

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE- ARBAOUI Abdellah -

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : Conception des Systèmes d'Irrigation et Drainage

THEME :

**ANALYSE ET DIAGNOSTIC DE LA PRATIQUE DE
L'IRRIGATION PAR ASPERSION AU NIVEAU DU
SECTEUR « A » DU PERIMETRE DE LA MITIDJA
OUEST (TRANCHE II)**

Présenté par :

M^{elle} TIR Yasmina

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et prénom	Grade	Qualité
M^r T. KHETTAL	M C.A	Président
M^{me} O.AZIEZ	M A.A	Examinatrice
M^{me} D.DJODAR	M A.A	Examinatrice
M^r D.KOLIAI	Ingénieur en Chef	Examineur
M^{me} S.LEULMI	M A.A	Examinatrice
M^{me} L.BAHBOUH	M A.A	Promotrice

Septembre 2012

Dédicace

C'est avec une très grande émotion que je me permets de dédicacer ce présent travail à :

Ma chère mère, qui a beaucoup souffert pour moi, et qui sans elle je ne serais pas parvenu à grand-chose ;

Mon père qui m'a tant aidé et encourager;

Ma chère sœur NORA ;

Mes chers frères : REDHA, DJEMAL EDDINE, ABD ENOUR et YACINE ;

Mon très cher neveu : OUIEL ;

Mes chères nièces : NIHEL et TESNIM ;

Mes belle-sœur NABILA et SOUAD ;

Ma chère promotrice Mme BAHBOUH Leila Souad ;

Mes amies de l'ENSH : Imene ; Lamyia ; Aicha ; Alya ; Rawa ; Zahra ; Hajdar ; Fatima ; Souad ; Soumia ; Samira ; et Majda

YASMINA 2012

Remerciements

Je remercie Dieu le tout puissant, pour m'avoir donné la santé, le courage et la volonté d'étudier et pour m'avoir permis de réaliser ce modeste travail dans les meilleures conditions.

J'aimerais exprimer ma gratitude pour la patience, le soutien et l'aide que m'apporter ma chère promotrice Mme : BAHBOUH Leila Souad.

Mes remerciements s'adressent également :

A mes chers parents qui m'ont permis de poursuivre mes études ;

A tous les enseignants qui ont contribué à ma formation du primaire jusqu'au cycle universitaire ;

A Monsieur Koliai Djaaffar qui m'a enseigné, assisté, et orienté pour réaliser ce modeste travail. A qui je dois ma profonde reconnaissance ;

Aux membres de jury d'avoir accepté d'examiner le présent travail ; Monsieur khatel.T, Madame Azeiz.O, Madame Djoudar.D , Madame Leulmi. S ;

A Monsieur Med Tayab Hachichi pour ces conseils durant toute ma formation ;

Le personnel de l'O.N.I.D de Ahmar El-Ain Mr :Messarat Abd elkader ;

Au corps d'enseignants ; les étudiants et l'administration de l'ENSH ;

A Tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce mémoire.

Yasmina 2012

ملخص

إن عملية السقي تحت الضغط، تتضمن نظام السقي عن طريق الرش الذي يتميز بخاصية اقتصاد الماء من جهة و التقليل من اليد العاملة و توحيد الكمية المستعملة في السقي من جهة أخرى.

في هذا السياق قمنا بالتشخيص على مستوى المساحة الواقعة بمنطقة متيحة غرب قطاع أ.

Résumé

L'irrigation sous pression dont l'irrigation par aspersion à été développée pour permettre une économie d'eau, de main d'œuvre et une meilleure uniformité de l'arrosage, cependant la réalité sur le terrain relève le contraire.

C'est dans ce contexte que nous avons voulu prouver ce constat en faisant le diagnostic au niveau d'une parcelle située dans la Mitidja ouest secteur A.

Abstract

The irrigation of pressure consists of irrigation system using spraying that has an economic side for water in one hand, and decreasing works and determining the used quantity in irrigation in the other hand. In this context, we have tried using diagnosis in a field located in the region of Mitidja in the west.

SOMMAIRE

	page
CHAPITRE I : Présentation de la région d'étude	
I-1/ Aperçu sur la plaine de la Mitidja.....	2
I-1-1/ Zone d'étude.....	3
I-2/ Situation géographique.....	4
I-3/ Etude climatologique.....	6
I-3-1/ La pluviométrie.....	6
I-3-2/ La température.....	7
I-3-3/ Autres facteurs climatique.....	9
I-3-4/ Classement du climat	10
I-3-5/ Quotient pluviométrique d'Embergie.....	11
I-3-6/ Diagramme ombrothèrmique de Gaussen.....	12
I-4/ Géologie et hydrogéologie.....	14
I-4-1 /Géologie	14
I-4-2 /Hydrogéologie	15
I-5/ Géomorphologie	17
I-6/ Hydraulique	18
I-6-1/ Ajustement à la loi normale.....	18
I-7-1/ Ressources en eau superficielle.....	21
I-8/ La pédologie.....	21
I-8-1/ But d'étude pédologique.....	21
I-8-2/ La pédologie de la zone d'étude	23
I-9/ Etat physique du sol.....	27
Conclusion	29
CHAPITRE II : Analyse et diagnostic de la situation actuelle de secteur A	
Introduction	30
II-1/Ouvrage de tête du périmètre de la Mitidja ouest.....	30
II-2/ Barrage de Bouroumi	31
II-3/ Description de secteur A.....	32
II-4/ Fonctionnement hydraulique.....	33
II-4-1/Canal rive gauche.....	33
II-4-2/ Station de pompage d'El-Affroun	33
II-4-3 / Réservoir d'El-Affroun.....	34

SOMMAIRE

II-5/ Qualité de l'eau d'irrigation	35
II-6 / Conduites	39
II-7/ Chambre des vannes	34
II-8/ Soupapes de décharge anti-bélier	40
II-9/ Ventouses.....	40
II-10/ Diagnostic de la parcelle d'étude.....	40
II-10-1/ Réseau d'irrigation actuel.....	42
II-10-2/ La superficie et culture en place.....	42
II-10-3/ Description de la borne existante	42
II-10-4/ Perte d'eau et colmatage.....	43
II-10-5/ La densité du sol	44
II-10-6/Eléments du réseau actuel.....	48
II-10-7/ Dimensions actuelles des infrastructures.....	50
Conclusion.....	51
CHAPITRE III : Dimensionnement théorique du réseau en fonction des données du terrain	
Introduction.....	
III-1/ L'irrigation par aspersion.....	52
III-1-1/L'avantage de l'aspersion.....	52
III-1-2/L'inconvénient de l'aspersion	52
III-1-3/Réseau d'aspersion.....	53
III-1-4/Les appareils d'aspersion	53
III-1-7/Différentes installations à la parcelle.....	55
III-1-8/ Les dispositifs usuels.....	57
III-1-9/Les conditions d'arrosage.....	58
III-1-10/Performance des asperseurs et canons	59
III -2/Dimensionnement du réseau d'irrigation	59
III-2-1/Besoins en eau des cultures.....	62
III-2-2/Pluies efficaces.....	62
III-3/Projection du réseau d'irrigation.....	63
Conclusion	71
CHAPITRE IV : Comparaison entre les données théorique et les résultats d'enquête	
Introduction.....	77
IV-1/ La conduite d'irrigation.....	77

SOMMAIRE

IV-2 /Techniques d'arrosages	77
Conclusion.....	51
CHAPITRE VI : Recommandation	51
INTROCDUCTION.....	81
VI-1/ Pilotage de l'irrigation.....	81
VI-1-1/ Le tensiomètre	81
VI-1-2/Autres instruments	82
VI-2/ Borne d'irrigation.....	84
VI-3 /Entretien du réseau d'irrigation.....	84
VI-3-1 / Irrigation par aspersion.....	85
Conclusion.....	86
Conclusion Générale.....	87
Bibliographie	88
ANNAXES	89

Liste des tableaux

N° du tab	Non du tableau	Page
1	Découpage du périmètre (tranche2)	4
2	Pluviométrie moyenne mensuelle	7
3	Nombre moyen des jours pluvieux	7
4	Températures moyenne mensuelles	8
5	Vitesse moyenne mensuelle des vents	10
6	Moyenne mensuelle de l'humidité relative	10
7	Limite des climats d'après l'indice climatique de Martonne	11
8	Ajustement à la loi normale	19
9	Précipitation mensuelle	21
10	Pédologie du sol	23
11	Fiche analytique	24-26
12	Déférentes classes de perméabilité	28
13	Nature du sol et sa valeur de K	28
14	Ressource en eau disponible pour la Mitidja ouest	32
15	Volume prévisionnels selon disponibilité	32
16	Caractéristique de la station de pompage d'El-Affroun	34
17	Analyse chimique de l'eau de barrage de Bouroumi	36
18	Assolement réalisé	38
19	Caractéristiques des conduites après les études	39
20	Répartition des bornes d'irrigation dans le secteur A	39
21	Vitesse d'infiltration pour chaque type de sol	60
22	Pluie efficace	63
23	Résultat du calcul de L'ETP0 à l'aide du Cropwat	64
24	Les cultures en place sur le secteur A	65
25	Besoin en eau d'irrigation pour les agrumes	66
26	Besoin en eau d'irrigation pour la pomme de terre	66
27	Besoin en eau d'irrigation pour la pastèque	67
28	Besoin en eau d'irrigation pour la carotte	67
29	Besoin en eau d'irrigation pour la tomate	68
30	Besoin en eau d'irrigation pour l'oignon	68
31	Besoin en eau d'irrigation pour les céréales	69
32	Besoin en eau totaux d'irrigation pour l'assolement réalisé	69
33	Coefficient de HAZEN et WILIAMS	74

Liste des tableaux

34	Résultat actuelle théorique d'aspersion	74
35	Résultats de calcul pratique d'aspersion	75
36	Conduites d'arrosage d'irrigation par aspersion	77
37	Techniques d'arrosage de l'irrigation par aspersion	78
38	Lecteur du manomètre de tensiomètre	82

N° de fig	Titre de figure	Page
1	Localisation géographique de la plaine de la Mitidja	3
2	Délimitation du périmètre	5
3	Le cycle de l'eau	6
4	Graphe de l'évaluation de la température	9
5	Climogramme pluviométrique d'AMBERGER	12
6	Climogramme ombrothermique de GAUSSEN	13
7	Les formations géologiques de la région d'alger	15
8	Carte piézométrique de la nappe de la Mitidja (2010)	17
9	Ajustement à une loi normale	20
10	Ouvrage de tête de périmètre de la Mitidja ouest	31
11	Schéma hydraulique de la tranche II	35
12	Variation du SAR en fonction de temps	37
13	Schéma générale du réseau d'irrigation de la parcelle diagnostiquée	41
14	Borne type B	42
15	Perte d'eau au niveau de la borne	43
16	Perte d'eau au niveau des raccordements entre rampe et porte rampe	45
17	Perte d'eau au niveau des raccords	46
18	Vu de la stagnation de l'eau en surface	47
19	Stagnation d'eau	47
20	Submersion à l'intérieur de la parcelle	48
21	Asperseur double buses	49
22	Vu détaillée de l'asperseur	49
23	Tensiomètre à manomètre	82
24	Watremark	83
25	Sonde gro-pointMC	83
26	Humidimètre fieldscout TDR 300	84

Liste des planches

Planche 01 : Périmètre d'irrigation de la Mitidja ouest (tranche II).

Planche 02 : Réseau hydraulique du secteur « A ».

Planche 03 : Détaille d'une parcelle de secteur « A ».

Planche 04 : Réseau d'irrigation par aspersion.

INTRODUCTION GENERALE

En Algérie, le secteur de l'eau fait l'objet d'une attention particulière de la part des pouvoirs publics qui lui consacrent des moyens de plus en plus importants. La construction de nouveaux barrages, la réalisation de grands transferts régionaux et de grands adductions urbaines et agricoles, usines de dessalement ont permis d'augmenter nettement le volume des ressources en eau mobilisées et d'améliorer les conditions d'approvisionnement des régions et des agglomérations déficitaires.

Cependant, l'efficacité de ces efforts reste limitée parce que le service de l'eau est encore imparfait dans la plupart des villes, les irrigations dans les grands périmètres ne progressent pas et les pollutions menacent les nappes souterraines dans plusieurs zones. De plus, des volumes importants sont perdus dans les réseaux de distribution d'eau urbaine et les réseaux d'irrigation sont vétustes ou mal entretenus.

Toutes ces défaillances traduisent une maîtrise insuffisante dans la gestion des ressources hydrauliques du pays. Une politique de gestion de la demandes en eau qui permettrait de contrôler, réduire et ajuster les consommations à ce qui nécessaire, tout en supprimant les pertes et gaspillages, s'avère ainsi essentielle.

L'objectif de notre travail s'inscrit ainsi dans le cadre d'une meilleure gestion de ces systèmes d'irrigation et valorisation des ressources en eau disponible, en prenant comme application la modernisation du réseau actuel implanté dans le périmètre de la Mitidja ouest (tranche II).

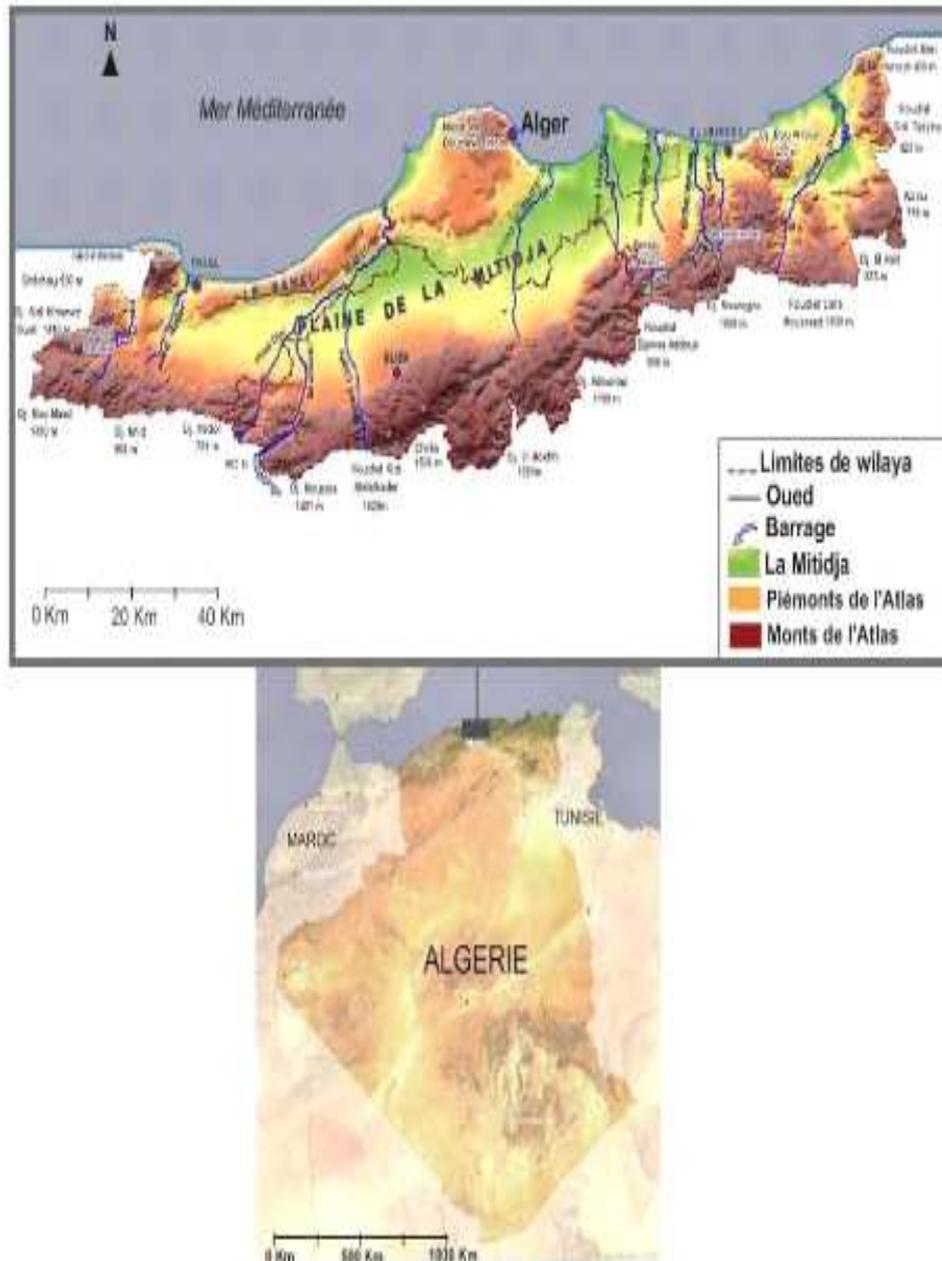
Chapitre 01

I-1/ Aperçu sur la plaine de la Mitidja

La Mitidja est la plus grande plaine sublittoral d'Algérie, elle représente le pivot de l'agriculture régionale, et couvre une superficie de 1450 km² répartie entre les wilayas d'Alger, Blida, Tipaza et Boumerdès avec une longueur moyenne de 100 km et une largeur moyenne de 10 à 18 km. Elle se situe entre les longitudes 2°32'00'' à 3°19'00'' et les latitudes 36°25'17'' à 36°47'40'', et divisée en deux unités physiques du point de vue relief:

- Mitidja ou Mitidja Est : traversée par les oueds d'El Harrach ; Hamiz ; Réghaïa et Boudouaou.
- Mitidja ou Mitidja Ouest : traversée par l'oued Mazafran et ses principaux affluents (Oueds Djer, Bouroumi et Chiffa). elle est divisée en deux entités (tranche 1 et tranche 2).

Présentation de la région d'étude



Source : ancien mémoire de fin d'étude

Figure 1: Localisation géographique de la plaine de la Mitidja.

I-1-1 / Zone d'étude

Notre étude va se concentrer sur la partie ouest tranche 2 (secteur A) de la Mitidja.

Le périmètre est alimenté essentiellement par les eaux de surface des deux barrages (Boukerdanne et Bouroumi), il est divisé en sept secteurs.

Présentation de la région d'étude

Tableau 1: Découpage du périmètre (tranche 2)

Ressource en eau	Type d'irrigation	Secteurs	Superficie totale ha	Superficie équipée ha
Bouroumi	Pompage	A	2450	2250
Bouroumi	Pompage	B	2330	1983
Boukerdanne	Pompage	C	3020	2389
Bouroumi	Gravitaire	D	3620	3130
//	//	E	1750	1470
//	//	F	650	547
//	//	G	1780	1632
Total			15600	13401

Source : ONID Ahmar El Ain

I -2/ Situation géographique.

Le périmètre d'irrigation de la Mitidja ouest tranche 2 couvre une superficie globale de 15600 ha dont 1200 ha se situent au niveau de la wilaya de Blida commune de EL Affroun et 14400 ha dans la wilaya de Tipaza.

Ce périmètre est limité comme suit :

- A l'est par l'oued de Bouroumi.
- A l'ouest par les collines de Hadjout.
- Au nord par la route nationale N° 67
- Au sud par les piémonts de l'Atlas Blidieén.

Présentation de la région d'étude

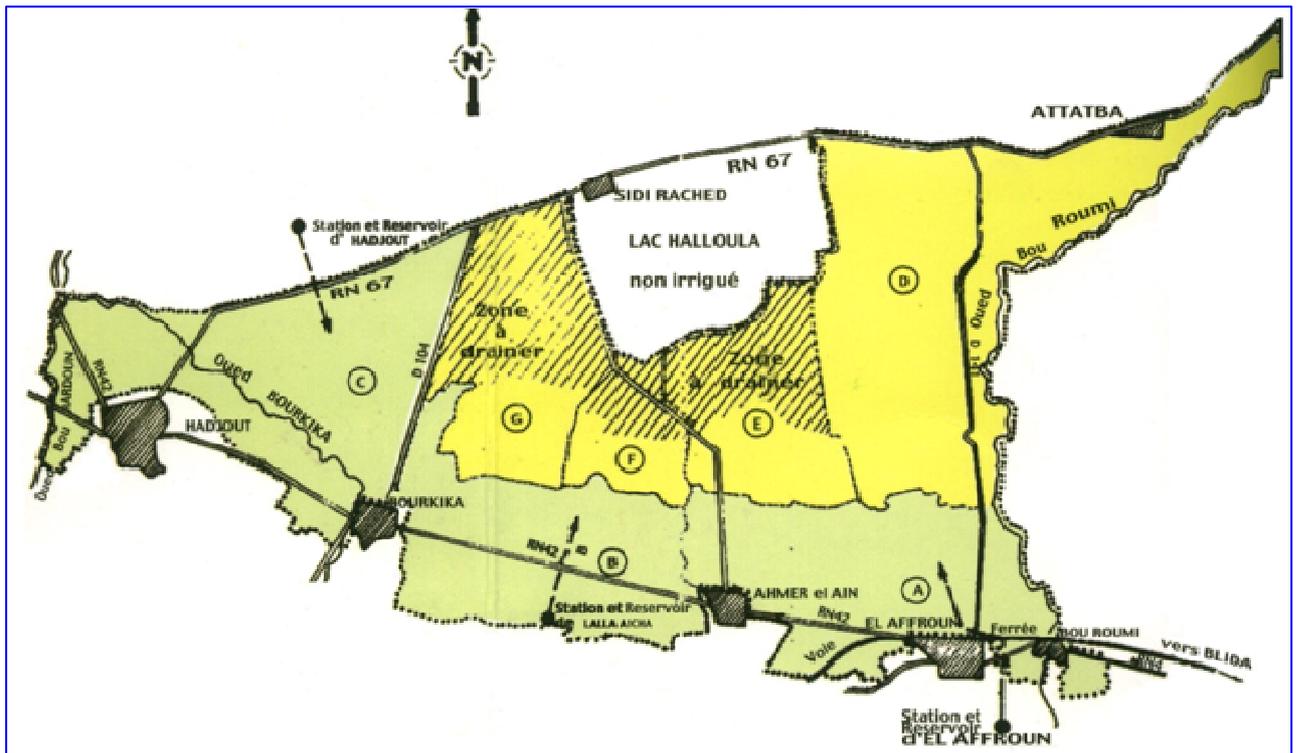


Figure 2 : délimitation du périmètre de la tranche 2

Secteur A

La zone d'étude correspond au secteur A de 2450 ha de superficie, située entre la commune d' El Affroun et Ahmar el Ain. Le secteur A est alimenté par la station de pompage d'El Affroun se trouvant sur le canal rive gauche.

I-3/ Etude climatologique.

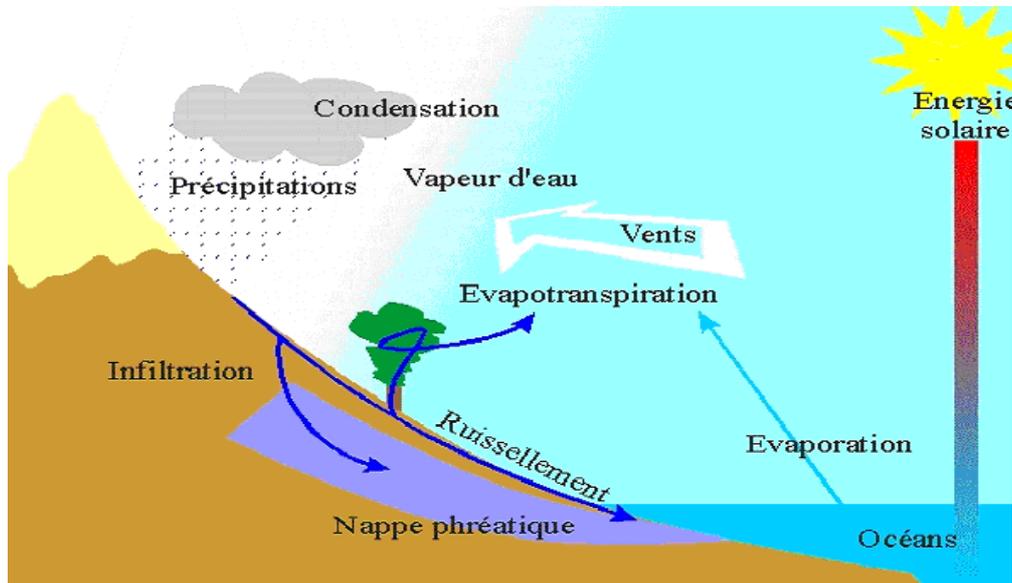


Figure 3 : Le cycle de l'eau

Un climat est défini comme étant l'ensemble des phénomènes météorologiques (température, humidité, vent, précipitations ...etc.) qui caractérise l'état moyen de l'atmosphère en un lieu donné.

Les précipitations et les températures ainsi que d'autres éléments climatiques tels que le vent, l'évaporation ont des actions diverses sur la biosphère.

Les mesures de ces paramètres atmosphériques s'effectuent au niveau du périmètre sur diverses stations.

1-3-1/ Pluviométrie

Les précipitations sont définies comme l'ensemble des eaux météorologiques recueillies par un bassin versant ou une surface bien déterminée. Elles peuvent se présenter sous forme liquide (pluie, brouillard, rosée...) ou sous forme solide (neige, grêle, givre...).

Les précipitations sont réparties dans le temps et dans l'espace, ce qui nous intéresse dans le cadre de mon travail sont l'intensité et le régime pluviométriques.

La pluviométrie moyenne mensuelle est observée sur une période de 30 ans (de 1980 à 2011) station de Chiffa (voir tableau 2).

Présentation de la région d'étude

Tableau2 : Pluviométrie moyenne mensuelle

mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Des	Total
P(mm)	79,96	64,81	57,13	51,78	45,82	5,75	2,44	4,93	28,93	53,27	85,90	86,40	567.12

Source ANRH Blida

a) Intensité pluviométrique

La chute de la pluviométrie intervient en grande partie durant la période hivernale, ce sont généralement des orages et des averses génératrices de crues et de processus d'érosion du sol. Par ailleurs des pluies ou neige enrichissent le sol et augmentent le niveau des nappes.

b) Régime pluviométrique

La répartition saisonnière de la pluie se présente comme suit :

- Saison pluvieuse de Novembre à mars.
- Saison sèche de Juin à septembre.
- Saison à pluviométrie moyenne Avril, Mai et Octobre.

c) Nombre moyen de jours pluvieux

Le nombre moyen mensuel de jours pluvieux dans la région est porté sur une série de 28 ans (1982 -2010) station Chiffa (voir tableau 3).

Tableau 3 : Nombre moyen des jours pluvieux

Mois	Jan.	Févr.	Mars.	Avr.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Jours	8,38	7,52	7,17	6,31	5,03	1,48	0,55	0,90	3,79	5,10	8,90	8,59

Source A.N.R.H Blida

I -3-2/ La température.

Les relevés moyens mensuels des températures ont été enregistrés sur une période de 20 ans (1989 à 2004 station Mouzaia)

Le minimal enregistré pendant une série de 16 ans varie entre 9° C à 23.2 °C respectivement au mois de janvier et Août.

Le maximal enregistré sur la même série varie de 18°C à 36 °C respectivement pour le mois de janvier et Août.

a) Moyenne mensuelle

Présentation de la région d'étude

La moyenne mensuelle du mois le plus froid est de 13 °C et celle du mois le plus chaud est de 30°C, elle correspond respectivement pour le mois de Janvier et Août.

Sur le périmètre, la température moyenne annuelle est de 26 °C.

Le minimal absolu est de 3 °C pour le mois de décembre, et janvier, le maximal absolu est de 42°C pour le mois d'Août (voir tableau 4).

Tableau 4 : Températures moyenne mensuelles

Mois	Jan.	Févr.	Mars.	Avr.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
T° _{min} °C	9,1	9,2	11,1	11,6	14,9	19,5	22	23,2	20,8	17,9	13,8	10,7
T° _{max} °C	18,2	19	20,8	23,1	26,8	31,9	35,4	35,9	32,2	28	22,4	19,5
T° _{moy} °C	13,7	14	15,1	17,4	20,9	25,9	28,9	29,5	26,5	23	18,1	15,1

Source A.N.R.H Blida

NB : suite ce tableau nous pouvons conclure que durant ces dernières décennies, le climat est caractérisé par des étés plus chauds et des hivers doux.

A partir du tableau ci-dessus nous traçons les courbes des températures suivantes

(Figure 4)

Présentation de la région d'étude

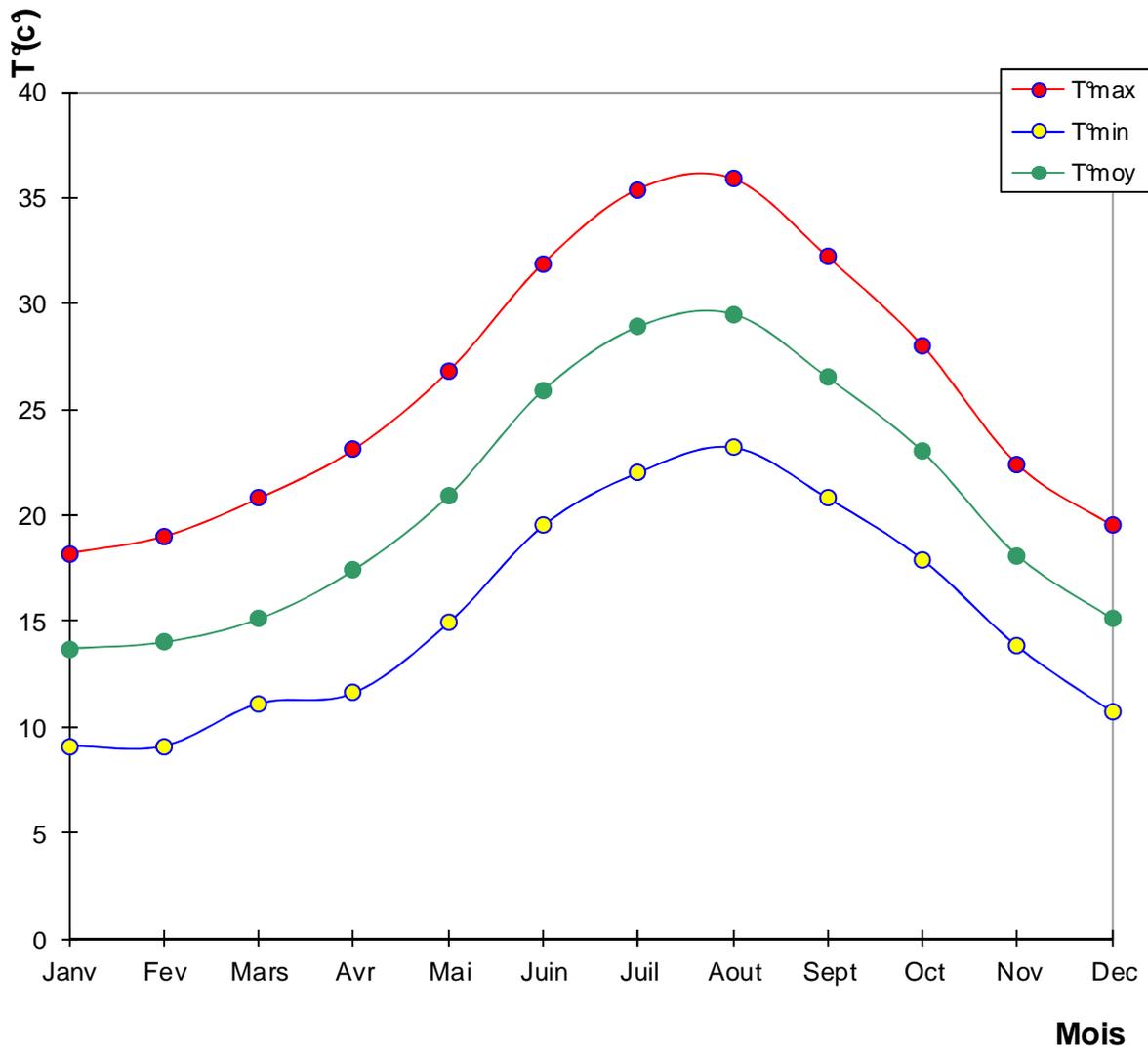


Figure 4: Graphes de l'évaluation des températures

I-3-3/Autres facteurs climatiques.

-Les vents

Le vent a une influence directe sur les sols, la végétation, et d'autres facteurs tels que précipitations et évapotranspiration. Il intervient également dans le choix du type d'irrigation. L'étude des vents est indispensable pour la réalisation des ouvrages d'art ainsi que le domaine de l'irrigation, il convient de connaître leur répartition mensuelle, à leur vitesse et leur fréquence sans pour autant négliger leur direction. L'élaboration de la rose des vents est indispensable pour ce genre d'étude (voir figure 3).

Présentation de la région d'étude

Les vents dominants sont ceux qui soufflent du N.E et de l'Ouest le maximum des forces des vents se situe au cours de l'hiver pour cette raison on doit utiliser des brises vent. Le minimum se situe aux mois d'été.

La vitesse moyenne annuelle des vents varie entre 2,7 à 3 m/s le maximum est de l'ordre de 4 m/s

Tableau 5 : Vitesse moyenne mensuelle des vents (10 ans)

Mois	Jan.	Févr.	Mars.	Avr.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
V (m/s)	3,0	3,1	2,9	3,1	2,8	3,0	3,2	3,1	2,5	2,3	2,5	3,7

Source ANRH Blida

- Humidité relative

L'humidité relative est un élément climatique très important dans le cycle hydrologique, contrôlant entre autre l'évaporation du sol et le couvert végétal d'où les masses d'air sont plus au moins chargées en humidité.

Tableau.6 : moyenne mensuelle de l'humidité relative

Mois	Jan.	Févr.	Mars.	Avr.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Hr (%)	76,2	76,2	72,9	70,9	70,3	66,6	63	70,2	68,6	70	73,2	79,4

Source ANRH Blida

L'état hygrométrique de l'air est mesuré 3 fois dans la journée 07h, 13h, 17h, elle est de moyenne annuelle de 71,5%.

Toutes les mesures précitées sont nécessaires pour l'indentification de la région d'étude, elles sont utiles pour le calcul de base du réseau d'irrigation.

I-3-4 /classement du climat

Indice d'aridité de Martonne

Il permet de connaître le degré de sécheresse de la région

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

Avec I_A : indice climatique

P : précipitation moyenne annuelle (mm)

T : température moyenne annuelle (°C)

$$\text{A.N: } I_A = \frac{567.38}{20.6 + 10} = 18,54$$

$$I_A = 18,54$$

Tableau 7 : Limite des climats d'après l'indice climatique de Martonne

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

$I_A = 18,54$ type du climat est sec, alors l'irrigation est souvent indispensable, mais pour mieux vérifier on utilise le Quotient d'Emberger

I-3-5 /Quotient pluviométrique d'Emberger

Il s'agit selon les principes de trace (1905) d'exprimer la sécheresse globale d'un climat en comparant la dépense en eau (évaporation et transpiration) au gain (précipitation) par le rapport (P / E) dans la quel l'évaporation est exprimée par une fonction de la température.

Expression définitive du quotient Q.

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

Avec :

P : précipitation moyenne annuelle (mm)

M : moyenne des températures maximales (Kelvin)

m : moyenne des températures minimales (Kelvin)

$$M = 35,6 + 273 = 308,9 \text{ K}$$

$$m = 9,1 + 273 = 282,1 \text{ K}$$

$$Q = 2000 * \frac{567,38}{(308,9)^2 - (282,1)^2} = 71,64$$

D'après le diagramme bioclimatique d'Emberger (Figure 4), on peut dire que le climat de notre région est dans la limite entre le sub-humide et le semi-aride. L'irrigation est indispensable dans la plus part des cas.

Présentation de la région d'étude

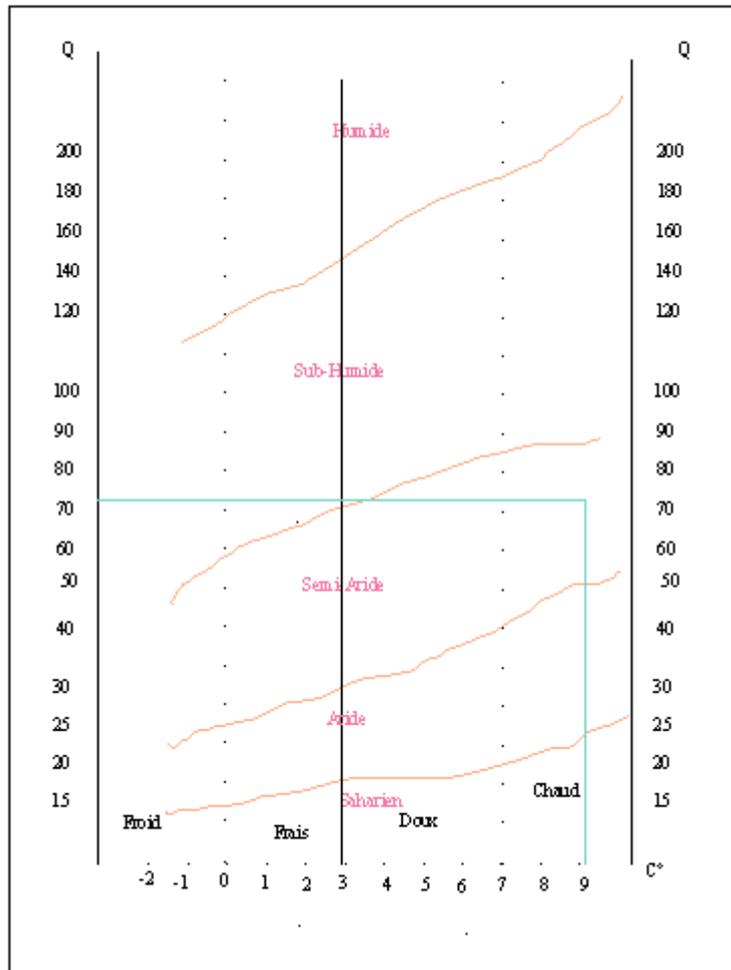


Figure 5 : climogramme pluviométrique d'EMBERGER

I-3-6 /Diagramme ombrothermique de Gausson

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

Dans notre cas l'irrigation est indispensable à partir de la fin Avril jusqu'à le début octobre (Figure 5).

Après l'étude de la combinaison précipitation- température dans notre région, et d'après la méthode d'Emberger, nous avons caractérisé le climat.

La pluviométrie moyenne annuelle est de 567.12 mm/an, et la période pluvieuse débute normalement à partir du mois d'Octobre pour se terminer au mois d'Avril. Par contre les mois les plus secs sont Juillet et Août.

Présentation de la région d'étude

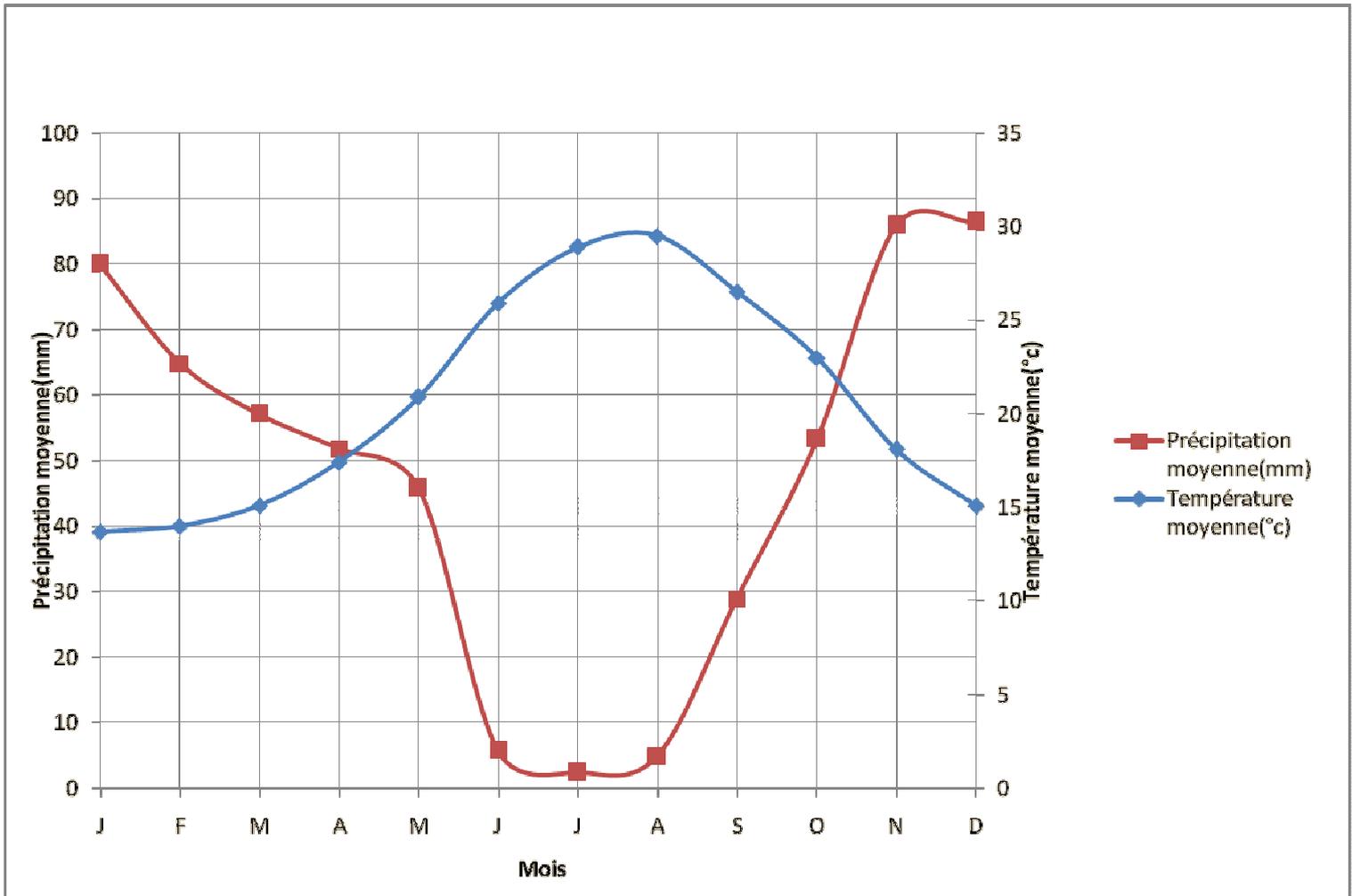


Figure 6 : Climogramme pluviothermique de GAUSSEN

I-4/ Géologie et hydrogéologie

I-4-1/géologie

A la fin du paléocène ou pendant le quaternaire d'un point de vue géologique, la Mitidja pouvait être considérée comme une région synclinale bordée par deux anticlinaux. Actuellement cette région ne fonctionne plus comme synclinal, elle a été comblée par des limons des éléments rocheux portés par l'érosion de la chaîne Atlasique à l'aide des torrents.

Dans la constitution géologique de la Mitidja on trouve :

a) Le pliocène marin

Formant la bande du sahel et servant de bordure à l'ancien massif.

Il comprend une couche puissante de marne bleue par fois sableux et la série de L'Astien (marne jaune, faciès gréseux, calcaire gréseux).

b) Quaternaire marin

Il est localisé sur le versant Nord du sahel, et il forme une dépression Mitidjienne entre Alger et Bordj El-bahri.

c) Quaternaire continental

Il est divisé en deux

-Villafranchien supérieur : ce sont des graviers silices fluviatiles et des graviers de grés crétaqués mélangés à une argile rougeâtre situé de 100 m jusqu'à 300 m d'altitude .

-Quaternaire ancien ; il se trouve sous forme de répliques sur les bordures terrasses du sahel, échelonne entre 50 et 150 m au-dessus des oueds caillouteux.

Présentation de la région d'étude

-Quaternaire moyen : ce sont les terrasses qui s'étagent entre 8 à 30 m au dessus des oueds, les alluvions constituent la moyenne partie du piedmont de L'Atlas et forment un bourrelet typique à la limite du sahel et de plaines.

Quaternaire récent : ces alluvions forment le dernier comblement de la Mitidja , ils correspondent au rhabien terrasses de 5 m , ce sont des limons gréseux , des limons argileux , des limons , des limons sableux , des limon caillouteux,des limon caillouteux et des cailloux grossier .

Quaternaire actuel : il est limité aux lits mineurs et majeurs des oueds cailloutis fluviatiles à galets roulés plats, blocs volumineux et des plages de limons principal.

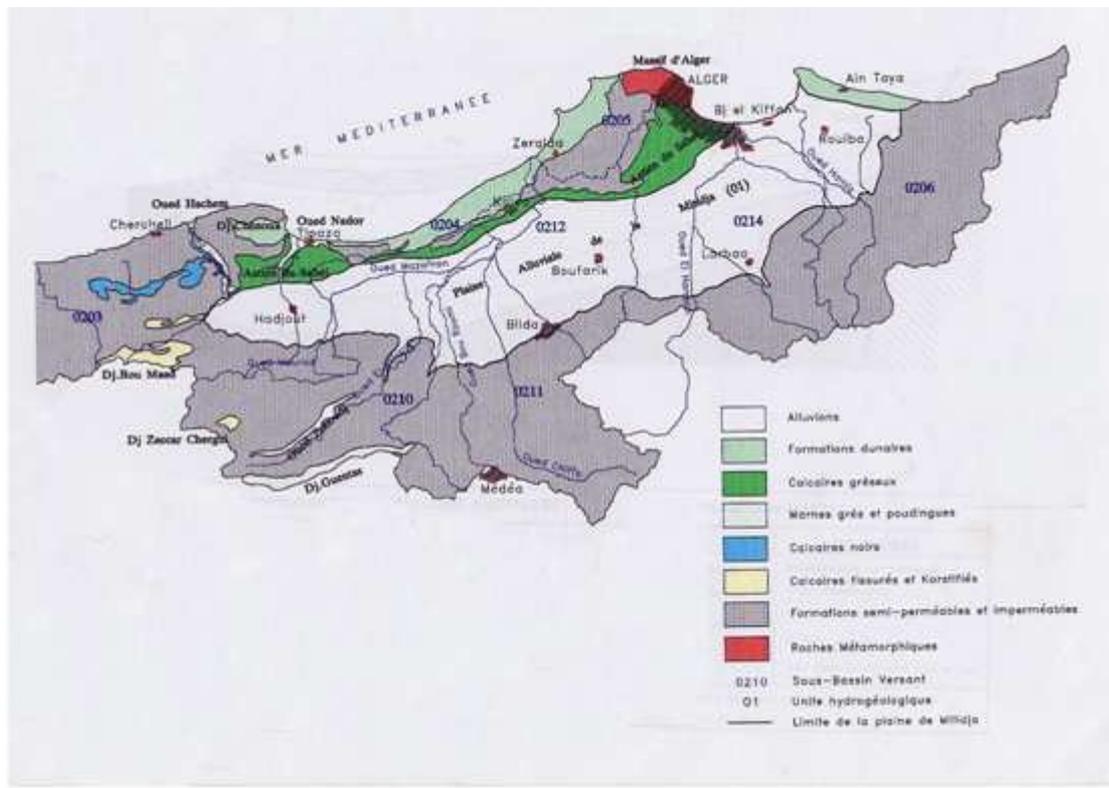


Figure 7: les formations géologiques de la région d'alger

Source ANRH

I-4-2/Hydrogéologie

Etant donné que notre zone d'étude fait partie de la plaine de la Mitidja, on donne un aperçu bref de la formation géologique de la plaine.

La Mitidja est forme de deux réservoirs aquifères principaux.

a) Astien

Gréseux ou greso-calcaire, il est bien délimité entre un substratum argileux (marne bleu plia ancien) et la couverture épaisse des marnes, de maison carrée, L'Astien s'enfonce à l'amonts d'une ligne SO-NE passant de Boufarik et El EL Affroun. L'aquifère Astien est

Présentation de la région d'étude

principalement alimenté par l'infiltration des pluies sur le sahel ou les affluents, dans les piedmonts de l'Atlas.

Il est également alimenté par la nappe alluviale sous-jacente par drainage à travers les marnes jaunes peu épaisses.

b) Le réservoir quaternaire

Il est essentiellement constitué par les superpositions des alluvions du quaternaire ancien et la base des alluvions récentes.

L'aquifère alluvial est alimenté comme Suits :

- dans la plaine par infiltration des précipitations
- dans les piedmonts de l'Atlas par infiltration des cours d'eau
- le long du sahel par écoulement souterrain de l'Astien vers la nappe alluviale à travers une épaisseur de marnes jaune

Il est alimenté uniquement par les eaux de pluies au niveau des affluents.

Sur la plus grande partie de la plaine, ces deux aquifères superposés sont séparés par un complexe argileux d'épaisseur variable.

Les deux nappes sont en communication hydraulique directe.

Cependant, étant donné que la nappe des alluvions anciennes est presque partout en charge par rapport à la nappe superficielle.

Par contre dans les zones de pompage intensif et prolongé la dépression créée dans la nappe profonde peut inverser le sens d'écoulement : la nappe souterraine fournit alors, une part non négligeable de l'eau souterraine.

L'abaissement du niveau de la profondeur de la nappe de la Mitidja est due à :

la longue période de sécheresse (les deux dernières décennies) combinée à une importante prolifération de forages.

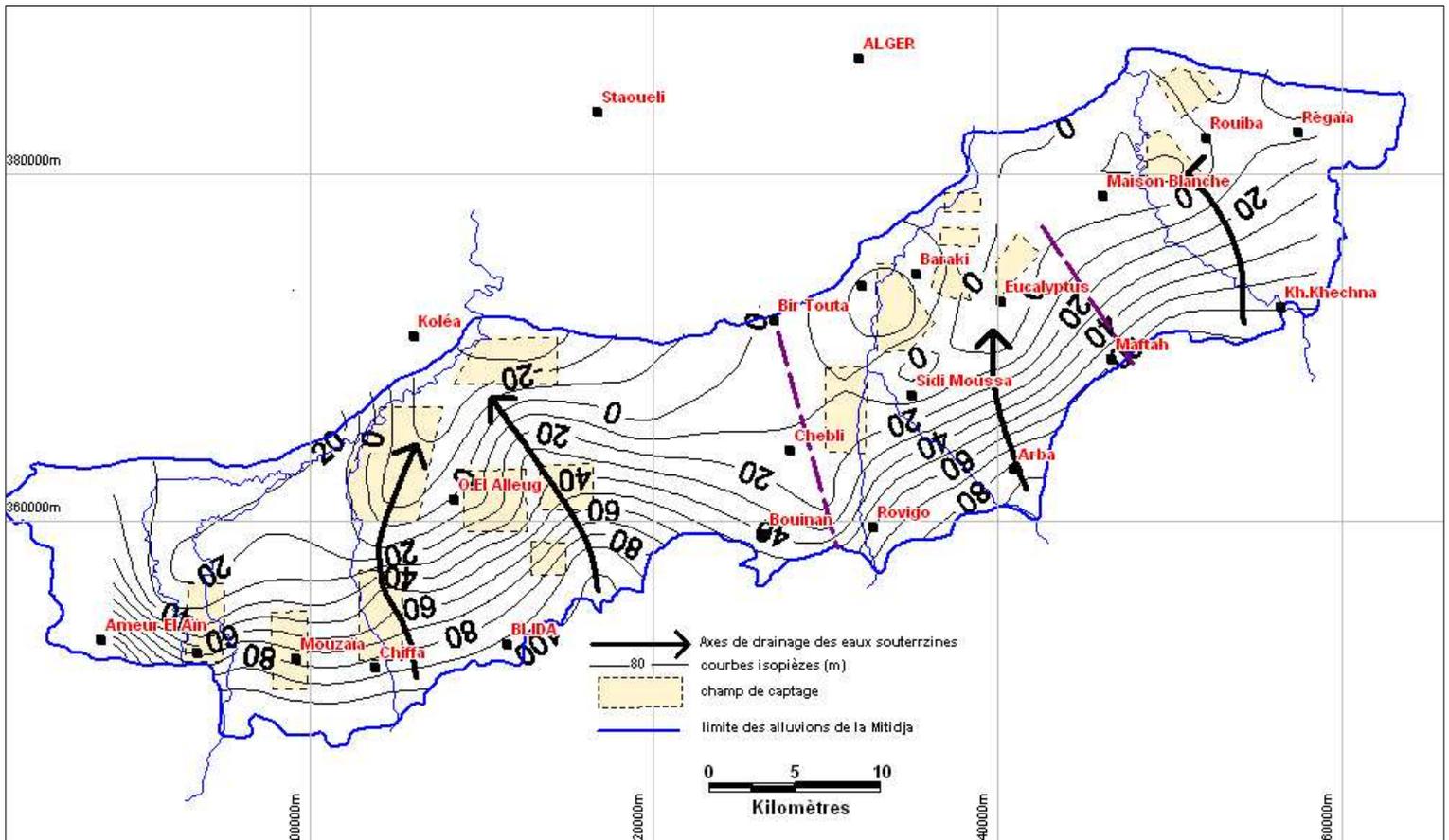
le commencement de la précocité de l'irrigation due à cette sécheresse.

L'importance de la surface irrigable.

la dispersion des eaux par ruissellement.

pompage continu.

La prolifération des forages illicites.



Source ANRH

Figure 8: Carte piézométrique de la nappe de la Mitidja (2010)

I-5 /Géomorphologie

Au sud du sahel s'étend la plaine de la Mitidja sur une superficie de 1450 Km² orientée WSW-ENE, elle est limitée par l'atlas blideén au sud, son altitude moyenne varie de 50 à 100 m, la pente dans la plaine tend vers 0 ce qui favorise l'infiltration des eaux là où les conditions géologiques le permettent (formation des surface perméable).

Donc La plaine de la Mitidja offre de point de vue géomorphologique une assez grande homogénéité.

I-6 /Hydrologie

Les Oueds

a) *Oued Bouroumi*

L'Oued Bouroumi prend sa source sur le versant du Mont Zaccar, les affluents des monts Guettala et Gadet Ben Zradib, où il porte le nom d'Oued Djemââ, au niveau de la commune de Boumedfaa il devient Oued Essebt, au niveau de la commune d'El AFFROUN il s'appelle Oued Bouroumi. Cet oued a un bassin versant de 150 Km² de surface, Son lit est large, sa longueur moyenne est de 36 Km, son apport moyen annuel est de 26 Mm³ et un débit de 7

Mm³/an. Sa vitesse moyen est de 3,5 m/s, sa pente est relativement faible est d'environ 1,8 ‰.

b)-Oued Djer :

L'Oued Djer prend sa source au niveau du Djebel El Gantas draine les eaux de ses affluents qui sont Oued Zeboudj et Oued El- Hammam. Au nord ouest de la commune d'El AFFROUN, il rejoint Oued Bouroumi pour déverser plus au nord avec Oued Chiffa dans l'Oued Mazafran qui coule directement dans la mer. Cet oued a un bassin versant de 340 Km² de surface, un lit très large d'enverra 30 m, son apport moyen annuel est de 60 Mm³ avec un débit de 94 Mm³/an.

Sa pente moyenne de 4 ‰ il a une vitesse moyenne de 4 m /s, en période d'étiage elle baisse énormément.

I-6-1/ Ajustement à la loi normale (Gausse)

Dans cette méthode la procédure consiste à :

Classer les valeurs des précipitations annuelles par ordre décroissant.

Calculer les fréquences empiriques des valeurs observées par la formule

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

Avec :

n : numéro d'ordre

N : nombre d'années observées

On doit calculer :

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

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

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

Le coefficient de variation : $Cv = \frac{\delta}{\bar{X}}$

Pour les calculs on a utilisé le logiciel hydrolab , les résultats obtenus sont représentés dans la figure 9 et le tableau suivant.

Présentation de la région d'étude

Tableau 8 : Ajustement à la loi normale

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
641.9	342.6	1	0.016	-2.142	342.6	320.45	260.32	367.25
495.9	365.5	2	0.048	-1.661	365.5	361.81	304.03	407.35
612.4	367.6	3	0.081	-1.401	367.6	386.38	330.29	431.34
478.8	378.4	4	0.113	-1.211	378.4	405.34	350.60	450.04
863.1	388.9	5	0.145	-1.057	388.9	421.41	367.81	466.07
609.4	421.8	6	0.177	-0.925	421.8	435.73	383.09	480.52
738.3	439.7	7	0.210	-0.807	439.7	448.89	397.07	493.97
367.6	459.6	8	0.242	-0.700	459.6	461.25	410.13	506.76
525.5	478.8	9	0.274	-0.600	478.8	473.05	422.50	519.14
388.9	495.9	10	0.306	-0.506	495.9	484.45	434.36	531.27
503.7	503.7	11	0.339	-0.416	503.7	495.59	445.85	543.28
695.7	517	12	0.371	-0.329	517	506.56	457.06	555.29
459.6	525.5	13	0.403	-0.245	525.5	517.46	468.07	567.40
439.7	551.3	14	0.435	-0.162	551.3	528.35	478.96	579.69
681.6	551.5	15	0.468	-0.081	551.5	539.32	489.80	592.25
797.7	552.7	16	0.500	0.000	552.7	550.43	500.64	605.18
378.4	556.3	17	0.532	0.081	556.3	561.78	511.57	618.58
695.4	565.3	18	0.565	0.162	565.3	573.44	522.66	632.57
551.3	590.1	19	0.597	0.245	590.1	585.52	533.98	647.29
421.8	609.4	20	0.629	0.329	609.4	598.11	545.62	662.89
556.3	612.4	21	0.661	0.416	612.4	611.35	557.68	679.55
365.5	640.3	22	0.694	0.506	640.3	625.41	570.29	697.52
793.6	641.9	23	0.726	0.600	641.9	640.48	583.62	717.11
640.3	681.6	24	0.758	0.700	681.6	656.87	597.87	738.74
517	695.4	25	0.790	0.807	695.4	674.95	613.35	763.03
551.5	695.7	26	0.823	0.925	695.7	695.34	630.52	790.88
342.6	738.3	27	0.855	1.057	738.3	718.97	650.07	823.74
565.3	767.3	28	0.887	1.211	767.3	747.47	673.22	864.17
590.1	793.6	29	0.919	1.401	793.6	784.15	702.41	917.32
552.7	797.7	30	0.952	1.661	797.7	837.39	743.79	996.53
767.3	863.1	31	0.984	2.142	863.1	945.47	824.99	1 163.87

Fréquence	U de Gauss	Valeur théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0.200	-0.841	445.04	392.99	490.02	445.037	0.2	1.3
0.500	0.000	550.43	500.64	605.18	550.435	0.5	2.0
0.800	0.841	680.79	618.30	770.96	680.794	0.8	5.0

Présentation de la région d'étude

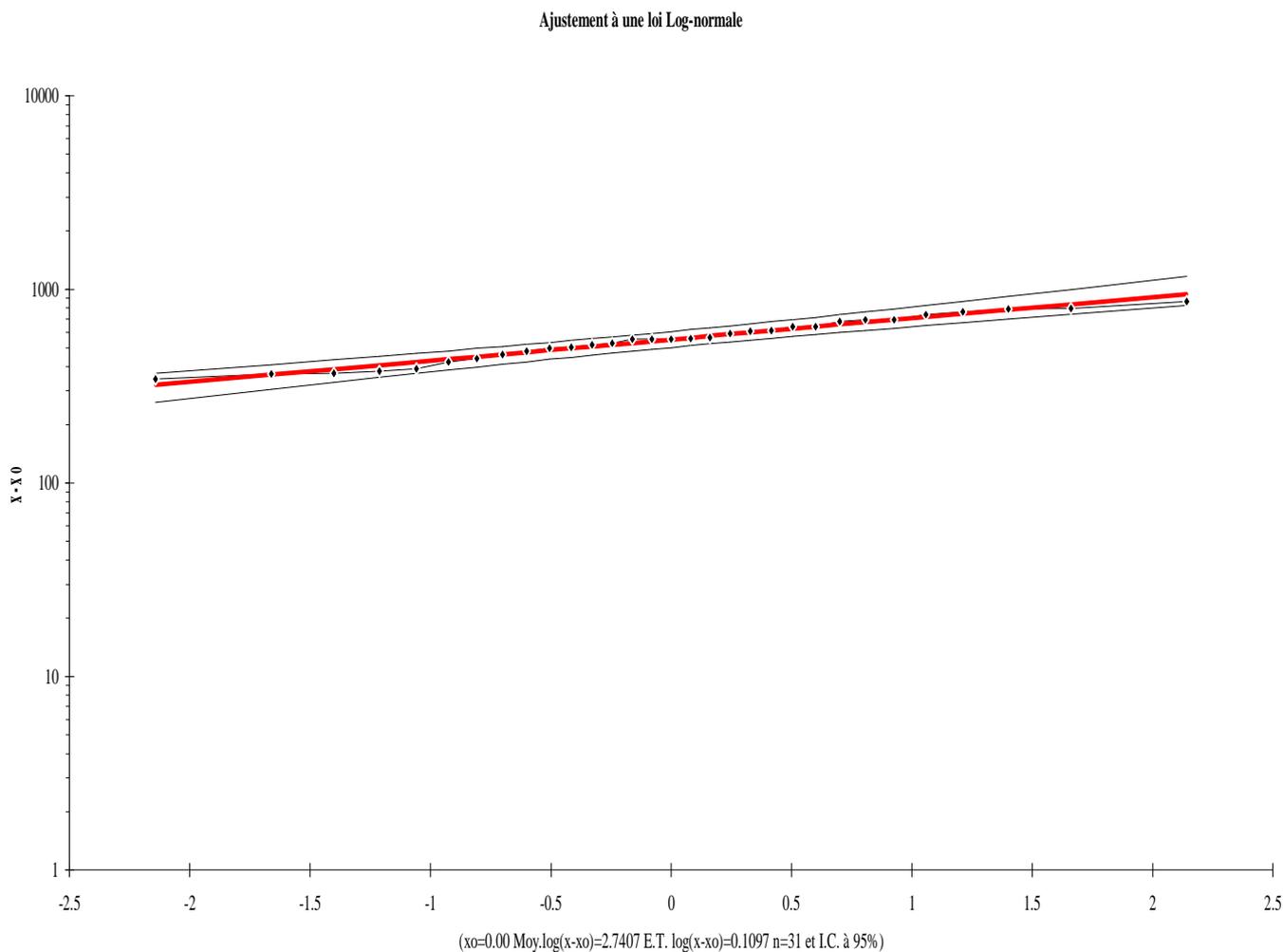


Figure 9 : Ajustement à une loi log Normale

D'après le tracé du graphe (Figure 9), on peut confirmer que notre série peut être ajustée par la loi log normal.

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

Les précipitations mensuelles sont calculées par la relation suivante

$$P_{m80\%} = P_m \times (P_{80\%} \div P_{50\%})$$

P_m : pluie mensuelle pour chaque mois.

La végétation a souvent besoin pour sa croissance et son développement de l'eau qu'elle prend dans son milieu naturel, dans les mois d'étiage l'irrigation est impérative.

Le périmètre de la Mitidja ouest tranche II est approvisionné essentiellement par les eaux superficielles à partir des lâché d'eau dont le volume affecté est de 75Hm³.

Tableau 9 : précipitations mensuelles

Mois	Jan	Fev	Mars	Vril	Mai	Juin	Juillet	Out	Sebt	Oct	Nov	Dec	année
Valeur	64.77	52.50	41.42	41.94	37.11	4.66	1.98	3.99	23.43	43.15	69.58	69.98	454.51

I-7-1/ Ressources en eau superficielles.

- Barrage et Retenue

Le périmètre de la Mitidja ouest tranche II est alimenté essentiellement par deux (2) barrages Bouroumi et Boukerdane .

Le secteur A est alimenté par la station de pompage d'El Affroun à partir du barrage de Bouroumi

- Barrage de Bouroumi

Retenue de hauteur totale de 115 m. dont la capacité est de 188 Hm³ et un volume régularisé de 107 ou le volume délivré au périmètre est de 62 Hm³. Son site se trouve à 8 km à l'Est du village Boumadfaa il est construit sur l'oued Bouroumi et reçoit également les eaux de la Chiffa, Harbil, et Djer.

I-8 / La pédologie

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

I-8-1/But de l'étude pédologique

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

Présentation de la région d'étude

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

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

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

I-8-2/ La pédologie de la zone d'étude

La typologie des sols de notre parcelle d'après l'A.N.R.H est représentée dans le tableau suivant

Tableau 10: Pédologie du sol

Classe	Sous classe	Groupe	Sous groupe	Famille	Series
Sesquioxydes de fer	Sols rouges formes sous climat de type méditerranéen	Sols rouges peu lessives	vertique	Alluvion anciens ou alluvions colluvions	sur encroutement calcaire
Calcimagnésiques	Sols carbonatés	Brun calcaire	modal	Alluvions colluvions	sur sol noircis enterré
Sols peu évolués	Non climatique	D'apport alluvial	modal	Alluvions calcaires	profond

Source A.N.R.H Blida

D'après l'étude qui a été faite dans cette région et qui est présentée dans le document: " l'étude agro-pédologique de la Mitidja", A.R.N.H Blida on a le tableau 11 qui représente la fiche analytique des sols.

Présentation de la région

Tableau 11 : Fiche analytique de sol

N°	Type du sol	Profondeur (cm)	Granulométrie					Complexe absorbant (meq/100g de sol)						
			A	L_f	L_g	S_f	S_g	Ca^{++}	Mg^{++}	K^+	Na^+	T		
			%	%	%	%	%					Profond (cm)	valeur	
1	ses quioxydes de fer	0-40	43	30	10	8	5	24	2	0.32	0.43	0-35	11	
		40-75	38	34	10	8	5	22	3	0.23	0.43	35-50	8	
		75-120	48	28	8	7	5	20	4	0.17	0.43	50-80	18	
2	Calcimagnésiques	0-30	48	35	6	5	12	33	3	0.24	0.38	0-30	20	
		30-70	49	36	6	5	1	34	3	0.20	0.43	30-60	18	
		70-110	53	34	5	3	1	35	5	0.20	0.54	60-110	20	
3	peu évolués	0-22	33	45	16	5	1	32	3	0.86	0.76	0-30	16	
		22-53	33	43	17	4	0	31	3	1.14	0.64	30-65	16	

Présentation de la région

		53-84	37	42	3	18	0	36	5	0.97	0.32	65-110	16
		84-115	40	54	3	0	0	29	4	1.52	0.15	-	-

Présentation de la région

Matière organique					Solution du sol		Caractéristiques physiques			
M (%)	C (%)	N (%)	C/N	(Total) $Caco_3$	CE (mmhos/cm)	PH	Profond	$PF_{4.2}$	PF_3	$PF_{2.5}$
1.02	6.00	0.91	1.00	0.80	0.51	7.76	0-35	9.40	14.6	19.3
0.83	5.20	0.78	7.00	0.80	0.49	7.20	35-50	8.30	13.6	18.1
0.86	5.10	0.75	7.00	0.40	0.90	6.60	50-80	15.0	18.6	22.7
1.64	9.70	1.36	7.00	10.8	0.58	7.90	0-30	-	22.7	27.1
1.42	8.40	0.99	8.00	11.4	0.37	8.00	30-60	-	23.8	28.4
1.17	6.90	0.89	8.00	9.40	0.35	8.08	60-110	-	26.5	31.3
1.53	9.00	0.94	10.0	26.62	0.62	7.90	0-30	10.6	21.8	26.4
1.45	8.50	0.89	10.0	25.32	0.49	8.00	30-65	11.4	20.8	25.8
0.73	4.30	0.66	7.00	27.61	0.70	8.14	65-110	12.6	21.7	26.3

I-9 /Etat physique du sol

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

Texture

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

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

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

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

D'après la fiche analytique précédente nous constatons que la texture est à dominance argilo limoneuse, ce sol est très pauvre en matière organique

Structure

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

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

Perméabilité

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

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

Présentation de la région

Tableau 12: Différentes classes de perméabilité

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

Tableau 13: Nature du sol et sa valeur de K

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

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

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

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

La méthode qui est utilisée dans le laboratoire de l'A.R.N.H est la méthode de Henin.

Pour un sol peu évolué $K=3.10^{-6}$ m/s

Présentation de la région

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons étudié les conditions naturelles qui nous ont amenée au résultat suivant :

- Les différents paramètres que nous venons d'étudier indiquent que la plaine de la Mitidja n'est pas assez homogène sur le plan climatique. La pluviométrie présente une certaine hétérogénéité dans le temps et l'espace. Lors de cette dernière décennie le climat est devenue chaud, qui nous amène à dire que nous sommes à la limite entre le climat sub-humide et semi aride étant donné que la Mitidja était toujours dans le climat sub-humide, en conséquence l'irrigation est indispensable dans une période large, malheureusement elle ne coïncide plus avec la campagne d'irrigation.
- Les eaux superficielles constituent la principale source d'eau d'irrigation malgré les ressources existantes ; toute mise en valeur agricole dépendra de l'emploi rationnel et le contrôle périodique des ces sources en eau disponibles, l'utilisation inapproprié de cette dernière ou dans les endroits où cette ressource est rare ou inexistante, l'irrigation sera insuffisante pour intensifier les cultures et augmenter leur rendement.

Chapitre 02

Analyse et diagnostic de la situation actuelle du secteur A

Introduction

Pour une meilleure valorisation des terres fertiles situées dans la Mitidja ouest, un système d'irrigation a été conçu dans les années 1980. L'approvisionnement en eau se fait à partir du barrage « El-Mostakbal » sur l'oued de Bouroumi situé en amont du périmètre.

- la tranche 2 est alimentée par le canal rive gauche (RG).

Dans le cadre du diagnostic de la pratique de l'irrigation par aspersion, et pour décrire l'état des lieux nous avons choisi une parcelle d'étude, qui pratique l'irrigation par aspersion

II- 1/ Ouvrages de tête du périmètre Mitidja ouest

On rencontre dans le réseau d'irrigation un assez grand nombre d'ouvrages et d'appareils variés. Certains ne sont pas particuliers à l'irrigation, tels que fossés d'assainissement, siphons inversés..., d'autres en sont par contre typiques, telles que les conduites, bornes d'irrigation.

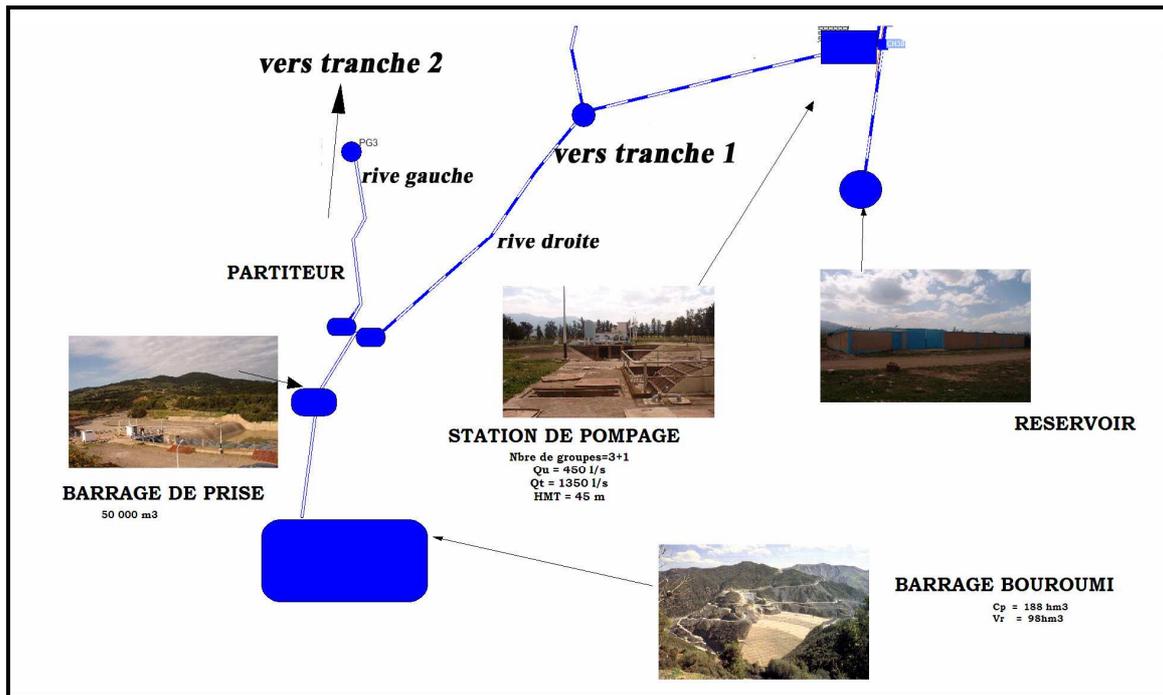
Le projet Mitidja ouest se compose d'une série d'ouvrages qui ont pour but de capter et conduire l'eau nécessaire avec un débit de $13,85 \text{ m}^3/\text{s}$ au total et de $5,57 \text{ m}^3/\text{s}$ pour la tranche 2.

L'ensemble des ouvrages de tête comprend :

- barrage de prise ;
- dalot en charge ;
- partiteur ;
- canaux rive droite et rive gauche.

Ces composants sont indiqués dans la figure 10.

Analyse et diagnostic de la situation actuelle du secteur A



Source ONID Ahmar El-Ain

Figure 10 : schéma général de l'alimentation de la partie ouest de la Mitidja

II-2/ Barrage de Bouroumi .

Le barrage de Bouroumi est la principale ressource en eau du périmètre. Il se trouve à 8 km à l'Est du village de Bou-Medfaa dans la wilaya de Blida .Il est implanté dans le défilé rocheux que traverse l'Oued Bouroumi avant de rejoindre la plaine de la Mitidja .Il offre une capacité totale de retenue de 220 millions de m³(selon Agence nationale des barrages), permettant ainsi la régulation des eaux de son propre bassin versant augmentée par celle de trois autres oueds principaux de la région : Chiffa, Harbil, Djer .Il permet d'assurer l'irrigation de Mitidja Ouest. La partie occidentale de la plaine de la Mitidja était destinée pour une agriculture moderne et florissante.

Le tableau suivant indique les ressources en eau disponible pour l'irrigation de la mitidja ouest ;dont le bouroumi.

Analyse et diagnostic de la situation actuelle du secteur A

Tableau14: ressources en eau disponible pour la Mitidja ouest.

Périmètre	Origine de ressources	Volumes lâchés Mm ³	tête Volume en des réseaux Mm ³	Efficiencie du réseau	Volume distribués Mm ³
1Tranche	Bouroumi	44.92	35.94	80%	28.75
2Tranche					
Total	Bouroumi	44.92			

Source ONID Ahmar el Ain

- Dans le cadre du diagnostic de la pratique de l'irrigation par aspersion, et pour décrire l'état des lieux nous avons choisi une parcelle d'étude, qui pratique l'irrigation par aspersion au niveau du secteur A de la tranche 2.

II-3/Description de secteur A

Le secteur A (2450 ha) se situe dans le territoire de la commune d'El Afroun en grande partie et dans les communes de Bouroumi et d'Ahmar *El Ain*.

Le secteur A est irrigué à partir de la station de pompage d'El Affroun, dont le débit en tête est de 1428 l/s.

Cette station se trouve sur le canal rive gauche dont elle est alimentée par la branche A en béton et amiante ciment de diamètre variant de 200mm à 1000mm et par sous branche AA en amiante ciment de diamètre 400mm en passant par le réservoir de régulation de capacité globale de 492 m³.

L'alimentation en eau et les volumes attribués à ce secteur sont les suivants :

Tableau15 : Volume prévisionnels selon disponibilité

Origine des ressources	Capacité Mm ³	Volume mort Mm ³	Volume exploitable Mm ³	Volume au 27-03-2012				
				2008	2009	2010	2011	2012
Bouroumi	182	5.54	176.46	21.6	39	40	48	110
Boukerdane	105	9.5	95.5	26.5	23.6	32	38	56.5

Source ONID Ahmar el Ain

Analyse et diagnostic de la situation actuelle du secteur A

II-4/Fonctionnement hydraulique

II-4-1/Canal rive gauche

Le canal rive gauche s'étend de l'extrémité du dalot jusqu'à la station de pompage d'El Affroun, d'une longueur de 3.9 Km, Le canal fait transiter un débit de 7,92 m³/s.

II-4-2/Station de pompage d'EL Affroun .

- La station de pompage d'El-Affroun est située sur le canal rive gauche du côté gauche du canal. Elle assure l'écoulement du pompage dans une direction perpendiculaire à l'axe du canal vers le réservoir puis le secteur A.

- La station est construite en béton armé d'une longueur 18,10 m et d'une largeur 8,20 m.

- La profondeur maximale d'eau à l'intérieur de la station est de 3,05 m et le débit nominal est de 1,60 m³ /s.

- La station est équipée en grilles, filtres à Tambour rotatif et de 04 pompes.

- Les 03 pertuis peuvent être bâtarisés à l'amont et à l'aval grâce à des rideaux constitués d'éléments préfabriqués qui seront mis en place dans des rainures verticales ménagées dans les Bajoyers.

* Indépendamment de cet ouvrage sont associés les éléments suivants :

- Un massif en gros béton qui outre son rôle de butée au départ du refoulement supporte le ballon anti - bélier.

- Un bâtiment logeant les installations électriques, les organes de commandes. Un bureau et des sanitaires.

- Un logement destiné au chef d'exploitation.

- Un logement pour chef de station

- Un logement pour gardien

- Une clôture en dure avec 04 guérites.

- Un poste police en dur

- Un podium

Analyse et diagnostic de la situation actuelle du secteur A

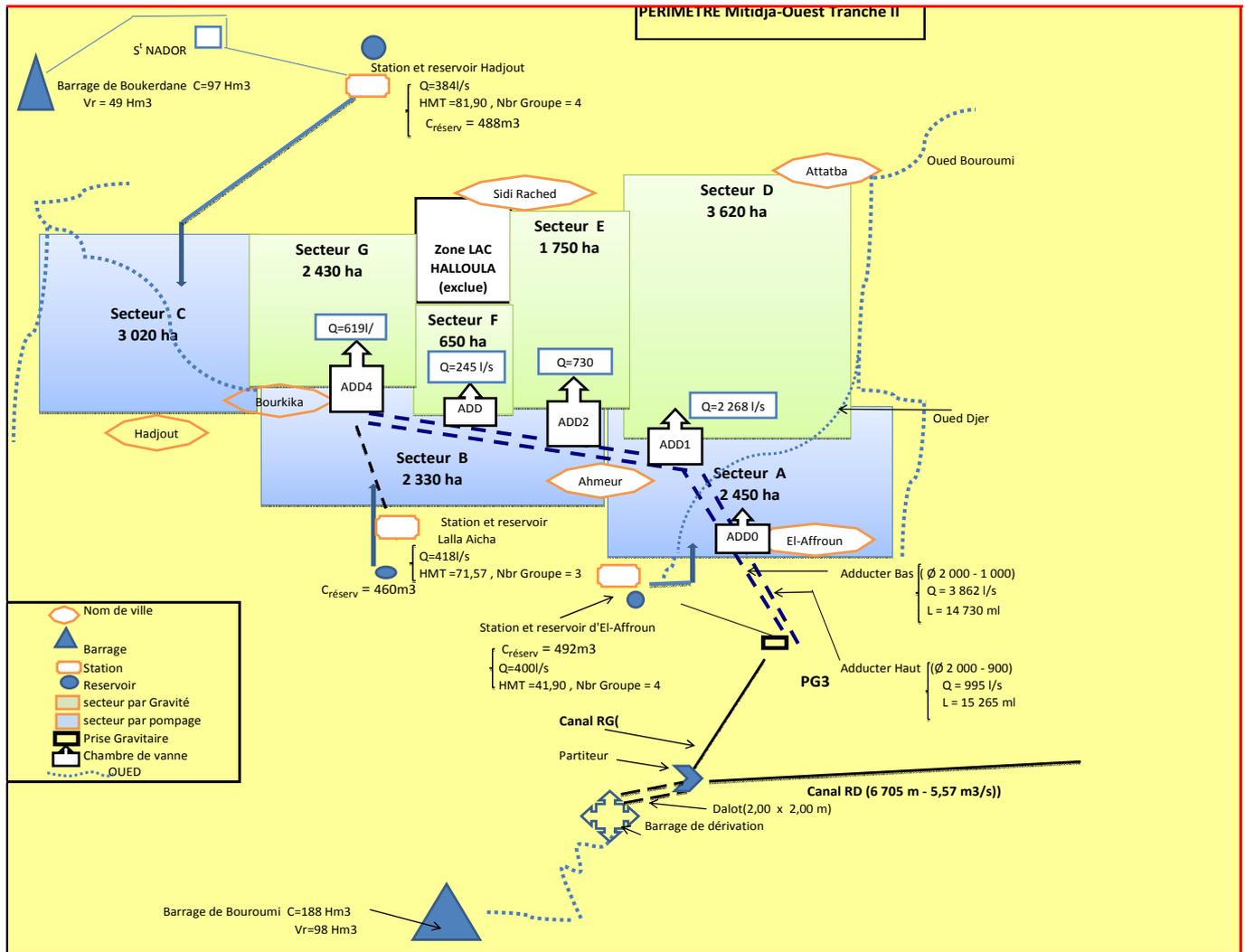
Tableau 16: Caractéristiques de la station de pompage d'El Affroun

Caractéristiques	Valeurs/observations
Nombre de pompes	04 pompes
Fluide pompé	Eau du barrage
Densité	1 kg/cm ²
Débit	1440 m ³ /h
Hauteur d'élévation de la pompe	41,90 m
Puissance absorbée	242 KW
Vitesse de rotation	1 480 tr/min
Vue à partir de l'entraînement	A droite
Entraînées par :	Moteur électrique
Puissance de la machine d'entraînement	300 KW
Vitesse de la machine d'entraînement	1 480 tr/min

II-4 -3 / Réservoir d'El – Affroun

- Cet ouvrage est situé sur une crête du côté ouest de la station et exactement à une distance de 250 m.
 - Cet ouvrage se présente sous forme circulaire semi enterré réalisée en béton armé dont le diamètre intérieur est de 12,5 m et une hauteur intérieure de 4,01 m.
 - La capacité globale de cet ouvrage est de 492 m³.
 - La profondeur maximale d'eau à l'intérieur du réservoir est de 2,91 m et le débit de refoulement est de 1,6 m³/s.
 - Le réservoir est équipé d'une vanne à survitesse $\Phi 900$.
- * Indépendamment du corps de cet ouvrage sont associés :
- Un ouvrage d'évacuation de trop plein.
 - Une clôture en dure.
 - Trois ouvrages abritant l'appareillage.

Analyse et diagnostic de la situation actuelle du secteur A



Source ONID Ahmar El-Ain

Figure 11 : schéma hydraulique de la tranche 2

II-5 /Qualité de l'eau d'irrigation

L'irrigation du secteur A choisi pour notre étude est irrigué principalement par les eaux du barrage du Bouroumi. il importe de connaître la qualité de ces eaux.

L'analyse chimique de l'eau d'irrigation a été faite au niveau de l'A.N.R.H .les résultats obtenus sont :

Analyse et diagnostic de la situation actuelle du secteur A

Tableau 17 : Analyse chimique de l'eau de barrage de Bouroumi.

DDP	Ca	Mg	Na	k	Cl	SO ₄ ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	OH	NO ₃ ⁻	PH	CE	SiO ₂	NO ₂	NH ₄	PO ₄	O ₂ mg/L	DCO	MES à 105°C
10/01/11	108	55	70	10	98	328	186	0	0	9,0	7,5	1,4	0,0	0,000	0,051	0,000	7,3	5	36
07/02/11	83	48	120	9	96	326	183	0	0	8,8	7,8	1,5	5,4	0,151	0,302	0,000	8,2	9	27
07/03/11	77	48	131	10	86	331	201	0	0	7,3	7,7	1,3	2,1	0,226	0,432	0,000	8,8	26	13
12/04/11	102	49	84	8	76	323	207	0	0	7,6	7,8	1,14	5,6	0,000	0,065	0,000	4,7	19	11
15/05/11	96	40	136	7	84	343	201	0	0	9,7	8,0	1,5	0,6	0,278	0,035	0,918	7,1	18	8
08/06/11	94	59	69	5	80	333	220	0	0	6,4	8,2	1,2	0,6	0,268	0,044	0,089	7,6	33	3
18/07/11	78	47	105	7	72	279	214	0	0	4,9	8,0	1,10	1,1	0,079	0,010	0,187	10,6	18	9
10/08/11	70	49	91	4	88	340	189	0	0	5,3	7,7	1,2	0,6	0,230	0,092	0,181	7,9	8	19
13/09/11	75	52	116	14	80	330	183	0	0	4,0	7,9	1,25	0,3	0,099	0,068	0,000	7,8	28	13
11/10/11	90	39	130	1	89	344	192	0	0	8,9	7,9	1,3	0,6	0,196	0,000	4,826	7,8	9	20
13/11/11	93	71	29	21	73	358	146	0	0	7,8	7,7	1,2	0,6	0,099	0,330	0,376	8,6	17	22
14/01/12	91	42	104	8	103	341	229	0	0	7,2	7,7	1,3	0,6	0,000	0,000	0,327	7,0	10	6
13/02/12	94	46	102	7	85	341	220	0	0	7,5	7,6	1,5	1,3	0,364	0,282	0,233	7,4	19	48
12/03/12	96	47	80	8	76	275	214	0	0	7,4	7,8	1,1	2,6	0,285	0,558	0,196	7,3	19	145

Source ANRH Blida

-Définition du SAR

L'index utilisé est le rapport d'adsorption du sodium (SAR) qui exprime l'activité relative des ions de sodium dans les réactions d'échange dans les sols. Cet indice mesure la concentration relative du sodium par rapport au calcium et au magnésium.

Le S.A.R est calculé par la formule suivante :

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

Na⁺, Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺ ce sont les quantités des cations exprimées en meq/l

Ci après le graphe permettant de voir l'évolution du SAR en fonction du temps.

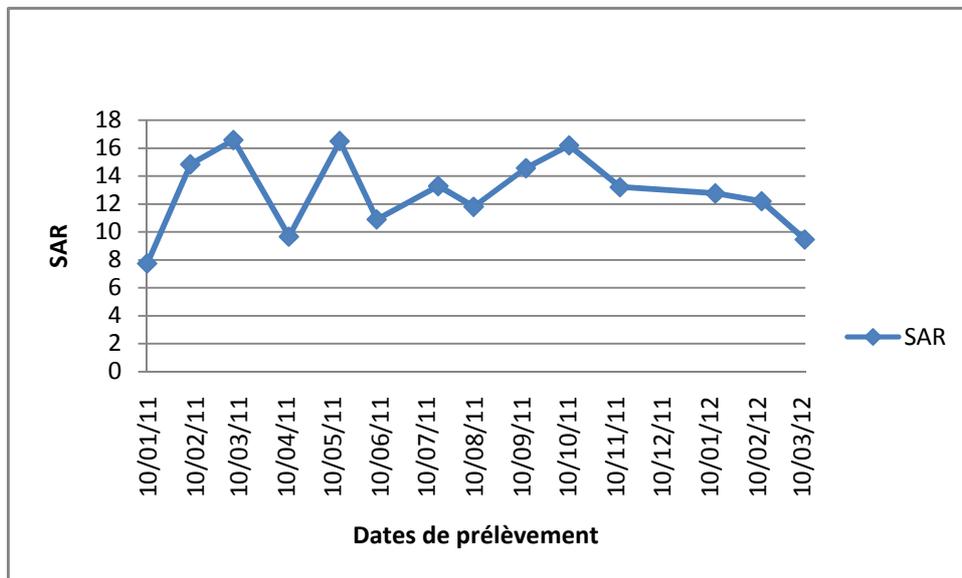


Figure 12 : Variation de SAR en fonction des dates de prélèvement

L'alcalinité.

On remarque dans ce graphe que le SAR n'est pas constant dans le temps et que sa valeur varie de 8 jusqu'à 17 environ, cela dénote un caractère moyen d'alcalinité qui peut dans le temps créer des problèmes de dégradation des sols..

La salinité.

La conductivité électrique moyenne CE est d'environ de 1.26 mmho / cm. l'eau du barrage de Bouroumi, est de salinité moyenne correspondant à la classe 3 (C₃) de la

Analyse et diagnostic de la situation actuelle du secteur « A »

classification américaine de RIVERSIDE. Cette valeur n'a pas beaucoup d'effet sur les cultures tolérantes, mais elle influe sur les cultures sensibles.

PH : le PH du barrage de Bouroumi tourne autour de 7.8, légèrement alcalin valeur Convenant à la plupart des cultures pratiquées.

Assolement pratiqué.

Tableau 18 : Assolement réalisé.

Périmètre		Superficies irriguées				Total	Nombre D'usagers
		Agrume (Ha)	Arbres Fruitières Divers (Ha)	Maraichage (Ha)	Autres (Ha)		
Tranche 2	A	159.72	45	328.75	33	566.47	117
	B	39	10	370.75	8	427.75	38
	C	86	44.5	87.50	18	236	53
	D	301.89	452.32	43	6	803.21	73
	E	105.25	30.50	705.25	72.50	913.50	78
	F	-	5.50	456.25	50	511.75	53
	G	8	12.50	138	5	163.50	6
	Hors périm	0.27	-	15.85	1.5	17.62	3
	total/S	700.13	600.32	2145.35	194	3639.8	421

Source ONID Ahmar el Ain 2012

Compte tenu du climat, du sol et du savoir faire des agriculteurs l'assolement le plus pratiqué au niveau de la tranche 2 comme dans le secteur A est le suivant.

On notera que ce sont les cultures maraichères qui occupent le plus de surface mis à part le secteur D. On comprend que par le choix des cultures que les besoins en eau sont importants.

Irrigation du secteur A Comme nous l'avons mentionné plus haut le secteur A est irrigué à partir du canal de la rive gauche. la superficie équipée est de 2440 ha mais seul 566.47 ha sont actuellement irrigués.

L'eau pour chaque ilots arrive par l'intermédiaire de bornes qui elles mêmes sont alimentées par des conduites.

II- 6/Conduites

Conformément à l'avant projet détaillé, les longueurs des conduites en fonction des diamètres dans le secteur A du périmètre d'étude étaient comme suit :

(Longueur en m).

Tableau19: Caractéristiques des conduites d'après les études.

Secteur	Béton précontraint Ø >600 mm	Amiante- ciment Ø < 600 mm	Total
A	6922	37941	44863

Source : ONID 2012

- Les bornes

Les bornes implantées au niveau du secteur sont réparties ainsi.

Tableau20: Répartition des bornes d'irrigation dans le secteur A

Secteur	Type A	Type B	Total type A + type B
A	35	87	122

Source : ONID, 2012

Le type de borne est fonction des surfaces desservies, donc du débit caractéristique.

II- 7 /Chambres de vannes

Elles sont aménagées sur les conduites principale et secondaire. Le réseau comporte 10 au total, réparties dans le secteur A.

Les chambres de vannes contiennent :

- des vannes papillon pour les conduites (Ø > 300 mm);
- des vannes à opercule pour les conduites (Ø < 300 mm).

Avec des by-pass, des soupapes anti-bélier, des ventouses, des vidanges et des trous d'homme pour les grands diamètres. Pour l'entretien, ou tout impératif de démontage chaque chambre de vanne est équipée d'un capot de visite et d'une échelle métallique.

II- 8 /Soupapes de décharge anti-bélier

Aménagées pour chaque vanne de sectionnement, qui lors de sa fermeture, engendre des surpressions, les soupapes de décharges sont destinées à écrêter les surpressions accidentelles importantes et éventuellement celles engendrées par la manœuvre des bornes d'irrigation les plus proches.

II- 9 /Ventouses

Installées sur les pans les plus hauts des conduites, les ventouses sont destinées à évacuer les poches d'air.

Le regard de ventouse (\varnothing 1 000 ou 1 500 mm) est constitué de :

- ventouse automatique placée sur une manchette ;
- robinet vanne ;
- les vidanges : Elles sont aménagées sur les points bas des grosses conduites.

Le regard de vidange (\varnothing 1 000 mm) comprend :

- une vanne à opercule ;
- tubulure en acier ;
- pièces de raccordement.

Les ventouses et les vidanges sont équipées d'un capot de visite métallique.

L'ensemble des infrastructures hydrauliques du réseau d'adduction sont plus ou moins en parfait état, cependant certains tronçons de conduites ont été réparés ou remplacés comme certains joints se trouvant au niveau des raccordements.

L'objectif de notre étude est de diagnostiquer non pas le réseau d'adduction mais plutôt le réseau à la parcelle. Pour ce faire nous avons choisi au niveau du secteur A une parcelle de 5 ha irriguée en aspersion et située au niveau de l'ilot irrigué à partir de la borne 72, de superficie de 15 ha.

II-10 /Diagnostic de la parcelle d'étude.

Le diagnostic repose sur une comparaison entre les dimensions du réseau d'irrigation existant réellement et sa gestion avec les dimensions qu'il devrait avoir théoriquement.

Nos enquêtes et sorties sur le terrain nous ont permis de noter l'ensemble des renseignements nécessaires à cette comparaison.

Analyse et diagnostique de la situation actuelle du secteur « A »

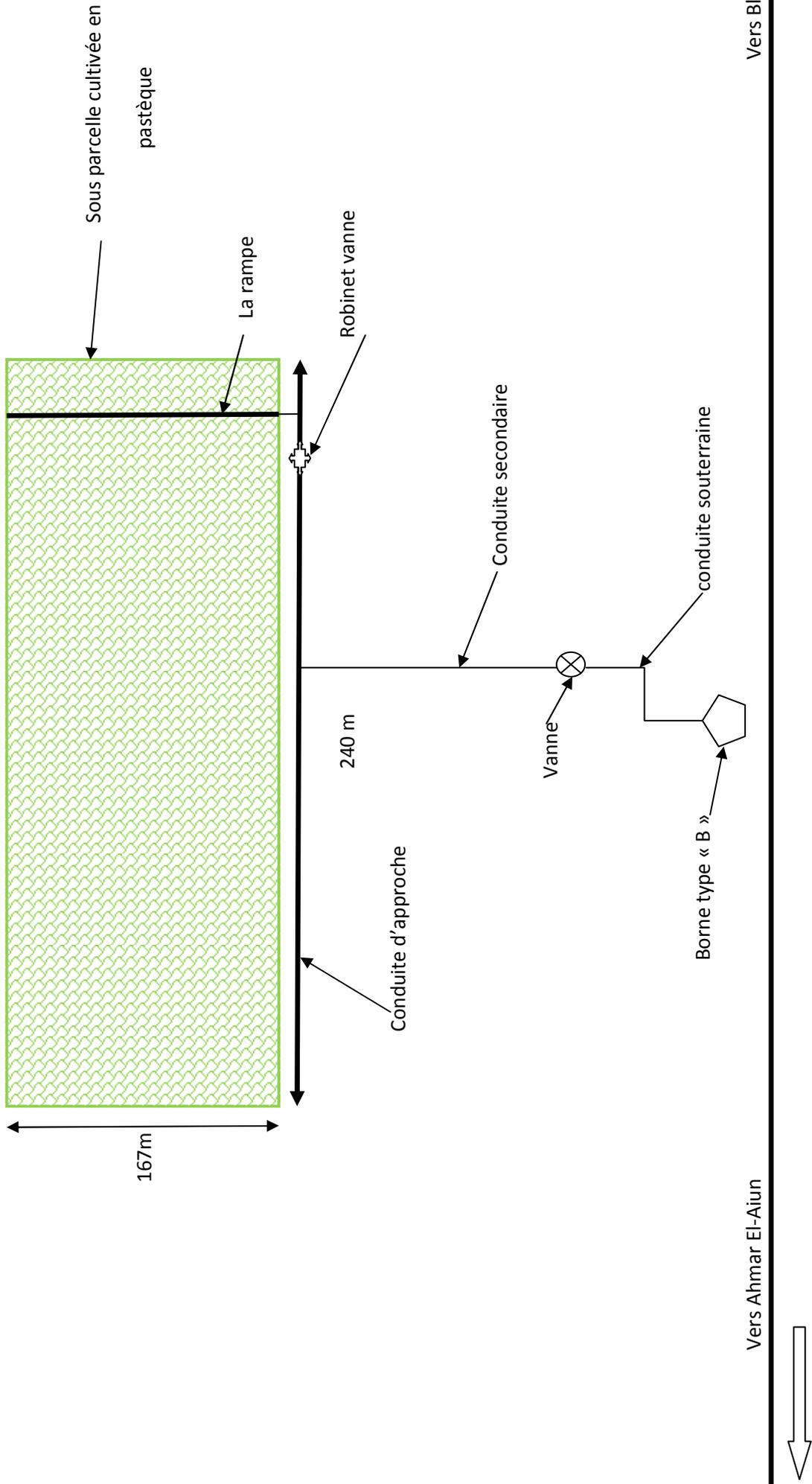


Figure 13 : Schéma général de réseau d'irrigation de la parcelle diagnostiquée

Analyse et diagnostic de la situation actuelle du secteur A

II- 10-1/ Réseau d'irrigation actuel.

L'alimentation en eau des cultures selon les besoins a été prévue au moyen de l'irrigation par aspersion. l'irrigation par aspersion au moyen de matériel semi mobile et mobile, alimenté par des prises hydrantes installées le long de chaque antenne.(voir schéma).

II- 10-2/ La superficie et culture en place

La superficie de la parcelle visitée est de 5 ha, et cultivée en pastèque.

II- 10-3/ description de la borne existante.

C'est un Appareil placé à l'extrémité d'un réseau sous pression cumulant les fonctions d'arrêt ou mise en service des prises individuelles, de détendeur de pression, de limiteur de débit et de compteur d'eau situé en tête du tertiaire ou à l'arrivée sur l'exploitation .la borne est de type B, débit 30 l/s et de diamètre de 200 mm.

une vanne hydrante est branchée directement à la rampe principale de diamètre 70 mm est connectée à la borne par l'intermédiaire d'une conduite souterraine en acier (diamètre 150mm) munie d'un convergent.



Figure 14 : Borne type B

Analyse et diagnostic de la situation actuelle du secteur A

- Gaspillage d'eau

On a remarqué que la borne desservant la parcelle présente des fuites d'eau importante au niveau d'un joint ;de ce on a mesuré ce débit de fuite, il est égale à 0.0017 l/s.

La mesure c'est faite simplement par la mesure du volume d'eau perdu en fonction du temps.

Donc : $0.0017 \text{ l} \rightarrow 1 \text{ s}$ soit $6.12 \text{ l} \rightarrow 1 \text{ heure}$

Si le temps de travail est de 18h alors le volume perdu par la borne est de 108 l par jour .et le débit de fuite par mois est : $108 \times 26 \text{ jours} = 2808 \text{ l/mois}$ soit $2.8 \text{ m}^3 / \text{mois}$.



Figure 15 : Perte d'eau au niveau de la borne

II- 10-4/ Perte d'eau et colmatage

a) perte d'eau

De la borne d'irrigation, l'eau est acheminée jusqu'à la vanne hydrante, elle est véhiculée aux parcelles par la conduite principale qui distribue aux conduites secondaires qui à leur tour vers les asperseurs.

Durant tout ce parcours les pertes d'eau enregistrée sont au niveau de la borne, et les pertes les plus importantes sont au niveau des conduites secondaires notamment au niveau des raccords et des joints. En plus d'autres pertes sont à signaler

Analyse et diagnostic de la situation actuelle du secteur A

- les pertes par évaporation sont très importantes vu, la répartition de l'eau sur toute la superficie.

-perte par infiltration.

b) Colmatage

Vu la qualité des eaux aucun colmatage n'est remarqué.

Il mesure in situ des paramètres eau et sol.

c) Qualité de l'eau d'irrigation.

Nous avons ramené un échantillon d'eau est mesuré la ce au laboratoire de l'ensh

d) La conductivité électrique Ce

La conductivité électrique est de 1.15 mmhos / cm , d'après le résultat qu'on a obtenu au niveau du laboratoire. Valeur proche de celle du barrage de bouroumi.

II- 10-5/ La densité du sol

a) **La densité réelle** : est le rapport de la masse de sol et le volume d'eau $D_r = m/v$, elle est mesurée dans laboratoire de l'ENSH.

Masse de sol = 15 g .

Volume d'eau $V_1 = 20 \text{ cm}^3$.

Le volume après le mélange $V_2 = 26 \text{ cm}^3$.

$$\begin{aligned} D_r &= 15 \div (26 - 20) \\ &= 2.5 \end{aligned}$$

b) **La densité apparente** : elle est mesurée au niveau de laboratoire $D_a = 1.18$

$$\begin{aligned} \text{c) La porosité : } P &= 1 - (D_a \div D_r) \\ &= 1 - (1.18 \div 2.5) \\ &= 0.53 \end{aligned}$$

Donc la porosité égale à 53 % .chiffre confirmant le caractère perméable de notre sol.



Figure 16: perte d'eau au niveau du raccordement entre rampe et porte rampe

Analyse et diagnostic de la situation actuelle du secteur A



Figure17: perte d'eau au niveau des raccords

Analyse et diagnostic de la situation actuelle du secteur A



Figure 18: vu de la stagnation et saturation du sol en surface.



Figure 19: stagnation d'eau

Analyse et diagnostic de la situation actuelle du secteur A



Figure 20: submersion à l'intérieur de la parcelle

II-10- 6 /Eléments du réseau actuel.

La parcelle est équipée par :

- une rampe principale ou conduite d'amenée de diamètre 70 mm en PE (polyéthylène).
- une quarantaine de rampes secondaires de 6 m de longueur de même diamètre (70 mm) en PE.

Les asperseurs utilisés sont tous identiques. Il s'agit d'asperseurs en plastique à batteur double buses diamètre, mesuré 3.8 et 2.9 mm, montés sur des tiges verticales de 45 cm..

Débit mesuré de l'asperseur = 0.15 m³/h, la pression mesurée = 4 bars en amont, 3.5 bars au milieu de la rampe et 3.5 bars en aval.

L'espacement entre asperseurs est de 6 m, le jet mesuré fait 12.4 m.

Sur une superficie de 5 ha l'agriculteur (selon ses informations) est obligé de déplacer 16 fois la canalisation mobile, le nombre de postes est égale à 16 postes, la durée d'irrigation est de 4 heures par poste, elle dépend du climat, la culture (la culture précédente étant la pomme de terre). La parcelle en question ne peut être irriguée qu'au bout de deux jours.

Analyse et diagnostic de la situation actuelle du secteur A



Figure 21: asperseur double buse.



Figure 22 : vu détaillée de l'asperseur.

Analyse et diagnostic de la situation actuelle du secteur A

II-10-7/ Dimensions actuelles des infrastructures.

Toutes ces informations ont été mesurées ou communiquées par l'exploitant.

- Débit de l'asperseur $Q=0.15 \text{ m}^3/\text{h}$ (0,57l/s)

- Pluviométrie $p = \frac{0.15 * 1000}{6 * 6} = 4.17 \text{ mm/h}$

Où S= l'espacement est pris (6*6)

P:pluviométrie horaire.

-D'où la dose apportée égale à $P*t$,

Où t : durée d'arrosage t =4 heures

dose brute = $4.17*4 = 16.68 \text{ mm}$.

-Le volume apporté égale à $166.8 \text{ m}^3/\text{ha}$, pour une surface de 5 Ha on aura un volume $V=166.8 *5 \Rightarrow V \text{ apporté} = 834 \text{ m}^3$.

-Le volume apporté par poste = $V \div N_p$ (ou N_p : nombre de poste =16 poste)

Le volume apporté par poste égale $834/16=52.13 \text{ m}^3$

La durée d'arrosage par poste est de 4 heures donc le débit véhiculé dans la rampe principale est égale $52.13/4= 13 \text{ m}^3/\text{h}$ soit 3.62l/s.

La rampe principale est de diamètre 70 mm.

Analyse et diagnostic de la situation actuelle du secteur A

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons décrit l'état actuel du réseau d'adduction et fait le diagnostic de la situation actuelle de secteur « A » qui nous ont amenée aux résultats suivant :

Les eaux du barrage sont acceptables pour l'irrigation des cultures, à part les cultures sensibles (agrumes,...) auxquelles il faut prendre des précautions.

Le réseau en place est en bon état, exception faite des fuites importantes, il faut noter cependant que l'irrigation à la parcelle présente de nombreuses insuffisances et une mauvaise maîtrise de l'irrigation par aspersion qui se traduit concrètement sur le terrain par d'importantes fuites d'eau donc de gaspillage de la ressource.

Chapitre 03

Dimensionnement théorique du réseau en fonction des données du terrain

Introduction

L'étude théorique de l'irrigation permet de donner une approche concernant la conduite de l'irrigation à la parcelle, et ce à l'aide des calculs de la dose, la fréquence et la durée d'arrosage.

La connaissance de ces paramètres nous permettra par le biais des valeurs estimées sur terrain à conclure sur une comparaison des résultats théoriques et pratiques.

Au préalable une brève étude bibliographique sur le système d'irrigation par aspersion s'impose.

III-1/ L'irrigation par aspersion.

L'irrigation par aspersion, technique consistant à reproduire le phénomène naturel de la pluie et ce avec une parfaite maîtrise de l'intensité et de la hauteur de la précipitation.

Grâce à l'utilisation d'appareils dits asperseurs alimentés en eau sous pression, ce mode d'irrigation permet un dosage précis des apports d'eau et donc une économie de celle-ci.

L'eau tombe naturellement sur le sol donc dans les mêmes conditions que les précipitations atmosphériques, et s'y infiltre compte tenu seulement de la perméabilité du sol.

Employée depuis longtemps, l'aspersion est utilisée par les jardiniers horticulteurs et les arboriculteurs, les maraîchers.

III-1-1 /L'avantage de l'aspersion.

- Elle s'adapte à n'importe quel type de terrain (accidenté, pente nulleetc.),
- Elle ne nécessite pas de préparation du sol (planage), elle facilite donc l'exploitation de celui-ci.
- Elle permet d'irriguer des surfaces importantes,
- Elle demande peu de mise en œuvre.
- Elle peut être employée quelque soit la nature du sol même si ce dernier est très perméable.
- Elle permet une oxygénation de l'eau
- Elle représente une économie de l'eau qui peut atteindre 50 %.
- Elle met à la disposition des exploitations des conditions d'arrosage très souples.
- Elle permet une protection antigél.

Dimensionnement théorique du réseau en fonction des données du terrain

III-1-2 /L'inconvénient de l'aspersion.

Elle nécessite au départ, pour chaque irrigant, une dépense importante de premier établissement (frais du matériel).

Elle exige une nombreuse main d'œuvre d'exploitation, mais cet inconvénient n'est pas toujours évident puisque les frais peuvent être compensés par les frais du travail du sol et la rapidité d'arrosage.

Néanmoins l'aspersion régulière favorise l'apparition de problèmes phytosanitaires en créant un milieu propice aux champignons, insectes et autres maladies.

Elle provoque le développement des mauvaises herbes.

Elle favorise l'évaporation qui est d'autant plus intense que les gouttelettes sont fines.

Elle provoque le tassement progressif du sol, dans les cas les plus dangereux elle peut contribuer à l'érosion du sol.

Elle ne s'adapte pas bien à des sols ayant une vitesse d'infiltrations inférieure à 3 mm /h.

Dans le cas d'eau chargée, des problèmes peuvent se poser par suite de l'abrasion très rapide des buses d'aspersion.

Les asperseurs sont peu sensibles au colmatage. Cependant, un minimum de précautions doit être pris avec la buse de petit diamètre.

III-1-3/ Réseau d'aspersion.

Les réseaux d'irrigation par aspersion, sont plutôt ramifiés que maillés car moins coûteux, les réseaux maillés sont adaptés en AEP pour pallier aux coupures d'eau, alors en irrigation ou peut tolérer jusqu'à 48 heure au maximum.

Le sens de circulation de l'eau dans la conduite est donc toujours le même, ce qui nous permet de choisir l'amont (tête de réseau) et l'aval.

III-1-3-1/ structure d'un réseau d'aspersion.

Le réseau d'irrigation par aspersion est un réseau de distribution d'eau caractérisé par une structure de canalisations sous pression, enterrées et alimentant un ensemble de bornes d'irrigation sur lesquelles se greffent les installations mobiles.

a) borne d'irrigation.

Les réseaux mobiles sont branchés sur des bornes d'irrigation piquées sur les conduites de distribution

La borne assure trois fonctions :

- 1) le vannage : La fermeture et d'ouverture de la vanne, comme dans une des prises d'eau.

Dimensionnement théorique du réseau en fonction des données du terrain

2) la stabilisation des pressions : Pour une bonne régularité de la pluviométrie des asperseurs, il faut assurer une pression de fonctionnement stable, indépendante des variations de pression du réseau. Chaque prise est équipée d'un régulateur de pression maintenant celle-ci autour de 3 à 5 bars pour les asperseurs.

3) limiteur de débit : L'appel d'un gros débit provoque une chute de pression, le débit de chaque prise plafonné à une certaine valeur dépend de la superficie à arroser. A partir de cette prise un petit appareil limite le débit.

b) la tuyauterie

1) canalisation principale : Elle est généralement enterrée pour des diamètres de plus de 100mm et peut être constituée de métaux différents : fonte, acier, béton (pour les gros diamètres) ou les matières plastiques (PVC, PE). De nos jours les conduites en fonte et en PVC sont les plus utilisées.

2) les portes rampe : Ils sont en général superficiels et mobiles, installés souvent pour la durée de la campagne d'irrigation, en matières différentes (acier galvanisé, en alliage léger, en PE et PVC), et sont équipés de rampes.

Les diamètres les plus utilisés:

Aluminium, et alliage, 2", 3", 3"1/2, 4", 5", 6"

Acier galvanisé, 50mm, 70mm, 85mm.

3) Les rampes : Ce sont des tuyaux légers qui portent les asperseurs, (ils sont superficiels, de PVC, PE, ou d'Aluminium). L'assemblage des conduites est réalisé par des emboîtements auto étanches, à vis et des raccords ou joint brisés.

c) les accessoires

1) coude et tés : Ils permettent de donner la forme géométrique voulue à l'installation des rampe ou le diamètre, 76/98, 76/102, 102/76, 76/50.

2) vanne et robinet vanne (hydrant) : Elle permet la mise en eau et la coupure du réseau, ou asperseur.

3) les tuyaux allongés : Ils servent à élever les asperseurs dans le cas de l'arrosage des cultures hautes (maïs).

Dimensionnement théorique du réseau en fonction des données du terrain

4) les stabilisateurs et trépieds : Ils permettent d'éviter la rotation des canalisations et de tenir droit les arroseurs.

5) les bouchons et les éléments d'assemblage : Ils servent à obstruer l'extrémité des canalisations, les éléments d'assemblage, assurent le raccordement des conduites usinées.

Raccords rapides : il existe de nombreux systèmes permettant le montage ou démontage. ces raccords doivent de plus assurer une bonne étanchéité et un accrochage sur les éléments les uns aux autres.

III-1-4 /Les appareils d'aspersion.

Leur rôle est de répartir l'eau d'irrigation sur le sol sous forme de pluies, le plus uniformément possible. La transformation du jet en goutte peut s'obtenir de différentes façons :

- Jet libre ou la dispersion s'obtient simplement par effet aérodynamique, sur la veine liquide.
- Jet éclaté en permanence : le jet se heurte à un obstacle fixé qui le fait éclater.
- Jet éclaté par intermittence : un obstacle mobile provoque l'éclatement périodique du jet.

III-1-4-1/ les arroseurs à bras oscillants 1 ou 2 jet.

Ces appareils, souvent appelés asperseurs, en anglais « sprinkler » sont de type variable. Les appareils les plus employés sont ceux d'encombrements réduits fixés sur les canalisations mobiles ou montés sur un support lui-même relié par un tuyau souple à la canalisation. Ils peuvent fonctionner en basse et moyenne pression. L'eau leur arrive à travers une buse dont le diamètre est de l'ordre de 4 à 7 mm. Il y a cependant des appareils à double buse pour augmenter l'uniformité d'arrosage. La pluviométrie horaire d'aspersion varie de 3 à 15 mm/h par fois jusqu'à 20 mm/h. la portée de l'asperseur varie de 10 à 20 mètres, et la pression de 2 à 4 bars.

Les asperseurs arrosent généralement une aire circulaire dite station. ces stations doivent se recouper pour que l'arrosage soit régulier. Les arroseurs à deux buses assurent une meilleure répartition de l'eau mais à égalité de débit et de pression. Leur portée est plus faible que celle d'un même arroseur équipé d'une seule buse.

III-1-4-2/ Les canons.

Appareils à jet unique fonctionnant avec des pressions suffisamment élevées (7 à 8bars) ce qui accroît la dépense d'énergie.

Dimensionnement théorique du réseau en fonction des données du terrain

Le diamètre de l'ajutage varie de 9 à 16 mm, et de 25 à 30 mm et de portée de 20 à 25m, et de 60 à 80m, Les débits varient de 3 à 20 l/s.

La répartition automatique de l'eau est assurée par la rotation de ce dernier autour de son axe vertical, elle peut effectuer une tour complet soit par oscillation et provoquer la réaction du jet soit par une turbine.

Le canon est utilisé sur un système mobile ou fixé, Il permet d'être associé sur enrouleur, il en existe trois tailles 10 à 30 m³/h, et 60 à 270 m³/h.

III- 1-4-3 /le pivots fixé ou déplaçables.

C'est un appareil d'irrigation automatique arrosant un cercle ou une portion de cercle, de façon à se déplacer et arroser de grands champs à partir d'une pompe ou d'un puits central. Il est coûteux, mais les frais de main d'œuvre durant la saison sont faibles. Le pivot convient aux grands champs relativement plats.

III-1-4-4 /Rampe fixée.

C'est le matériel d'irrigation par aspersion le plus utilisé.

L'enrouleur se compose essentiellement :

- D'un asperseur : canon d'arrosage le plus souvent monté sur un support à roue, parfois un traîneau.
- D'un flexible d'alimentation de l'asperseur en PE de diamètre et longueur variable.
- d'une bobine d'enroulement du flexible, fixée ou montée sur treuille.
- d'un moteur hydraulique (piston, turbine) assurant la rotation de la bobine d'enroulement.

III-1-4-5 /Rampes perforées oscillantes.

Dans ces rampes, les orifices sont distribués sur la même génératrice. Le balayage de la bande à arroser s'effectue par l'oscillation de la rampe autour de son axe. Celle-ci fait varier l'angle de tir, le jet et donc la portée.

Chaque rampe est posée sur des chevalets et son mouvement alternatif est assuré par un vérin hydraulique. La pluviométrie reste forte.

III-1-5/ Différentes installation à la parcelle.

Sur le plan très général, deux solutions, extrêmes peuvent être envisagées :

L'installation totalement fixée ainsi que l'installation totalement mobile.

- Dans l'installation fixée, l'ensemble des équipements (pompe, canalisation, asperseur) sont placés de façon permanente ce qui limite une main d'œuvre, mais occasionne des investissements très élevés.

Dimensionnement théorique du réseau en fonction des données du terrain

- Dans les installations totalement mobiles, tout le matériel peut être déplacé d'un endroit à un autre ce qui réduit fortement les frais d'installations. Cette solution est très exigeante en main d'œuvre. Le plus souvent on fait appel à des solutions mixtes dans lesquelles les canalisations principales et secondaire sont fixées et conduisant l'eau à des prises sur lesquelles les exploitants viennent greffer du matériel mobile.

III-1-5-1/ Couvertures partielles minimums.

Une canalisation mobile est installée en milieu ou à la limite de parcelle .Sur cette canalisation on greffe le matériel mobile (asperseur) qui doit être déplacé après chaque poste d'irrigation. L'espacement entre les rampes et asperseurs dépend des dispositifs choisis (12, 18,24 m).

Lorsque la dose a été appliquée l'agriculteur arrête l'eau. Il peut alors procéder au déplacement des rampes; en vue d'arroser une nouvelle parcelle.

Ce type d'installation est le plus simple et le plus économique en investissement, il est très répandu au niveau de la Mitidja tranche II, notamment notre parcelle.

La quantité de rampes est fixée de telle manière que la superficie de la parcelle soit entièrement couverte par poste successif pendant le cycle d'arrosage (3 à 10 jours).

Exemple

1 kit= 48 rampes ,2 coudes ,24 asperseurs ,24 plaques et 52 joints.

III-1-5-2 /Couverture totale (quadrillage total).

Ce dispositif découle du précédent, au lieu d'avoir une seule rampe on couvre toute la superficie à arroser par toute la tuyauterie, Celle-ci reste en place durant toute la saison d'arrosage. Alors seul les asperseurs se déplaceront, ici chaque rampe comporte un asperseur et forme une rampe fictive, Ce qui permet de réduire le diamètre de la rampe. Les seules interventions intéressantes dans le déplacement des arroseurs après l'application de la dose d'arrosage à un poste considéré.

III-1-5-3/ La couverture intégrale.

La parcelle à arroser est entièrement couverte pars des tuyaux et des arroseurs à poste fixe. L'arrosage est commandé par l'ouverture et la fermeture d'une vanne manuellement ou automatiquement par commande hydraulique ou électrique.

Pour les petits arroseurs il peut arriver que les asperseurs travaillent en même temps.

III-1-6 /Les dispositifs usuels.

Dimensionnement théorique du réseau en fonction des données du terrain

Pour avoir une bonne répartition de l'eau acquise par le recoupement du jet obtenu, on peut jouer sur la géométrie des installations, qui est de trois types

III-1-6-1/ dispositif en carré (asperseur au sommet des carrés).

Les asperseurs sont disposés, simultanément ou par poste successifs aux sommets d'un quadrillage régulier dont la longueur du côté dépend du pourcentage de recoupement choisi.

Il est admis si R est la portée du jet, on fixe l'asperseur à $R\sqrt{2}$. Les espacements les plus couramment rencontrés sont : 6x6, 12x12, 18x18, 24x24. Dans ce cas la pluviométrie horaire moyenne de l'installation est obtenue en divisant le débit horaire d'un appareil estimé en m³/h par la surface du carré du dispositif.

III-1-6-2/ le dispositif en triangle.

Le meilleur dispositif théorique est celui du triangle équilatéral, si l'espacement entre asperseur sur une même rampe est E, la distance entre deux rampes est $R\sqrt{2}$.

III-1-6-2 3 /dispositif en rectangle.

Il s'agit-là d'un dispositif assez irrationnel en soit ; en raison de la variabilité systématique de la pluviométrie entraînée par une distribution équilibrée des arroseurs.

Dans un tel dispositif, l'espacement des appareils sur la rampe est inférieur à celui entre rampe.

De tels systèmes sont quelques fois employés dans des régions à vents dominants. les rampes étant disposées perpendiculairement à la direction de celui-ci. Son effet sur le jet rétablit une certaine uniformité de la répartition de l'eau.

Les dispositifs les plus courants sont du type $L=1,3$ à $1,5 E$

Avec L : espacement entre rampe et E: espacement entre asperseur sur la rampe.

Généralement on prend E voisin de R (rayon) ce qui donne pour l'implantation en rectangle.

* L'implantation triangle présente des avantages par rapport à celle en rectangle, un inconvénient toute fois réside dans le fait que les arroseurs sont déclarés en bande de route par exemple.

En quadrillage total l'implantation la plus courante est de 24mx24m (18x24 si, la région est ventée).

III-1-7/Les conditions d'arrosage.

Les conditions d'arrosage dépendent :

- du type de structure et de la perméabilité du sol (pluviométrie horaire, topographie).
- de la forme et de la dimension des parcelles de l'exploitation.

Dimensionnement théorique du réseau en fonction des données du terrain

- de la géométrie d'implantation, les conditions et fréquences du vent, les besoins en eau et la fréquence et qualité d'arrosage (pluviométrie, uniformité).
- du type de cultures (herbacées, en ligne, arbustive, ..).
- du type d'irrigation choisi, le prix de l'énergie.
- de La disponibilité en main d'œuvre de l'exploitation.
- du prix des matériels, le rendement et le rapport de cultures,
- des conditions d'installation (système fixé et mobile).
- de la pression et la quantité d'eau disponible.

III-1-8 / Performance des asperseurs et canons.

III-1-8-1/ Performance.

. Les performances des asperseurs se mesurent par les paramètres suivants :

Le débit, la portée, la surface arrosée, la pluviométrie horaire et la granulométrie du jet.

a) Débit : en (m³/h) selon le type d'appareil, il varie de 0,1 à 200 m³/h.

b) la portée du jet : la distance de l'appareil au point du rayon arrosé)

Elle peut être exprimée quelque soit la forme du diamètre d'arroseur.

La portée R permet de définir la surface circulaire arrosée S par l'appareil. Pour les petit asperseur le jet varie de 6m à 20 m.

$S = \Pi * R^2$, R varie de quelques mètres jusqu'à 80 m suivant le type d'appareil, ou S varie d'une dizaine de m² a quelques Ha pour les grandes canons.

c) Pluviométrie horaire.

Elle est exprimée comme suit

$$\text{Où } p = \left(\frac{1000 * Q}{S} \right)$$

P : pluviométrie horaire (mm/h)

Q : débit d'appareil (m³/h).

S : surface circulaire couverte par l'appareil en m².

P : peut varier de quelque mm /h à plusieurs dizaines de mm/h suivant les appareils (elle varie souvent de 2 à 15 mm/h).

La vitesse d'arrosage (pluviométrie horaire) dépend essentiellement de la nature du sol, de la couverture végétale, et de la topographie.

Tableau 21: vitesses d'infiltration pour chaque type de sol.

Nature de sol	Vitesse d'arrosage mm/h
---------------	-------------------------

Dimensionnement théorique du réseau en fonction des données du terrain

Sable	50
Limono sableux	25
Limons	15
Argiles	5

III-1-8-2 /Facteurs déterminant les performances d'un arroseur

a) buse

Le Q d'arroseur est directement lié au diamètre de la buse, dont il est équipé.

Et où le diamètre varie de 1 à 50 mm.

b) pression

Pour une même buse, le débit d'asperseur augmente avec la pression ainsi que la portée.

c) Choix de l'arroseur

Dépend des plusieurs facteurs.

Débit d'asperseur

$$Q = \frac{D * I}{T * 1000} \text{ Où :}$$

D : la dose en mm,

I : surface de l'implantation (du quadrillage) (m²)

T : temps par position covenant le mieux à l'irrigation, la durée d'arrosage.

Q : le débit par arroseur en (m³/h.).

Durée d'arrosage

$$T_A = \frac{D}{P} \text{ Où}$$

D : dose d'arrosage

P : pluviométrie horaire en mm/h

T_A : temps d'arrosage.

Q : débit de l'asperseur

III-1-8-3 /L'uniformité d'arrosage

L'uniformité d'arrosage ne peut être assurée que par le recouvrement des cercles (stations) arrosés par les asperseurs voisins.

Pour un type d'appareil, équipé d'une buse déterminée et fonctionnant à une pression bien définie, on caractérise l'uniformité par la détermination d'un coefficient. Celui-ci est calculé pour diverses implantations de l'appareil par exemple (18 x18, 18x 24, 24x24), (en carré, rectangle, triangle) ou encore diverses largeurs de la bande arrosée.

Dimensionnement théorique du réseau en fonction des données du terrain

Quand les cercles arrosés se recoupent, la pluviométrie résultante est en chaque élément de surface égale à la somme des pluviométries apportées par les asperseurs qui couvrent cet élément.

Selon Christiansen

$$C_U = 100 * \left(1 - \frac{\sum (h_m - h_i)}{n * n_m} \right)$$

h_i : pluviométrie enregistrée sur un petit élément S_i .

h_m : précipitation moyenne des h_i .

$h_m = (\sum h_i)/n$.

III-2 / Dimensionnement de réseau d'irrigation.

III-2-1 / Besoin en eau des cultures.

Les besoins nets d'irrigation sont déterminés par la relation suivante.

$$B = Peff + RFU - ETM$$

B : besoins nets d'irrigation.

ETM : évapotranspiration maximale des cultures.

Peff : pluie efficace. Etant la fraction de pluie qui réellement contribue à l'alimentation de la plante.

L'évapotranspiration maximale des cultures est donnée par la formule suivante.

$$ETM = ET0 \times K_C$$

Dimensionnement théorique du réseau en fonction des données du terrain

ET0: évapotranspiration de référence.

Kc : coefficient cultural.

L'évapotranspiration des cultures peut être définie en trois sortes.

L'évapotranspiration des cultures peut être définie sous forme de trois sortes.

a) Evapotranspiration réelle ETR.

C'est la quantité d'eau réellement perdue sous forme de vapeur d'eau par une surface ou un couvert végétal, exprimée généralement en mm/jour.

L'ETR dépend :

- de la culture considérée,
- du stade phénologique de cette culture,
- du contenu en eau du sol,
- des conditions météorologiques observées.

b) Evapotranspiration maximale ETM.

C'est la valeur de l'ETR dans le cas d'une bonne alimentation en eau de la plante. Lorsque l'eau n'est plus un facteur limitant au niveau de l'absorption racinaire, la régulation stomatique est minimale et l'évapotranspiration est maximale.

L'ETM dépend :

- de la culture considérée,
- du stade phénologique,
- des conditions météorologiques observées.

c) Evapotranspiration potentielle ETP.

C'est une valeur de l'évapotranspiration de référence pouvant représenter la demande climatique. On la définit comme l'évapotranspiration d'un couvert végétal bas, contenu et homogène dont l'alimentation en eau n'est pas limitante et non soumise à limitation d'ordre nutritionnel, physiologique ou pathologique.

Vu la complexité de la mise en œuvre d'un dispositif de mesure directe de l'ETP (par un évapotranspiromètre ou lysimètre) de nombreux auteurs ont cherché à établir des expressions reliant l'ETP aux éléments du climat. Certaines formules résultent d'ajustement statistiques (Thornthwaite, Blaney Criddle, Turc, Espinar, Riou,...), d'autres résultent d'un raisonnement physique basé sur le bilan énergétique sous certaines hypothèses (Penman, Bouchet, Brochet-Gerbier, Penman-Monteith)

Dimensionnement théorique du réseau en fonction des données du terrain

Le calcul de l'ET₀ est effectué à l'aide du logiciel appelé; CROPWAT. Ce dernier est un logiciel d'aide à la gestion de l'irrigation. Il a été mis au point par la FAO. Ce logiciel permet le calcul des besoins en eau et des quantités d'eau d'irrigation nécessaires aux cultures. Il offre également la possibilité de développer un calendrier d'irrigation en fonction de diverses pratiques culturales, d'évaluer les effets du manque d'eau sur les cultures et l'efficacité de différentes pratiques d'irrigation.

III-2-2 /Pluies efficaces

Après avoir étudié les précipitations dans le chapitre I.

Les pluies efficaces sont prises à 80% des précipitations totales.

Tableau 22: pluie efficace

Mois	Jan	Fev	Mars	avril	Mais	Juin	Juillet	Out	Sept	Oct	Nov	Dec	année
Pluie (mm)	64.77	52.50	41.42	41.94	37.11	4.66	1.98	3.99	23.24	43.15	69.58	69.98	454.32
Efficace (mm)	51.82	42.00	33.14	33.55	29.69	3.73	1.58	3.19	18.74	34.52	55.66	55.98	363.60

Source ANRH

Tableau 23 : résultats de calcul l'ETP par le logiciel de CROPWAT.

Evapotranspiration de référence ET ₀ de penman-Monteith						
Pays : Algérie		Station climatique : Chiffa			(30) ans	
Altitude : 100 mètres		Coordonnées : 36.00LN			2°.00LE	
Mois	Tom moy (°c)	Humidité (%)	Vent m/s	Insol. heures	Radiation MJ/m ² .Jour	ET ₀ .PenMon mm/jour

Dimensionnement théorique du réseau en fonction des données du terrain

Janvier	13.7	76	3	9.8	13.1	0.95
Février	14.0	76	3	11	17.1	1.69
Mars	15.1	73	3	11.6	21.6	2.65
Avril	17.4	71	3	11.8	25.2	3.67
Mai	20.9	70	3	14.3	30.4	4.98
Juin	25.9	67	3	14.5	31.2	5.77
Juillet	28.9	63	3	14.4	30.9	6.01
Août	29.5	70	3	13.7	28.5	5.64
Septembre	26.5	69	3	12.6	24.1	4.15
Octobre	23.0	70	2	11.5	18.9	2.62
Novembre	18.1	73	3	10.5	14.3	1.33
Décembre	15.1	79	4	9.8	12.2	0.84
ANNEE	20.7	71	3	12.10	22.30	3.36

Le calcul des besoins en eau des cultures se fera pour l'ensemble des cultures de l'assolement. L'assolement pratiqué réellement au niveau de notre zone d'étude est représenté dans le tableau qui suit.

Tableau 24: les cultures en place sur le secteur A.

Mois	janv	fév	mars	avril	mai	juin	juill	aout	sept	oct	nov	dec
Agrumes												

Dimensionnement théorique du réseau en fonction des données du terrain

Pomme de terre			S			R							
Pastèque					S			R					
Carotte	R										S		
Tomate			S						R				
Oignons			S			R							
Céréale						R					S		

S = Semis

R=Récoltes

Le calcul des besoins en eau de chaque culture est établi suivant la formule du bilan hydrique.

$$B = Peff + RFU - ETM$$

$$RFU = (Hcc - Hpf) \cdot Z \cdot Y$$

(Hcc – Hpf) = 180 mm pour l’arboricultures.

Z : l’enracinement = 1.2 m pour les agrumes.

Y = 2 / 3 pour l’arboriculture et égale à 1/3 pour les maraichages.

Les besoins sont :

Tableau 25: Besoin en eau d’irrigation pour les agrumes.

Mois	janv	fév	mars	avril	mai	juin	juill	aout	sept	oct	nov	dec
0ET (mm)	29.45	47.32	82.15	110.1	149.40	173.10	180.30	169.20	124.50	78.60	39.90	26.40

Dimensionnement théorique du réseau en fonction des données du terrain

Kc	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	1.1	1.1	0.9	0.8	0.5	0.5
ETM (mm)	11.78	18.93	41.08	66.06	89.64	121.17	198.33	186.12	112.05	62.88	19.95	13.20
Peff (mm)	51.82	42	33.14	33.55	29.69	3.73	1.58	3.19	18.74	34.52	55.66	55.98
RFU (mm)	144	144	144	136	103	43.05	0	0	0	0	0	35.70
B (mm)	184.04	167.07	136.06	103.55	43.6	-74.39	-196.75	-182.93	-93.31	-28.36	35.7	78.50

Tableau 26 : Besoin en eau d'irrigation pour la pomme de terre.

Mois	janv	fév	mars	avril	mai	juin	juill	aout	sept	oct	nov	dec
0ET (mm)			82.15	110.1	149.40	173.10						
Kc			0.5	1.1	0.8	0.8						
ETM (mm)			41.08	121.11	119.60	138.48						
Peff (mm)			33.14	33.55	29.69	3.73						
RFU (mm)			24	16	0	0						
B (mm)			16	-71.56	-89.94	-134.7						

Tableau 27: Besoin en eau d'irrigation pour la pastèque.

Mois	janv	fév	mars	avril	mai	juin	juill	aout	sept	oct	nov	dec
0ET (mm)					149.40	173.10	180.30	169.20				

Dimensionnement théorique du réseau en fonction des données du terrain

Kc					0.4	0.6	1	0.65				
ETM (mm)					59.76	103.86	180.30	109.98				
Peff (mm)					29.69	3.73	1.58	3.19				
RFU (mm)					24	0	0	0				
B (mm)					-6.07	-100.13	-178.70	-106.80				

Tableau 28: Besoin en eau d'irrigation pour la carotte.

Mois	janv	fév	mars	avril	mai	juin	juill	aout	sept	oct	nov	dec
0ET (mm)	29.45										39.90	26.40
Kc	1										0.5	0.5
ETM (mm)	29.45										19.95	13.02
Peff (mm)	51.82										55.66	55.98
RFU (mm)	24										24	24
B (mm)	46.37										59.70	66.96

Tableau 29 : Besoin en eau d'irrigation pour la tomate.

Mois	janv	fév	mars	avril	mai	juin	juill	aout	sept	oct	nov	dec
0ET (mm)			82.15	110.1	149.40	173.10	180.30	169.20	124.50			

Dimensionnement théorique du réseau en fonction des données du terrain

Kc			0.2	0.6	0.9	1	1.1	1.1	0.9			
ETM (mm)			16.43	66.06	134.46	173.10	198.33	186.12	112.05			
Peff (mm)			33.14	33.55	29.69	3.73	1.58	3.19	18.74			
RFU (mm)			36	36	4	0	0	0	0			
B (mm)			52.71	3.49	-100.8	-169.4	-196.7	-182.9	-93			

Tableau 30 : Besoin en eau d'irrigation pour l'oignon.

Mois	janv	fév	mars	avril	mai	juin	juill	aout	sept	oct	nov	dec
0ET (mm)			82.15	110.1	149.40	173.10						
Kc			0.6	0.8	1	0.6						
ETM (mm)			49.29	88.08	149.40	103.86						
fPef (mm)			33.14	33.55	29.69	3.73						
RFU (mm)			24	8	0	0						
B (mm)			7.85	-46.53	-119.7	-100.1						

Tableau 31: Besoin en eau d'irrigation pour les céréales.

Mois	janv	fév	mars	avril	mai	juin	juill	aout	sept	oct	nov	dec
0ET (mm)	29.45	47.32	82.15	110.1	149.40	173.10					39.90	26.40

Dimensionnement théorique du réseau en fonction des données du terrain

Kc	0.7	0.7	1	1.15	0.7	0.7					0.5	0.6
ETM (mm)	20.62	33.12	82.15	126.62	104.58	121.17					19.95	15.62
Pe _{eff} (mm)	51.82	42	33.14	33.55	29.69	3.73					55.66	55.98
RFU (mm)	120	120	120	71	0	0					120	120
B (mm)	151.20	129	71	-22	-75	Recolte						

Tableau 32 : Besoin en eau totaux d'irrigation pour l'assolement réalisé.

mois \ cultures	janv	fév	mar	avril	mai	juin	juill	aout	sept	oct	nov	dec
Agrumes						73.84	196.75	182.93	93.31	28.36		
Pomme de terre				71.56	89.94	134.7						
Pastèque					6.07	100.13	178.70	106.80				
Tomate					100.8	169.4	196.7	182.9	93			
Oignons				46.53	119.7	100.1						
Carottes												
Céréales				22	75							
Besoins totaux				140	391.51	578	572	473	186.31	28.36		

On remarquera que certaines cultures comme la carotte n'ont pas besoin d'apport d'eau la pluviométrie couvre leur besoins. les céréales sont en principe non irriguées mais le calcul du bilan hydrique fait ressortir un mois où l'irrigation est indispensable ; il serait propice d'irriguer afin d'améliorer le rendement et la qualité du grain.

Ainsi les besoins totaux de l'assolement sont de :

$$\sum \text{Besoins} = 2369 \text{ mm} \quad \text{soit } 23690 \text{ m}^3 / \text{ha}$$

Dimensionnement théorique du réseau en fonction des données du terrain

Pour la parcelle choisie la superficie de cet assolement est de 566.47 ha, donc le volume d'eau nécessaire est :

$$V = 23690 \times 566.47 = 13.42 \text{ Mm}^3.$$

- Calcul de débit spécifique Qsp.

Débit spécifique continu Qsp calculé au période de pointe basé généralement sur la satisfaction de la culture la plus exigeante en eau.

$$Q_{sp} = \frac{B \times 10 \times 1000}{NH \times NJ \times 0.75 \times 3600}$$

B : besoin en eau.

NH : nombre d'heures de travail.

NJ : nombre de jours de travail.

0.75 : l'efficience.

$$Q_{sp} = \frac{578 \times 10 \times 1000}{20 \times 26 \times 0.75 \times 3600} = 4.11 \text{ l/s/ha.}$$

Qsp est supérieur à 1.5, donc on calcule le débit spécifique par rapport à la culture la plus exigeante en eau au mois de pointe.

$$Q_{sp} = \frac{196.75 \times 10 \times 1000}{20 \times 26 \times 0.75 \times 3600} = 1.40 \text{ l/s/ha.}$$

III-3 / Projection du réseau d'irrigation.

Dimensionnement théorique du réseau en fonction des données du terrain

Afin de pouvoir établir un diagnostic du système d'irrigation ;il est impératif de comparer les dimensions et les paramètres d'arrosage calculés suivant la théorie et ceux appliqués réellement au sein de l'exploitation choisie.

Pour le dimensionnement nous avons pris comme exemple une parcelle de 5 Ha cultivée en pastèque.

-Dimensionnement théorique

Compte tenu des caractéristiques du terrain et des besoins en eau des cultures

Nous calculons ci après les dimensions du réseau d'irrigation. Pour le choix de l'asperseur nous reprenons cependant les dimensions des asperseurs utilisés et disponible sur le marché.

Le diamètre de la buse mesuré sur le terrain est égale : 3.8 mm

La pluviométrie se calculée par la relation suivante

$$p = \frac{1.5 \cdot d}{1.04}$$

$$\text{D'où } P = \frac{1.5 * 3.8}{1,04} = 5.84 \text{ m m}$$

-La portée du jet (L) :

La portée du jet se calcul par l'équation suivante :

$$L = 3 \cdot d^{0,5} \cdot h^{0,25}$$

Ou d : diamètre de la buse (mm)

h : pression à la buse (m)

$$L = 3 \cdot 3.8^{0,5} \cdot 40^{0,25} = 14.70 \text{ m}$$

Nous prenons une pression de 40m de colonnes d'eau ;pression disponible sur le terrain.

-Ecartements entre les rampes et arroseurs :

Les normes américaines recommandent l'écartement maximum suivant :

El entre les lignes d'arrosage : 1,3 à 1,02 L.

Ea entre les arroseurs sur la rampe : 0,8 à 0,5 L.

L:c'est la porté du jet .

Les valeurs maximales correspondent à des conditions de vent peu violent (<10Km/h).

Dimensionnement théorique du réseau en fonction des données du terrain

Les valeurs minimales à des conditions correspondent à des conditions de vitesse de vent assez dures (>15Km/h).

Notre zone d'étude présente des vitesses maximales de vents de l'ordre de 2,5 m/s = 9 Km/h, donc on prend les valeurs maximales :

$$E_l = 1,25 \cdot 14,7 = 18,38m$$

$$E_a = 0,80 \cdot 14,7 = 11,76m$$

On prend les valeurs normalisées des écartements.

El=18m, Ea=12m.

-Débit de l'asperseur :

Le débit d'un asperseur se calcul, par la relation suivante

$$q = 0,95 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = 0,95 \cdot \frac{3,14 \cdot (3,8 \cdot 10^{-3})^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 40} = 1,09m^3 / h$$

Vérification de la pluviométrie de la buse :

Si on admet que l'écartement est proportionnel à L, la pluviométrie horaire p en (mm/h) peut être appréciée via la relation

$$p = \frac{q}{E_l \cdot E_a}$$

$$\text{D'où } p = \frac{1,09}{18 \cdot 12} = 5,05mm/h$$

Donc le diamètre d de la buse assurera une pluviométrie $P \leq K=40mm/h$.

Le temps T pour donner une dose par un asperseur sans dépasser la capacité d'infiltration se calcul d'après la relation suivante :

$$T = \frac{dose}{p}$$

Tel que:

La dose est de 24 mm

P=5.05mm/h d'où

$$T = \frac{24}{5,05} = 4,7heurs$$

-La fréquence d'arrosage

La fréquence des arrosages est le nombre d'irrigation par mois, elle sera d'autant plus grande que la valeur du tour d'eau est faible

Dimensionnement théorique du réseau en fonction des données du terrain

$$N = 30 / 4.7 = 6 \text{ fois par mois}$$

-Nombre de position des rampes :

$$N_r = \frac{L}{E_l} = \frac{167}{18} = 10$$

L: largeur de la parcelle = 167m,

E espacement entre les rampe (=18m).

Le nombre de position égale à 10.

-La rampe

Longueur de la rampe $L_r = L - E_a / 2 = 167 - 12 / 2 = 161 \text{ m}$.

Nombre d'asperseurs = $L_r / E_a = 161 / 12 = 14$ asperseurs

Nombre de rampes = 2.

Le débit de la rampe = le débit de l'asperseur \times le nombre d'asperseur/ rampe.

Le débit = $1.09 \times 14 = 15,26 \text{ m}^3/\text{h}$.

Donc le débit d'installation égale à $15,26 \text{ m}^3/\text{h}$ ($4,24 \text{ l/s}$).

-Diamètre de la rampe :

$$\text{-Diamètre de la rampe : } D_R = \sqrt{\frac{4Q_R}{\pi \cdot V}}$$

Avec V : vitesse de l'écoulement à travers la rampe

Ou : $V \leq V_{ADM}$; $V_{adm} \in [0.5 \div 2.5] \text{ m/s}$

On suppos que $V = 1 \text{ m/s}$ et on calcule D_R

$$D_R = \sqrt{\frac{4 \cdot 4.24 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 1}} = 0.0735 \text{ m} = 73.50 \text{ mm}, \text{ si on prend le diamètre normaliser } (D_R = 70 \text{ mm}).$$

La nouvelle vitesse sera

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 4.24 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot (70 \cdot 10^{-3})^2} = 1.10 \text{ m/s}$$

-La conduite d'approche

La longueur de la conduite d'approche est calculée par :

$$L_{CA} = E_R \cdot Np = 18 \cdot 10 = 180 \text{ m}$$

Puisque on a deux rampes, donc le débit qui traverse la rampe est le double qui traverse la conduite d'approche $Q = 15.26 \times 2 = 30.52 \text{ m}^3/\text{h}$ ($8,48 \text{ l/s}$).

Dimensionnement théorique du réseau en fonction des données du terrain

-Perte de charge

On utilise la formule de HAZEN ET WILLIAMS exprimée par :

$$\Delta H = \frac{6.806 \cdot l \cdot Q_R^{1.852}}{CHW^{1.85} \cdot D_R^{4.87}}$$

CHW dépend de la nature de la conduite

Tableau 33: coefficient de HAZEN et WILLIAMS

Nature de la conduite	CHW
P.V.C	150
Extrêmement lisse et droit	140
Très lisse	130
Bois lisse	120
Parois vitrifiées	110
Aciers revêtés en service	100
Fonte en service	95
Tuyau en service (mauvais état)	60 à 80
Petits tuyaux à surface granuleuse	40 à 50
Acier galvanisé	136

On prend CHW = 130 (tuyau très lisse en PE).

$$\Delta H_t = \Delta H_{AP} + \Delta H_{ram}$$

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 34 : Résultat actuelle d'aspersion

Paramètres	Rampe
Longueur (m)	144
Diamètre (mm)	70
Débit (m ³ /h)	13
Perte de charge (m)	1.55

Dimensionnement théorique du réseau en fonction des données du terrain

Tableau 35 : Résultat de calcul pratique d'aspersion

Paramètres	Canalisation d'approche	Rampe
Longueur (m)	180	161
Diamètre (mm)	70	70
Débit (m ³ /h)	30.52	15.26
Perte de charge (m)	9.38	2.29

$$\Delta H_t = 9.38 + 2.29 = 11.67 \text{ m}$$

Pression à la tête de la parcelle:

C'est la pression nécessaire pour le bon fonctionnement du dernier asperseur.

$$H = H_1 + H_2 + H_3$$

H : pression à la tête de la parcelle.

H1 : pression nécessaire pour le bon fonctionnement d'un asperseur (4bar).

H2 : perte de charge totale de la rampe

H3 : la dénivelée. (0m. Terrain plat)

$$H = 40 + 11.67 + 0 = 61.67 \text{ m.}$$

$$P = 6 \text{ bars.}$$

Dimensionnement théorique du réseau en fonction des données du terrain

Conclusion

Le calcul du réseau d'irrigation par aspersion va nous permettre de faire une comparaison avec les caractéristiques actuelles du réseau existant.

Chapitre 04

Comparaison entre les données théoriques et résultats d'enquête

Introduction

Dans ce chapitre nous essayons de faire une comparaison entre la théorie et la pratique d'irrigation sur terrain, Cette comparaison comprend, la conduite d'arrosage, et le dimensionnement du réseau en place.

La confrontation sert à découvrir les points de dysfonctionnement et à expliquer les défaillances afin d'aboutir à un remède adéquat.

IV-1/ La conduite d'irrigation.

Les critères de comparaison à étudier : la dose, la fréquence et la durée d'arrosage.

Le tableau ci-dessous donne une approche sur la conduite de l'arrosage.

Tableau 36: conduites d'arrosage d'irrigation par aspersion.

Paramètres	Théorie	Pratique
Dose d'arrosage (mm)	24	N'est pas estimée
Fréquence d'arrosage (jour)	6 fois par mois	Tous les jours
Nombre de postes	10 postes	16 postes
Durée d'arrosage (heures/poste)	4.7 heures /poste	4 heures /poste
Pluviométrie horaire mm/h	5.84	4.17

D'après le tableau ci-dessus on remarque que :

- la fréquence d'arrosage est supérieure à celle théorique.
- la durée d'arrosage est supérieure à celle pratique.
- la pluviométrie horaire coïncide avec celle pratique.

IV-2 / Technique d'arrosage.

La technique d'arrosage comprend :

L'espacement choisi, le nombre d'asperseurs, débit des asperseurs, longueur de la rampe, débit d'installationetc.

Le tableau ci-dessous nous donne la synthèse suivante.

Comparaison entre les données théoriques et résultats d'enquête

Tableau 37: techniques d'arrosage de l'irrigation par aspersion

Paramètre	Théorie	Pratique
Espacement choisi (m*m)	12*18	6 *6
Nombre d'asperseurs	14 asperseurs	24 asperseurs
Débit d'asperseur m³/h	1,09	0.15
Portée du jet (m)	14.7	12.4
Longueur de la rampe (m)	161	144
Débit d'installation m³/h	15.26	13
Diamètre de la rampe (mm)	70	70
Perte de charge (m)	2.29	1.55

On conclue d'après le tableau ci-dessus :

- Le nombre d'asperseur est supérieur à celui théorique.
 - le débit de l'asperseur calculée est supérieur à celui utilisé en revanche la porté du jet ne permet pas un recouvrement.
 - les pertes de charge sont supérieures à celle calculées avec les données pratiques.
 - Au vu de ces résultats on peut conclure que le diagnostic du réseau à permis de relever plusieurs aspects négatifs qui explique le gaspillage et la mauvaise gestion de l'irrigation.
- Le plus frappant sur le terrain c'est les faibles écartements entre les rampes et asperseurs 6*6 or en théorie il devrait être de 12*18, ceci entraine donc un recouvrement important d'autant plus que les asperseurs sont à double buse .sur le terrain on remarque que le sol à la surface dépasse la saturation et on observe des flaques d'eau.
- En extrémité des parcelles le jet des asperseurs atteint les pistes car l'écartement à ce niveau n'est pas corrigé.
- La durée d'arrosage est plus grande dans nos calculs théoriques ainsi que la pluviométrie horaire mais cela ne peut affecter l'uniformité et l'effcience de l'arrosage car les écartements sont plus importants et donc assure un recouvrement optimal.
- La longueur des rampes adoptée par l'agriculteur ne coïncide pas forcément avec la dimension de la parcelle, en effet il ne dispose que de quelques rampes mobiles qui lui assurent une longueur de 144m au lieu de 161m trouvé dans les calculs.

Comparaison entre les données théoriques et résultats d'enquête

Pour le même type d'asperseur le catalogue donne une longueur de portée plus grande que celle mesurée sur le terrain ceci est du certainement à la variation de pression le long de la rampe .le nivellement et l'alignement des rampes n'étant pas très correctes.

L'irrigation de la parcelle est gérée par deux ouvriers qui doivent déplacer les rampes toutes les 4 heures. Le travail est pénible car manuel ; l'inconvénient les sols sont saturés et les déplacements des ouvriers entraînent très souvent des tassements du sol qui vont très probablement entraîner une diminution de la perméabilité.

Comparaison entre les données théoriques et résultats d'enquête

Conclusion

Les observations et calcul fait sur le réseau d'irrigation à la parcelle montre que la gestion ou la conduite de l'irrigation est mauvaise .le but principal de l'agriculteur est de saturée le sol ce qui est en contradiction totale de l'utilisation de l'irrigation par aspersion méthode économe en eau.

Ce constat est déplorable vu le manque de ressource en eau qui se fait sentir chaque année.

Les volumes d'eau utilisés sont importants mais l'ONID ne perçoit que très peu d'argent, les compteurs d'eau sont parfois inexistants.

Chapitre 05

Introduction

Dans ce chapitre nous essayons de donner quelques recommandations sur la borne d'irrigation, la pratique d'irrigation (déclenchement et arrêt d'irrigation, dose apportée.etc), sur la technique (entretien du matériel mobile, entretien du réseau ...etc) et autres.

VI-1 /Pilotage de l'irrigation.

L'utilisation d'un réseau d'irrigation par aspersion par un agriculteur ne signifie pas pour autant une réduction de sa consommation en eau. Pour faire face au risque d'une sous irrigation, les agriculteurs ont tendance à sur irriguer. Nous proposons de donner aux agriculteurs les informations indispensables pour un pilotage fin des irrigations.

Des travaux ont été réalisés par différents organismes de recherche et développement visant à proposer aux agriculteurs des méthodes de pilotage de leur irrigation (méthodes permettant de juger de l'opportunité d'irriguer). Parmi ces méthodes le tensiomètre et la méthode du bilan hydrique sont considérées comme étant les plus opérationnelles.

VI-1-1/ Le tensiomètre

Le tensiomètre lit la tension ou la succion de l'eau dans le sol, en centibars. Plus la tension est élevée, plus le sol est sec. Le tensiomètre est constitué d'un tube en plastique fermé par une bougie en céramique perméable à une extrémité et un manomètre à l'autre. Le tube est rempli d'eau et fermé hermétiquement. Quand la bougie de céramique vient en équilibre avec le sol environnant, le manomètre enregistre la tension de l'eau dans le sol.

Il faut installer les tensiomètres avec soin pour s'assurer que la bougie en céramique soit bien en contact avec le sol. Forer un trou de la profondeur adéquate à l'aide d'une tarière. Remplir le sol d'une bouillie composée d'eau et de terre. Pousser l'appareil jusqu'au fond du trou.

Recommandation



Figure 23: tensiomètre à manomètre.

Tableau 38: lecture du manomètre du tensiomètre

Lecture en centibars	Interprétation
0	Le sol est saturé
5-10	Capacité de rétention pour des sols à texture grossière
10-15	Capacité de rétention pour des sols à texture fine
75	Limite supérieure au manomètre : 80 % d'eau épuisée dans les sols à texture grossière, ou 25 % d'eau épuisée dans les sols à texture fine

L'entretien courant est important. Il faut faire l'appoint de liquide dans le tube et extraire les bulles d'air avec une pompe à main. Il faut parfois de un à deux ans d'expérience avant d'obtenir des résultats auxquels on peut se fier.

VI-1-2/ Autres instruments.

- Pédohygromètres (dont la sonde d'appellation commerciale Watermark)

Ce sont des sondes mesurant la tension de l'eau en centibars, comme les tensiomètres. Watermark est l'une des appellations commerciales de ce type de sonde. Le Watermark mesure la résistance électrique du courant passant entre des électrodes enfoncées dans une matière semblable à du sable fin entourée d'un matériel synthétique poreux.

Les sondes Watermark et autres doivent être installées avec soin pour s'assurer d'un bon contact avec le sol. Forer un trou de la profondeur adéquate à l'aide d'une tarière. Remplir le sol d'une bouillie composée d'eau et de terre. Pousser l'appareil jusqu'au

Recommandation

fond du trou, en laissant les fils rattachés au-dessus de la surface du sol. Replacer la terre au-dessus de l'appareil et tasser fermement en place. Marquer l'emplacement d'un drapeau pour y avoir aisément accès. Relier les fils à un lecteur numérique à main pour lire les résultats.

Les sondes peuvent être installées à n'importe quelle profondeur dans le sol et elles devraient être par groupe de deux. Comme il faut un bon contact avec le sol, elles ne conviennent pas dans une terre graveleuse, sablonneuse ou tourbeuse.



Figure 24: Watermark

- Réflectomètres temporels (TDR)

La réflectométrie à dimension temporelle est une façon relativement nouvelle de mesurer l'humidité du sol. Des sondes installées dans le sol mesurent la vitesse des ondes électromagnétiques. Ces ondes sont ralenties par l'humidité dans le sol. Ces mesures sont très précises et ces instruments sont calibrés par le fabricant.

La technologie TDR repose sur du matériel électronique complexe et coûteux. C'est encore un outil de recherche, mais les prix sont de plus en plus abordables.



Figure 25: Sonde Gro.pointMC

Recommandation

Sonde Gro.PointMC: la sonde est basée sur la TDR et elle est fabriquée au Canada par Environmental Sensors Inc. La sonde Gro.PointMC est enterrée dans le sol à la profondeur désirée et elle est facile à utiliser et à installer. Une unité d'affichage convertit le signal de sortie du capteur directement en pourcentage de mesure du volume d'humidité.



Figure 26 :Humidimètre FieldScout TDR 300

Humidimètre FieldScout TDR 300: c'est un humidimètre portatif monté sur tige, avec un enregistreur de données intégré qui permet de prendre des mesures partout dans le champ. Le FieldScout donne des résultats presque instantanément.

VI-2 / Borne d'irrigation.

Pour éviter le gaspillage inapproprié, seul l'utilisation de compteurs permet d'estimer le débit distribué par les agriculteurs.

Une fenêtre sera ainsi découpée dans le couvercle de la borne d'irrigation afin de donner un accès visuel au compteur à l'agriculteur. Pour éviter les risques de détérioration, la fenêtre sera recouverte par une grille.

Un piquage pour un manomètre sera mis en place à l'extérieur de la borne d'irrigation Pour que l'agriculteur puisse suivre la pression qu'il reçoit ou qu'il utilise.

Une formation sera organisée pour apprendre aux agriculteurs à lire la pression et les débits ainsi qu'à interpréter les mesures réalisées.

VI-3/ Entretien du réseau d'irrigation

Un bon entretien des systèmes d'irrigation est indispensable si on veut maintenir le potentiel d'économie d'eau et éviter le gaspillage qui se manifeste comme suite :

- 1) surveiller de la qualité des eaux.
- 2) Contrôle du débit: Le débit d'une installation doit être vérifié régulièrement.

Une diminution de débit peut avoir plusieurs causes :

Recommandation

-anomalie du système de mise en pression ou de régulation.

-encrassement excessif des filtres.

-bouchage partiel des distributeurs.

3) observer de façon continue l'état du matérielle.

4) Remplacement des joints fissurés

VI-3-1/ Irrigation par aspersion.

Dans la couverture partielle, l'entretien des asperseurs est une étape primordiale, il s'agit de :

1) Vérifier l'usure des buses.

2) Remplacer toutes les buses en laiton usés.

3) remplacer toutes les buses en plastique fissurées, craquelées ou usée.

4) vérifier la rotation de chaque asperseur en poussant le bras vers la droite de 10 cm puis en le libérant.

5) la tête de l'asperseur doit se déplacer librement et sans à-coups sur plusieurs centimètres. Reprendre la manœuvre et s'assurer que la rotation est la même chaque fois que l'asperseur est libéré. S'il n'est pas animé d'un mouvement uniforme, remplacer la tête de l'asperseur.

Conclusion

Il n'y pas une méthode type d'irrigation, Chaque projet doit être bien réfléchi et quelque soit le système choisi, la gestion du pilotage de l'irrigation doit être rigoureuse et régulière.

CONCLUSION GENERALE

A la fin de ce travail on peut conclure

- le périmètre de le Mitidja ouest tranche II, est riche en ressources d'eau superficielle (eau du barrage) et également les eaux souterraines.

L'étude climatique montre qu'on est dans la limite du sub- humide, donc l'irrigation est indispensable.

- Les eaux de barrages de Bouroumi «El-Mostakbal » sont de classe C₃, moyennement salées, donc elles n'ont pas beaucoup d'effet sur les cultures tolérantes.
- La pratique d'irrigation se fait le plus souvent par expérience, l'uniformité d'arrosage est inexistante, l'appréciation de l'humidité se fait en touchant le sol, l'estimation des doses apportées n'existe pas ou la pratique est conditionnée tout le temps par la quantité d'eau disponible.
- Suite aux confrontations pratiques –théorique nous avons proposé des améliorations de la situation.
 - pour la pratique d'irrigation la meilleure méthode est d'utiliser le pilotage par tensiomètre, vu sa facilité à réaliser, sa malléabilité, et sa fiabilité.
 - Une étude de faisabilité de la tensiométrie est à réaliser.
 - vu les dimensionnes proposées on aboutie à une économie d'eau, une uniformité d'arrosage et un déplacement de matériel réduit.
 - l'utilisation des techniques d'irrigation nécessite un entretien périodique en tenant compte de la qualité des eaux utilisées.
 - une vulgarisation périodique par les chambres d'agriculteurs et les associations des irrigants est indispensable.
 - peut être que le pilotage d'irrigation n'est pas la méthode idéal, vue autres techniques plus sophistiqué mais c'est départ et une étape importante à une bonne métrisé des techniques d'irrigation.

Bibliographie

JEAN ROBERT TIERCELIN, 1978 : Traité d'irrigation, technique et documentation
.France,

MEJDBOUR FATIMA : étude d'irrigation d'une parcelle située au secteur C dans la
Mitidja ouest tranche II par Micro-irrigation.

Ollier.CH et Poirée.M 1981:Irrigation, les réseaux d'irrigation théorie, technique et
économie des arrosages,Eyrolles;

ANNUAIRE DE LA Mitidja Ouest, 2004; présenté par L'ONID de AHMAR EL AIN.

Sitographie

www.cnrs.fr

www.search.gov.on.ca

www.eau.ma.

www.rennes.supelec.fr/ren/perso/mmathieu/algerie/laba_045/blida_planptt.html

www.inra.fr/Internet/Directions/DIC/presinra/SAQfiches/irrigauto.htm

www.ducouret.fr/Irrifrance/couverture.htm

www.omafra.gov.on.ca/french/crops/hort/news/hortmatt/2005/14hrt05a4.htm

www.ideorg.org/fr/html/gallery/drip.html

www.irrigaronne.fr/agri.htm.

Ag.info@omaf.gov.on.ca

www.isf.-iai.be

www.agr.gc.ca

www.iave.ca.ma

ANNEXES

I) Classification des eaux d'irrigation :

Essentiellement toutes les eaux d'irrigation contiennent des sels dissous. Plusieurs de ces sels sont bénéfiques pour la croissance des cultures, mais quelques uns peuvent être phytotoxiques; on classifie la qualité de l'eau en fonction des sels solubles qu'elle contient :

-Les principaux critères d'évaluation de la qualité de l'eau d'irrigation sont :

Sa salinité, son alcalinité, sa dureté, son PH, sa concentration en Sodium et en éléments qui peuvent être toxiques (bore par exemple ...etc.).

I-1 classification de l' U.S.D.A.

Proposée par le United States Département of Agriculture (U, S, D, A)

Elle est probablement la plus utilisée aux U.S.A., elle fait l'objet de nombreuses vérifications dans les Etats de l'Ouest.

.Elle se base sur trois critères :

-la conductivité électrique (teneur en sels).

-le SAR.

-la teneur en bore.

Teneur en sels :

Le degré de salinité est indiqué en terme de conductivité électrique qui est une mesure facile à obtenir (taux de sels dans l'eau élevé => conductivité élevée).

***Classe C1, CE entre 0 et 250µmhos/cm**

Eau à faible salinité. Elle peut être utilisée pour la plus part des cultures sur la plus part des sols et il est peu probable qu'elle provoque des difficultés. Un certain lessivage est nécessaire mais celui-ci fait partie des pratiques normales d'irrigation, sauf sur les sols de très faible perméabilité.

***Classe C2, CE entre 250 et 750 µmhos/cm**

Eau de salinité moyenne. Elle peut être utilisée, s'il se produit un lessivage modéré. Les plantes ayant une résistance modérée au sel peuvent être cultivée dans la plus part des cas, sans qu'il soit nécessaire de prendre des précautions spéciales pour abaisser la salinité.

***Classe C3, CE entre 750 et 2250 $\mu\text{mhos/cm}$ (0,5-1,5 g/l)**

Eau à forte salinité .Elle ne peut pas être utilisée sur des sols faiblement drainés. Même lorsque le drainage est suffisant, il est nécessaire de prendre des dispositions spéciales pour abaisser la salinité et on doit choisir des plantes ayant une forte résistance au sel.

***Classe C4, CE entre 2250 et 5000 $\mu\text{mhos/cm}$ (1,5-3 g/l)**

Eau à très forte salinité. Elle ne convient pas à l'irrigation dans des conditions ordinaires; mais peut être utilisée occasionnellement dans des conditions très particulières. Les sols doivent être perméables, le drainage doit être suffisant, l'eau d'irrigation doit être appliquée à volonté pour provoquer un lessivage très important, et il faut pratiquer des cultures extrêmement résistantes au sel.

Teneur en sodium

Parmi les sels dissous dans l'eau, le sodium (Na) requiert plus d'attention. De hautes concentrations en sodium peuvent être dommageable pour les cultures en modifiant les conditions physiques du sol.

L'analyse de la concentration du sodium dans l'eau d'irrigation ne peut être fait seule, en effet, l'influence du sodium dépend des concentrations en calcium et en magnésium. il s'agit du ratio d'adsorption du sodium par le sol, la SAR (sodium adsorption ratio).

On utilise le SAR pour classifier les risques reliés au sodium dans les sources d'eau d'irrigation. L'eau caractérisée par un SAR supérieur à 10 aura tendance à produire une accumulation de sodium dans le sol. Le sodium agit au niveau de la défloculation du sol argileux ce qui entraîne une diminution de la macroporosité, et du taux d'infiltration de l'eau. A l'aide du SAR, on divise les eaux d'irrigation en quatre classes. La classification est basée principalement sur l'effet du sodium sur les conditions physiques du sol.

Classe S1 :

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

Classe S2 :

L'eau contenant une quantité moyenne de sodium peut présenter quelques difficultés dans les sols à texture fine .Ces eaux peuvent être utilisées sur des sols à texture grossière ou sur des sols organiques qui absorbent bien l'eau.

Classe S3 :

Les eaux contenant une quantité élevée de sodium peuvent provoquer des difficultés dans la plus part des sols et ne peuvent être employées qu'avec des précautions spéciales : bon drainage, lessivage important et addition de matières organiques .S'il n'y pas de gypse, il faut en ajouter un amendement chimique exerçant le même effet.

Classe S4 :

L'eau contenant une quantité très élevée de sodium, est généralement impropre à l'irrigation, sauf pour un degré de salinité moyenne ou faible, lorsque l'usage du gypse ou amendements analogues permet l'utilisation.

I-2 Classification de Christiansen et al. (1977)

C'est une classification fondée sur sept critères :

-la conductivité électrique.

-le pourcentage en Na

-le SAR

-la teneur en Na_2CO_3

-la teneur en Cl^- .

-la salinité effective : ES.

-la teneur en Bore.

Les différentes classes sont représentées dans le tableau ci-dessous

Tableau 1

Classe	CE mmhos/cm	Na en %	SAR	Na ₂ CO ₃ en méq/l	Cl ⁻ en méq/l	ES en méq/l	Bore en ppm
1	0,5	40	3	0,5	3	4	0,5
2	1,0	60	6	1,0	6	8	1,0
3	2,0	70	9	2,0	10	16	2,0
4	3,0	80	12	3,0	15	24	3,0
5	4,0	90	15	4,0	20	32	4,0
6	Valeurs supérieures aux limites de 5						

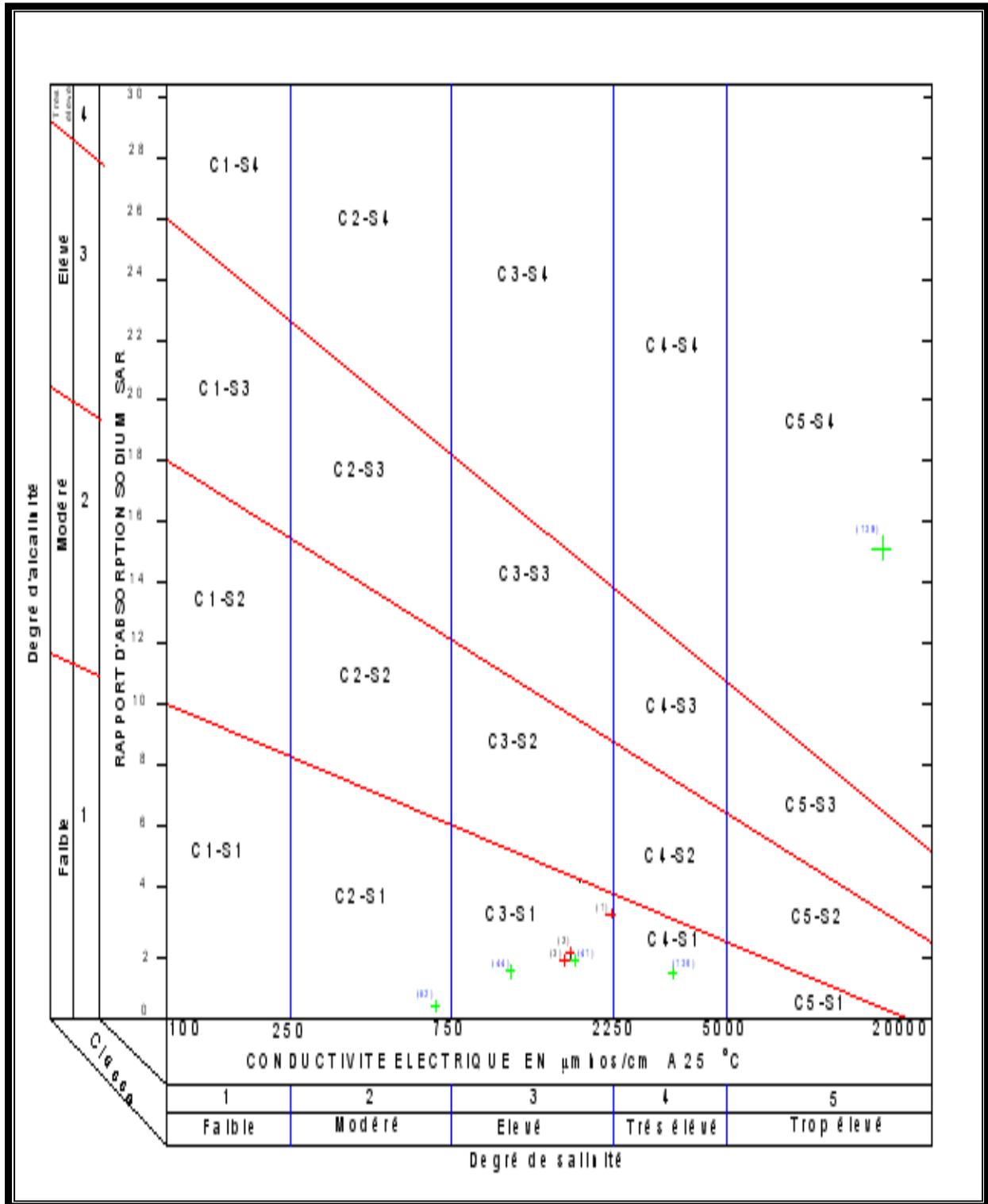


Figure 1 : Diagramme de salinité selon la classification de l'USDA[1]



SERIE 46HPLUS / 46WHPLUS

3/4'' (20/27) mâle – Arroseurs cercle complet

- Arroseur plastique mono buse ou double buse pour couverture intégrale et d'autres applications agricoles
- Buse plastique avant « Portée + » à guide jet intégré
- Buses arrière plastiques 20°
- Manchon H pour une meilleure durée de vie

Cet arroseur a été conçu pour tout type d'irrigation agricole : couvertures intégrales, systèmes permanents, arrosage sur frondaison des vergers et pour des écartements moyens à grands. Les pièces principales sont injectées en Drelin™, matériau assurant une excellente résistance à l'usure ainsi qu'une grande longévité. La buse avant (motrice) en plastique avec guide jet incorporé assure d'excellentes portées même en conditions ventées. Le modèle « W » possède un bouchon plastique.

Spécifications :

Filetage : 3/4'' (20x27) mâle

Angle de trajectoire : 23°

Matériaux :

Corps : Delrin™

Bras : Delrin™

Manchon : Delrin™

Tube d'amenée d'eau : Delrin™

Ressorts : acier inoxydable

Caractéristiques de l'asperseur

Diamètre de la buse	3,0 BAR		3,5 BAR		4,0 BAR		4,5 BAR		5,0 BAR		5,5 BAR	
	Porté (m)	Débit m ³ /h										
5/32'' =3,97mm	13,5	1,12	14,0	1,18	14,0	1,25	14,5	1,33	14,5	1,40	14,5	1,48
11/64''=4,36mm	14,0	1,38	14,5	1,45	15,0	1,51	15,5	1,63	15,5	1,73	15,5	1,84
3/16''=4,76mm	14,5	1,55	15,0	1,68	15,5	1,80	16,0	1,90	16,5	2,00	17,0	2,10
13/64''=5,16mm	15,5	1,81	16,0	1,93	16,5	2,06	17,0	2,18	17,2	2,30	17,5	2,41
7/32''=5,56mm	16,0	2,05	16,5	2,17	17,0	2,33	17,5	2,45	18,0	2,55	18,5	2,66

ABRICOTIER		
L'ALIMENTATION HYDRIQUE DOIT ETRE MAINTENUE APRES RECOLTE AFIN DE MIEUX PREPARER LA SAISON SUIVANTE.		
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
FLORAISON	PETITS FRUITS	0,4
PETITS FRUITS	RECOLTE	0,6
RECOLTE	FIN ETE	0,4

AIL		
• POINTE DE CONSOMMATION PENANT LA PHASE DE GROSSISSEMENT DES BULBES. LES BESOINS EN EAU ETANT ALORS VOISINS DE L'ETP.		
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
FIN LEEVEE	FORMATION BULBE	0,5
FORMATION BULBE	GROSSISSEMENT MAXI	0,9
GROSSISSEMENT MAXI	20J AVANT RECOLTE	0,6
20J AVANT RECOLTE	RECOLTE	0

COURGETTE		
LES BESOINS EN EAU SONT MAXIMA PENDANT LA PHASE DE GROSSISSEMENT DES FRUITS ET PEUVENT ATTEINDRE LE NIVEAU DE L'ETP (6 MM/JOUR).		
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
PLANTATION	FLORAISON	0,5
FLORAISON	MI RECOLTE	1
MI RECOLTE	FIN RECOLTE	0,7

ARTICHAUT		
FORTES CONSOMMATIONS D'EAU DUES A LA LONGUEUR DU CYCLE VEGETATIF ET A L'IMPORTANCE DU DEVELOPPEMENT FOLIAIRE DE LA PLANTE. POINTE SE SITUANT A LA FIN DE MONTEE DES CAPITULES, AVANT LA PREMIERE RECOLTE.		
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
PLANTATION REPRISE (P-R)	2 MOIS APRES P-R	0,5
2 MOIS APRES P-R	MONTEE DES CAPITULES	0,6
MONTEE DES CAPITULES	15J AVANT 1ERE RECOLTE	0,8
15J AVANT 1ERE RECOLTE	FIN 1ERE RECOLTE	1,1
FIN 1ERE RECOLTE	FIN 2EME RECOLTE	1,2

UBERGINE		
CONSOMMATION EN EAU RELATIVEMENT CONSTANTE DANS LE TEMPS, LE COEFFICIENT CULTURAL CROIT REGULIEREMENT POUR ATTEINDRE 90 % EN DEBUT DE RECOLTE.		
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
PLANTATION	DEBUT FLORAISON	0,5
DEBUT FLORAISON	CROISSANCE 3e ETAGE	0,6
CROISSANCE 3e ETAGE	MI RECOLTE	0,9
MI RECOLTE	FIN CULTURE	0,6

BETTERAVE		
PENDANT LA FORMATION DES RACINES, LA CONSOMMATION ATTEINT ET PEUT MEME DEPASSER LE NIVEAU DE L'ETP.		
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
SEMIS	30J APRES	0,5
30 J APRES	DEBUT TUBERISATION	0,7
DEBUT TUBERISATION	RECOLTE	1

CAROTTE		
PENDANT LE PREMIER MOIS APRES LE SEMIS, FAIBLES APPORTS FREQUENTS.		
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
SEMIS	30J APRES	0,5
30J APRES	RECOLTE	1

CEREALES PAILLE		
MALGRE DE BONNES RESERVES EN EAU DANS LES SOLS, ENTRE LA CROISSANCE ET LA MONTAISON, IL CONVIENT DE SUIVRE DE PRES LES BILANS HYDRIQUES A CE STADE.		
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
CROISSANCE	MONTAISON	1,15
MONTAISON	FIN DU STADE LAITEUX	1
FIN DE STADE LAITEUX	15J AVANT RECOLTE	0,7

CHOU-FLEUR		
CONSOMMATION REGULIERE AVEC POINTE PASSAGERE, MAIS MARQUEE, A L'APPARITION DES INFLORESCENCES.		
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc

PLANTATION	APPARITION INFLORESCENCES	0,5
APPARITION INFLORESCENCES	DEBUT FORMATION CHOU	1
DEBUT FORMATION CHOU	RECOLTE	1,3

COURGETTE	LES BESOINS EN EAU SONT MAXIMA PENDANT LA PHASE DE GROSSISSEMENT DES FRUITS ET PEUVENT ATTEINDRE LE NIVEAU DE L'ETP (6 MM/JOUR).	
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
PLANTATION	FLORAISON	0,5
FLORAISON	MI RECOLTE	1
MI RECOLTE	FIN RECOLTE	0,7

HARICOT	CONSOMMATION D'EAU CROISSANT REGULIEREMENT ET ATTEIGNANT L'ETP PENDANT LA RECOLTE.	
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
30J APRES LEVEE	FLORAISON	0,6
FLORAISON	FORMATION GOUSSESAGE	0,8
FORMATION GOUSSESAGE	RECOLTE	1
LUZERNE FETUQUE DACTYLE		
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
REPRISE VEGETATIFS	20J APRES COUPE 1	1
20J APRES COUPE 1	10J APRES COUPE 2	0,9
10J APRES COUPE 2	10J APRES COUPE 4	0,7

MAIS	IRRIGATION POUVANT ETRE LIMITEE DU 20/6 AU 20/8 ; DEBUT D'INTERVENTION IMPERATIF A PARTIR DU STADE APEX A 15-20 CM DE HAUTEUR DE LA TIGE. POSSIBILITE D'IRRIGATION QUASI-SYSTEMATIQUE A RAISON DE 50 MM PAR DECADE ENTRE 20/6 ET 20/8 EN SOL CAPABLE DE LIBERER 100 MM PENDANT CETTE PERIODE (A DEDUIRE PLUIES SUPERIEURS A 20 MM PAR DECADE).	
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
SEMIS-LEVEE	1 MOIS APRES	0,5
1 MOIS APRES	MONTAISON	0,7
MONTAISON	10J APRES FLEUR MALE	1,2
10J APRES FLEUR MALE	FLORAISON FEMELLE	1,1
FLORAISON FEMELLE	FIN STADE LAITEUX	0,9
MELON	LE COEFFICIENT CROIT REGULIEREMENT POUR ATTEINDRE 100 % EN PERIODE DE FORTE DEMANDE.	
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
PLANTATION	DEBUT FLORAISON	0,4
DEBUT FLORAISON	NOUAISON	0,6
NOUAISON	GROSSISSEMENT FRUITS	1
GROSSISSEMENT FRUITS	EN COURS DE RECOLTE	0,65
OIGNON	LES BESOINS EN EAU DEPASSENT L'ETP PEU APRES LE DEBUT DE LA MATURITE.	
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
LEVEE	30J APRES	0,6
30J APRES	60J APRES	0,8
60J APRES	DEBUT MATURITE	1
DEBUT MATURITE	20J AVANT RECOLTE	1,1
20J AVANT RECOLTE	RECOLTE	0,5

OLIVIER	EN MAI-JUIN LES ARROSAGES FAVORISENT LA FLORAISON ET LA NOUAISON. PENDANT LE GROSSISSEMENT DU FRUIT (AOUT-SEPTEMBRE) LES CONSOMMATIONS EN EAU SE MAINTIENNENT A UN NIVEAU RELATIVEMENT ELEVE.	
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
REPRISE VEGETATION	FIN NOUAISON	0,5
FIN NOUAISON	30J APRES NOUAISON	0,7
30J APRES NOUAISON	60J APRES NOUAISON	0,8
60J APRES NOUAISON	30J AVANT RECOLTE	0,5
PECHER SOL NU	CONSOMMATION ASSEZ REGULIERE DE MAI A AOUT. EVITER TOUT RISQUE DE DEFICIT HYDRIQUE PENDANT LA PERIODE DE GROSSISSEMENT DES FRUITS. REDUIRE LE NIVEAU D'ALIMENTATION EN EAU UNE QUINZAINE DE JOURS AVANT LA RECOLTE.	
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc

FLORAISON	JEUNES FRUITS	0,5
JEUNES FRUITS	FRUITS FORMES DEBUT COLORATION	0,8
FRUITS FORMES DEBUT COLORATION	RECOLTE	0,6
POIRIER SOL NU	CONSOMMATION EN EAU IMPORTANTE DANS LA PHASE GROSSISSEMENT DES PETITS FRUITS.	
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
FLORAISON	JEUNES FRUITS	0,6
JEUNES FRUITS	FRUITS FORMES DEBUT	0,8
JEUNES FRUITS	FRUITS FORMES FIN	0,9
FRUITS FORMES	RECOLTE	0,6
POIVRON	CONSOMMATION EN EAU SE RAPPROCHANT DE L'ETP PENDANT LA PHASE DE GROSSISSEMENT DES FRUITS.	
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
PLANTATION	DEBUT FLORAISON	0,5
DEBUT FLORAISON	CROISSANCE 3e ETAGE	0,6
CROISSANCE 3e ETAGE	MI RECOLTE	0,7
MI RECOLTE	FIN RECOLTE	0,6
POMME DE TERRE	CONSOMMATION IMPORTANTE PENDANT LA TUBERISATION QUI EST UNE PHASE DE SENSIBILITE.	
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
LEVEE	CROISSANCE (20J APRES)	0,5
CROISSANCE (20J APRES)	FIN TUBERISATION	1,1
FIN TUBERISATION	20J AVANT RECOLTE	0,8
20J AVANT RECOLTE	RECOLTE	0
POMMIER SOL NU	CONSOMMATION EN EAU CROISSANT REGULIEREMENT DE DEBUT MAI A FIN JUILLET PUIS DIMINUANT PROGRESSIVEMENT DE DEBUT AOÛT A FIN SEPTEMBRE.	
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
FLORAISON	JEUNES FRUITS	0,6
JEUNES FRUITS	FRUITS FORMES DEBUT	0,8
JEUNES FRUITS	FRUITS FORMES FIN	0,9
FRUITS FORMES	RECOLTE	0,6
RAISIN DE TABLE	LES CONSOMMATIONS EN EAU LES PLUS IMPORTANTES SE SITUENT ENTRE LA FERMETURE DE LA GRAPPE ET LA VERAISON.	
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
DEBOURREMENT	FEUILLES ETALEES	0,1
FEUILLES ETALEES	FLORAISON	0,2
FLORAISON	VERAISON	0,4
VERAISON	DEBUT RECOLTE	0,2
SALADE D'ETE	LES APPORTS D'EAU DEVRONT ETRE ASSEZ FREQUENTS.	
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
PLANTATION	DEBUT CROISSANCE ACTIVE	0,4
DEBUT CROISSANCE ACTIVE	RECOLTE	0,7
SORGHO	EN PHASE DE CONSOMMATION ACTIVE LES BESOINS DEPASSENT NETTEMENT L'ETP ; UNE RESTRICTION A CE NIVEAU DIMINUE FORTEMENT LES RENDEMENTS.	
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
SEMIS-LEVEE	20J APRES	0,5
20J APRES	40J APRES LEVEE	0,8
40J APRES LEVEE	80J APRES LEVEE	1,2
80J APRES LEVEE	40J AVANT RECOLTE	1
40J AVANT RECOLTE	10J AVANT RECOLTE	0,8
TOMATE	CONSOMMATION D'EAU IMPORTANTE PENDANT LE GROSSISSEMENT DES FRUITS, EN BAISSSE MAIS TOUTEFOIS PROCHE DE L'ETP PENDANT LA PHASE DE MATURITE.	
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
PLANTATION	REPRISE	0,2
REPRISE	FLORAISON 3e BOUQUET	0,6
FLORAISON 3e BOUQUET	MI RECOLTE	0,9
MI RECOLTE	FIN CULTURE	0,7