

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

ÉCOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE - ARBAOUI Abdelah -

DEPARTEMENT DES GENIE DE L'EAU

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

OPTION : Conception des Systèmes d'Irrigation et de Drainage

THEME :

**DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU D'IRRIGATION PAR
ASPERSION A PARTIR DES EAUX DU BARRAGE
TILSDIT (W.BOUIRA)**

Présenté par :

M^r: HAMOUCHE Ahmed

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Prénom et NOM	Grade	Qualité
Mr. M. MESSAHEL	M C	Président
Mme L.S BAHBOUH	M A.A	Examinatrice
Mme H. BOUCHAMA	M A.A	Examinatrice
Mme S.HARKAT	M A.B	Examinatrice
Mr. A. AYAD	M A.A	Examineur
Mr. M.N.CHABACA	M C.A	Promoteur

September 2012

Dédicace :

Je dédie ce modeste travail,

-A mes chers parents, essayant ainsi de m'exprimer toute ma gratitude pour tout ce que vous m'avez apporté.

-A mes sœurs

-A mes frères

-A toute ma famille

-A tous mes amis et collègues de l'École Nationale Supérieure de l'Hydraulique, avec lesquels j'ai été pendant mes études, sans oublier mes amis ailleurs.

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, je tiens tout d'abord à remercier les personnels de la DHW de la wilaya de BOUIRA,

Ensuite, mes vifs remerciements sont destinés aussi à mon encadreur M^e CHABACA MOHAMED NACER qui a fait preuve de coopération, de patience et de disponibilité à mon égard.

Les conseils de ces personnes m'ont permis de mener à bien mon mémoire fin d'étude.

Mes sincères remerciements vont également à l'ensemble des enseignants de l'ENSH pour leur dévouement dans les formations didactique et appréciable qu'ils assurent durant tout notre cursus.

Je remercie d'avance les membres de jury de bien avoir accepté d'examiner ce travail.

Enfin je remercie tous qui ont porté leur assistance de près ou de loin tout au long de mon travail

M.HAMOUCHE

المخلص:

في لقدامطقونا هفي كالتقن هذا العمل بدراسة عامة (مناخ، التربة و الماء...) حول المنطقة التي سننجز فيها مشروعنا.

اذن الهدف من هذا العمل يندرج في إيطار انجاز شبكة سقي بالرشاش على نبتة القمح تقع على سهب الاصنام (البويرة)، و لهذا يجب حساب حاجة المزروعات من الماء لمردود جيد و كذا المحافظة على الثروات المائية، نوعية التربة و الماء.

وفي الاخير حساب التكاليف التقديرية و الكمية الازمة من اجل الحصول على التكلفة الاجمالية للمشروع.

Résumé

A travers ce mémoire de fin d'études, on va faire une étude générale (climat, sol, eau.....) sur la région où on va réaliser notre projet.

Donc; le but consiste à projeter un réseau d'irrigation par le système l'aspersion sur une parcelle de blé situe au périmètre du plateau d'EL ESNAM

(W.BOUIRA) ; pour cela il faut déterminer l'évapotranspiration ETP, les besoins en eau d'irrigation pour chaque culture de cette région.

En fin, une estimation du devis estimatifs et quantitatifs est nécessaire pour évaluer le coût total de notre projet

Abstract

To shortcoming this memory of end of study, one is going to make a general survey (climate, soil, water.....) on the region where one is going to achieve our project Therefore; the goal consists in projecting a network of irrigation by the system the aspersion on a parcel of wheat situates to the perimeter of the tray of EL ESNAM (W.BOUIRA); for it is necessary to determine the ETP evapotranspiration, the needs in water of irrigation for every culture of this region

In end, an evaluation of the estimate approximate and quantitative is necessary for estimated the total cost of our project.

Sommaire

Chapitre I : présentation de la zone d'étude

Introduction.....	01
I Présentation et conditions naturelles du périmètre.....	02
I.1 Présentation.....	02
I.3 La climatologie.....	03
I.3.1 Les précipitations.....	03
I.3.2 Les températures.....	05
I.3.3 L'humidité relative.....	05
I.3.4 Les vents.....	06
I.3.5 Sirocco.....	06
I.3.6 Grêle et gelée.....	06
I.3.7 Brouillard.....	07
I.3.8 l'insolation.....	07
I.3.9 Les indices climatiques.....	07
I.3.9.1 Indice d'aridité de Martonne.....	07
I.3.9.2 Quotient pluviométrique d'EMBERGER.....	08
I.3.9.3 Diagramme ombrothermique de Gaussen.....	09
I.4 Etude pédologique.....	10
I.4.1 But de l'étude pédologique.....	10
I.4.2 Perméabilité.....	16
I.5 Hydrologie.....	17
I.5.1 Réseau hydrographique.....	17
I.5.2 Etude des crues.....	17
I.5.2.1 Oueds principaux.....	18
I.5.2.2 Crues de l'Oued Zaine , de l'Oued Azerou.....	19

1). Méthodologie.....	19
2) .loi des débits de 24 h maximaux annuels.....	19
I.5.3 Homogénéité de la série pluviométrique.....	19
I.5.4 Etudes des précipitations annuelles.....	21
I.5.5 détermination de l'année de calcul.....	24
Conclusion.....	24

Chapitre II: Besoin en eau des cultures

Introduction.....	25
II.1.Calculs des besoins en eau des cultures.....	25
II.1.1 Etude agronomique.....	25
II.1.2 Choix des cultures.....	25
a. Arboriculture	26
b. Cultures maraichères.....	26
c. Culture fourragères et céréalières.....	26
II.1.3 Répartition des cultures.....	26
II.1.4 Assolement.....	29
a-Contraintes agro climatique.....	29
b-Contraintes externes.....	29
c-Contraintes internes.....	29
d-Contraintes économiques.....	29
II.2 Besoins en eau des cultures.....	29
II.2.1 Détermination de l'évapotranspiration.....	29
II.2.1.1 Définition.....	29
II.2.1.2 Méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration.....	30
II.2.1.3 Calcul de la pluie efficace.....	32
II.2.2 Détermination des besoins en eau d'irrigation.....	34
II.2.2.1 Définition.....	34

II.2.2.2 Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures.....	34
II.3 Le lessivage.....	37
II.3.1 sensibilité des plantes aux sels.....	37
II.3.2 qualité des sols.....	38
II.3.3 La qualité d'eau de barrage (Tiledit).....	38
II.3.3.1 Problème de salinité et toxicité	38
➤ Problème de salinité.....	38
➤ Problème de toxicité.....	39
III.3.3.2 CLASSIFICATION DES EAUX D'IRRIGATION.....	39
➤ Classification mondiale (F.A.O).....	39
➤ Classification américaine.....	39
✓ Pour la conductivité électrique C.E	39
✓ Pour le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R.....	39
II.3.4 les besoins en eau du lessivage.....	41
Conclusion	42

Chapitre III : Dimensionnement du réseau d'irrigation

Introduction.....	43
III.1 Les ressource en eau.....	43
○ Les ressources en eau superficielles.....	43
➤ Barrage de Tiledit	43
III.2 Le réseau hydraulique.....	46
III.2.1 La station de pompage.....	47
➤ Fonctionnement de la station de pompage.....	48
➤ Hauteur manométrique totale.....	48
➤ Estimation des p.c.t dans la conduite gravitaire.....	50
III.2.2 le bassin d'accumulation.....	51
III.2.3 Renforcement du barrage de TILEDIT à partir du barrage de TICHY-HAF.....	52
➤ Le plan du projet.....	52

III.3 plan de bornage.....	53
III.3.1 ilots d'irrigation.....	53
III.4 tracé du réseau de distribution.....	55
➤ Tracé par proximité.....	55
➤ Tracé à 1200.....	55
III.5 pression demandée aux bornes.....	55
III.6 calcul des débits à transiter par le réseau collectif.....	55
III.6.1 Débits spécifiques.....	56
III.6.2 Débits caractéristiques.....	57
III.7 Dimensionnement à la parcelle.....	57
III.7.1 Les procède d'irrigation.....	57
III.7.2 l'irrigation par aspersion.....	57
III.7.2.1 Le choix de l'équipement d'irrigation par aspersion.....	58
III.7.2.2 Critères propres à l'exploitation et l'installation.....	58
III.7.2.3 Les différents systèmes de répartition de l'eau d'irrigation par aspersion.....	58
a) Les installations fixes.....	58
b) les installations mobiles.....	59
c) les rampes mobiles.....	59
III.7.2.4 Les avantages et les inconvénients de l'aspersion.....	60
III.7.2.5 Les paramètres caractéristiques de l'irrigation par aspersion.....	61
III.8 Projection d'un système d'irrigation par aspersion sur une parcelle de Blé dur.....	66
III.8.1 Dimensionnement théorique.....	66
III.8.1.1 Le diamètre de l'ajutage.....	66
III.8.1.2 La portée du jet (L).....	66
III.8.1.3 Calcul des écartements entre les rampes et arroseurs.....	66
III.8.1.4 Calcul du débit de l'asperseur.....	67
III.8.1.5 Vérification de la pluviométrie de la buse.....	67

III.8.1.6 Le temps nécessaire pour donner une dose par 1 asperseur.....	67
III.8.1.7 Nombre D'irrigation.....	68
III.8.1.8 La durée d'une rotation d'irrigation.....	68
III.8.1.9 Volume fourni par 1 asperseur pendant 1 mois.....	68
III.8.1.10 Volume à épandre en 1 mois sur toute la parcelle.....	68
III.8.1.11 Le nombre d'asperseurs.....	68
III.8.1.12 dimensionnement de la rampe.....	68
III.8.1.13 Nombre de poste.....	69
III.8.1.14 Surface de chaque poste.....	69
III.8.1.15 Dimensionnement des canalisations.....	70
III.8.1.15.1 calcul des pertes de charge.....	70
III.8.1.15.2 Diamètre de la conduite d'approche.....	71
III.8.1.15.3 Diamètre de la rampe.....	71
III.8.2 Calcul de la pression au niveau de la borne d'alimentation (P).....	73
Conclusion.....	74

Chapitre IV : évaluation économique de projet

INTRODUCTION.....	75
IV.1 coûts des investissements.....	75
IV.1.1 Détermination des frais d'amortissement.....	75
IV.1.2 Coûts de conduites.....	76
IV.1.3 Coûts de la station de pompage.....	76
IV.1.4 Coûts d'exploitations.....	76
IV.1.4.1 Charges annuelles totales.....	77
IV.1.4.2 Coûts des réservoirs.....	77
IV.2 Coût de fonctionnement	78
IV.3 Coûts des consommations intermédiaires	79
IV.4 EVALUATION DES COUTS DES INVESTISSEMENTS.....	81

IV 4.1 Conduites d'adduction.....	81
IV 4.2 Conduites de distribution.....	81
IV 4.3 Station de pompage	84
IV 4.4 Bassin et ses équipements.....	84
IV 4.5 Les aménagements connexes.....	85
IV 4.5.1 Pistes et accès.....	85
IV 4.6 Coût total des aménagements projetés.....	86
IV 4.7 Consommation intermédiaire.....	86
IV 4.8 Produits bruts du périmètre.....	87
Conclusion.....	88

Liste des tableaux

Tableau I.1 : caractéristiques principales de la station d'El ESNAM.....	03
Tableau I.2 : cumuls des pluies moyennes mensuelles et annuelles en (mm).....	04
Tableau I.3 : les températures moyennes mensuelles.....	05
Tableau I.4 : les humidités relatives.....	05
Tableau I.5 : Vitesses du vent.....	06
Tableau I.6 : Nombre moyen de jours de gelée.....	07
Tableau I.7 : moyens du jour de brouillard mensuel et annuel.....	07
Tableau I.8 : insolation moyenne par jours.....	07
Tableau I.9 : Limite des climats d'après l'indice climatique de Martonne.....	08
Tableau I.10 : La description des profils.....	11
Suite de tableau I.10 : description des profils.....	12
Tableau I.11 : Des valeurs de Rfu présentées dans la légende de la carte des aptitudes culturales des sols.....	13
Tableau I.12 : résultats des essais par la méthode du cylindre pour déterminer Da de sol et calcul Rfu.....	14
Tableau I.13 : résultats d'analyse du sol sur les différents profils en fonction de la profondeur.....	15
Tableau I.14 : Différentes classes de perméabilité.....	16
Tableau I.15 : Nature du sol et sa valeur de K.....	16
Tableau I.16 : les caractéristiques des stations implantées sur la région.....	18
Tableau I.17 : Crues de l'Oued Ed Dous.....	18
Tableau I.18 : la répartition des débits maximum journaliers ajustés a la loi de Gumbel.....	19
Tableau I.19 : Test de Wilcoxon.....	20
Tableau I.20 : Résultats de l'ajustement.....	22
Tableau I.21 : caractéristiques de la loi d'ajustement.....	23
Tableau I.22 : les précipitations moyennes mensuelles à probabilité 80%.....	24
Tableau II.1 : Occupation de sol en fonction de la culture.....	27
Tableau II.2 : calendrier des cultures envisageable.....	28
Tableau II.3 : l'évapotranspiration de référence ET0 selon la formule de P&M, modifiée.....	32
Tableau II.4 : les précipitations efficaces à pourcentage fixe (80%).....	33

Tableau II.5: Détermination des besoins en eau des cultures.....	35
Tableau II.6 : Tableau récapitulatif des besoins totaux en eau.....	36
Tableau II.7 : tolérance des cultures aux sels.....	37
Tableau II.8 : degré de sensibilité des cultures aux sels par classes.....	37
Tableau II.9 : description de profil concerne la superficie irrigable.....	38
Tableau II.10 : La composition chimique moyenne de l'eau.....	38
Tableau III.1 : Fonctionnement des pompes.....	48
Tableau III.2 : Caractéristiques des bornes d'irrigations.....	54
Tableau III.3 : Les débits spécifiques des modèles adoptés.....	56
Tableau III.4 : Résultats de calcul du réseau d'aspersion simple (céréales).....	73
Tableau IV.1 : Facteurs de conversion.....	75
Tableau IV.2 : Les coûts de fonctionnement et d'entretien.....	79
Tableau IV.3 : Prix unitaire des consommations intermédiaires (année 2010).....	79
Tableau IV.4 : Caractéristiques des conduites de la variante d'adduction adoptée.....	81
Tableau IV.5 : Coût d'investissement du réseau d'adduction.....	81
Tableau IV.6 : Les coûts des conduites.....	82
Tableau IV.7 : Le coût d'une borne pour une superficie moyenne de 3 ha.....	82
Tableau IV.8 : Le coût d'une borne pour une superficie moyenne de 6 ha.....	82
Tableau IV.9: Le coût d'une borne pour une superficie moyenne de 10 ha.....	83
Tableau IV.10 : Le coût d'une borne pour une superficie moyenne de 20 ha.....	83
Tableau IV.11 : Le coût d'une borne pour une superficie moyenne de 30 ha.....	83
Tableau IV.12 : Coût d'investissement du réseau de distribution pour la zone III.....	84
Tableau IV.13 : Coût d'investissement de la station de pompage.....	84
Tableau IV.14 : Coût d'investissement de réservoir.....	85
Tableau IV.15 : Coût d'investissement des pistes et accès.....	85
Tableau IV.16 : Récapitulatif des coûts d'investissements du périmètre.....	86
Tableau IV.17 : Consommation intermédiaire – Situation projetée.....	86
Tableau IV.18 : Produit brut – Situation projetée.....	87

Liste des figures

Figure I.1 : Carte de situation de la région d'étude.....	02
Figure I.2 : le diagramme bioclimatique d'EMBERGER.....	09
Figure I.3 : Diagramme ombrothermique de Gaussen.....	10
Figure I.4 : ajustement à la loi normal.....	23
Figure II.1 : Le bac évaporant.....	30
Figure II.2 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation.....	41
Figure III.1 : Situation géographique et coordonnées du barrage de TILES DIT.....	44
Figure III.2 : La prise d'eau du barrage de TILES DIT.....	46
Figure III.3 : schéma du réseau hydraulique de périmètre d'EL Esnam.....	47
Figure III.4 : Schéma du réseau de distribution du la zone (III).....	54
Figure III.5 : Schéma de l'irrigation par déplacement d'une rampe mobile.....	60
Figure III.6 : Disposition des postes d'irrigation et déplacement des rampes mobiles.....	69
Figure IV.1 : Coût de génie civil de la station de pompage en fonction de la puissance absorbée.....	77
Figure IV.2 : Coût des équipements de la station de pompage en fonction de la puissance absorbée.....	78
Figure IV.3 :Coût de réalisation de réservoirs en fonction du volume retenu.....	78
Figure IV.4 : courbe de coût moyen du réseau de distribution à l'hectare en fonction des superficies des îlots.....	83

Liste des planches

Planche N°1 : levé topographique et le découpage de périmètre d'étude et Occupation de sol en fonction des cultures (zone III)

Planche N°2 : profil en long d'adduction station de pompage-bassin d'irrigation

Planche N°3 : profil en long d'adduction gravitaire Bassin d'irrigation –le périmètre

Planche N°4 : projection du réseau de distribution (plan de bornage)

Planche N°5 : projection du réseau d'irrigation par aspersion sur la parcelle de blé

Introduction Générale

Introduction générale :

La wilaya de Bouira est considérée comme étant une des wilayas à vocation agricoles les plus importantes du pays où l'agriculture demeure le secteur le plus actif de la région.

Ainsi l'importante croissance économique et alimentaire imposé par la croissance démographique dans notre pays, nous militons à la recherche des stratégies permettant de trouver des solutions efficaces pour augmenter les rendements agricoles par une utilisation rationnelle des ressources en eau du pays, que ce soient qui coulent en surface ou celles renfermées dans les nappes souterraines.

Avec une superficie totale de 8.982 Ha, la vallée de L'OUED SAHEL située au Sud Est de la wilaya ; fait preuve des puissantes capacités agronomiques, qui feront de Bouira un grand pôle de production agricole, si on arrive à les exploiter rationnellement par des stratégies établies suite à des études scientifiques bien faites.

En effet, dans un cadre d'aménagement hydro-agricole de cette vallée, lancé par l'association GERSAR-ENHYD vers la fin de 1989 ; nous avons pu y délimiter six (06) périmètres d'irrigation dont le plus important est celui du plateau d'EL ASNAM avec ses 2200 Ha de superficie, situé à la daïra de BECHLOUL. Ce périmètre est alimenté en eau depuis le Barrage de TILESDIT dont la capacité de 167 hm³.

Notre étude peut être considérée comme des innovations transformatrices entraînant des degrés de changement plus profonds des systèmes de production agricole.

Dans l'objectif de cette optique, la maîtrise de la technologie des réseaux d'irrigation sous pression et son évolution dans le temps ainsi que le mode de distribution à la parcelle l'aspersion s'avère impérative.

Périmètre de plateau d'El Esnem nécessite une étude générale sur les différentes parcelles a projetées ensuite le dimensionnement de réseau d'irrigation convenable a la culture de blé dur.

La présente étude, représente une contribution à la gestion rationnelle de la ressource hydrique au niveau de ce périmètre a irrigué, et à travers le dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion simple sur la culture de blé dur, en tenant compte des données pédoclimatiques de la région.

Depuis la première moitié de notre siècle, tous les projets d'irrigation de la région se sont trouvés subordonnés aux problèmes d'alimentation en eau potable qui est prioritaire. Dans la dernière décennie, un autre phénomène aggrave la pénurie en eau d'irrigation, c'est la sécheresse quelque fois.

Chapitre I :

Présentation de la zone d'étude

Introduction :

Depuis toujours, l'irrigation est pratiquée dans toutes les zones de culture où la répartition naturelle des pluies n'est pas assez régulière pour assurer une production agricole satisfaisante, c'est pourquoi, l'homme est resté sédentaire dans certaines régions.

Le périmètre du plateau d'El Esmam est une région essentiellement agricole ; les cultures : céréales, maraîchères, et l'exploitation forestière représentent les principales ressources agricoles.

C'est surtout la rationalisation de l'agriculture qui a suscité la mise en œuvre d'un programme de développement agricole, qui, comme partout ailleurs en Algérie, reste conditionné par le problème d'eau.

Dans ce but, la Ministère des Ressources en Eau a saisi l'Agence Nationale de Réalisation et de Gestion des Infrastructures Hydrauliques pour l'Irrigation et le Drainage A.G.I.D, pour mener une étude de l'aménagement hydro-agricole du périmètre du plateau d'El Esmam. En se basant sur les facteurs et paramètres conditionnant la mise en valeur en irrigué tels que ; les aptitudes culturales des sols, les conditions climatologiques, le caractère socio-économique de l'aire d'étude et les potentialités hydrauliques de la région, ainsi que les mesures d'accompagnement nécessaires à tout projet d'intensification agricole, sans oublier le contexte national.

I Présentation et conditions naturelles du périmètre :

I.1 Présentation :

Le périmètre à irriguer fait partie, selon la récente décomposition de l'AGID, du grand projet d'aménagement Hydro-Agricole de la vallée de l'oued Sahel et du plateau d'EL Esnam.

Ce périmètre couvre les wilayas de Bouira et de Bejaia sur une superficie de 8 815 hectares irrigués à partir de deux barrages Tichy-Haft (Bejaia) et Tilesdit (Bouira).

Le Plateau d'EL Esnam est la zone du périmètre qui nous intéresse sur cette étude avec une superficie de 2 200 ha.

I.2 Situation géographique :

Comme son nom l'indique le périmètre est une plaine côtière de largeur allant de 3 à 3.8km à partir du rivage, cependant sa longueur est assez considérable, elle est estimée à environ 10km

Le périmètre est délimité par :

- Au nord : par la commune de **HAIZAR**.
- A l'est : par la commune de **BECHLOUL**.
- Au sud : par la commune d'**AHL EL KSAR**.
- A l'ouest : par les communes de **BOUIRA** et de **OUED BERDI**



Figure I.1 : Carte de situation de la région d'étude.

I.3 La climatologie :

La wilaya de BOUIRA située dans le bassin méditerranéen subit les influences d'un climat méditerranéen par le nord, celles d'un climat steppique propre à la plaine de Hodna, au sud. Les paramètres suivants enregistrés à partir de la station de BOUIRA et la station d'EL Esnam.

La région qui couvre le périmètre est équipée d'une seule station pluviométrique située à la commune d'El Esnam.

Tableau I.1 : caractéristiques principales de la station d'El ESNAM.

Code de la station	Nom de la station	Coordonnées		Altitude (Z)	Nombre d'année d'observation
		X	Y		
150204	EL ESNAM	620.4	335.5	435 m N.G.A	30

Source : ANRH (BLIDA)

I.3.1 Les précipitations :

Les pluies moyennes mensuelles et annuelles enregistrées par cette station sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau I.2: cumuls des pluies moyennes mensuelles et annuelles en (mm).

années	sept	oct.	nov.	déc.	janv.	fév.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	annuel
1980	18	20,1	70,8	121,2	5,5	34,8	44,7	60,1	7,7	7,8	0	38,4	429,1
1981	11,6	27	7,2	32	85,9	43,3	35,8	31,9	52,4	10,5	0	0	337,6
1982	15	45,7	74,2	72	0	13,9	12	41,3	4	2,7	10,6	29,3	320,7
1983	0	2	13,9	11,8	36,6	59,4	19,4	30,6	27,1	20,5	0	6	227,3
1984	11,3	42,9	11,2	37,4	42,7	17,9	68,7	7,2	46	0	2,6	0	287,9
1985	25,3	44,1	46,6	17,4	109,2	24,9	70,2	6,1	4,1	14	0	0	361,9
1986	40	46,7	23,1	72,9	43,2	95,5	32,6	4,7	8,3	8,8	9,1	0	384,9
1987	0	21,7	55,3	19,5	17,9	22,3	35,9	46,6	9,9	1	0	0	230,1
1988	7,1	1,3	52,9	114,3	1	10,6	20,3	0	33,5	6	1	4	252
1989	71,8	6,1	20,2	11,8	32,1	0	32	13,5	65,4	16	44,6	2	315,5
1990	19,7	15,5	26,7	54,5	36,3	59,2	39,4	0	0,2	0	0	0	251,5
1991	12,9	44,1	4	0	42,7	0	31,1	86,2	94,1	12,5	13,7	0	341,3
1992	22,5	22,4	36,6	42,1	10	16,2	4,5	26,5	25,2	5,2	0	2,3	213,5
1993	67,2	21,5	25,6	30,2	11,3	40,1	12,4	22,1	6,3	0	0	0,7	237,4
1994	76,8	27,1	28,9	35,2	120,3	11,8	63,6	5,4	1,1	28,1	0	16	414,3
1995	0	42,5	3	18,4	74,2	103,4	30,7	24,3	41,8	1,7	3,3	0	343,3
1996	31,2	1,6	14,5	36,6	19,3	12,6	15,8	35,8	19,8	0	13	14	214,2
1997	33,3	37	76,1	23	15,1	37,9	5,5	40,9	113,8	0,5	0	0,9	384
1998	17,3	16,5	30,3	7,6	43,6	12,9	20,4	0	7,1	0	0,8	0,4	156,9
1999	24,8	19,3	16,5	75,3	0	0	1,9	6,9	24,3	0	0	0	169
2000	17,9	45,4	40,1	43,1	151,6	27,6	6,5	43,2	4,8	0	0	2,9	383,1
2001	19,2	2,7	7,8	1,2	13,1	13,1	0	6,5	1,2	5,4	4,2	24,5	98,9
2002	5,2	8,6	83,2	155	131	19,3	0	99,5	2,1	6,6	36,1	36,1	582,7
2003	16,6	53,2	44,3	104,8	44,3	12,8	21,1	52,9	100,2	7,4	0	11,2	468,8
2004	11,6	13,4	44,4	67,7	148,8	42,8	12,2	6,2	0	1,3	0	4,1	352,5
2005	20,4	33,7	33,6	33,1	41,6	38,4	17,5	18	50,6	0	15,5	0	302,4
2006	32,4	0,9	27	46,3	9,7	28,7	90,9	124,5	17,3	5,2	0,5	3,4	386,8
2007	39,4	102	44,7	8,7	6,9	37,4	54,1	9,4	38,8	16	0	1,2	358,6
2008	41,2	61,5	32,9	56,1	78,3	22,8	46,8	72,9	7,6	1,5	3,1	6,2	430,9
2009	60,8	6,1	44	54,3	26,8	76,5	45	13,8	39,3	29,1	0	12	407,7
2010	2,1	52,2	48	11	25	61,6	34,2	53,3	71,9	21,3	0,6	2,9	384,1
moy	24,9	28,5	35,0	45,6	45,9	32,1	29,8	31,9	29,8	7,3	5,1	7,0	323,5
%	7,7	8,8	10,8	14,1	14,2	9,9	9,2	9,9	9,2	2,3	1,6	2,2	100,0

Source : ANRH (BLIDA)

Le tableau I.2 : montre que les précipitations sont médiocres avec une moyenne annuelle de **323,5mm**

La majeure partie de ces précipitations tombent du mois d'octobre au mois d'avril avec un taux égal à 76.9 %, le maximum est enregistré aux mois de décembre et janvier avec des taux respectivement de 14.1 mm et 14.2 mm cependant une période presque sèche, qui exprime la mauvaise répartition des précipitations

Pendant l'année, du mois de mai au mois de septembre le taux de précipitation est très faible avec au mois de juillet 1.6 %.

➤ Le reste des données climatiques sont fournies par la station météorologique de BOUIRA ayant comme coordonnées :

- **36°23 N** pour la latitude ;
- **03°53 E** pour la longitude ;
- **555m N.G.A** pour l'altitude ;

I.3.2 Les températures :

Les températures enregistrées dans la station de Bouira sont portées dans le tableau suivant :

Tableau I.3: les températures moyennes mensuelles.

Mois	Jan	Fév	Mars	Av.	Mai	Juin	Juil.	Aou t	Sep t	Oct.	Nov	Déc	moy
T°min(C°)	1.8	5.3	5.9	8.2	11.2	15	17.3	18	15.7	12	7.9	5.7	15
T°max(C°)	13,2	14,9	18,1	20,3	25,3	31,9	35,2	35	29,6	25,1	17,7	14,1	23,37
T°moy(C°)	8,9	9,6	12,3	14,1	18,8	24,4	27,5	27,7	23,2	19,2	13	9,9	17,38

I.3.3 L'humidité relative :

L'humidité relative est le rapport entre la quantité effective de la vapeur d'eau et la quantité maximum possible dans un volume d'air donné.

Le tableau ci-dessous donne les moyennes en (%)

Tableau I .4: les humidités relatives

mois	jan,	fév.	mar.	av.	mai	juin	juil.	aout	sep	oct.	nov.	déc.	annuel
Hr max (%)	97	97	95	94	91	81	76	80	90	91	95	97	90
Hr min (%)	62	56	47	44	41	30	27	27	37	44	52	62	44
Hr moy (%)	84	82	74	71	68	56	51	54	66	71	73	84	69

Source : ONM Alger

I.3.4 Les vents :

Les vitesses des vents et leurs directions constituent un facteur très influent dans la mise en culture et l'exploitation des terres agricoles. Les valeurs enregistrées dans la même station sont mentionnées dans le tableau suivant :

Tableau I.5 : Vitesses du vent.

mois	jan	fév.	mar.	av.	mai	juin	juil.	aout	sep	oct.	nov.	déc.	annuel
Vitesse max (m/s)	10,6	10,9	11,2	12,5	12,5	12,9	13	13	11,8	10,2	10,8	10,6	11,7
vitesse moy (m/s)	2,6	2,6	2,5	3,1	2,8	2,8	2,7	2,5	2,3	2	2,4	2,6	2,6

Source : ONM Alger

Ces vents, sont particulièrement, le sirocco qui souffle 10 à 13 jours/an et les vents d'ouest. Leurs effets sont redoutables pas seulement pour leurs actions physiques sur les plantes mais aussi pour leur salinité. C'est de là que l'installation des brises vents est devenue une tradition culturelle dans la région. Néanmoins ces vents apportent une tiédeur qui favorise la croissance des plantes mais qui accroisse, surtout les vents du nord-est qui sont frais et chauds, les risques d'émergence de certaines maladies cryptogamiques.

I.3.5 Sirocco :

Les masses d'air chaud et sec ainsi mises au contact des feuilles des plantes créent une brutale augmentation de la demande d'évaporation de l'atmosphère.

La répartition saisonnière du sirocco a été expliquée clairement par SETZER

En hiver le sirocco se fait sentir surtout à l'est de l'Algérie et plus fréquent sur littoral qu'à l'intérieur ,par contre en été ,le sirocco et plus fréquent à l'intérieur du pays ,pour cela ,la saison sèche est caractérisée par des températures très élevées avec une longue durée d'insolation et un vent desséchant qui engendre des sécheresses et provoque de fortes évapotranspiration et par conséquent un déficit d'écoulement particulièrement sur le plateau d'EL-Esnam

D'après la station de Bouira agréée par ONA .Météorologique, le sirocco souffle 10 jour/an.

I.3.6 Grêle et gelée :

Les chutes de grêle sont localisées dans l'espace. Elles ont lieu en hiver de Décembre à Mars.et quelques fois avec des tempêtes d'été.

Les gelées apparaissent à partir du mois de novembre jusqu'au mois d'avril dans la station de Bouira. Le nombre de jour de gelée enregistré est de maximum 7.6 se trouve en février.

Tableau I.6 : Nombre moyen de jours de gelée

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Moyen (jour)	7,4	7,6	6,4	2,3	0	0	0	0	0	0	0,7	6

Source : ONM Alger

I.3.7 Brouillard :

Le maximum des brouillards est remarqué pour le mois de février et janvier sur une série de 10 ans. Comme montre le tableau suivant :

Tableau I.7: moyens du jour de brouillard mensuel et annuel.

Mois	Jan.	Févr.	Mars.	Avr.	Mai.	Juin.	Juil.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	année
Moyen (Jour)	1,5	1,7	1,3	0,6	1	0,1	0	0,1	0,2	0,4	1	1,5	9.4

Source : ONM Alger

I.3.8 l'insolation :

Tableau I.8: insolation moyenne par jours

Mois	Jan.	Févr.	Mars.	Avr.	Mai.	Juin.	Juil.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Moyen (jour)	3,9	6,5	7,1	6,8	5,5	8,8	12,1	9,5	6,9	6,2	1,8	3,2

Source : ONM Alger

I.3.9 Les indices climatiques :

I.3.9.1 Indice d'aridité de Martonne :

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

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

Avec :

I_A : indice climatique.

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

T : température moyenne annuelle (°C).

$$I_A = \frac{323.5}{17.38 + 10} = 11.18$$

$$I_A = 11.18$$

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

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

$$I_A = 11.18 \quad \text{donc : } 10 < I_A \leq 20$$

•D'où notre climat est Sec, donc l'irrigation est souvent indispensable.

I.3.9.2 Quotient pluviométrique d'EMBERGER :

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

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

Avec :

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

M : moyenne des températures maximales (Kelvin).

m : moyenne des températures minimales (Kelvin).

$$M = 35.2 + 273 = 308.2 \text{ K}$$

$$m = 1.8 + 273 = 274.8 \text{ K}$$

A.N :

$$Q = 2000 \cdot \frac{323.5}{(308.2)^2 - (274.8)^2} = 33.23$$

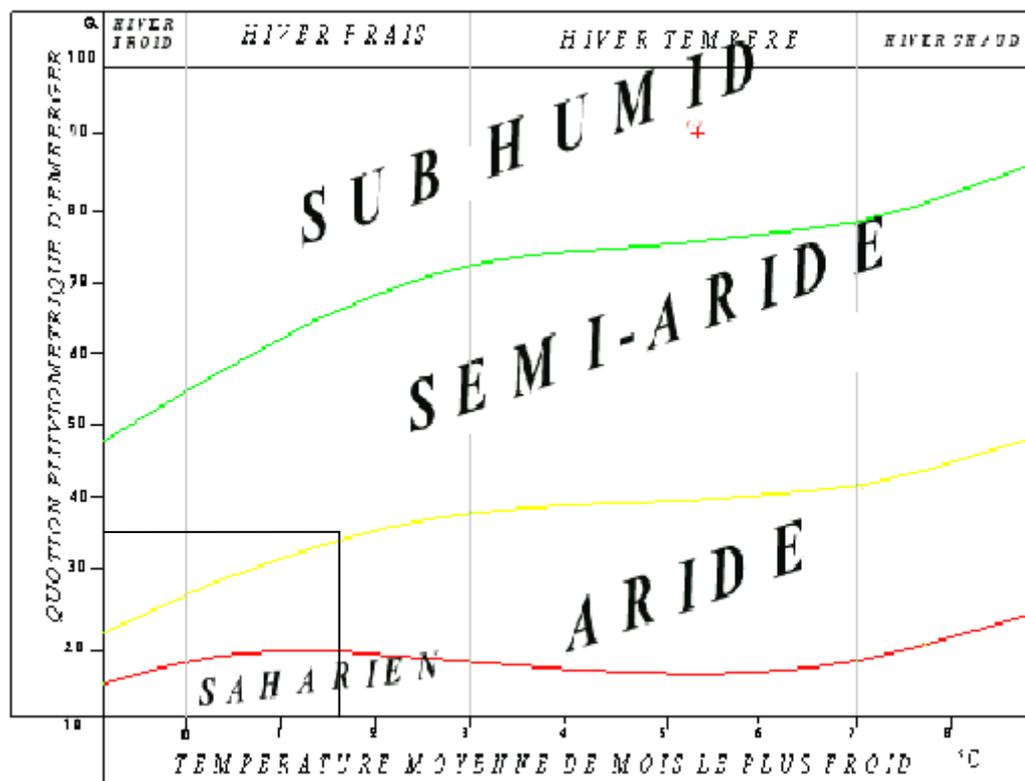


Figure I.2 : le diagramme bioclimatique d'EMBERGER

- ✓ D'après le diagramme bioclimatique d'EMBERGER (voir Figure (I.2)), on peut dire que le climat de notre région est un climat Semi-Aride.

I.3.9.3 Diagramme ombrothermique de Gaussen :

Le graphe est construit en mettant en abscisse les mois et en ordonné les valeurs moyennes mensuelles des températures et des pluies dont l'échelle est égale à la moitié de celle des précipitations.

Lorsque la courbe des températures dépasse celle des précipitations, il y'a sécheresse totale, dans le cas contraire on dit que la période est humide.

D'après le diagramme ombrothermique de Gaussen on distingue deux périodes :

- Sèche à partir de la fin d'avril à la fin de mois d'octobre.
- Humide de moi décembre jusqu'au la fin d'avril.

Voir Fig. : I.3 ci-dessous

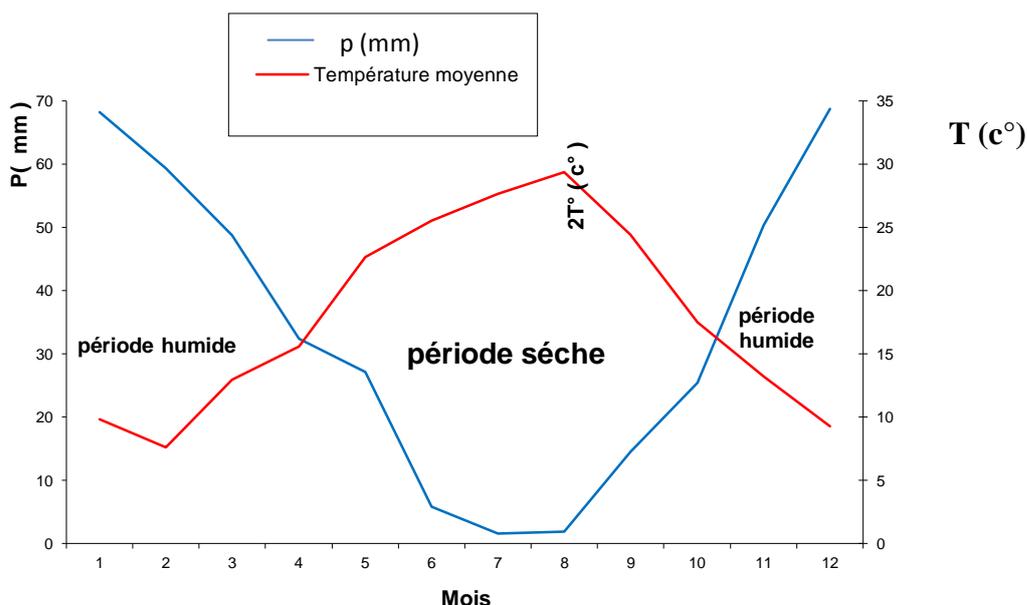


Fig. I.3 : Diagramme ombrothermique de Gaussen.

I.4 Etude pédologique :

L'étude pédologique est d'une importance capitale lors de tout aménagement d'un périmètre, ses principaux objectifs sont :

- L'appréciation de potentialités des terres vis-à-vis de l'irrigation en mettant l'accent sur les zones de faibles aptitudes à l'irrigation et la mise en culture pour les éliminer afin d'avoir les délimitations définitives du périmètre irrigable.
- Fournir à l'ingénieur les données fondamentales qui vont lui permettre de fixer les caractéristiques du sol sur la base desquelles il va choisir les genres de cultures adéquates et les systèmes d'irrigations appropriés.

La répartition des classes de sols couvrant la zone, selon une étude déjà faite, est représentée dans les tableaux ci-après :

Le classement des sols déterminés à partir de plusieurs paramètres tenants en compte, pour avoir symbolisé tous les profils correspondent au périmètre à étudier, car il dépend essentiellement de la méthode appliquée et les résultats à donner.

I.4.1 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.

Tableau I.10: La description des profils

N du profil	Classification pédogénétique	profondeur	Situation	Géomorphologie	topographie
profil N1	sol brun calcaire d'alluvions	0 - 15 cm	Nord-est du Plateau	versant	pente de 2-3% à 5-7%
		15 - 35 cm			
		35 - 75 cm			
profil N2	sol férsiallitique à réserve calcique	0 - 25 cm	Est du plateau	versant	pente de 2-3% à 5-7%
		25 - 45 cm			
		45 - 80 cm			
profil N3	sol châtain d'alluvion à réserve calcique	0 - 30 cm	centre du plateau	terrasse	pente de 0 à 2-3%
		30 - 50 cm			
		50 - 95 cm			
		95 - 120 cm			
profil N4	sol férsiallitique à réserve calcique	0 - 30 cm	Nord du Plateau	terrasse	pente de 0 à 2-3%
		30 - 60 cm			
		60 - 105 cm			
profil N5	sol châtain d'alluvions à réserve calcique	0 - 25 cm	Nord-ouest du plateau	terrasse	pente de 0 à 2-3%
		25 - 45 cm			
		45 - 85 cm			
		85 - 120 cm			
profil N6	sol châtain d'alluvions à réserve calcique	0 - 45 cm	Ouest du plateau	terrasse	pente de 0 à 2-3%
		45 - 80 cm			
		80 - 120 cm			
profil N7	sol brun calcaire	0 - 35 cm	Sud du plateau	terrasse	pente de 0 à 2-3%
		35 - 55 cm			
profil N8	Calcimagnésique	0 - 40 cm	Sud - Ouest du plateau	terrasse	pente de 0 à 2-3%
		40 - 90 cm			
		90 - 110 cm			

Source : A.G.I.D

Suite de **tableau I.10** : description des profils.

N du profil	profondeur	caractéristiques principales du sol			
		texture	structure	porosité	% calcaire
profil N1	0 - 15 cm	limono-argilo-sableuse	grenue nette	bonne	33% calcaire
	15 - 35 cm	limono-argilo-sableuse	grenue nette	bonne	20% calcaire
	35 - 75 cm	limono-argilo-sableuse	polyédrique sub-angulaire nette	faible	16% calcaire
profil N2	0 - 25 cm	argileuse	grenue nette	bonne	non calcaire
	25 - 45 cm	argileuse	prismatique à cubique peu nette	bonne	non calcaire
	45 - 80 cm	argileuse	prismatique à cubique peu nette	moyenne	non calcaire
profil N3	0 - 30 cm	limono-argileuse	-	bonne	16% calcaire
	30 - 50 cm	argilo-limoneuse	-	bonne	18% calcaire
	50 - 95 cm	argilo-limoneuse	-	bonne	non calcaire
	95 - 120 cm	argileuse	-	bonne	horizon calcaire
profil N4	0 - 30 cm	argileuse	massive a grenue	bonne	non calcaire
	30 - 60 cm	très argileuse	grenue nette	bonne	non calcaire
	60 - 105 cm	argileuse	colonne nette	moyenne	non calcaire
profil N5	0 - 25 cm	limono-argileuse	massive	bonne	horizon calcaire
	25 - 45 cm	argileuse	grenue très nette	bonne	horizon calcaire
	45 - 85 cm	argileuse	polyédrique	bonne	non calcaire
	85 - 120 cm	argilo-limoneuse	cubique peu nette	très faible	non calcaire
profil N6	0 - 45 cm	argileuse	massive a grenue	bonne	non calcaire
	45 - 80 cm	argileuse	polyédrique nette	bonne	horizon calcaire
	80 - 120 cm	limono-argileuse	cubique	mauvaise	horizon calcaire
profil N7	0 - 35 cm	limono-argileuse	grenue nette	bonne	54% calcaire
	35 - 55 cm	limono-argilo-sableuse	polyédrique sub-angulaire nette	bonne	61% calcaire
profil N8	0 - 40 cm	limono-argileuse	grenue	moyenne	20% calcaire
	40 - 90 cm	argileuse	polyédrique sub-angulaire nette	moyenne	horizon calcaire
	90 - 110 cm	argileuse	polyédrique nette	moyenne	horizon calcaire

Source : A.G.I.D

Tableau I.11: Des valeurs de Rfu présentées dans le tableau de la légende de la carte des aptitudes culturelles des sols

type de sol	Rfu moyenne (mm) calculées à partir Da de l'étude à 1/50.000		
	0 - 25 cm	0 - 50 cm	0 - 100 cm
sol brun calcaire	15 à 25	50 à 60	105 à 115
sol brun calcaire	5 à 15	25 à 35	80 à 90
sol brun calcaire	10 à 20	30 à 40	65 à 75
sol brun calcaire	5 à 15	25 à 35	55 à 65
sol brun calcaire	5 à 15	25 à 35	-
sol brun	15 à 25	50 à 60	105 à 115
sol brun	25 à 35	55 à 65	115 à 125
sol châtain	26 à 35	60 à 70	125 à 130
sol châtain	10 à 15	30 à 40	65 à 75
sol fersiallitique	25 à 35	55 à 65	115 à 125

Source : A.G.I.D

Le tableau ci- après montre les valeurs de Rfu calculées à partir

De la formule suivante :

$Ru \text{ (mm)} = 4.5 * H\% * Da * TF\% * EU \text{ (cm)}$ avec :

$Rfu = Ru * 0.66$

Tableau I.12: résultats des essais par la méthode du cylindre pour déterminer Da de sol et calcul Rfu

résultats des Da (méthode du cylindre-février 1990)							Rfu Moyenne (mm) (2)		
N° du profil	0 à 25 cm		25 à 50		50 à 100		0 à 25 cm	0 à 50 cm	0 à 100 cm
	Da mesurées	M	Da mesurées	m	Da mesurées	m			
p1	1,16	1,16	1,45	1,53	1,58	1,62	17	43	103
	1,17		1,42		1,65				
	1,16		1,72		1,63				
p2	1,25	1,3	1,45	1,4	1,39	1,44	13	28	63
	1,3		1,36		1,44				
	1,35		1,4		1,49				
p3	1,26	1,15	1,52	1,46	1,52	1,49	14	32	69
	1,08		1,6		1,5				
	1,13		1,26		1,45				
p4	1,43	1,4	1,47	1,45	-		14	28	-
	1,36		1,44		-				
	1,42		1,44		-				
p5	1,22	1,21	1,7	1,61	-		12	28	-
	1,23		1,53		-				
	1,19		1,6						
p6	1,75	1,6	1,65	1,49	1,61	1,62	24	50	110
	1,5		1,43		1,61				
	1,55		1,41		1,64				
p7	1,4	1,4	1,26	1,38	1,69	1,74	26	51	117
	1,46		1,43		1,77				
	1,36		1,45		1,76				
p8	1,39	1,35	1,31	1,29	1,44	1,5	25	49	106
	1,35		1,2		1,52				
	1,31		1,37		1,54				

Source : A.G.I.D

Tableau I.13: résultats d'analyse du sol sur les différents profils en fonction de la profondeur.

N du profil	profondeur	complexe absorbant (meq/Kg) du sol						solution du sol		carbone organique g/Kg
		ph (mg/Kg)	ca	mg	k	Na	CEC	Ce (mmhos/cm)	PH	
profil N1	0 - 15 cm	152	558	15	23	3,53	164	0,27	7,7	21,5
	15 - 35 cm	151	657	15,77	9,7	2,67	158	0,14	7,8	16,2
	35 - 75 cm	66	640,22	18,82	7,14	2,27	170	0,14	7,8	14
profil N2	0 - 25 cm	31	265,74	51	7,1	3,72	256	0,08	7,1	13,4
	25 - 45 cm	11	290,24	80,27	6,46	2,87	288	0,07	7,3	9,2
	45 - 80 cm	15	339,84	84,84	6,73	3,13	294	0,06	7,5	5,9
profil N3	0 - 30 cm	26	281,07	60,27	9,50	3,4	272	0,19	7,2	12,2
	30 - 50 cm	7	283,39	74	7,34	3,12	86	0,27	7,4	9,5
	50 - 95 cm	3	565,04	100,45	7,14	3,36	277	0,14	7,6	6,2
	95 - 120 cm	2	819,19	118,11	5,74	4,93	215	0,14	7,8	3,7
profil N4	0 - 30 cm	31	258,45	59,01	8,93	2,78	256	0,07	7,3	9,4
	30 - 60 cm	11	260,68	53,24	6,7	2,6	256	0,06	7,3	7,5
	60 - 105 cm	5	281,6	64,96	5,44	3,22	256	0,08	7,4	5,1
profil N5	0 - 25 cm	4	339,61	36,53	2,36	2,1	213	0,11	7,8	3,9
	25 - 45 cm	5	517,38	57,05	5,29	3,27	244	0,12	7,7	8
	45 - 85 cm	11	350,35	43,49	6,56	2,64	282	0,06	7,7	13,5
	85 - 120 cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-
profil N6	0 - 45 cm	31	605,38	26,56	7,92	2,37	282	0,17	7,6	13,1
	45 - 80 cm	4	794,28	41,35	5,71	2,55	256	0,15	7,6	9,1
	80 - 120 cm	4	713	22,95	3,28	2,33	155	0,24	7,7	3,8
profil N7	0 - 35 cm	20	677,69	14,73	8%	1,88	193	0,13	7,8	12,1
	35 - 55 cm	10	762	12	3,81	1,7	103	0,12	7,8	7,9
profil N8	0 - 40 cm	12	862,11	13,14	6,78	2,42	250	0,16	7,6	15,1
	40 - 90 cm	8	929,37	28,27	4,7	2,01	220,6	0,12	7,7	10,7
	90 - 110 cm	9	1021,8	42,84	4,17	2,55	207	0,12	7,7	5,8

Source : A.G.I.D

I.4.2 Perméabilité :

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

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

Tableau I.14: Différentes classes de perméabilité

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

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

Tableau I.15: Nature du sol et sa valeur de K.

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

I.5 Hydrologie :

Elle concerne l'évaluation des volumes d'eau apportés, par les différents oueds qui traversent la région étudiée, et qui sont potentiellement utilisables pour répondre aux besoins, et la détermination des crues pour différentes périodes de retour afin de permettre la détermination d'éventuels ouvrages de protection des zones aménagées.

I.5.1 Réseau hydrographique

Pour un observateur qui se place au point le plus haut de la région, il aperçoit, vers le Nord une vaste plaine traversée par plusieurs cours d'eau, à qui on donne le nom d'oued.

Ces oueds sont alimentés soit par l'intermédiaire des sources où par les eaux de ruissellement, la fonte des neiges, enfin les précipitations atmosphériques, quand ces dernières tombent régulièrement.

La région étudiée s'étend sur environ 60 Kilomètres entre les villes de Bouira et de Sidi-Aiche .Elle constitue la moyenne vallée de la Soummam entre le confluent de l'oued Ed Dous et de l'oued Zaine qui forme l'oued Sahel .Il reçoit, après une trentaine de Kilomètres, les eaux de l'oued Bouselam pour former l'oued Soummam.

Deux barrages sont actuellement réalisés :

- Le barrage de Tilesdit sur l'oued Ed Dous qui commande un bassin de 843 Km².
- Le barrage de Tichi Haf sur l'oued bouselam qui est à l'exutoire d'un bassin de 3 890 Km².

Ces oueds principaux ont creusé généralement des vallées larges où les pentes restent malgré tout assez fortes pour des cours d'eau de cette importance.

Par ailleurs, le secteur à aménagé situé en rive gauche de l'oued sahel est traverse par de nombreux torrents qui descendent du djebel **DJURDJURA** et qui drainent des bassins versants inférieurs à 70 Km².Ces oueds caractérisés par des pentes très fortes qui génèrent des crues très violentes.

L'étude hydrologique de tous ces oueds est faite déjà par l'Association **GERSAR – ENHYD** (A.G.I.D) est décomposée en deux grandes parties.

- La première consiste dans l'évaluation des débits de crues.
- La seconde dans l'estimation des apports et de leur régularisation.

I.5.2 Etude des crues :

Cette partie de l'étude a pour objet d'évaluer les débits pour lesquels des aménagements de protection du périmètre irrigués seront nécessaires.

La situation dominante du plateau d'El Esnam fait qu'il est peu exposé aux risques d'inondation par l'oued Ed Dous et l'oued zaine qui le contourne dans des vallées encaissées

dont les capacités de transit semblent très fortes. Seul l'oued Berdi, petit affluent de l'oued zaine semble susceptible de causer des dommages dans ce secteur.

Des ajustements statistiques seront utilisés lorsque des séries de mesures sont disponibles. En revanche, le calcul des crues des bassins inférieures à 100Km² sera réalisé par la méthode SCS.

Après avoir déterminé les crues pour chaque Oued, on cherchera les débits de fréquences rares sur les différents tronçons de l'Oued Sahel, en bordure du périmètre projeté.

I.5.2.1 Oueds principaux :

Les cinq stations limnométriques implantées sur la région étudiée fournissent des séries d'observation pouvant supporter une analyse statistique.

Les résultats par l'étude des barrages de Tilesdit et de Tichi Haf seront utilisés directement.

On ajustera alors une loi représentative de la répartition des valeurs extrêmes sur les mesures aux trois autres stations.

Tableau I.16 : les caractéristiques des stations implantées sur la région.

oued	station	Surface de bassin versant (Km ²)	Période d'observation
Ed Dous	Tilesdit	843	1963 à 1985
Zaine	El Esnam	800	1967 à 1983
Azerou	Portes de Fer	605	1968 à 1978

Source : A.G.I.D

Tableau I.17 : Crues de l'Oued Ed Dous

	10 000	1 000	100	50	20	10
Oued Ed Dous à Tilesdit Q max instantané (m ³ /s)	5 240	2 684	1 464	-	851	632
Q max journalier (m ³ /s)	2 502	1 281	701	-	406	302
Oued Ed Dous à Tilesdit Q écrêté (m ³ /s)	4 525	2450	-	-	-	-

Source : A.G.I.D

Les valeurs obtenues d'après les statistiques des données brutes.

I.5.2.2 Crues de l'Oued Zaine , de l'Oued Azerou :

1). Méthodologie :

Pour chacune de ces deux stations on a ajusté une loi de Gumbel pour décrire la répartition des débits maximum journaliers.

Après une étude de régression entre les débits de pointe et les débits de 24h observes, on détermine les débits maximaux instantanés pour les différentes périodes de retour.

2) .loi des débits de 24 h maximaux annuels :

Tableau I.18 : la répartition des débits maximum journaliers ajustés a la loi de Gumbel.

Oued Zaine à El Esnam	Qj : 33.91 Y + 10.31
Oued Azerou à Portes de Fer	Qj : 14.83 Y + 20.50

Source : A.G.I.D

Avec $Y = - \ln [- \ln (1- 1/T)]$ variable réduite de Gumbel
 T = période de retour

I.5.3 Homogénéité de la série pluviométrique :

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de Wilcoxon : C'est le plus puissant des tests non paramétriques. Soient 2 variables aléatoires **Y** et **X**, représentant respectivement 2 séries de précipitations annuelles de taille N_1 et N_2 . Y étant la série à étudier et X étant la série de base avec $N_2 > N_1$. Si l'échantillon Y nouveau YUX est également issu de la même population que l'échantillon.

On classe les éléments de ce nouvel échantillon YUX par ordre décroissant et on associe à chacune des valeurs le rang qu'elle occupe dans cette nouvelle série. Si une valeur se répète plusieurs fois, il faut lui associer le rang moyen qu'elle détermine.

On calcule les quantités W_y et W_x :

W_y représente la somme des rangs de Y et c'est celle qui nous intéresse et est égale à :

$$W_y = \sum_{i=1}^n \text{rang } Y = 1+2+3+\dots\dots\dots +6+7+\dots\dots+n$$

$$W_x = \sum_{i=1}^n \text{rang } X = 4+5+\dots\dots +15+16+17+18+\dots\dots+n_1$$

L'hypothèse nulle est vérifiée si :

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

$$W_{\min} = \left[\left(\frac{(N_1 + N_2 + 1) \times N_1 - 1}{2} \right) - 1,96x \left(\frac{N_1 \times N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{0,5} \right]$$

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

$$W_y = 117$$

$W_{\min} = 128.03$

$W_{\max} = 223.97$

Le tableau suivant il détaille le procédé de Test d'homogénéité pour la station d'EL Esnam code (150204).

Tableau I.19: Test de Wilcoxon.

Rang	Série d'origine p(mm)	Série Y(mm)	Série X(mm)	Décroissant (mm)	Y Union X
1	429,1	383,1	429,1	582,7	Y
2	337,6	98,9	337,6	468,8	Y
3	320,7	582,7	320,7	430,9	Y
4	227,3	468,8	227,3	429,1	X
5	287,9	352,5	287,9	414,3	X
6	361,9	302,4	361,9	407,7	Y
7	384,9	386,8	384,9	386,8	Y
8	230,1	358,6	230,1	384,9	X
9	252	430,9	252	384,1	Y
10	315,5	407,7	315,5	384	X
11	251,5	384,1	251,5	383,1	Y
12	341,3		341,3	361,9	X
13	213,5		213,5	358,6	Y
14	237,4		237,4	352,5	Y
15	414,3		414,3	343,3	X
16	343,3		343,3	341,3	X
17	214,2		214,2	337,6	X
18	384		384	320,7	X
19	156,9		156,9	315,5	X
20	169		169	302,4	Y
21	383,1			287,9	X
22	98,9			252	X
23	582,7			251,5	X
24	468,8			237,4	X
25	352,5			230,1	X
26	302,4			227,3	X
27	386,8			214,2	X
28	358,6			213,5	X
29	430,9			169	X
30	407,7			156,9	X
31	384,1			98,9	Y

128.03 < 117 < 223.97

La condition de **M^r Wilcoxon** est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelle de la station **d'EL Esnam** est homogène.

I.5.4 Etudes des précipitations annuelles :

Les lois d'ajustement sont nombreuses et ne peuvent être appliquées à un échantillon que si les conditions homogénéité-stationnarité sont réunies parmi lesquelles:

- Loi de Laplace-Gauss, loi normal, et loi de Galton ou loi log-normale.
- Loi de Fuller ou loi Exponentielle.
- Loi Gamma, loi de Pearson I et III.
- Loi de Gumbel ou Loi doublement exponentielle.

Ces lois comportent deux à trois paramètres estimés par différentes méthodes:

- Méthode des moments.
- Méthode du maximum de vraisemblance.
- Méthode du maximum d'entropie.

Les critères de choix sont liés à un ajustement graphique d'abord, et ensuite à un test de dispersion. L'allure des points sur du papier à probabilités permet à prime abord d'accepter ou de rejeter la loi (mauvaise courbure ou cassure de pente est considérée comme un mauvais ajustement, toute sinuosité).

Le problème posé: quelle loi choisir lorsque plusieurs d'entre elles sont adéquates?

Donc les critères de choix pouvant être retenus sont:

- A qualité égale, la loi qui a le moins de paramètres est à retenir
- A qualité égale et nombre de paramètres égal, il faut comparer les estimations des deux lois; si ces estimations sont voisines, il faut retenir la plus simple; si elles sont nettement différentes, il faut prendre une nouvelle loi quitte à prendre un paramètre supplémentaire.

Pour les calculs on a utilisé le logiciel **Hyfran** qui donne les résultats dans le tableau ci-après.

Tableau I.20 : Résultats de l'ajustement.

Résultats de l'ajustement					
Loi normale (Maximum de vraisemblance)					
Nombre d'observations: 30					
période de retour	fréquence	valeurs théorique	Ecart-type	Intervalle de confiance (80%)	
10000.0	0.9999	703	52.3	636	770
2000.0	0.9995	659	47.1	599	719
1000.0	0.9990	639	44.7	581	696
200.0	0.9950	586	38.6	537	636
100.0	0.9900	561	35.7	515	606
50.0	0.9800	533	32.7	491	575
20.0	0.9500	491	28.4	455	527
10.0	0.9000	454	24.9	422	486
5.0	0.8000	409	21.4	381	436
3.0	0.6667	367	19.2	342	392
2.0	0.5000	323	18.3	300	347
1.4286	0.3000	270	19.6	244	295
1.2500	0.2000	237	21.4	210	265
1.1111	0.1000	192	24.9	160	224
1.0526	0.0500	155	28.4	119	191
1.0204	0.0200	113	32.7	71.4	155
1.0101	0.0100	85.4	35.7	39.6	131
1.0050	0.0050	60.0	38.6	10.5	109
1.0010	0.0010	7.46	44.7	-49.8	64.7
1.0005	0.0005	-13.0	47.1	-73.4	47.4
1.0001	0.0001	-56.7	52.3	-124	10.4

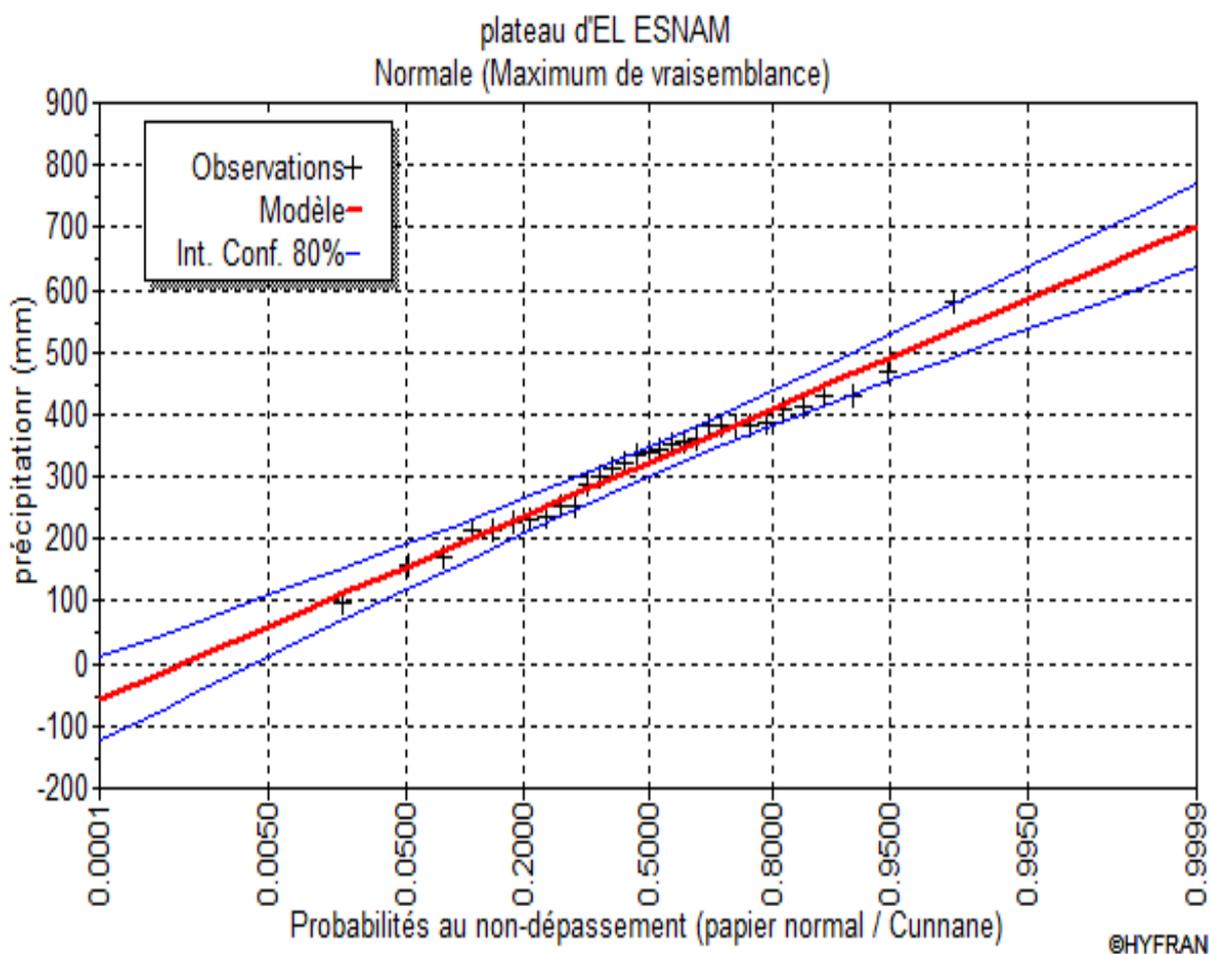


Figure I.4 : ajustement à la loi normal.

Tableau I.21 : caractéristiques de la loi d'ajustement.

station d'EL ESNAM		
Comparaison des caractéristiques de la loi et de l'échantillon		
Normale (Maximum de vraisemblance)		
	Caract. de la loi	caract. de l'échantillon
Minimum	Aucun	98.0
Maximum	Aucun	582
Moyenne	323	323
Ecart-type	102	102
Médiane	323	341
Coefficient de variation (Cv)	0.316	0.316
Coefficient d'asymétrie (Cs)	0.00	4.10E-005
Coefficient d'aplatissement (Ck)	3.00	2.92

I.5.5 détermination de l'année de calcul :

Détermination de l'année de calcul a pour but de connaître la quantité de pluie qui peut être utilisée par la plante; elle est une fraction de la pluie efficace (pluie de probabilité 80%), (de l'année de calcul de P80%)

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

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

$$P_{\text{théorique}80\% \text{ annuelle}} = 237\text{mm} .$$

$$P_{\text{théorique}50\% \text{ annuelle}} = 323\text{mm} .$$

P_{moy} De chaque mois sont données par le tableau suivant:

Tableau I.22 : les précipitations moyennes mensuelles à probabilité 80%

Mois	Sep	Oct.	Nov.	déc.	jan	fév.	mars	avr.	mai	juin.	juil.	aout.	Année
P moy (mm)	2,1	52,2	48	11	25	61,6	34,2	53,3	71,9	21,3	0,6	2,9	384,1
P80% moy (mm)	1,5	38,3	35,2	8,1	18,3	45,2	25,1	39,1	52,8	15,6	0,4	2,1	281,8

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons voulu montré les principales caractéristiques de notre région d'étude concernant climatologie. La pédologie ; la topographie, la géographie et l'hydrologie.

Nous considérons ces dernières comme des données de base pour l'établissement de notre projet d'irrigation.

- Notre zone d'étude est d'un régime continental, caractérisée par une moyenne pluviométrie concentrée sur quelques mois de l'année, dont le mois le plus pluvieux est le mois de **Janvier** avec une moyenne de **45.9 mm**, et la période sèche s'étale de début du mois de **mai** jusqu'à **mi-octobre**.

Ainsi, notre région d'étude sera classée dans un étage bioclimatique semi-aride.

Chapitre II: Besoin en eau des cultures

Introduction :

Les besoins des plantes ne sont pas constants dans le temps, il y a une sensibilité particulière au déficit à certaines périodes de leur cycle végétatif.

De nos jours, la plupart des modes des conduites de l'irrigation résultent soit d'un bilan hydrique de la culture, soit de mesure in situ de la réponse à la sécheresse des plantes, dans les systèmes agraires modernes, la majorité des prévisions d'irrigation dépendent de l'évaluation de la quantité d'eau disponible dans le sol pour la culture.

Les besoins en eau à satisfaire par l'irrigation au niveau du champ représentent le volume et la fréquence des applications d'eau nécessaire pour compenser les déficits en eau du sol pendant le cycle végétatif d'une culture donnée.

Les besoins en eau à satisfaire sont à estimer en deux phases :

- Les besoins unitaires : Relatifs à un hectare de chacune des cultures envisageables pour la zone étudiée.
- Les besoins globales : Du périmètre d'irrigation.

Pour calculer ces besoins, il faut y avoir les données climatiques et édaphiques les variables qui composent le bilan hydrique au niveau de l'aire d'irrigation ce sont :

- Les besoins en eau maximum de chaque culture (évapotranspiration moyenne ETM).
- La pluie efficace (Pe).

La fraction de la réserve utile du sol (RFU).

II.1.Calculs des besoins en eau des cultures :

II.1.1 Etude agronomique :

Il est indispensable d'étudier les aptitudes culturales propres à chaque type de notre sol, et le choix des cultures convenables et adaptables.

II.1.2 Choix des cultures :

Les choix des cultures à mettre en place doit concilier entre les critères suivant :

- Les conditions climatiques de la région étudiée.
- La qualité et disponibilité de l'eau d'irrigation.
- L'aptitude culturale des sols basée sur l'étude pédologique.

Pour l'établissement du calendrier cultural adaptable aux diverses condition du périmètre d'étude El Esnam, nous avons tenu compte :

- De la vocation agro-alimentaire de la région.
- Du choix des services agricoles de la wilaya qui tendent vers la diversification et l'intensification des cultures pratiquées dans la région.

- D'un aperçu sommaire sur les qualifications de la main d'œuvre actuelle dans la conduite des cultures envisagées.
- Des disponibilités des moyens de production.
- De la demande commerciale traduisant les profils des agriculteurs.

Les cultures retenues doivent présenter une combinaison harmonieuse entre elles afin de bien conditionner la réussite technique et financière de notre système de culture.

Pour notre périmètre les cultures que nous avons choisies sont les suivantes :

a. Arboriculture :

- Olivier, Pêcher

b. Cultures maraichères :

- Carotte, courgette, haricot, pastèque, melon, Pomme de terre.

c. Culture fourragères et céréalières :

- Blé dur, orge et sorgho

II.1.3 Répartition des cultures :

Le choix de ces cultures dans notre périmètre est bien réparti dans le temps.

Avant d'évaluer les besoins en eau des cultures de la zone d'étude, il faut d'abord définir l'occupation et la répartition culturale dans le périmètre, en tenant compte des différentes contraintes (d'ordre climatique, social, Agro-pédologique).

L'adaptation des assolements identifiés auparavant aux différents types de modèles dépendra de la taille des exploitations agricoles et leurs potentialités culturales.

L'occupation des sols retenue pour là nous étude est donnée par le tableau suivant :

Le tableau II.1 : exprime la répartition d'occupation des sols relatifs aux cycles culturaux retenus pour le projet sur la superficie choisie la zone III voir la planche (01).

Le tableau II.1 : Occupation de sol en fonction de la culture.

CULTURES	surface occupée	
	ha	%
CEREALE		
Blé dur	180	48,34
orge	24,85	6,67
sorgho	32,5	8,73
MARAICHERE		
courgette	12,5	3,36
Haricot (vert)	10	2,69
Pastique et melon	22,5	6,04
carotte	10	2,69
Pomme de terre	12,5	3,36
concombre	10	2,69
betterave	12,5	3,36
CULTURES ARBORICOLES		
Olivier	20	5,37
pêcher	25	6,71
TOTEAUX	372,35	100
surface totale du périmètre	2262	16,46

Chapitre II: Besoin en eau des cultures

Tableau II.2 : calendrier des cultures envisageable

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Dèce
cultures												
fourragères et céréales												
Blé dur	—————										—————	
orge	—————										—————	
sorgho			—————									
Maraichage plein champ												
courgette				—————								
Haricot (vert)			—————									
Pastique et melon					—————							
carotte		—————										
Pomme de terre			—————									
concombre						—————						
betterave				—————								
Culture arboricoles												
Olivier	—————											
pêcher	—————											

II.1.4 Assolement :

L'assolement c'est la répartition des cultures dans le périmètre. Le choix de l'assolement est conditionné par un certain nombre de contraintes.

a- Contraintes agro climatique :

C'est dire les cultures qui s'adaptent au climat et au sol. Chaque culture a ses exigences climatiques (pluie, température, etc....) et pédologique (profondeur du sol, texture, etc....).

b- Contraintes externes :

Planification pour répondre aux besoins croissants de consommation.

c- Contraintes internes :

Main d'œuvre et matériel. Certaines cultures demandent une main d'œuvre qualifiée et un matériel spécifique. Qualité de l'eau utilisée.

d- Contraintes économiques :

Le prix des produits, commercialisation, ces contraintes prennent une importance primordiale, ainsi le prix des produits est considéré à échéance avec l'assurance d'une vente rentable.

Dans notre cas on opte pour un assolement mixte qui permet d'assurer les besoins des marchés.

Les cultures les plus demandées dans le marché sont : Blé, pomme de terre, carotte et haricot

- Blé en premier degré.
- pomme de terre en deuxième degré.
- carottes et haricot en 3^{ème} degré.

II.2 Besoins en eau des cultures :

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

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

II.2.1 Détermination de l'évapotranspiration :

II.2.1.1 Définition :

L'évapotranspiration se définit comme étant le rejet global de vapeur d'eau par le sol et par les feuilles d'une plante. On distingue deux types d'évapotranspiration :

- Evapotranspiration potentielle ETP.
- Evapotranspiration réelle ETR.

L'évapotranspiration potentielle représente la quantité d'eau évaporée, et transpirée par une végétation qui recouvre totalement le sol.

L'évapotranspiration réelle représente la quantité d'eau effectivement évaporée, à un moment donné, par le sol et la végétation.

II.2.1.2 Méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration :

L'évapotranspiration potentielle est rarement mesurée à l'aide de bac (voir la figure II.1). et d'évaporomètre. Le plus souvent elle est calculée par des méthodes à partir des données climatiques mesurées, les plus employées sont :

- ✓ Méthodes des lysimètres.
- ✓ Méthodes des stations expérimentales.
- ✓ Méthodes directes de l'évaporation.



Figure II.1: Le bac évaporant

En ce qui concerne notre projet, le calcul des besoins en eau des cultures est effectué à l'aide de logiciel Cropwat, qui permet au passage, l'évaluation de l'évapotranspiration de référence, selon la formule empirique la plus appropriée de M^R Penman et Monteith modifiée.

La formule de M^R Penman et Motheit modifiée se présentant comme suit :

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

Tel que :

ET₀ : représente l'évapotranspiration de référence, exprimées en mm /jour.

W : facteur de pondération tenant compte de l'effet de rayonnement a différente température et altitude.

R_n : rayonnement net en évaporation équivalente, exprime en mm/jour.

$F(u)$: fonction liée au vent.

ea : tension de vapeur saturante a la température moyenne de l'air, en millibars.

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

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

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est réalisé à l'aide d'un logiciel appelé **CROPWAT**, fonde sur la méthode de M^r Penman et Motheit, modifiée et recommandée par la consultation des experts de la **FAO** tenue à Rome en mai 1990.

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

- Température : Les températures max et min mensuelles sont données en degré Celsius.
- Humidité de l'air : l'humidité relative de l'air exprime en pourcentage %.
- Insolation journalière : L'insolation journalière donnée en heures d'insolation.
- Vitesse de vent : La vitesse du vent peut être introduite en m/s.

Dans **le tableau (II.3)**: nous représentons l'évapotranspiration de référence ET_0 , calculée à l'aide du logiciel Cropwat 8.0, selon la formule de Penman&Monteith, modifiée

Tableau II.3: l'évapotranspiration de référence ET_0 selon la formule de Penman&Monteith, modifiée.

Evapotranspiration de référence ET_0 de Penman et Monteith							
Pays		: ALGERIE		Station climatique : BOUIRA			
Altitude		: 555 mètres		latitude : 36,23 N°		longitude : 03,53 E°	
MOIS	Min tempi	Max tempi	humidité	Vent	Insolation	Radiation	ET_0 Penman
	C°	C°	%	m/s	heures	MJ/m ² .jour	mm/jour
Janvier	1.8	13.2	73	2.6	6.3	9.9	1.58
Février	5.3	14.9	82	2.6	6.5	12.4	1.76
Mars	5.9	18.1	74	2.5	7.1	16.0	2.77
Avril	8.2	20.3	71	3.1	6.8	18.3	3.64
Mai	11.2	25.3	68	2.8	5.5	17.9	4.41
Juin	15.0	31.9	56	2.8	8.8	23.1	6.45
Juillet	17.3	35.2	51	2.7	12.1	27.6	7.59
Août	18.0	35.0	54	2.5	9.5	22.6	6.50
Septembre	15.7	29.6	66	2.3	6.9	16.7	4.30
Octobre	12.0	25.1	71	2.0	6.2	13.0	2.88
Novembre	7.9	17.0	73	2.4	1.8	6.3	1.70
Décembre	5.7	14.1	84	2.6	3.2	6.6	1.15
moye	10.3	23.3	69	2.6	6.7	15.9	3.73

II.2.1.3 Calcul de la pluie efficace :

Pour tenir compte des pertes, le programme Cropwat 8.0, nous permettra de calculer la précipitation efficace, définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, par percolation en profondeur, etc.

Il est difficile d'évaluer les pluies efficaces sans avoir recours à des mesures effectuées pendant de longues périodes, en différents endroits (utilisation de la méthode du mètre).

Par conséquent, en l'absence de telles données, nous utiliseront couramment des méthodes expérimentales, cas de la méthode proposée et recommandée par la fixation de pourcentage à 80%, car cette dernière elle donne des résultats s'adaptant au climat cas de l'Algérie.

Avec :

P_{eff} : Pluie annuelle efficace en (mm/mois).

Chapitre II: Besoin en eau des cultures

$P_{P\%}$: Pluie annuelle de probabilité de dépassement de 80%, en (mm/mois).

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

Tableau II.4 : les précipitations efficaces à pourcentage fixe (80%).

mois	$P_{80\%}$ (mm)	P_{eff} (mm)
janvier	18.3	14.6
février	45.2	36.2
mars	25.1	20.1
avril	39.1	31.3
mai	52.8	42.2
juin	15.6	12.5
juillet	0.4	0.3
août	2.1	1.7
Septembre	1.5	1.2
Octobre	38.3	30.6
Novembre	35.2	28.2
Décembre	8.1	6.5
Total	281.8	225.4

II.2.2 Détermination des besoins en eau d'irrigation :

II.2.2.1 Définition :

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

II.2.2.2 Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures :

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

$$\mathbf{B=ETR - (Pe_{ff} + R_{fu})}$$

Avec :

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

ETR : Evapotranspiration réelle (mm/jour) ;

Pe_{ff} : Pluie efficace ; **Pe_{ff}= α .P** ;

α : Coefficient tenant compte de l'efficacité des pluies généralement 80%.

P : La précipitation (mm) ;

R_{fu} : La réserve facilement utilisable (mm) ;

Telle que :

$$\mathbf{R_{fu}=Y(H_{cc}-H_{pf}).Z.d_a}$$

Avec :

H_{cc} : Humidité à la capacité au champ;

H_{pf} : humidité du sol au point de flétrissement ;

Z : Profondeur d'enracinement (m) ;

Da : Densité apparente ;

Y : degré de tarissement.

✓ Remarque :

- **R_{fu}** ; est déterminé à partir d'un tableau des cultures en fonction de type du sol (voir annexe 1) ;
- **K_c** : coefficient culturel estimé à partir de tableau des coefficients culturels de FAO (voir annexe 2) ;
- La durée des phases de développement des cultures définit par le tableau des phases (voir annexe 3) ;
- Le calcul des besoins en eau nets de chaque culture est donné dans **l'annexe N° 4** ;

Chapitre II: Besoin en eau des cultures

Tableau II.5:Détermination des besoins en eau des cultures

MOIS	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mar	Avril	Mai	juin	Juill.	Août	année
CULTURES													
CEREALE													
Blé dur et orge		0	0	0	0	0	0	61.49	64.5	49.2			175.2
sorgho		0	0	0	0	0	0	25.46	65.6	191	170.8		452.9
MARAICHA GE PLEIN CHAMP													
courgette								0	66.3	112	188		366.6
Haricot (vert)							0	20	72.9	65.2			158.1
Pastique et melon	0								0	135	210.5	55.3	400.8
carotte						0	0	0	117.6	220	102.4		440
Pomme de terre								30.8	120.8	115	56.9		323.3
concombre	108.4									21	159.4	204.7	493.4
betterave									0	194			194.2
CULTURES ARBORICOL ES													
Olivier	77.3	43.0	0	0	0	0	0	0	7.95	48.9	98.8	97.44	365.5
pêcher	77.3	43.0	0	0	0	0	0	0	0	48.9	98.8	97.44	365.5
TOTEAUX	263.12	86.0	0	0	0	0	0	137.8	507.9	1201	1086	454.9	3736.1

Chapitre II: Besoin en eau des cultures

Tableau II.6 : Tableau récapitulatif des besoins totaux en eau.

CULTURES	Superficie en Ha	Besoins nets mm	Besoins nets m ³ /ha	Efficiencie %	Besoins bruts m ³ /ha	Besoins bruts Totaux m ³
CEREALE						
Blé dur	180	175,22	1752,2	0,75	2336,27	420528,0
orge	24,85	175,22	1752,2	0,75	2336,27	58056,2
sorgho	32,5	452,93	4529,3	0,75	6039,07	196269,7
MARAICHAGE PLEIN CHAMP						
courgette	12,5	366,66	3666,6	0,75	4888,80	61110,0
Haricot (vert)	10	158,16	1581,6	0,75	2108,80	21088,0
Pastique et melon	22,5	400,89	4008,9	0,75	5345,20	120267,0
carotte	10	440	4400	0,75	5866,67	58666,7
Pomme de terre	12,5	323,39	3233,9	0,75	4311,87	53898,3
concombre	10	493,44	4934,4	0,75	6579,20	65792,0
betterave	12,5	194,25	1942,5	0,75	2590,00	32375,0
CULTURES ARBORICOLES						
Olivier	20	365,58	3655,8	0,8	4569,75	91395,0
pêcher	25	365,58	3655,8	0,8	4569,75	114243,8
TOTAUX	372,35	3911,32	39113,2		51541,6333	1293689,6

Donc les besoins annuel de la superficie choisie, qui représente 16% par rapport à la surface totale de périmètre est d'environ **1.293 Hm³**.

II.3 Le lessivage :

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

II.3.1 sensibilité des plantes aux sels :

Pour le plan de culture retenu, les tolérances des principales cultures au sel correspondant à des niveaux de rendements pour différents seuils de la conductivité électrique, sont données dans le tableau suivant :

Tableau II.7 : tolérance des cultures aux sels.

Cultures	Niveau de rendement en fonction de CE_e .			
	100%	90%	75%	50%
Blé dur	6.0	7.4	9.5	13.0
orge	8.0	10.0	13.0	18.0
sorgho	4.0	5.1	7.2	11.0
carotte	1.0	1.7	2.8	4.6
Haricot (vert)	1.0	1.5	2.3	3.6
concombre	2.5	3.3	4.4	6.3
Pomme de terre	1.7	2.5	3.8	5.9
betterave	7	8.7	11	15
Olivier	1.6	2	2.6	3.7
pêcher	1.7	2.2	2.9	4.1

Source bulletin n°29 de la FAO.

Le tableau qui suit montre le degré de sensibilité des cultures au sel par classes :
Tableau II.8 : degré de sensibilité des cultures aux sels par classes.

Classification	Cultures
Cultures sensibles	Haricot, carotte, oignon.
Cultures moyennement sensibles	Tomate, poivron, pomme de terre, chou, courgette, pastèque.

II.3.2 qualité des sols : L'étude agro-pédologique a porté sur une superficie d'environ 2262 ha qui a permis de dégager une superficie irrigable de 635ha pour cette étude.

Dans notre cas les profils pédologiques qui a été fait sur la superficie choisie, englober dans le tableau suivant extrait de **Tableau I.13**.

Tableau II.9 : description de profil concerne la superficie irrigable.

N du profil	profondeur	complexe absorbant (meq/Kg) du sol						solution du sol		carbone organique g/Kg
		ph (mg/Kg)	ca	mg	k	Na	CEC	CE (mmhos/cm)	PH	
profil N3	0 - 30 cm	26	281,07	60,27	9,50	3,4	272	0,19	7,2	12,2
	30 - 50 cm	7	283,39	74	7,34	3,12	86	0,27	7,4	9,5
	50 - 95 cm	3	565,04	100,45	7,14	3,36	277	0,14	7,6	6,2
	95 - 120 cm	2	819,19	118,11	5,74	4,93	215	0,14	7,8	3,7

D'après le **Tableau II.9** on remarque que le sol a salinité faible sur toutes les profondeurs.

II.3.3 La qualité d'eau de barrage (Tiledit) :

D'après les analyses faites au laboratoire de l'ANRH. La composition chimique moyenne de l'eau donnée les résultats suivants:

Tableau II.10 : La composition chimique moyenne de l'eau.

Elément	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	NO3 mgN/ l	SO4 mg/l	CE mmhos/cm	Alcalinité Totale mg par CaCO3	PH
barrage	70	26	17	0.3	167	0.740	130	7.1

II.3.3.1 Problème de salinité et toxicité :

➤ **Problème de salinité :**

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

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

➤ **Problème de toxicité :**

La toxicité pose un problème différent de celui de la salinité, car elle se manifeste dans le végétal lui-même comme le résultat de l'absorption et de l'accumulation de certaines substances contenues dans l'eau d'irrigation.

Chaque élément présent dans les solutions salines peut avoir un effet toxique spécifique sur la plante, ainsi la plupart des ions sont toxiques à forte concentration.

Généralement les problèmes de la toxicité accompagnent ceux de la salinité, parmi les principaux éléments toxiques il y'a le sodium (Na), le chlore (Cl), et le bore (B)

III.3.3.2 CLASSIFICATION DES EAUX D'IRRIGATION :

➤ **Classification mondiale (F.A.O) :**

La classification donnée en fonction de la concentration des sels

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

➤ **Classification américaine :**

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

✓ **Pour la conductivité électrique C.E**

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

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

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

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

Avec : Na⁺, Ca⁺⁺, et Mg⁺⁺ en meq/l.

•S1 :S.A.R<10

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

•S2 :10<S.A.R<18

Les eaux contenant une faible quantité moyenne de sodium, peuvent présenter quelques difficultés dans les sols à texture fine, à moins qu'il n'y ait du gypse dans le sol, ces eaux

peuvent être utilisées sur des sols à texture grossière ou sur des sols organiques qui absorbent bien l'eau.

•S3 : $18 < \text{S.A.R} < 26$

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

•S4 : $\text{S.A.R} > 26$

Les eaux contenant une quantité très élevée de sodium, sont généralement impropres à l'irrigation, sauf pour un degré de salinité moyen ou faible, lorsque l'usage de gypse ou amendements analogues permettent l'utilisation. Voir la **Figure (III- 3)**

Dans notre cas le calcul du S.A.R donne la valeur suivante :

$$\text{S.A.R} = \frac{17}{\sqrt{\frac{70 + 26}{2}}} = 2.45$$

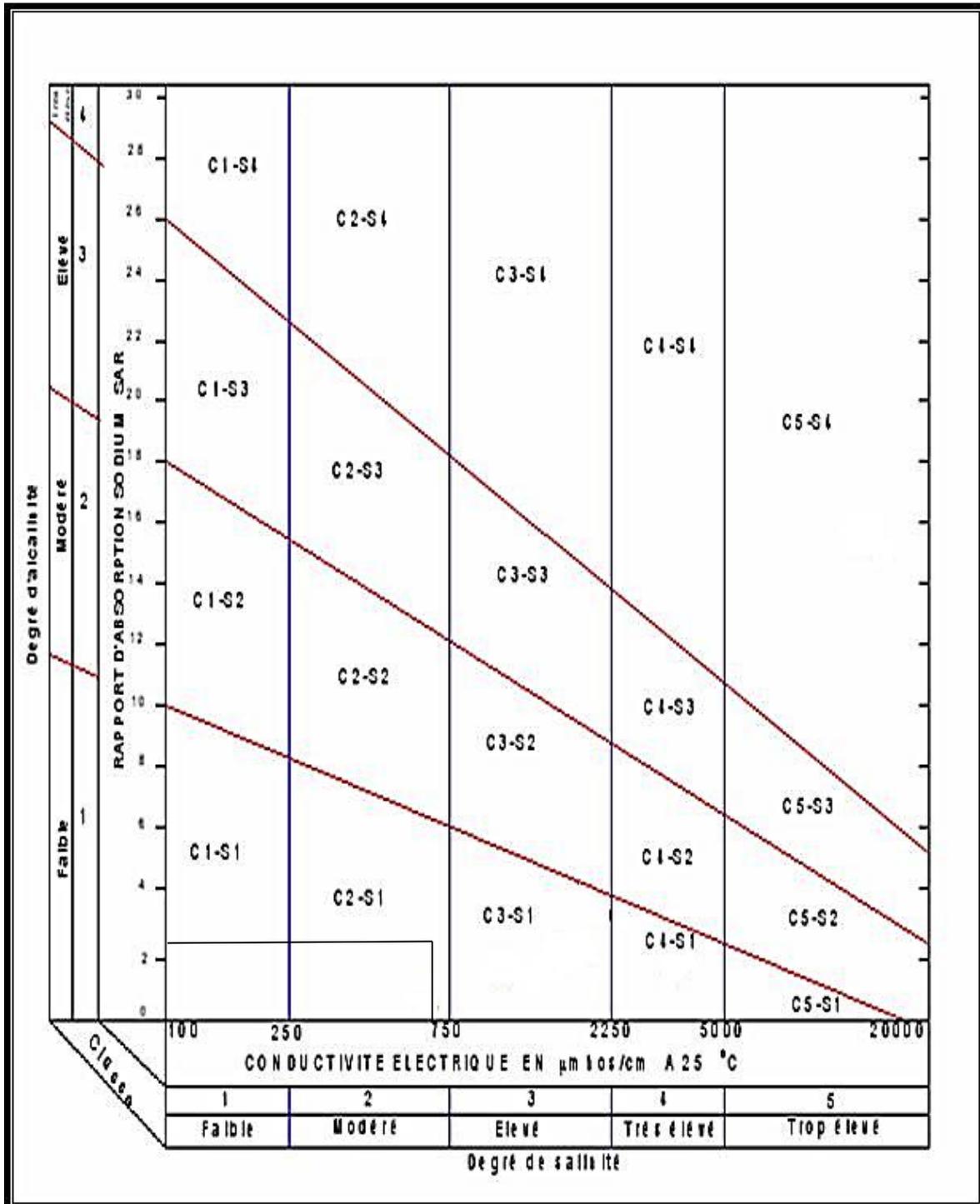


Figure II.2: Diagramme de classification des eaux d'irrigation

II.3.4 les besoins en eau du lessivage :

Dans les sols salés, il faut non seulement couvrir les besoins d'évapotranspiration de la culture et les besoins d'humectation et d'évaporation du sol avec une quantité d'eau, mais il faut ajouter une quantité supplémentaire pour dissoudre les sels solubles, et qui seront évacués en dehors de la zone racinaire par un réseau de drainage.

Dans notre cas les sols sont considérés non salés voir **tableau II.9**, rappelons que en général les sols sont à salinité très faible, donc le calcul de la quantité supplémentaire au lessivage n'est pas nécessaire.

Conclusion :

En définitive, il faudra prévoir une disponibilité annuelle brute d'environ **1.293 Hm³** d'eau d'irrigation, qui permettra aux agriculteurs de permuter et de diversifier leur plan de cultures, tout en garantissant leur besoins en eau d'irrigation, avec une marge de sécurité satisfaisante.

Donc le volume total nécessaire pour la zone choisie est de 1.293 Hm³ pour toute l'année.

Ce volume est largement couvert par le volume fourni par le barrage de Tilesdit et qui est de l'ordre de **12 Hm³** destiné aux besoins d'irrigation annuel de plateau d'El Esmam.

Chapitre III : Dimensionnement du réseau d'irrigation

Introduction :

Pour satisfaire les besoins en eau des cultures, en reconstituant à Chaque fois la réserve en eau du sol dans la zone racinaire , on doit apporter correctement les doses d'irrigation et à des instants bien définis ; cela se fait avec un dimensionnement très précise du réseau d'irrigation .

Notre objectif dans ce chapitre est de calculer les dimensions et les paramètres hydrauliques des équipements constituant ce type d'installation qui est l'irrigation par aspersion à savoir :

- D'abord, le choix du type de système convenable aux différentes exigences de notre projet d'irrigation de la parcelle ;
- Ensuite, le dimensionnement de la rampe (conduite) d'amenée d'eau reliée à la borne d'alimentation, par le calcul de sa longueur, de son diamètre et de ses pertes;
- Puis , le calcul de la pression devant être assurée au niveau de la prise d'eau principale (borne d'alimentation) pour assurer le bon fonctionnement des asperseurs pour les différentes positions d'arrosage ;
- Finalement, le calcul des différentes vitesses

III.1 Les ressource en eau :

Avant d'entamer une étude d'aménagement hydro-agricole, il faut d'abord localiser et quantifier l'eau nécessaire à l'irrigation. Pour cela on va présenter les ressources en eau qui peuvent irriguer notre zone d'étude.

○ Les ressources en eau superficielles :

Généralement l'eau pour les besoins agricoles est exploitée superficiellement dans cette région à cause de disponibilité des barrages au bord de périmètre d'étude.

➤ Barrage de Tilesdit :



Figure III.1 : Situation géographique et coordonnées du barrage de TILESDIT

Le barrage se trouve à **une dizaine de Km** au nord-ouest de la ville de **BECHLOUL** et, il est implanté sur l'**oued EDHOUS**, il comprend les ouvrages suivants :

- la capacité est de **167 Hm³**.
- Le volume régularisable est de **73 Hm³**.
- Près de **32.4 Hm³** sont affectés à l'irrigation.
- Une digue de **65 m** de hauteur.
- Une crête de **425 m** de longueur et **2,56 m** de largeur à la cote **415 m**.
- Un évacuateur de crues (trop plein).
- Une vidange de fond de **04 m** de largeur et de **240 m** de longueur.
- Une tour de prise de **70 m** de hauteur et **0,9 m** de diamètre sur la galerie de vidange de fond.

Le barrage de **TILESDIT** est prévu pour une capacité de **167 Hm³** ; cette dernière a fortement diminué par rapport au problème d'érosion. Il est doté d'un réseau d'AEP pour l'alimentation de la ville de **BOUIRA** et de ses communes limitrophes : (**EL ESNAM ; BECHLOUL, OUED EL BERDI, AHL ALKSAR, OULED RACHED, BORDJ OKHRISS, MESDOUR, TAGUEDIT, AL ADJIBA, AHNIF ET ATH MANSOUR**) avec **20.23Hm³/an** ; et d'un réseau d'irrigation pour les besoins en eau de **5600ha** répartis comme suit :

- plateau d'EL ESNAM (**2200 ha**) avec **12 Hm³/an**.
- vallée de l'oued sahel (**3400 ha**) avec **27,2 Hm³/an**.

La région de construction du barrage projeté sur Oued House est située dans la partie Sud Est de la wilaya de **BOUIRA**, sur le territoire de la Commune de **BECHLOUL** à une dizaine de Km de la ville d'**EL ASNAM**.

Le site du barrage a été choisi en ayant pris les facteurs suivants en considération :

- possibilité de créer une retenue d'une capacité de **167 Hm³** presque, sans inonder les bonnes terres cultivables.
- Implantation de la retenue autant que possible à proximité des terres à irriguer.
- Condition hydrogéologiques et géotechniques favorables pour la réalisation.
- Présence des carrières et des matériaux de construction.

L'ensemble hydraulique comprend :

Digue en terre : avec un noyau argileux de hauteur **65 m**, et de longueur **425 m**, avec un volume des remblais **3.360.000 m³**, avec une largeur à la base de **25m**.

➤ **Evacuateur de crue** : comprend :

- Un déversoir de longueur de **315 m**.
- Un coursier de **315 m** de longueur et **50 m** de largeur.
- Un canal de restitution.

➤ **Une tour de prise d'eau** : **70 m** de hauteur munie de 2 pertuis de prise.

- Une galerie d'injection : de **150 m** de longueur.
- Station de pompage et réservoir de régulation : l'adduction de l'eau au périmètre situé à l'amont de la retenue est effectué par deux tançons :

Un tronçon de diamètre **900 mm** et d'un débit de **1009 l/s** reliant la station de pompage de **TILESDIT** située au pied du barrage, avec le réservoir de régulation du plateau d'**EL ESNAM** situé à une côte **580 m NGA**. Voir la Figure (III-2) : La prise d'eau du barrage de **TILESDIT**.

- Un tronçon de diamètre **900 mm** et d'un débit de **1009 l/s** reliant la station de pompage Un autre tronçon de diamètre **1250 mm**, et d'un débit d'environ **1000 l/s** reliant le réservoir de régulation avec la rentrée du périmètre d'**EL ESNAM**.



Figure III.2 : La prise d'eau du barrage de TILESDIT

III.2 Le réseau hydraulique :

Le périmètre du plateau d'**EL-ESNAM** s'étend sur une superficie totale équipée de **2260 Ha**. La distribution de l'eau se fait à partir du bassin de régulation dont l'eau est refoulée par la station de pompage et alimenté gravitairement par un réseau ramifié ; (**Voir figure III.1**) : Schéma du réseau hydraulique du périmètre du plateau d'**EL-ESNAM**

L'aspiration de l'eau d'irrigation se fait à partir du barrage **TILESDIT**. La station de pompage est directement raccordée à la conduite de vidange de fond de la retenue, celle-ci permet d'utiliser la pression variable du niveau d'eau dans la retenue ce qui amène à une diminution appréciable de la consommation en énergie électrique

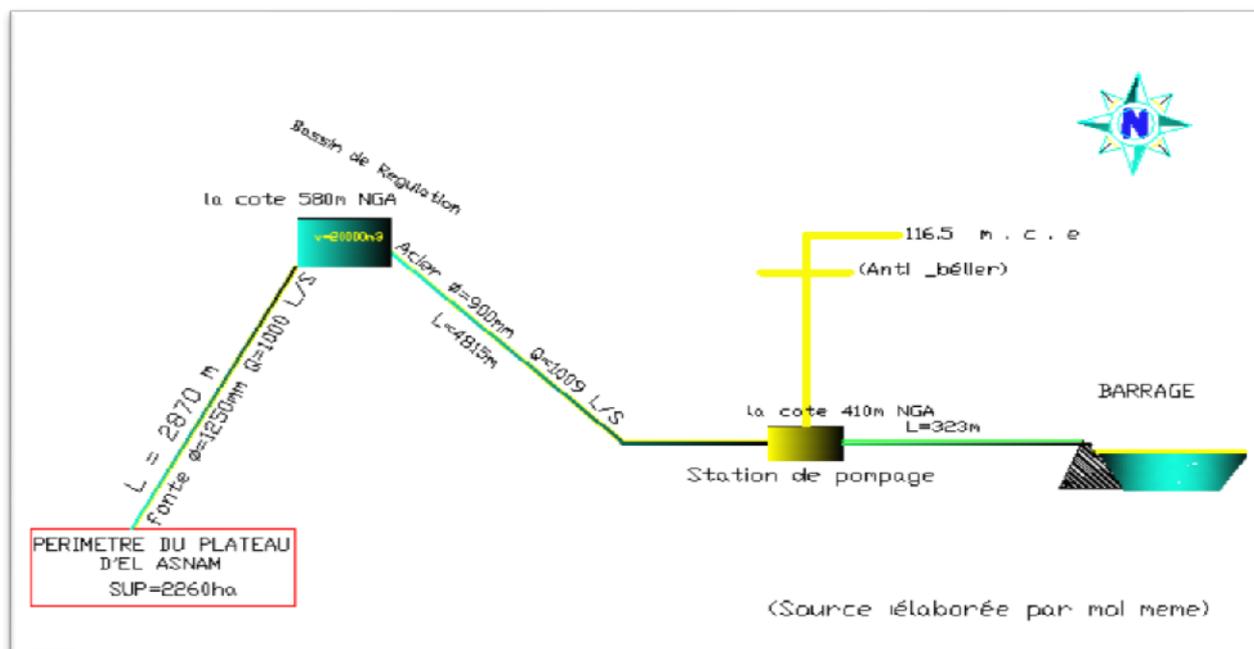


Figure III.3: schéma du réseau hydraulique de périmètre d'EL Esnam.

III.2.1 La station de pompage :

La station de pompage du périmètre du plateau d'EL-ESNAM implantée en amont du barrage de TILES DIT dans le côté droit de la digue à quelque centaines de mètres du trop-plein (déversoir du barrage)

La station de pompage est destinée à pomper de l'eau du barrage par voie d'une conduite d'aspiration de **0,9 m** de diamètre, et d'une capacité de pompage équivalente à **3600m³/h** à pleine régime, refoulées vers un bassin de régulation d'une capacité d'accumulation de **20 000 m³**.
(DHW de BOUIRA, 2012)

➤ Equipement de la Station de pompage du plateau d'EL -ESNAM :

- La station de pompage est équipée de :
- Un transformateur, installé sur l'arrivée des câbles d'alimentation énergétique, et séparé de la station de pompage par un mur mitoyen.
- **04** groupes motopompes (**03** de service et **01** de réserve). chacun est d'une capacité nominale de **535 l/s** qui relèvent les eaux vers la conduite de refoulement.
- Une armoire de commande.
- Une salle électrique.
- Un anti- bélier.
- Deux compresseurs.
- La protection cathodique.
- La station de pompage et le réseau hydraulique seront exploités par l'O.P.I.BO. Le fonctionnement de la Station de pompage est entièrement automatique et ne nécessite que des prestations d'entretien et de contrôle réguliers.

- La station de pompage du plateau d'EL- ESNAM est alimentée en énergie électrique de haute tension à partir de deux sources distinctes garantissant ainsi le fonctionnement permanent des installations même en cas de coupure de courant. (O.P.I. BO. 2012)

➤ **fonctionnement de la station de pompage:**

Le tableau ci-dessous retrace le nombre d'heures de fonctionnement de chaque pompe par jour avec le volume d'eau pompé correspondant.

Tableau III.1 : Fonctionnement des pompes (durées et volumes pompés par jour)

POMPES	NOMBRE D'HEURES DE FONCTIONNEMENT	VOLUME POMPE
P1	1.45	2616 m3
P2	0.65	1156 m3
P3	1.5	2686 m3
P4	1.8	2810 m3

Source : O.P.I. BO, (2012)

➤ **Hauteur manométrique totale :**

La hauteur manométrique est donnée par la formule [8-1]. Elle correspond à la somme de la hauteur géodésique et les pertes de charge totales calculées par la formule [4-7] proposée par MM Lechapt et Calmon.

$$J = \frac{L * Q^M * C}{D^N}$$

J : Pertes de charge en mm/ml.

Q : Débit en m³/s.

L, M et *N* : Constantes dépendantes de la rugosité absolue *K* des canalisations.

C : Coefficient de majoration tenant compte des pertes de charges singulières.

Pour les valeurs les plus couramment adoptées concernant la rugosité absolue *K*, les constantes de la formule sont les suivantes :

K (mm)	L	M	N
0,1	1,20	1,89	5,01
0,5	1,4	1,96	5,19
1	1,60	1,975	5,25.

$$HMT = ha + hr + Ja + Jr + P_r$$

Avec :

HMT : Hauteur manométrique totale en m.

ha : Hauteur d'aspiration en m.

hr : Hauteur de refoulement en en m

Ja : Pertes de charge d'aspiration en m

Jr : Pertes de charge de refoulement en m

p_r : Pression requise nécessaire à la sortie (0,5 ÷ 1,5) m

Nous avons aussi:

$$hg = ha + hr .$$

$$Y = Ja + Jr .$$

$$HMT = hg + y + P_r$$

Avec :

HMT : Hauteur manométrique totale en m.

hg : Hauteur géodésique en m.

Δh : Pertes de charge totales en m

P_r : Pression requise nécessaire à la sortie (0,5 ÷ 1,5) m.

Les résultats sont résumés ci-dessous :

*Pertes de charge totales Bge-Sp : $y = 0,08m .$

*Pertes de charge totales Sp-B_{accum} : $y_1 = 13,36m .$

*Hauteur géodésique Sp-B : $hg = 75,30m .$

*Hauteur manométrique totale Sp-B : $HMT = 88.74m .$

*Puissance absorbée par la SP : $P = 1159Kw .$

➤ **Estimation des pertes charges totales dans la conduite d'adduction gravitaire :**

La formule la plus utilisée pour le calcul de la perte de charge pour un écoulement dans une

conduite est celle de **Darcy-Weisbakh** :
$$\Delta H_p^{lin} = \frac{K' \times L_e \times Q^\beta}{D_{av}^m}$$

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

Q : Débit véhiculé par la conduite (1 m³/s); pour assurer les caractéristiques.

Dav : Diamètre avantageux calculé de la conduite 1,25 m ;

K' : Coefficient de pertes de charge;

m : Exposant tenant compte du type du matériau.

β : Exposant tenant compte du régime d'écoulement ;

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

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

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

ΔH_t : pertes Charge linéaire totale en (m);

L_g : Longueur géométrique de la conduite gravitaire (m) ;(L_g = 2870 m)

Pour notre calcul des pertes de charge on a utilisé la simulation de logiciel EPANET. 02 .les résultats donné dans **l'annexe N° 5**.

Les pertes de charge unitaire estimée par ce dernier est de 2.42 m/km.

Donc :

$$\Delta H_p^{lin} = 2.87 * 2.42 = 8.09 \text{ m}$$

$$\Delta H_t = 1.15 * 8.09 = 9.3 \text{ m}$$

III.2.2 le bassin d'accumulation :

Le bassin d'accumulation présente les caractéristiques suivantes :

- cote de fond : **580 m.**
- cote de niveau : **585,5 m.**
- cote de la berme : **586 m.**
- capacité : **20000 m³.**
- longueur : **138 m.**
- largeur : **50 m.**
- profond d'eau : **6 m.**
- Hauteur manométrique : **125m.**
- tapis d'étanchéité : **béton armé.**
- masque étanche : **béton armé et enrochement.**
- mur de clôture : **510m.**

Source : DHW (BOUIRA, 2012)

L'eau est utilisée pour l'irrigation du périmètre et possède des qualités fertilisantes qui provoquent souvent l'eutrophisation (caractérisé par une déficience en sels minéraux nutritifs indispensables à la croissance des végétaux) servant à alimenter le réseau d'irrigation.

Donc, le bassin reste le foyer d'une prolifération d'algues qui colmatent les grilles de protection .Le bassin permet de diminuer la puissance de la station de pompage en cas de fonctionnement intermittent, et d'assurer la pression d'eau dans le réseau d'irrigation.

Le choix du site d'implantation du bassin est dicté essentiellement par les considérations de pression, qu'on doit tenir compte de la cote qui est de **580 m** de fond.
(O.P.I.B.O. 2012)

Le réseau hydraulique du périmètre du plateau d'**EL -ESNAM** est composé de **22** chambres de sectionnement, **60** antennes de distributions et **566** bouches d'arrosage (vannes hydrantes).

Le réseau hydraulique ramifié est constitué par un ensemble de canaux et d'ouvrages situés sur le terrain à irriguer, chaque système d'irrigation comporte des ouvrages et des dispositions hydrauliques

- un tronçon en tête du système qui assure la prise d'eau à partir des sources d'irrigation.
- Une conduite principale pourvue d'un régulateur de pression.

- un réseau de conduites de distribution (conduite secondaires pourvues également de compteurs volumétriques non fonctionnels et de vannes pour le réglage du débit).

Les conduites principales sont pourvues de regards d'évacuation (vidanges) installés aux points bas.

Le mode d'irrigation adopté dans le réseau est par aspersion, et avec la structure foncière du secteur privé, deux ou trois privés bénéficient d'une vanne hydrante.

Les parcelles sont de forme géométrique quelconque, cette installation comprend :

- une canalisation primaire (amenée d'eau).
- Une canalisation secondaire semi mobile.
- Une rampe mobile portant les arroseurs (asperseurs).

DHW de BOUIRA, (2012)

III.2.3 Renforcement du barrage de TILES-DIT à partir du barrage de TICHY-HAF :

➤ Le barrage de TICHY-HAF :

Le barrage de **TICHY-HAF** est un important ouvrage hydrotechnique qui se trouve dans le territoire de la commune de **BOUHAMZA** ; à **20 km** au Sud-est de la ville d'**AKBOU** dans la wilaya de **BEJAIA** ;

Avec une capacité d'emménagement de l'ordre de **105 hm³** d'eau, et des apports annuels estimés à **165 hm³**, le barrage est implanté sur l'**Oued BOUSELLAM**, et comprend les ouvrages suivants :

- Une digue de **80m** de hauteur.
- Une crête de **320m** de longueur et **04m** de largeur à la cote **254m**.
- Un évacuateur de crues (un trop plein) ;
- Une vidange de fond de **2,5m** de largeur et **160m** de longueur.
- Une tour de prise d'eau de **35m** de hauteur et **2,8m** de diamètre sur la galerie de vidange de fond.

Le barrage est destiné actuellement à l'**AEP** de la wilaya de **BEJAIA**, et à celle des wilayas de **M'SILA** et **BOURDJ BOUARIRIDJ** dans l'avenir.

DHW de BEJAIA, (2012)

➤ Le plan du projet :

Le **TICHY-HAF** est un barrage caractérisé par une capacité inférieure à ses apports annuels, et c'est la raison pour laquelle un volume d'eau important se perd chaque année dans la mer méditerranéenne, notamment durant la saison hivernale.

Etant donné que l'eau est une source de vie précieuse à préserver ; dans un pays hydro-sensible comme l'ALGERIE, la nécessité de trouver un moyen pour exploiter cet excès d'eau s'oblige.

Pour cela, on a pensé à renforcer le barrage de **TILESDIT** de la wilaya de **BOUIRA** ayant une capacité de **164,5 hm³**, et des apports annuels de l'ordre de **67hm³**, à partir de ce barrage ; afin d'assurer une source capable de couvrir l'**AEP** et les besoins en eau d'irrigation de cette wilaya où l'agriculture présente une activité majeure.

DHW de BOUIRA, (2012)

III.3 plan de bornage :

Les conditions d'accès à la prise d'irrigation par les irrigants, sont matérialisées sur le plan de bornage, appelé plan d'implantation des différentes bornes du réseau.

Ce dernier, est le résultat d'un compromis entre l'intérêt des utilisateurs qui souhaiteraient disposer d'une borne, idéalement remplacé par rapport à leur îlot d'exploitation et celui, du concepteur qui cherche à en limiter le nombre, de manière à diminuer le coût du réseau collectif.

Afin d'éviter les pertes de charge trop considérables dans le matériel mobile, le rayon d'action de chaque prise est souvent limité à environ **200m** pour les petits îlots, à **500m** pour les grands îlots.

Le regroupement des parcelles sur une même borne est basé sur le découpage des exploitations.

Afin de desservir plusieurs îlots (**04** ou **06** au maximum) à partir de la même borne, cette dernière doit être implantée à la limite des petites exploitations. Cependant, pour les grandes exploitations, la borne sera implantée de préférence au centre de la zone à desservir et ne comportera alors qu'une seule prise.

On trouvera dans la **Figure III.4**, le plan de bornage pour notre zone d'étude, établi selon la recommandation citée ci-dessus.

En ce qui concerne notre projet, le calcul des pressions dans les bornes est effectué à l'aide de logiciel EPANET 02, qui permet au passage, l'évaluation des caractéristiques hydrauliques des conduites et l'estimation des pertes de charge unitaires et les débits, selon la formule plus appropriée de M^R Darcy-Weisbach voir **annexe (5)**.

III.3.1 ilots d'irrigation :

L'îlot d'irrigation est par définition la plus petite entité hydraulique desservie par une borne d'irrigation. Pour éviter tout conflit entre agriculteurs, les limites des îlots d'irrigation sont celles des exploitations ou des parcelles ou à défaut les limites facilement matérialisées sur terrain.

Le projet est conçu pour que la majorité des agriculteurs, puissent disposer d'une prise autonome et d'une pression suffisante, pour la pratique de l'aspersion classique. Les

caractéristiques des bornes d'irrigations choisies pour notre zone d'étude avec une borne pour chaque dix hectare (une superficie moyenne de 10 ha) sont données par le Tableau III.2.

Tableau III.2 : Caractéristiques des bornes d'irrigations

Diamètre d'admission (mm)	Nombre de sortie	Nombre de borne (unité)	Surface (ha)
100	2	36	374.35

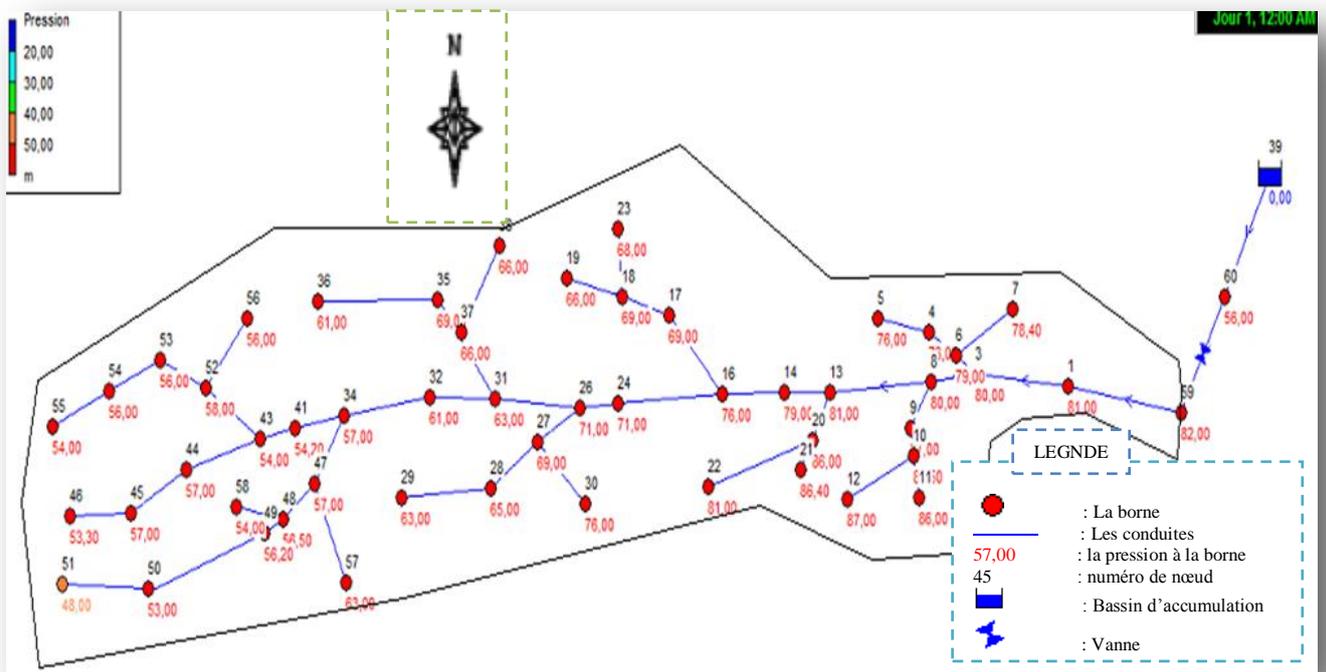


Figure III.4 : Schéma du réseau de distribution de la zone (III).

III.4 tracé du réseau de distribution :

Une fois que le plan de bornage est établi, nous procéderons à la liaison, le plus économiquement possible, des différentes bornes et l'origine du réseau. Le tracé escompté est un réseau ramifié (ou palmé) qui conduit à un coût d'investissement optimum.

La détermination du tracé est pragmatique, si nous étions obligé de suivre les limites des parcelles, les chemins les routes et pistes. Dans le cas contraire, de multiples solutions se présentent quant aux manières de réalisation, d'où la recherche de la solution au moindre coût sera adoptée. Pour cela, deux tracés du réseau sont prononcés :

➤ Tracé par proximité :

Nous rechercherons tout d'abord, le tracé de longueur minimum, ayant pour sommet les seules bornes du réseau. L'approche est conduite rationnellement suivant l'application des algorithmes de M^r Kruskal ou de M^r Sollin.

➤ Tracé à 120° :

Dans ce tracé, les bornes d'irrigation sont reliées par deux segments, formant entre eux un angle de 120°.

Pour le cas de notre réseau de distribution, le tracé adopté et celui établi par l'association des bureaux d'études Carlo Lotti&ENYHD, qui est le résultat de la formation des îlots d'irrigation, de l'implantation des bornes, du réseau de piste existant et des réseaux de conduites (AEP, transfert de gaz) existant ou en projet.

III.5 pression demandée aux bornes :

L'expression 1.7, définit la pression affectée aux bornes d'irrigation pour un bon fonctionnement des appareils d'irrigation.

$$P_B = P_a + r.$$

Dans la quelle :

p_B : Pression à la borne.

P_a : Pression pour le fonctionnement de l'asperseur simple

r : Marge de sécurité $\approx 1\text{bar}$.

La pression disponible à l'amont des bornes du réseau collectif est généralement de l'ordre de **7.5 à 4.5 bars**, correspondant à une irrigation par aspersion à moyenne pression.

III.6 calcul des débits à transiter par le réseau collectif:

Les conditions de la desserte envisagée plan de bornage, pression à délivrer, modalité d'utilisation des prises et le tracé du réseau, les débits à transiter par chaque tronçon doivent être définis après avoir déterminé le débit spécifique.

III.6.1 Débits spécifiques :

Le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures. Les débits spécifiques sont définis d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale. Ces débits spécifiques sont définis par la formule suivante et permettront de déterminer les débits à la parcelle et à l'entête de l'entité d'étude.

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

Tels que :

B_m : Besoins mensuels maximum net en m³/ha.

T : Temps d'irrigation par jour $\approx 20h / j$.

t : Durée d'irrigation en jours = 26 jours.

K : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation $\approx 0,75$.

Le calcul de ces débits spécifiques est regroupé dans Tableau (III– 2). Le débit de pointe du modèle adopté, est regroupé dans Tableau ci-après.

Tableau III.3 : Les débits spécifiques des modèles adoptés.

Modèles	besoins nets	Mois de pointe	Débit de pointe
	m ³ /ha		(l/s/ha)
CEREALE			
Blé dur	315	avril	0,224
Orge	315	avril	0,224
Sorgho	1055	juillet	0,751
MARAICHAGE PLEIN CHAMP			
Courgette	670	juin	0,477
Haricot (vert)	329	mai	0,234
Pastique et melon	1300	juillet	0,926
Carotte	1380	juin	0,983
Pomme de terre	1210	mai	0,862
Concombre	1350	avril	0,962
Betterave	710	juin	0,506
CULTURES ARBORICOLES			
Olivier	289,2	juin	0,206
Pêcher	224	avril	0,160
Débit moyen du modèle l/s/ha			0,543

Le débit de pointe pris en considération pour le calcul hydraulique des canalisations est celui de la culture la plus exigeant **1.00** (l/s/ha), correspondant au mois de juin. Le débit de pointe moyen du modèle pris en considération lors du dimensionnement des ouvrages annexes, est de l'ordre de **0,543** (l/s/ha).

III.6.2 Débits caractéristiques :

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

$$Q = q * F$$

Avec :

Q : Débit caractéristique en (l/s).

q : Débit spécifique de pointe du modèle le plus exigeant en (l/s/ha).

F : Surface agricole utile en (ha)

Pour la zone trois :

$$\begin{aligned} Q &= 1 \times 372.35 \text{ ha} = 372.35 \text{ l/s} \\ &= 0.372 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

III.7 Dimensionnement à la parcelle :

L'irrigation est l'application de l'eau au sol dans le but de combler le déficit en eau, par ce moyen réaliser les conditions les plus favorables pour la croissance des plantes.

Mais quel que soit l'origine de l'eau (cours d'eau naturel, nappe souterraine, eau de barrage) et son mode de transport (canaux, conduite sous pression), le problème qui se pose est comment répartir cette eau sur le sol de façon, à ce que les plantes en tirent le maximum de profit. Cependant le moyen de répartition de l'eau sur le sol ne doit pas toujours répondre à ce critère d'une production maximale, donc on doit essentiellement envisager un choix minutieusement détaillé du mode d'irrigation et de la technique d'arrosage a compatibilité avec les contraintes de la région d'étude.

III.7.1 Les procédés d'irrigation :

Les procédés d'irrigation qu'on choisit pour l'investissement dans ce périmètre d'EL ESNAM est l'irrigation par aspersion la plus connue et adaptable sur cette région. Sans minimiser les autres modes d'irrigations telles que l'irrigation localisée.

III.7.2 l'irrigation par aspersion :

L'irrigation par aspersion est une technique d'arrosage, dont le principe est l'alimentation en eau des cultures en simulant la pluie. Ce résultat est obtenu en forçant un flux d'eau sous pression à travers un orifice de dimensions bien déterminée appelé buse.

III.7.2.1 Le choix de l'équipement d'irrigation par aspersion :

Chaque matériel d'irrigation comporte des avantages et des inconvénients, le choix de l'équipement dépend de la considération des critères suivants :

III.7.2.2 Critères propres à l'exploitation et l'installation :

- **Le parcellaire** : Concerne la répartition de la surface des parcelles.
- **La nature du sol** : Par exemple, en sol peu filtrant, éviter utilisation de l'enrouleur.
- **Le climat** : Avec un climat venteux, éviter l'utilisation de l'enrouleur.
- **La nature des cultures** : En polyculture, l'enrouleur est le mieux indiqué.
- **La main d'œuvre** : Le pivot et l'enrouleur sont en moins exigeants.

III.7.2.3 Les différents systèmes de répartition de l'eau d'irrigation par aspersion :

Différents types d'équipements sont actuellement en usage.

Cependant ; les lignes qui suivent ne prennent en compte que trois types d'équipements qui présentent le double caractéristique d'être largement répandu dans le monde et d'être fabriqués à l'heure actuelle.

a) Les installations fixes :

- **La couverture totale :**

Dans cette installation, le champ est entièrement couvert de rampes semi-fixes (c'est-à-dire fixe pendant la période d'arrosage et déplaçables entre deux périodes). En cours de saison d'arrosage, on déplace manuellement les cannes munies de leurs asperseurs d'un poste à l'autre le long de la rampe et chaque rampe n'alimente qu'un asperseur à un instant donné, en utilisant des tuyaux de faibles diamètres et de faibles couts, ce qui permet une facilité de travail pendant leur déplacement et constitue un compromis (**investissement**) de main d'œuvre intéressant.

- **La couverture intégrale :**

Cette fois, chaque rampe est dimensionnée pour supporter une rangée d'asperseurs en fonctionnement simultanée, dont il faut acquérir une grande quantité d'asperseurs et ; par conséquent, l'économie de main d'œuvre, par rapport à la couverture totale et compensée par un fort accroissement d'investissement. La couverture intégrale dans sa version de base laisse subsister la nécessité de manipuler des vannes, et afin d'éliminer la contrainte consistant à se rendre sur le champ plusieurs fois par jour, des systèmes plus ou moins automatisés ont été développés du plus simple au plus perfectionné.

b) les installations mobiles :

Pour les quelles, les asperseurs et les canalisations se déplacent en permanence pendant l'arrosage.

Elles se divisent en :

- Les rampes mobiles ;
- Les rampes frontales ;
- La micro-aspersion ;
- L'enrouleur ;
- Le pivot.

c) les rampes mobiles :

C'est la plus ancienne technique de laquelle se dérivent toutes les autres techniques d'aspersion. Son principe consiste à déplacer la ou les rampes équipées d'asperseurs d'un poste à un autre.

Les rampes sont à base d'alliage léger pour faciliter leur déplacement. Elles sont équipées d'asperseurs qui fonctionnent sous une pression de **3 à 4** bars.

C'est une technique moins chère en équipements, mais qui nécessite beaucoup de main d'œuvre.



Figure III.5: Schéma de l'irrigation par déplacement d'une rampe mobile.

III.7.2.4 Les avantages et les inconvénients de l'aspersion :

A) Avantages :

- ✓ Suppression du nivellement préalable du terrain ;
- ✓ Elle est applicable à toutes les pentes des terrains cultivables ;
- ✓ Elle provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie ;
- ✓ Elle réalise une importante économie d'eau avec une répartition régulière des quantités d'eau distribuées ;
- ✓ Possibilité de l'irrigation fertilisante ;
- ✓ Réduction des coûts de main d'œuvre.

B) Inconvénients :

- ✓ Elle nécessite un investissement dit à rampes mobiles ;

- ✓ La couverture totale enroulable ;
- ✓ La couverture intégrale ;
- ✓ Elle provoquerait le développement des mauvaises herbes ;
- ✓ Tassement du sol (croule de battance).

III.7.2.5 Les paramètres caractéristiques de l'irrigation par aspersion :

✓ Les besoins en eau d'irrigation :

C'est la quantité d'eau que l'on doit apporter à la culture pour être sûr qu'elle reçoit la totalité de son besoin en eau ou une fraction déterminée de celle-ci.

➤ Les besoins nets (B_n) de la culture :

C'est le volume (ou la hauteur) d'eau théoriquement nécessaire pour une production normale sur l'ensemble de la surface cultivée (sans tenir compte des apports et des pertes des autres sources) (FAO N° 36).

$$B_n = ETM = ETP \times K_C \quad (\text{mm})$$

Avec :

ETM : Evapotranspiration maximale en (mm) ;

ETP : Evapotranspiration potentielle en (mm) ;

K_C : Coefficient cultural.

➤ Les besoins bruts (B_b) :

C'est le volume (ou la hauteur) d'eau d'irrigation nécessaire en pratique (y compris les pertes et les besoins de lessivage mais à l'exclusion de la contribution des autres ressources).

$$B_b = \frac{B_{nj}}{R_n} \quad (\text{mm/j})$$

Avec :

Bnj : Besoin net en **mm/j** ;

Rn : Rendement hydraulique (**75%**) ;

➤ **La dose d'arrosage :**

C'est la quantité d'eau à apporter à chaque arrosage pour qu'il n'y ait pas de pertes par le lessivage, et compte tenu du fait que l'on arrose dès que la réserve facilement utilisable est épuisée, tout en évitant que le sol ne soit au point de flétrissement

➤ **La dose nette (Dn) :**

Elle présente la lame d'eau à apporter par irrigation sans tenir compte des pertes par percolation et par lessivage.

$$Dn = \frac{2}{3} \times (\theta_{c.c} - \theta_{p.f}) \times Da \times Z \times 10 \quad (\text{mm})$$

$$Dn = \frac{2}{3} \times (Ru \times Z) \quad (\text{mm})$$

Avec :

Dn : La dose nette d'arrosage en **(mm)** ;

Ru : La réserve utile du sol en **(mm/m)** ;

$\theta_{p.f}$: L'humidité volumétrique du sol au point de flétrissement en **(%)**;

$\theta_{c.c}$: L'humidité volumétrique du sol à la capacité au champ en **(%)**;

Da : La densité apparente du sol en **(g/cm³)** ;

Z : La profondeur racinaire en **(m)**.

➤ **La dose brute (Db) :**

C'est le volume ou la hauteur d'eau réelle à apporter par irrigation. Elle est donnée par la relation suivante :

$$Db = Bb \times T \quad (\text{mm})$$

Avec :

Db : La dose brute en (mm) ;

Bb : Besoin brut en (mm) ;

T : Le tour d'eau en (jour).

➤ **La fréquence d'arrosage :**

Elle représente la durée en jours entre deux (02) arrosages successifs à ne pas dépasser.

$$\mathbf{Fr = ETM / Dn \quad (N_{IRRI} / mois)}$$

Avec :

Fr : Fréquence d'arrosage en (N_{IRRI}/mois);

Dn : Dose nette d'irrigation en (mm) ;

ETM: Evapotranspiration maximale journalière (mm).

➤ **Le tour d'eau :**

C'est le temps nécessaire en journées d'arrosage pour appliquer toute la dose sur toute la surface à irriguer. Il est donné par la relation :

$$\mathbf{Tr = (Dn \times NJPM) / ETM \quad (jour)}$$

Avec :

Tr : tour d'eau en (jours) ;

Dn : Dose nette d'irrigation en (mm) ;

NJPM : Nombre de jours d'irrigation par mois ;

ETM : Evapotranspiration maximale en (mm).

➤ **La durée d'arrosage :**

C'est le temps nécessaire pour apporter à la plante toute la dose, elle dépend de la consommation en eau de la plante ; de la nature du sol et de la pluviométrie horaire surtout.

$$T = \frac{NHPJ}{NPPJ}$$

Avec :

NHPJ : nombre d'heures d'arrosage par jour.

NPPJ : nombre de position d'arrosage par jour.

➤ **Le débit de l'asperseur :**

$$Qa = (Db \times S) / (T \times 10)$$

Avec :

Qa : Débit d'asperseur en (**m³/h**) ;

Db : Dose brute en (**mm**) ;

T : Durée d'arrosage en (**heures**) ;

S : Surface totale arrosée par chaque asperseur en (**ha**).

➤ **Le débit d'équipement :**

$$Q = \frac{F \times Bn \times 10}{NJPM \times NHPJ \times R} \quad (m^3/h/ha)$$

Avec :

Q : Débit d'équipement en (**m³/h**) ;

F : La surface à irriguer en (**ha**) ;

Bn : Besoin net mensuel de pointe (ETM) en (mm) ;

NJPM : Nombre de jours d'irrigation par mois ;

NHPJ : Nombre d'heures d'irrigation par jour ;

R : efficacité (rendement) d'irrigation par aspersion (75%).

➤ L'unité d'arrosage :

C'est la surface du périmètre arrosé par un seul arroseur. Elle doit être calculée de telle sorte que la surface reçoive la dose d'arrosage dans un temps déterminé par l'ingénieur.

Elle est donnée par la relation suivante :

$$UA = (S \times ETM) / (dose \times NJPM \times NPPJ) \quad (ha)$$

Avec :

UA : L'unité d'arrosage en (ha) ;

S : La surface totale en (ha) ;

ETM : Evapotranspiration maximale en (mm) ;

NJPM : Nombre de jours d'irrigation par mois ;

NPPJ : Nombre de postes irrigués par jour.

III.8 Projection d'un système d'irrigation par aspersion classique sur une parcelle de Blé dur :

On va projeter une installation d'aspersion semi mobile comprenant des canalisations principales fixes et des rampes mobiles. De ce fait on prend un îlot qui va servir de modèle pour tous les autres. Aléatoirement on a pris le numéro qui définit par le profil pédologique N°3 qui s'étend sur une superficie égale à 12 ha.

- **Le but** : ce choix qui concerne le type de culture est de montrer l'intérêt d'irrigation complémentaire et l'influence direct sur l'augmentation de rendement des cultures céréales.

III.8.1 Dimensionnement théorique :

III.8.1.1 Le diamètre de l'ajutage :

La texture du sol étant limono-argileuse la perméabilité du sol est donc de $K= 18 \text{ mm/h}$.

On pose $p \leq k$ tel que p : pluviométrie de la buse.

Le diamètre de la buse est calculé par la relation suivante :

$$p = \frac{1.5 \cdot d}{0,6}$$

$$d = \frac{18 \times 0,6}{1,5} = 7.2 \text{ mm}$$

D'après la fiche technique d'un arroseur voir la Figure **annexe (6)**, le diamètre de la buse normalisé le plus proche est de **7mm**.

III.8.1.2 La portée du jet (L) :

La portée du jet est calculée par l'équation suivante :

$$L = 3 \times d^{0.5} \times h^{0.25}$$

Tel que d : diamètre de la buse (mm)

h : pression à la buse (35 m)

$$L = 3 * (7)^{0.5} \times (35)^{0.25} = \mathbf{19.3 \text{ m}}$$

Comme cette formule demande encore plus de précision on va prendre la valeur du catalogue Figure annexe (5), pour le diamètre de la buse de 7mm et une pression de 3.5 bars la portée est de 18.5m.

III.8.1.3 Calcul des écartements entre les rampes et arroseurs :

Les normes recommandent l'écartement maximum suivant :

E_l entre les lignes d'arrosage : 1.3 à 1.02 L.

E_a entre les arroseurs sur la rampe : 0.8 à 0.5 L.

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

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

Notre zone d'étude présente des vitesses moyennes maximales annuelles du vent de l'ordre de 11.7 m/s = 42.12Km/h, donc on prend les valeurs minimales :

$$E_l = 1,02 \times 18,5 = 18,87m$$

$$E_a = 0,5 \times 18,5 = 9,25m$$

On prend les valeurs normalisées des écartements qui sont donc $E_l=24m$, $E_a=24m$, d'après la Figure annexe (5), la valeur de $(E_l \times E_a)$ correspond à (24×24) m.

III.8.1.4 Calcul du débit de l'asperseur :

Le débit d'un asperseur est calculé par la relation suivante :

$$q = m \times \frac{\pi \times d^2}{4} \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = 0,95 \times \frac{3,14 \times (7 \times 10^{-3})^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 35} = 3,44 m^3 / h$$

h : pression à la buse (35m)

$$m=0,95$$

Ou bien à partir du tableau annexe (5) on trouve le débit : $q = 3,48 m^3/h$.

III.8.1.5 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 : $p = \frac{q}{E_l \times E_a}$

$$p = \frac{3,48}{24 \times 24} = 6 \text{ mm/h}$$

Donc le diamètre (d) de la buse assurera la pluviométrie $P \leq K=18\text{mm/h}$.

III.8.1.6 Le temps nécessaire pour donner une dose par 1 asperseur :

Le temps T pour donner une dose sans dépasser la capacité d'infiltration est calculé par relation suivante :

$$t = \frac{\text{dose}}{p}$$

La dose est la réserve facilement utilisable RFU en mm. D'après les résultats d'essais par la méthode de cylindre **tableau I.12** la valeur moyenne qui correspond à notre profil N°3 est :

$$\text{RFU} = 40\text{mm} = \text{la Dose}$$

$$\text{Dose réelle} = 40 \times 0,9 = 36 \text{ mm}$$

Dose brut = $36/0,75=48$ mm, avec 0,75 et c'est l'efficience de l'asperseur.

$$t = \frac{D \text{ brut}}{P} = \frac{48}{6} = 8 \text{ h}$$

Donc on pourra adapter une (1) position par jour pour un asperseur, ce qui donne un temps de fonctionnement d'un asperseur par jour égal à 8h.

III.8.1.7 Nombre D'irrigation :

$$Ni = \frac{B_{net}}{Dose} = \frac{175.2}{40} = 4 \text{ fois/mois.}$$

$$Dr = \frac{B_{net}}{4} = 43.8 \text{ mm}$$

III.8.1.8 La durée d'une rotation d'irrigation :

$$D(jr) = \frac{24}{4} = 6 \text{ j}$$

III.8.1.9 Volume fourni par 1 asperseur pendant 1 mois :

$V = \text{nombre de positions par jour} \times \text{nombre de jour par mois} \times \text{dose} \times E_1 \times E_a$
 $= 1 \times 24 \times 0.0438 \times 24 \times 24 = 605.56 \text{ m}^3$.

$$V = 605.56 \text{ m}^3.$$

III.8.1.10 Volume à épandre en 1 mois sur toute la parcelle :

$$V_t = \text{besoin mensuel en eau} \times S = \text{m}^3.$$

Pour le mois de pointe :

$$B_{\text{mensuel}} = 64.5 \text{ mm} = 64.5 * 10 = 645 \text{ m}^3/\text{ha}, \text{ et } S = 12 \text{ ha (la surface de blé).}$$

$$V_t = 645 \times 12 = 7740 \text{ m}^3$$

III.8.1.11 Le nombre d'asperseurs :

Le nombre d'asperseurs se calcul par le rapport entre toute la quantité d'eau à épandre durant le mois de pointe sur la quantité que peut apporter par un seul asperseur

$$N_{asp} = \frac{V_t}{V_{asp}} = \frac{7740}{605.56} = 13 \text{ asp}$$

Donc le nombre d'asperseurs qu'on va utiliser est de $N=13$.

III.8.1.12 dimensionnement de la rampe :

✓ La longueur de la rampe :

$$\frac{l \text{ arg eur}}{2} - \frac{E_a}{2} = \frac{250}{2} - \frac{24}{2} = 113 \text{ m}$$

Donc la longueur de la rampe est égal 113m.

✓ Nombre d'asperseurs par rampe :

$$N_{a/R} = \frac{l_{argueur}}{E_a} + 1 = \frac{113}{24} + 1 = 6 \text{ asp}$$

✓ Nombre de rampes qui fonctionne en même temps :

$$N_R = \frac{N_a}{N_{a/R}} = \frac{13}{6} = 2 \text{ ramp}$$

✓

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

$$Q_R = 3,48 \times 6 = 20,88 \text{ m}^3/\text{h}.$$

$$\text{Débit total : } 20,88 \times 2 = 41,76 \text{ m}^3/\text{h}$$

✓ Nombre de position de rampes :

$$N_{pR} = \frac{L}{E_l} = \frac{480}{24} = 20$$

III.8.1.13 Nombre de poste :

$$N_{\text{poste}} = N_{\text{posit}} \frac{N_{\text{bande}}}{NR} = 20 * \frac{2}{2} = 20 \text{ poste}$$

III.8.1.14 Surface de chaque poste :

$$S_{\text{poste}} = \frac{S}{N_{\text{poste}}} = \frac{12}{20} = 0,6 \text{ ha}$$

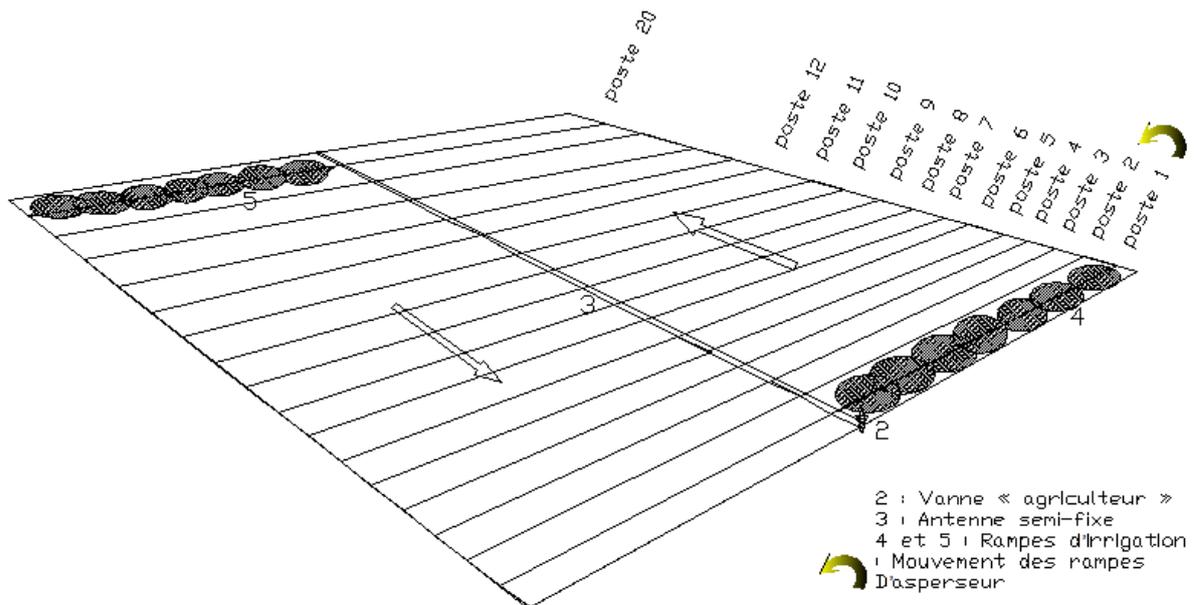


Figure III.6 : Disposition des postes d'irrigation et déplacement des rampes mobiles.

III.8.1.15.2 Diamètre de la conduite d'approche :

Les conduites en aluminium à accouplement rapide, disponible sur le marché ont les diamètres suivants : 49.9 ; 68.9 ; 75.1 ; 100.4 ; 125.5 ; 151 et 201.5mm.

- Le diamètre minimum admissible se calculera sur la base de la vitesse maximale admissible (1.8 m/s) :

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \times 41,76}{3,14 \times 1,8 \times 3600}} = 91 \text{ mm}$$

Seules les conduites de diamètre 100.4 à 201,5 mm respectent cette condition.

- Les diamètres économiques se calculent sur la base des vitesses économiques (1.25- 1.5 m/s) :

$$108.7 \text{ mm} > D_{\text{éco}} > 99.25 \text{ mm.}$$

Cette condition fait apparaître que le diamètre 100.4 mm est le plus approprié.

- Le diamètre pour lequel on admet une perte de charge maximale unitaire de 0.047m/m sera :

$$D = \sqrt[5.333]{\frac{0.00103 \cdot Q^2}{J}} = \sqrt[5.333]{\frac{0,00103 \times (41,76)^2}{0,053 \cdot (3600)^2}} = 89.6 \text{ mm}$$

Seules les conduites de diamètre 100.4 à 201.5 mm respectent cette condition.

Les pertes de charge réelles dans la conduite d'approche, pour le diamètre **100.4 mm** sont :

$$i = 0,00103 \times \frac{(41,76)^2}{(0,1004)^{5.333} \times 3600^2} = 0,03 \text{ m/m}$$

- Le diamètre de la conduite d'approche est $D = 100.4 \text{ mm}$

$$\Delta h = i \times L$$

$$\Delta h = 0,029 \times 149.67 = 4.34 \text{ m}$$

La perte de charge totale sur la conduite d'approche est : 4.34 m.

III.8.1.15.3 Diamètre de la rampe :

$$i = \frac{a \times n^2 \times Q^2}{D^{5.333}} = \frac{10,294 \times (0,010)^2}{(0,0689)^{5.333}} \times \left(\frac{20.88}{3600}\right)^2 = 0,054 \text{ m/m}$$

$$\Delta h = i \times L_r = 0,054 \times 60.67 = 3.28 \text{ m}$$

La perte de charge disponible pour la rampe la plus défavorisée sera donc de :

$$8 - 3.28 = 4.72\text{m.}$$

La longueur fictive de la rampe étant de 60.67 m, la perte de charge unitaire disponible sera égale à :

$$i = \frac{4.72}{60.67} = 0,078 \text{ m/m}$$

- Le diamètre minimum admissible qui correspond à la vitesse maximum admissible sera égal à :

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \times 20,88}{\pi \times 1.8 \times 3600}} = 64.1 \text{ mm}$$

Les conduites qui correspondent à cette condition sont celles ayant des diamètres allant de 68,9 mm à 201.5 mm

- Les diamètres à retenir suite aux conditions de vitesses économiques sont :

$$\text{Pour } 1.25 < v < 1.5\text{m/s} \text{ on a } 76.9 > D_{\text{éco}} > 70.2 \text{ mm.}$$

Donc le diamètre le plus approprié est $d = 75.1\text{mm}$.

- Le diamètre pour lequel on admet une perte de charge maximale unitaire de 0.078 m/m est :

$$D_t = \sqrt[5.333]{\frac{0,00103 \times Q^2}{i}} = \sqrt[5.333]{\frac{0,00103 \times (20,88)^2}{0,078 \times (3600)^2}} = 64.3 \text{ mm}$$

Les diamètres qui correspondent à la condition sont ceux allant de 68.9mm à 201.5mm.

Le diamètre retenu pour la rampe et qui satisfait ces trois conditions est celui de **75.1mm**.

- La perte de charge unitaire provoquée sur la rampe sera :

$$i = \frac{a \cdot Q^b}{D^c} \quad \text{Donc :}$$

$$i = 0,00103 \frac{(20,88)^2}{(0,0751)^{5.333} \times (3600)^2} = 0,03$$

- Les pertes de charge sur la rampe :

$$\Delta h = i \cdot L = 0,03 \times 60.67 = 1.82 \text{ m}$$

Les pertes de charge sur l'installation seront égales à :

$$\Delta H_t = \Delta H \text{ conduite d'approche} + (2 \times \Delta H \text{ de la rampe})$$

$$\Delta H_t = 4.34 + (2 \times 1.82) = 7,98\text{m.}$$

Remarque :

L'écart de pression de 20% (8m) tolérée par rapport à la pression nominale n'est pas dépassé.

Tableau III.4 : Résultats de calcul du réseau d'aspersion simple (céréales) variante (24x24).

rampe						Porte rampe					
Dcal (mm)	Dnom (mm)	L _j (m)	Q (m ³ /h)	V (m/s)	J (m.c.e)	Dcal (mm)	Dnom (mm)	L _j (m)	Q (m ² /h)	V (m/s)	J (m.c.e)
64.1	75.1	202	20.88	1.31	1.82	89.6	100.4	432	41.76	1.46	4.34

III.8.2 Calcul de la pression au niveau de la borne d'alimentation (P) :

La pression de fonctionnement d'un asperseur simple choisie est de **3.682 bars** ; cette pression doit être assurée (disponible) au niveau de chaque hydrant des vingt postes d'arrosage.

Pour cela, il suffit d'assurer une pression de **3.682 bars** au niveau de l'hydrant du poste (20) pour que les pressions des autres hydrants soient supérieures à **3.682 bars**, vu le sens des pertes de charge dans la conduite d'amenée.

Ainsi, $P_{20}=P-\Delta P$

Avec :

P_{20} : pression au niveau de l'hydrant du poste (20) en **bars** ;

P : pression au niveau de la borne d'alimentation en **bars** ;

ΔP : Pertes de charge entre la borne d'alimentation et l'hydrant du poste (20) en **bars**.

Donc :

$$P=P_{20}+\Delta P$$

➤ calcul de ΔP :

On a : $J=4.32$ m (pertes de charge totales dans la porte rampe dont sa longueur est de **432m**).

Ainsi :

$$\Delta P = 0.432 \text{ m}$$

Alors :

$$P = 3.682 + 0.432$$

P = 4.114 bars.

On a estimé dans notre calcul la pression à la borne N°23 voir **Annexe 5**, avec une pression de 5.23 bars, donc elle est suffisante pour satisfaire la pression demandée (P).

Si on vérifie par l'expression 1.7 de l'asperseur simple on trouve :

$$P_B = P_a + r.$$

$$P_B = 3.5 + 1 = 4.5 \text{ bars. Qu'elle est disponible à la borne exploitée.}$$

Conclusion :

Afin d'irriguer efficacement notre parcelle de **12ha** de blé, on aura besoin d'un asperseur simple, ayant une portée de jet de **18.5m**, une pression de fonctionnement de **3.5 bars**, un débit de **3.448 m³/h**,

On aura également besoin d'une conduite d'approche en aluminium ayant un diamètre de **100.4mm** et une longueur de **432m** ;

Et vu les pertes de charge estimées de **1.82 bars** dans la rampe d'alimentation, une pression de **4,114 bars** doit être assurée au niveau de la borne d'alimentation N°23 pour un bon fonctionnement de l'asperseur simple.

Chapitre IV : **Évaluation économique de projet**

INTRODUCTION :

Après l'étude technique de la variante adoptée, il est nécessaire d'asseoir l'estimation économique du projet, avec le chapitre qui nous permettra de chiffrer le coût de l'aménagement, en fonction des différentes charges intervenant dans le projet, à savoir :

- *charges d'investissement du projet,
- *charges d'exploitation,
- *charges fixes,

Pour ce, nous présentons ci-après, ces différentes charges, en fonction des prix de références, des coûts des investissements et d'exploitation.

IV.1 coûts des investissements :

Les coûts des investissements sont ramenés à des annuités sur la base des Hypothèses suivantes ;

- *Taux d'actualisation : 08% et 10%.
- *Durée d'amortissement répartie comme suit :

- 30 ans** pour les conduites
- 15 ans** pour les équipements hydro-mécaniques et électriques.
- 40 ans** pour le génie civil.

IV.1.1 Détermination des frais d'amortissement :

Le calcul des coûts des investissements doit tenir compte de l'annuité d'amortissement donnée par la formule suivante, exprimant la somme à rembourser (investissement, intrants divers, taxes, etc.), rapportée à l'année du capital investi "n", pour un taux d'actualisation "i".

$$A = \frac{i}{(i+1)^{n-1}} + i$$

Avec

- A : Annuité d'amortissement du capital en %.
- i : Taux d'actualisation de l'investissement en%.
- n : Durée de la vie du capital en années.

Le tableau N° IV.1, présente les facteurs utilisés pour convertir les investissements en annuités, résultant des frais de l'amortissement.

Tableau IV.1 : Facteurs de conversion.

Durée d'amortissement	Annuité résultant de l'amortissement		Annuité résultant de renouvellement	
15 ans	0,11683	0,13147	0,03683	0,03147
30 ans	0,08883	0,10608	0,00883	0,00608
40 ans	0,08386	0,10226	0,00386	0,00226
Taux d'actualisation	08%	10%	08%	10%

IV.1.2 Coûts de conduites :

Les coûts des conduites (fournitures, transports, poses, et terrassements), pour l'amiante ciment et béton sont données En Tableau N° IV.5

Dans notre projet nous n'avons pas tenu compte de la nature du sol pour le creusement des tranchés.

IV.1.3 Coûts de la station de pompage :

Le coût de la station de pompage est décomposé en deux : l'un est lié au génie civil, l'autre, proportionnel à la puissance totale absorbée, pouvant être assimilé aux investissements hydromécaniques et électriques installés.

Ces coûts sont définis sur la base des estimations des travaux de réalisation des stations prévues dans le schéma des aménagements hydro-agricoles en Algérie.

Les figures N° IV.1, et IV.2, représentent les courbes de définition des coûts de réalisation des stations de pompages, d'après l'analyse d'un ensemble de stations de pompages des projets d'aménagements hydro- agricoles dans les périmètres suivants :

*Etude de la vallée de l'oued Sahel et plateau d'El Esnam.

*Etude du Sahel Algérois.

IV.1.4 Coûts d'exploitations :

Le coût d'exploitation de l'énergie consommée par les équipements hydromécaniques est proportionnel au débit véhiculé et à la hauteur manométrique totale d'élévation, ainsi qu'aux pertes de charges dont elle est fonction, voir formule suivantes. Le coût de l'énergie est estimé à **1,1 KDA/Kwh**.

Les diamètres des conduites de refoulement de la station de pompage vers le réservoir, sont définis d'après une comparaison économique, tenant compte des coûts : de l'investissement des tronçons des conduites, des charge d'exploitation (entretien et renouvellement), des coûts de l'énergie pour le pompage et des équipements hydrauliques et électriques.

Le calcul des diamètres de conduites de refoulement se base sur les données suivantes : rendement des pompes $\approx 80\%$, rendement des moteurs $\approx 90\%$ et $\cos\varphi$ des moteurs $\approx 0,9$.

$$P_m = \frac{g * \rho * Q * HMT}{\mu_p}$$

Avec une marge de 10% pour les incertitudes aux conditions de site, les valeurs des puissances qui en résultent sont calculées par les expressions ci-dessous :

$$P_m = 13 * Q * H .$$

$$P_{tr} = 15,53 * Q * H .$$

Avec :

g : Accélération de gravité $\approx 9,81m^2 / s$.

P_m : Puissance absorbée par le moteur Kw .

P_{tr} : Puissance du transformateur en Kva .

Q : Débit de pointe m^3 / s .

HMT : Hauteur manométrique en m .

Dans notre projet, les charges d'exploitations relatives aux équipements hydromécaniques, conduites et de génie civile, sont estimées respectivement à : **08%**, **4,1%** et **1,2%** du coût de leur investissement. Ces coûts comportent les charges de renouvellement et d'entretien.

IV.1.4.1 Charges annuelles totales :

Elles correspondent au cumul des coûts annuels d'exploitation et annuités, résultant de l'amortissement des coûts d'investissement et d'exploitation. Les annuités ont été évalué pour des taux d'actualisation de **8%** et **10%**.

IV.1.4.2 Coûts des réservoirs :

La figure IV.1, définit le coût d'investissement du réservoir en fonction de sa capacité de rétention et est établie sur la base d'une étude d'évaluation des coûts de réalisation des réservoirs prévus dans les aménagements hydro-agricoles en Algérie, cités .

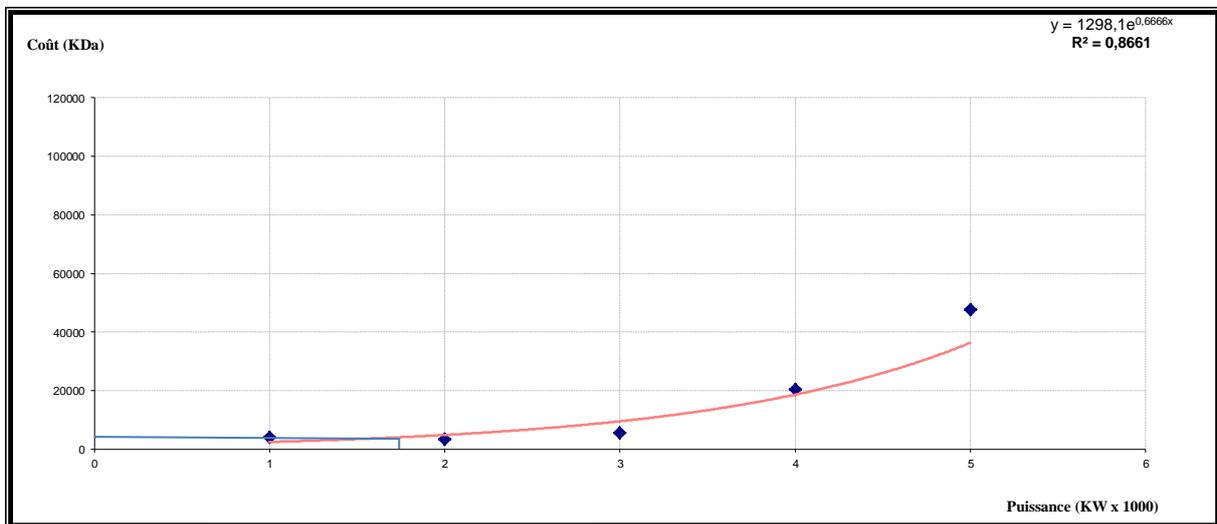


Figure IV.1 Coût de génie civil de la station de pompage en fonction de la puissance absorbée ⁽²⁾.

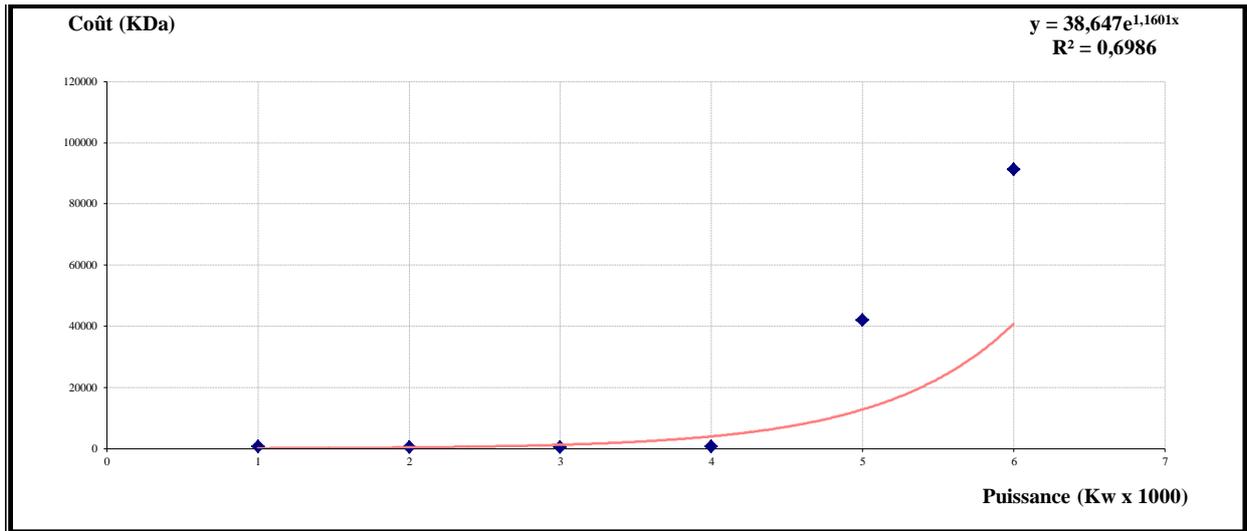


Figure IV.2 Coût des équipements de la station de pompage en fonction de la puissance absorbée⁽³⁾

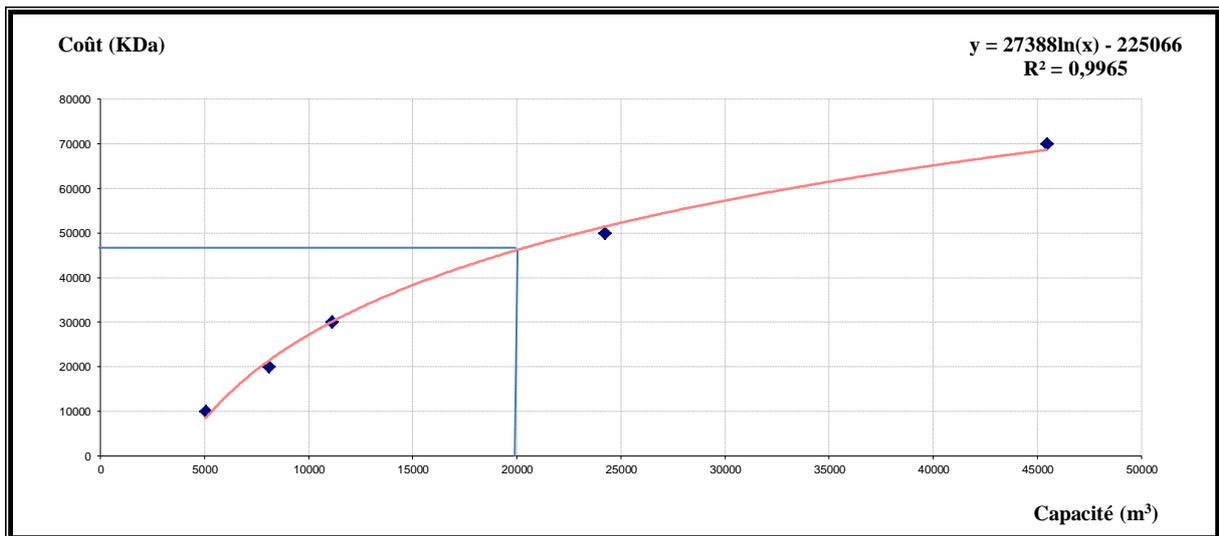


Figure IV.3 Coût de réalisation de réservoirs en fonction du volume retenu⁽⁴⁾.

Source (2), (3) et (4) : Etude d'aménagement Hydro-agricole de la vallée de l'Oued Sahel et du plateau d'El Esnam.

IV.2 Coût de fonctionnement :

Les coûts de fonctionnement et d'entretien couramment utilisés sont calculés sur la base de ratios pour les différentes catégories d'infrastructures suivantes :

Tableau IV.2 : Les coûts de fonctionnement et d'entretien.

Catégories d'infrastructure	Durée de vie (Ans)	Frais de fonctionnement (%)
Génie civil	40	1,2
Conduites	30	4,1
Equipements hydro-électromécaniques	15	8,0
Matériel mobile d'irrigation	06	5,0
Pistes	06	1,0

IV.3 Coûts des consommations intermédiaires ⁽⁶⁾ :

Les coûts des consommations intermédiaires ou intrants agricoles, sont définis d'après les prix unitaires présentés par le tableau suivant :

Tableau IV.3 : Prix unitaire des consommations intermédiaires (année 2010).

Désignation	Unité	Prix (DA)
Ammonitrate 33,5%	(qx)	1650
0-20-25	(qx)	2475
12-18-18	(qx)	2447,5
11-15-15	(qx)	2447,5
Super phosphate 46%	(qx)	2256,1
Sulfate de potasse	(qx)	2244
PPS		
Afalon	(L)	902
Perimor	(kg)	2200
Sandofan	(kg)	1177
Sencor	(kg)	4180
Soufre fleur	(kg)	27,5
Soufre broyé	(kg)	17,6
Sufix double action	(L)	855,8
Rubigan	(L)	4318,6
Manebe	(kg)	440
Dcis	(L)	1100

Chapitre IV : évaluation économique de projet

Désignation	Unité	Prix (DA)
Organo-cuprique	(kg)	203,5
Huile jaune	(L)	90,2
Pelt 44	(kg)	412,5
Propinebe	(kg)	440
Ultracide 40	(L)	990
Illoxan		816,2
Semence hybrides		0
Tomate	(kg)	16500
Poivron	(kg)	11000
Concombre	(kg)	15435,2
Courgette	(kg)	1452
Haricot	(kg)	49,5
Semence variété fixes		
Carotte	(kg)	539
Chou vert	(kg)	412,5
Tomate	(kg)	16500
Haricot	(kg)	35,2
Melon	(kg)	1142,9
Pastèque	(kg)	1206,7
Pomme de terre	(qx)	3850
Petit pois	(kg)	49,5
Oignon sec	(kg)	1126,4
Blé	(kg)	3047
Vesce	(qx)	14,3
Avoine	(qx)	29,7
Installation de la serre		
Armature (pour 1ha de serre)		40000
Film plastique	(qx)	10000
Main d'oeuvre		
Tractoriste	(jour)	400
Manœuvre qualifiée	(jour)	400
Manœuvre non qualifiée	(jour)	300

IV.4 EVALUATION DES COÛTS DES INVESTISSEMENTS :

IV 4.1 Conduites d'adduction :

Les caractéristiques des conduites d'adduction données dans le tableau n° IV.4, sont le résultat du calcul économique. Voir **annexe 7**.

Tableau IV.4 : Caractéristiques des conduites de la variante d'adduction adoptée.

Tronçons	Diamètre (mm)	Longueur (m)
Station de pompage- bassin (refoulement)	900	4815
Conduite gravitaire	1 250	2870

Les frais d'investissement sont, **97 808 427 050 DA** ventilés selon le Tableau IV.5, présenté ci-dessous :

Tableau IV.5 : Coût d'investissement du réseau d'adduction.

Désignations	Coûts (DA)		Coûts Total (DA)
	Investissements	Fonctionnement	
Réseau de conduites	95027 727 140	3 896 033 125	98923760265
Traversée de l'oued	2 780 699	-----	2 780 699
Totaux	97 808 427 050	3 896 033 125	98 926 540 964

IV 4.2 Conduites de distribution :

Le coût du réseau de distribution (comprenant les conduites issues des adductions et les bornes d'irrigation) a été approché à partir d'un cas particulier portant sur 179 ha pris dans la vallée de l'oued Sahel sur la commune d'El Adjiba.

Le réseau a été calculé successivement pour des superficies moyennes d'îlots de 3, 6, 10, 20 et 30 hectares. ; L'estimation des coûts a permis d'établir une courbe donnant le coût moyen du réseau à l'hectare en fonction de la superficie moyenne d'îlots desservis voir la (Figure IV.4).

Les plans ci- après représentent le trace de réseau et des bornes, superpose au plan d'enquête foncière.

Le tracé suit autant que possible les chemins et les limites de parcelles.

Afin de simplifier les calculs, le débit dans les conduites a été évalué en fonction de la superficie dominée sur la base de 1 l/s/ha ; les conduites ont été dimensionnées sur la base d'une perte de charge moyenne de 10 m/km.

Le tableau suivant a été établi en fonction des bases d'estimation du dossier « Etude des variantes d'équipement.

Tableau IV.6 : Les coûts des conduites.

conduites Amiante Ciment	Tranche de débit retenue	coût (tuyau, fourniture, transport, pose, et terrassement (*)) DA/m	prix d'ordre comprenant appareillage, coude, butée DA/U
Ø 100	0 - 8 l/s	206	253
Ø 125	8 - 15 l/s	230	283
Ø 150	15 - 24 l/s	274	237
Ø 200	24 - 50 l/s	381	469
Ø 250	50 - 90 l/s	491	604
Ø 300	90 - 140 l/s	617	759
Ø 350	140 - 200 l/s	820	1009

(*) Prix d'ordre calculé en enlevant 10% pour le coût des bornes comptées à part. Dans le cas d'ilots à 10 ha (cas moyen), les bornes représentent biens 10% du prix d'ordre.

Le coût des bornes est évalué à 12000 DA/U.

Les coûts des réseaux en fonction des superficies moyennes d'ilots sont donnés par les tableaux suivants :

Tableau IV.7 : Le coût d'une borne pour une superficie moyenne de 3 ha.

Ø	100	125	150	200	250	300	350	Totale
prix d'ordre (DA/m)	253	283	337	469	604	759	1009	
longueur (m)	1820	350	1670	270	240	760	520	5630520
totale conduites (KDA)								2495
bornes (KDA)	57 X 12							684
totale (KDA)								3179

Tableau IV.8 : Le coût d'une borne pour une superficie moyenne de 6 ha.

Ø	100	125	150	200	250	300	350	Totale
prix d'ordre (DA/m)	253	283	337	469	604	759	1009	
longueur (m)	490	890	880	90	300	690	520	4060
totale conduites (KDA)								2038
bornes (KDA)								360
totale (KDA)								2398

Tableau IV.9: Le coût d'une borne pour une superficie moyenne de 10 ha.

Ø	100	125	150	200	250	300	350	Totale
prix d'ordre (DA/m)	253	283	337	469	604	759	1009	
longueur (m)		560	1480		250	380	900	3570
totale conduites (KDA)								2005
bornes (KDA)	57 x 12							228
totale (KDA)								2233

Tableau IV.10 : Le coût d'une borne pour une superficie moyenne de 20 ha.

Ø	100	125	150	200	250	300	350	Totale
prix d'ordre (DA/m)	253	283	337	469	604	759	1009	
longueur (m)			1100		330	770	530	2730
totale conduites (KDA)								1689
bornes (KDA)	9 x 12							108
totale (KDA)								1797

Tableau IV.11 : Le coût d'une borne pour une superficie moyenne de 30 ha.

Ø	100	125	150	200	250	300	350	Totale
prix d'ordre (DA/m)	253	283	337	469	604	759	1009	
longueur (m)				830	380	470	830	2510
totale conduites (KDA)								1813
bornes (KDA)	6 x 12							72
totale (KDA)								1885

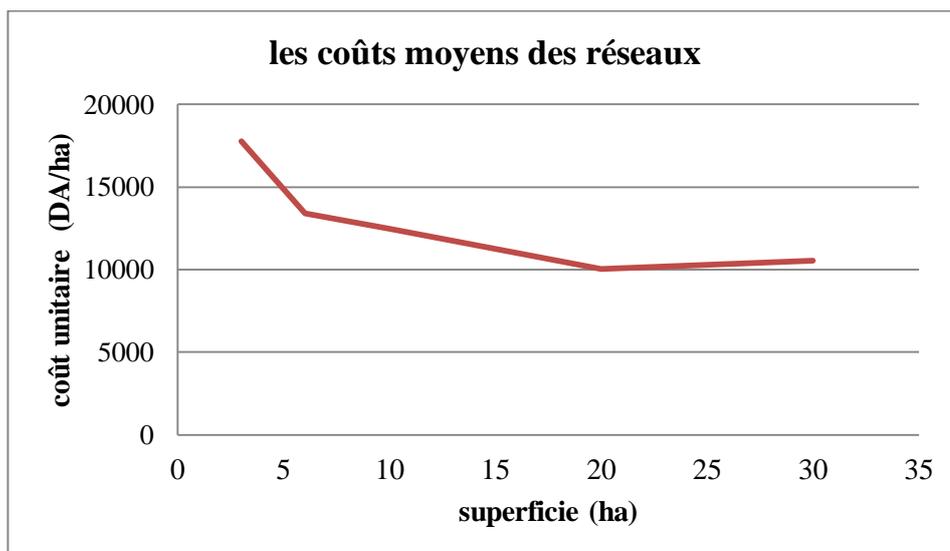


Figure IV.4 : courbe de coût moyen du réseau de distribution à l'hectare en fonction des superficies des îlots.

D'après la courbe de la figure N° IV on a estimé le coût du réseau de distribution pour notre zone d'étude de superficie 372.35 ha, qui présente 16.5% de la surface totale de périmètre ; avec une superficie moyenne des ilots choisie de 10 ha.

Tableau IV.12 : Coût d'investissement du réseau de distribution pour la zone III.

Désignations	Nombre de traversées	Coûts (DA)		Coûts Total (DA)
		Investissements	Fonctionnement	
Réseau de conduites	-----	4643204,5	190371,3845	4833575,8845
Traversée du chemin de fer	5	8799,55	-----	8799,55
Traversée de route	6	6064,29	-----	6064,29
Totaux	11	4658068,34	190371,3845	4848439,7245

IV 4.3 Station de pompage :

Les caractéristiques de la station de pompage sont données ci-dessous. Les coûts des investissements de la station de pompage, issus des figures N° IV.1 et IV.2, sont de l'ordre de **2569 KDA**.

Nombre de jours de pompage/mois :	30jours
Débit nominal de la station de pompage :	1.605 m3/s
Puissance absorbée :	1159 KW
Puissance installée à la section :	1500 KW

Tableau IV.13 : Coût d'investissement de la station de pompage.

Désignation	Coûts (KDA)			Coûts total (KDA)
	Investissements		Fonctionnement	
	Génie civil	Equipements		
SP El Esnam	2380	148	41	2569

IV 4.4 Bassin et ses équipements :

Les coûts de réalisation et d'acquisition des équipements de bassin d'accumulation sont évalués par la figure N° IV 3, à **467,247484 Millions de DA**. Voir ci-dessous.

Tableau IV.14 : Coût d'investissement de réservoir.

Désignation	Bassin d'accumulation
Débit de pointe (l/s)	1009
Capacité de stockage (m3)	20 000
Coûts d'investissement (KDA)	46170 ,7
Coûts Fonctionnement (KDA)	5540,484
Total (KDA)	51711,184

IV 4.5 Les aménagements connexes :

IV 4.5.1 Pistes et accès :

Les investissements de réfection et d'ouverture de piste sont de **64 987 525 DA**, répartis selon le tableau suivant :

Tableau IV.15 : Coût d'investissement des pistes et accès.

Zones	Nature des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant (DA)
El Esnam	Réfection de piste existante principale	ml	167	165	27555
	Réfection de piste existante secondaire	ml	269	156	41964
	Réalisation de pistes principales	ml	230	960	220800
	Réalisation de pistes secondaires		490	752	368480
	Réalisation piste d'adduction Bge-SP	ml	110	960	105 600
	Réalisation piste d'adduction SP-B	ml	1 210	752	909 920
Total de pistes			2 476		9 310 799

IV 4.5 Coût total des aménagements projetés :

Le coût global des aménagements prévus dans le périmètre de d'El Esnam est de l'ordre de **167 459 171,6 DA**. Leur ventilation par catégorie est donnée par le tableau ci-après.

Tableau IV.16 : Récapitulatif des coûts d'investissements du périmètre.

ZONE	Catégorie d'investissement	Coûts (DA)		Coût total (KDA)
		Investissement	Fonctionnement	
El Esnam	Réseau de distribution	4658068,34	190371,3845	4848,43972
	Réseau d'adduction	97808427050	3896033125,0	98926,5409
	Station de pompage	2528000	41000	2569
	Réservoirs	46170700	5540484	51711,284
	Pistes	9310799000	93107990	9403,90699
Totaux		107172582818,34	3994912970	167 459,1716

IV 4.6 Consommation intermédiaire :

La consommation des intrants agricoles sont évalués pour la situation projetée sur la base des prix unitaire définie dans le tableau N° IV.15.

Le tableau N° IV.15 donne le plan cultural, ainsi que les coûts des consommations intermédiaires.

Tableau IV.17 : Consommation intermédiaire – Situation projetée.

Produits	Surface	Prix unitaire.	Coût
	(ha)	(DA)	(DA)
Courgette	12,5	268474	3355925
betterave	12,5	287113	3588912,5
Concombre	10	471895	4718950
Pomme de terre	12,5	159020	1987750
Pastèque	12,5	72245	903062,5
Carotte	10	46014	460140
Melon	10	72409	724090
Haricot vert	10	77345	773450
Total maraîchage	90	1454515	16512280
Blé dur	180	32918	5925240
orge	24,85	30745	764013,25
sorgho	32,5	42188	1371110
Total céréales	237,35	105851	8060363,25
Pêcher	25	108700	2717500
Totaux	352,35	1669066	27 290 143,3

IV 4.7 Produits bruts du périmètre :

Nous avons calculé les produits bruts, pour la situation projetée, sur la base des fiches techniques des cultures adoptées. Voir le tableau N° IV.16.

Tableau IV.18 : Produit brut – Situation projetée.

Produits	Surface (ha)	Rendement (q/ha)	production (q)	Prix unitaire. (DA/q)	Produit brut (DA)
Courgette	12,5	400	5000	1380	6900000
betterave	12,5	450	5625	2300	12937500
Concombre	10	1000	10000	862,5	8625000
Pomme de terre	12,5	250	3125	1610	5031250
Pastèque	12,5	280	3500	747,5	2616250
Carotte	10	140	1400	632,5	885500
Melon	10	180	1800	920	1656000
Haricot vert	10	100	1000	1092,5	1092500
Total maraîchage	90	2800	31450	9545	39744000
Blé dur	180	30	5400	1955	10557000
orge	24,85	200	4970	115	571550
sorgho	32,5	270	8775	345	3027375
Total céréales	237,35	500	19145	2415	14155925
Pêcher	25	165	4125	6900	28462500
olivier	20	180	3600	5290	19044000
Totaux	372,35	3645	58320	24150	101406425

Conclusion

Le coût global des aménagements prévus pour le périmètre d'El Esnam est de l'ordre de **167 459 171,6 DA**.

Le périmètre irrigué disposera d'un bon rendement pour la production des cultures céréales et maraîchères.

Les rendements de la situation future sont inspirés des perspectives futures sur les bases des conditions optimales hydriques, et agronomiques.

Concernant, les prix retenus pour les intrants : engrais, semences, produits phytosanitaires, de la main d'œuvre et de la mécanisation sont de l'ordre de **27 490 143,3 DA**.

Les produits bruts obtenus ont été évalués proportionnellement à la surface assolée, tant pour la situation actuelle, sont de l'ordre de **101 406 425 DA**.

Au lancement des travaux d'aménagement, la production escomptée répondra aux besoins locaux, avec tendance à la diminution de l'arboriculture, qui sera due à la domination des cultures céréales, pour atteindre progressivement une augmentation qui sera due à l'introduction de l'irrigation du périmètre.

Conclusion générale

Conclusion générale :

L'augmentation de la production agricole passe nécessairement par l'amélioration du rendement. Elle ne peut être atteinte que par une utilisation rationnelle de l'ensemble des facteurs de production.

En plus de la conception des réseaux, que ce soit global ou à la parcelle, performants, et économiques ; il faut améliorer les capacités des sols pour qu'ils constituent un environnement favorable à la croissance optimale des plantes.

La configuration du réseau d'irrigation et la répartition d'arrosage a permis de subdiviser la parcelle en postes d'arrosage, d'où la possibilité d'une part d'irriguer convenablement avec une installation la moins coûteuse possible en équipements, fonctionnant avec un débit réduit ; et d'autre part de protéger la source hydrique et les sols des effets néfastes de l'irrigation excessive.

On a choisi une culture céréale afin de montrer l'intérêt major d'irrigation complémentaire sur l'amélioration du rendement.

Ainsi donc, avec l'installation d'aspersion simple dimensionné dans la présente étude, en représentant la durée d'arrosage et le tour d'eau ; on pourra irriguer efficacement la parcelle de **12 ha** de **blé dur** avec une pression de **5.23 bars** disponible à la prise d'eau.

Cependant, il est à noter que les résultats obtenus dépendent essentiellement de la précision des données utilisées dans les calculs, surtout celles relatives à l'évapotranspiration, aux pluies efficaces et à la réserve utile du sol.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

Ouvrage :

- [1] **AGID (2000)** : Etude de l'aménagement Hydro-Agricole de la vallée de l'Oued SAHEL et du plateau d'EL ESNAM Phase I. Analyse de Ressource en (eau, sol). (2000) – Dossiers n° (1 C ,1 B ,2 B, 2 C, 1D)
- [2] **AZZOUGGAGH .M:** L'ASPERSION, TECHNIQUE D'ARROSAGE ; 203p, 1990
- [3] **BAMOUH A** : PHYSIQUE DES SOLS, 1997 ; 94 p et 102 p ;
- [4] **ROBINSON M** : L'EAU ET LA PLANTE, 2009, 128 p ;
- [5] **SOLTNER. D** : TECHNIQUES D'IRRIGATION ; 1990 : ,77p
- [6] **TIERCELIN J-R** : Traité d'irrigation. Lavoisier Tec Doc ; 1998 ; P 439-537 ; 583-606

Annexes

Annexe 1

5. RESERVE D'HUMIDITE FACILEMENT UTILISABLE (RFU)

DONNEES GENERALES SUR LA PROFONDEUR D'ENRACINEMENT DES CULTURES EN PHASE DE PLEIN DEVELOPPEMENT, FRACTION DE L'EAU UTILISABLE (p) ET RESERVE FACILEMENT UTILISABLE (p.Sa) POUR DIFFERENTS TYPES DE SOLS (en mm/m de profondeur) QUAND ET_{cult} = 5-6 mm/jour

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

¹ Quand ET_{cult} < 3 mm/jour, augmenter les valeurs de 30 % ; quand ET_{cult} > 8 mm/jour, réduire les valeurs de 30 %. Ceci suppose des conditions non salines (CE < 2 dS/m).

² Des valeurs supérieures à celles indiquées ici sont observées durant la maturation.

Sources: Taylor (1965), Stuart et Hagan (1972), Salter et Gonde (1967), Rijtema (1965), etc.

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

Annexe 2

2. COEFFICIENTS CULTURAUX (Kc)

CULTURE	Stades de développement de la culture					Durée totale de la période végétative
	Initial	Développement	Mi-saison	Arrière saison	Récolte	
Bananiier tropical	0.4-0.5	0.7-0.85	1.0-1.1	0.9-1.0	0.75-0.85	0.7-0.8
Bananiier subtropical	0.5-0.65	0.8-0.9	1.0-1.2	1.0-1.15	1.0-1.15	0.85-0.95
Haricot vert	0.3-0.4	0.65-0.75	0.95-1.05	0.9-0.95	0.85-0.95	0.85-0.9
Haricot sec	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.65-0.75	0.25-0.3	0.7-0.8
Chou	0.4-0.5	0.7-0.8	0.95-1.1	0.9-1.0	0.8-0.95	0.7-0.8
Coton	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.25	0.8-0.9	0.65-0.7	0.8-0.9
Raisin	0.35-0.55	0.6-0.8	0.7-0.9	0.6-0.8	0.55-0.7	0.55-0.75
Arachide	0.4-0.5	0.7-0.8	0.95-1.1	0.75-0.85	0.55-0.6	0.75-0.8
Maïs doux	0.3-0.5	0.7-0.9	1.05-1.2	1.0-1.15	0.95-1.1	0.8-0.95
Maïs grain	0.3-0.5*	0.7-0.85*	1.05-1.2*	0.8-0.95	0.55-0.6*	0.75-0.9*
Oignon sec	0.4-0.6	0.7-0.8	0.95-1.1	0.85-0.9	0.75-0.85	0.8-0.9
Oignon vert	0.4-0.6	0.6-0.75	0.95-1.05	0.95-1.05	0.95-1.05	0.65-0.8
Pois, frais	0.4-0.5	0.7-0.85	1.05-1.2	1.0-1.15	0.95-1.1	0.8-0.95
Puivron, frais	0.3-0.4	0.6-0.75	0.95-1.1	0.85-1.0	0.8-0.9	0.7-0.8
Pomme de terre	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.2	0.85-0.95	0.7-0.75	0.75-0.9
Riz	1.1-1.15	1.1-1.5	1.1-1.3	0.95-1.05	0.95-1.05	1.05-1.2
Carthame	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.65-0.7	0.2-0.25	0.65-0.7
Sorgho	0.3-0.4	0.7-0.75	1.0-1.15	0.75-0.8	0.5-0.55	0.75-0.85
Soja	0.3-0.4	0.7-0.8	1.0-1.15	0.7-0.8	0.4-0.5	0.75-0.9
Betterave sucrière	0.4-0.5	0.75-0.85	1.05-1.2	0.9-1.0	0.6-0.7	0.8-0.9
Canne à sucre	0.4-0.5	0.7-1.0	1.0-1.3	0.75-0.8	0.5-0.6	0.85-1.05
Tournefol	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.7-0.8	0.35-0.45	0.75-0.85
Tabac	0.3-0.4	0.7-0.8	1.0-1.2	0.9-1.0	0.75-0.85	0.85-0.95
Tomate	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.25	0.8-0.95	0.6-0.65	0.75-0.9
Pastèque	0.4-0.5	0.7-0.8	0.95-1.05	0.8-0.9	0.65-0.75	0.75-0.85
Blé	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.65-0.75	0.2-0.25	0.8-0.9
Luzeine	0.3-0.4				1.05-1.2	0.85-1.05
Agrumes sarclés sans sarclage						0.65-0.75 0.85-0.9
Olivier						0.4-0.6

Premier chiffre : avec forte humidité (HRmin > 70%) et vent faible (U < 5 m/sec).
 Second chiffre : avec faible humidité (HRmin < 20%) et vent fort (> 5 m/sec).

Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage n° 33, Tableau 18.

Annexe 3

1. DUREE DES PHASES DE DEVELOPPEMENT DES CULTURES

Culture	Init.	Dével	Mi	Arrière	Total	Date Plant	Région
Arachide	25	35	45	25	130	Saison sèche Mai/Juin	Afrique de l'Ouest Méditerranéen
	35	45	35	25	140		
Artichaud	40	40	250	30	360	Avr (1 an) Mai (2 yr)	Californie (couper en mai)
	20	40	220	30	310		
Aubergine	30	40	40	20	130	Octobre Mai/Juin	Régions arides Méditerranéen
	30	45	40	25	140		
Betterave	15	25	20	10	70	Avr/Mai Fév/Mars	Méditerranéen Méditerr. & R. Arides
	25	30	25	10	90		
Betterave sucrère	45	75	80	30	230	Novembre Mai Novembre	Méditerranéen Méditerranéen Régions arides
	25	35	50	50	160		
	35	60	70	40	205		
Blé/Orge	15	25	50	30	120	Novembre Mars/Avril Juillet	Inde (Centrale) 35-45 °Lat Afrique de l'Est
	20	25	60	30	135		
	15	30	65	40	150		
Blé d'hiver	30	140	40	30	240	Novembre	Méditerranéen
Carotte	20	30	50/30	20	100	Oct/Jun Fév/Mars	Climats arides Méditerranéen
	30	40	60	20	150		
Carthame	20	35	45	25	125	Avril Oct/Nov	Californie, USA Régions arides
	35	55	60	40	190		
Céleri	25	40	95	20	180	Oct Avril	Climats (semi)-arides Méditerranéen
	25	40	45	15	125		
Céréales	20	30	60	40	150	Avril Oct/Nov	Méditerranéen Pakistan; Rég. arides
	25	35	65	40	165		
Citrouille	20	30	30	20	100	Mars, Août Juin	Méditerranéen Europe
	25	35	35	25	120		
Concombre	20	30	40	15	105	Juin/Août Nov; Fév	Régions arides Régions arides
	25	35	50	20	130		
Coton	30	50	60	55	195	Mars;Avr/Mai Sept Avril	Egypte; Pakistan Yemen Texas
	30	50	60	55	195		
	30	50	55	45	180		
Courgette	25	35	25	15	100	Avril Mai/Juin	Médit.; R. Arides Médit.; Europe
	20	30	25	15	90		
CruCIFeres	20	30	20	10	80	Avril Février Oct/Nov	Méditerranéen Méditerranéen Méditerranéen
	25	35	25	10	95		
	30	35	90	40	195		
Epinard	20	20	25	5	70	Avr; Sep/Oct Novembre	Méditerranéen Régions arides
	20	30	40	10	100		
Haricots (sec)	20	30	40	20	110	Mai/Juin Juin	Climats Continental Pakistan, Calif.
	15	25	35/50	20	95		
Haricot (vert)	20	30	30	10	90	Fév/Mars Août/Sep	Calif., Méditerranéen Calif., Egypte, Liban
	15	25	25	10	75		
Laitue	20	30	15	10	75	Avril Nov/Jan Oct/Nov	Méditerranéen Méditerranéen Régions arides
	30	40	25	10	105		
	25	35	30	10	100		
Lentille	20	30	60	40	150	Avril Oct/Nov	Europe Régions arides
	25	35	70	40	170		

Culture	Inît.	Dévol	Mi	Arrière	Total	Date Plant	Région
Lin	25 30	35 40	50 100	40 50	150 220	Avril Octobre	Europe Arizona
Maïs (doux)	20 20 20	20 25 30	30 25 50/30	10 10 10	80 80 90	Mars Mai/Juin Oct/Déc	Philippines Méditerranéen Climats arides
Maïs (grain)	30 25 20 20 30	50 40 35 35 40	60 45 40 40 50	40 30 30 30 30	180 140 125 125 150	Avril Déc/Jan Juin Octobre Avril	Afrique de l'Est (alt.) Climats arides Nigeria (humide) Inde (sec, froid) Spain (spring, sum.)
Melon	25 30	35 45	40 65	20 20	120 160	Mai Déc/Jan	Méditerranéen Régions arides
Mil	15 20	25 30	40 55	25 35	105 140	Juin Avril	Pakistan USA (centre)
Oignon (sec)	15 20	25 35	70 110	40 45	150 210	Avril Octobre	Méditerranéen Régions arides
Oignon (vert)	25 20	30 45	10 20	5 10	70 95	Avril/Mai Octobre	Méditerranéen Régions arides
Pois	15 20	25 30	35 35	15 15	90 100	Mai Mars/Avril	Europe Méditerranéen
Poivron	25/30 30	35 40	40 110	20 30	125 210	Avril/Juin Octobre	Europe & Méditerr. Régions arides
Pomme de terre	25 25 30+15	30 30 35	30/45 45 50	30 30 30	115/130 130 145	Jan/Nov Mai Avril	Climats (semi)-arides Climat Continental Europe
Radis	10 10	10 10	15 15	5 5	40 40	Mars/Avril Hiver	Méditerr.; Europe Régions arides
Ricin	25	40	65	50	180	Mars	Climats (semi)-arides
Soja (fève)	20 20	30/35 25	60 75	25 30	140 150	Mai Juin	USA (Centre) Japon
Sorgho	20 20	35 35	40 45	30 30	130 140	Mai/Juin Mars/Avril	USA, Pakis., Méd. Régions arides
Tomate	30 35 30	40 45 40	40 70 45	25 30 30	135 180 145	Janvier Oct/Nov Avril/Mai	Régions arides Régions arides Méditerranéen
Tournesol	25	35	45	25	130	Avril/Mai	Médit.; Californie

Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage n° 24, Tableau 22.

Annexe 4

	plante:	sorgho	10- mars	18-juil							
Mois	Phase	Phase(jours)	Coeff. Kc	ET cult (mm/jour)	ET cult mm/MOI	Etcult (mm/dec)	Pluie eff mm/déc	RFU(mm/m)	Besoins d'irr. (mm/mois)	B(mm/dec)	
Septembre											
Octobre											
Novembre											
Décembre											
Janvier											
Février											
Mars	init	30	0,4	1,11	33,2	33,2	0,64	50	0,0	0,0	
Avril	dével	30	0,7	2,55	76,4	76,4	0,98	50	0,0	25,5	
Mai	dével	10	0,75	3,31	99,2	33,1	3,86	30	65,4	0,0	
	mi	20	1,05	4,63	138,9	92,6	1,93	25	112,0	65,7	
Juin	mi	20	1,1	7,10	212,9	141,9	0,61	0	212,2	141,3	
	arriere	10	0,79	5,10	152,9	51,0	1,22	0	151,6	49,7	
juillet	arriere	30	0,75	5,69	170,8	170,8	0,01	0	170,8	170,8	
Août											
total			5,54	29,477	884,3		9,252	155	712	452,93	

	pomme de terre	15- mars	23-juil							
Mois	Phase	Phase(jours)	Coeff. Kc	ET cult mm/jour	ET cult mm/MOI	Etcult mm/dec	Pluie eff mm/déc	RFU	Besoins d'irr. (mm/MOI)	B mm/dec
Septembre										
Octobre										
Novembre										
Décembre										
Janvier										
Février										
Mars	init	15	0,4	1,108	33,24	16,62	1,2853	50	0	0
Avril	init	15	0,45	1,638	49,14	24,57	1,9573	50	0	0
	dével	15	1,15	4,186	125,6	62,79	1,9573	30	93,623	30,833
Mai	dével	30	1,15	5,0715	152,1	152,145	1,288	30	120,86	120,86
Juin	dével	5	1,15	7,4175	222,5	37,0875	2,432	0	220,09	34,656
	mi	25	0,5	3,225	96,75	80,625	0,4864	0	96,264	80,139
juillet	mi	15	0,5	3,795	113,9	56,925	0,0213	0	113,83	56,904
Août										
total			5,3	26,441	793,2		9,4277	160	644,66	323,39

	bettrave		15-avr	24-juin							
Mois	Phase	Phase(jours)	Coeff. Kc	ET cult mm/jour	ET cult mm/MOI	Etcult mm/dec	Pluie eff mm/déc	RFU	Besoins d'irr. (mm/MOI)	B mm/de c	
Septembre											
Octobre											
Novembre											
Décembre											
Janvier											
Février											
Mars	init										
Avril	init	15	0,45	1,638	49,14	24,57	1,9573	50	0	0	
Mai	dével	25	0,8	3,528	105,8	88,2	1,5456	60	44,294	0	
	mi	5	1,15	5,0715	152,1	25,3575	7,728	50	94,417	0	
Juin	mi	20	1,1	7,095	212,9	141,9	0,608	20	192,24	121,29	
	arrier	10	1,15	7,4175	222,5	74,175	1,216	0	221,31	72,959	
juillet											
Août											
total			4,65	24,75	742,5		13,055	180	552,26	194,25	

	haricot (vert)		10-mars	08-juin							
Mois	Phase	Phase(jours)	Coeff. Kc	ET cult mm/jour	ET cult mm/MOI	Etcult mm/dec	Pluie eff mm/déc	RFU	Besoins d'irr. (mm/MOI)	B mm/de c	
Septembre											
Octobre											
Novembre											
Décembre											
Janvier											
Février											
Mars	init	20	0,35	0,9695	29,09	19,39	0,964	45	0	0	
Avril	dével	30	0,65	2,366	70,98	70,98	0,9787	50	20,001	20,001	
Mai	dével	30	0,75	3,3075	99,23	99,225	1,288	25	72,937	72,937	
Juin	mi	10	1,03	6,6435	199,3	66,435	1,216	0	198,09	65,219	
juillet											
Août											
total			2,78	13,2865	398,6		4,4467	120	291,03	158,16	

	concombre		10-juin	23-sept						
Mois	Phase		Coeff. Kc	ET cult mm/jour	ET cult mm/MOI	Etcult mm/dec	Pluie eff mm/déc	RFU	Besoins d'irr. (mm/MOI)	B mm/dec
Septembre	mi	10	1,1	4,73	141,9	47,3	0,12	0	141,78	47,18
	arrier	15	0,95	4,085	122,6	61,275	0,08	0	122,47	61,195
Octobre							0			0
Novembre							0			0
Décembre							0			0
Janvier							0			0
Février							0			0
Mars							0			0
Avril							0			0
Mai							0			0
Juin	init	20	0,4	2,58	77,4	51,6	0,608	30	46,792	20,992
juillet	dével	30	0,7	5,313	159,4	159,39	0,0107	0	159,38	159,38
Août	mi	30	1,05	6,825	204,8	204,75	0,056	0	204,69	204,69
total			3,1	18,803	564,1		0,7547	30	533,34	493,44

	carrotte		15-févr	14-juil						
Mois	Phase		Coeff. Kc	ET cult mm/jour	ET cult mm/MOI	Etcult mm/dec	Pluie eff mm/déc	RFU(mm/m)	Besoins d'irr. (mm/MOI)	B mm/dec
Septembre										
Octobre										
Novembre										
Décembre										
Janvier										
Février	init	15	0,4	0,704	21,12	10,56	2,2347	50	0	0
Mars	init	15	0,5	1,385	41,55	20,775	1,2853	50	0	0
	dével	15	0,75	2,0775	62,33	31,1625	1,2853	55	0	0
Avril	dével	25	0,8	2,912	87,36	72,8	1,1744	55	31,186	0
	mi	5	1	3,64	109,2	18,2	5,872	60	43,328	0
Mai	mi	30	1,05	4,6305	138,9	138,915	1,288	20	117,63	117,63
Juin	mi	25	1,2	7,74	232,2	193,5	0,4864	0	231,71	193,01
	arrie	5	0,91	5,8695	176,1	29,3475	2,432	0	173,65	26,916
juillet	arrie	15	0,9	6,831	204,9	102,465	0,0213	0	204,91	102,44
Août										
total			7,51	35,7895	1074		16,079	290	802,42	440

		pastique et melon				05- mai	02-sept				
Mois	Phase		Coeff. Kc	ET cult mm/jour	ET cult mm/MOI	Etcult mm/dec	Pluie eff mm/déc	RFU(mm/m)	Besoins d'irr. (mm/MOI)	B mm/dec	
Septembre	arrie		0,8	3,44	103,2	17,2	0,24	0	102,96	0	
Octobre						0				0	
Novembre						0				0	
Décembre						0				0	
Janvier						0				0	
Février						0				0	
Mars						0				0	
Avril						0				0	
Mai	init	25	0,45	1,9845	59,54	49,6125	1,5456	30	0	0	
Juin	dével	30	0,7	4,515	135,5	135,45	0,4053	0	135,04	135,04	
juillet	dével	5	0,8	6,072	182,2	30,36	0,064	0	182,1	30,296	
	mi	25	0,95	7,2105	216,3	180,263	0,0128	0	216,3	180,25	
Août	mi	15	1,03	6,695	200,9	100,425	0,112	0	200,74	100,31	
	arrie	15	0,9	5,85	175,5	87,75	0,112	0	175,39	87,638	
total			5,63	35,767	1073		2,4917	30	1012,5	533,54	

		courgette				05-avr	14-juil				
Mois	Phase		Coeff. Kc	ET cult mm/jour	ET cult mm/MOI	Etcult mm/dec	Pluie eff mm/déc	RFU(mm/m)	Besoins d'irr. (mm/MOI)	B mm/dec	
Septembre											
Octobre											
Novembre											
Décembre											
Janvier											
Février											
Mars											
Avril	init	25	0,4	1,456	43,68	36,4	1,1744	35	0	0	
Mai	dével	30	0,7	3,087	92,61	92,61	1,288	25	66,322	66,322	
Juin	dével	5	0,75	4,8375	145,1	24,1875	2,432	0	142,69	0	
	mi	25	0,7	4,515	135,5	112,875	0,4832	0	134,97	112,39	
juillet	arrie	15	0,9	6,831	204,9	102,465	0,0213	0	204,91	102,44	
Août											
total			3,45	20,7265	621,8	368,538	5,3989	60	548,89	281,16	

	olivier et pêcher		15- mars	26-oct							
Mois	Phase		Coeff. Kc	ET cult mm/jour	ET cult mm/MOI	Etcult mm/dec	Pluie eff mm/déc	RFU (mm/m)	Besoins d'irr. (mm/MOI)	B mm/dec	
Septembre	deve	30	0,6	2,58	77,4	77,4	0,04	0	0	77,36	
Octobre	deve	13	0,6	1,728	51,84	22,464	2,2154	0	0	20,249	
	mi	17	0,5	1,44	43,2	24,48	1,6941	0	0	22,786	
Novembre	mi	30	0,5	0,85	25,5	25,5	0,8853	40	0	0	
Décembre						0				0	
Janvier						0				0	
Février						0				0	
Mars	init	30	0,4	1,108	33,24	33,24	0,6427	40	0	0	
Avril	init	30	0,4	1,456	43,68	43,68	0,9787	50	0	0	
Mai	init	30	0,41	1,8081	54,24	54,243	1,288	60	0	0	
Juin	init	30	0,41	2,6445	79,34	79,335	0,4053	30	48,93	48,93	
juillet	init	15	0,5	3,795	113,9	56,925	0,0213	15	98,829	41,904	
	deve	15	0,5	3,795	113,9	56,925	0,0213	0	113,83	56,904	
Août	deve	30	0,5	3,25	97,5	97,5	0,056	0	97,444	97,444	
total			5,32	24,4546	733,6		8,2482	235	359,03	365,58	

	ble et orge		15- nov	13-juin						
Mois			Coeff. Kc	ET cult mm/jour	ET cult mm/MOI	Etcult mm/dec	Pluie eff mm/déc	RFU(mm/m)	Besoins d'irr. (mm/MOI)	B mm/dec
Septembre										
Octobre										
Novembre	init	15	0,3	0,51	15,3	7,65	1,7707	20	0	0
decembre	init	15	0,35	0,4025	12,08	6,0375	0,4267	40	0	0
	dév	15	0,4	0,46	13,8	6,9	0,4267	50	0	0
Janvier	dév	30	0,73	1,1534	34,6	34,602	0,9493	50	0	0
Février	dév	30	0,75	1,32	39,6	39,6	1,1173	50	0	0
Mars	dév	25	0,75	2,0775	62,33	51,9375	0,6427	60	1,6823	0
	mi	5	0,77	2,1329	63,99	10,6645	0,7712	50	13,216	0
Avril	mi	30	0,8	2,912	87,36	87,36	5,872	20	61,488	61,488
Mai	mi	10	0,76	3,3516	100,5	33,516	1,288	15	84,26	17,228
	arriere	20	0,75	3,3075	99,23	66,15	3,864	15	80,361	47,286
Juin	arriere	15	0,67	4,3215	129,6	64,8225	0,608	15	114,04	49,215
juillet										
Août										
total			7,03	21,9489	658,5	164,489	17,737	385	355,04	175,22

Annexe 5

Les caractéristiques hydrauliques du réseau de distribution.

État des Noeuds du Réseau						État des Arcs du Réseau					
ID Noeud	Altitude	Demande Base	Demande	Charge	Pression		Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	M3H	M3H	m	m	ID Arc	m	mm	M3H	m/s	m/km
Noeud 1	505	36	36	574,9	69,9	Tuyau 1	459,39	1000	1800	0,64	0,29
Noeud 4	510	36	36	573,88	63,88	Tuyau 3	118,9	200	72	0,64	2,05
Noeud 5	510	36	36	573,79	63,79	Tuyau 4	158,4	200	36	0,32	0,56
Noeud 7	507,6	36	36	572,57	64,97	Tuyau 6	284,3	125	36	0,81	5,85
Noeud 9	499	36	36	572,79	73,79	Tuyau 8	351,6	1000	1440	0,51	0,19
Noeud 11	500	36	36	572,36	72,36	Tuyau 10	244,8	800	1260	0,7	0,45
Noeud 12	499	36	36	570,75	71,75	Tuyau 11	336,1	200	144	1,27	7,67
Noeud 14	507	36	36	574,64	67,64	Tuyau 13	134,9	200	36	0,32	0,56
Noeud 17	517	36	36	571,95	54,95	Tuyau 15	85,5	200	108	0,95	4,43
Noeud 19	520	36	36	571,29	51,29	Tuyau 17	397,3	125	36	0,81	5,85
Noeud 21	499,6	36	36	573,4	73,8	Tuyau 19	274,8	200	108	0,95	4,43
Noeud 22	505	36	36	571,13	66,13	Tuyau 20	181,9	125	36	0,81	5,85
Noeud 23	518	36	36	570,3	52,3	Tuyau 21	450,5	750	1080	0,68	0,47
Noeud 28	521	36	36	572,11	51,11	Tuyau 25	343	200	36	0,32	0,56

Noeud 29	523	36	36	571,92	48,92	Tuyau 26	262,7	125	36	0,81	5,85
Noeud 30	510	36	36	570,86	60,86	Tuyau 27	210	200	144	1,27	7,67
Noeud 32	525	36	36	574,1	49,1	Tuyau 29	393,7	200	36	0,32	0,56
Noeud 35	517	36	36	572,13	55,13	Tuyau 31	273,35	700	864	0,62	0,43
Noeud 36	525	36	36	571,9	46,9	Tuyau 32	250,1	700	684	0,49	0,28
Noeud 38	520	36	36	570,72	50,72	Tuyau 34	207,2	500	360	0,51	0,44
Noeud 41	531,8	36	36	573,87	42,07	Tuyau 35	105,9	500	324	0,46	0,36
Noeud 44	529	36	36	573,8	44,8	Tuyau 37	357,8	400	72	0,16	0,07
Noeud 45	529	36	36	573,77	44,77	Tuyau 38	267,7	300	36	0,14	0,08
Noeud 46	532,7	36	36	573,75	41,05	Tuyau 39	370,4	450	252	0,44	0,38
Noeud 49	529,8	36	36	573,79	43,99	Tuyau 42	564,4	450	72	0,13	0,04
Noeud 50	533	36	36	573,77	40,77	Tuyau 43	378,9	400	36	0,08	0,02
Noeud 51	533	36	36	573,76	40,76	Tuyau 44	312,7	300	180	0,71	1,52
Noeud 53	530	36	36	573,21	43,21	Tuyau 46	297,7	300	72	0,28	0,27
Noeud 54	530	36	36	573,13	43,13	Tuyau 47	259,6	300	36	0,14	0,08
Noeud 55	520	36	36	573,11	53,11	Tuyau 48	301,4	125	36	0,81	5,85
Noeud 56	530	36	36	573,23	43,23	Tuyau 49	190,4	125	36	0,81	5,85
Noeud 57	523	36	36	572,06	49,06	Tuyau 50	230,8	200	36	0,32	0,56
Noeud 58	532	36	36	572,69	40,69	Tuyau 51	291,1	1000	1836	0,65	0,32
Réservoir 2	580	Sans Valeur	-9036	582	2	Tuyau 52	2870	1250	9036	2,05	2,42

Schéma du réseau de distribution :

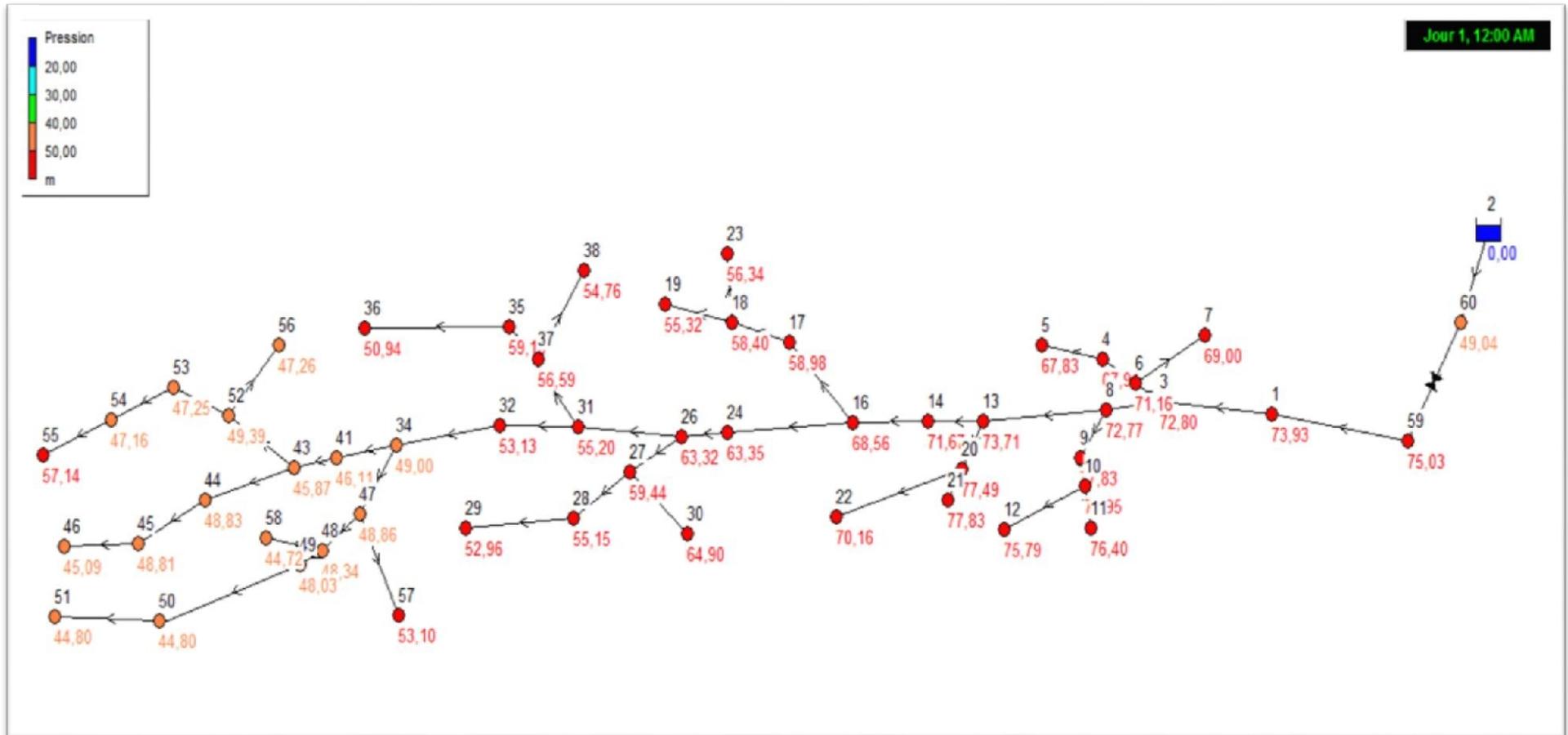
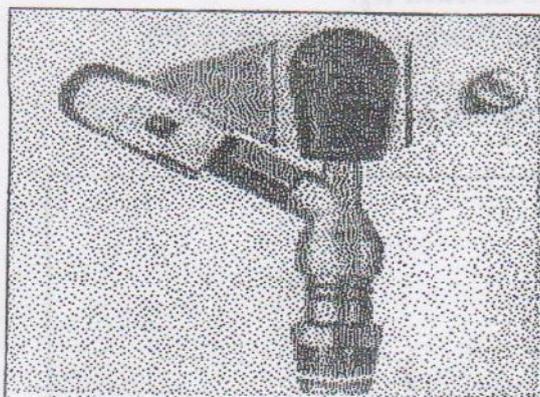


Figure annexe 5 : les pressions des nœuds (les bornes)

Annexe 6



Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT ZF 30

1 buse
angle de jet 30°
Raccord fileté 1"

Ø de la buse mm	pression à la buse bar	portée m	débit m³/h	espacement m		surface irriguée m²		densité d'aspersion mm/h	
				□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.
4,0	2,5	13	0,93	12/18	18/18	216	324	4,3	2,88
	3,0	14,5	1,02	18/18	18/24	324	432	3,16	2,36
	3,5	15,3	1,11	18/18	18/24	324	432	3,42	2,57
	4,0	16	1,19	18/18	18/24	324	432	3,71	2,76
4,2	2,5	13,5	1,04	12/18	18/24	324	432	4,8	2,42
	3,0	15	1,14	18/18	18/24	216	432	3,52	2,64
	3,5	15,8	1,23	18/18	18/24	324	432	3,8	2,85
	4,0	16,5	1,32	18/24	24/24	324	576	3,06	2,3
4,5	2,5	14	1,20	18/18	18/24	432	432	3,71	2,78
	3,0	15,5	1,32	18/18	18/24	324	432	4,07	3,05
	3,5	16,3	1,42	18/18	18/24	324	432	4,38	3,29
	4,0	17	1,52	18/24	24/24	324	576	3,52	2,64
4,8	2,5	14,5	1,38	18/18	18/24	432	432	4,27	3,2
	3,0	16	1,51	18/18	18/24	324	432	4,66	3,5
	3,5	16,5	1,63	18/24	24/24	324	576	3,78	2,82
	4,0	17	1,75	18/24	24/24	432	576	4,05	3,04
5,0	2,5	14,5	1,48	18/18	18/24	432	432	4,57	3,43
	3,0	16,5	1,63	18/18	18/24	432	432	5,04	3,77
	3,5	17	1,76	18/24	24/24	324	576	4,08	3,05
	4,0	17,5	1,88	18/24	24/24	324	576	4,35	3,26
5,5	2,5	15,2	1,82	18/18	18/24	432	432	5,62	4,22
	3,0	17	1,99	18/24	24/24	432	576	4,61	3,45
	3,5	17,5	2,14	18/24	24/24	324	576	4,95	3,71
	4,0	18	2,29	18/24	24/24	432	576	5,31	3,98
6,0	2,5	16,2	2,16	18/24	24/24	432	576	5,00	3,75
	3,0	17,5	2,37	18/24	24/24	432	576	5,50	4,12
	3,5	18	2,56	18/24	24/24	432	576	5,92	4,43
	4,0	18,5	2,74	18/24	24/24	432	576	6,35	4,76
7,0	2,5	17,5	2,96	18/24	24/24	432	576	6,9	5,1
	3,0	18,0	3,22	18/24	24/24	432	576	7,5	5,6
	3,5	18,5	3,48	24/24	24/24	576	576	6,0	6,0
	4,0	19,0	3,73	24/24	24/30	576	720	6,5	6,2

Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur

Annexe 7

CALCUL ECONOMIQUE DE LA CONDUITE DE REFOULEMENT SP-Bassin

El Esnam (BOUIRA)

Diamètre (mm)	Vitesse (m/s)	
	Min	Max
100	0,25	1,39
150	0,25	1,47
200	0,35	1,59
250	0,35	1,65
300	0,35	1,70
400	0,36	1,91
500	0,39	2,00
600	0,39	2,00
700	0,39	2,00
800	0,42	2,00
900	0,44	2,00
1000	0,47	2,00
1100	0,47	2,00
1200	0,47	2,00
1250	0,47	2,00
1500	0,50	2,00
2000	0,50	2,00

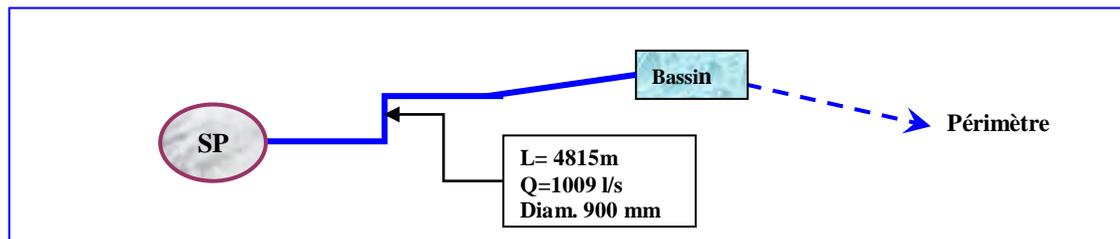
Calcul des vitesses :

Débit l/s	Diamètre (mm)																
	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1250	1500	2000
1009	235,00	104,44	58,75	37,60	26,11	14,69	9,40	6,53	4,80	3,67	2,90	2,35	1,94	1,63	1,50	1,04	0,59

Choix des diamètres de comparaison :

- D1 = 700 mm
- D2 = 800 mm
- D3 = 900 mm
- D4 = 1000 mm
- D5 = 1100 mm
- K = 0,5
- L = 4815m
- Hgéo = 75.30 m

DEBIT	DIAM	Hm	PUISS	LONG	PRIX	COUT D'INVESTISSEMENT				CHARGE D'EXPLOITATION				ACTUALISATION 10 %			ACTUALISATION 8 %		
						ST.POMP. (KDA)				CHARGES ANNUELLES TOTALES (KDA)				CHARGES ANNUELLES TOTALES (KDA)			CHARGES ANNUELLES TOTALES (KDA)		
						CONDUIT	GENI E CIVIL	EQUIP	TOTAL	CONDUIT	GENI E CIVIL	EQUIP	TOTAL	CONDUIT	STATION POMP.	TOTAL	CONDUIT	STATION POMP.	TOTAL
l/s	mm	m	Kw	m	DA/ML	KDA	KDA	KDA	KDA	KDA	KDA	KDA	KDA	KDA	KDA	KDA	KDA	KDA	
1009	700	123	1618	4815	25039	120563	2450	253	123266	4943	29	20	4993	19031	554	19584	16114	497	16611
	800	99	1303	4815	26187	126090	2397	175	128663	5170	29	14	5212	19903	477	20381	16853	428	17281
	900	88	1159	4815	27553	132668	2380	148	135195	5439	29	12	5480	20942	451	21393	17732	405	18137
	1000	83	1087	4815	30223	145524	2340	136	148000	5966	28	11	6005	22971	435	23406	19451	390	19841
	1100	80	1048	4815	30047	144675	2323	130	147129	5932	28	10	5970	22837	427	23265	19337	383	19721



CALCUL ECONOMIQUE DE LA CONDUITE GRAVITAIRE Bassin-périmètre

El Esnam (BOUIRA)

Calcul des vitesses :

Débit l/s	Diamètre (mm)													
	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1250	1500	2000
4053,05	516,05	229,36	129,01	82,57	57,34	32,25	20,64	14,33	10,53	8,06	6,37	3,30	2,29	1,29

Choix des diamètres de comparaison :

- D1 = 1100 mm
- D2 = 1200 mm
- D3 = 1250 mm
- D4 = 1500 mm
- D5 = 2000 mm
- K = 0,5
- L = 2870m

Diamètre (mm)	Vitesse (m/s)	
	Min	Max
100	0,25	1,39
150	0,25	1,47
200	0,35	1,59
250	0,35	1,65
300	0,35	1,70
400	0,36	1,91
500	0,39	2,00
600	0,39	2,00
700	0,39	2,00
800	0,42	2,00
900	0,44	2,00
1000	0,47	2,00
1100	0,47	2,00
1200	0,47	2,00
1250	0,47	2,00
1500	0,50	2,00
2000	0,50	2,00

DEBIT l/s	DIM. Ø mm	v m/s	LONG. m	PRIX DA/ML	COUT D'INVESTISSEMENT	CHARGE D'EXPLOITATION	TOTAL KDA	ACTUALISATION 10 %	ACTUALISATION 8 %
					KDA	CHARGES ANNUELLES TOTALES (KDA)		CHARGES ANNUELLES TOTALES (KDA)	
					CONDUITE	CONDUITE		CONDUITE	CONDUITE
l/s	mm	m/s	m	DA/ML	KDA	KDA	KDA	KDA	KDA
1000	1100	0,91	2870	30047	86234316	3535607	89769923	13612087	11526079
	1200	0,83	2870	31424	90188028	3697709	93885737	14236180	12054532
	1250	0,80	2870	33064	94892532	3890594	98783126	14978786	12683336
	1500	0,67	2870	36268	104088012	4267608	108355620	16430293	13912404
	2000	0,50	2870	58645	168311724	6900781	175212505	26568006	22496545

