	50,1	50,1		67,7	Y
4	21,8	21,8		55,6	Y
5	31,2	31,2		50,1	Y
6	55,6	55,6		49,3	X
7	84,7	84,7		41,7	Y
8	16,6	16,6		45,3	X
9	41,7	41,7		41,4	Y
10	26,6	26,6		37,7	Y
11	41,4	41,4		37,3	X
12	21	21		36,6	X
13	20,3		20,3	31,2	Y
14	37,3		37,3	30,73	X
15	36,6		36,6	26,6	Y
16	45,3		45,3	25,1	X
17	49,3		49,3	21,8	Y
18	25,1		25,1	21	Y
19	14,5		14,5	20,3	X
20	83,6		83,6	17,7	X
21	17,7		17,7	16,6	Y
22	30,73		30,73	14,5	X

$$W_x = 130$$

$$W_{\min} = 84,76$$

$$W_{\max} = 145,24$$

$$84,76 < W_x < 145,24$$

La condition de M^T Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelle de la station de GUEMAR est homogène.

III.4 Etude de l'échantillon

La pluviométrie est souvent ajustable à des lois statistiques très nombreuses, on utilise pour notre projet celle qui garantit le meilleur ajustement possible. Les lois d'ajustement les plus communément employées en Algérie sont les suivantes :

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

III.5 Choix du type de loi

Ces critères de choix sont liés à un ajustement graphique d'abord et ensuite à un teste d'adéquation. L'allure des points sur du papier à probabilité a permet de prime abord d'accepter ou de rejeter la loi (toute sinusite, mauvaise courbure ou cassure de pente est considérée comme un mauvais ajustement).

On essaie toujours d'ajuster une loi normale à un échantillon ou de se ramener à une loi normale par changement de variable.

Généralement la loi de probabilité ajustable à l'échantillon est d'autant plus près à la normalité que la variable concerne une longue échelle de temps et que le coefficient de variation à 0,5. (TOUIBIA 2004).

III.6 Ajustement de la série pluviométrique

On soumet la série pluviométrique annuelle de la station retenue aux ajustements à la loi Normale, la loi log-Normale.

III.6.1 Ajustement a la loi normale (gauss)

L'ajustement des séries par la loi normale appelée souvent loi de Gauss s'adapte bien avec les pluies moyennes annuelles. En effet sa fonction de répartition est de la forme

$$F(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u \text{Exp}\left(\frac{-1}{2x\mu^2}\right) du$$

U est variable réduite de gauss. Elle est donnée par :

$$U = \frac{X - \bar{X}}{\delta}$$

La transformation $X_{p\%} = \bar{X} + \delta * U_{p\%}$ est l'équation de la droite de Henry sur papier à probabilité gaussienne :

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

$U_{p\%}$: variable réduit de Gauss.

\bar{X} : Moyenne arithmétique.

δ : Écart type.

Pour les calculs on a utilisé le logiciel Hyfran, Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de GUEMAR sont regroupés dans le tableau III.3 et la figure III.1 suivantes :

Tableau III.3 : Ajustement a la loi normale.

mu	29.385214				
----	-----------	--	--	--	--

sigma	14,964818				
zone	EL-OUED				
Quantiles					
q = F(X) (probabilité au non-dépassement)					
T = 1/(1-q)					
N= 22					
T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
10000.0	0.9999	167	25.0	118	216
2000.0	0.9995	143	20.8	102	184
1000.0	0.9990	133	19.1	95.4	170
200.0	0.9950	109	15.0	79.2	138
100.0	0.9900	98.2	13.2	72.3	124
50.0	0.9800	87.8	11.5	65.2	110
20.0	0.9500	73.8	9.21	55.8	91.9
10.0	0.9000	63.1	7.50	48.4	77.8
5.0	0.8000	51.8	5.80	40.5	63.2
3.0	0.6667	42.9	4.59	33.9	51.9
2.0	0.5000	34.9	3.72	27.6	42.2
1.4286	0.3000	26.6	3.23	20.3	32.9
1.2500	0.2000	22.3	3.20	16.0	28.5
1.1111	0.1000	16.9	3.40	10.2	23.6
1.0526	0.0500	13.0	3.69	5.73	20.2
1.0204	0.0200	8.97	4.08	0.972	17.0
1.0101	0.0100	6.53	4.36	-2.01	15.1
1.0050	0.0050	4.43	4.61	-4.61	13.5
1.0010	0.0010	0.464	5.13	-9.59	10.5
1.0005	0.0005	-0.967	5.32	-11.4	9.47
1.0001	0.0001	-3.84	5.73	-15.1	7.39

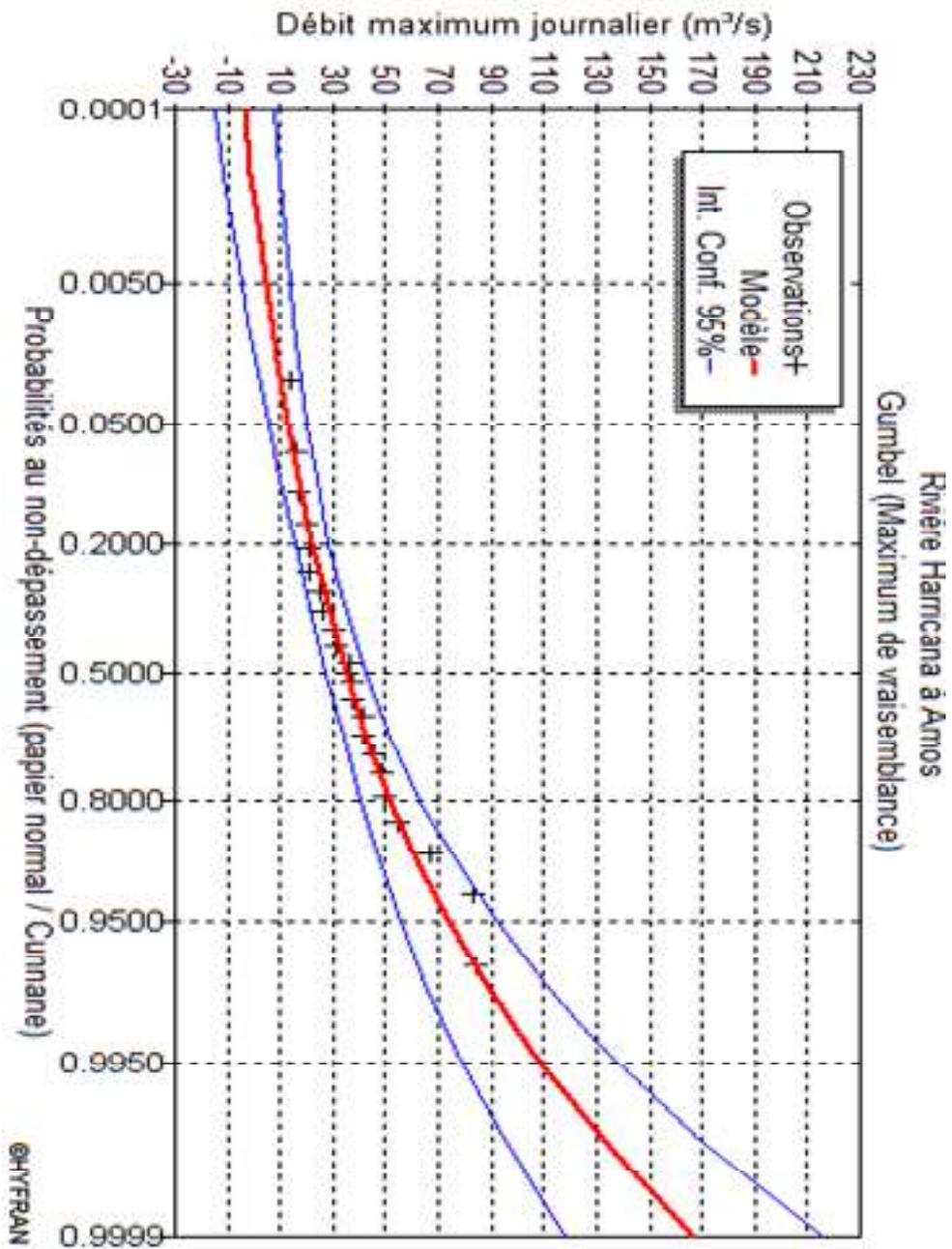


Figure III.1 : Ajustement a la Gumbel

III.6.2 Ajustement à la loi log-normale

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de AIN LELLOU sont regroupés dans le tableau IV.4 et la figure IV.2 suivante :

Tableau III.4 : Ajustement a la loi log-Normale

mu	3,52484				
sigma	0,513023				
zone	Harchoun				
Quantiles					
q = F(X) (probabilité au non-dépassement)					
T = 1/(1-q)					
N=30					
T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
10000.0	0.9999	229	71.9	87.9	370
2000.0	0.9995	184	51.9	81.9	285
1000.0	0.9990	166	44.4	78.7	253
200.0	0.9950	127	29.5	69.5	185
100.0	0.9900	112	24.0	65.0	159
50.0	0.9800	97.4	19.1	60.0	135
20.0	0.9500	79.0	13.4	52.6	105
10.0	0.9000	65.5	9.78	46.4	84.7
5.0	0.8000	52.3	6.69	39.2	65.4
3.0	0.6667	42.3	4.85	32.8	51.8
2.0	0.5000	33.9	3.71	26.7	41.2
1.4286	0.3000	25.9	3.04	20.0	31.9
1.2500	0.2000	22.0	2.82	16.5	27.6
1.1111	0.1000	17.6	2.62	12.4	22.7
1.0526	0.0500	14.6	2.48	9.73	19.5
1.0204	0.0200	11.8	2.32	7.29	16.4
1.0101	0.0100	10.3	2.20	5.97	14.6
1.0050	0.0050	9.05	2.10	4.95	13.2
1.0010	0.0010	6.95	1.86	3.30	10.6
1.0005	0.0005	6.28	1.77	2.80	9.75
1.0001	0.0001	5.04	1.58	1.94	8.14

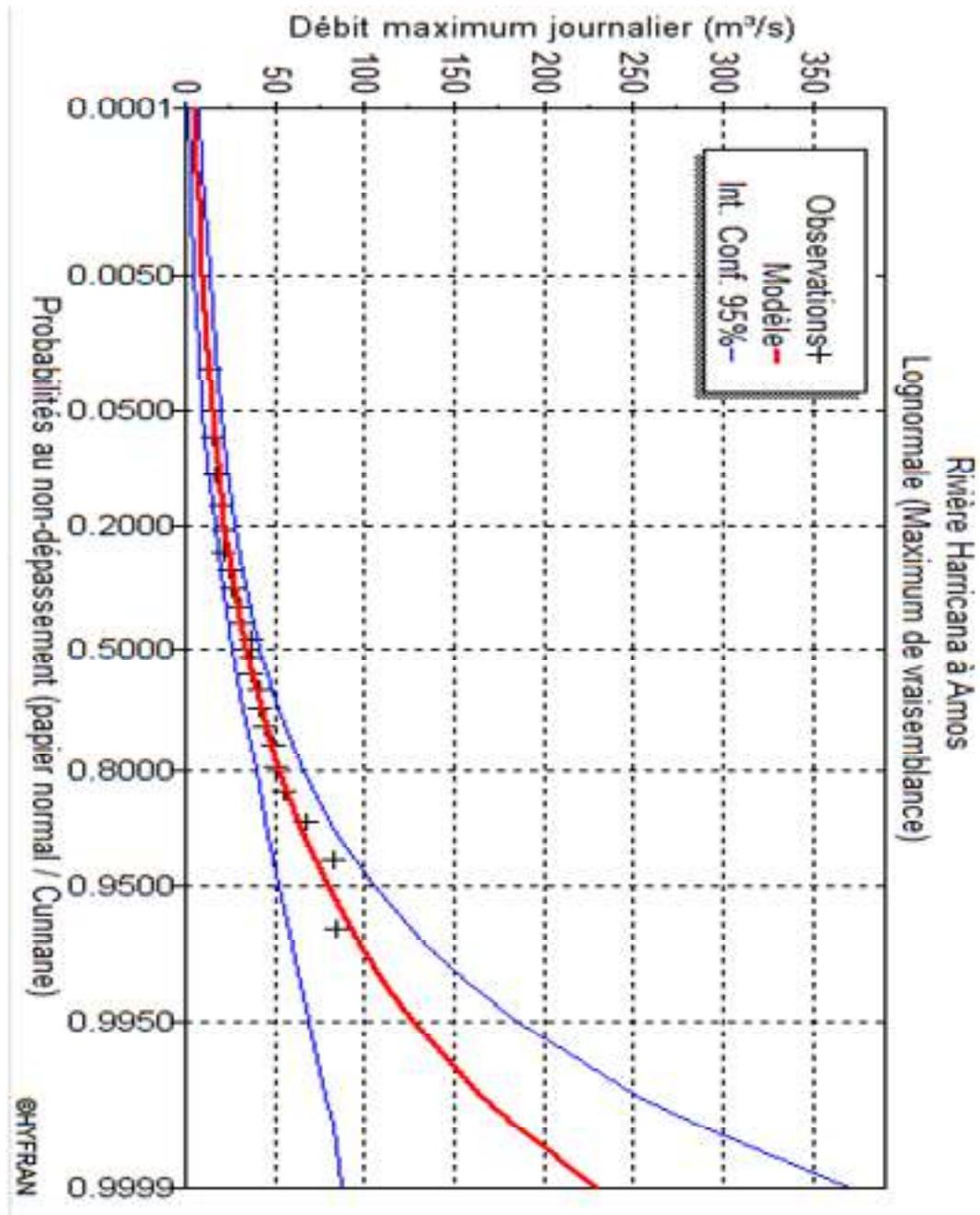


Figure III.2 : Ajustement à la loi de log-normale.

III.7 Test de validité d'un ajustement :

La loi choisie pour ajuster la distribution statistique de l'échantillon, ne représente qu'approximativement l'échantillon étudié, l'erreur commise en adoptant une loi donnée est une erreur d'adéquation. Il convient par conséquent de comparer l'adéquation de ces lois afin d'adopter le meilleur ajustement. L'un des tests le plus employé, est le test du Khi carrée " χ^2 ".

III.7.1. Test de validité de l'ajustement à la loi Gumbel

Station GUEMAR

Le test de validité de Khi carrée pour l'ajustement à la loi Normale est fait par le logiciel Hyfran.

Test d'adéquation : Loi Normale

Résultats

Khi carré = 1,45 = χ^2 calculée

Probabilité p (χ^2 calculée) = 0,6928.

Degrés de liberté : $\gamma = 3$.

Nombre des classes : k=6

III.7.2. Test de validité de l'ajustement à la loi log-Normale

Station GUEMAR

Le test de validité de Khi carrée pour l'ajustement à la loi log-Normale est fait par le logiciel Hyfran.

Test d'adéquation : Loi log-Normale

Résultats

Khi carré = 1,45 = χ^2 calculée

Probabilité p (χ^2 calculée) = 0,6928.

Degrés de liberté : $\gamma = 3$

Nombre des classes : k=6.

Le test de Khi carré est les Figure III.1 ; Figure III.2 montrent que la loi log-Normale présente une adéquation meilleure que la loi Normale.

III.7. Détermination de l'année de calcul

Puisque la loi GALTON est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne annuelle représentative de la région, et comme nous sommes dans une région semi aride et que la pratique montre que pour ce type de climat la probabilité de calcul doit être prise entre 75 % et 90 %.

La probabilité pour laquelle on assure l'irrigation est donnée souvent pour la fréquence 80%

Tableau III.5 : Précipitations mensuelles moyenne.

mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	JUI	JUIL	A	Année
P _{moy}	4,79	6,42	5,01	4,46	7,29	1,17	3,54	2,76	1,90	0,92	0,36	0,72	39,34

D'après le Tableau III.4 : Ajustement à la loi de log-Normale, on a trouve :

$$P_{20\%} = 22 \text{ mm}$$

$$P_{50\%} = 33,9 \text{ mm}$$

Donc le tableau de l'année de calcul est représenté dans le tableau IV.6 suivant :

Tableau III.6 : précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul.

mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	JUI	JUIL	A	Total annuel
P _{moy}	3,12	4,17	3,26	2,90	4,74	0,76	2,31	1,79	1,24	0,60	0,24	1,49	25,57

CONCLUSION :

D'après l'analyse statistique des données hydrologiques, la région d'étude est caractérisée par une pluie moyenne annuelle est de 25,57mm, la pluie de 20% est de l'ordre de 22mm, la pluie de 50% est de l'ordre de 33,9mm.

D'après le (Tableau III.6 : Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul), on déduit que l'année de calcul a:

- ❖ Une saison humide qui dure huit (5) mois (de septembre à Janvier) où la pluviométrie atteint 90% des précipitations moyennes annuelles avec des maximums répartis entre Janvier et février.
- ❖ Une saison sèche de quatre (7) mois (de Février à Aout) avec des minimums en Juillet et Août.

CHAPITRE IV :

EVALUATION DES BESOINS

Introduction :

Le présent chapitre, se propose de quantifier les besoins en eau des cultures sur la base des informations définies auparavant, conditionnant la conception de notre projet tels que les conditions climatiques, cultures envisageables, systèmes agronomiques, l'intensité culturale, potentialités des sols, disponibilité de l'eau, fertilité des sols, pratique culturale et méthodes d'irrigations

Toutefois, en raison d'une répartition défavorable des pluies et des caractères des averses, le degré de satisfaction des plantes en saison sèche est très faible, il est évident que ce déficit en eau provoque des chutes considérables de rendement, d'où la nécessité de bien quantifier les besoins en eau des cultures envisagées dans le périmètre avant de passer à la conception du projet.

Notre périmètre est composé de parcelle alimentés par un forage, leur caractéristique est représentée comme suit :

- Roussource en eau: 55 l/s

IV-1 Besoin en eau du périmètre

Les besoins en eau des cultures, peuvent être définis comme la dose apportée à la plante dans des moments propices, afin de mettre celles-ci dans les meilleures conditions d'humidité requises, pour obtenir son rendement maximal.

La pièce de base pour la quantification des besoins en eau du périmètre est le calendrier des cultures, établi par des agronomes. Il présente les différentes cultures occupant le sol à chaque instant de l'année, on prend soin d'indiquer le taux de surface couvert par chaque culture sur la base des enquêtes menées par les brigades concernées. L'évaluation des besoins en eau du périmètre est basée sur la détermination des besoins de chaque culture retenue dans le calendrier agronomique.

Pour cela on définit :

IV -1-1 L'évapotranspiration :

L'évapotranspiration est un phénomène complexe intégrant à la fois, l'évaporation de l'eau du sol (phénomène physique) et la transpiration de la couverture végétale (phénomène physiologique). Donc on le considérant comme la totalité de la consommation d'eau d'une plante en place, à savoir, l'eau de constitution, l'eau de végétation et les consommations annexes (évapotranspiration directe du sol, herbes.....)

On distingue :

a. L'évapotranspiration de référence :(ET₀ ou ET_P)

C'est l'évapotranspiration d'une culture bien fournie en eau ou le sol est à sa capacité de rétention, autrement dit c'est la limite maximal de l'évapotranspiration.

On peut la définir comme étant le taux de l'évapotranspiration d'une surface du Gazon vert, ayant une hauteur uniforme de 8 à 15cm, poussant activement, ombrant complètement le sol et ne manquant pas d'eau.

b.L'évapotranspiration réelle :(ET_R)

C'est la valeur réelle de l'évapotranspiration le plus souvent, elle est inférieure à l'évapotranspiration potentielle, puisque le sol n'est pas en permanence à sa capacité de rétention. En plus, elle est considérée variable pendant la période de végétation. Il est donné par suivant :

$$ETP_{CULTURE}=ET_0 * K_C$$

Avec :

K_C : le coefficient cultural qui dépend du type de la culture et de son stade de développement, et des conditions climatique qui y règnent.

IV -2 Méthodes d'évaluation d'évapotranspiration de référence :(ET₀ ou ETP)

L'évapotranspiration potentielle peut être évaluée selon plusieurs possibilités parmi les quelles :

- L'évapotranspiromètre (mesure directe)
- Les stations expérimentales
- Méthode de bilan hydrique
- Méthode de bilan thermique.
- Formules empiriques.

Il existe plusieurs formules empiriques parmi les quelle

- Formule de Blaney-Criddle
- Formule de Turc
- Formule d'Ivanov. (URSS)
- Formule de Penman

Permis ces formule on site les suivants :

a) Formule de Blaney-Criddle :

Elle a été établie et a donné des résultats satisfaisants pour les régions arides et semi-arides, s'exprime par la formule suivante :

$$ETP= (0,457T+8,13)*K*P$$

Avec :

ETP : Evapotranspiration potentielle en (mm/jour)

P : Pourcentage de la durée mensuelle de l'éclairement rapporté à la durée annuelle et ne dépend que de la latitude.

K : Coefficient variant en fonction de la culture et de la zone climatique

T : Température moyenne mensuelle en (°c)

b) Formule de turc (France1960) :

Si l'humidité relative de l'air est supérieure à 50%, l'évapotranspiration potentielle est donnée par l'expression

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

Avec :

T : Température moyenne de la période considéré, en (°c)

I_g : Radiation globale du mois considéré en (cal/cm²/jour), selon Turc, le coefficient 0.40 est réduit à 0.37 pour le mois de février.

Si l'humidité relative de l'air est inférieure à 50%, l'ETP est donnée par l'expression suivant :

$$ETP = 0,40 \times (I_g + 50) \times \frac{T}{T + 15} \times \left(1 + \frac{50 - H_r}{70} \right)$$

Avec

T : Température moyenne de la période considéré en (°c)

H_r : L'humidité de l'air en %

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

Tel que :

$$I_g = I_{gA} \times \left(0,80 + 0,62 \times \frac{h}{H} \right)$$

Avec :

I_{gA} : Radiation maximale théorique

H : Durée astronomique de jour en (heure/mois)

h : Durée d'insolation en (heure/mois)

En ce qui concerne notre projet, le calcul des besoins en eau des cultures est effectué à l'aide du logiciel appelé; CROPWAT version 4.3, qui permet au passage, de l'évaporation à

l'évapotranspiration de référence, selon la méthode empirique la plus appropriée de Penman & Monteith (ou penman modifiée).

c) Méthode de Penman & Monteith

Cette méthode est limitée ou bien incomplète, du fait que cette dernière ne prenne pas en considération l'effet de quelques paramètres météorologiques.

Pour cela, nous adaptons la nouvelle formule de Penman & Monteith modifiée qui prenne en compte l'effet du paramètre vent, ainsi que les corrections supplémentaires qui tiennent compte des conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

L'expérience a montrée que l'expression obtenue, est valable pour les régions humides et aussi dans les régions très chaudes et semi-arides ; la formule de Penman & Monteith modifiée se présentant comme suit :

$$ET_0 = C \times [W \times R_n + (1 - W) \times F(u) \times (ea - ed)]$$

Où

ET_0 : Représente l'évapotranspiration de référence, exprimées en mm/jour

W: Facteur de pondération rendant compte de l'effet de rayonnement à différentes températures et altitudes.

R_n : Rayonnement net en évaporation équivalente, exprimé en mm/Jour

F (u) : Fonction liée au vent.

ea : Tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, en millibar

ed : Tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimée en millibars.

La différence (ea-ed) constitue le facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est réalisé à l'aide de logiciel CROPWAT 4.3 fondé sur la méthode de Penman & Monteith, modifiée et recommandée par la consultation des experts de la FAO, tenue à Rome en Mai 1990

Pour l'exploitation du logiciel, nous devons fournir les informations mensuelles de la station météorologique et la méthode adoptée, emploie les informations homogènes ou fiable suivantes : (Chapitre1)

- Température : les températures moyennes sont données en Degré Celsius (°c).
- Humidité de l'air : l'humidité relative de l'air exprimée en pourcentage (%).
- Insolation journalière : donnée en heures d'insolation de (1 à 20 h).
- Vitesse de vent : la vitesse du vent peut être introduite en m/sec.

Dans le tableau n°VI-1 nous représentons l'évapotranspiration de référence ET_0 calculée à l'aide du logiciel CROPWAT 4.3 selon la formule de Penman modifié (ou Penman & Monteith

Tableau IV.1: Evapotranspiration de référence de la zone de projet selon Pen-Mon

Evapotranspiration de référence ET_0 de Penman et Monteith						
Pays : ALGERIE		Station climatique : GUEMAR (EL OUED)				
Altitude : 62 mètres		latitude : 33,30 S°		longitude : 6,46 E°		
MOIS	temp Moy	humidité	Vent	Insolation	Radiation	ET_0 Penman
	C°	%	m/s	heures	MJ/m ² .jour	mm/jour
Janvier	13,2	64,74	3,04	9,1	25	3,67
Février	15,8	54,79	2,68	9,3	23,7	4,10
Mars	19	48,55	4,08	9,4	21,1	4,3
Avril	22,5	43,51	4,05	9,6	17,4	5,11
Mai	24,5	39,45	4,37	9,7	14,1	4,79
Juin	31,6	34,43	3,74	9,9	12,6	4,88
Juillet	35	32,62	3,81	10,1	13,4	6,31
Août	34,4	33,93	3,22	10,3	16,5	5,15
Septembre	28,6	44,12	3,3	10	20,2	5,61
Octobre	22,4	51,79	2,33	9,6	23	4,58
Novembre	16,8	60,83	2,12	9,3	24,7	4,67
Décembre	12,7	65,88	2	9	25,1	3,66
Totale	23,04	47,88	2,3	8,1	19,7	4,88

IV -3 Traitement des données pluviométriques :

Afin d'estimer le déficit des précipitations pour les besoins en eau d'irrigation, une analyse statistique sera faite pour déterminer la fraction des pluies qui contribuent effectivement à couvrir les besoins en eau d'une culture, nous donnons quelques définitions des précipitations

IV -3-1 Précipitation moyenne mensuelle :

Moyenne déterminée mathématiquement pour une série de relevé pluviométriques, la pluviométrie mensuelle moyenne

IV -3-2 Précipitation de projet : (ou l'année de calcul)

La quantité de précipitations sur la quelle on peut compter quatre années sur cinq, correspond à une probabilité de 80% et représente une année " Normale " Sèche, donc c'est la précipitation qui est utilisée dans le dimensionnement d'un réseau d'irrigation, appelé souvent précipitation de projet.

Tableau IV.2: précipitation mensuelles de l'année de projet

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jui	Jui.	A	Ann.
P_{80%} Mm/moi	3,12	4,17	3,26	2,90	4,74	0,76	2,31	1,79	1,24	0,60	0,24	1,49	25,57

IV -4 Calcul de la pluie efficace :

Pour tenir compte des pertes, le programme CROPWAT 4.3 nous permettra de calculer la précipitation efficace, définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, par percolation en profondeur, etc.....

Il est difficile d'évaluer les pluies efficaces sans avoir recours à des mesures effectuées pendant de longues périodes, en différents endroits.

Par conséquent, en l'absence de telles données, nous utiliserons couramment des méthodes expérimentales, cas de la méthode pourcentage fixé. Dans notre cas on fixe le pourcentage à 80% (on considère que 20%de précipitations sont des pertes par ruissellement de surface, et par percolation en profondeur).

Les valeurs mensuelles de ET_0 , $P_{80\%}$ et P_{eff} sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau IV.3 : Précipitation efficaces dans la zone de projet

Pays : ALGERIE		Station climatique :	
Guemar (El Oued)			
Mois	ET_0 mm/mois	$P_{80\%}$ mm/mois	Pluieff mm/mois
Janvier	110,1	4,74	3,8
Février	123	0,76	0,61
Mars	129	2,31	1,85
Avril	153,3	1,79	1,43
Mai	143,7	1,24	0,99
Juin	146,4	0,6	0,46
Juillet	189,3	0,24	0,19
Août	154,5	1,49	1,19
Septembre	168,2	3,12	2,5
Octobre	137,4	4,17	3,34
Novembre	140,1	3,26	2,61
Décembre	109,8	2,9	2,32
Totaux	1755	26,62	21,29

IV.4.1 Estimation des doses et fréquences d'irrigation au niveau de la parcelle

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

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

B : besoin en eau d'irrigation (mm)

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

RFU : réserve facilement utilisable

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

Y : degré de tarissement

D_a : densité apparente

Z : profondeur d'enracinement mm

H_{cc} : humidité à la capacité au champ

H_{pf} : humidité au point de flétrissement

P_{eff} : pluie efficace

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

a : étant un pourcentage de 80.

Pour notre travail on a utilisé le logiciel cropwat

Lorsque les besoins en eau des cultures tout au long de leur phase de croissance sont connus, il reste à estimer les quantités d'eau d'irrigation à fournir au niveau de la parcelle. Pour ce la, il est nécessaire d'en connaître les données pédologiques.

Celles-ci permettront de déterminer la capacité de stockage de l'eau dans le sol et déterminer la dose d'irrigation à appliquer selon une fréquence définie par l'agriculteur de façon à couvrir les besoins en eau des cultures.

IV.4.2 Dose d'irrigation de la pomme de terre:

Tableau IV.4 : Dose d'irrigation de la pomme de terre

POMME DE TERRE	ETO mm\mois	PEFF mm	KC	ETO*KC mm\mois	B=ETM-(PEFF) mm	RFU mm	EFF	BBRUT mm
Sep	168,2	2,5	0,6	100,92	98,42	0	0,8	169,28
Oct	137,4	3,34	1,25	171,75	168,41	0	0,8	157,27
Nov	140,1	2,61	1,38	193,33	190,72	0	0,8	136,834
Déc	109,8	2,32	1,25	137,25	134,93	0	0,8	120,625
Jan	110,1	3,8						
Fév	123	0,61	0,6	73,8	73,19	0	0,8	116,0875
Mar	129	1,85	1,25	161,25	159,4	0	0,8	115,4
Avr	153,3	1,43	1,38	211,55	210,12	0	0,8	113,187
Mai	143,7	0,99	1,25	179,62	178,63	0	0,8	110,13
Juin	146,4	0,46						
juil	169,3	0,19						
Aout	154,5	1,19						
Total								

V-5- Determination des besoins en eau d'irrigation

V-5-1. Définition

Le besoin en eau d'irrigation, B, est la quantité d'eau que l'on doit apporter à la culture pour être sûr qu'elle reçoit la totalité de son besoin en eau ou une fraction déterminée de celui-ci. Si l'irrigation est la seule ressource en eau, le besoin en eau d'irrigation sera au moins égal au besoins en eau de la culture et il est souvent plus important en raison des pertes à la parcelle (besoins de lessivage) percolation profaned, inégalité de répartition... etc).

V-5-2. Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures

Les besoins en eau des cultures sont calculés par la formule :

$$B = (ETR + D) - (Peff + Ru)$$

Avec :

B : Besoins en eau d'irrigation (mm);

ETR : Evapotranspiration réelle/jour) ;

D : Le drainage ;

Ru : La réserve utile (mm) ; telle que :

$$Ru = (Hcc - Hpf) \cdot Z \cdot da$$

Avec :

Hcc : Humidité à la capacité au champ;

Hpf : humidité du sol au point de flétrissement ;

Z : Profondeur d'enracinement (m) ;

d_a : Densité apparente ;

P_{eff} : Pluie efficace ; $P_{eff} = \alpha \cdot P$;

α : Coefficient tenant compte de l'efficience des pluies.

Le calcul des besoins en eau d'irrigation se fait par le logiciel cropwat.

Les besoins journaliers en eau d'irrigation localisée sont calculés par la formule :

$$ETM_{loc} = K_r \cdot ETM$$

Avec :

K_r : Coefficient de réduction, tel que :

$$K_r = C_s + 0,5 (1 - C_s), \text{ (Freeman et Garzoli)}$$

C_s : Couverture du sol ; pour la pomme de terre $C_s = 60\%$

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

D'où :

$$ETM_{loc} = 0,8 \cdot 4,59 = 3,68 \text{ mm/j.}$$

- **Les besoins d'irrigation nets**

Le besoin d'irrigation, B_{net} , est le volume (ou la hauteur) d'eau d'irrigation théoriquement nécessaire pour obtenir une production normale sur l'ensemble de la surface cultivée (à l'exclusion des pertes et de la contribution des autres ressources).

$$B_{net} = 3,68 \text{ mm/j.}$$

- **Les besoins d'irrigation bruts**

Le besoin d'irrigation brut, B_{rut} : est le volume (ou la hauteur) d'eau d'irrigation nécessaire en pratique (y compris les pertes et les besoins de lessivage mais à l'exclusion de la contribution des autres ressources).

$$B_{rut} = B_{net} \cdot R_p + L \cdot R$$

R_p : Rendement de l'irrigation à la parcelle.

L_R : Besoins supplémentaires en eau pour le lessivage du sol.

$$R_p = \frac{E \cdot cu}{100}$$

Avec :

E : L'efficacité de l'arrosage, dépend de la texture du sol.

cu : Coefficient d'uniformité ($cu < 1$).

En première approximation, certains auteurs proposent de fixer à 10% des besoins nets la quantité d'eau supplémentaire que nécessitent le lessivage et les pertes inévitables par percolation profonde, ce qui fait que l'équation donnant le besoin d'irrigation brut devient :

$$B_{rut} = 1,1 \cdot B_{net} \quad B_{rut} = 1,1 \cdot 3,68 = 4,05 \text{ mm/j.}$$

- **Le pourcentage du sol humidifié**

Le pourcentage du sol humidifié est déterminé soit :

- Selon l'écartement entre les rampes et la texture du sol .
- En appliquant la formule suivante :

$$\frac{P}{100} = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot Sh}{Sa \cdot Sr}$$

Avec :

- P : Pourcentage du sol humidifié ;
- n : Nombre de points de distribution par arbre ;
- S_{pd} : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre ;
- Sh : Largeur de la bande humidifiée ;
- Sr : Ecartement entre rangs d'arbres ;
- Sa : Espacement des arbres sur les rangs.

D'où :

En climat aride on prend : $P = 32 \%$.

- **Doses d'arrosage**

- Dose d'arrosage nette

La dose d'arrosage maximale nette qui peut être apportée par arrosage s'exprime comme en irrigation par aspersion, mais en tenant compte du fait que seule une partie du volume de sol est humidifiée. [3]

$$D_{nette} = (H_{CC1} - H_{pfl}) \cdot Z \cdot Y \cdot \frac{P}{100}$$

Avec :

- D_{nette} : Quantité (hauteur d'eau maximale à apporter par arrosage (mm)).
- H_{CC} : Humidité à la capacité de rétention (mm/m) ;
- H_{pfl} : Humidité au point de flétrissement (mm/m) ;
- Y : Degrés d'extraction de l'eau du sol (%) ;
- Z : Profondeur d'enracinement (m) ;
- P : pourcentage du sol humidifié.

Selon la texture du sol de notre parcelle

$$\text{sableux } H_{CC} = 8\% ; H_{pfl} = 3\%$$

La valeur de Z dépend des cultures (voir l'annexe 5).

Donc pour la pomme de terre on prend $Z = 1m$

$$R_u = (H_{cc} - H_{pp}) Z$$

$$R_u = \frac{(8-3)}{100} * 1000 = 50 \text{ mm}$$

$$R_{FU} = Y * R_U$$

$$R_{FU} = 2/3 * 50 = 33.33 \text{ mm}$$

$$D_{nette} = (H_{CC} - H_{pb}) \cdot y \cdot Z \cdot \frac{P}{100}$$

$$D_{nette} = R_{FU} * \frac{P}{100}$$

$$D'ou \ D_{nette} = 33,33 * \frac{32}{100} = 10,67 \text{ mm}$$

$$D_{nette} = 10,67 \text{ m}$$

La dose d'arrosage brute est calculée par la formule :

$$D_{brut} = \frac{D_{net}}{cu.E} = \frac{10,67}{0,9 \cdot 0,8} = 14,82 \text{ mm.}$$

- La durée d'arrosage :

$$d = \frac{D_{brut} \cdot S_d \cdot S_1}{Q_d}$$

Avec :

S_d : L'espacement des distributeurs sur la rampe ;

S_1 : L'écartement entre les rampes ;

Q_d : Débit du distributeur en l/h.

$$d = \frac{10,67 \times 1 \times 6}{2 \times 4} = 8 \text{ h/j}$$

$$d = 8 \text{ heures.}$$

- La fréquence minimale des arrosages.

Elle représente l'espacement maximal entre arrosage.

$$F_{\text{mini}} = \frac{D_{nette}}{ETM_{loc}} = \frac{10,67}{2,45} = 5 \text{ jours}$$

$$F_{\text{mini}} = 5 \text{ jours.}$$

IV.6 Calcul des débits à transiter par le réseau collectif :**IV.6.1 Débits spécifiques :**

Le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures.

Tableau IV.5 : Besoins bruts totaux de la pomme de terre

Cultures	Superficie en (ha)	Besoins en eau net (mm)	Besoins en eau net (m ³ /ha)	Efficiencce (%)	Besoins bruts totaux (m ³ /ha)	Besoins bruts totaux (m ³)
Pomme de terre	50	106,7	1067	0,80	1333,75	89825

Le débit spécifique ou débit fictif continu représente le débit qui devra être véhiculé par le système d'irrigation pour satisfaire les besoins en eau des cultures durant le mois de pointe pendant un nombre fixe d'heures par jour et pour une surface d'un hectare. Ce débit est donné par la relation suivante :

$$q = \frac{B}{T * t * k * 3,6} \quad (\text{l/s/ha}) \quad \text{Avec :}$$

B : besoins mensuels nets en eau des cultures (m³/ha) ;

T : durée de l'irrigation en jours (T = 31 jours) ;

t : durée de l'irrigation en heures par jour (t = 24h) ;

K : Coefficient correcteur du débit $\approx 0,75$ (car l'irrigation ne se fait pas en 24h/24h).

$$\text{pour pomme de terre:} \quad q = \frac{1333,75}{31 \cdot 24 \cdot 0,75 \cdot 3,6} = 0,66 (\text{l/s/ha})$$

IV.6.2 Débits caractéristiques :

Le calcul des débits caractéristiques permet de définir le débit maximum que le système de dessert aura à fournir pour l'irrigation de chaque parcelle, déterminé en multipliant le débit spécifique de pointe par la surface agricole utile, voir formule (37) :

$$Q = q * S$$

Q : Débit caractéristique en (l/s).

q : Débit spécifique de pointe d'îlots (l/s/ha).

S : Surface de l'îlot (ha).

$$\text{Pour pomme de terre :} \quad Q = 0,66 * 50 = 33,20 (\text{l/s})$$

Conclusion

Au cours de chapitre nous avons pu grâce au calcul du bilan hydrique en s'appuyant sur la méthode de Penman qui prend en considération les principaux facteurs climatiques déterminer les besoins en eau des cultures qui sont : $q=0,66$ (l/s/ha), $Q=33,20$ (l/s), $RFU=33,33$ (mm) , $D_{\text{net}}= 10,67$ mm, $D_{\text{brut}}= 14,82$ mm.

CHAPITRE V :

Les techniques d'irrigation

Introduction

L'apport d'eau aux cultures est une opération qui rentre dans le cadre de la conduite des cultures. Elle est assurée par le biais de plusieurs techniques dont certaines remontent à l'antiquité ancienne et d'autres qui sont récentes. On en cite certaines qui sont utilisées jusqu'à nos jours en faisant ressortir les caractéristiques de chacune d'elles du point de vue gestion d'eau à la parcelle.

V.1 La submersion

C'est l'une des techniques les plus anciennes. Son principe est d'apporter une hauteur d'eau au niveau d'une parcelle dans des planches façonnées au préalable. Elle est réservée aux cultures exigeantes en eau. C'est une technique qui ne demande ni technicité, ni matériel. Elle est moins coûteuse et ne demande pas de la main d'œuvre. Elle présente une fréquence d'irrigation plus lente et permet un bon lessivage des sols salins.

Néanmoins, elle exige des quantités importantes d'eau et risque de provoquer une asphyxie racinaire.

V.2 L'aspersion (pivot)

C'est une technique d'irrigation récente. Il s'agit d'apporter l'eau sous forme de pluie artificielle grâce à des distributeurs appelés asperseurs qui fonctionnent sous pression. Une technique facile à appliquer et permettant l'exploitation du maximum de la surface cultivée en économisant une quantité importante d'eau. Toutefois, certains inconvénients sont à signaler à savoir ; le temps d'arrosage important et le tour d'irrigation faible. Elle nécessite une haute pression dans le réseau et donc une énergie à fournir. Les frais d'installation et d'énergie sont importants et le débit d'eau est élevé

V.2.1 Description et principe de fonctionnement :

Le centre pivot ou encore rampe pivotante est un appareil d'irrigation constitué d'un tube galvanisé qui tourne autour d'un point fixe et supporté par des supports métalliques en forme (A) à l'aide d'une armature et fils métallique. Les supports sont distants de près de 30m et montés sur des roues. La longueur du tube pivotant est de 150 à 600 m et l'eau arrive à l'aide d'une conduite métallique, enterrée qui est reliée à une pompe d'eau montée généralement sur forage ou source d'eau. (Elamoud et Fetiani, 1991)

En général, un pivot est constitué d'une tour centrale autour de laquelle tournent les autres éléments, d'une conduite d'eau assurant son alimentation en eau, des tours mobiles sous forme d'articulations de 30 à 75 cm de long et 3 mètres de hauteur et la longueur totale des tours est de 200 à 400 m et parfois jusqu'à 900 m, des organes d'arrosage (buses, asperseurs rotatifs et canons

en extrémité), et un armoire de commande qui est constitué d'un interrupteur principal, un sélecteur de vitesse, un sélecteur de direction et un voltmètre.

Les buses et les asperseurs sont positionnés sur la conduite d'eau selon leur débit de telle sorte d'avoir une pluviométrie uniforme. Ceci est réalisé en gardant le même débit pour tous les organes et faire varier leur écartement ou bien en variant les débits et en fixant l'écartement. Le débit augmente en s'éloignant de l'axe. Les buses sont généralement montées sur la rampe (tête vers le bas) par des tubes verticaux de façon d'être plus proche du sol que la rampe, ce qui permet d'améliorer l'efficacité de l'arrosage en cas de vent et de réduire un peu la pression de service. Elles sont parfois dotées de pastilles de diamètres variables qui déterminent les caractéristiques de fonctionnement débit-pression pour une pression de 1 à 3 bars, un débit de 1 à 7 m³/heure. (Zergoune, 1997)

Le mouvement du pivot est assuré soit d'une manière hydraulique ou électrique. Pour la première, on utilise l'énergie hydraulique obtenue par la pression de l'eau à l'intérieur du tube d'aspersion pour faire fonctionner un moteur hydraulique. Il y'a une maîtrise de la vitesse des tours donc la vitesse du tube d'aspersion. L'inconvénient de cette méthode c'est que l'appareil ne fonctionne qu'en cour de l'irrigation et on ne peut déplacer le tube que s'il contient de l'eau. La méthode électrique est basée sur l'utilisation de moteurs électriques séparés avec une puissance de 0.5 à 1.5 cv et qui fonctionnent en poussant les roues à tourner à l'aide d'une caisse trousse ou chaîne de mouvement. (Elamoud et Fetiani, 1991)

La machine ne se déplace pas d'une façon continue mais à des séries de départs et arrêts qui sont contrôlés par la fréquence du mouvement du moteur. Lors du fonctionnement d'un pivot, il faut commencer par le réglage de la vitesse de déplacement des tours dont le mouvement est commandé par la dernière tour qui conditionne la vitesse du déplacement du pivot. Cette vitesse dépend essentiellement de la quantité d'eau à apporter, car si on veut apporter une grande dose, on doit diminuer la vitesse du pivot. (Elamoud et Fetiani, 1991)

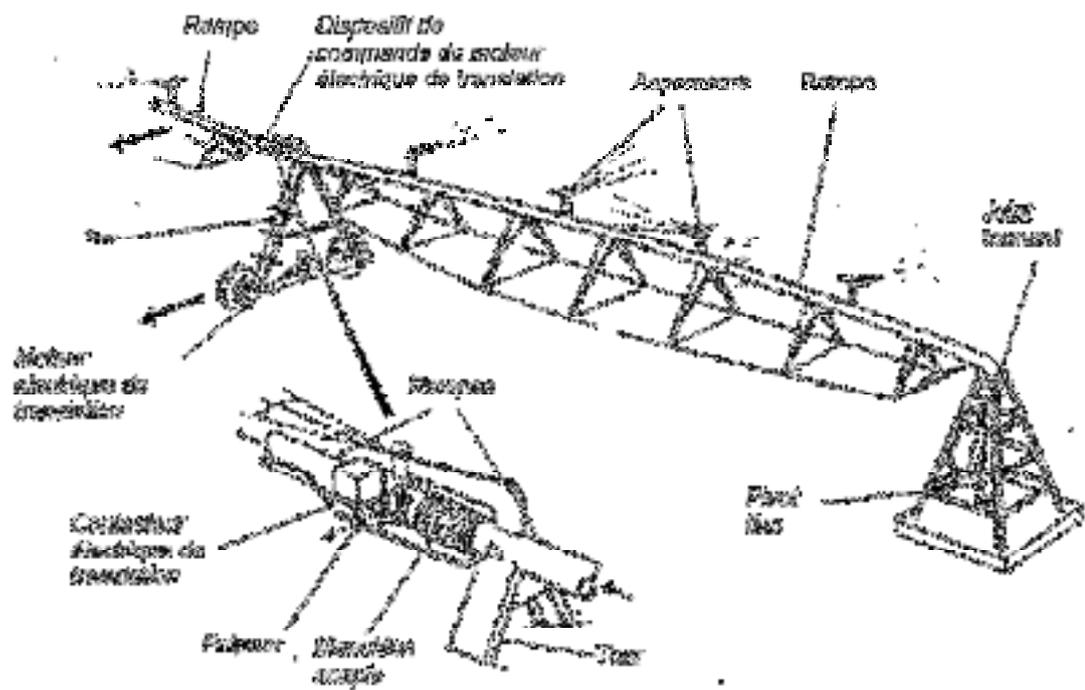


Fig. 15 - Pivot

Figure V-1 :pivot



Figure V-2 : irrigation par pivot

V.3 Application d'eau:

Le but de l'utilisation du système de centre pivot c'est la distribution uniforme de l'eau à la surface du sol. L'application uniforme de l'eau avec l'infiltration uniforme donnent aux plantes les mêmes chances vis-à-vis l'eau. (Yonts, 1997).

L'eau est distribuée par des arroseurs ou asperseurs montés sur le tube principal. Pour avoir une distribution homogène de l'eau, il faut un dispositif spécial vu le mouvement rotatif de l'appareil ce qui fait que les asperseurs proches du point de pivot arrosent des superficies petites par rapport aux asperseurs en extrémité du pivot.

Pour cela, la moyenne de la pulvérisation augmente progressivement en allant vers l'extrémité du pivot par deux façons :

- Faire varier les diamètres des asperseurs et des distances identiques.
- Faire varier la distance entre asperseurs mais en gardant le même diamètre des asperseurs

L'homogénéité de répartition spatiale de l'eau dépend des caractéristiques techniques des systèmes et des conditions climatiques lors de l'application. **(Goosens et al, 2003)**

La moyenne d'aspersion dans une irrigation par asperseurs à impact est de 5 mm heure près du point de pivot à plus de 30 mm / h à l'extrémité du pivot La pression du canon varie de 3.5 à 7 bars, ce qui nécessite de fortes pressions, d'où l'installation de pompe de reprise ou bien on utilise des asperseurs à impact. Dans le cas des petits asperseurs rotatifs, la pression nécessaire est plus faible (1 bar) par rapport aux asperseur à impact, pour des débits de 1 à 7 m³/h. **(Elamoud et Fatiani, 1991).**

Les avantages:

- Ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface à irriguer
- Provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie.
- Economie d'eau.
- Favorise les conditions ambiantes.
- Possibilité d'automatisation du système d'irrigation.
- Nécessite moins de mains d'œuvres.
- Coût très élevé (prix d'achat du matériel très important).
- Une évaporation intense si les gouttes d'eau sont fines.
- Tassement du sol.
- Favorise le développement des mauvaises herbes.
- Le déplacement des conduites après arrosage peut être difficile.

- L'homogénéité de l'arrosage est dégradée si la vitesse de vent est importante.
- En cas d'utilisation des eau salée, il y'aura danger pour le feuillage.

V.4 L'irrigation localisée (goutte à goutte)

Elle consiste à créer un bulbe d'humidité aux environs des racines en gardant le potentiel matriciel à un niveau très bas. Les débits délivrés sous de basses pressions sont faibles, selon les modèles des distributeurs. Elle a pour avantage l'économie d'eau et des engrais, la réduction de la main d'œuvre et de l'effort, la lutte contre les mauvaises herbes et facilite la conduite culturale.

Certains inconvénients peuvent être résumés en un coût d'installation élevé et au problème d'accumulation des sels aux alentours des cultures.

La technique d'irrigation la plus connue sous le nom de l'irrigation localisée est le goutte à goutte. L'irrigation au goutte à goutte est principalement une technique au moyen de laquelle eau et fertilisants peuvent être mis directement à la disposition du système racinaire de la culture grâce à des goutteurs conçus pour distribuer les faibles débits appropriés. C'est à dire arroser peu et souvent à proximité des racines des plantes (KONATE, 2000).

V.4.1. Avantages et problèmes de l'irrigation au goutte à goutte

a. Avantages

- **L'économie d'eau et des engrais** : La fréquence et le niveau d'apport de l'eau et des engrais sont fixés du fait que ces éléments sont distribués dans la zone où se développent les racines, on ne peut s'attaquer donc qu'à une augmentation de la croissance des plantes et leur rendement sur l'économie d'eau, surtout dans les régions où l'eau est rare et les prix de revient sont élevés. On peut compter, par rapport à une irrigation de surface ou à l'aspersion bien conduite, environ 20 % à 30% d'eau en moins. (KONATE, 2000).

- **L'utilisation des eaux salées** : Avec les autres méthodes d'irrigation, en plusieurs jours, l'humidité du sol passe de la capacité au champ à une valeur voisine du point de flétrissement. La concentration en sels s'élève graduellement et peut devenir toxique pour les cultures. Mais, en irrigation au goutte à goutte on conserve dans le sol une très basse tension d'eau. De cette manière, la concentration des sels est maintenue en dessous des seuils dangereux. Toutefois, l'accumulation de sels durant plusieurs saisons, comme avec toute autre technique d'irrigation, peut avoir un effet de déstructuration du sol.

Il est possible à l'aide de l'eau saline d'augmenter la dose d'irrigation de 20% afin de lessiver les sels vers les couches des sols se trouvant au-dessous de la zone racinaire (FEYEN, 1975).

- L'exploitation facile

L'un des principaux avantages est que cette méthode permet les autres techniques culturales pendant l'irrigation. Les traitements, la récolte, la taille et toute autre conduite culturale peuvent être exécutés lors des périodes d'arrosage. De ce fait, la parcelle reste accessible à tout moment.

Réduction du travail

Si elle est bien conçue et correctement réalisée et si l'eau est bien filtrée, l'installation peut fonctionner avec très peu de main d'œuvre. On réalise une économie de temps de travail par rapport aux autres méthodes d'irrigation traditionnelles ou de l'irrigation par aspersion. Toutefois, la maintenance du réseau doit être assurée pour espérer une rentabilité du système.

- Valorisation des sols difficiles

Les sols très légers ainsi que les terrains lourds posent de gros problèmes quand ils sont irrigués par les autres méthodes. En effet, pour les premiers, on assiste à des percolations d'eau importante en profondeur et pour les seconds le ressuyage est très lent. Sur ces deux types de sols, l'irrigation au goutte à goutte peut être menée avec succès.

- Lutte contre les mauvaises herbes

Avec l'irrigation au goutte à goutte, les plantes adventices ne se développent pas, car la fraction du sol mouillée est limitée.

- Diminution des frais d'exploitation

En raison du fait que le débit délivré soit faible, on réalise une économie d'énergie par rapport à l'irrigation par aspersion. La mise en pression nécessaire en irrigation localisée, est en générale égale de 50 à 70% de celle qui est nécessaire en irrigation par aspersion.

b. inconvénients de la technique du goutte à goutte**- Sensibilité au bouchage**

Les distributeurs, du fait de leur petite section, peuvent facilement être obstrués. Les principales causes sont le sable, le limon, la matière organique, les algues, la précipitation de carbonate de calcium à haute température, les matières colloïdales, le fer .etc.

On doit donc prévenir cette difficulté, en équipant le réseau avec des filtres et on doit procéder à un prétraitement chimique de l'eau si cela s'avère nécessaire.

- Risques d'accumulation des sels

Les sels ont tendance à s'accumuler aux approches des limites extérieures du volume de sol humidifié. Ils sont facilement entraînés par une légère pluie vers les profondeurs de la zone racinaire. Cette situation peut être préjudiciable pour les cultures à enracinement superficiel. Dans le cas où la pluviométrie ne pourrait pas contribuer au lessivage, on doit pratiquer l'arrosage de surface

ou par aspersion afin d'éliminer les sels.

- Développement racinaire restreint

Si le distributeur est mal positionné, la plante a tendance à ne pas développer son système racinaire. Cela peut se faire ressentir par une chute de rendement suite à un faible développement végétatif. En ce qui concerne les vergers, les arbres peuvent facilement être déracinés lors d'un vent violent.

En aucun cas, le réseau ne doit connaître de coupure d'eau profonde. Car, si cela sera le cas, la plante souffrirait plus que si elle était irriguée par l'un des autres systèmes. Cela résulte du fait que les racines ne soient pas développées en profondeur. (BEN SAFIA, 1984).



Figure V.3: Goutteur

V.4.2 Eléments d'un réseau d'irrigation au goutte à goutte

De l'amont vers l'aval, le réseau d'irrigation localisée se compose comme suit :

a. Source d'eau

La source d'eau est soit une borne d'un réseau collectif sous-pression, soit une station de pompage.

b. La station de tête

L'équipement de tête est chargé de mesurer ou de régulariser le débit ou la pression et d'améliorer la qualité physique de l'eau par filtration et parfois de la qualité chimique par incorporation d'éléments fertilisants. L'installation comprend :

c. Unité de filtration

Elle constitue la partie essentielle de toute installation goutte à goutte. On distingue plusieurs sortes de filtres.

d. Filtre à tamis

Il est constitué d'une toile fine ou des lamelles faiblement écartées.

e. Filtre à sable

Constitué d'un certain nombre de couche de matériaux, de granulométrie bien définie et régulière.

f. Injecteur d'engrais

Il comporte une vanne montée entre l'entrée et la sortie d'arroseur qui permet de dévier une partie de la pression du réseau dans la cuve et d'agir sur la solution fertilisante.

Ainsi, la solution est aspirée par la crépine située dans la cuve.

V.4.3 Matériel divers :

Le conditionnement du débit d'eau sous différents aspects, se fait grâce aux appareils : vanne d'arrêt pour faire démarrer ou stopper l'irrigation, régulateur de pression, limiteur de débit, compteur d'eau, conduites secondaires et conduites tertiaires.

V.4.4 Rampes d'alimentation

Dans la plus part des cas, le système est permanent et les rampes sont soit enterrées ou le plus souvent posées au sol. De même, elles sont placées parallèlement entre les lignes de culture. Leur diamètre varie entre 12 et 32 mm. L'espacement entre deux rampes dépend aussi bien de la culture que le débit délivré par le goutteur. (VESCHAMBRE, 1980).

V.4.5 Les goutteurs

Ce sont de petits distributeurs à faibles débits continus, placés à intervalles réguliers le long de la canalisation en polyéthylène semi-rigide et d'écartement variable suivant la culture. Le débit peut varier entre 0,50 à 5 l/h.

La classification des goutteurs peut se faire selon :

- Des critères hydrauliques.
- La façon dont le goutteur est fixé sur la rampe.
- Le nombre de sorties dont est muni le goutteur



FigureV.4: Rampe pivotante



FigureV.5: Rampe tournante



FigureV.6: Rampe frontale

V.5 Importance de la pomme de terre en Algérie

V.5 .1 Evolution de la production de pomme de terre dans le monde

La production mondiale en pomme de terre est évaluée à 3232155 millions tonne en 2005 et la superficie totale s'élevait à 19321500 ha pour la même année ce qui représente une moyenne de rendement à l'hectare de 16,73 t/ha(F.A.O., 2008)

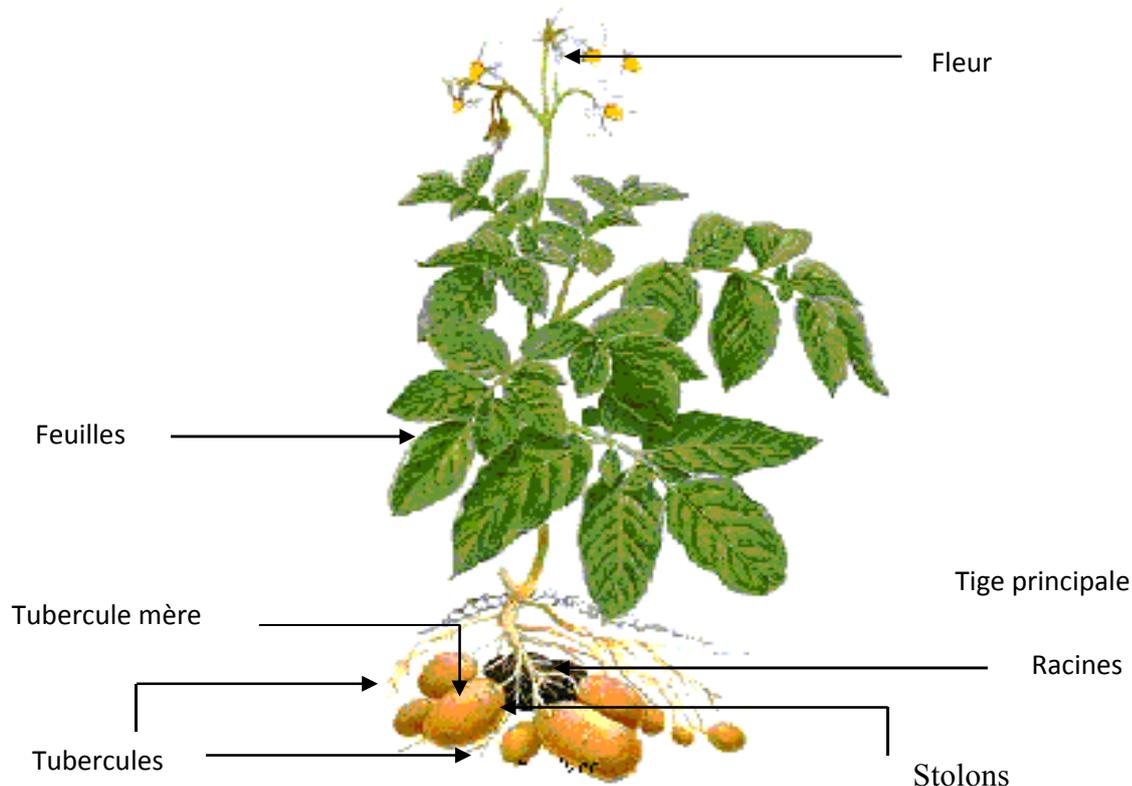


Figure V.7: Plant de pomme de terre

V.5 .2 Situation de la culture de pomme de terre en Algérie

En Algérie la pomme de terre occupe une place extrêmement importante par rapport aux autres cultures maraîchères. Elle représente actuellement 38 % de la superficie cultivée en cultures maraîchères et de 30 % de la production totale.

a. Evolution de la superficie de la culture de pomme de terre en Algérie

A partir de la figure 7, nous enregistrons une augmentation progressive des superficies productives de la pomme de terre sur cinq années. la superficie est passée de 65 790 ha en 2001 à 98 825 en 2007 soit à un taux d'augmentation de 33.43 %.

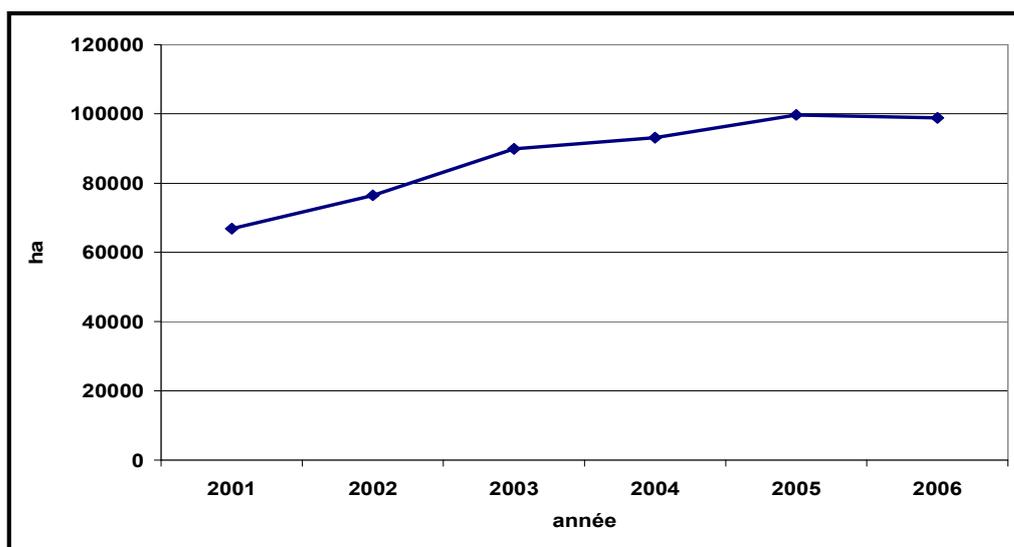


Figure V.8: Evolution de la superficie de la culture de pomme de terre en Algérie (M.A.D.R)

b. Evolution de la production de pomme de terre en Algérie

A partir de la figure V.9, nous remarquons une augmentation de la production de la pomme de terre entre les campagnes agricoles 2001-2006. Nous enregistrons environ 21809610 tonne pendant la campagne de 2006

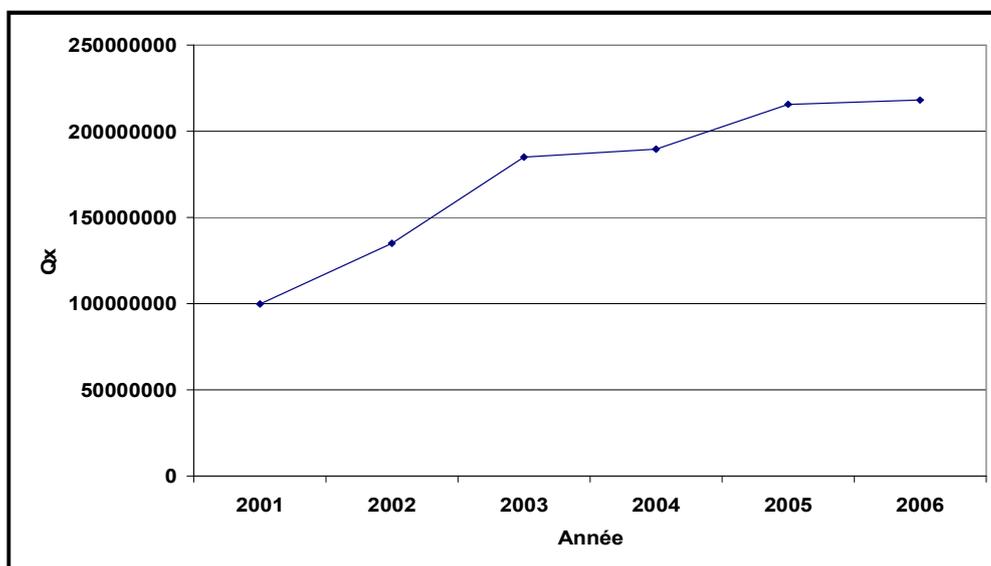


Figure V.9: Evolution de la production de pomme de terre en Algérie (M.A.D.R)

c. Evolution du rendement de rendement de pomme de terre en Algérie.

En outre, la figure 9, nous permet de constater que le rendement reste plus ou moins stable entre 2001 et 2005, avec une légère augmentation en 2007 qui atteint 220,7 qx/ha

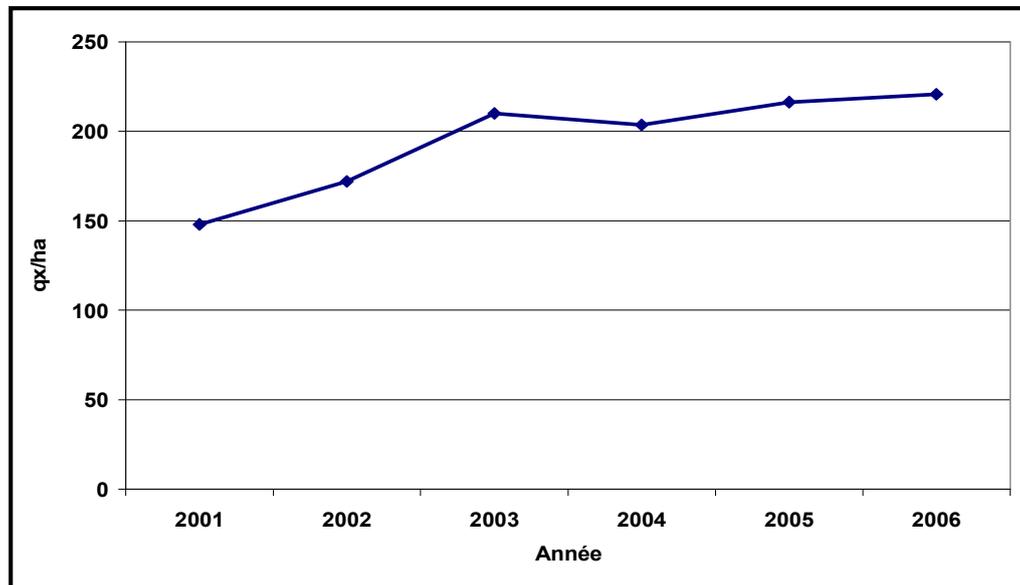


Figure 9. Evolution du rendement de pomme de terre en Algérie (2001-2006)
(M.A.D.R.,2008)

d. Répartitions géographique des principales wilayas productives de la de pomme de terre en Algérie

Selon cette répartition, la wilaya de AinDefla occupe la première place avec 33,55% de la production nationale, suivie de la wilaya de Telemcen avec 20,76 %,et la troisième la wilaya d'El-Oued qui contribue par 19,07% de la production nationale. La wilaya d'El-Oued occupe une place important parmi les wilayas productives de la de pomme de terre en Algérie

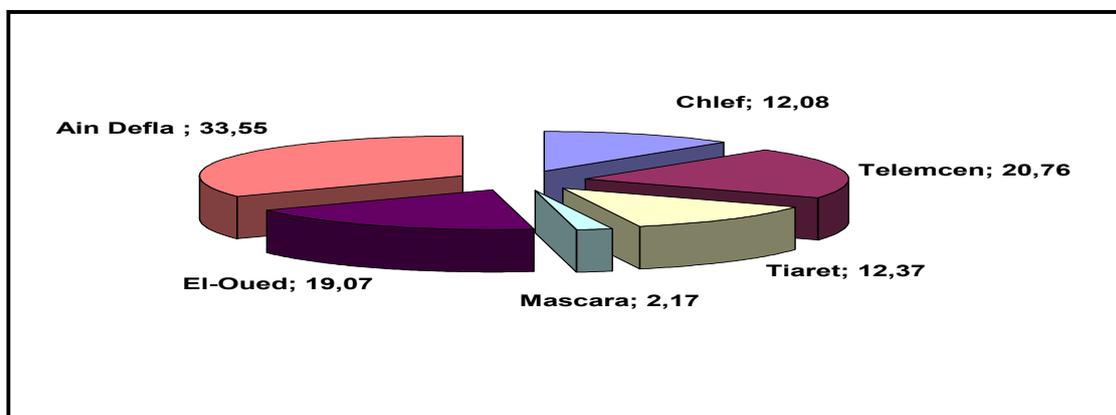


Figure V.10: Répartitions géographique des principales wilayas productives de la de pomme de terre en Algérie (M.A.D.R)

V.5 .3 La culture de pomme de terre dans la région de souf

La wilaya d'El-Oued s'étend sur une superficie de 4458680ha .Elle se compose de 03 régions agricoles :

- la région d'Oued-Righ à vocation phoenicicole
- la région du Soufa terrain dunaire pauvre en matière organique a un caractère polyculturelle
- la région de Taleb larbi a vocation agropastorale (C.A.W., 2008)

a. Historique et évolution de la culture de pomme de terre

Il est a rappeler que les premiers essais de la culture de la pomme de terre ont été lance durant les années 1995 -97 dans la zone du Souf par l'assistance technique de la DSA en étroite collaboration avec les instituts spécialisés (L'I.T.C.M.I, I.T.D.A.S, I.N.R.A.A)

Les résultats obtenus ont été encourageant aux niveaux des rendements (550 a770 qx/ha) et de bonne qualité.

Le développement réelle de la culture de pomme de terre a débute durant la campagne 1997 -1998 ou la superficie atteint 640 ha et connu une extension rapide durant ces quatredernières année atteignant plus de 6500 ha(C.A.W., 2008).

b. Situation actuel de la filière de la pomme de terre

➤ Principales variétés cultivées

Les principales variétés cultuées dans la région du Souf sont:

Spunta, Désire, Condor, Diamant, Bartina, Atlas, Cornado, Escort, Maradona, Lolla, Ternateam, orosa, Lisita

Les variétés les plus utilisées sont (Spunta, Condor, Désire et Badina)

➤ 3.2.2. Les principales zones productives de la pomme de terre dans la région duSouf

La figure V.11 représente la répartition de la superficie cultivée par la pomme de terre dansSouf durant la campagne 2008

Sur une superficie totale de 1200 ha en 2008 , la Daira de Guemar est classée en première place avec 42% suivie de la Daïra de Debila , Robbah , El-Oeud ,autres avec des superficies respectives de 35% , 16% , 5% et 2%.

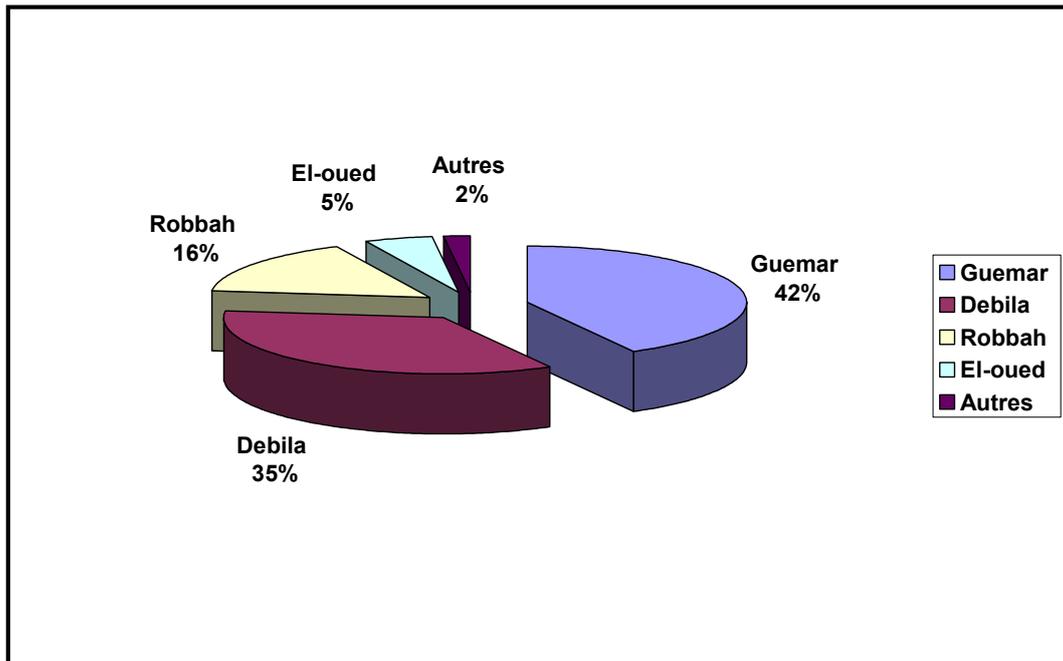


Figure V.11: Répartition géographique des principales zones productives de la pomme de terre dans la région du Souf (D.S.A)

➤ **Evolution de La superficie**

A partir de la figure 12, nous enregistrons une augmentation progressive et remarquable des superficies productives de la pomme de terre durant le période 95 -2006 et spécialement la période 2001- 2006 qui a connu une évolution plus importante.

Nous avons enregistré une ramant d'environ 120 ha de superficie productive durant la campagne 1991-1992 et à 1200 ha durant la campagne 2001-2002 pour attendre la superficie maximale en 2009.

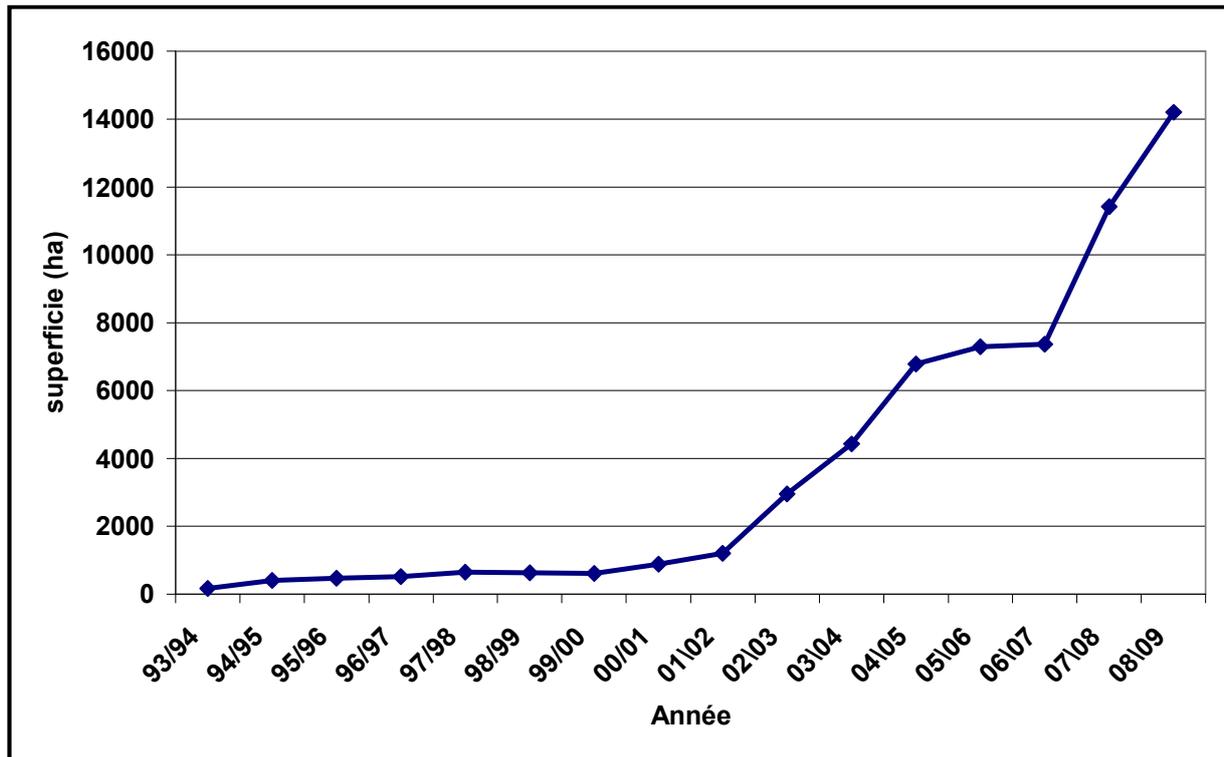


Figure V.12: Evolution de la superficie de la culture de pomme de terre dans la région de Souf (D.A.S)

➤ **Evolution de la production**

D'après la figure V.13 nous constatons que la production de la pomme de terre a augmenté progressivement pour atteindre en 2008 environ 1225qx .Ce chiffre représente un taux important de la production de pomme de terre dans la région du Souf par rapport au taux de la production nationale de la pomme de terre.

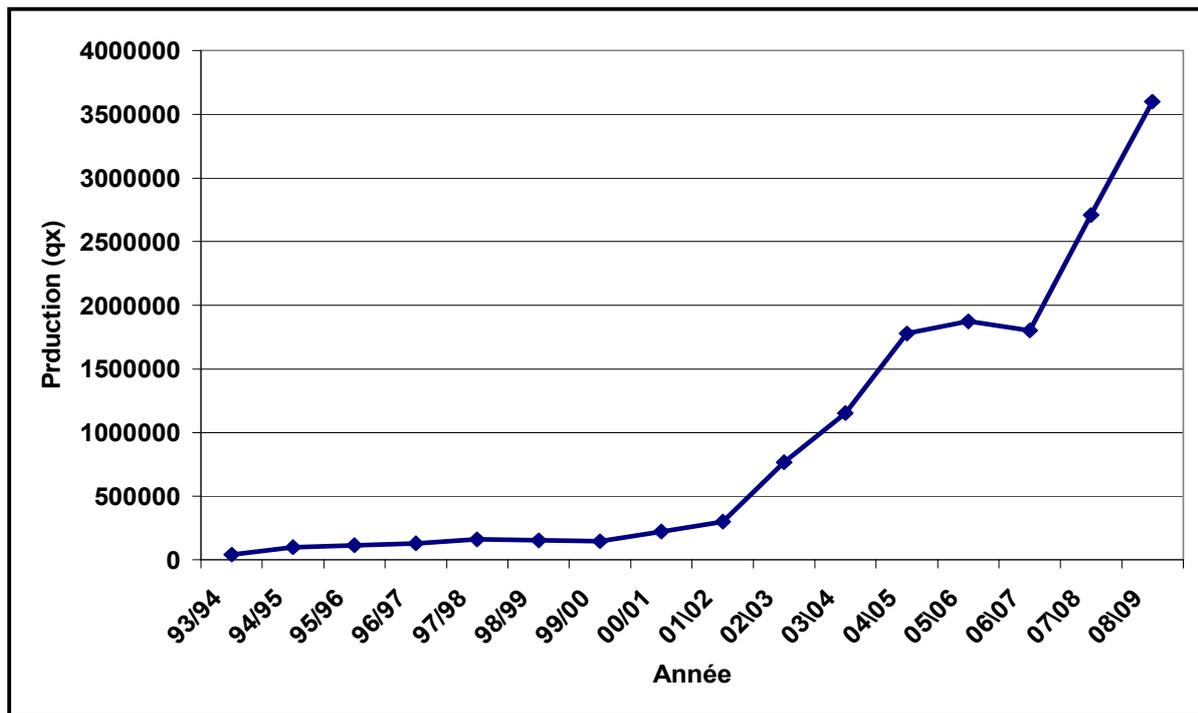


Figure V.13: Evolution de la production de la culture de pomme de terre dans la région du Souf (D.A.S)

➤ **Evolution du rendement**

Le rendement est le rapport entre la production et la superficie. Une étude de l'évolution du rendement sur 16 années (1993-2009) nous montre que la production est irrégulière avec une nette diminution durant les 3 dernières années (figure V.14).

Ceci est sûrement due à la sur exploitation des sols qui sont au dépend pauvres en matières organiques, au non assolement et rotation, et également aux problèmes phytosanitaires ainsi que la qualité de semences.

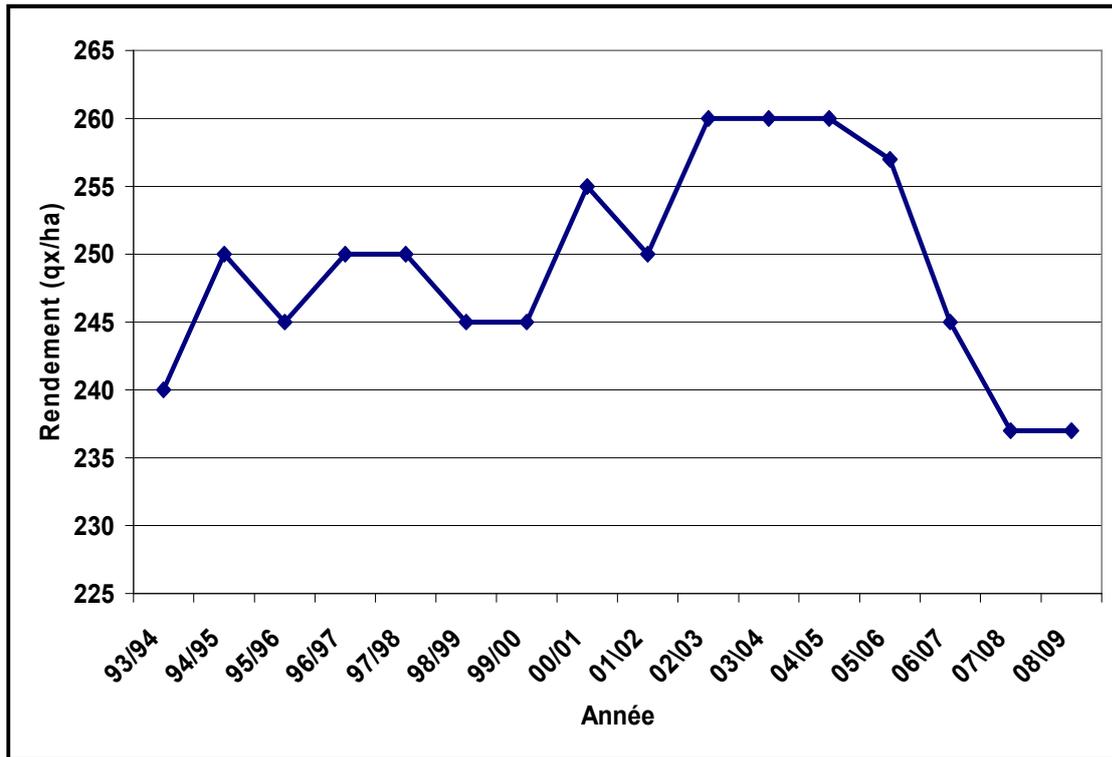


Figure V.14: Evolution du rendement de la culture de pomme de terre dans la région du Souf (D.A.S)

V.5.4 Valorisation de la production

En parallèle à cette évolution des superficies et donc des productions, il a été installé un circuit de conservation par le froid en rapport avec les capacités réelles de production aussi les capacités existantes de stockage en froid est de 57500 m³ (D.S.A. ,2009)

V.6 Les facteurs ayant favorisés le développement de la culture de la pomme de terre

V.6.1. Nature du sol

Le sol léger sableux favorise le bon développement de la plante et le lessivage des sols le développement rapide des racines et des tubercules et la facilité des travaux du sol (D.S.A. ,2009)

V.6.2. Réserves hydriques

Les réserves en eau de la nappe phréatique sont suffisantes allant de 10 à 60 ml dans toute la région du Souf facilement exploitables et à la portée des agriculteurs .Cette eau moyennement salée (03 à 5 g/l) ne limite pas le rendement (D.S.A. ,2009)

La technique d'irrigation par aspersion a donné de bons résultats sur la culture de la pomme de terre et a permis l'extension des superficies surtout par l'utilisation du pivot de fabrication locale (0.5 à 4 Ha)

Le système d'irrigation goutte à goutte est en voie de développement à travers le soutien du FNRDA (900 ha attribués dont 500 ha réalisés)(**D.S.A. ,2009**)

V.6.3 Electrification

L'extension du réseau d'électrification agricole et rurale a contribué au développement de la culture de pomme de terre par l'extension des superficies, depuis 1999 plus de 255 km ont été réalisées (différents programmes étatiques)(**D.S.A.,2009**)

V.6.4 Les pistes agricoles

Le lancement de différents programmes de désenclavement s'est traduit par la réalisation de pistes agricoles éléments initiateurs de l'extension des superficies et à la création de nouvelles zones de productions (250km ont été réalisé depuis 1999(**D.S.A. ,2009**).

V.6.5 Le cycle cultural

La pomme de terre se caractérise par un cycle cultural court d'une centaine de jours en moyenne cela a permis d'avoir deux productions par an les dates de plantation sont :

- début septembre- fin Décembre (arrière saison)
- début février- Mai (culture de saison)(**D.S.A. ,2009**)

V.6.6 Le Rendement

Le rendement moyen actuel de la culture de pomme de terre enregistré au niveau des exploitations est de 36% alors que la moyenne des rendements expérimentaux ont atteints des niveaux de 55% à 77% (**D.S.A. ,2009**) .

Conclusion :

Comme on a vu précédemment et exactement dans ce chapitre on peut classer l'irrigation dans deux grandes catégories soit l'irrigation goutte à goutte ou bien l'irrigation par aspersion. L'irrigation par aspersion principal but de cette étude notamment par le pivot nous donne la possibilité de produire la pluie artificielle, et ramener les besoins en eau nécessaire à nos cultures. Le fonctionnement de cette machine est simple, et ne demande pas des efforts et de la main d'œuvres.

CHAPITRE VI :

**Etude générale sur
l'étude**

INTRODUCTION :

Le présent chapitre fera l'objet de dimensionnement du réseau d'irrigation des cultures proposées dans le périmètre étudié. Le problème qui se pose est comment répartir l'eau disponible, donc il faut dimensionner tous les diamètres ainsi que les longueurs et les débits qui passent par ces conduites de réseau d'irrigation.

VI.1. Calcul des paramètres techniques d'arrosages:**VI.1.1. La vitesse d'avancement du pivot:**

Elle se règle sur la dernière tour; c'est un avancement séquentiel (succession de temps d'avancement et de temps d'arrêt), elle dépend aussi des conditions d'évolution de l'appareil.

1) calcul de la vitesse d'avancement :

$$v = \frac{2 \pi r}{N \cdot T}$$

Avec:

V: Vitesse d'avancement de pivot en (m/h),

N : Nombre des jours (heures),

r : Rayon du pivot (mètre),

T: Temps de jours (heures).

Dans notre cas l'irrigation est quotidienne au mois de pointe, le pivot devra décrire le cercle complet en 24 h donc

$$AN. v = \frac{2\pi r}{N.T} = \frac{2\pi \cdot 309}{1.24} = \frac{1940.52}{24} = 80.86 \quad m/h$$

Donc **V=1.35 m/min**

En début de cycle les besoins sont moindres, à cause de stade végétatif (octobre -mai) et sous type de climat on peut supposer une irrigation tous les 2 jours donc **V=40.43 m/h**

2) Réglage du compteur de pourcentage de vitesse du pivot

On a réglé Le compteur de pourcentage de la vitesse de révolution du système a partir d'un bouton qui fixe le temps de marche de la tour finale par minute, c'est à dire lorsque le bouton tournant se trouve en position 50%, la tour finale au bout d'une minute est en mouvement durant 30 secondes. Il est possible à tous moment de corriger la valeur choisie pendant que le système est en service. Selon le pourcentage du minute choisi, le réglage de la vitesse, déterminer la quantité d'eau pendant l'irrigation, et déterminer la capacité du système et l'heure par révolution.

-vitesses d'avancement pour les 6 travées sont respectivement

$V_1=13.08$ m/h, $V_2=26.17$ m/h, $V_3=39.25$ m/h, $V_4=52.33$ m/h, $V_5=65.42$ m/h, $V_6=80.86$ m/h

Les calculs seront présentés dans le Tableau V.1

VI.1.2. Calcul nombre de buse:

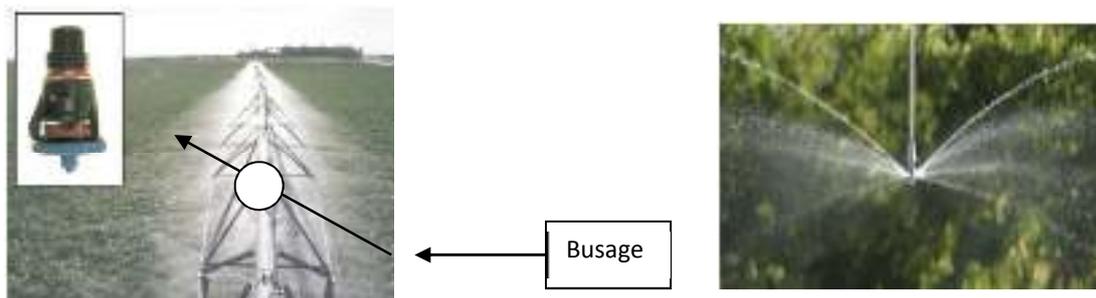


Figure VI-1: Busage

Le nombre des buses varie en fonction du nombre de travées. Chaque travée comporte de 8 à 9 asperseurs donc l'écartement peut varier de 3 à 6 m

VI.1.3 Les asperseurs de pivot

Il existe de nombreuses possibilités pour choisir les asperseurs en fonction des conditions: types de buses, pression de fonctionnement, écartement des buses.

➤ La pression

On distingue trois types d'asperseurs en fonction de leur pression de fonctionnement :

- asperseurs basse pression : sprays ou buses, caractérisés par une faible portée (< 4 m), et la petite taille des gouttes. Ils sont utilisables au bout de cannes de descente à des pressions inférieures à 200 kPa ;
- asperseurs moyenne pression : sprinklers 3 ou sprays à rotor, ils ont une portée moyenne (<15 m) et produisent des gouttes de plus gros diamètre. Leur angle de tir est généralement inférieur à 10 °, leur gamme de pression de fonctionnement comprise entre 100 et 350 kPa ;
- asperseurs haute pression : sprinklers ayant une portée est élevée (>15 m), ils fonctionnent à plus de 300 kPa de pression.

Pour un couple [asperseur, buse] donné, plus la pression de fonctionnement est élevée, plus la portée est élevée et plus le diamètre moyen des gouttes diminue, et inversement.

Pour un couple [asperseur, pression] donné, plus le diamètre de la buse est élevé, plus la portée est élevée et plus le diamètre moyen des gouttes augmente, et inversement.

Remarque : tout asperseur ou buse est conçu pour fonctionner à l'intérieur d'une plage de pression donnée. Hors de cette plage de fonctionnement l'asperseur change de caractéristiques.

L'écartement entre asperseurs :

Il est choisi en premier lieu en fonction de la portée des asperseurs, et de la forme de leur courbe de distribution Pour atteindre une bonne uniformité, la valeur optimum d'écartement est définie par :

- le rapport [écartement, portée] déterminant le nombre d'asperseurs arrosant un point ;
- la forme de la courbe d'arrosage qui détermine l'écartement optimum.

Quelques problèmes particuliers demeurent

– Près de l'axe du pivot, les débits requis sont très faibles ; les diamètres n'étant pas assez petits pour limiter le surdosage on est tenté d'augmenter les écartements.

Ces asperseurs ont une sensibilité au vent très marquée (petites buses, fortes pressions). Pour limiter le risque de voir sous la première travée des zones entières mal arrosées, on choisit généralement d'y maintenir un écartement faible, donc d'apporter un excès d'eau. Toutefois, les surfaces concernées restent extrêmement faibles.

L'évaporation et la sensibilité au vent :

Les phénomènes d'évaporation lors d'un arrosage par aspersion en conditions de fortes chaleurs sont souvent cités comme générateurs de pertes. En fait, le facteur le plus important à prendre en compte dans l'évaluation des pertes est le transport par le vent hors de la zone d'arrosage ou dérive.

La dérive peut entraîner des pertes pouvant atteindre 40 %, sachant que l'effet aggravant du vent est surtout sensible à partir d'une vitesse de 4,5 m/s du fait d'une probable modification de la granulométrie des gouttes

La sensibilité au vent d'un asperseur est fonction des paramètres suivants :

- taille des gouttes : le transport est d'autant plus facile que les gouttes sont de taille réduite ;
- hauteur de l'asperseur et hauteur maximum atteinte par le jet (ou apogée) : la vitesse du vent croît avec l'altitude.

Pour réduire la sensibilité au vent, on peut réduire la pression ou utiliser des buses de plus gros diamètres.

Ensuite, l'absence d'un éclatement trop intense du jet au sortir de la buse contribuera à limiter les risques de dérive.

Pour réduire la hauteur du jet, il suffit d'utiliser des asperseurs angle bas dont l'apogée est basse, ou des cannes de descente permettant d'amener l'asperseur au niveau de la végétation, dans les couches d'air les moins perturbées par le vent. C'est ce que nous préconisons dans notre aire d'étude car la vitesse des vents dépasse les 5m/s



Figure VI -2: Pivot renversé par le vent

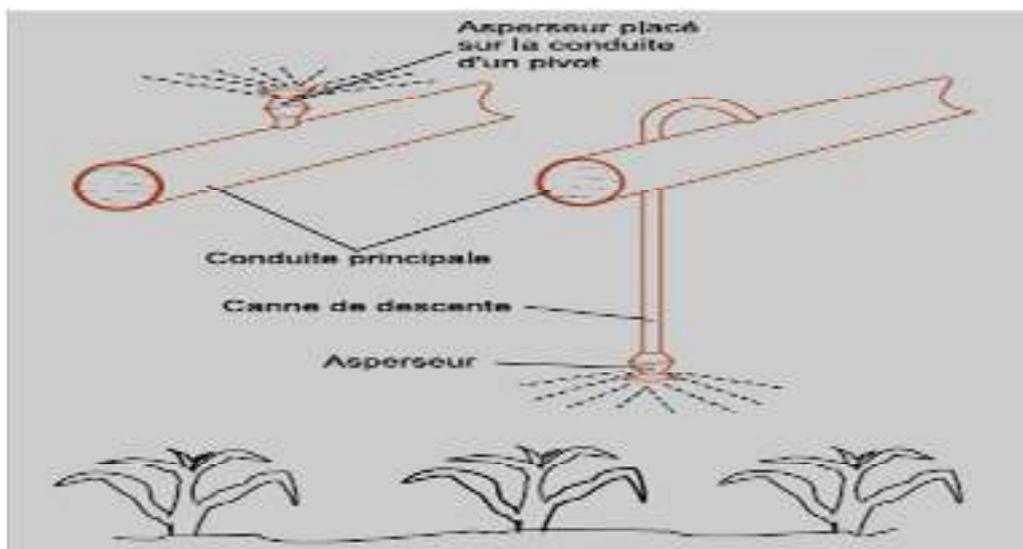


Figure VI -3: Deux exemples de montage d'asperseurs

Les sols du périmètre étant sablo limoneux cette fragilité n'entre pas en considération seul la vitesse d'infiltration est à considérer dans le cas des sols sablo limoneux. K est pris égale à 36mm/h

VI.1.4. Le choix de l'écartement entre les asperseurs voisins :

Le recouvrement

Lors de la conception du plan de busage d'un pivot, on doit préciser l'écartement maximum entre asperseurs voisins nécessaire à l'obtention d'un bon recouvrement.

VI.1.5. Adapter l'intensité d'arrosage à la capacité d'infiltration du sol :

Le plan de busage dépend aussi de l'intensité d'arrosage et de l'infiltration du sol en effet. La vitesse d'infiltration dans le sol est une fonction qui décroît au cours du temps jusqu'à une valeur limite ou régime d'infiltration permanent. La composition granulométrique du sol et sa structure permettent de définir des équations d'infiltration à partir de mesures au laboratoire sur des colonnes de sol.

Une expression classique d'une courbe d'infiltration (I) en fonction du temps (t) est donnée par la formule empirique de Kostiaikov :

$$I = k(t - \Delta t)^n$$

Dont une représentation graphique est donnée dans la figure 45. K et n sont des paramètres définis en fonction de la nature du sol. Δt représente ici le temps de retard d'apparition du ruissellement dû aux capacités de stockage de l'eau en surface.

Les sols sableux peuvent avoir des vitesses d'infiltration initiale très fortes qui diminuent rapidement et se stabilisent à des valeurs supérieures 30 mm/h. Les sols plus lourds, au contraire peuvent présenter des vitesses d'infiltration stabilisées inférieures à 10 mm/h.

VI.1.6. Utilisation des courbes d'infiltration pour le calcul et le choix des arroseurs :

A partir des équations N°(2), on peut remplacer la valeur de l'intensité d'arrosage I par celle de P la perméabilité augmentée du stockage de surface du sol en régime permanent, comme valeur limite à ne pas dépasser. On cherche alors à respecter la contrainte :

$$p > \frac{\pi .L .Dj}{2Wr .24}$$

Avec :

P : perméabilité du sol ;

Dj : la dose journalière du mois de pointe ;

W_r : porté de l'asperseur ;

L : distance de l'asperseur ;

Connaissent P on peut plutôt déterminer W_r

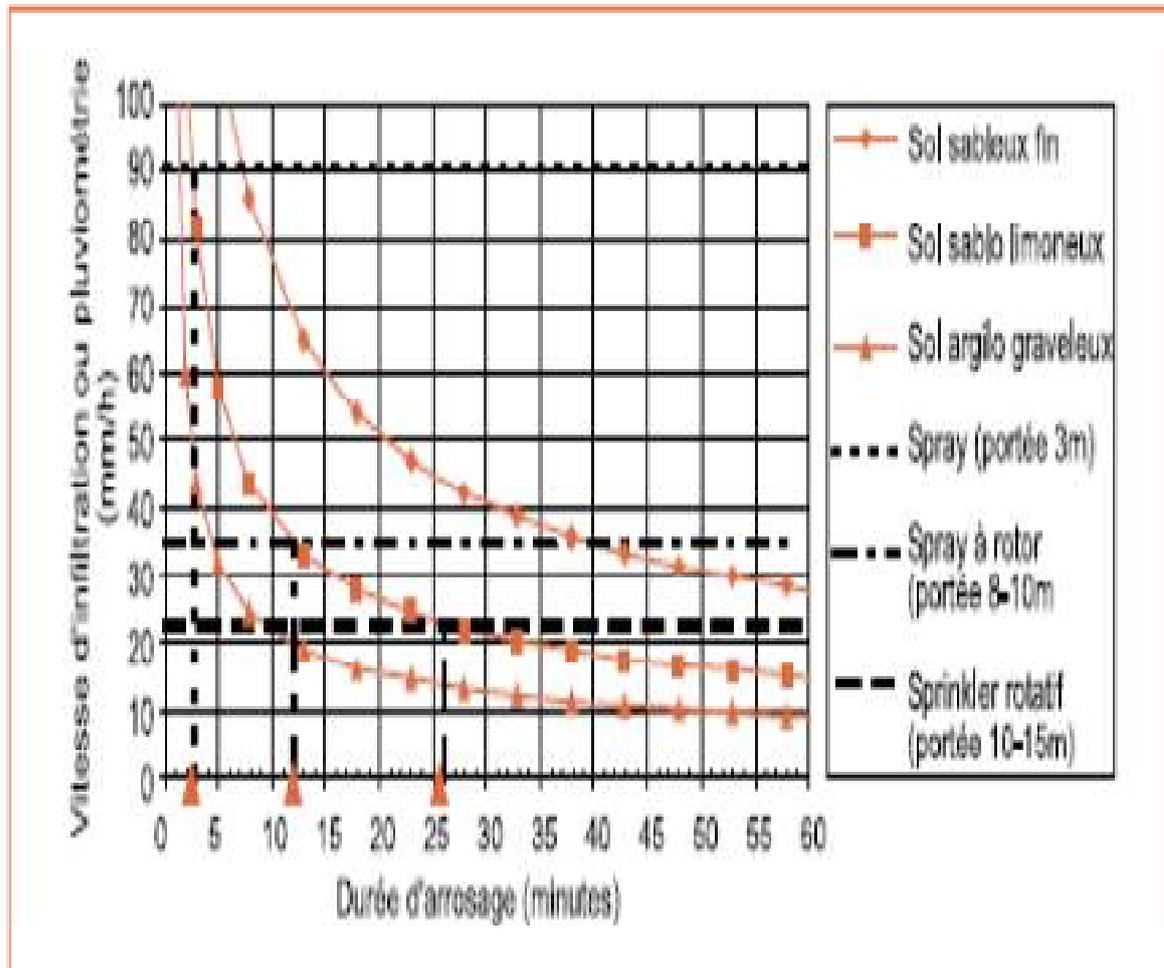


Figure VI -4: Exemples de courbes d'infiltration obtenues au laboratoire (Kincaid et al, 1969), tenant compte de Δt dû au stockage de surface. Date de l'apparition du ruissellement pour différentes intensités d'arrosage sur sol sablo limoneux

VI.1.7. Calcul de l'intensité de l'arrosage (Intensité pluviométrique instantanée moyenne) :

La formule suivante a été développée par Dillon (1971) pour estimer, sans canon d'extrémité, l'intensité pluviométrique maximum moyenne à l'extrémité d'une machine :

$$I = 1000 \frac{Q}{L \cdot 2 W_r}$$

Où I = intensité pluviométrique moyenne (mm/j) à la distance, L = distance entre le pivot et le dernier asperseur (m), Q = débit délivré à l'entrée du pivot (m³/h), W_r = portée du dernier asperseur (m).

Par définition la dose journalière D_j (mm/h) permet de calculer le débit de l'installation Q (m³/h) :

$$Q = \frac{\pi \cdot L^2 \cdot D_j}{24000}$$

$$\text{AN. } Q = \frac{\pi \cdot L^2 \cdot D_j}{24000} = \frac{\pi \cdot 309^2 \cdot 8 \cdot 62}{24000} = 107.68 \text{ m}^3/\text{h}$$

107.68 m³/h étant le débit d'installation sans le canon. Pour assurer le fonctionnement de canon de porte a faux il faut qu'on ajoute 20m³/h débit qu'est fonction des caractéristiques du canon d'extrémités Q en relation avec la pression de fonctionnement donc :

$$Q_s = Q + 20 = 107.68 + 20 = 127.68 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_s = 127.68 \text{ m}^3/\text{h}$$

En remplaçant Q par sa valeur dans la première équation, on obtient l'intensité pluviométrique I en mm/h à l'extrémité du pivot :

$$I = \frac{\pi \cdot L \cdot D_j}{2 W_r \cdot 24}$$

Cette équation indique que pour une valeur donnée de la dose journalière D_j requise, l'intensité pluviométrique instantanée I est directement proportionnelle à la longueur du pivot et inversement proportionnelle à la portée des derniers asperseurs. On note aussi que I est proportionnelle à la dose journalière requise, mais est indépendante de la dose appliquée lors d'une irrigation.

L'intensité pluviométrique instantanée moyenne augmente le long du pivot pour atteindre son maximum à l'extrémité de la machine. Quelle que soit la distance sur une machine donnée, l'intensité pluviométrique instantanée sera imposée par le plan de busage et restera constante quelle que soit la vitesse de rotation du pivot lors d'une irrigation, c'est-à-dire quelle que soit la dose appliquée.

Donc pour respecter la contrainte (équation N°3) il faut procéder un plan de busage c'est-à-dire choisir des asperseurs le long des travées qui respectent cette formule. On ne pas choisir différents type d'asperseurs (busage de diamètre différents) mais jouer sur les écartements entre les asperseurs de façon a respecté l'uniformité d'arrosage et que l'intensité reste inférieure ou égale à l'infiltration (perméabilité)

En résumé, le plane de busage ou la répartition des asperseur le long des 6 travées est calculé puis représente

Lors de la conception, le seul paramètre sur lequel il est possible de jouer est la portée de l'asperseur : en effet, la perméabilité du sol est imposée par sa nature (texture et structure) et la dose journalière par les caractéristiques climatiques. De l'inégalité précédente on tire que

$D_j=8.62$ mm/j correspondant au mois de pointe du cycle végétatif du pomme de terre pour Oued souf il correspond au mois février car la pomme de terre est récolte en juan.

P : perméabilité du sol égale 36 mm/h

$$\text{AN. } W_r > \frac{\pi * L * D_j}{2 * p * 24} = \frac{3.14 * 309 * 8.62}{2 * 36 * 24} = 5m$$

Donc **$W_r=5$ m**

En cas d'impossibilité de réaliser la contrainte sur l'intensité, plusieurs solutions peuvent être envisagées:

- soit augmenter la pression de fonctionnement pour augmenter la portée des asperseurs ;
- soit réduire la dose journalière D_j , donc la capacité de l’installation à fournir la dose nécessaire en période de besoin de pointe ;
- soit réduire la longueur de pivot L , ce qui limitera la surface arrosée par le pivot ;
- soit augmenter la valeur de P , par le travail du sol ;
- soit interposer un mulch ou créer des micro-bassins, ce qui revient à augmenter P en augmentant Δt .

V.6.1.6. La dose maximum par passage :

Si on considère un appareil dont l’intensité d’arrosage moyenne est de 23 mm/h (intensité maximum de 30 mm/h), on peut déterminer graphiquement le temps maximum d’arrosage à ne pas dépasser pour éviter le ruissellement.

Connaissant le temps maximum d’arrosage (t) déterminé à partir de l’intensité moyenne de l’apport (I), on peut déduire la dose maximum (D_m) à ne pas dépasser lors d’un tour d’eau : $D_m = t \times I$.

Dans notre exemple le temps maximum d’arrosage est de 40 min, soit une D_m de 15,3 mm. dans notre cas $D_m = 8.62 \text{ mm/j} < 15.3 \text{ mm/h}$

Tableau VI.1. Les résultats sont montrés dans le tableau

distance entre les asperseurs	distance de l'arroseur	l'intensité ('mm/h)	Qr (m3/h)	Qr (m3/s)	debit de route (m3/h)	ΔH	vitesse d'avancement (m/h)
5	5	0.56	125.9	0.035	1.7	0.025	
5	10	1.13	124.2	0.034	1.7	0.024	
5	15	1.69	122.5	0.034	1.7	0.024	
5	20	2.26	120.7	0.034	1.7	0.023	
5	25	2.82	119.0	0.033	1.7	0.022	
5	30	3.38	117.2	0.033	1.7	0.022	
5	35	3.95	115.5	0.032	1.7	0.021	
5	40	4.51	113.7	0.032	1.7	0.020	
5	45	5.08	112.0	0.031	1.7	0.020	
5	50	5.64	110.3	0.031	1.7	0.019	13.08

5	55	6.20	108.5	0.030	1.7	0.019	
5	60	6.77	106.8	0.030	1.7	0.018	
5	65	7.33	105.0	0.029	1.7	0.017	
5	70	7.89	103.3	0.029	1.7	0.017	
5	75	8.46	101.5	0.028	1.7	0.016	
5	80	9.02	99.8	0.028	1.7	0.016	
5	85	9.59	98.1	0.027	1.7	0.015	
5	90	10.15	96.3	0.027	1.7	0.015	
5	95	10.71	94.6	0.026	1.7	0.014	
5	100	11.28	92.8	0.026	1.7	0.014	26.17
5	105	11.84	91.1	0.025	1.7	0.013	
5	110	12.41	89.3	0.025	1.7	0.013	
5	115	12.97	87.6	0.024	1.7	0.012	
5	120	13.53	85.9	0.024	1.7	0.012	
5	125	14.10	84.1	0.023	1.7	0.011	
5	130	14.66	82.4	0.023	1.7	0.011	
5	135	15.23	80.6	0.022	1.7	0.010	
5	140	15.79	78.9	0.022	1.7	0.010	
5	145	16.35	77.2	0.021	1.7	0.009	
5	150	16.92	75.4	0.021	1.7	0.009	39.25
5	155	17.48	73.7	0.020	1.7	0.009	
5	160	18.04	71.9	0.020	1.7	0.008	
5	165	18.61	70.2	0.019	1.7	0.008	
5	170	19.17	68.4	0.019	1.7	0.007	
5	175	19.74	66.7	0.019	1.7	0.007	
5	180	20.30	65.0	0.018	1.7	0.007	
5	185	20.86	63.2	0.018	1.7	0.006	
5	190	21.43	61.5	0.017	1.7	0.006	
5	195	21.99	59.7	0.017	1.7	0.006	
5	200	22.56	58.0	0.016	1.7	0.005	52.33
5	205	23.12	56.2	0.016	1.7	0.005	
5	210	23.68	54.5	0.015	1.7	0.005	
5	215	24.25	52.8	0.015	1.7	0.004	
5	220	24.81	51.0	0.014	1.7	0.004	
5	225	25.38	49.3	0.014	1.7	0.004	
5	230	25.94	47.5	0.013	1.7	0.004	
5	235	26.50	45.8	0.013	1.7	0.003	
5	240	27.07	44.0	0.012	1.7	0.003	
5	245	27.63	42.3	0.012	1.7	0.003	
5	250	28.19	40.6	0.011	1.7	0.003	65.42
5	255	28.76	38.8	0.011	1.7	0.002	
5	260	29.32	37.1	0.010	1.7	0.002	
5	265	29.89	35.3	0.010	1.7	0.002	

5	270	30.45	33.6	0.009	1.7	0.002	
5	275	31.01	31.8	0.009	1.7	0.002	
5	280	31.58	30.1	0.008	1.7	0.001	
5	285	32.14	28.4	0.008	1.7	0.001	
5	290	32.71	26.6	0.007	1.7	0.001	
5	295	33.27	24.9	0.007	1.7	0.001	
5	300	33.83	23.1	0.006	1.7	0.001	
5	305	34.40	21.4	0.006	1.7	0.001	
4	309	34.85	20.0	0.006	1.4	0.001	80.86

Le plan de busage étant défini c'est-à-dire le choix des asperseurs fait il importe de définir la pression nécessaire au bon fonctionnement de pivot.

VI.2.- calcul de la hauteur manométrique totale nécessaire:

Notre zone d'étude se compose en totalité de parcelles irriguées par pivots identiques, alimentes respectivement par forage différents.

La hauteur manométrique totale est donnée par la formule suivante:

$$HMT = H_g + \sum DH \quad (8)$$

Avec

HMT: hauteur manométrique total

Hg : hauteur géométrique

DH: perte de charge

VI.2.1. Calcul de la hauteur géométrique :

La hauteur géométrique ne peut être déterminée qu'après avoir déterminé le niveau statique et le niveau dynamique. Pour les caractéristiques hydrodynamiques, nous nous sommes référés aux forages exploités près de notre zone d'étude qui sont regroupés dans le tableau Suivant:

Tableau VI.2. Caractéristiques hydrodynamiques des forages

nom du forage	Profondeur (m)	N-S	N-D (m)	Débit l/s	x	y	Date de réalisation
F6	110	12.65	33.94	45	5°31'25''	32°02'04''	1995

D'après ces valeurs, on remarque que le niveau statique est compris entre 12 et 19 m et le niveau dynamique est compris entre 20 et 40 m pour des débits d'exploitation de 55 l/s.

La hauteur géométrique est calculée comme suit:

$$H_g = H_n + p_p$$

H_g : hauteur géométrique

H_n : hauteur de refoulement

p_p , pression à l'entrée du dernier point c- a -d le canon elle est égale à 2.5 bars = 25 m

25m étant la pression nécessaire du fonctionnement du canon

Par exemple pour le champ N°1 :

La hauteur 62 m : correspond au niveau dynamique

$$H_g = (62 + 3,7) + 25 = 90.7 \text{ m}$$

3,7 m : correspond à la hauteur du pivot

VI.2.2. Calcul des pertes de charges:

La détermination des pertes des charges faite par la formule de DARCY est donnée par l'expression suivante :

$$\Delta H = \frac{8 \cdot \lambda \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} \cdot L$$

Avec :

Q : débit du système.

D : diamètre de conduite.

$$\lambda = (1.14 - 0.86 \ln \frac{\varepsilon}{D})^{-2}$$

Formule de NIKURADZE

Tableau VI.3: Calcul valeur de λ

Type de matériau	\mathcal{E} (mm)	D (mm)	λ
Acier galvanisé	0.01	168.3	0.011
Acier	0.013	200	0.0112

Avant tout, on doit calculer le diamètre pour un débit de 55 l/s et de vitesse 1m/s.

$Q=V.S$ Avec:

Q: débit (l/s) est égal à 55 l/s

V : vitesse dans la conduite (m/s) est égale à 1 m/s

S: section de la conduite

$$Q=V.S=V \frac{\pi.D^2}{4} \text{ donc } D = \sqrt{\frac{4.Q}{V.\pi}} = \sqrt{\frac{4.0.055}{1.3.14}} = 0.230 \text{ m}$$

D=220 mm on prend donc D=200 mm (diamètre disponible)

Les pertes de charge totale dans la conduite sont:

$$\Delta H^{Totale} = 1,15. \sum \Delta H_{tr} .$$

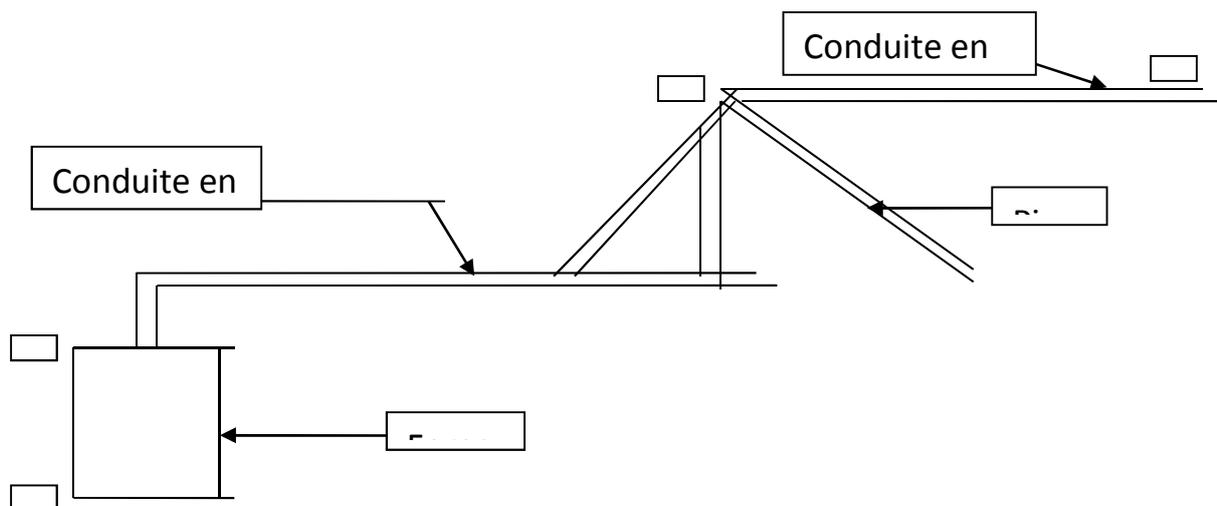


Figure VI -5: Schéma explicatif pour le calcul de perte de charge

Tableau VI.4. Calcul des pertes de charge

parcelle	EF(m)	FA(m)	AC(m)	$\Delta h_{EA}(m)$	$\Delta h_{AC}(m)$	$\Delta h_{tot}^L(m)$	$\Delta h^{tot}(m)$
I	62	436.7	309	1.36	0.84	2.2	2.53

VI.2.3 Détermination de la hauteur manométrique totale “HMT” :

La hauteur manométrique totale est définie comme suit:

$$HMT = H_g + \sum \Delta H$$

Avec :

HMT : hauteur manométrique totale

H_g : hauteur géométrique

ΔH : Perte de charge totale

Tableau VI.5. Calcul des HMT

parcelles	H_g (m)	Δh^{tot} (m)	HMT (m)
I	90.7	2.53	93.23

VI.3.Choix de la pompe :

Le choix de la pompe est fonction des paramètres suivants :

- Débit
- Hauteur manométrique

Caractéristiques de la pompe immergée E10S50 qui assure un débit $Q = 45 \text{ l/s}$ et $HMT = 94.75 \text{ m}$

Pompe est identique pour le forage.

Nombre de tour $N = 2900 \text{ tr/min}$

Le rendement $\eta = 76.9 \%$ (d'après le CAPRARI)

VI.4. Calcul de la puissance de la pompe :

La puissance utile de la pompe est égale au travail réalisé par la pompe.

$$P_u = \rho g H Q$$

P: puissance en Kw

Q: débit en m^3/s : $0,037 \text{ m}^3/\text{s}$

H : hauteur manométrique totale 103 m

$$P = 48.4 \text{ Kw}$$

Conclusion :

L'irrigation par pivot consiste à adopter l'uniformité de l'arrosage tout le long du pivot avec la vitesse de l'infiltration du sol, il faut donc que l'intensité disponible soit inférieure ou égale à la vitesse de l'infiltration du sol pour éviter la stagnation des eaux.

A Oued souf, et comme le sol est sablo limoneux, on a K qui est égale à 36 mm/h , en comparant les valeurs calculées de l'intensité on s'aperçoit que ces valeurs sont toutes inférieures à 36 mm/h . Donc le risque de ruissellement sera écarté.

CHAPITRE VII :

Etude technico- économique

VII .1.Etude économique :

L'Algérie ambitionne de réhabiliter les grands espaces et redonner à l'agriculture la place qu'elle devrait avoir dans notre pays. Introduire les systèmes d'irrigations par aspersion.

Tableau VII.1: Prix de vente

Pivot capacité (ha)	Prix H.T (DA)
10	2500000.00
13	3250000.00
15	3750000.00
20	5000000.00
23	5750000.00
25	6250000.00
30	7500000.00
50	8250000.00

Source Prix STPM Chiali

Les rendements obtenus sous pivot dans le monde sont donnés comme suit

Tableau VII.2: Rendement à l'hectare (Q/ha)

Cultures	Rendement à l'hectare (Q/ha)
Mais	100-120
Blé	50-70
L'orge	50.60
Pomme de terre	450-550
Carotte	400-500
Tabac	30-35
Coton	35-38
Melon	160-180
Pastèque	50-450

Source DSA

VII .1.1.Devis estimatif du forage :

La réalisation de forage de 110m de profondeur coûte en virant de 3010000.00 DA. et 800000.00 DA pour les équipements de notre pompe selon le marché de l'année 2009 sources DSA Oued Souf. Donc Le coût global de notre projet est de 22620000.00 (Da)

Conclusion

On constate que le coût de la projection du réseau d'irrigation par pivot est élevé, comme c'était déjà cité cette élévation de coût est due aux équipements très chers.

CHAPITRE XI:

Organisation de chantier

Introduction :

L'organisation de chantier consiste à la détermination, la coordination et à la mise en œuvre des moyens nécessaires pour la réalisation et l'exécution des travaux dans les meilleures conditions et dans les plus brefs délais.

XI.1.1 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, et d'effectuer sans gêne les différentes opérations de raccordements des tuyaux.

XI.1.2 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.

XI.1.3 Pose de la canalisation dans la tranchée :

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

XI.1.4 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 tuyaux.

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).

Engins nécessaires pour l'exécution des travaux :

- Pelle excavatrice pour le terrassement 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.

XI.2 Exploitation du système 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.

XI.2.1 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 formation des marées, la salinisation, et la dégradation des sols par les eaux et les vents.

XI.2.2 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 :

XI.2.2.1 Mesures d'amélioration technique :

- Réalisation d'un drainage pour les sols humides.
- Réalisation d'un drainage et lessivage pour les sols salés.

XI.2.2.2 Mesures 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.
-

XI.2.3 Exploitation des ouvrages hydrauliques :

Les mesures à prendre, pour l'entretien des installations des systèmes d'irrigation sont :

- Gardiennage
- Mesures contre l'incendie.
- Les visites périodiques.
- Surveillance et maintenance des travaux.

XI.2.4 Maintenance des ouvrages et équipement :**XI.2.4.1 maintenance des premiers niveaux :**

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.

XI.2.4.2 Maintenance spécialisé :

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
- Electriques
- Electroniques

Conclusion:

D'après ce chapitre on peut conclure que l'organisation de chantier est nécessaire avant le commencement des travaux car elle nous permet de définir tous les volumes des travaux nécessaires pour l'élaboration du chantier . En déterminant les caractéristiques des engins

Conclusion générale

L'objectif de notre présent travail est l'introduction de la technique d'arrosage performante (par pivot) dans le but d'assurer une répartition de l'eau de façon uniforme et économique, facteur le plus essentiel dans une telle étude.

L'étude du climat (précipitation-température), montre que notre région a un climat semi aride; et l'analyse du sol nous donne un sol léger, avec une quantité de matière organique moyenne ;et assez perméable.

L'étude hydrologique nous permet de choisir la série pluviométrique annuelle qu'on doit prendre pour le calcul. Et l'analyse de l'eau d'irrigation indique que l'eau utilisée à une forte salinité, faiblement alcaline et peu de danger de toxicité au future.

Suivant les résultats caractérisant la région, nous avons choisir le culture adaptée avec les donnés climatique et agro pédologiques.

La détermination des besoins en eau d'irrigation se fait à partir de la détermination de l'évapotranspiration par la méthode de Penman. Et le calcul des besoins en eau de l'arboriculture fait par la méthode du FAO.

La meilleure technique pour l'irrigation des plantes de point de vue économique en eau est

l'irrigation par pivot, avec l'utilisation des équipements qui présentent plusieurs avantages dans le domaine exploitation.

D'autre part, on peut dire que cette technique d'arrosage est plus adaptée dans notre pays d'après le contexte actuel de la sécheresse des dernières années et le développement au niveau de l'économie national.

Et comme tous les projets, on a fait le calcul technico économique pour l'estimation du coût de la projection ; ainsi l'étude économique montre que les investissements sont plus importants pour ce type d'irrigation.

En fin, on ajoute l'impact de l'organisation de chantier pour la réalisation de notre projet.

BIBLIOGRAPHIE

[1]- **MEBARKI Azzedine**. Hydrologie des bassins de sud l'est algerien ressources en eau, aménagement et environnement, 2008.

[2]- **DERD Madref**. Transfert de technologie en agriculture.

[3]- **MERMOUD Ahmed**. Notion fondamentales d'irrigation, école polytechnique fédérale de lausanne, cours d'aménagements et équipements du territoire mars 2006.

[4]- **BOUALEM Salah**. Polycopie d'alimentation en eau potable. ENSH. Blida. 1994. P188.

[5]- **TIERCELIN Jerimi**. Traité d'irrigation, France, technique et documentation .France. 1998 P320.

[6]- **TOUAIBIA Bénina**. Manuel d'hydrologie ISBN. BLIDA Algérie. mars 2004. P166.

SITOGRAFIE

- [HTTP://WWW.GOOGEL.FR](http://WWW.GOOGEL.FR)

- [HTTP://WWW.FAO.ORG./AG/AGL/AGLW/WCROP.HTM](http://WWW.FAO.ORG./AG/AGL/AGLW/WCROP.HTM).

- [HTTP://WWW.COEFFICIENT CULTUREL.COM](http://WWW.COEFFICIENT CULTUREL.COM)

- [HTTP://WWW.MONORPHOLOGIER DE LA WILAYA DE OUED.COM](http://WWW.MONORPHOLOGIER DE LA WILAYA DE OUED.COM)

Annexe N°1 : Caractéristiques hydriques de quelques sols

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

ANNEXE N° 02

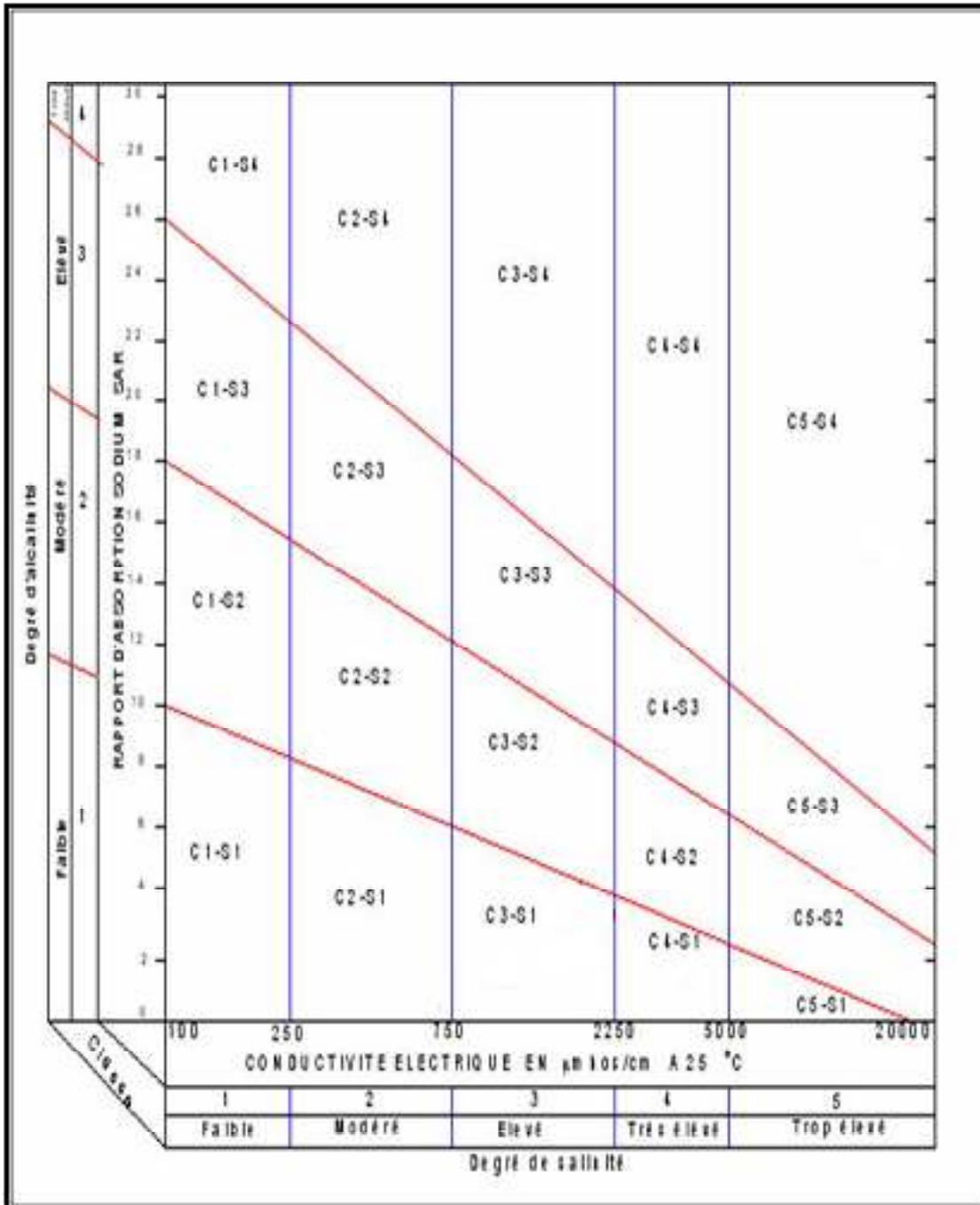


Diagramme de classification des eaux d'irrigation

ANNEXE N° 03
Guide d'estimation de p

GUIDE D'ESTIMATION DE P

(p = pourcentage de sol humide pour divers débits de distributeurs et divers espacements entre rampes et entre distributeurs dans le cas d'une seule rampe, rectiligne, équipée de distributeurs uniformément espacés délivrant une dose de 40 mm par arrosage sur l'ensemble de la surface.)

Écartement entre rampes S, en m	Débit des distributeurs														
	moins de 1,5 l/h			2 l/h			4 l/h			8 l/h			Plus de 12 l/h		
	Espacement recommandé des distributeurs sur la rampe, Sd en m														
	en sol de texture grossière (G), moyenne (M), fine (F)														
	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F
	0,2	0,3	0,9	0,3	0,7	1,0	0,6	1,0	1,3	1,0	1,3	1,7	1,3	1,6	2,0
	Pourcentage en sol humide p %														
0,8	38	48	100	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1,0	33	70	100	40	80	100	80	100	100	100	100	100	100	100	100
1,2	25	58	92	33	67	100	67	100	100	100	100	100	100	100	100
1,5	20	47	73	26	53	80	53	80	100	80	100	100	100	100	100
2,0	15	35	55	20	40	60	40	60	80	60	80	100	80	100	100
2,5	12	28	44	16	32	48	32	48	64	48	64	80	64	80	100
3,0	10	23	37	13	26	40	26	40	53	40	53	67	53	67	80
3,5	9	20	31	11	23	34	23	34	46	34	46	57	46	57	68
4,0	8	18	28	10	20	30	20	30	40	30	40	50	40	50	60
4,5	7	16	24	9	18	26	18	26	36	26	36	44	36	44	53
5,0	6	14	22	8	16	24	16	24	32	24	32	40	32	40	48
6,0	5	12	18	7	14	20	14	20	27	20	27	34	27	34	40

ANNEXE N° 04
Caractéristique de quelque sol

ANNEXE 04
Rapport entre le type de sol et les caractéristiques hydriques
sur la base du poids de sol sec

N°	Type de sol	Emploi	Capacité de rétention	Point de saturation	Capacité de rétention de l'eau disponible	Capacité de rétention de l'eau disponible
1	Argile	Arbres fruitiers	15,00	10,00	5,00	10,00
2	Argile	Arbres fruitiers	15,00	10,00	5,00	10,00
3	Argile	Arbres fruitiers	15,00	10,00	5,00	10,00
4	Argile	Arbres fruitiers	15,00	10,00	5,00	10,00
5	Argile	Arbres fruitiers	15,00	10,00	5,00	10,00
6	Argile	Arbres fruitiers	15,00	10,00	5,00	10,00
7	Argile	Arbres fruitiers	15,00	10,00	5,00	10,00
8	Argile	Arbres fruitiers	15,00	10,00	5,00	10,00
9	Argile	Arbres fruitiers	15,00	10,00	5,00	10,00
10	Argile	Arbres fruitiers	15,00	10,00	5,00	10,00
11	Argile	Arbres fruitiers	15,00	10,00	5,00	10,00
12	Argile	Arbres fruitiers	15,00	10,00	5,00	10,00
13	Argile	Arbres fruitiers	15,00	10,00	5,00	10,00
14	Argile	Arbres fruitiers	15,00	10,00	5,00	10,00
15	Argile	Arbres fruitiers	15,00	10,00	5,00	10,00
16	Argile	Arbres fruitiers	15,00	10,00	5,00	10,00
17	Argile	Arbres fruitiers	15,00	10,00	5,00	10,00
18	Argile	Arbres fruitiers	15,00	10,00	5,00	10,00
19	Argile	Arbres fruitiers	15,00	10,00	5,00	10,00
20	Argile	Arbres fruitiers	15,00	10,00	5,00	10,00

ANNEXE N° 05
Valeurs minimales et maximales de Z pour diverses cultures

Cultures	z (m)
Tomates	1 - 1,2
Cultures maraichères	0,3 - 0,6
Agrumes	1 - 1,2
Arbres fruitiers à feuilles caduques	1 - 2
Vigne	1 - 3

Forme BS, 1450 tr/min

Type	Forme	kW	Pôles	Type du moteur	Modèle d'excitation	DN ₂ /DN ₀ (pN 10)	a	L	x	r	g ₁	h ₁	m ₁	m ₂	n ₁	n ₂	s	Garniture mec.	Poids kg
40-125	BS	0,55	4	80 A	B 5	65/40	80	410	112	-	120	112	100	70	210	160	14	20	27
											-	100	140	-	-	-	12		
40-160	BS	0,75	4	80 B	B 5	65/40	80	410	115	-	130	132	100	70	240	190	14	28	34
											-	125	160	-	-	-	12		
40-160	BS	1,1	4	90 S	B 5	65/40	80	460	115	-	130	132	100	70	240	190	14	28	37
											-	125	160	-	-	-	12		
40-160	BS	1,5	4	90 L	B 5	65/40	80	460	115	-	130	132	100	70	240	190	14	28	38
											-	125	160	-	-	-	12		
40-200	BS	0,75	4	80 B	B 5	65/40	100	430	78	-	140	160	100	70	265	212	14	29	39
											-	136	180	-	-	-	12		
40-200	BS	1,1	4	90 S	B 5	65/40	100	480	78	-	140	160	100	70	265	212	14	38	42
											-	136	180	-	-	-	12		
40-200	BS	1,5	4	90 L	B 5	65/40	100	480	78	-	140	160	100	70	265	212	14	38	43
											-	136	180	-	-	-	12		
40-200	BS	2,2	4	100 L	B 35	65/40	100	505	78	36	140	100	-	-	-	-	12	38	49
										154	136	180	176	140	196	160	13		
40-200	BS	3	4	100 L	B 35	65/40	100	505	78	36	140	100	-	-	-	-	12	38	51
										154	136	180	176	140	196	160	13		
40-250	BS	1,5	4	90 L	B 5	65/40	100	480	83	-	170	180	125	95	320	250	14	38	53
											-	170	225	-	-	-	12		
40-250	BS	2,2	4	100 L	B 35	65/40	100	505	83	66	170	100	-	-	-	-	12	38	59
										154	170	225	176	140	196	100	13		
40-250	BS	3	4	100 L	B 35	65/40	100	505	83	66	170	100	-	-	-	-	12	38	61
										154	170	225	176	140	196	160	13		
40-250	BS	4	4	112 M	B 35	65/40	100	515	83	54	175	112	-	-	-	-	12	38	66
										151	170	225	176	140	226	190	15		
40-315	BS	4	4	112 M	B 35	65/40	125	540	75	88	200	112	-	-	-	-	12	40	87
										164	200	250	185	140	240	190	16		
40-315	BS	5,5	4	132 S	B 35	65/40	125	621	75	66	200	132	-	-	-	-	12	40	94
										174	200	250	218	140	256	216	15		
50-125	BS	0,75	4	80 B	B 5	65/50	100	430	128	-	134	132	100	70	240	190	14	28	33
											-	110	160	-	-	-	12		
50-125	BS	1,1	4	90 S	B 5	65/50	100	480	128	-	134	132	100	70	240	190	14	28	36
											-	110	160	-	-	-	12		
50-125	BS	1,5	4	90 L	B 5	65/50	100	460	128	-	134	132	100	70	240	190	14	28	37
											-	110	160	-	-	-	12		
50-160	BS	0,75	4	80 B	B 5	65/50	100	430	128	-	150	160	100	70	265	212	14	28	38
											-	130	180	-	-	-	12		
50-160	BS	1,1	4	90 S	B 5	65/50	100	480	128	-	150	160	100	70	265	212	14	28	42
											-	130	180	-	-	-	12		
50-160	BS	1,5	4	90 L	B 5	65/50	100	460	128	-	150	160	100	70	265	212	14	28	43
											-	130	180	-	-	-	12		
50-160	BS	2,2	4	100 L	B 35	65/50	100	505	128	39	150	100	-	-	-	-	12	38	49
										154	130	180	176	140	196	160	13		
50-160	BS	3	4	100 L	B 35	65/50	100	505	128	39	150	100	-	-	-	-	12	38	51
										154	130	180	176	140	196	160	13		
50-200	BS	1,1	4	90 S	B 5	65/50	100	480	110	-	150	160	100	70	265	212	14	28	44
											-	140	200	-	-	-	12		
50-200	BS	1,5	4	90 L	B 5	65/50	100	480	110	-	150	160	100	70	265	212	14	28	45
											-	140	200	-	-	-	12		
50-200	BS	2,2	4	100 L	B 35	65/50	100	505	110	44	150	100	-	-	-	-	12	38	51
										154	140	200	176	140	196	160	13		