

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHESCIENTIFIQUE
ECOLE NATIONALESUPERIEURE D'HYDRAULIQUE- ARBAOUI Abdallah-

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 :

**IRRIGATION DU PERIMETRE DE HASSI BEN
ABDELLAH A PARTIR D'UN FORAGE
(W.OUARGLA)**

Présenté par :

M^r BEN HANINE SALEM

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et Prénom	Grade	Qualité
M^r T. KHETTAL	MC.A	Président
M^{me} O. AZIEZ	MA.A	Examinatrice
M^{me} D. DJOUDAR	MA.A	Examinatrice
M^r D. KOLIAI	Ing en chef	Examinateur
M^{me} S. LEULMI	MA.A	Examinatrice
M^{me} N.SAIL	M.A.A	Promotrice

Septembre 2013

∞ Dédicace ∞

Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance et de respect a :

 *mes parents*

 *mon frère* djalal **

 *mes sœurs*F et L **

 *à toute ma famille*

 *Mes amis de l'ENSH et en particulier * RIGHI * MOBARKI **

*DJAMAL * NABIL * HAMIDATO * MOKA * AMIN * et tous mes amis d'Adrar .*

BENHANINE SALEM

Remerciements

Avant tout, je remercie DIEU qui a illuminé mon chemin et qui m'a armé de courage pour achever mes études.

Et « quiconque ne remercie pas les gens, ne remercie pas Dieu »

Je remercie fortement ma promotrice : M^{eme} N.SAIL de m'avoir orienté par ses conseils judicieux dans le but de mener à bien ce travail

Je remercie également M^{eme} BAHBOUH qui m'a donné les informations nécessaires pour réaliser ce mémoire.

Je tiens à remercier aussi :

-  *Les membres de jury pour avoir accepté d'évaluer mon travail*
-  *Le corps enseignant et les étudiants de l'ENSH*

BENHANINE SALEM

ملخص :

لقد قمنا في هذه المذكرة بدراسة عامة (المناخ، التربة و الماء) حول المنطقة التي درسنا فيها مشروعنا. هذا العمل يندرج في إطار دراسة و متابعة استغلال المساحة المسقية التي تقع في حاسي بن عبد الله بولاية ورقلة، و هذا باستعمال تقنية الرش المحوري للحصول على مردود جيد و كذا المحافظة على الثروات المائية. نستعمل أحسن الطرق لحساب حاجة المزروعات من الماء مع الحفاظ على مرد ودية جيدة في التوزيع من أجل الحصول على منتج زراعي و فير بأقل التكاليف.

RESUME

Notre travail consiste à faire une étude générale (climat, sol et eau) sur la région où nous devons réaliser notre projet.

Nous avons fait une étude et un suivi d'exploitation d'un périmètre irrigué, situé dans hassi ben Abdallah de la wilaya d'Ouargla, en utilisant la technique de pivot, pour atteindre un bon rendement, tout en préservant les ressources hydriques.

En adoptant les meilleures méthodes de calcul des besoins en eau des cultures, en ayant un bon coefficient d'efficience pour la distribution, en vue d'avoir la bonne production agricole avec le moindre coût.

ABSTRACT:

In our dissertation, we have made a general survey (climate, soil and water) on the region where we must achieve our project.

This dissertation aims at studying and following exploitation of irrigated perimeters, situated in the Hassi Ben Abdallah of wilaya of Ouargla, while using the techniques of turn, to reach a good output.

By adoption of the best arithmetic techniques of the needs in water, to protect the agricultural fields with low costs.

Sommaire

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles

I.1) caractéristiques générales de la wilaya d'Ouargla.....	1
I.2) situation géographique de la région de Hassi ben Abdallah zone d'étude :.....	2
I.3) étude du climat de la région.....	4
I.3.1.introduction :.....	4
I.3.2. Station de référence.....	5
I.3.3 Les températures :.....	5
I.3.5. L'humidité relative.....	6
I.3.6. La pluviométrie.....	7
I.3.7. L'insolation:.....	7
I.3.8.Les vents.....	8
I.3.9. L'évaporation.....	9
I.3.10.Indices climatiques.....	9
I.3.10.1- Indice d'aridité De Martonne.....	9
I.4. quotient pluviométrique d'emberger.....	10
I.5. climogramme de Gaussen :.....	11
I.6. Homogénéité de la série pluviométrique :.....	13
I.6.1. Etude de l'échantillon et choix du type de loi :.....	14
I.6.2. Traitement des données :.....	14
I.6.3. Ajustement de la série pluviométrique :.....	15
I.6.3.1 Ajustement à la loi Normale :.....	15
I.6.3.2. Test de validité d'un ajustement :.....	17
I.6.3.3. Test de validité d'ajustement à la loi Normale :.....	17
I.7. Géologie.....	19
I.7.1.contexte hydrogéologique.....	20
Conclusion	23

Chapitre II : Ressources en eau et sol

II.1. aperçu sur les sols de la région	24
II -2 -1 Les sols de Sahara.....	24
II -2 -2 Caractérisation d'un sol représentatif.....	24
II. 3. Profil pédologique.....	25
II. 4. Description du profilpédologique.....	25
II.4.1. Caractéristiques physiques du sol.....	25
II. 4.1.1. La texture.....	25
II.4.1.2. La structure.....	26
II.4.1.3. La perméabilité.....	26
II.4.1.4. La densité apparente da.....	27
II.4. 2. Caractéristique chimiques du sol.....	27
II.4. 2.1. La salinité.....	27
II.4. 2.2.Exchange sodium pourcentage ESP :.....	27
II.5. Caractéristique des sols de zone d'étude.....	29
II.5. 1.Paramètres physiques du sable:.....	30
II.5. 2.Caractéristiques physiques du sol de Hassi ben Abdallah :.....	31
II.5. 3.Caractéristique chimiques du sol de Hassi ben Abdallah :.....	31
II.6. ressource en eau.....	32
II.6. 1.Qualité des eaux d'irrigation.....	32
II.6. 1.1.La salinité.....	32
II.6. 1.2.La conductivité électrique.....	33
II.6. 1.3.Le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R.....	33
II.6. 2.L'analyse de l'eau d'irrigation.....	34
II.6. 2.1.Caractéristiques physico-chimiques des eaux de la nappe C.T.....	34
Conclusion :.....	35

Chapitre III : Besoins en eau des cultures

III.1. Définition.....	36
III.2. L'évapotranspiration.....	36
III.2.1. L'évapotranspiration de référence :	36
III.2.2. L'évapotranspiration potentielle :	36
III.2.3. L'évapotranspiration réelle :	36
III.3. méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration.....	37
III.3.1.Méthodes directes.....	37
III.3.2. Méthodes indirectes.....	37
III.3.3 Méthode de penman et monteith modifiée :	37
III.4. Méthodologie.....	39
III.4.1. Pluies efficaces (Pe) :	40
III.5. Quelques rappels phyto technique sur le blé.....	40
III.5.1.Culture de blé.....	40
III.5.2.Les exigences du blé et adaptation :	41
III.5.3.Les variétés du blé :	42
III.5.4. Période de semis :	44
III.5.5.Densité de semis :	44
III.6. détermine les besoins en eau des cultures :	45
III.7. Calcule du débit caractéristique :	46
Conclusion :	47

Chapitre IV : Choix de système d'irrigation

IV.1.introduction.....	48
IV.2. définition de l'irrigation.....	48
IV.3. le choix de la technique d'arrosage :	48
IV.3.1.Irrigation gravitaire :	49
IV.3.1.2.l'arrosage par ruissellement (par planches ou par calant) :	49

IV.3.1.3.L'arrosage par infiltration (à la raie) :.....	49
IV.3.1.4.L'arrosage par submersion :.....	49
IV.3.1.5.Avantages de l'irrigation par gravité :.....	49
IV.3.1.6.Inconvénients de l'irrigation par gravité :.....	49
IV.3.2.Irrigation par aspersion :.....	50
IV.3.2.1.Avantages de l'irrigation par aspersion :.....	50
IV.3.2.2. inconvénients de l'irrigation par aspersion :.....	50
IV.3.3.Irrigation localisés (goutte à goutte) :.....	50
IV.3.3.1.Avantages de l'irrigation localisée	50
IV.3.3.2.Inconvénients de l'irrigation localisée.....	51
IV.3.4Irrigation par aspersion :.....	51
IV.3.4.1 Introduction:.....	51
IV.3.4.2. Principe de mise en œuvre de l'irrigation par aspersion:.....	51
IV.4. choix de l'équipement par aspersion:.....	53
IV.4. 1. Les éléments d'une installation sous pression:.....	53
IV.4. 1.1. La source en eau:.....	53
IV.4. 1. 2. Le groupe de pompage:.....	53
IV.4. 1.3. La conduite principale (conduite d'adduction -distribution):.....	54
IV.4. 1.4. La conduite secondaire (ou porte -rampes):.....	54
IV.4. 1.5. La conduite tertiaire ou rampe:.....	54
IV.5.les systèmes d'irrigation par aspersion:.....	54
IV.5.1.Les rampes mobiles:.....	55
IV.5.2.La couverture totale enroulable:.....	55
IV.5.3.La couverture intégrale :.....	56
IV.5.4.Les enrouleurs:.....	57
IV.5.5.La micro -aspersion:.....	59
IV.5.6.La rampe frontale:.....	59

IV.5.6.1.Rampe frontale à deux roues avec multiples travées.....	60
IV.5.6.2.Rampe frontale à deux roues avec travée unique.....	60
IV.5.6.3.Rampe frontale universelle :.....	61
IV.5.7. Le pivot.....	62
IV.5.7.1 introduction:.....	62
IV.5.7.2definition d'un pivot:.....	63
IV.5.7.3.principe de fonctionnement:.....	63
IV.5.7.4.description des éléments principaux du pivot:.....	64
IV.5.7.4.1 La tour centrale:.....	64
IV.5.7.4.2 Centrale de commandes:.....	64
IV.5.7.4.3. La travée:.....	64
IV.5.7.1 Accouplement :.....	65
IV.5.7.1 La tour mobile:.....	65
IV.5.7.1 Contacteur d'alignement de tour mobile:.....	65
IV.5.7.1 Porte-à-faux:.....	65
IV.6. type de l'installation du pivot:.....	66
IV.6. 1.Installation fixe :.....	66
IV.6.2. Installation mobile:.....	66
Conclusion :.....	66

Chapitre V : Etude technique de l'irrigation par pivot

V.1.3. Calcul des paramètres techniques d'arrosages:.....	68
V.1.3.1. La vitesse d'avancement du pivot:.....	68
1) calcul de la vitesse d'avancement :.....	68
2) Réglage du compteur de pourcentage de vitesse du pivot.....	68
V.1.3.2. Calcul nombre de buse:.....	69
1). Les asperseurs de pivot.....	69
2) Le choix de l'écartement entre les asperseurs voisins :.....	72

3) Adapter l'intensité d'arrosage à la capacité d'infiltration du sol :.....	73
V.1.3.3. Calcul de l'intensité de l'arrosage	74
V.1.3.4. La dose maximum par passage :.....	77
V.2.- calcul de la hauteur manométrique totale nécessaire:.....	79
V.2.1. Calcul de la hauteur géométrique :.....	79
V.2.2.Calcul des pertes de charges:.....	80
V.2.3 Détermination de la hauteur manométrique totale "HMT" :.....	82
V.3.Choix de la pompe :.....	82
V.4. Calcul de la puissance de la pompe :.....	83
Conclusion :.....	83

Chapitre VI : Etude technique économique

VI .1.Etude économique :.....	84
VI .1.1. Devis estimatif du forage :.....	85
VI .2.Avantages et inconvénients du pivot:.....	85
VI .2.1.avantages:.....	85
VI.2.2.inconvénients	86

Conclusion Générale

Bibliographie

Listes des tableaux

Chapitre I : analyse des conditions naturelles

Tableau I.1. Le volume des terres agricoles par zone de la cuvette d'Ouargla.....	1
Tableau I.2. Caractéristiques de la station Hydro climatique d'Ouargla.....	4
Tableau I.3. Température moyen mensuelle.....	4
Tableau I.4. Humidité relative moyenne mensuelle.....	5
Tableau I.5. Précipitations moyennes mensuelles 1981-2012.....	6
Tableau I.6. Insolation moyenne mensuelle.....	7
Tableau I.7. Vitesses moyennes mensuelles des vents à la station d'Ouargla.....	8
Tableau I.8. Evaporation dans la région d'Ouargla.....	8
Tableau I.9 : Les limites de climat d'après l'indice d'aridité de Martonne.....	9
Tableau I.10 : pluies mensuelles.....	13
Tableau I.11. Ajustement à une loi normale.....	15
Tableau I.12. Ajustement à une loi log-normale.....	16
Tableau I.13. Tableau du %.....	18
Tableau I.13. Pluviométrie moyenne pour chaque mois en m.....	18
Tableau I.14. Les valeurs de Pmoy 80 %.....	19

Chapitre II : ressources en eau et sol

Tableau II.1. Perméabilité de sol k.....	26
Tableau II.2. types des sols en fonction de CE et ESP.....	28
Tableau II.3. Résultat d'analyse granulométrique du sol de HASSI BEN ABD ALLAH	29
Tableau II.4. Paramètres physiques du sable.....	30
Tableau II.5. Caractéristiques physiques du sol :.....	31
Tableau II.6. Caractéristique chimiques du sol.....	31
Tableau II.7. Résultat analytique (granulométrie).....	32
Tableau II.8. Caractéristiques physico-chimiques des eaux de la nappe du CT.....	34
Tableau II.9. Analyse des données.....	34

Chapitre III : besoins en eau des cultures

Tableau III.1. L'évapotranspiration de référence.....	38
Tableau III.2: pluviométries moyennes et efficaces pour chaque mois en mm.....	40
Tableau III.3: l'exigence du blé.....	41
Tableau III.4: Besoins en eau du blé.....	46

Chapitre V : étude technique de l'irrigation par pivot

Tableau V.1. La dose maximum par passage	77
Tableau V.2. Caractéristiques hydrodynamiques des forages.....	79
Tableau V.3. Calcul valeur de.....	80
Tableau V.4. Calcul des pertes de charge.....	82
Tableau V.5. Calcul des HMT.....	82

Listes des Figure

Chapitre I : analyse des conditions naturelles

Figure I.01. Situation géographique de la région d'Ouargla.....	1
Figure I.02. Situation géographique de la région de Hassi ben Abdallah.....	2
Figure I.03. Image aérienne de périmètre étudié.....	3
Figure I.04. Variations des températures moyennes mensuelles minimales et maximales à la station d'Ouargla durant la période (1981-2012).....	5
Figure I.05. Diagramme de l'humidité relative.....	6
Figure I.06. Diagramme de la précipitation moyenne mensuelle.....	7
Figure I.07. Diagramme de l'insolation moyenne mensuelle.....	7
Figure I.08. Diagramme de la vitesse du vent.....	8
Figure I.09. Diagramme de l'évaporation dans la région d'Ouargla.....	9
Figure I.10. Position d'Ouargla dans le diagramme d'EMBERGER (1981-2012).....	11
Figure I-11: climogramme ombrothermique de Gaussen.....	12
Figure I.12. Ajustement à une loi log-normale.....	16
Figure I.13. Ajustement à une loi log-normale.....	17
Figure I-14:: Carte géologique du grand erg oriental.....	20
Figure I-15: Carte des ressources en eau souterraines (C I et CT).....	20
Figure I-16: Affleurement de la nappe C.T d'après l'UNESCO, septembre 1994.....	21
Figure I-17: Carte piézométrique de référence (1950) du Complexe terminal	22
Figure I-18: coupe géologique du forage F8.....	22

Chapitre II : ressources en eau et sol

Figure II .1. estimation de l'ESP en fonction de SAR (source Lund drainage).....	28
Figure II .2. courbe granulométrique de sol de Hassi ben Abdallah.....	30
Figure II .7. Diagramme de classification des eaux d'irrigation.....	35

Chapitre III : besoins en eau des cultures

Figure III .1. Histogramme l'évapotranspiration de référence.....	39
---	----

Chapitre IV : étude technique de l'irrigation par pivot

Figure IV .01. Partie essentielle d'une installation localisée.....	50
Figure IV.02. Asperseurs en triangle.....	52
Figure IV .03. système d'aspersion à rampes mobiles.....	55
Figure IV .04. système d'aspersion à couverture totale enroulable.....	56
Figure IV .05. Système d'aspersion à couverture totale intégrale.....	57
Figure IV .06. Système d'aspersion avec enrouleur.....	58
Figure IV .07. Système d'aspersion avec enrouleur.....	58
Figure IV .08. Système d'aspersion avec une rampe micro-aspersion.....	59
Figure IV .09. Système d'aspersion à rampe frontale.....	60
Figure IV .10. Rampe frontale à deux roues avec travée unique.....	61
Figure IV .11. Rampe frontale universelle à alimentation par canal.....	62
Figure IV .12. Rampe frontale universelle avec guidage par sillon.....	62
Figure IV .13. irrigation par pivot.....	63
Figure IV .14. description des éléments principaux du pivot.....	65

Chapitre V : étude technique de l'irrigation par pivot

Figure V .1. Pivot renversé par le vent.....	72
Figure V .2. Deux exemples de montage d'asperseurs. Le montage avec canne de descente permet d'approcher l'asperseur de la végétation.....	72
Figure V .3. Exemples de courbes d'infiltration obtenues au laboratoire.....	74
Figure V.4. Schéma explicatif pour le calcul de perte de charge.....	81

Liste des planches

**PLANCHE 1 : PLAN DE SITUATION DE HASSI BEN
ABDALLAH W. OUARGLA**

**PLANCHE 2 : IMPLANTATION DES FORAGES ET RESEAU
D'ADDUCTION DE HASSI BEN ABDALLAH**

**PLANCHE 3 : SCHEMA DE RESEAU A LA PARCELLE DE HASSI BEN
ABD ALLAH**

**PLANCHE 4 : PROFIL EN LONG DE LA CONDUIT PRINCIPALE DE
HASSI BEN ABDALLAH W .OUARGLA**

Dans la région de **Hassi ben Abdallah**, comme dans tout le Sahara, la disponibilité et la mobilisation des eaux constituent un facteur important pour la stabilité des populations locales. En effet. Tout développement économique dans cette région est conditionné par la disponibilité et l'utilisation de la ressource en eau. L'irrigation rationnelle constitue alors le facteur principal du développement durable de l'agriculture saharienne. Durant les dix dernières années, le Sud Algérien a connu une activité agricole très intense, cette activité est principalement orientée vers la production du blé en particulier et des céréales en général.

Les précipitations étant pratiquement inexistantes, les agriculteurs utilisent la méthode d'irrigation intégrale de leur culture par le système des Pivots. (les eaux d'irrigation provenant des eaux souterraines).

L'irrigation par pivot consiste à apporter de l'eau aux cultures sous forme de pluie répartie sur toute la surface à arroser. L'objectif recherché lors de la conception de ce système d'irrigation est l'amélioration de l'irrigation dans les conditions désertiques.

Le but de notre étude est de maîtriser l'utilisation de l'ensemble des informations nécessaires au dimensionnement des différentes infrastructures composant le réseau d'irrigation du périmètre de **Hassi Ben Abdallah (Wilaya d'Ouargla)**, d'une superficie de 60 Ha.

Pour atteindre cet objectif, nous nous sommes basés sur les points suivants :

- Analyse des conditions naturelles de la zone d'étude;
- Evaluation des ressources en eau et en sol ;
- Calcul des besoins en eau des cultures ;
- Choix des systèmes d'irrigation et dimensionnement du réseau;
- Etude technico*économique.

Chapitre I :
ANALYSE DES
CONDITIONS
NATURELLES

I.1) caractéristiques générales de la wilaya d'Ouargla

L'activité principale des habitants est l'agriculture, basée essentiellement sur la culture du palmier dattier qui occupe une superficie globale de 23 532 ha. Le tableau suivant présente l'état de la palmeraie d'après les Statistiques de l'année 2003/2004. Il y a de très vastes surfaces de la wilaya qui demeurent non exploitées soit parce qu'elles sont trop ensablées, salines ou trop sèches.

Tableau I.1. Le volume des terres agricoles par zone de la cuvette d'Ouargla

SURFACE TOTALE DES SOUS ZONES A LA WILAYA	HA
SIDI-KHOULED	8 300
AIN BEIDA	180 000
HASSIBEN ABDELLAH	237 000
ROUISSAT	370 000
OUARGLA	88 000
N'GOUSSA	185 000

Source DSA Ouargla

Les ressources en eau utilisées dans le domaine agricole est des foggaras.

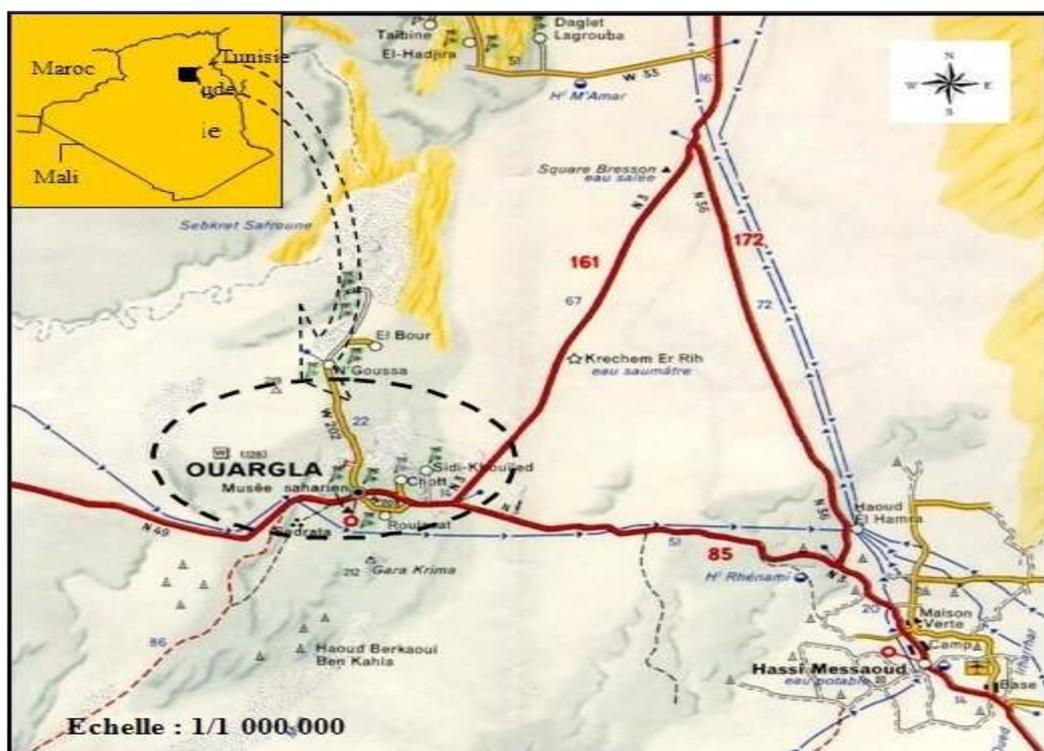


Figure I.01. Situation géographique de la région d'Ouargla

I.2) situation géographique de la région de Hassi ben Abdallah zone d'étude :

La commune de Hassi Ben Abdallah se situe à 26 km au Nord-Est d'Ouargla englobant une superficie de 761,63 ha avec 52.262 palmiers-dattiers. Elle se trouve à 157m d'altitude (32° 52' E. ; 5° 26' N.). La station d'étude s'étend sur une superficie de 60 ha

Les limites de cette région sont :

- n'Goussa et el-Hdjira au nord.
- Ain el Beida au sud.
- Hassi Messaoud à l'est.
- Sidi Khuiled à l'ouest.

Les coordonnées géographiques sont les suivants :

- Latitude 32° 2'36.21"N .
- Longitude 5°30'24.72"E.

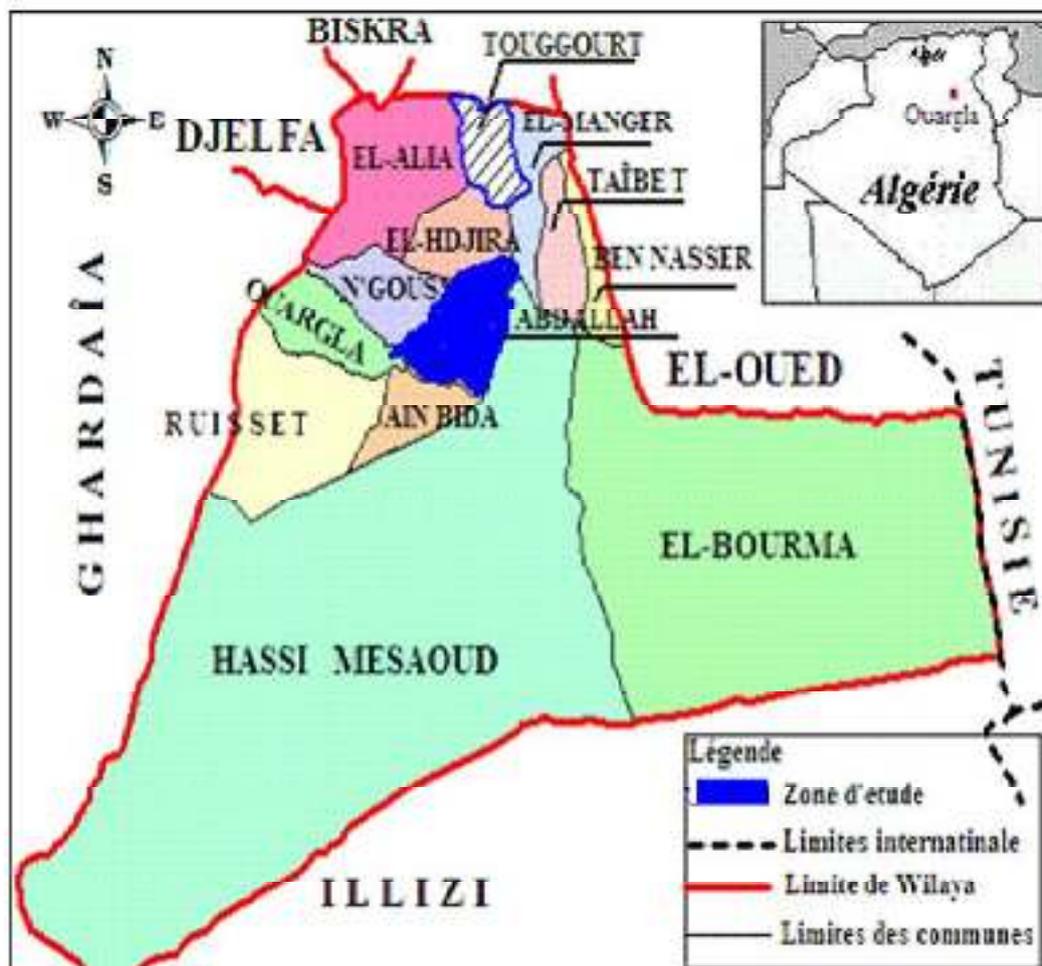


Figure I.02. Situation géographique de la région de Hassi ben Abdallah**Figure I.03.** Image aérienne de périmètre étudié

I.3) étude du climat de la région

I.3.1.introduction :

Le climat affecte une bonne partie des activités humaines, telle que la production agricole, laproduction et la consommation d'énergie, l'utilisation de certaines ressources

telles que l'eau, les aspects essentiels de l'environnement relevant immédiatement de la climatologie.

L'objet de ce chapitre est l'étude des paramètres hydro climatologiques mesurés depuis une vingtaine d'années à la station d'Ouargla représentative du climat régnant sur notre zone d'étude. Nous analyserons successivement : les valeurs mensuelles et annuelles des précipitations, températures de l'air, humidité relative, durée d'insolation, vitesse de vent et l'évaporation mesurée au niveau de cette station.

I.3.2. Station de référence.

La station la plus représentative de notre zone d'étude est la station d'Ouargla qui est la plus proche de Hassi Ben Abdellah

La synthèse climatique a été faite sur une durée de 31 ans (1981 - 2012), pour tous les paramètres climatiques (température, humidité, précipitation, insolation, vitesse du vent, évaporation et évapotranspiration). Le tableau suivant représente les caractéristiques de la station d'Ouargla.

Tableau I.2. Caractéristiques de la station Hydro climatique d'Ouargla.

Station d'Ouargla	X (km)	Y (km)	Z(m)
Caractéristiques	748.048	154.065	130

Source ANRH d'Ouargla

I.3.3 Les températures :

Les températures constituent un des facteurs majeurs caractéristiques de climat saharien. le Tableau 1.3, illustre des variations de la température moyenne (T), les moyennes de minima (m) et les moyennes maxima (M) en degré Celsius à la station d'Ouargla, pour la période allant de 1981-2012 (source ONM).

Tableau I.3. Température moyen mensuelle.

Station	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avri	Mai	Juin	Juil	Aoû	Anné	
Ouargla	m	23.12	17.47	10.5	6.46	5.58	6.9	10.9	15.69	19.7	24.5	27.66	28.06	16.38
	T	29.3	24.0	16.7	12.3	11.4	13.7	17.75	21.71	26.9	32.24	34.68	34.59	22.96
	M	36.22	31.18	23.52	19.42	18.19	21.37	24.55	30.07	34.01	39.76	42.3	42.5	30.26

Source ONM

a- température moyenne :

A partir du climat dans notre région d'étude, les températures se caractérisent par des valeurs maximales en été qui atteignent 42.5°C et des valeurs minimales enregistrées de l'ordre de 5,58°C quant à la moyenne annuelle correspondante à cette période, elle est de 22,96°C. La figure suivante représente les variations des températures moyennes

mensuelles et montre que les mois les plus chauds sont : Juillet et Août avec des températures qui dépassent 40 °C et les mois les plus froids sont : Décembre, Janvier et Février avec des températures inférieures à 7°C.

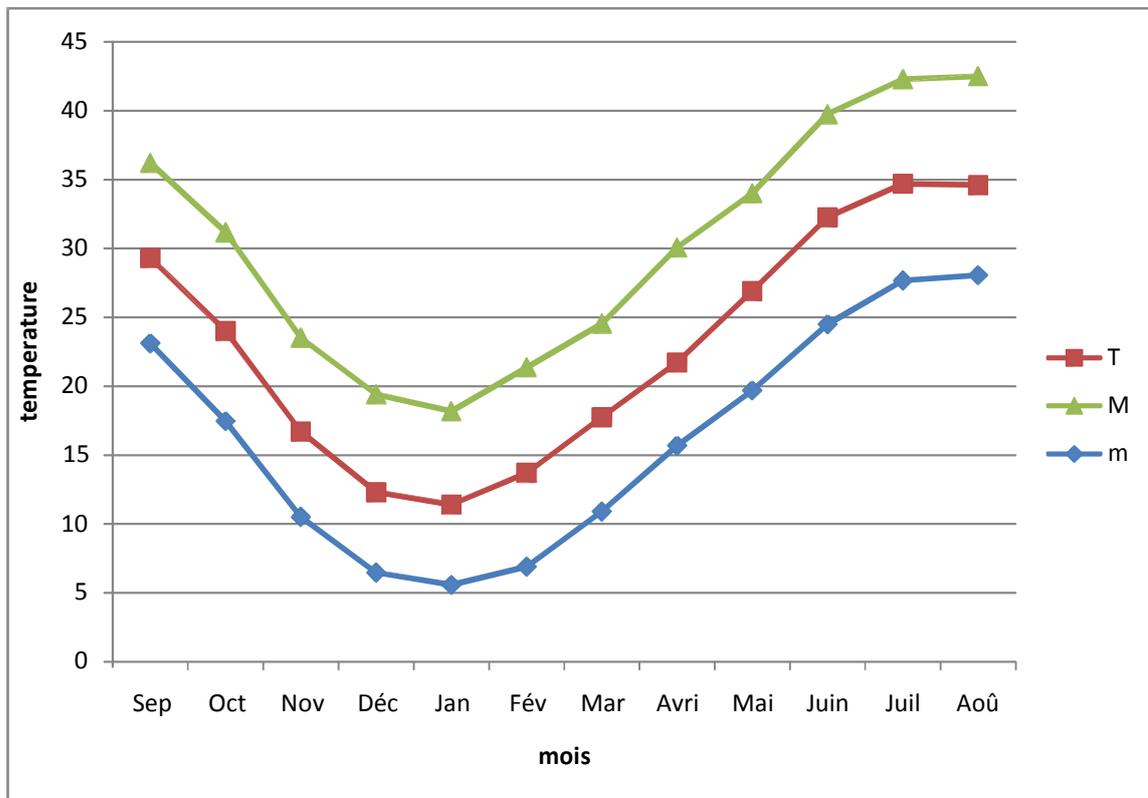


Figure I.04. Variations des températures moyennes mensuelles minimales et maximales à la station d'Ouargla durant la période (1981-2012)

I.3.5. L'humidité relative.

L'appréciation de ce facteur est traduit par le rapport en pourcentage (%) de la tension de la vapeur à la tension maximale correspondant à la température. elle exprime en réalité l'état hygrométrique de l'atmosphère, varie beaucoup au cours de la journée. Elle est maximale au lever du soleil par contre le taux le plus faible est observe en milieu de la journée.

Tableau I.4. Humidité relative moyenne mensuelle.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At	ANNEE
HR(%)	35.51	49.22	59.08	64.04	62.14	51.79	46.51	37.98	33.73	29.48	25.06	26.91	43,45

Source ONM Ouargla

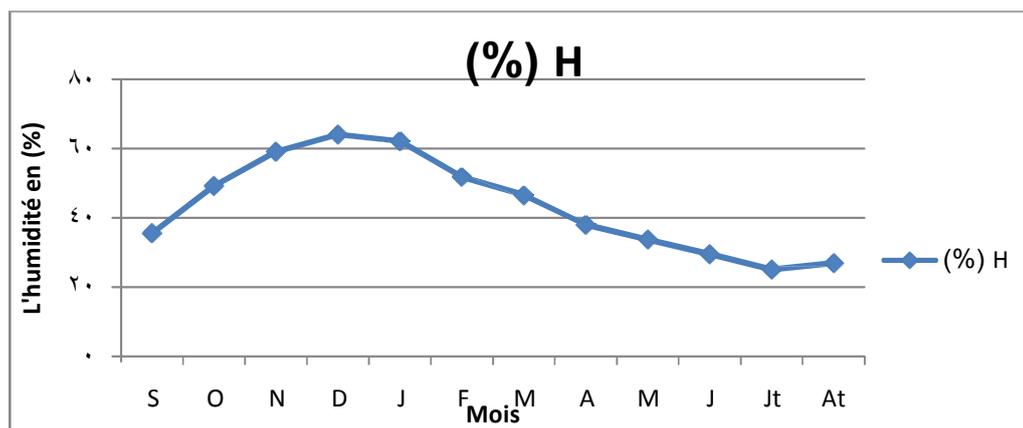


Figure I.05. Diagramme de l'humidité relative

D'après le graphe N°06, nous avons une augmentation de l'humidité de 35.51% jusqu'à 64.04 % pendant les mois d'octobre, novembre, décembre et janvier. Celle-ci diminue jusqu'à 25.06% durant les autres mois de l'été ce qui provoque une intense évapotranspiration signe de sécheresse accentuée.

I.3.6. La pluviométrie.

La région d'Ouargla Hassi ben Abdallah caractérise par une pluviosité négligeable et irrégulière avec une moyenne annuelle qui ne dépasse guère les 13,2 mm. Les pluies tombent en majeure partie pendant la période hivernale. Pour le reste de l'année, elles se vaporisent en partie au cours de leur chute. Il peut pleuvoir durant plusieurs jours de l'année, comme il arrive qu'aucune goutte ne tombe durant l'année.

Pour l'étude de la pluviométrie, nous disposons d'une série d'observation mensuelle couvrant la période allant de 1981 à 2012. Le tableau suivant présente les valeurs des précipitations moyennes mensuelles.

Tableau I.5. Précipitations moyennes mensuelles 1981-2012.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At	ANNEE
P(mm)	4.8	5.9	6.4	5	6.2	1.4	4.2	1.9	0.7	0.3	0.4	0.6	41

Source ONM Ouargla

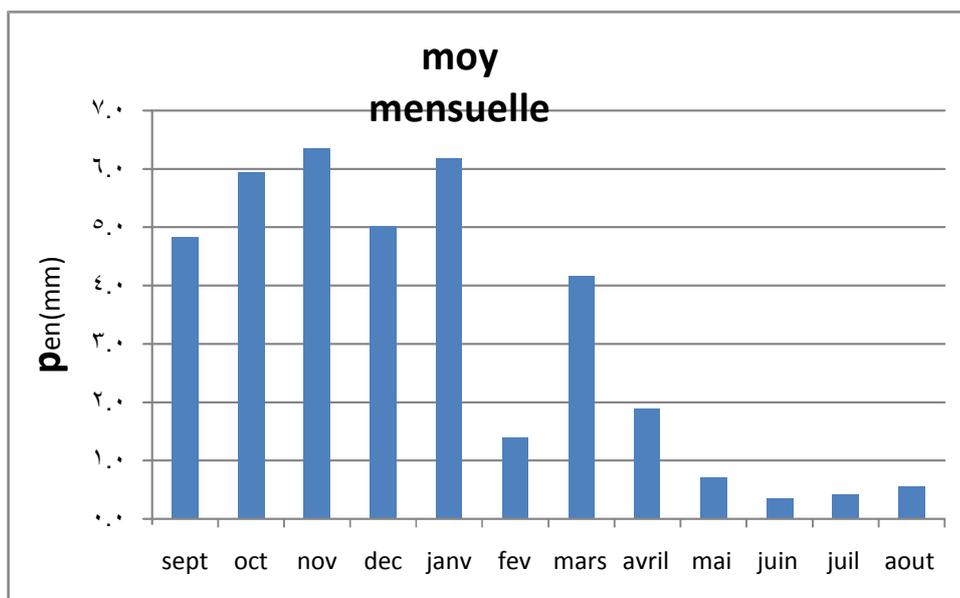


Figure I.06.Diagramme de la précipitation moyenne mensuelle

A la lecture du tableau, les précipitations sont quasi nulles (0,05 – 0,4mm) pendant toute l’année sauf le mois de janvier avec une valeur de 7,6 mm qui baisse jusqu’à 2,1 mm au mois de février et 1,2 mm au mois de mars.

I.3.7. L’insolation:

L’insolation journalière est élevée, elle a une valeur moyenne de 9,6 heures par jour pour l’année. Elle influe sur la croissance et le développement des plantes, elle atteint son maximum en Juillet (10.02h/j) et son minimum en Février (7.31).

Tableau I.6. Insolation moyenne mensuelle.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At	ANNEE
insolation (h)	262,13	249.17	224.56	244.92	231.85	219.31	244.73	260.59	286.72	300.49	342.21	320.22	265.58

Source ONMOuargla

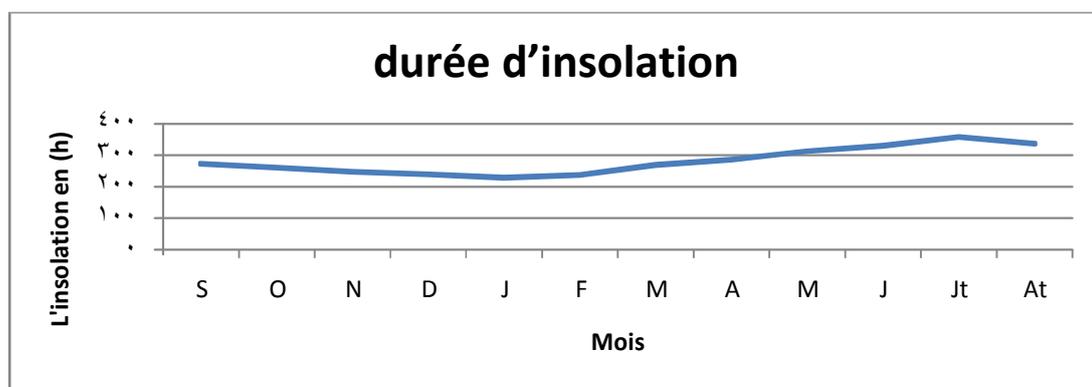


Figure I.07.Diagramme de l’insolation moyenne mensuelle

D’après la figure N°07, l’insolation journalière est supérieure à 219.31h/mois pendant toute l’année. La courbe diminue de 342.21h/mois,, L’insolation

est faible pendant les mois froids et importants durant les mois chauds, L'insolation est moyenne à OuarglaHassi ben Abdallah.

I.3.8. Les vents.

Le vent est un autre facteur climatique important dans la caractérisation du climat. Les résultats des moyennes mensuelles de la vitesse du vent enregistrées à la station d'Ouargla (1981-2012) sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau I.7. Vitesses moyennes mensuelles des vents à la station d'Ouargla

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At	Année
Vitesse (m/s)	3.81	3.60	2.90	2.99	3.03	3.46	3.99	4.73	4.88	5.01	4.32	3.98	3.89

Source ONM Ouargla

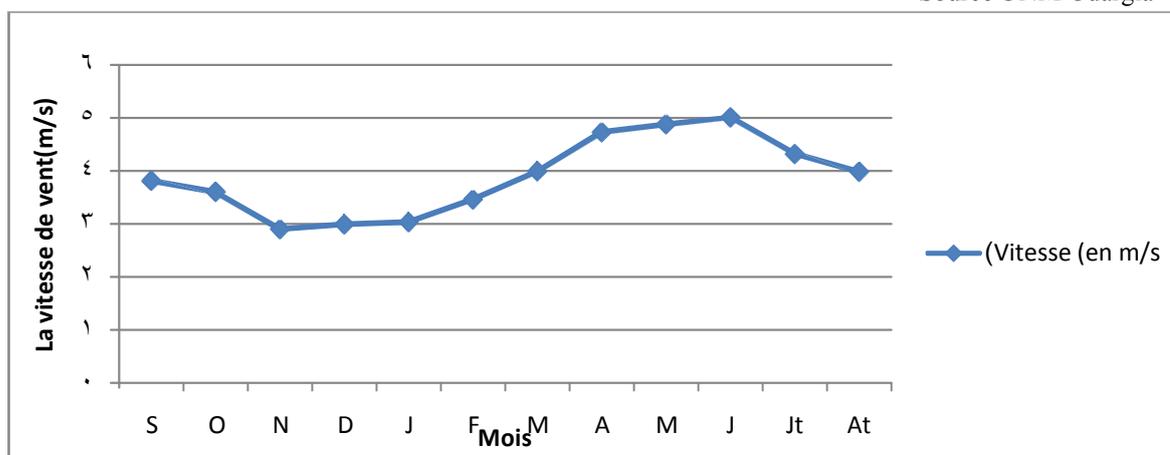


Figure I.08. Diagramme de la vitesse du vent

On remarque d'après le tableau, que la vitesse minimale du vent est enregistrée au mois du novembre, elle est de 2.90 m/s et la vitesse maximale est enregistrée en juin et atteint 5.01m/s ,et dans des différentes directions.

I.3.9. L'évaporation.

L'évaporation traduit le retour de l'eau à l'atmosphère sous forme de vapeur, elle intéresse aussi bien les surfaces d'eau libre que les quantités d'eaux retenues dans les couches plus profondes. Le tableau suivant présente l'évaporation enregistrée pendant la période entre 1981 et 2012.

Tableau I.8. Evaporation dans la région d'Ouargla

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At	total
L'évaporation (mm)	237.28	174.75	102.73	85.70	85.68	111.08	144.94	201.25	236.38	278.09	307.22	314.36	4895

Source ONM Ouargla

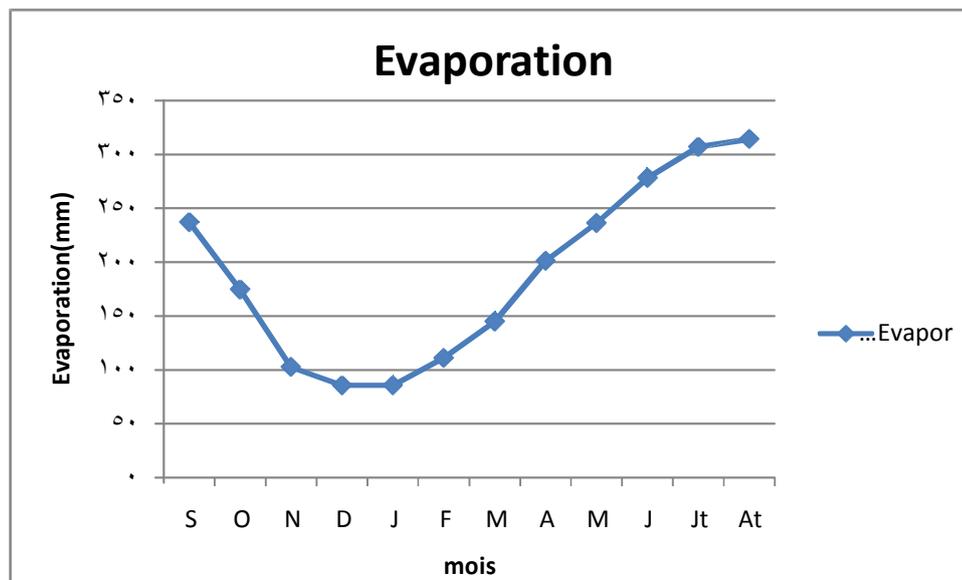


Figure I.09.Diagramme de l'évaporation dans la région d'Ouargla.

Le diagramme montre qu'il y a une diminution de l'évaporation pendant la période entre Octobre et Février.

I.3.10.Indices climatiques

I.3.10.1- Indice d'aridité De Martonne

L'indice d'aridité De Martonne définit comme le degré de sécheresse du climat et par conséquent il nous oriente dans le choix des cultures.

Il est calculé par la formule suivante :

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

Avec : I : Indice De Martonne

P : Précipitation annuelle en (mm)

T : Température moyenne annuelle

$$I = \frac{37.8}{22.96 + 10} = 1.14$$

Tableau I.9 :Les limites de climat d'après l'indice d'aridité de Martonne

Valeur de I	Type de climat	Irrigation
I<5	Désertique	Indispensable
5<I<10	Très sec	Indispensable
10<I<20	Sec	Souvent indispensable
20<I<30	Relativement humide	Par fois utile
I>30	Humid	Inutile

On obtient un indice d'aridité : IA < 5

Selon la classification de MARTONE, il s'agit d'un régime Désertique, où l'irrigation est Indispensable.

I.4. quotient pluviométrique d'emberger.

Cet indice permet de déterminer l'étage bioclimatique de la zone d'étude, deux paramètres sont pris en considération :

- La pluviométrie moyenne annuelle (P).
- La température : La moyenne des maxima du mois le plus chaud (M) et la moyenne des minima du mois le plus froid (m).

La formule d'EMBERGER est la suivante :

$$Q_2 = 2000P / (M^2 - m^2)$$

P : Pluviométrie moyenne annuelle en mm ;

M : moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en °C;

m : moyenne des températures minimales du mois le plus froid en °C ;

Pour :

$$P = 37.8 \text{ mm}$$

$$M = 42.5 + 273 = 315,5 \text{ K}^\circ$$

$$m = 5.58 + 273 = 278,58 \text{ K}^\circ$$

$$Q = \frac{2000 * 37.8}{(315.5)^2 - (278.58)^2} = 3.45$$

Q₂ : Quotient pluviométrique d'EMBERGER.

Un coefficient d'Emberger égal à 3.45 situe la région d'Ouargla dans l'étage bioclimatique saharienne à hiver chaud selon le climogramme d'EMBERGER

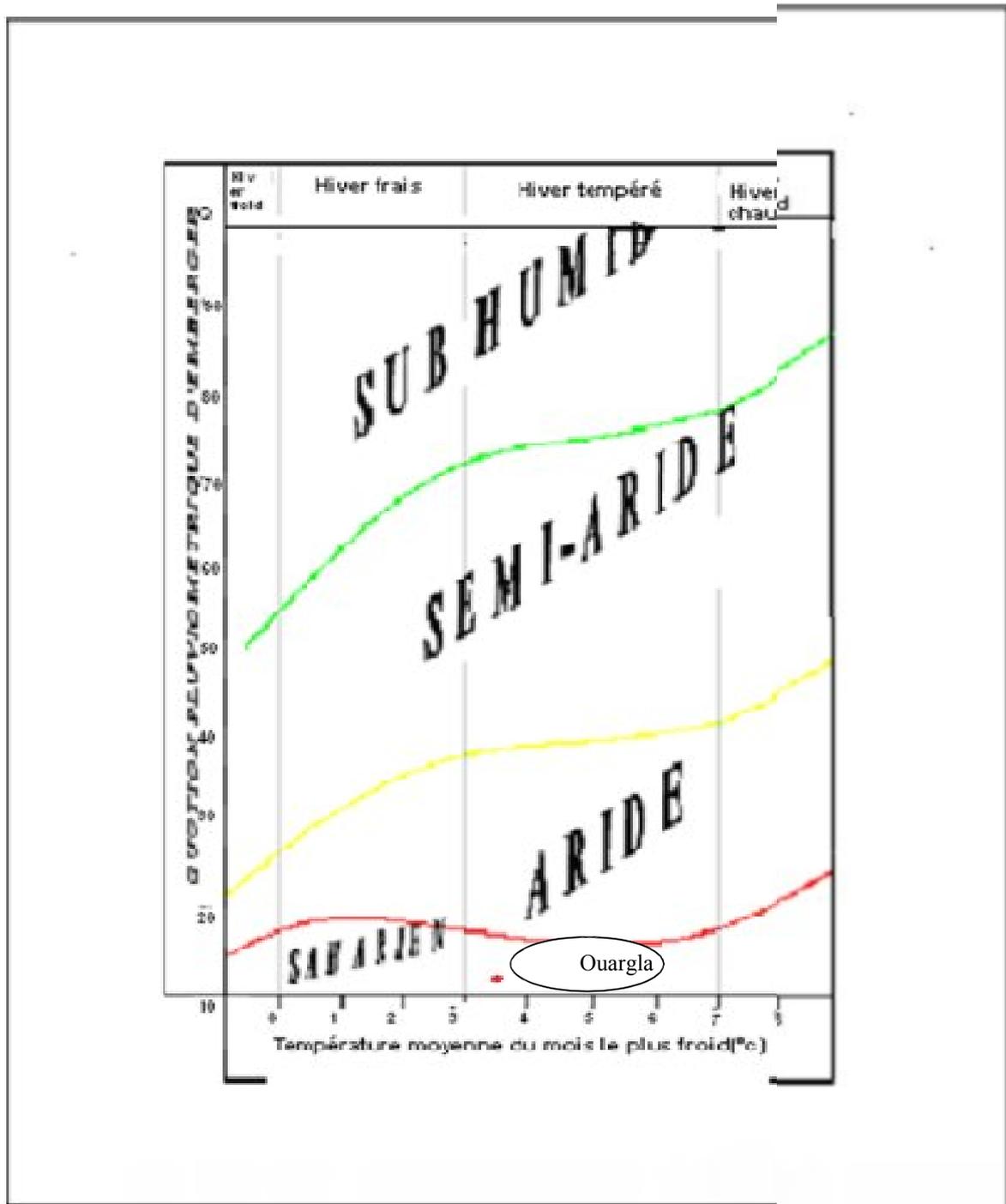


Figure I.10. Position d'Ouargla dans le diagramme d'EMBERGER (1981-2012).

I.5. climogramme de Gausсен :

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

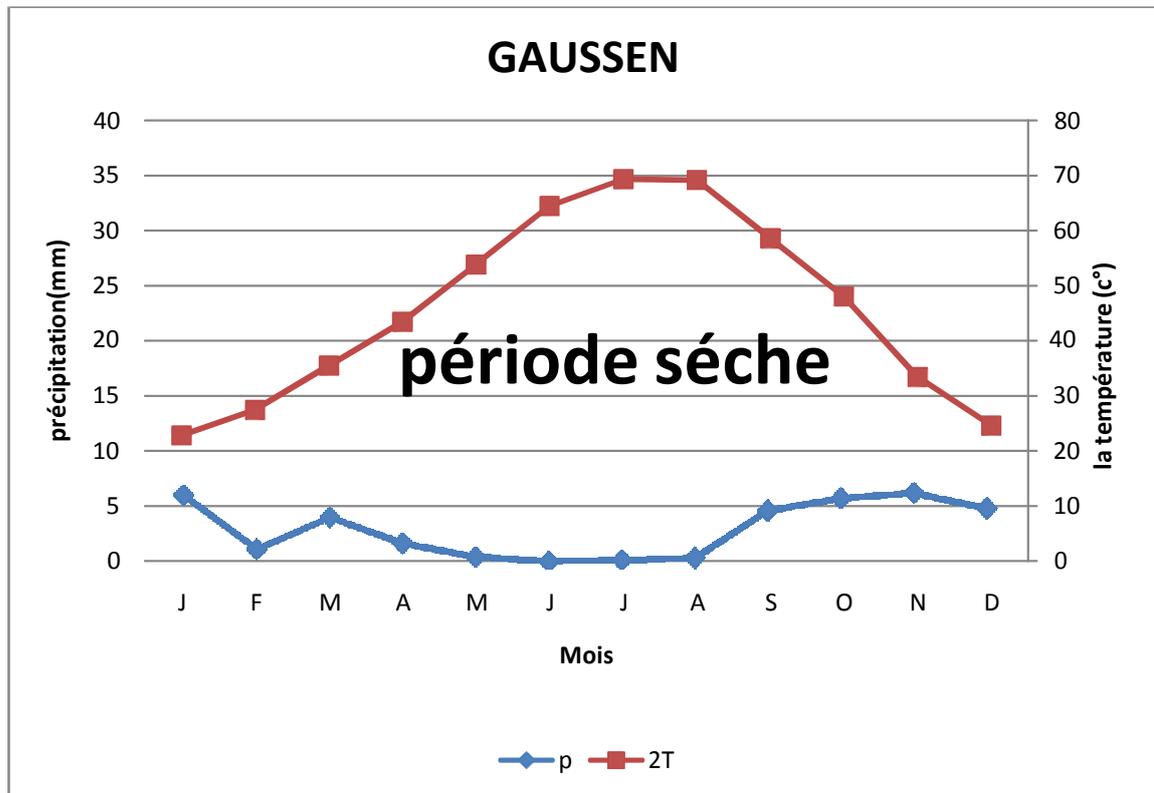


Figure I-11:climogramme ombrothermique de Gausсен

Dans le cas de notre région d'étude la courbe des pluies passe au-dessous de celle des températures.

Cette allure permet de constater que la période sèche s'étale tout l'année

I.6.Homogénéité de la série pluviométrique :

Les pluies mensuelles de la station pluviométrique d'Ouargla sont données dans le tableau.

Tableau I.10 : pluies mensuelles

Année	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fevr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Aout	Total
1980-1981	0,0	0,0	10,6	5,0	0,0	0,2	4,9	0,0	0,0	1,2	2,1	1	25,0
1981-1982	0,0	0,0	2,5	11,1	5,7	0,0	6,8	6,5	0,0	0,0	0,0	0	32,6
1982-1983	0,0	0,0	7,6	4,8	0,0	6,7	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0	20,0
1983-1984	0,0	0,4	10,3	2,0	3,8	0,0	9,5	2,2	0,0	0,0	0,6	0	28,8
1984-1985	5,2	17,9	5,3	1,5	0,7	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	0,7	0,6	35,5
1985-1986	8,7	9,5	3,7	3,5	6,4	5,4	9,6	2,8	0,6	0,2	0,0	0	50,4
1986-1987	5,7	0,0	0,0	0,7	0,0	2,0	0,0	8,0	0,2	0,0	0,0	0	16,6
1987-1988	17,5	10,1	0,0	8,8	0,0	0,8	2,9	1,8	0,0	2,8	0,0	0	44,7
1988-1989	6,4	6,3	2,1	1,6	19,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	36,6
1989-1990	1,0	1,3	21,0	6,4	0,0	0,0	3,2	0,0	18,2	0,0	0,0	0,5	51,6
1990-1991	0,0	0,0	10,6	5,0	0,0	0,2	4,9	0,0	0,0	1,0	3,0	0	24,7
1991-1992	0,0	0,0	2,5	25,1	7,7	0,0	7,8	7,0	0,0	0,0	0,0	0	50,1
1992-1993	0,0	0,0	13,6	22,4	0,0	6,7	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0	43,6
1993-1994	0,0	0,4	13,3	2,0	3,8	0,0	9,5	2,2	0,0	0,0	0,6	0	31,8
1994-1995	23,6	17,9	5,3	1,5	0,7	0,0	14,4	0,0	0,0	0,0	0,7	0,6	64,6
1995-1996	13,7	16,5	3,7	4,5	27,5	5,4	9,6	2,8	0,6	0,2	0,0	0	84,5
1996-1997	5,7	0,0	0,0	0,7	0,0	2,0	0,0	8,0	0,2	0,0	0,0	0	16,6
1997-1998	17,5	10,1	0,0	10,8	0,0	0,8	2,9	1,8	0,0	2,8	0,0	0	46,7
1998-1999	6,4	6,3	2,1	1,6	19,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	36,6
1999-2000	1,0	1,3	21,0	6,4	0,0	0,0	3,2	0,0	18,2	0,0	0,0	0	51,1
2000-2001	5,2	30,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0	36,2
2001-2002	2,5	2,4	1,6	5,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	13,1
2002-2003	0,1	6,4	2,5	0,0	12,5	5,5	8,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	37,3
2003-2004	3,9	3,8	1,0	0,6	13,6	0,0	0,6	5,4	0,0	1,2	0,0	8,2	38,3
2004-2005	0,0	15,7	36,5	10,9	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	63,3
2005-2006	9,2	3,2	16,5	1,9	9,9	0,5	0,8	4,7	0,0	0,0	0,0	2,5	49,2
2006-2007	5,4	10,6	0,0	1,9	0,1	0,5	0,1	3,7	1,2	0,0	0,0	1,6	25,1
2007-2008	0,0	0,8	0,0	3,6	7,6	2,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0	14,5
2008-2009	14,4	26,8	0,0	0,0	52,1	1,1	12,0	0,8	0,0	1,5	0,0	0	108,7
2009-2010	5,3	0,0	0,0	0,0	6,7	0,0	0,2	0,0	0,5	0,0	5,0	0,2	17,9
2010-2011	6,4	8,8	0,0	3,0	6,4	1,1	3,7	1,8	0,0	0,5	1,0	0,2	32,9
2011-2012	5,3	0,0	0,0	0,0	5,7	0,0	0,2	0,0	1,3	0,0	8,0	1,2	21,7

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

- La vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique d'enregistrement complet, par le test de Mr Wilcoxon, repose sur le procédé ci-dessous :

(KULKER, 1988)

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

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

- On constitue par la suite, la série x unions y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant. a ce stade, on attribue a chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang tout en précisant à quelle sous séries appartient elle.
- Wilcoxon a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95%, si la relation ci-dessous est vérifiée.

Avec :

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

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

- 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 I-11 détaille le procédé de Test d'homogénéité pour la station d'Ouargla

$$W_x = 272$$

$$W_{\min} = 189,9$$

$$W_{\max} = 290,1$$

$$189,9 < W_x < 290,1$$

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

I.6. 1. Etude de l'échantillon et choix du type de loi :

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 sont les suivantes :

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

I.6. 2. Traitement des données :

La simulation des apports annuels avec le logiciel HYFRAN nous donne les résultats suivants :

Minimum = 13.1
 Maximum = 109
 Moyenne = 37.8
 Ecart-type = 21.0
 Médiane = 35.8
 Coefficient de variation (Cv) = 0.556
 Coefficient d'asymétrie (Cs) = 1.62
 Coefficient d'aplatissement (Ck) = 5.40

I.6.3. Ajustement de la série pluviométrique :

On soumet la série pluviométrique annuelle de la station retenue aux ajustements à la loi normale.

I.6.3.1 Ajustement à la loi Normale :

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station d'Ouargla sont regroupés dans le tableau suivant

Tableau I.11. Ajustement à une loi normale

T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
10000	0.9999	115	10.4	94.9-136
2000	0.9995	106	9.36	88.1-125
1000	0.999	102	8.88	84.9-120
200	0.995	91.7	7.67	76.7-107
100	0.99	86.6	7.1	72.6-100
50	0.98	80.9	6.5	68.2-93.7
20	0.95	72.5	5.64	61.5-83.6
10	0.9	65	4.95	55.3-74.7
5	0.8	55.9	4.26	47.6-64.3
3	0.6667	47.5	3.81	40-54.9
2	0.5	38.6	3.64	31.4-45.7
1.4286	0.3	27.8	3.89	20.2-35.4
1.25	0.2	21.2	4.26	12.9-29.6
1.1111	0.1	12.2	4.95	2.45-21.9
1.0526	0.05	4.67	5.64	6.39-15.7
1.0204	0.02	-3.76	6.5	16.5-8.98
1.0101	0.01	-9.38	7.1	23.3-4.54
1.005	0.005	-14.5	7.67	29.6-0.509
1.001	0.001	-25.1	8.88	42.5-7.73
1.0005	0.0005	-29.3	9.36	47.6-10.9
1.0001	0.0001	-38.1	10.4	58.5-17.7

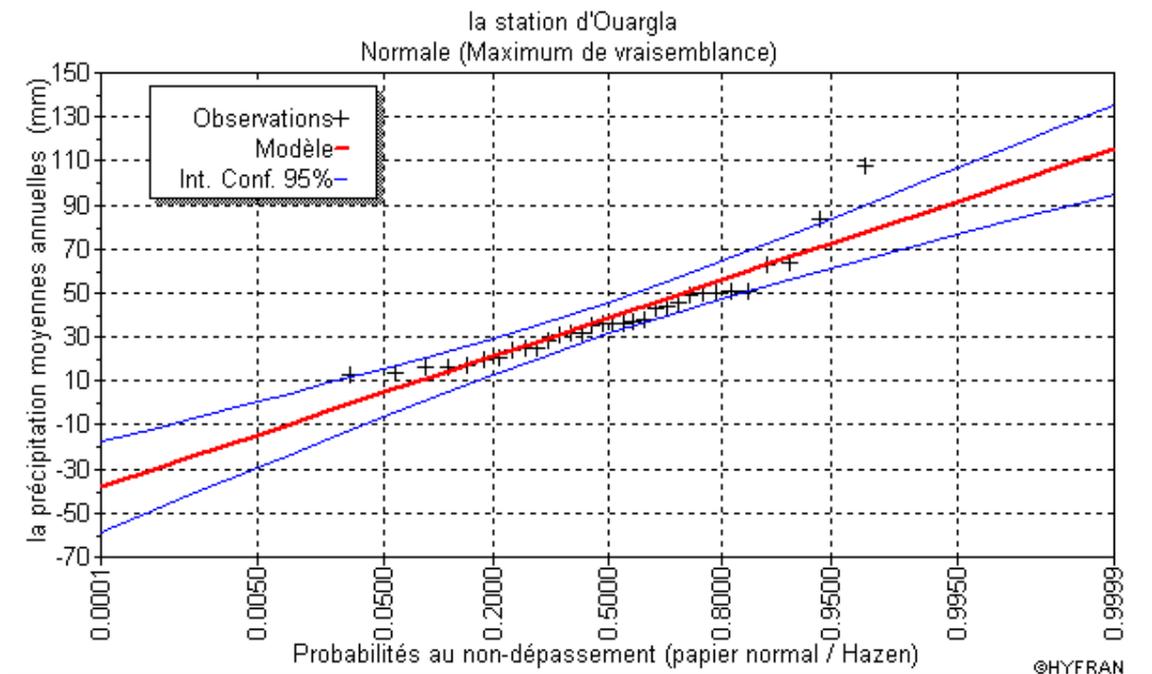


Figure I.12. Ajustement à une loi normale

Tableau I.12. Ajustement à une loi log-normale

T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
10000	0.9999	229	59.2	113-345
2000	0.9995	184	42.7	100-268
1000	0.999	166	36.6	94.1-238
200	0.995	127	24.3	79.8-175
100	0.99	112	19.8	73.3-151
50	0.98	97.5	15.7	66.6-128
20	0.95	79	11.1	57.3-101
10	0.9	65.6	8.08	49.8-81.5
5	0.8	52.4	5.54	41.5-64.5
3	0.6667	42.4	4.02	34.5-50.3
2	0.5	34	3.08	28-40.1
1.4286	0.3	26	2.52	21.1-30.9
1.25	0.2	22.1	2.34	17.5-26.7
1.1111	0.1	17.6	2.17	13.4-21.9
1.0526	0.05	14.6	2.05	10.6-18.7
1.0204	0.02	11.9	1.92	8.11-15.6
1.0101	0.01	10.3	1.82	6.75-13.9
1.005	0.005	9.08	1.73	5.69-12.5
1.001	0.001	6.98	1.54	3.96-10
1.0005	0.0005	6.3	1.46	3.43-9.17
1.0001	0.0001	5.06	1.31	2.49-7.62

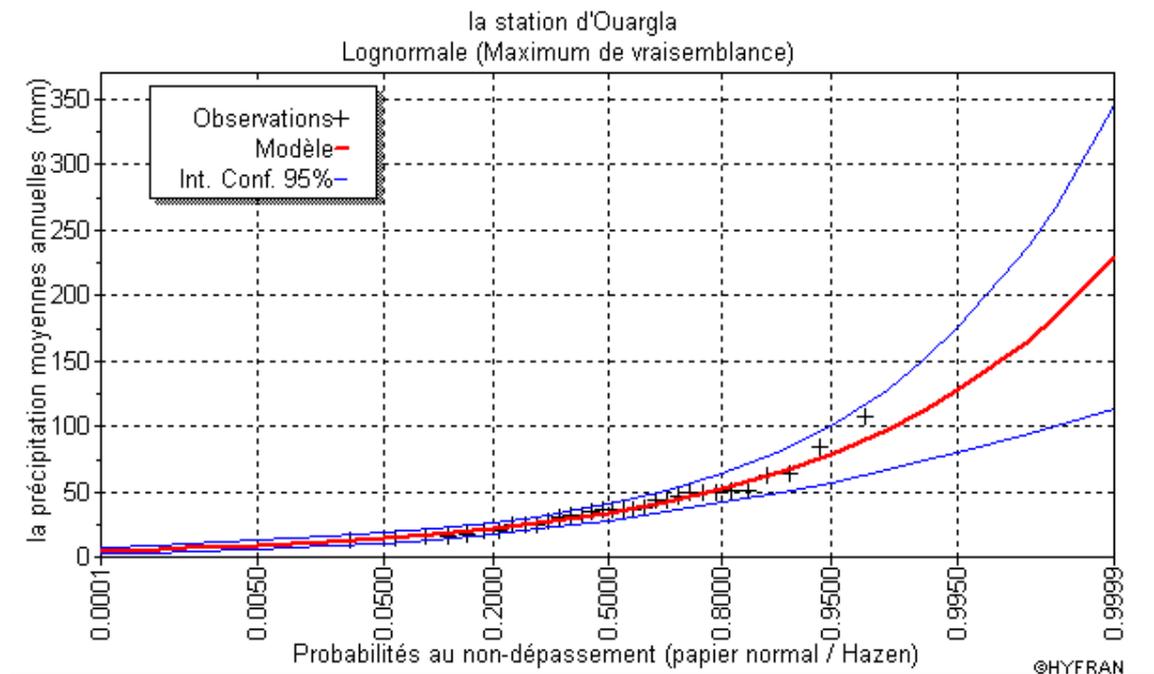


Figure I.13. Ajustement à une loi log-normale

I.6. 3.2. 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 carré " χ^2 "

I.6. 3.3. Test de validité d'ajustement à la loi Normale :

- test de khi carré:
- on calcule χ^2 calculé.
- on calcule le nombre de degré de liberté y:
- On détermine χ^2 théorique sur la table de Pearson III (voir tableau V-03 ci après)

Avec:

Théorique = $g(y, \alpha)$ La loi est adéquate pour une erreur $\alpha = 0.05$ si et seulement si :
 χ^2 calculé < χ^2 théorique.

Tableau I.13. Tableau du%

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

D'après le logiciel HYFRAN on obtenu les résultats suivant

χ^2 calculé=2.50 et $\gamma=5$

D'après la table de Pearson du χ^2 on a

χ^2 théorique =11.07

χ^2 calculé =2.5 < χ^2 théorique=11.07

Donc l'ajustement est à considérer

Détermination de l'année de calcul :

Puisque la loi log-Normale est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne mensuelle représentative de la région

$P_{\text{moy}20\% \text{ de chaque mois}} = P_{\text{moy de chaque-mois}} \frac{P_{\text{calculé}} (20\%)}{P_{\text{théorique}} (20\%)}$

Tableau I.14. Pluviométrie moyenne pour chaque mois en mm

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Pmoy mm/mois	4.8	5.9	6.4	5	6.2	1.4	4.2	1.9	0.7	0.3	0.4	0.6

$$P_{\text{moy}20\%} = \frac{0.43}{0.43} P_{\text{moy.mensuelle}} = 0.43 P_{\text{moy.mensuelle}}$$

Tableau I.15. les valeurs de $P_{\text{moy}80\%}$.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
$P_{\text{moy}80\%}$	2.06	2.54	2.75	2.15	2.67	0.60	1.81	0.82	0.30	0.13	0.17	0.26

I.7. Géologie

Les cartes géologiques de l'Algérie montrent que la région d'Ouargla et Hassi ben Abdallah est constituée géologiquement par les formations sédimentaires qui occupent les dépressions de la région.

1-Dunes récentes : ce sont des dépôts sableux qui ont été déposés dans la vallée d'Ouargla, on les rencontre uniquement au Nord Est et au Sud Est du lit de l'Oued Mya.

2-Poudingues calcaires : ce sont des formations importantes de plus de 250m, elles reposent sur des schistes, leur parties supérieures passent à des grès rèches en fossiles.

3-Alluvions actuels (lacs et chotts) : ce sont des formations récentes, qui occupent les dépressions de la vallée d'Ouargla (partie Nord).

4-Alluvions regs : ce sont des formations caillouteuses où le pourcentage de cailloux est dominant, ces formations occupent la partie Nord Ouest et Sud Ouest de la vallée de Ouargla.

La région de Ouargla fait partie du bassin sédimentaire de l'Oued Mya où toutes les formations du cambrien ou tertiaire affleurent sur les bordures du bassin, les terrains du mio- pliocène sont recouverts par une faible épaisseur de dépôts quaternaires (dunes et cordons d'erg) (CASTANY, 1983).

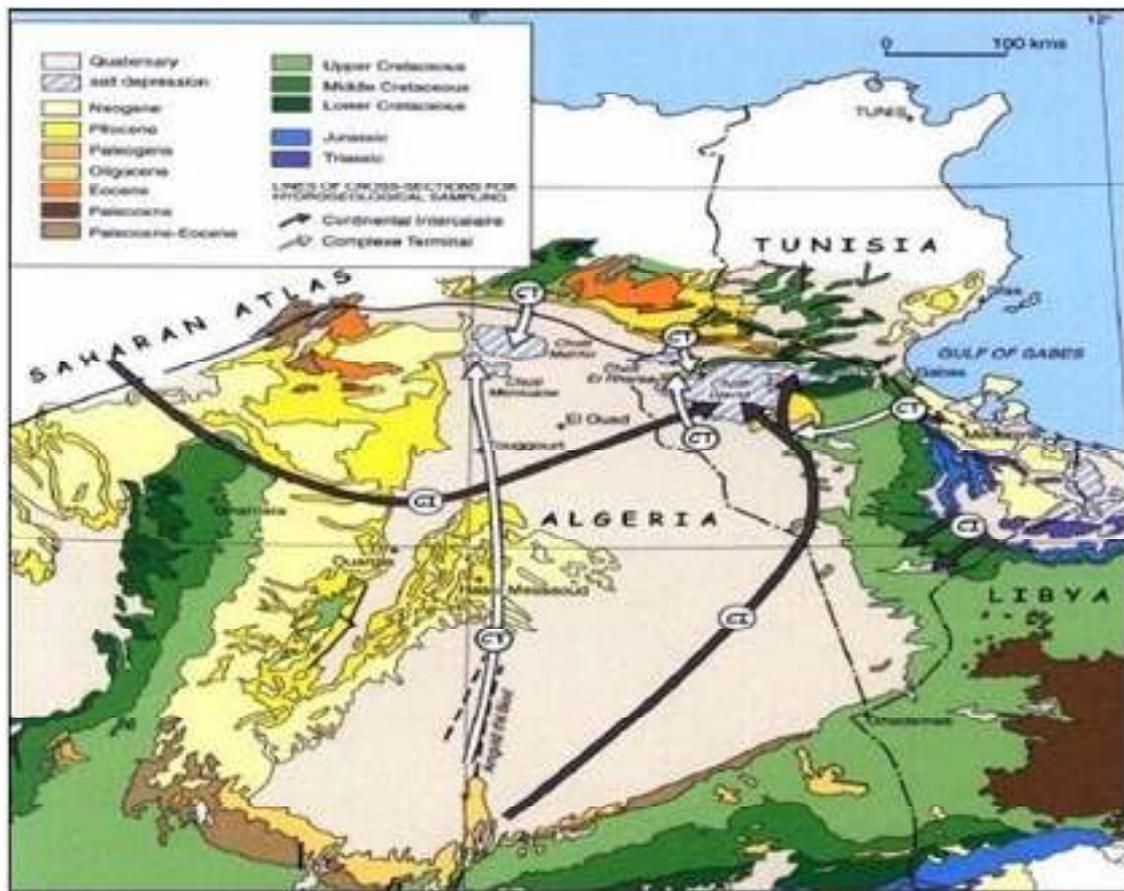


Figure I-14: Carte géologique du grand erg oriental.

I.7. 1. contexte hydrogéologique



Figure I-15 : Carte des ressources en eau souterraines (C I et CT).

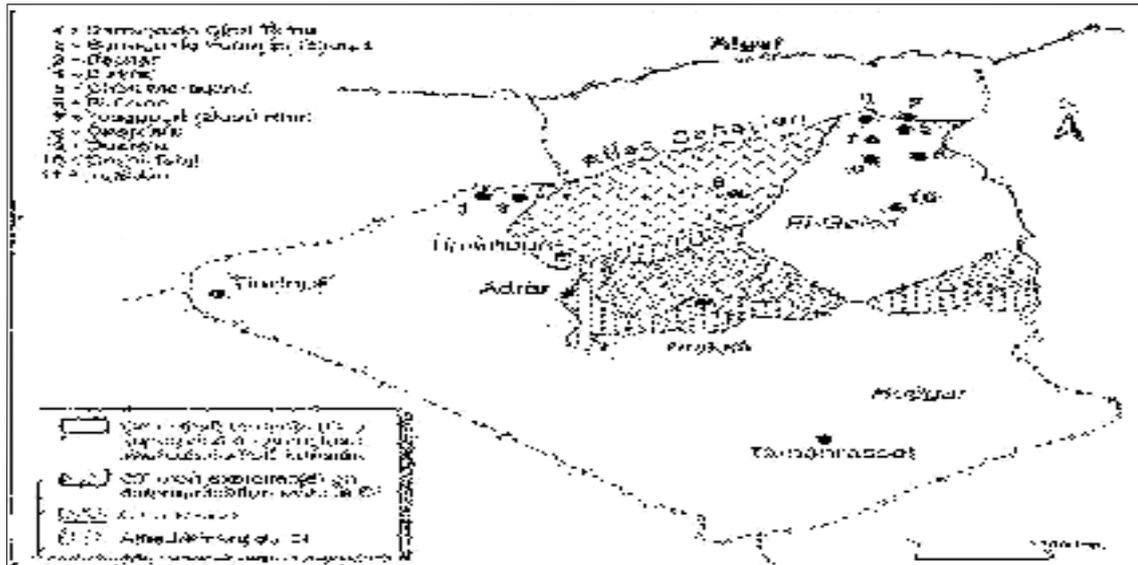


Figure I-16: Affleurement de la nappe C.T d'après l'UNESCO, septembre 1994

a) La nappe du complexe terminal.

Parmi les formations qui affleurent dans la région, la plus importante du point de vue hydrogéologique, est celle du crétacé inférieure et appelée aussi le complexe terminal, L'examen de la carte des affleurements géologiques (Fig.21) permet de définir cette nappe comme un groupe sous une même dénomination plusieurs aquifères situés dans des formations géologiques différentes (Sénonien, Eocène et Miopliocène), car ces nappes font bien partie d'un même ensemble hydraulique (Bel et Cuche, 1969 ; Eress, 1972a ; Oss, 2003a et b ; Babasy, 2005). Les intercommunications entre Sénonien, Eocène et Miopliocène sont évidentes sur l'ensemble du bassin, à l'exception de la région des chotts où l'Eocène moyen et supérieur imperméable vient s'intercaler. La nappe turonienne est plus individualisée par suite de la couverture imperméable du Sénonien lagunaire, mais ses niveaux concordent avec ceux du Sénonien ou du Miopliocène sur la bordure du bassin.

b. Puissance utile du réservoir du CT.

L'épaisseur de la formation du complexe terminal varie du nord vers le sud et qui déborde de même vers la Tunisie et la Libye, l'est vers l'ouest, Selon les données des forages semi profonds, son épaisseur oscille entre 30 m et 450 m

c. niveau statique de la nappe aquifère du complexe terminal (CT).

Le niveau statique de la nappe aquifère du complexe terminal (CT) oscille entre 100 à 400 m par rapport à la côte du sol .l'épaisseur de cette nappe est de 30 à 450 m

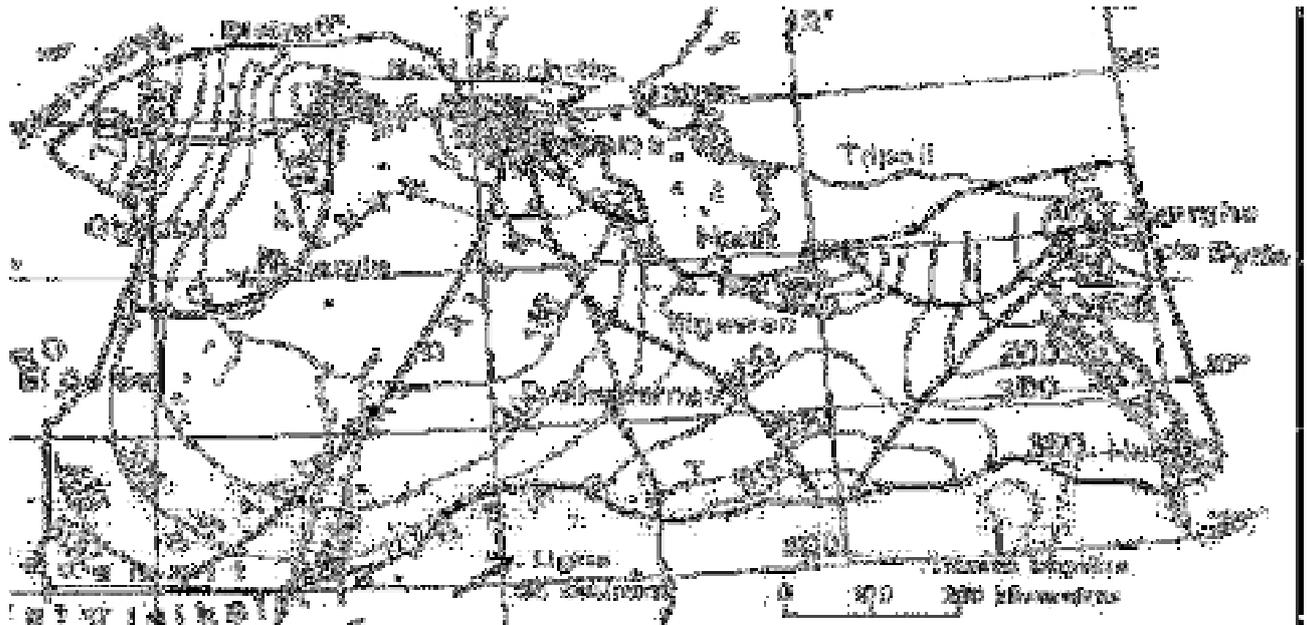


Figure I-17: Carte piézométrique de référence (1950) du Complexe terminal.



Figure I-18 : coupe géologique du forage F8

Conclusion :

D'après cette étude succincte du climat de la région, il est constaté que l'influence du vent sur les arrosages du système pivot est certain du fait de sa fort intensité'. Aussi de cette étude climatique, il ressort que sans l'apport de l'irrigation, l'agriculture est impossible a mener, du fait de la presque inexistence des précipitations et des fortes températures.

Chapitre II :
RESSOURCES EN
EAU ET SOL

II.1. aperçu sur les sols de la région :

L'étude pédologique permet de déterminer le niveau de fertilité des sols et de chercher les moyens ou les méthodes visant à la mettre en valeur pour un accroissement conséquent de la production agricole.

L'étude pédologique permet aussi de connaître les problèmes liés au sol de la région pour donner des solutions.

II -2 -1 Les sols de Sahara

La formation et l'évolution des sols dans ce vaste territoire sont essentiellement conditionnées par le climat et la salinité.

Le climat très aride influe sur la pédogenèse par la très forte évaporation, ce qui a engendré dans certaines zones de fortes accumulations salines surtout après la mise en irrigation (jusqu'à 50mmhos/cm). Ce phénomène est aggravé le plus souvent par une topographie généralement plane, qui ne facilite pas le drainage naturel des eaux excédentaires et par une eau d'irrigation relativement chargée en sels.

La roche mère des sols de ces régions est le plus souvent (Sahara septentrional) du continental intercalaire, elle se caractérise par des formations gréseuses plus ou moins compactes avec des passées argileuses.

Ces formations sont hétérogènes : elles présentent une texture le plus souvent saleuse. Mais on peut rencontrer des textures limono sableuses des dépôts marneux ou un plan d'eau à une profondeur variable ces sols ne sont pas généralement calcarifères. Mais, ils sont tous affectés plus ou moins de salinité. Ces caractères de sols expliquent en grande partie la prédominance de ces facteurs pédogénétiques sur l'évolution des sols du Sahara. qui sont principalement : la texture, la structure, la salinité (halomorphie) et l'action de l'eau (hydromorphie).

II -2 -2 Caractérisation d'un sol représentatif

Le profil direct se situe sur une terrasse d'érosion avec des micros dunes et des taches pulvérulentes blanches gypseuses. La topographie est plane, la nature lithologique est les grès, la végétation naturelle est nulle. Sur les quarante premiers centimètres le sol se caractérise par une texture grossière. (recouvrement sableux éolien) une structure particulière

, une faible compacité , une bonne porosité , une faible salinité et une faible effervescence à HCL

II. 3. Profil pédologique

Le profil pédologique représente à un instant donné à l'évolution d'un sol, à partir des observations analytiques et en tenant compte de l'environnement.

Notre choix est porté, donc sur la prise d'un échantillon correspondant à un profil pédologique permettant une meilleure appréhension des caractères physico-chimiques du sol de la zone d'étude.

II. 4. Description du profil pédologique

Le point d'implantation du profil au niveau de la parcelle est désigné aléatoirement, date de prélèvement 08 Avril 2007.

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

La classification et la caractérisation du sol sont la résultante de l'étude des différentes caractéristiques physico-hydriques et physico-chimiques du profil à savoir : structure, texture (granulométrie), complexe absorbant, solution du sol, composition organique et minérale.

II.4.1. Caractéristiques physiques du sol

Le sol est caractérisé par un certain nombre de paramètres physiques mesurables. Les valeurs de ces paramètres sont généralement en fonction à la fois de la structure et de la texture du sol, sans toute fois leurs être rigoureusement liés

II. 4.1.1. La texture

La texture d'un sol caractérise la dimension et la distribution des différents éléments qui le constituent, elle est déterminée par l'analyse d'échantillon du sol sur la terre fine obtenue après élimination par tamisage des graviers ou cailloux de taille supérieure à 2 mm L'analyse granulométrique est faite au laboratoire.

II.4.1.2. La structure

La structure d'un sol est définie par l'augmentation de ses constituants les uns par rapport aux autres.

Des sols de texture identique peuvent avoir des structures différentes, plus ou moins stables et plus ou moins favorables à la pénétration de l'eau, de l'air et des racines

II.4.1.3. La perméabilité

La perméabilité du sol est définie par sa vitesse d'infiltration qui est la vitesse apparente de l'eau s'écoulant à travers un sol saturé, sous une pente motrice égale à l'unité c'est le coefficient K de la loi de Darcy.

Selon les différentes valeurs de K, on peut classer les sols comme suit :

Sols imperméables $K < 10^{-6}$ m/s

Sols peu perméables $10^{-6} < K < 5 \cdot 10^{-6}$ m/s

Sols perméables $5 \cdot 10^{-6} < K < 5 \cdot 10^{-5}$ m/s

Sols très perméables $K > 5 \cdot 10^{-5}$ m/s

Le perméabilité est déterminée au laboratoire d'après la quantité d'eau s'écoulant par unité de temps, en travaillant sous charge constante. (Méthode henin)

Tableau II.1. La perméabilité de sol

<i>SOL</i>	<i>Le point</i>	<i>Perméabilité K en cm/h</i>	<i>La masse volumique kg/L</i>
<i>Sable de dune</i>	<i>Hassi ben Abdallah</i>	<i>7,20-12,80</i>	<i>1,56-1,60</i>
<i>Sable grossier</i>	<i>Hassi ben Abdallah</i>	<i>78</i>	<i>1,6</i>

Source DSA Ouargla

II.4.1.4. La densité apparente d_a

C'est le rapport entre le poids d'un volume donné du sol sec à l'étuve et le volume totale de l'échantillon, son évaluation est basée sur la texture. Pour nos sol

$$D_a = M_s / V_t = 1.5 \quad \text{avec :}$$

M_s : masse de grain solide

V_t : volume total de l'échantillon

II.4. 2. Caractéristique chimiques du sol

D'après le tableau N 13, on peut dire que notre sol a une texture Sablo-limoneuse à sablo-argileuse, une structure Particulaire à polyédrique, pauvre en matières organiques, les agrégats sont facilement détruits par l'irrigation, la restitution de la matière organique en quantité importante est nécessaire afin de renforcer le complexe absorbant et par conséquent contribuer à l'amélioration de la structure, on note aussi que d'après la vitesse d'infiltration notre sol est considéré comme sol perméable.

II.4. 2.1. La salinité

La salinité constitue l'aspect le plus important qui pose un problème dès l'instant où l'accumulation des sels dans la zone racinaire atteint une concentration qui provoque une baisse de rendement pouvant aller jusqu'au dépérissement de la culture.

Deux paramètres permettent d'apprécier, pour une étude sommaire les risques dus à la salinité.

II.4. 2.2. 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

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

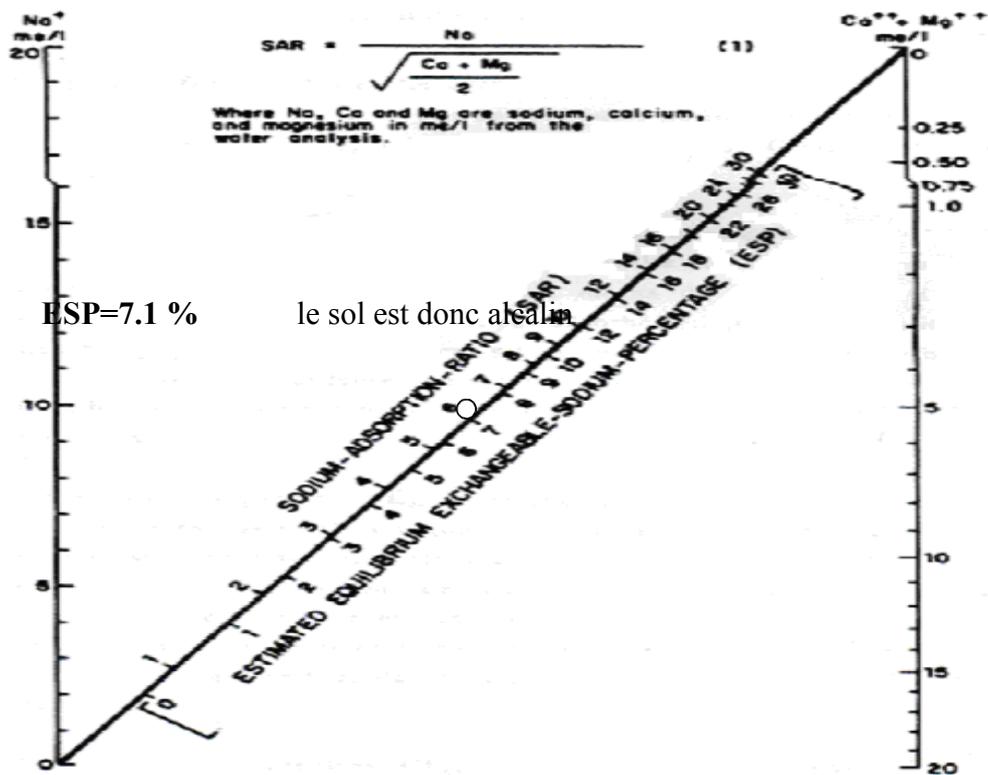


Figure II .1.estimation de l'ESP en fonction de SAR (source Lund drainage)

Tableau II.2.types des sols en fonction de CE et ESP

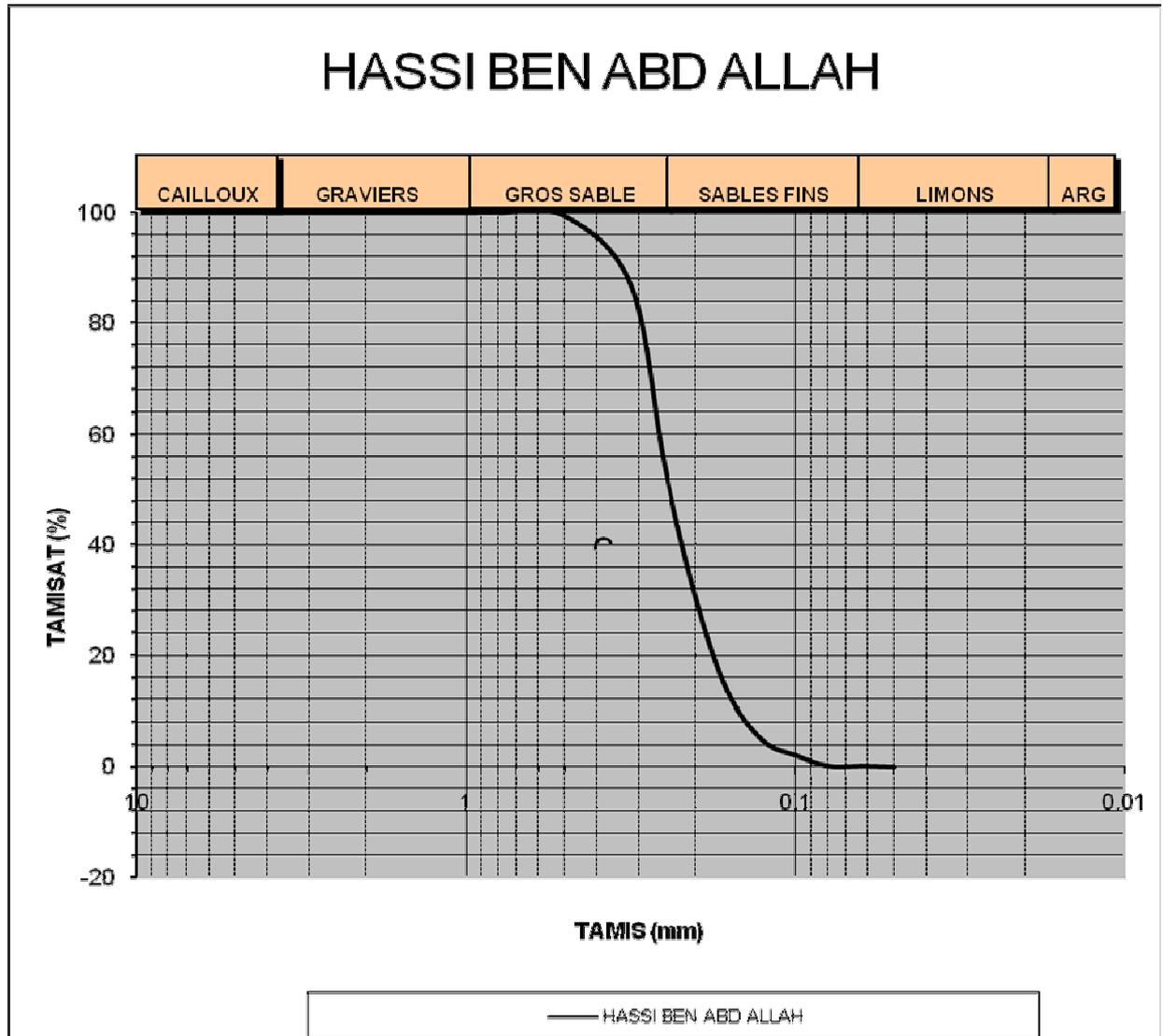
Type de sol	CE mm hos/cm	ESP%
Sols sales	CE>4mmhos	
-non sodique	CE>4mmhos	ESP<15%
-sodique	CE>4mmhos	ESP>15%
-non sodique	CE<4mmhos	ESP<15%
-sodique	CE<4mmhos	ESP>15%

II.5. Caractéristique des sols de zone d'étude

Les analyses des sols de notre parcelle sont faites au laboratoire sur un échantillon prélevé du périmètre à étudier

Tableau II.3. Résultat d'analyse granulométrique de la sol de **HASSI BEN ABD ALLAH** :

OUVERTURE (g)	Poids refus (g)	Refus cumulé (g)	Refus cumulé (%)	Tamisat cumulé (%)
1	0,0038	0,0019	0,0019	99,9981
0,8	0,0064	0,0032	0,0051	99,9949
0,5	1,2463	0,62315	0,62825	99,37175
0,315	25,2303	12,61515	13,2434	86,7566
0,25	64,4521	32,22605	45,46945	54,53055
0,2	48,4663	24,23315	69,7026	30,2974
0,16	33,4451	16,72255	86,42515	13,57485
0,125	17,6749	8,83745	95,2626	4,7374
0,1	5,2911	2,64555	97,90815	2,09185
0,08	3,732	1,866	99,77415	0,22585
0,063	0,3271	0,16355	99,9377	0,0623
0,05	0,0554	0,0277	99,9654	0,0346
plat	0,0692	0,0346	100	0



- d_{30} : Le diamètre effectif des particules qui correspond à 30% du passant.
- C_c (le coefficient de courbure): permet de décrire la forme de la courbe granulométrique entre les diamètres effectifs d_{10} , d_{60} .
- C_u (Le coefficient d'uniformité): permet d'exprimer l'étalement de la courbe granulométrique.

II.5. 2.Caractéristiques physiques du sol de Hassi ben Abdallah :

Les paramètres physiques du sol de la station Hassi ben Abdallah sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau II.5. Caractéristiques physiques du sol :

carrière	n(%)	Da	Dr	e
Hassi ben Abdallah	31,02	1,828	2,65	0,450

Source DSA Ouargla

- La densité apparente D_a .
- La densité réelle D_r .
- La porosité n.
- L'indice des vides.

II.5. 3.Caractéristique chimiques du sol de Hassi ben Abdallah :

Les caractéristiques chimiques du sol de la station Hassi ben Abdallah sont représentées dans le tableau suivant

Tableau II.6. Caractéristique chimiques du sol

carrière	%Sels	pH	%MO	%Caco ₃
H Ben A	0,017	8,300	0,344	0,220

Source DSA Ouargla

Les paramètres chimiques de notre sable sont :

- **Le pH** : pour déterminer la valeur de pH, nous avons utilisé un PH-mètre.
- **La conductivité électrique** : nous avons utilisé conductimètre.
- **Matière organique** : par la méthode citée dans l'annexe après les analyses on trouve teneur en matière organique.
- **Taux de calcaire** : mesuré par calcimètre de Bernard normes

Tableau II.7. Résultat analytique (granulométrie)

Horizon (cm) analyse	0-28	28-92	92-125
Argile % Limon	3	5	4
fin % Limon	2	4	3
grossier % Sable	3	1	1
fin %	41	28	14
Sable grossier %	51	63	79

Source DSA Ouargla

II.6. ressource en eau

L'origine de l'eau est déterminante pour connaître les qualités ou plutôt les défauts de l'eau destinée à l'irrigation par pivot .L'irrigation dans notre cas se fait à partir d'un forage a partir des eaux de profondeur (eaux souterraines).

II.6. 1.Qualité des eaux d'irrigation

II.6. 1.1.La salinité

Une eau de mauvaise qualité peut avoir des incidences graves sur le développement des plantes.

La plante peut absorber l'eau de deux façons soit par les organes aériens (cas de l'irrigation par aspersion) soit par les racines, mais la quantité d'eau absorbée par les feuilles est toujours faible. Ce sont les racines qui assurent la quantité d'eau nécessaire.

II.6. 1.2. La conductivité électrique

La conductivité électrique (CE) mesurée à 25°C est exprimée en mmhos/cm et prend en compte 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.6. 1.3. 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 $S.A.R > 26$.

II.6. 2.L'analyse de l'eau d'irrigation

A partir des collectes des données et les différentes enquêtes, il à été établi que tous les forages d'irrigation sont des forages du complexe terminal.

II.6. 2.1.Caractéristiques physico-chimiques des eaux de la nappe complexe terminal.

l'ANRH en novembre 2009 le forages F8 permis d'identifier les caractéristiques suivantes:

Tableau II.8. Caractéristiques physico-chimiques des eaux de la nappe du CT

éléments	mg/l	méq/l
Ca ²⁺	93	4.65
Mg ²⁺	227	18.92
Na ⁺	480	20.87
K ⁺	29	0.74
Cl ⁻	895	25.21
SO ₄ ²⁻	725	15.1
HCO ₃ ⁻	102	1.68
CO ₃ ⁻	0	0
NO ₃ ⁻	14	0.23

Source ANRH Ouargla

Tableau II.9. Analyse des données

Analyse des données	
Somme des cations	45.02 méq/l
Somme des anions	41.22 méq /l
Somme des ions	2561 mg/l
Résidu sec à 110°C	2912 mg/l
minéralisation	3231 mg/l
Conductivité électrique	3.07 ms/cm
PH	8.13
Turbidité (FTU)	2
SAR	6.05

Source ANRH Ouargla

D'après les valeurs de la conductivité électrique et du la SAR, les eaux de complexe terminale appartiennent à la classe C4 S1 avec:

Classe S1 : le S.A.R ≤ 10 donc la quantité de sodium est de Risque faible pour les sols.

Classe C4 : la conductivité électrique est >2.25 mmhos/cm, c'est-à-dire la salinité est très forte .cette eau n'est utilisable que si l'on pratique un lessivage intense et pour des cultures très tolérantes; sinon l'eau est inutilisable car elle est très dangereuse sur sols faiblement drainés et peut présenter dans une certaine mesure un danger sur la plupart des cultures.

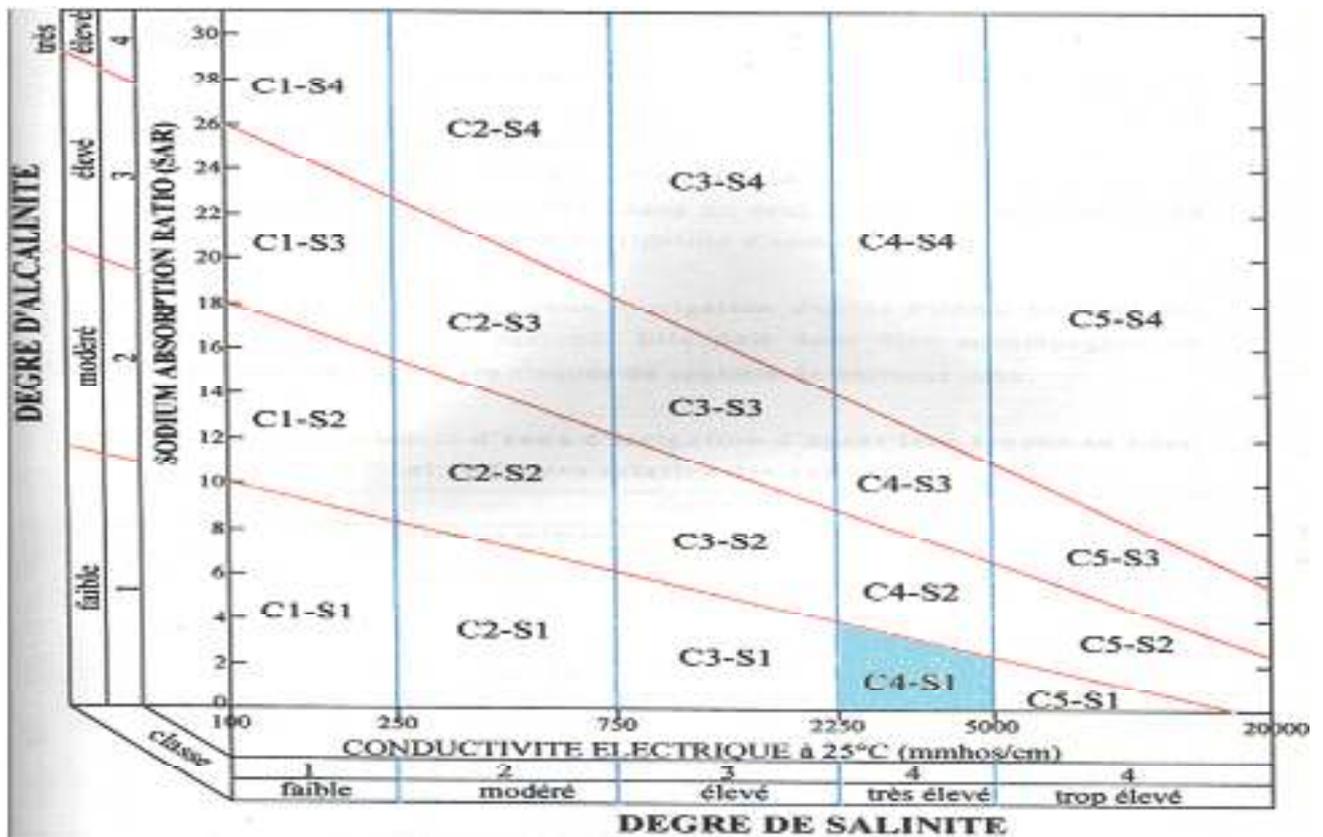


Figure II .7.Diagramme de classification des eaux d'irrigation

Conclusion :

Contrairement à ce que l'on pourrait penser les sols de la cuvette de Ouargla ne sont pas à texture grossière ; les principales zones cultivées ont des sols relativement lourds avec des taux d'argiles élevés qui font d'eux des sols lourds ; quant aux sels ils sont présent partout.

Chapitre III :
BESOINS EN EAU
DES CULTURES

III.1. Définition

En termes généraux, le besoin en eau d'une culture est équivalent au niveau d'évapotranspiration nécessaire à sa croissance optimale.

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

III.2. L'évapotranspiration

L'évapotranspiration représente la quantité d'eau perdue sous forme de vapeur à partir d'une surface couverte de végétation. Cette quantité est généralement exprimée par unité de surface et par unité de temps, en $m^3/ha/jour$, en $m^3/ha/mois$ ou en $m^3/ha/an$. Bien entendu, l'évapotranspiration peut également s'écrire en $mm/jours$ par mois ou par an. (MICHEL DUCROCQ, 1982)

On distingue : l'évapotranspiration de référence (ET_0), L'évapotranspiration potentielle (ETP) et l'évapotranspiration réelle (ETR).

III.2.1.L'évapotranspiration deréférence :

Est définie comme « le niveau d'évapotranspiration d'une surface importante d'un gazon de hauteur uniforme (entre 8 et 15cm), en croissance active, recouvrant complètement le sol et alimenté en eau de façon non restrictive ».

III.2.2. L'évapotranspiration potentielle :

Est définie comme l'ensemble des pertes en eau d'un couvert végétal abondant, bien alimenté en eau, lorsque l'énergie (évaporation de l'atmosphère) est le seul facteur qui limite cette évaporation. On peut définir l'ETP comme l'évapotranspiration d'un couvert végétal présentant un développement foliaire maximum (au stade de pleine croissance) couvrant bien le sol, ce dernier étant à la capacité au champ, L'ETP correspond à la « demande d'évaporation » en eau « pouvoir » évaporant de l'air.

III.2.3. L'évapotranspiration réelle :

Pendant une période déterminée (jour, mois, cycle végétatif complet), chaque parcelle va perdre, par transpiration et évaporation directe, une certaine quantité d'eau appelée évapotranspiration réelle ETR : celle-ci pourra bien sûr être inférieur ou égal à l'ETP selon que les conditions de celle-ci sont réunies ou non.

III.3. méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration

Il n'est pas question ici de présenter en détail toutes les méthodes utilisées pour le calcul de l'évapotranspiration des cultures. On distingue généralement deux types :

- Les méthodes directes.
- Les méthodes indirectes.

III.3.1. Méthodes directes

- L'évapotranspiration ou cuve lysimétrique
- Le bac évaporant
- L'évaporomètre piche

III.3.2. Méthodes indirectes

Ces méthodes permettent de calculer l'ETP à partir de formules ne comportant que des données climatiques.

- 1) Formule de Blaney et Criddle
- 2) Formule de Turc
- 3) Formule de Penman

III.3.3 Méthode de penman et monteith modifiée :

Les expériences ont montrés que la formule telle qu'elle est, s'applique mieux dans les régions humides, non loin de l'océan et essentiellement recouverte de végétation, que dans les zones arides ou semi-arides de faible humidité.

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 comptent des conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

L'expérience a montrée que l'expression obtenue, prédirait de près, l'évapotranspiration de référence, non seulement dans des régions humides et fraîches comme

en Angleterre, mais aussi dans des zones très chaude et semi-aride. La formule de **Penman&Montheit**, modifiée, se présentant comme suite :

$$ET_0 = C * [W * Rn + (1 - W) * F(u) * (ea - ed)]$$

Où:

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

W : Facteur de pondération rendant compte de l'effet de rayonnement à différente température et altitude.

Rn : 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 millibars.

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.

Dans le tableau **V.I.3**, nous représentons l'évapotranspiration de référence ET_0 , calculée à l'aide du logiciel **CROPWAT. 8**, selon la formule de **Penman&Monteith**, modifiée.

Tableau III.1.L'évapotranspiration de référence

Country	algérie			Station	Ouargla			
Altitude	130 m.		Latitude	31.90	'N	Longitude	5.40	'E
Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sunshine	Radiation	ETo	
	°C	°C	%	km/day	hours	MJ/m ² /day	mm/day	
January	5.6	18.1	62	259	7.7	12.6	2.63	
February	6.9	21.3	51	294	7.3	14.4	3.92	
March	10.9	24.5	46	337	8.2	18.4	5.38	
April	15.6	30.0	37	406	8.7	21.5	7.93	
May	19.7	34.0	33	415	9.6	24.1	9.61	
June	24.5	39.7	29	432	10.0	25.0	11.69	
July	27.6	42.3	25	372	11.4	26.9	11.94	
August	28.0	42.5	26	337	10.7	24.8	10.98	
September	23.1	36.2	35	328	8.7	19.9	8.26	
October	17.4	31.1	49	311	8.3	16.5	5.78	
November	10.5	23.5	59	251	7.5	12.9	3.33	
December	6.5	19.4	64	251	8.2	12.3	2.56	
Average	16.4	30.2	43	333	8.9	19.1	7.00	

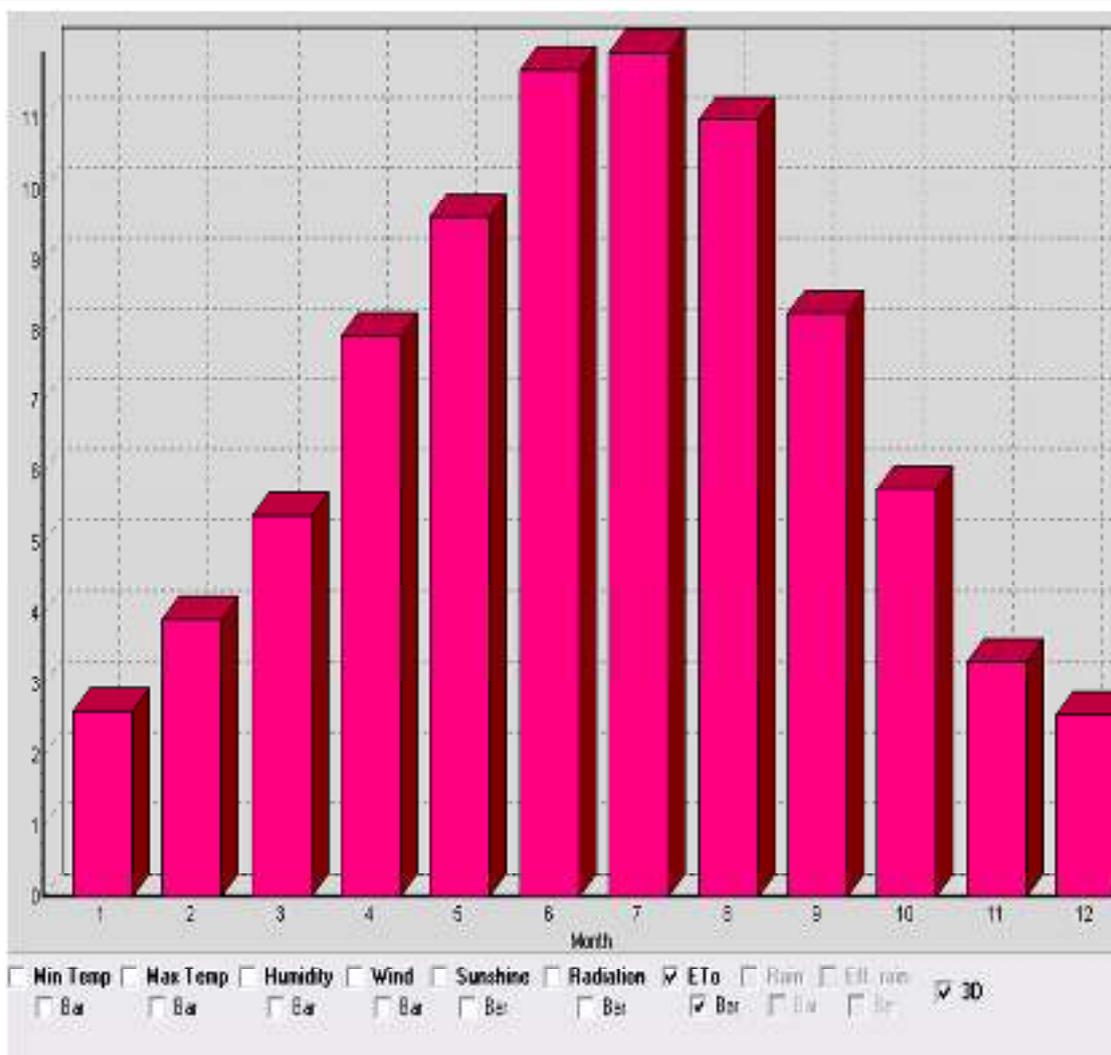


Figure III .1. Histogramme l'évapotranspiration de référence

L'histogramme de l'évapotranspiration de référence ETo donne une décroissance des valeurs 14,59 mm au mois de juillet jusqu'à 3,75 mm au mois de janvier. Deux périodes sont distinguées.

- Période à forte évapotranspiration entre les mois d'avril et septembre.
- Période à faible évapotranspiration d'octobre à mars.

III.4. Méthodologie.

Pour déterminer les besoins en eau d'une cultures (BEC), il faut connaître d'abord les mois de la durée du vie de cette culture et la durée des quatre phases (initiale – croissance – mi saison – arrière saison), l'évapotranspiration de référence (ETo) de chaque mois et le coefficient cultural (kc)

D'abord, il faut calculer le k_c de chaque mois, après on peut trouver l'évapotranspiration maximale de cette culture (ETM) de chaque mois qui est égal :

$$ETM = k_c \times ET_0.$$

Pour trouver les besoins en eau de cette culture pendant un mois on multiplie l'ETM x nombre des jours de ce mois, alors les besoins en eau total est l'ensemble des besoins de tous les mois.

III.4.1. Pluies efficaces (P_e) :

C'est la fraction des pluies totales réellement utilisée par la culture, elle dépend de la région concernée, de la nature de la pluie et du type de sol.

Plusieurs méthodes permettent de calculer ces pluies, mais ici nous retenons la méthode de pourcentage qui dit que :

$$\text{Pluies efficaces (en mm/mois)} = A \cdot \text{Pluies totales (mm/mois)}$$

Avec :

A : coefficient de correction est généralement égal à 0,8

Tableau III.2: pluviométries moyennes et efficaces pour chaque mois en mm

mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
P_{moy}	2.06	2.54	2.75	2.15	2.67	0.60	1.81	0.82	0.30	0.13	0.17	0.26
P_e	1.65	2.03	2.20	1.72	2.14	0.48	1.45	0.66	0.24	0.10	0.14	0.21

III.5. Quelques rappels phyto technique sur le blé

III.5.1. Culture de blé

Dans mon étude en choisi dès le début la culture du blé par ce que la surface et grande

La culture de blé en zones sahariennes en conditions intensives constitue un fait nouveau en Algérie, elle bénéficie après 4 années d'observations et d'expérimentations d'une expérience appréciable. Cependant, il est nécessaire d'observer un certain nombre de précautions avant d'entreprendre cette culture. Ces précautions se résument comme suit :

- Procéder à l'analyse physico-chimique des sols par des organismes compétents.
- Procéder à l'analyse chimique des eaux très chargées (de sels).
- Eviter les sols salins ou calcaires.

Aussi, dans la phase actuelle, on ne peut signaler des problèmes provoqués par des adventices ou des maladies, mais il n'est pas exclu qu'ils surgissent dans un proche avenir. Il faut avoir un souci constant pour les prendre en charge en cas d'apparition.

En fin, la température élevée des eaux à la source ne constitue pas un inconvénient majeur. Celles-ci se refroidissent progressivement en arrivant au niveau de la plante

III.5.2. Les exigences du blé et adaptation :

Pour étudier l'exigence du blé et leur adaptation on va tracer le tableau III.3

Tableau III.3: l'exigence du blé

Facteurs	exigence	Caractéristique du milieu	Correctifs
sol	Fertile	Fertilité faible	*Apports de fumier *Rotations-assolement *Amendements organiques a long terme
	perméable	perméable	
	PH neutre	PH neutre à basique	
	Bonne structure -800 mm/cycle	Absence de matière organique	Matière organique rotations
Eau	-Faible charge -Repartie selon les besoins	* <50 mm/an * chargée (de sels)	Irrigation totale sous – solage (2à3 ans)
température	*15 à 22°C à la germination * une T°<10°C au tallage * une T°>4°C à	* risque de températures élevées après tallage	Choix de la variété Choix de la date de semis

	l'épiaison * une $T^{\circ} > 25^{\circ}\text{C}$ à la maturité.		
--	---	--	--

III.5.3. Les variétés du blé :

La variété à cultiver sous pivot doit être :

- ❖ D'un potentiel de production élevé.
- ❖ Précoce à semi-précoce (140 à 150 jours).
- ❖ D'une hauteur de paille courte (90 à 100 cm)
- ❖ D'une bonne résistance à la verse et à l'égrenage.
- ❖ D'une bonne résistance aux maladies.

ANZA



SHAM4



ARZ (benislimane)



ZERGOON



Des essais variétaux menés ont permis de définir une gamme de variétés des blés tendre et dure qui répondent aux critères cités.

SHAM 3



VITRON



ACSAD 65



MEXICALI



III.5.4. Période de semis :

La période de semis doit être raisonnée en fonction de la température :

- ❖ Une température moyenne durant la phase levée tallage.au semis, une températuresupérieur à 20°C accélère le cycle végétatif de la culture et peut l'exposer aux basses températureal'épiaison.
- ❖ Une température basse (<4°C) à l'épiaison provoque l'avortement
- ❖ Une température élevée (<30°C) au moment du remplissage du grain provoque l'échaudage et tout particulièrement en semis tardif.

III.5.5.Densité de semis :

La densité ou la dose de semis est à raisonner en fonction des paramètres suivants :

- Du poids de 1000 Grains de la variété a semer : plus le grain est gros, plus la dose de semis augmente.

- De la faculté germinative : augmenter la dose en cas de faible faculté germinative.
- De la teneur du sol et de l'eau en sels : augmenter la dose en cas de forte teneur en sels (possibilité d'inhibition de la germination d'une partie des graines semées)

Semis : Epoques favorables entre le 15 novembre et le 15 décembre, on peut semer jusqu'à début janvier avec une baisse de production acceptable dans le cadre d'une rotation intensive.

Récolte : La récolte se fait à la fin de mois de mars.

III.6. détermine les besoins en eau des cultures :

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

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

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 les abacs (voir l'annexe) pour déterminer Les besoins

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.

Les résultats de calcul sont récapitulés sur les tableaux ci-après :

Tableau III.4: Besoins en eau du blé.

mois	decade	ET0 (mm/j)	Kc (coef)	ETM (mm/d)	ETM (mm/m)	Peffi	RFU	Besoin
Octobre	3	5.78	0.3	17.3	17.3	4.72	35	12.58
Novembre	1	3.33	0,3	10	35	5.12	35	29.88
	2	3.33	0,35	11.7				
	3	3.33	0,4	13.3				
Décembre	1	2.56	0,45	11.5	38.4	4	70	34.4
	2	2.56	0,5	12.8				
	3	2.56	0,55	14.1				
janvier	1	2.63	0,6	15.8	51.3	4.96	70	46.34
	2	2.63	0,65	17.1				
	3	2.63	0,7	18.4				
février	1	3.92	0,75	29.4	91.4	1.12	70	90.28
	2	3.92	0,78	30.6				
	3	3.92	0,8	31.4				
mars	1	5.38	0,85	45.7	150.6	3.36	35	147.24
	2	5.38	0,95	51.1				
	3	5.38	1	53.8				
avril	1	7.93	1,18	93.6	260.1	1.52	35	258.58
	2	7.93	1,09	86.4				
	3	7.93	1,01	80.1				
mai	1	9.61	0,95	91.3	175.9	0.56	35	175.34
	2	9.61	0,88	84.6				
Tot. Annuel								794.64

III.7. Calcule du débit caractéristique :

Il est calculé par la formule suivante :

$$Q_{car} = q_s \cdot S$$

q_s : débit spécifique de mois de pointe en (l/s/ha)

S : la superficie totales à irriguer = 60 ha

-le mois de pointe est mai et les besoins de pointe sont de 258.58mm

Donc :

$$q_s = \frac{258.58 \text{ mm}}{20 \text{ h}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ mm}} \cdot \frac{1000 \text{ l}}{1 \text{ m}^3} \cdot \frac{1 \text{ ha}}{10000 \text{ m}^2} \text{ L/s/ha}$$

Le débit spécifique égal à 1.54 l/s/h supérieur à 1.5l/s/h donc on prend la valeur de débit spécifique de la culture la plus exigeante du mois de pointe.

B_{net} : besoin net du mois de pointe en mm/mois.

N_i : nombre des heures d'irrigation=20h

N_j : nombre de jours du mois de pointe =31jours

E_i : Efficience d'irrigation $\approx 75\%$

q spécifique=1.5l/s/ha.

$$Q_{car} = q_s \cdot S = 1.5 \cdot 60 = 90 \text{ l/s} \quad Q_{car} = 0.09 \text{ m}^3/\text{s}$$

Alors notre débit de consommation journalier est :

$$Q_{\text{jour}} = 7776 \text{ m}^3/\text{j}$$

Conclusion :

On conclue dans ce chapitre que les besoins en eau pour la culture du blé varient selon le cycle végétatif. Pour le mois de pointe c a d le mois avril le blé à besoin 82 m³/h.

Chapitre IV : Choix de système d'irrigation

IV.1.introduction

L'homme a vu très tôt l'intérêt qu'il avait à apporter sur les terres qu'il cultivait l'eau d'appoint, sans laquelle certaines plantes ne pouvaient se développer, ou en tous cas atteindre leur croissance maximum c'est pourquoi il a pratiqué l'irrigation. Mais cette définition très simple cache un problème d'ensemble très ardu: il s'agit d'abord de trouver dans un rayon relativement restreint une eau disponible; il faudra en suite l'amener sur les lieux de culture, puis la répartir entre toutes les plantes en quantités bien déterminées. Une solution heureuse de ce problème ne peut être trouvée en dehors de certaines règles précises d'ordre technique, agronomique, financier et même psychologique. Ces règles, nous pouvons les établir par le raisonnement, mais l'expérience de l'histoire nous les confirme.

IV.2. définition de l'irrigation

Du point de vue technique l'irrigation c'est l'humidification artificielle du sol. Au cas ou l'humidité naturelle du sol est insuffisant pour garantir un rendement optimum des cultures agricoles. En effet, l'irrigation assure pour les plantes les régimes hydriques, Nutritifs, aérien, thermique, salé et micro biologique le plus favorable.

Les systèmes d'irrigation peuvent être classés en deux grandes catégories: l'irrigation gravitaire et l'irrigation par aspersion. Dans la pratique on distingue l'irrigation gravitaire, l'irrigation par goutte a goutte et l'irrigation par aspersion.

IV.3. le choix de la technique d'arrosage :

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

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

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

IV.3.1.Irrigation gravitaire :

Le ruissellement de l'eau créer par la pente du terrain naturel humecte le sol par percolation à travers ses pores. Cependant l'action les deux forces gravitationnelle et capillaire sur l'eau dans le sol la laisse en mouvement ce qui donne sa répartition dans le sol. Parmi les techniques d'arrosages gravitaires on distingue :

IV.3.1.2.l'arrosage par ruissellement (par planches ou par calant) :

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

IV.3.1.3.l'arrosage par infiltration (à la raie) :

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

IV.3.1.4.L'arrosage par submersion :

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

IV.3.1.5.Avantages de l'irrigation par gravité :

- Coût moins élevé par rapport aux autres procédés.
- Pas d'équipements de mise en surpression de l'eau.
- Matériel d'irrigation très réduit.

IV.3.1.6.Inconvénients de l'irrigation par gravité :

- Grand volume d'eau par unité de surface.
- Déplacement des engins agricoles est difficiles (à cause des rigoles)
- Nécessité d'une main d'œuvre importante.
- Nécessité de planage des terres.

- Pertes par infiltration considérables.

IV.3.2. Irrigation par aspersion :

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

IV.3.2.1. Avantages de l'irrigation par aspersion :

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

IV.3.2.2. Inconvénients de l'irrigation par aspersion :

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

IV.3.3. Irrigation localisés (goutte à goutte) :

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

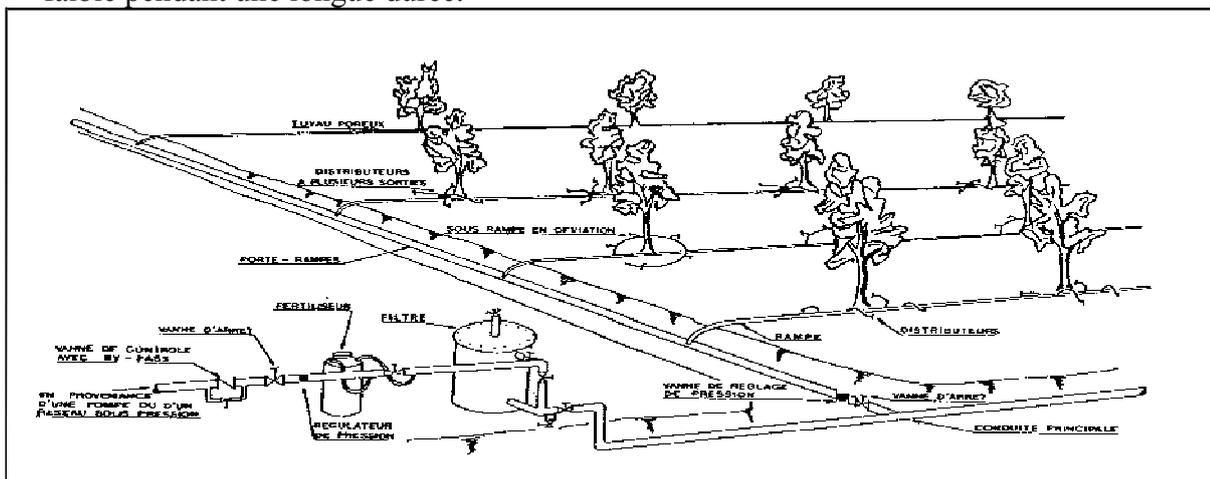


Figure IV .01. Partie essentielle d'une installation localisée

IV.3.3.1. Avantages de l'irrigation localisée .

- Une économie d'eau très importante.
- Une économie de mains d'œuvre (système fixe).
- La non sensibilité aux vents forts.
- Elle permet un dosage régulier en engrais.
- L'humidité au voisinage des racines reste élevée.

IV.3.3.2. Inconvénients de l'irrigation localisée.

- Risque d'obstruction des goutteurs.
 - Risque de salinisation
 - Nécessite une main d'œuvre qualifiée.
 - Coût élevé.
 - Contrôle difficile des goutteurs
- Compte lieu du système d'irrigation étudié, nous nous attarderons que pour la description de l'irrigation par aspersion.

IV.3.4 Irrigation par aspersion :

IV.3.4.1 Introduction:

L'irrigation par aspersion est la technique d'arrosage par laquelle l'eau est fournie aux plantes sous forme de pluie artificielle grâce à l'utilisation d'appareils d'aspersion alimentés en eau sous pression. Ces appareils rotatifs pulvérisent l'eau en fines gouttelettes et doivent assurer une répartition aussi uniforme que possible de la pluie sur la surface du sol.

IV.3.4.2. Principe de mise en œuvre de l'irrigation par aspersion:

Le principe de mise en œuvre de l'irrigation par aspersion au niveau de l'îlot d'exploitation reste le même qu'il s'agisse d'irrigation individuelles ou d'irrigation pratiquées dans le cadre d'un réseau collectif. L'irrigation par aspersion peut bien sur être pratiquée à partir d'une installation individuelle à l'échelle de chaque exploitation qui disposera alors d'une installation autonome assurant la mobilisation de la ressource en eau, sa mise en pression et son adduction jusqu'à l'entrée de l'exploitation. Mais cette technique d'irrigation s'est surtout développée au cours des dernières décennies dans le cadre de réseaux collectifs avec des canalisations en charge livrant l'eau sous pression aux différents exploitants du

périmètre par l'intermédiaire de prise d'irrigation implantée en bordure des différents îlots d'exploitation. L'eau sous pression est supposée disponible en bordure de la parcelle prise d'irrigation dans le cas d'un réseau collectif de distribution, extrémité aval de l'adduction dans le cas d'une installation individuelle. Le réseau de surface comportera une canalisation d'approche alimentant les rampes sur lesquelles sont montés les appareils d'aspersion. Chaque modèle d'asperseur peut être équipé de jeux de buses de caractéristiques différentes, permettant de couvrir une certaine gamme de pluviométrie d'arrosage, exprimée en mm/h. Cette pluviométrie est définie comme la hauteur d'eau moyenne appliquée sur la surface arrosée pendant l'unité de temps. L'ensemble des rampes et des asperseurs approvisionnés permettent d'arroser simultanément une certaine fraction de la superficie de la parcelle, ce qui constitue une position ou un poste. La durée d'un poste correspond au temps nécessaire à l'apport de la dose d'arrosage adoptée. Une fois la dose apportée, l'irrigant ferme sa prise et laisse s'écouler le temps de ressuyage avant d'intervenir sur le réseau mobile : le sol étant détrempé les déplacements seraient impossibles. Pour irriguer la totalité de la parcelle et effectuer un arrosage complet l'ensemble des rampes occupe plusieurs postes successifs avec déplacement des rampes de poste à poste. La canalisation d'approche, par contre, n'est pas déplacée, elle est semi fixe. Au cours de la campagne d'irrigation, plusieurs arrosages seront nécessaires 5 à 15 selon les cultures.

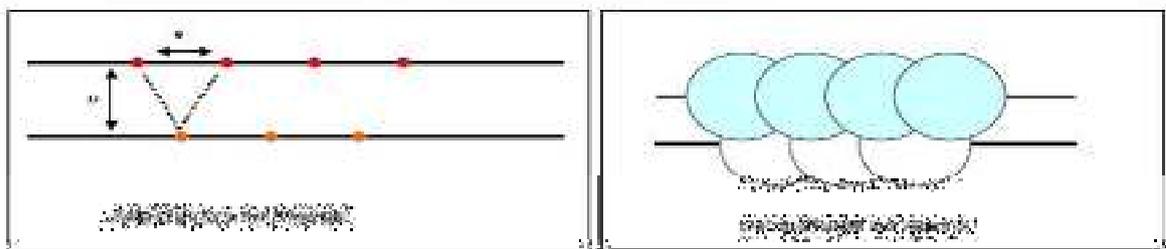


Figure IV .02.asperseurs en triangle

IV.4. choix de l'équipement par aspersion:

Le choix de votre équipement d'irrigation dépend des critères suivants:

- ❖ La taille de l'exploitation,
- ❖ La topographie du terrain,
- ❖ Le type de sol, La nature des cultures.
- ❖ La main d'œuvre.
- ❖ La quantité d'arrosage.
- ❖ La consommation d'énergie.
- ❖ L'investissement.

IV.4. 1. Les éléments d'une installation sous pression:

Dans les systèmes d'irrigation sous pression, l'énergie est communiquée par une pompe, cette dernière est un élément de base d'un système d'irrigation sous pression elle doit être dimensionnée pour assurer le débit nécessaire et la pression suffisante. Parmi les différentes parties d'une installation sous pression, on distingue

IV.4. 1.1. La source en eau:

L'eau peut être puisée soit en profondeur (nappe phréatique ou forage , source, puits) soit en surface (lac, étang, réservoir, barrage)

IV.4. 1. 2. Le groupe de pompage:

Selon la source d'énergie utilisée, il faut distinguer le groupe electro-pompe (électricité) et le groupe motopompes (essence, diesel). Le groupe de pompage est généralement constitué des éléments suivants :

- Un tube d'aspiration souple ou rigide comportant
- un tube de refoulement comprend.
- Canalisations principales.
- On distingue les canalisations de distribution suivantes:

IV.4. 1.3. La conduite principale (conduite d'adduction -distribution):

La conduite principale généralement enterrée, peut être constituée de matériaux aussi différents que : la fonte, l'acier, l'amiante-ciment, le béton précontraint, les matériaux plastique (pvc), et le matériau composite. (BULLETIN DE FAO N°36,1983)

IV.4. 1.4. La conduite secondaire (ou porte -rampes):

La conduite secondaire distribue l'eau aux rampes. La plupart du temps, la conduite secondaire est superficielle et mobile, elle est installée sur le terrain seulement pour la durée de la campagne d'irrigation. Il existe des conduites secondaires en acier galvanisé en alliage léger, en polyéthylène, en pvc. Etc.

IV.4. 1.5. La conduite tertiaire ou rampe:

En général c'est une conduite superficielle démontable à accouplements rapides. Il existe des conduites tertiaires en: l'acier galvanisé, l'alliage léger, le pvc, les tuyaux souples sont à base de caoutchouc renforcé et de Matières plastiques et le polyéthylène de basse densité;

IV.5.les systèmes d'irrigation par aspersion:

Nous présentons ici les principaux systèmes d'irrigation par aspersion existant à savoir:

- ✓ le système dit « à rampe mobiles »
- ✓ La couverture totale enroulable;
- ✓ La couverture intégrale;
- ✓ Les enrouleurs;
- ✓ La micro- aspersion;

- ✓ La rampe frontale;
- ✓ Le pivot;

IV.5.1. Les rampes mobiles:

Dans chaque parcelle, la ou les rampes d'aspersion en alliage léger sont déplacées à la main de poste en poste. Ce système est le plus ancien de tous les systèmes d'irrigation par aspersion. Le système à rampes mobiles a été et est encore le système le moins cher à l'hectare pour l'investissement en revanche il exige une main-d'oeuvre abondante, de telle sorte qu'il est de moins en moins utilisé dans les pays où le coût de la main-d'oeuvre est élevé. Les rampes mobiles sont utilisables pour un grand nombre de cultures de puis le maraîchage jusqu'aux grandes cultures notamment les cultures hautes gênent le déplacement des conduites pour résoudre ce problème, des systèmes mieux adaptés ont été créés. La pression d'utilisation à l'arroseur est moyenne 3 à 4 bars.

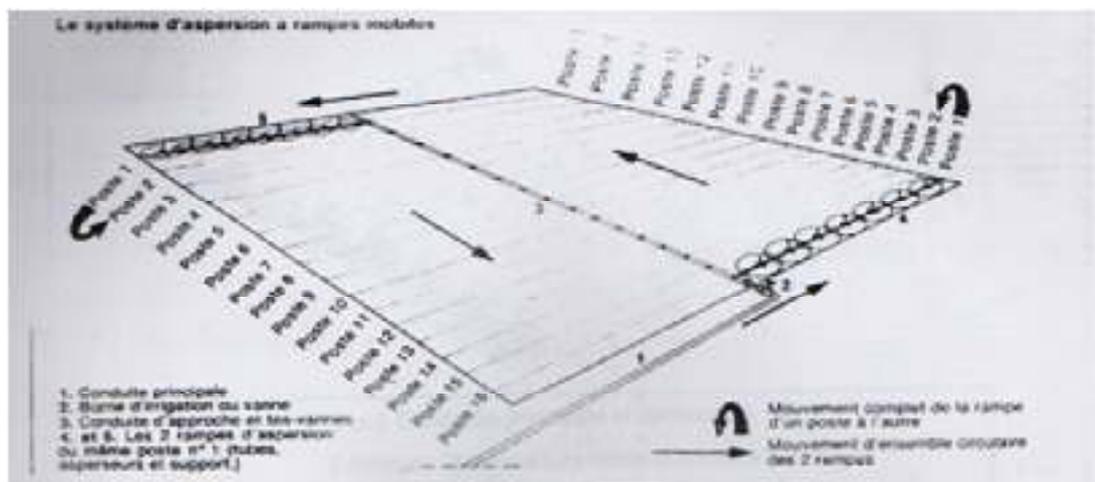


Figure IV .03. système d'aspersion à rampes mobiles

IV.5.2. La couverture totale enroulable:

La parcelle à irriguer est couverte par un réseau superficiel fixe de tube en polyéthylène de petit diamètre (32mm), ce qui n'autorise qu'un arroseur par rampe. L'arroseur et son support sont déplacés le long des rampes d'une position à l'autre (poste après poste). Ce système original de grande robustesse permet de réduire considérablement les frais de main- oeuvre par rapport au système des rampes mobiles car les rampes sont déroulées et enroulées mécaniquement une fois par an à l'aide d'un appareil de conception simple : l'enrouleur dérouleur, cet appareil est fixe sur l'attelage trois points du tracteur et sa capacité

de 600m de rampe permet de couvrir 30 hectares par jour pour la pose ou la dépose de la couverture. La technique de la couverture totale enroulable convient a toutes les grandes cultures

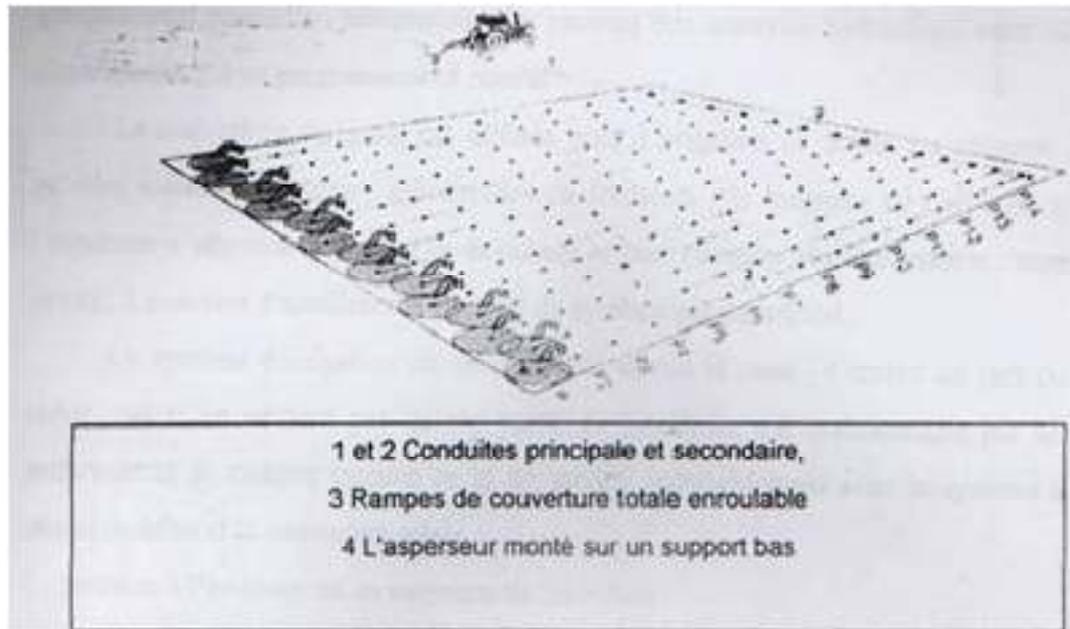


Figure IV .04. système d'aspersion à couverture totale enroulable

IV.5.3.La couverture intégrale :

Dans ce système, le matériel une fois pose reste *fixe* pendant la saison d'irrigation ce dispositif permet de supprimer la main d'œuvre qui était nécessaire pour la couverture totale. Cet avantage n'a pu être obtenu qu'en augmentant l'investissement en matériel, a savoir:

-Beaucoup plus d'aspersionneurs et de support a 1 hectare (17 a 70 selon le maillage).l'écartement entre deux arroseurs sur la rampe peut être de 6 (m) ,12 (m) ,18 (m) ou 24 (m) selon la nature de la culture a irriguer.

-des rampes de diamètre plus important en raison de débits plus élevés qu'il faut véhiculer. Pour diminuer la taille du groupe de pompage et des conduites primaire et secondaire, il convient de ne pas irriguer toute la parcelle en même temps. Pour ce la, il faut créer des postes, arroses successivement en ouvrant et en fermant des vannes placées en tête d'une ou de plusieurs rampes la commande de ces vannes est généralement manuelle, néanmoins elles peuvent être asservies hydraulique ment ou électriquement à un programmateur central.

La couverture intégrale est utilisée pour l'irrigation de toutes les cultures qu'elles soient maraîchères, industrielles ou fruitières. La longueur de l'allonge de l'asperseur s'adapte à la hauteur de la culture et peut atteindre plusieurs mètres. Dans ce cas, il convient d'améliorer la stabilité du système par un trépied. Ce système d'irrigation est recommandé quand la main d'œuvre est rare ou chère, ou si on ne veut pas qu'une partie de la culture soit endommagée par les mouvements de rampes comme ce la de produit inévitablement avec le système à rampe mobiles et la couverture totale. La pression à l'arroseur est en moyenne de 3 à 4 bars

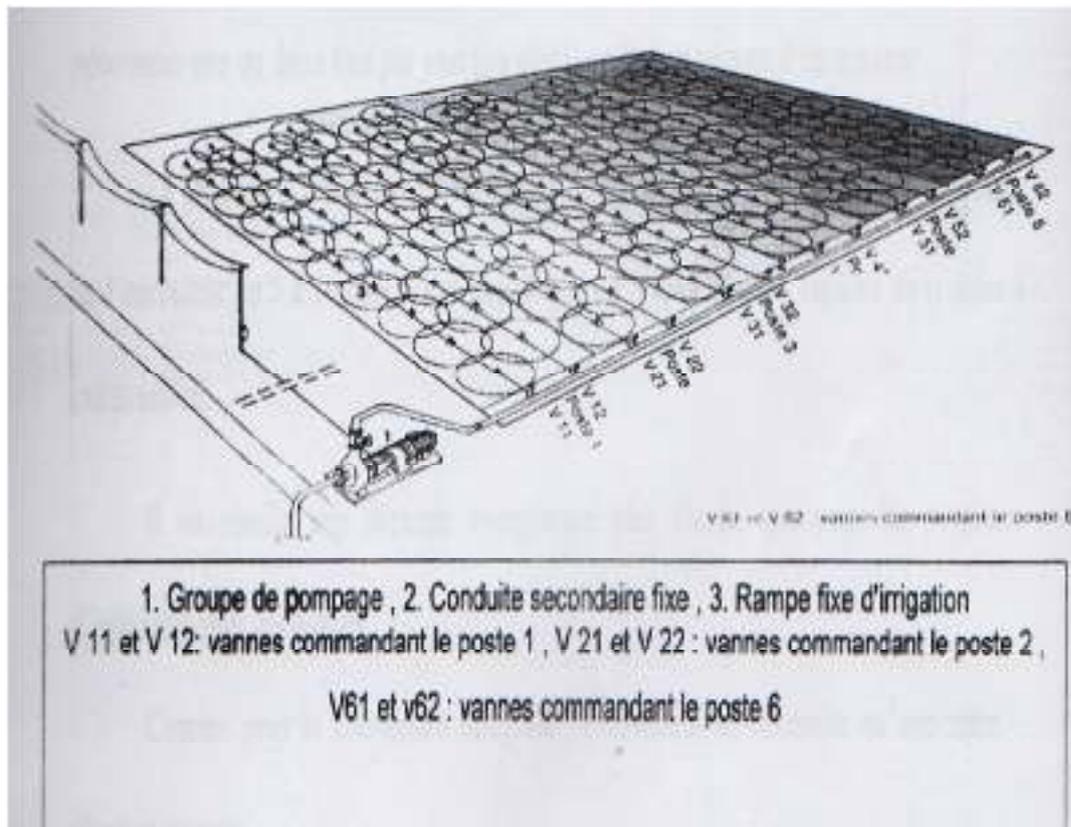


Figure IV .05. système d'aspersion à couverture totale intégrale

IV.5.4.Les enrouleurs:

Les enrouleurs sont des appareils d'irrigation à grande capacité comportant:

- ✓ Un châssis à roues;
- ✓ Un tube polyéthylène sur tambour ;
- ✓ Un moteur hydraulique;
- ✓ Un traîneau porte - canon;

Le traîneau est mu par traction du tube polyéthylène qui s'enroule sur le tambour grâce au moteur hydraulique. On irrigue donc une bande de terre à chaque passage. En fin de parcours, un système automatique assure l'arrêt du traîneau et l'enrouleur est soit retourne de 180° (appareil sur tourelle) à nouveau, ce déplacement, nécessaire une ou deux fois par jour (ou plus), se fait au moyen d'un tracteur. La pression à l'arroseur est de l'ordre de 4 à 5 bars et celle nécessaire à l'entrée de l'enrouleur de 5 à 10 bars. Ceci implique que un réseau adapté, capable de résister à ces pressions. Il en résulte une dépense énergétique plus élevée que pour les systèmes d'irrigation plus classiques. Comme pour la couverture intégrale, l'enrouleur ne nécessite qu'une main d'œuvre réduite. L'enrouleur est utilisable pour toutes les cultures mais en raison de la portée importante du canon (45 mètres pour les appareils les plus gros), il est préférable de le réserver aux cultures robustes. Néanmoins, grâce à certaines précautions et aménagements son usage peut être généralisé à pratiquement toutes les cultures.

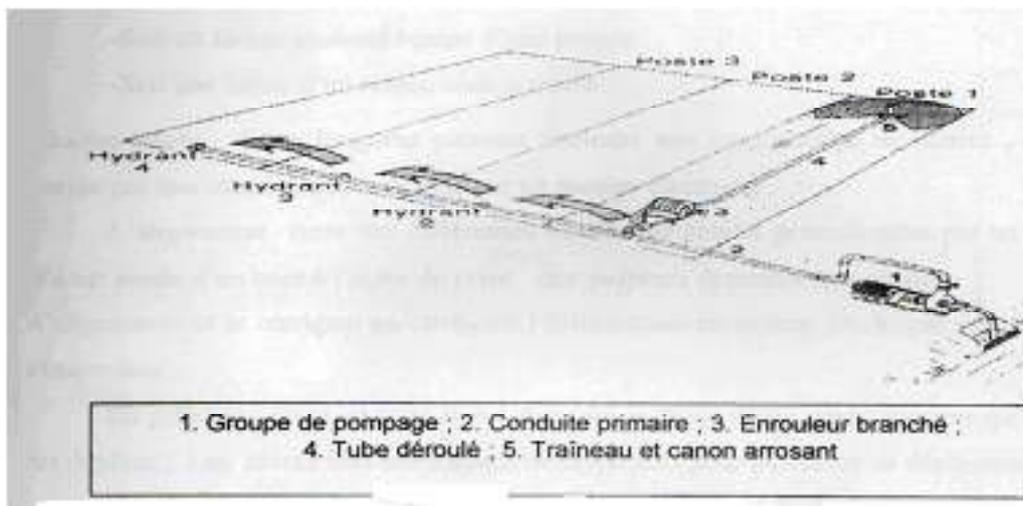


Figure IV .06. système d'aspersion avec enrouleur.



Figure IV .07. système d'aspersion avec enrouleur.

IV.5.5. La micro -aspersion:

La micro - aspersion est un système d'aspersion fixe dérivé de la goutte à goutte. Il compte comme ce dernier des rampes de polyéthylène sur le sol mais les goûteurs sont remplacés par des micros -asperseurs rotatifs ou des buses fixes. La micro- aspersion est utilisée sur les sols très pauvres en argile et en limon (moins de 10 %), car ces sols ne permettent pas une diffusion latérale suffisante de l'eau pour pouvoir être arrosés à la goutte - à goutte.

Elle permet de dispenser l'eau sur une surface suffisante pour assurer une extension racinaire convenable, tout en limitant la zone humidifiée au strict minimum comme le ne fait la goutte a goutte et contrairement à l'aspersion classique, qui arrose toute la surface. L'eau est appliquée de façon répétitive à intervalles rapprochés (un à trois jours) et à dose faible (comme pour le goutte a goutte). La surface à irriguer est divisée en postes par des vannes manuelles ou bien par des vannes dont la manoeuvre est hydraulique ainsi que la télécommande. Comme pour le goutte à goutte, la micro aspersion exige une eau bien filtrée. Ce type d'irrigation s'applique aux cultures fruitières et plus particulièrement à celles qui ont un enracinement superficiel de grand développement

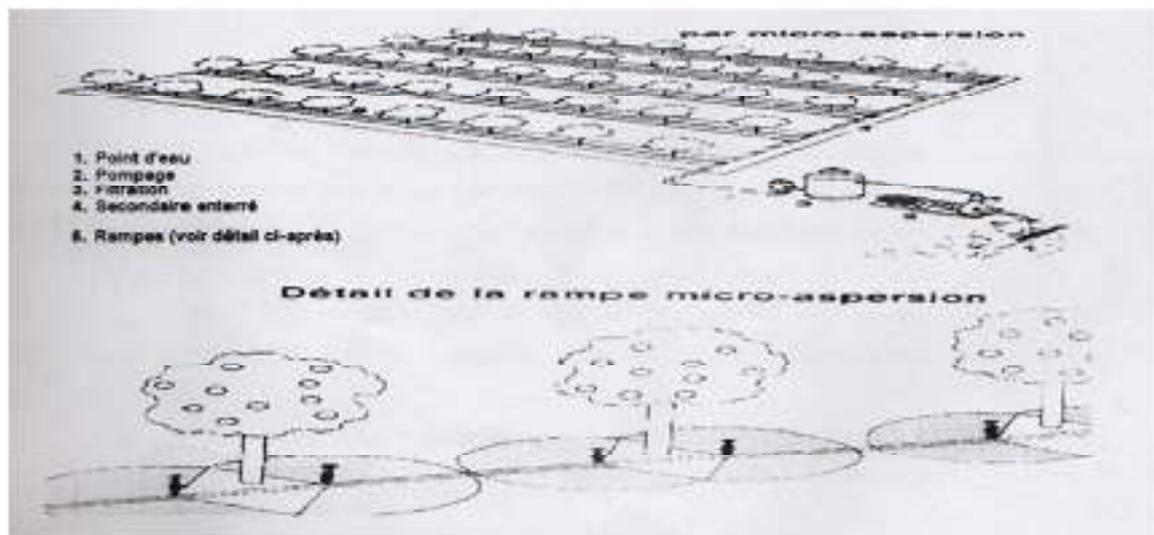


Figure IV .08. système d'aspersion avec une rampe micro-aspersion

IV.5.6. La rampe frontale:

La rampe frontale de grande envergure (jusqu'à 800 m), se déplace parallèlement à elle même et perpendiculairement à l'axe du tube distributeur d'eau. Un petit générateur électrique couplé à un moteur thermique fournit l'énergie nécessaire à l'avancement de la rampe. La rampe

frontale est alimentée en eau de différents faons, soit par un canal, soit par un réseau sous pression.

La rampe frontale permet l'irrigation de champ carré et rectangulaire sans aucune perte de terrain ni adjonction d'un système complémentaire.

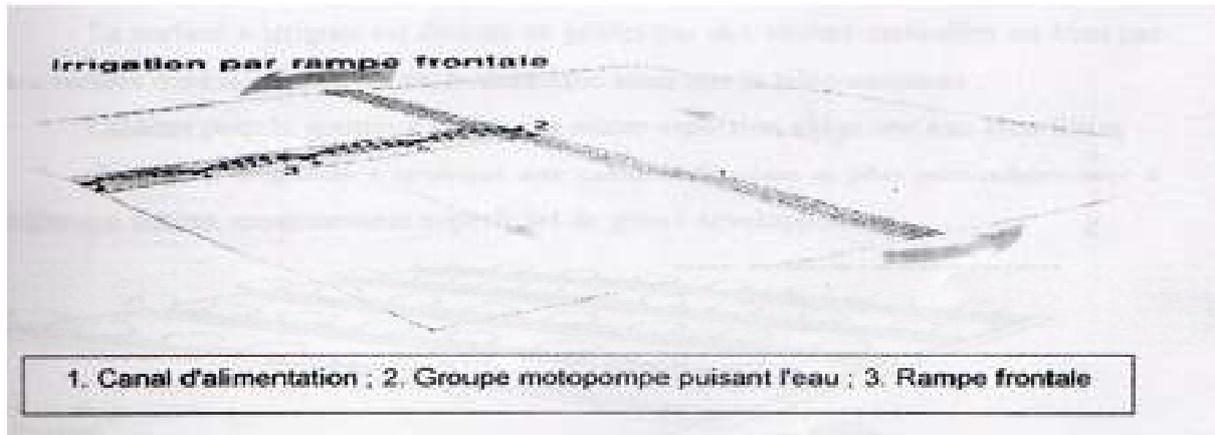


Figure IV .9. Système d'aspersion à rampe frontale

La rampe frontale Valley® à travée unique, à multiples travées ou universelle convient parfaitement à l'irrigation des champs rectangulaires. Elle permet également d'irriguer les champs en forme de L grâce à son pivotement de 90 degrés, ou des champs parallèles en pivotant de 180 degrés autour de la motrice et en inversant le sens de marche. Avec la rampe frontale Valley, vous pouvez maximiser la surface irriguée.

IV.5.6.1.Rampe frontale à deux roues avec multiples travées

- **Avantages**

- Idéale pour les cultures à haute valeur ajoutée et pour les cultures extensives
- Facilite l'élimination de l'écoulement de surface pour certains sols, grâce à de faibles applications d'eau

IV.5.6.2.Rampe frontale à deux roues avec travée unique

La rampe frontale à deux roues avec travée unique présente les mêmes caractéristiques standard et les mêmes avantages que celle à multiples travées. La seule

différence est qu'elle est dotée d'une seule travée et irrigue par conséquent un champ de plus petite largeur que la rampe à multiples travées (longueur maximale : 105,2 mètres).



Figure IV .10. Rampe frontale à deux roues avec travée unique

IV.5.6.3.Rampe frontale universelle :

Tout comme les rampes frontales à travée unique ou à multiples travées, la rampe frontale universelle vous permet d'utiliser la plus grande superficie possible de votre champ. La rampe universelle fonctionne cependant à la fois en tant que rampe frontale et que pivot central, et présente ainsi les avantages combinés des deux machines. De plus, il suffit de pousser un bouton pour faire demi-tour et irriguer un champ parallèle.

Avantage :

- Idéale pour les cultures à haute valeur ajoutée et pour les cultures extensives
- Facilité l'élimination de l'écoulement de surface pour certains sols, grâce à de faibles applications d'eau
- La motrice standard sert à la fois pour l'option tuyau tracté et pour celle de l'alimentation par canal



Figure IV .11.Rampe frontale universelle à alimentation par canal



Figure IV.12. Rampe frontale universelle avec guidage par sillon

IV.5.7. Le pivot

IV.5.7.1 introduction:

La recherche de la minimisation des coûts de main d'oeuvre a conduit au développement de matériel qui permet d'irriguer de grandes surfaces sans déplacement de matériel nécessitant beaucoup de main d'oeuvre. Le pivot central est essentiellement équipé d'une rampe mobile qui tourne autour d'un point d'où il est alimenté en eau (souvent par pompage souterraine) des buses différentes sont monté sur cette rampe. (PERSONNS et HASSANI 1995) En 1988 l'opération fabrication de pivot d'irrigation a été entamée par l'entreprise E.R.I.A.D, qui dispose d'une capacité de production de 300 pivots par an. Le

premier pivot de fabrication E.R.I.A.D a été livré le 08 février 1988 pour le groupe d'exploitation privé (G.E.P) EL-AMEL (willaya d'Ouargla) (HASSANI, 1986).

IV.5.7.2 définition d'un pivot:



Figure IV.13. irrigation par pivot

Le pivot est une machine d'irrigation automatique arrosant un cercle actionné par l'énergie électrique, l'eau est distribuée par des travées alignées bout à bout et tournant de manière synchronisée autour d'un point central.

IV.5.7.3.principe de fonctionnement:

A partir de la centrale de commandes on démarre le pivot vers le sens choisi, et on règle la vitesse d'avancement par un bouton de réglage de vitesse de la dernière roue. Les vitesses de chacune des tours sont différentes, elle s'accroissent du centre vers la dernière tour du pivot, cette vitesse se règle au niveau de la dernière tour, a une valeur variable de 12 à 170 m/h correspondant à une rotation complet de la tour tous les 2 à 8 jour, si une tour avance sans entraîner la tour voisine, alors elle provoque une cassure angulaire au niveau de cette dernière. Cette cassure enregistrée au niveau de la centrale de commande par un système électrique, ouvre la vanne d'alimentation du moteur hydraulique, cette seconde tour se met alors en marche jusqu'à son réalignement et ainsi de suite.

IV.5.7.4.description des éléments principaux du pivot:

IV.5.7.4.1 La tour centrale:

C'est le point fixe du pivot qui conduit l'eau venant de forage vers les travées et les asperseurs. Alors que le courant électrique venant de la source électrique au voisinage de la tour centrale vers les différentes tours mobiles.

IV.5.7.4.2 Centrale de commandes:

C'est le centre moteur du pivot, en point d'interaction du courant arrivant et du courant partant; c'est le centre de contrôle pour le personnel permettant de choisir les conditions demandées d'opération.

IV.5.7.4.3. La travée:

Elle est constituée par la canalisation d'alimentation d'eau supportant soit les arroseurs, soit des tubes verticaux qui porte alors extrémités des buses. Cette canalisation est articulée au niveau du raccordement de deux travées successives de façon suffisamment souple pour permettre un certain débattement La longueur de travée (L) varie selon des dimensions propres a chaque constructeur.

Chez Pérot :

$$L=39,49 \text{ m en } Q= 5,6 \text{ et } 8''$$

$$L= 50,73\text{m en } Q=5\text{et}6''$$

IV.5.7.1 Accouplement :

C'est le système mobile de raccordement entre 2 travées. Celles- ci sont reliées par une rotule multidirectionnelle permettant la formation d'un angle entre deux travée pouvant atteindre 30° c'est ainsi que le pivot est adopté aux terrains accidentés.

IV.5.7.1 La tour mobile:

La tour mobile est montée sur des roues actionnées par un moto réducteur électrique de faible puissance décroît de 1,25 à 1,15 C.V, ces tours supportant les travées a l'une de leurs extrémités et assurant le déplacement de celle-ci autour du point central. (Voire figure N°40)

IV.5.7.1 Contacteur d'alignement de tour mobile:

Est monté sur la plaque de fond de la commande de direction l'actionnement de ce contacteur fait avancer ou reculer la tour mobile

IV.5.7.1 Porte-à-faux:

Grâce à la porte à faux, l'irrigation par aspersion dépasse largement la dernière tour mobile. A son extrémité est fixé un désableur pour purge et, éventuellement, un canon à retour lent pour l'arrosage des angles. Généralement modulable en élément de 5,6 à 6 (m), sa portée maximale n'excède pas 24 (m) du battement du canon d'extrémité qui risque de déformer la structure. (BASSEZ et DIJBALEN, 1987)



Figure IV .14. Description des éléments principaux du pivot

IV.6. type de l'installation du pivot:**IV.6. 1.Installation fixe :**

Elle est dite fixe quand la station de pompage et le réseau de canalisation sont placés d'une façon permanente, elle permet ainsi de supprimer une grande partie de travail, mais les frais d'établissement sont généralement élevés.

IV.6.2. Installation mobile:

Dans ce type on a l'ensemble de l'équipement qui se place à l'inverse de l'installation fixe, et qui demande donc de la main d'œuvre. On a la facilité d'utiliser le matériel a plein rendement durant tout l'intervalle de l'arrosage, ce qui permet un meilleur amortissement.

Conclusion :

Comme on a vu précédemment et exactement dans se chapitre on peut classer l'irrigation dans deux grande catégorie soit l'irrigation gravitaire 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 a nos cultures. Le fonctionnement de cette machine est simple, et ne demande pas des efforts des mains d'œuvres.

Chapitre V : Etude technique de l'irrigation par pivot

V.1.3. Calcul des paramètres techniques d'arrosages:

V.1.3.1. 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

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

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

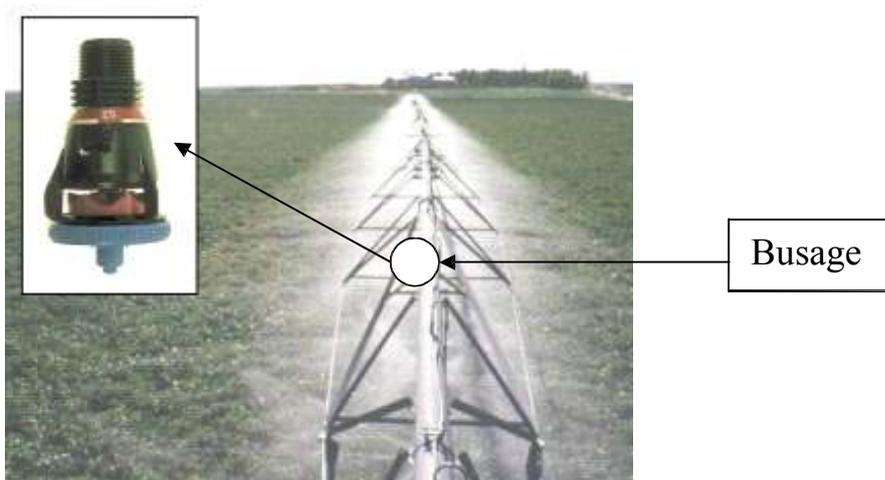
vitesse, déterminer la quantité d'eau pendant l'irrigation, et déterminer la capacité du système et l'heure par révolution.

-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

V.1.3.2. Calcul nombre de buse:



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



1). 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 V -1: Pivot renversé par le vent

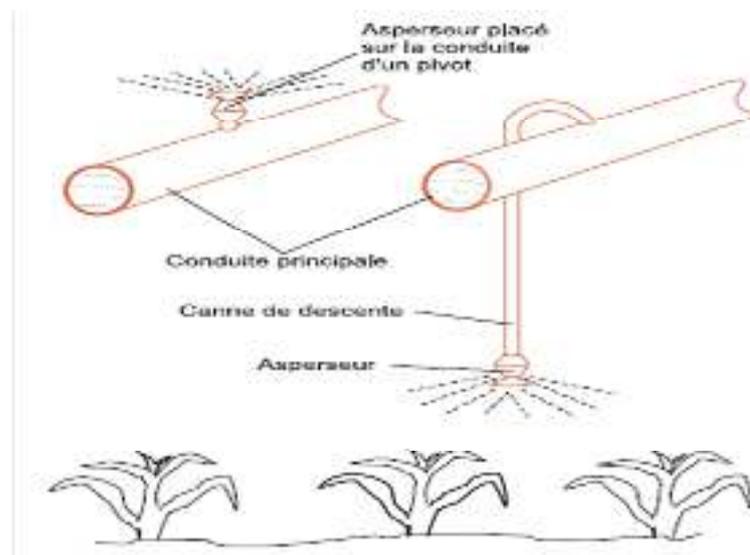


Figure V -2: Deux exemples de montage d'aspersion. Le montage avec canne de descente permet d'approcher l'aspersion de la végétation.

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

2) Le choix de l'écartement entre les aspersion voisins :

Le recouvrement

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

3) 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 Kostiakov :

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

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.

C) 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 :

$$p > \frac{\pi . L . D_j}{2 W_r . 24}$$

Avec :

P : perméabilité du sol ;

D_j : la dose journalière du mois de pointe ;

W_r : porté de l'asperseur ;

L : distance de l'asperseur ;

Connaissant P on peut plutôt déterminer W_r

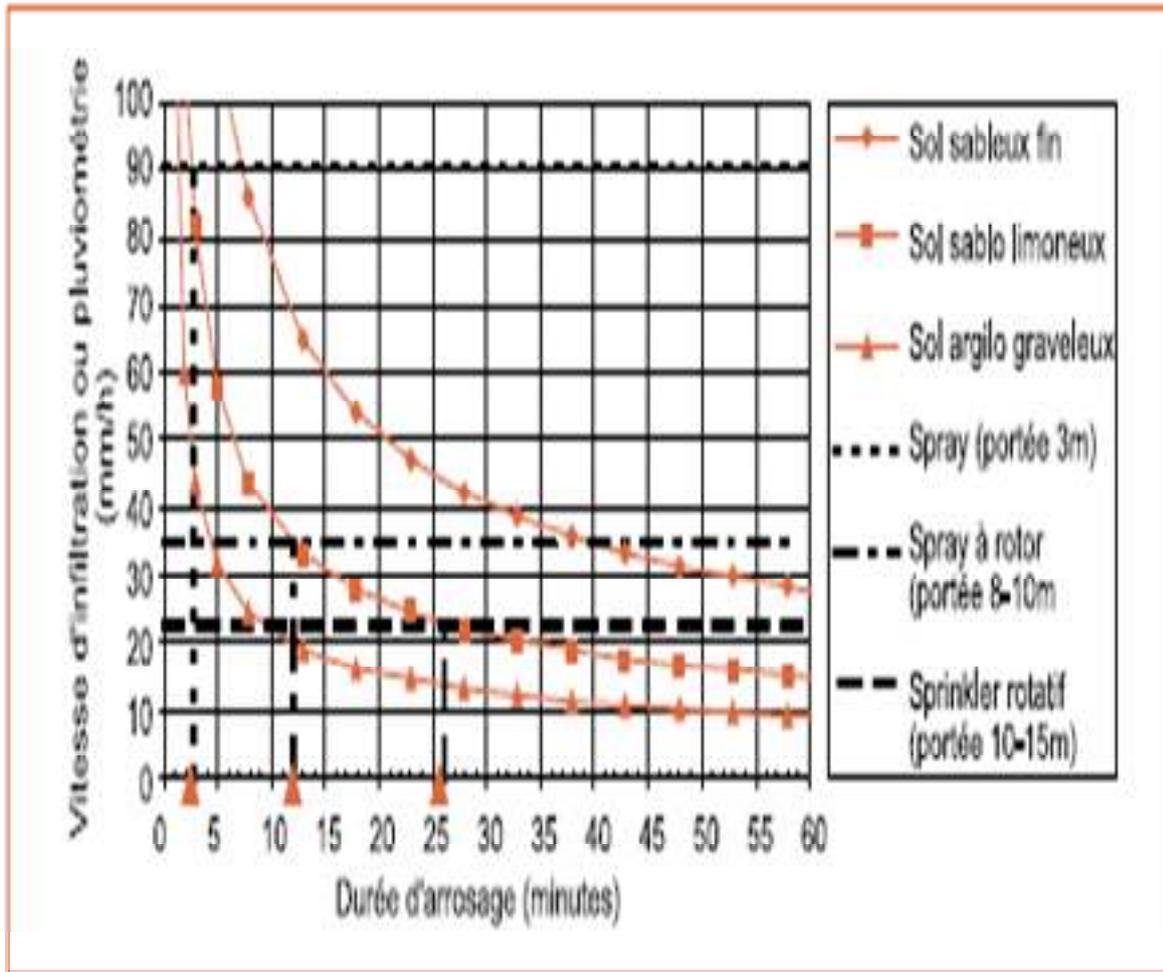


Figure V -3: Exemples de courbes d'infiltration obtenues au laboratoire (Kincaid et al, 1969), tenant compte de Δt dû au stockage de surface. Date de l'apparition du ruissellement pour différentes intensités d'arrosage sur sol sablo limoneux

V.1.3.3. 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 :

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

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), Wr = portée du dernier asperseur (m).

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

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

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

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 :

$$I = \frac{\pi \cdot L \cdot Dj}{2 \cdot Wr \cdot 24}$$

Cette équation indique que pour une valeur donnée de la dose journalière Dj 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 blé pour Ouargla il correspond au mois février car le blé est récolte en mars

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

$$W_r=5 \text{ m}$$

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.1.3.4. 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 (Dm) à ne pas dépasser lors d'un tour d'eau : $Dm = t \times I$.

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

Tableau V.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.

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

Notre zone d'étude se compose en totalité de 2 parcelles irriguées par 2 pivots identiques, alimentés respectivement par 2 forages différents.

La hauteur manométrique totale est donnée par la formule suivante:

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

Avec

HMT: hauteur manométrique total

H_g : hauteur géométrique

DH: perte de charge

V.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 V.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
F8	110	19.16	32.97	45	5°30'27''	32°01'03''	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 45 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°I :

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

V.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.

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

Formule de NIKURADZE

Tableau V.3. calcul valeur de λ

Type de matériau	ϵ (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 45 l/s et de vitesse 1m/s.

$Q=V.S$ Avec:

Q: débit (l/s) est égal à 45 l/s

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

S: section de la conduite

$$Q=V.S=V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \text{ donc } D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{V \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.045}{1.3.14}} = 0.230 \text{ m}$$

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

Les pertes de charge totale dans la conduite sont:

Figure V -1: Schéma explicatif pour le calcul de perte de charge

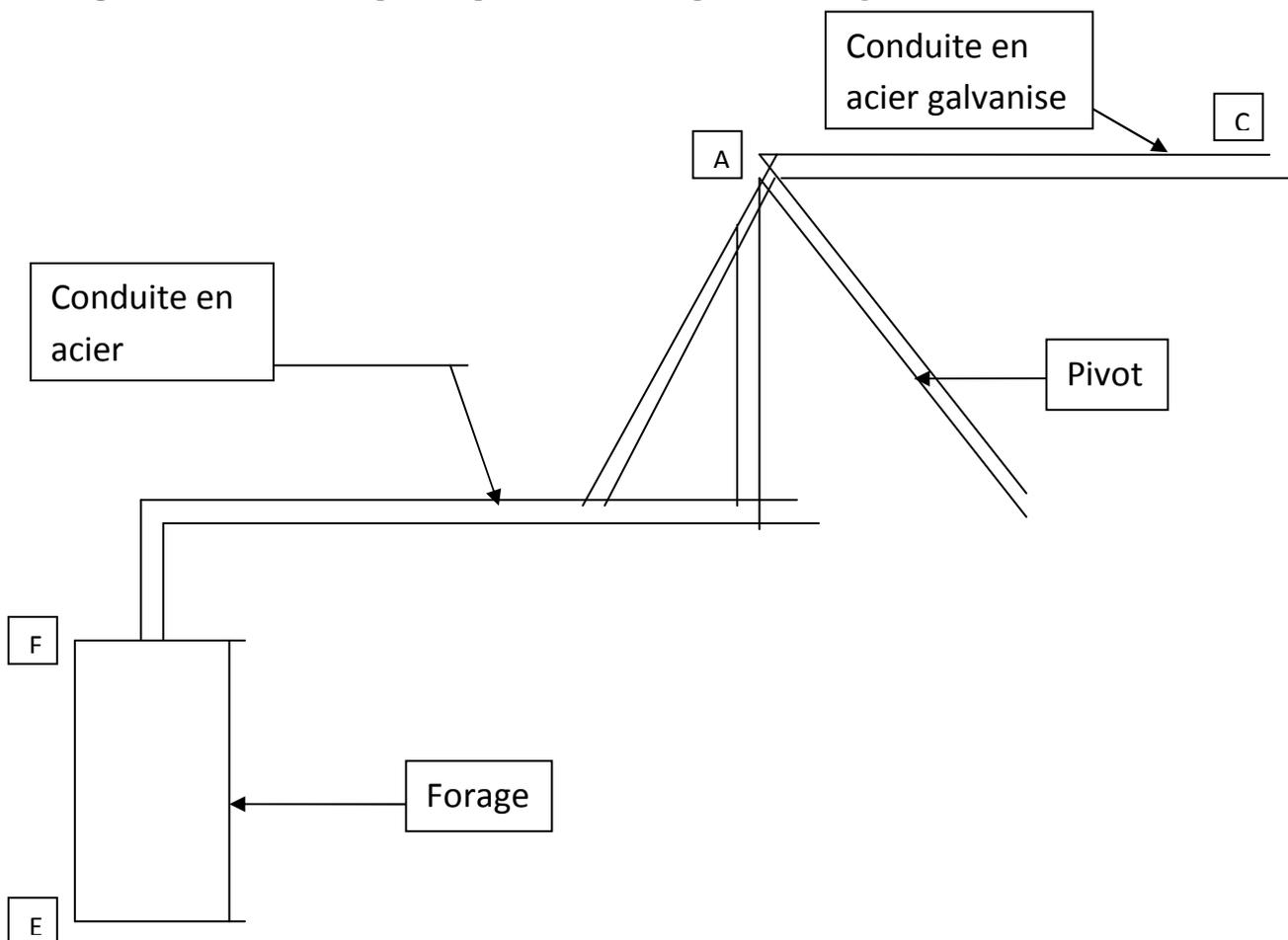


Tableau V.4. calcul des pertes de charge

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
II	62	530	309	1.36	0.84	2.2	2.53

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

La hauteur manométrique totale est définie comme suit:

$$HMT = H_g + \sum \Delta H \quad \text{Avec :}$$

HMT : hauteur manométrique totale

H_g : hauteur géométrique

ΔH : Perte de charge totale

Tableau V.5. calcul des HMT

parcelles	H_g (m)	Δh^{tot} (m)	HMT (m)
I	90.7	2.53	93.23
II	90.7	4.05	94.75

V.3.Choix de la pompe :

Le choix de la pompe est fonction des paramètres suivants :

➤ Débit

➤ Hauteur manométrique

Pour I et II forage

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

Pompe est identique pour les 2 forages.

Nombre de tour $N = 2900$ tr/min

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

V.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 m³/s: 0,037 m³/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 Ouargla, et comme le sol est sablo limoneux, d'après la figure (V-3) on a K qui est égale à 36mm/h, en comparant les valeurs calculées de l'intensité on s'aperçoit que ces valeurs sont toutes inférieures à 36 mm/h représenté dans le tableau (V-1). Donc le risque de ruissellement sera écarté.

CHAPITRE VI :
ETUDE
TECHNIQUE
ECONOMIQUE

VI .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.

ANABIB a été désignée pour relever le déficit, pendant un délai de 6 mois le premier pivot sortait des ateliers ANABIB (1987-1988).

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
33	8250000.00

Source Anabib

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

Cultures	Rendement à l'hectare (Q/ha)
Mais	100-120
Blé	50-70

L'orge	50.60
Tomate	450-550
Carotte	400-500
Tabac	30-35
Coton	35-38
Melon	160-180
Pastèque	50-450

Source DSA

En Algérie le rendement moyen en céréale est de 55 Q/ha.

VI .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 Ouargla. Donc Le coût global de notre projet est de 22620000.00 (Da)

VI .2.Avantages et inconvénients du pivot:

VI .2.1.avantages:

Parmi les méthodes d'irrigation existantes:(écoulement à surface libre et écoulement sous pression) cette dernière et a mieux indiquée pour les céréales d'hiver compte tenue des avantages suivants:

- ❖ Permet de reproduire au mieux la pluie,
- ❖ Adaptée au terrain en relief accidenté (en pente ou vallonné),
- ❖ Evite tout ruissellement et dégradation du sol,
- ❖ Permet de lutter très efficacement contre le gel,
- ❖ Permet une économie d'eau importante particulièrement pour la région aride et semi-aride,
- ❖ Adaptée au sol léger très perméable,

- ❖ Assure une répartition homogène de l'eau d'irrigation,
- ❖ Assure une meilleure oxygénation de l'eau d'irrigation.

VI .2.2.inconvénient:

- ❖ Répartition défectueuse de l'eau par grand vent,
- ❖ Risque d'accident mécanique,
- ❖ Dépense d'énergie,
- ❖ Difficulté d'arroser l'angle en parcelles rectangulaire,
- ❖ Frais d'établissement élevé.

Conclusion générale

L'irrigation revêt une importance capitale pour le développement de l'agriculture dans les zones sahariennes. L'extension et l'intensification des cultures dans cette zone fait croître sans cesse la demande en eau, malgré les prix de mobilisation de la ressource souvent très coûteuse.

Les ressources hydriques de la zone d'Ouargla y compris la région de **Hassi Ben Abdellah** sont représentées essentiellement par la nappe complexe terminal qui alimente en eau toutes les oasis à travers les forages, les nouveaux périmètres agricoles et les nouvelles villes de la zone.

La zone d'Ouargla est par ailleurs l'une des zones à moyen potentialité agricole. Ainsi l'apport d'eau et des fertilisants est indispensable à l'exploitation agricole des sols sableux caractérisant notre zone d'étude.

L'exploitation optimale des eaux des nappes et ses risques de salinisation secondaire des sols sont à considérer.

Pour la réussite du projet agricole, nous devons tenir compte de l'utilisation rationnelle des eaux et des fertilisants par la plante.

Le travail que nous avons mené nous a conduit à choisir les caractéristiques d'asperseur, à savoir, écartement, diamètre des buses, porté, pluviométrie en conformité avec les conditions naturelles. Un mauvais choix de calcul engendra une perte en eau importante au niveau du sol (dépassement de la capacité d'absorption du sol donc ruissellement). Cette eau qui stagne en surface est soumise à une forte évaporation ce qui provoque des dépôts de sel en surface. Ce phénomène bien sur aura un effet direct sur la chute des rendements du blé.

Cette anarchie et le non respect des règles d'irrigation et de lessivage risque d'affecter à long terme l'agriculture dans cette zone.

L'irrigation par pivot est une pratique moderne, qui permet l'irrigation de grande surface mais encore faudrait il savoir l'utiliser. La non maîtrise de ce système engendre des pertes en eau et en énergie considérable d'où le coût élevé en hectare.

Néanmoins le pivot reste avantageux, vis a vis de la main d'œuvre, des débits utilisés, et sur tout de l'uniformité d'arrosage dans le cas d'un bon plan de busage. Comme toute étude, l'expérimentation reste indispensable, pour confirmer ou infirmer les résultats obtenus.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- BULLETIN DE FAO N°36 :l'irrigation par aspersion, calcul, mise en place, exploitation, contrôle du fonctionnement, FAO. Rome .1983
- KULKER: La maîtrise de l'irrigation sous pression, aspersion et goutte à goutte. Edition NATHAN. Paris 1988 p (61-62)
- MICHEL DUCROCQ : Les bases de l'irrigation, technique et documentation, Lavoisier, Paris. Editions scientifiques universitaires. Liban. 1982

Annexes

ANNEXE 1

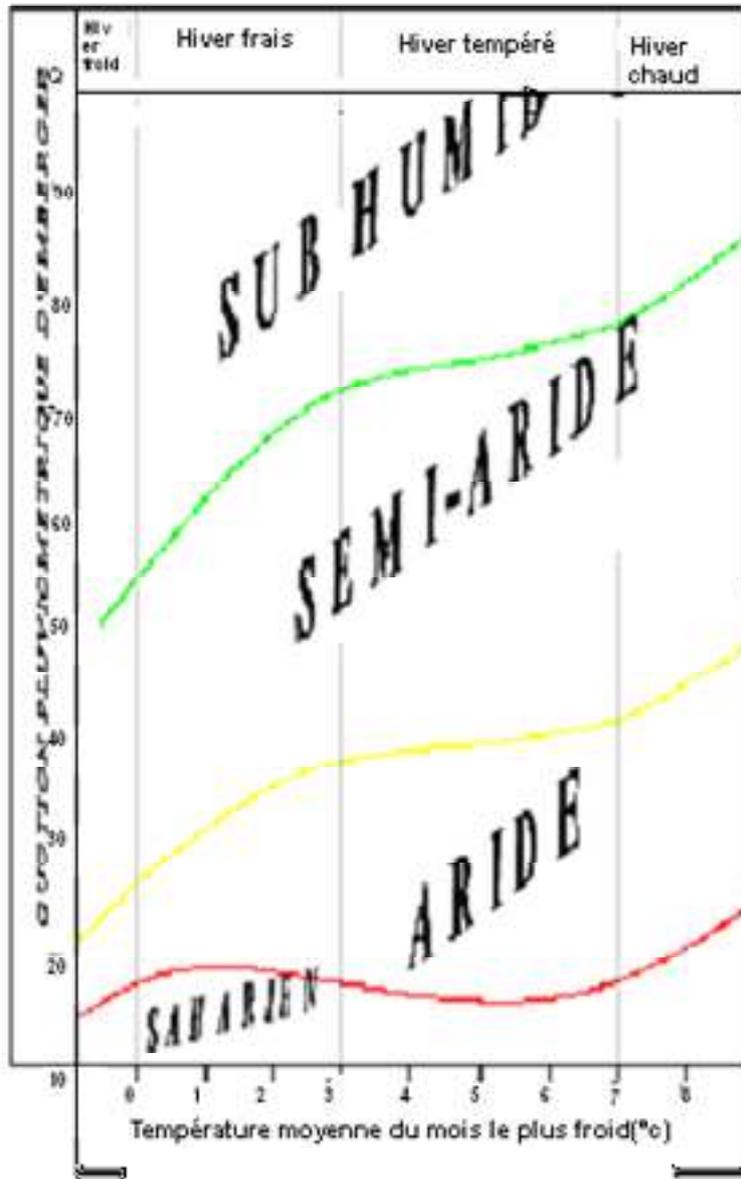


Diagramme bioclimatique d'Emberger

ANNEXE 2

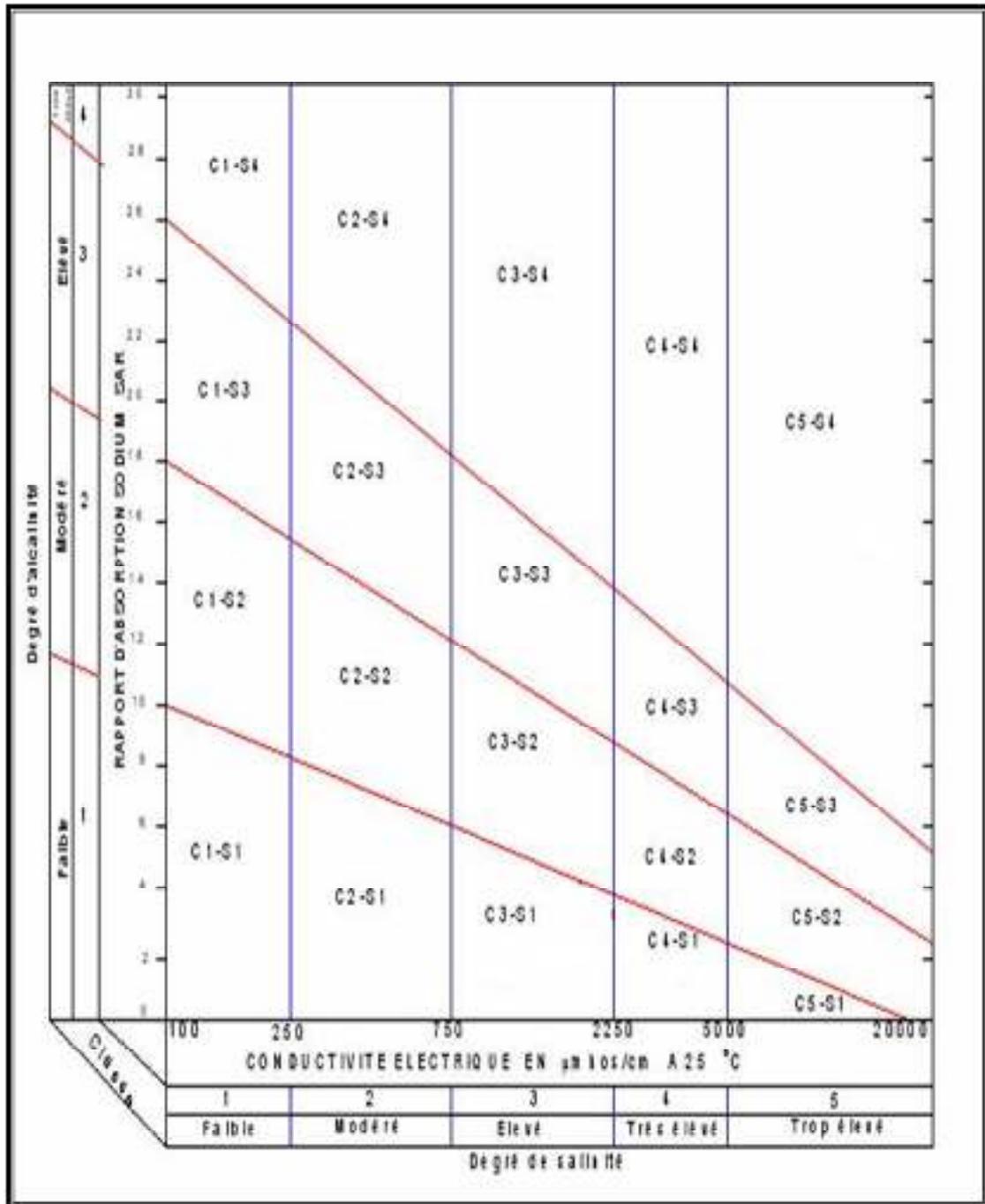


Diagramme de classification des eaux d'irrigation

Annexe 3

RÉSERVE D'HUMIDITÉ FACILEMENT UTILISABLE (RFU)
DONNÉES GÉNÉRALES SUR LA PROFONDEUR D'ENRACINEMENT DES CULTURES EN PHASE DE
PLEIN DÉVELOPPEMENT, FRACTION DE L'EAU UTILISABLE (p) ET RÉSERVE FACILEMENT
UTILISABLE (p.Sa) POUR DIFFÉRENTS TYPES DE SOLS (en mm/m de profondeur) QUAND ETcult = 5-6

Culture	Profondeur d'enracinement (d) m	Fraction (p) de l'eau utilisable ¹	Réserve d'eau facilement utilisable (p.Sa)		
			T.fin	mm/m T. moyenne	T.grossière
Luzerne	1.0-2.0	0.55	110	75	35
Banane	0.5-0.9	0.35	70	50	20
Orge ²	1.0-1.5	0.55	110	75	35
Haricot ²	0.5-0.7	0.45	90	65	30
Betterave	0.6-1.0	0.5	100	70	35
Chou	0.4-0.5	0.45	90	65	30
Carotte	0.5-1.0	0.35	70	50	20
Céleri	0.3-0.5	0.2	40	25	10
Agrumes	1.2-1.5	0.5	100	70	30
Trèfle	0.6-0.9	0.35	70 40	50	20
Cacao		0.2		30	15
Coton	1.0-1.7	0.65	130	90	40
Concombre	0.7-1.2	0.5	100	70	30
Datte	1.5-2.5	0.5	100	70	30
Fruitiers cadu.	1.0-2.0	0.5	100	70	30
Lin ²	1.0-1.5	0.5	100	70	30
Céréales ² Céré.	0.9-1.5	0.6 0.6	120	80 80	40
d'hiver [^] Vigne	1.5-2.0	0.35	120	50	40
	1.0-2.0		70		20
Gazon	0.5-1.5	0.5	100	70	30
Arachide	0.5-1.0	0.4	80	55	25
Laitue	0.3-0.5	0.3	60	40	20
Maïs ²	1.0-1.7	0.6	120	80	40
Maïs-ensilage	1.0-1.5	0.5	100	70	30
Melon		0.35	70	50	25
Olivier	1.2-1.7	0.65	130	95	45
Oignons	0.3-0.5	0.25	50	35	15
Palmier	0.7-1.1	0.65	130	90	40
Pois	0.6-1.0	0.35	70	50	25
Poivron	0.5-1.0	0.25	50	35	15
Ananas	0.3-0.6	0.5	100	65	30
Pomme de terre	0.4-0.6	0.25	50	30	15
Carthame ²	1.0-2.0	0.6	120	80	40
Sisal	0.5-1.0	0.8	155	110	50
Sorgho ²	1.0-2.0	0.55	110	75	35
Soja Epinard	0.6-1.3	0.5 0.2	100	75	35
Fraisier	0.3-0.5	0.15	40 30	30	15
Betterave suc.	0.2-0.3			20	10
Canne à sucre	0.7-1.2	0.5	100	70	30
Tournesol ²	1.2-2.0	0.65	130	90	40
Patate douce	0.8-1.5	0.45	90	60	30
Tabac - init.	1.0-1.5	0.65	130	90	40
tard	0.5-1.0	0.35	70	50	25
Tomate		0.65	130	90	40
Légumes	0.7-1.5	0.4	180	60	25
Blé	0.3-0.6	0.2	40	30	15
maturité	1.0-1.5	0.55	105	70	35
		0.9	180	130	55
Volume total d'eau disponible (Sa) (mm/m)			200	140	60

Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage N° 24, Tableau 39 (nouvelle version).

