

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE- ARBAOUI ABDELLAH -
DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : Conception Des Systèmes d'Irrigation et Drainage

THEME :

**DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU D'IRRIGATION PAR
ASPERSION D'UNE PARTIE DU PERIMETRE DU
PLATEAU D'EL ASNAM (W.DE BOUIRA)**

Présenté par :

M^r : SAADOUNE Yassine

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et prénom	Grade	Qualité
M^r T.KHETTAL	M C.A	Président
M^{me} A.AZIEZ	M A.A	Examinatrice
M^{me} D.DJODAR	M A.A	Examinatrice
M^{me} S.LEULMI	M A.A	Examinatrice
M^r D.KOLIAI	Ingénieur en chef	Examineur
M^r M.N.CHABACA	M C. A	Promoteur

Septembre 2012

Dédicace

Chaqu' un entre nous estime de passer d'une réussite à une autre, la vraie victoire est Celle qui a lieu des difficultés, grâce à mes efforts et à l'aide de mes proches, que je vais donner mes sens à mon projet, reconnaissant de leurs aides, je vais leurs dédier ce modeste travail en guise de reconnaissance et de gratitude.

AU plus tendre et chère mère qui m'a prodigué soutien, réconfort, Compréhension et sacrifice durant toute ma vie.

A Mon père, Que dieu m'aide à vous honorer.

A Ma future femme Saliha in chaa ELLAH.

A Mes très chères frangines Roumissa, Chahira & Sihem.

A Mes très chers frangins Yazid, Said, Nassim, Sofiene & Hicham.

A Toute ma famille : Saadoune, Boudour, Arabi, Beghdadi, Laarab.

A Mes amis: AEG , Wadod , Hamza, Cherif, Khelfaoui, Lamri ,Bouchiha Talal ,Lakhdar, Morad, Samir, Yaakoub, Chebab, Jadou Said et Nadir, Nafae, Omar, Guichaoui, Zohir, Felouh, Zouaoui, Amigo, Mabkhout, Sid a li, Kazouit, Belia ,Bob, Amin.B ,Abd Erezak, Tonci, Loulid, Moussa ,Brahim, Lakhdar, Yassine, Sofiene, Ali Tablati, Nour Edin, Hmidouch.

A Mes amis d'enfance : A mi Rachid ,Khoya Said, Fdidis, Said Boualam, Chikh Omar, Halim, Sid a li, Karim, Kadiro, Billel Feradj, Amin Laarab, Boudour Sofien, Khiro & Omar.

A Mes collègues d'étude sans exception.

A Toute la promo 2011-2012. Je dédie ce travail.

Saadoune Yassin

REMERCIEMENTS

Au terme de cette étude, fruit de mes années de labeur, je tiens à remercier sincèrement Dieu, de m'avoir octroyé les moyens et les personnes qui m'ont aidé dans son élaboration, ainsi que ceux qui ont bien voulu l'évaluer :

Je tiens à remercier du fond du cœur :

Mon promoteur M^r **M. N. CHABACA**, qui m'a énormément aidé à achever ce travail, que ce soit par ses conseils, ses orientations, sa disponibilité, ou même avec sa sympathie et son éternel sourire qui nous redonnent à chaque fois la volonté et la force de travailler ;

Je tiens à remercier tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans la réalisation de ce mémoire.

J'adresse mes remerciements à :

Tous les enseignants de l'E.N.S.H

Mon respect aux membres de jury qui me feront l'honneur de juger ce travail, je les remercie vivement

SOMMAIRE

Introduction générale.....	1
Chapitre I :Présentation De La Zone D'étude	
I-1 Introduction :.....	2
I- 2 Présentation de la zone d'étude :.....	2
I-2-1) Le relief :	3
I-2-2) L'hydrographie:.....	3
I-2-3) Géologie.....	3
I-2-4) Géomorphologie.....	5
I -3) Climatologie:.....	5
I-3-1)Température De L'air :.....	5
I-3-2) L'Humidité relative :.....	6
I-3-3) Le vent.....	6
I-3-4) Sirocco :.....	7
I-3-5) Insolation :.....	8
I-3-6) Gelée blanche :.....	8
I-3-7) Pluviométrie :.....	9
I-3-8) Les indices climatiques:.....	10
I-3-8-1) L'indice d'aridité de MARTON :.....	10
I-3-8-2) Quotient pluviométrique d'EMBERGER :	11
I-3-8-3) Climogrammepluvio-thermique de BAGNOULS ET GAUSSEN :.....	12
I -4) Hydrologie :.....	13
I -4-1) Réseau pluviométrique :.....	13
I -4-2) Homogénéité De La Série Pluviométrique :.....	14
I -4-3) Etude de l'échantillon et choix du type de loi :.....	17
I -4-3-1) Traitement des données :.....	17
I -4-3-2)-Ajustement de la série pluviométrique :.....	17
I -4-3-3-1) Test de validité d'ajustement à la loi Normale :.....	18
I -4-3-3) Test de validité d'un ajustement :.....	19

I -4-3-2-1) Ajustement à la loi log-Normale :	19
I-4-3-3-2)Détermination de l'année de calcul :	19
I -5) La Pédologie :	20
I -5 -1) Facteurs De Formation Et D'évolution Des Sols :	20
I -5 -2) Typologie Des Sols Dans Le Périmètre	21
I -5 -3) Description des profils pédologiques.....	21
I -5 -4) Les aptitudes culturales :	22
I -6) Les Ressources En Eau :	24
I.6.1) Les CaractéristiquesDuBarrageDeTiledit :	24
I.6.2) Les Paramètres Principaux De La Retenue :	25
I.6.3) Qualité del'eau d'irrigation :	26
I.6.4) La conductivité électrique :	27
I.6.5) Le SAR (Sodium Absorption Ration) :	28
I-7)Conclusion :	29

CHAPITRE II :Besoins en eau des cultures

II -1 Introduction :	30
II-2-2) Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence:.....	30
II-2)Les besoins en eau d'une culture :	30
II-2-1)Evapotranspiration réelle ou de culture (ETR ou ETC):.....	31
II-2-3)Méthode de PENMAN ET MONTEITH modifiée :	32
II-2-4) Pluies efficaces (Pe) :	33
II-2-4)Efficience de l'irrigation:.....	34
II-3)L'occupation des sols et le choix des cultures:.....	34
II-3-1)La céréaliculture:.....	35
II-3-2)Cultures fourragères:.....	35
II-3-3) Arboriculture:.....	35
II-3-4)Cultures maraîchères:.....	36
II-4)Détermination des Besoins en eau des cultures :	39
II-5) Calcule du débit caractéristique :	48
II-5) Conclusion :	49

CHAPITRE III :Modes et techniques d'irrigation

III-1) Les différentes techniques d'arrosages:.....	50
III-1-1) L'irrigation de surface :.....	50
III-1-1-1) Irrigation par ruissellement :.....	50
III-1-1-2) Irrigation par submersion :.....	52
III-1-1-3) L'irrigation mixte :.....	54
III-1-2) L'irrigation par aspersion :.....	54
III-1-3) L'irrigation localisée :.....	54
III-2) Choix des techniques d'irrigation :.....	54
III-3) Conditions D'utilisation De L'Aspersion.....	55
III-3-1) Les Cultures Recommandées.....	56
III-3-2) Le Type De Sol Approprié.....	57
III-3-3) Qualité de l'eau.....	57
III-3-4) Pentés Adéquates.....	57
III-4) Avantages Et Inconvénients.....	57
III-4-1) Avantages(Par Rapport A L'irrigation De Surface) :.....	57
III-4-2) Inconvénients Spécifiques A L'aspersion:.....	58
III-5) Les types d'association d'asperseurs pour irriguer une parcelle :.....	59
III-5-1) Règle d'implantation :.....	59
III-5-2) Différents dispositifs des asperseurs :.....	59
III-6) Les différents dispositifs de l'irrigation par aspersion :.....	59
III-6-1) Les couvertures d'asperseur :.....	60
III-6-2) Machine à irriguer :.....	62
III-7) Les différents dispositifs de la micro irrigation :.....	64
III-8) Conclusion :.....	64

CHAPITRE IV :Calcul hydraulique et dimensionnement du réseau d'irrigation

IV-1) Introduction :.....	65
IV-2) Description Du Schéma De Distribution :.....	65
IV-3) Choix Du Trace :.....	66
IV-4) La Méthodologie De Dimensionnement :.....	66
IV-5) Débit Aux Bornes :.....	67

IV-6)Débit Caractéristique :.....	68
IV-7)Dimensionnement De La Conduite Gravitaire.....	68
IV-8)Dimensionnement D'un Système D'irrigation Par Aspersion :.....	71
IV-8-1)Détermination Du Diamètre D'ajutage, Du Nombre D'asperseur Et Du.....	71
IV-8-1-1)Le diamètre de l'ajutage	71
IV-8-1-2)La Portée Du Jet (L) :.....	71
IV-8-1-3)Calcul Des Ecartements Entre Les Rampes Et Arroseurs :.....	72
IV-8-1-4)Calcul Du Débit De L'asperseur :.....	72
IV-8-1-5)Vérification De La Pluviométrie De La Buse :.....	73
IV-8-1-6)Le Temps Nécessaire Pour Donner D'une Dose Par 1 Asperseur :.....	73
IV-8-1-7)Volume Fourni Par 1 Asperseur Pendant 1 Mois :.....	74
IV-8-1-8)Volume A Epandre En 1 Mois Sur Toute La Parcelle :.....	74
IV-8-1-9)Le Nombre D'aspenseurs :.....	74
IV-8-2)Dimensionnement Des Rampes :.....	75
IV-8-3)Calcul De La Pression Nécessaire A La Borne De Périmètre :.....	77
IV-9)Equipements Hydromécaniques :.....	78
IV-9-1)La Borne D'irrigation :.....	78
IV-9-2)Vanne De Sectionnement :.....	79
IV-9-2)Ventouse:.....	79
IV-10) Conclusion :.....	79
CHAPITRE V :Évaluation économique du projet	
V-1) Introduction :.....	80
V-2) Coût Des Conduites :.....	80
V-3) Coût De Terrassement De Réseau	81
V-4)Devis Estimatif Des Equipements :.....	81
V-5) Devis Global :	82
V-6) Conclusion :.....	82
Conclusion générale	83

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre I : Présentation De La Zone D'étude

Tableau I-1 : Températures mensuelles moyennes en °C	5
Tableau I-2 : Humidités relative mensuelles moyennes en (%).....	6
Tableau I-3 : Les moyennes mensuelles des vitesses du vent.....	7
Tableau I-4 : Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de sirocco.....	8
Tableau I-5 : Valeurs moyennes des durées d'insolation journalières de la période1980-2011	8
Tableau I-6 : Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de gelée.....	9
Tableau I-7 : Répartition moyennes mensuelle des pluies.....	9
Tableau I-8: Classification de climat selon MARTON.....	10
Tableau I-9 : Caractéristiques de la station pluviométrique.....	14
Tableau I-10 : pluies mensuelles.....	14
Tableau I-11 : teste de WILCOXON.....	16
Tableau I-12 : Ajustement à une loi log-normale.....	18
Tableau I-13 : Pluviométrie moyenne pour chaque mois en mm.....	19
Tableau I-14 : les valeurs de $P_{\text{moy } 80 \%}$	20
Tableau I-15 :L'analyse des profils au laboratoire	23
Tableau I.16Qualité de l'eau brute de la station hydrométrique de Barrage TELISTID.....	26
Tableau I.17 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.....	27
Tableau I.18 : Classification des eaux en fonction de SAR.....	28

Chapitre II : Besoins en eau des cultures

Tableau II-1: pluviométries moyennes et efficaces pour chaque mois en mm.....	33
Tableau II-2 : surface occupée par les différentes cultures.....	37
Tableau II-3 : Représentation de l'assolement choisit.....	38
Tableau II-4 : Résultats de calcul du besoin en eau de Blé.....	40
Tableau II-5 : Résultats de calcul du besoin en eau de l'Orge.....	41
Tableau II-5: Résultats de calcul du besoin en eau de tomate (arrière saison).....	41
Tableau II-5: Résultats de calcul du besoin en eau de pomme de terre (arrière saison).....	42
Tableau II-5: Résultats de calcul du besoin en eau de pomme de terre (primeur).....	42
Tableau II-5: Résultats de calcul du besoin en eau de Maïs fourrager.....	43
Tableau II-5: Résultats de calcul du besoin en eau de Sorgho fourrager.....	43
Tableau II-5: Résultats de calcul du besoin en eau de l'Agrumes.....	44
Tableau II-5: Résultats de calcul du besoin en eau de Vignes.....	45
Tableau II-5: Résultats de calcul du besoin en eau de l'Olivier.....	46
Tableau II-5: Besoins en eau des cultures en mm.....	47
Tableau II-6 : les débits spécifiques des cultures.....	49

Chapitre IV: Calcul hydraulique et dimensionnement du réseau d'irrigation

Tableau IV-1 : Caractéristiques du bassin de régulation.....65

Tableau IV-2 : Seuil des vitesses admissibles en fonction des diamètres.....67

Tableau IV-3 : calcul de débit aux bornes.....69

Tableau IV-4 : les diamètres des différents tronçons est vérification des vitesses admissibles et les pressions de chaque bornes70

Chapitre V : Évaluation économique du projet

Tableau VII-1 : les prix des conduites80

Tableau VII-2 : déferente prix des travaux réalisé.....81

Tableau VII-3 : Devis estimatif des équipements81

Tableau VII-4 : deavis estimatif global.....82

LISTE DES FIGURES

Chapitre I : Présentation De La zone D'étude

Figure I-1 : Plan de situation	2
Figure I-2 : carte géologique du plateau d'el Esnam.....	4
Figure I-3 : Valeurs moyennes de la vitesse du vent (m/s).....	7
Figure I-4 : Diagramme bioclimatique d'EMBERGER.....	12
Figure I-5 : Climogramme pluviothermique	13
Figure I-6 : Ajustement à une loi log-normale.....	18
Figure I-7 : diagramme de classification de l'eau d'irrigation.....	29

Chapitre III : Modes et techniques d'irrigation:

Figure III-1 : irrigation par planche de ruissellement	51
Figure III-2 : irrigation à la raie	52
Figure III-3 : irrigation par submersion	53
Figure III-4 : partie essentielle d'une installation en aspersion classique	55
Figure III-5 : partie essentielle d'une installation localisée	56
Figure III-6 : Couverture partielle Avec poste en attente.....	60
Figure III-7 : Couverture partielle	60
Figure III-8 : couverture totale	61
Figure III-9 : couverture intégrale	62
Figure III-10 : Enrouleur	62
Figure III-11: Principe de fonctionnement d'un enrouleur	63

Introduction Générale

L'accroissement rapide de la population, le taux de chômage galopant, la rareté de plus en plus accrue des ressources en eau, la dégradation des ressources en sol et de l'écosystème sont autant de raisons qui ont poussé les autorités publiques à prendre des mesures et à adapter des plans d'action afin de parer à ces fléaux.

C'est en effet dans cette optique que l'état Algérien a entrepris une vaste politique de développement visant à valoriser les potentialités naturelles (eaux et sols) et humains disponibles pour une amélioration du niveau de vie des populations, rurales en particulier ; d'une part et pour accroître la production agricole nationale de l'autre.

L'étude de dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion d'une partie de périmètre du plateau d'EL ASNAM la zone (Nord Est), qui constitue ici le thème de notre travail, entre dans le cadre de cette politique de développement.

Le projet de l'aménagement du périmètre à partir des eaux du barrage de TILES-DIT, qui est le premier du genre dans la région, a été lancé afin de réduire entre autres les difficultés rencontrées par les agriculteurs de la région en matière d'approvisionnement en eau.

Le périmètre faisant l'objet de l'étude couvre une superficie brute de 2600 ha et plusieurs exploitations agricoles d'une taille variable et sur lesquelles seront pratiquées différentes cultures on a pris la partie Nord Est du plateau a une superficie 511 ha. Actuellement quelques cultures céréalières sont pratiquées, de l'arboriculture (l'olivier surtout) et du maraîchage (sous serre en particulier).

Dans notre travail on a étudié un dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion de périmètre du plateau d'EL ASNAM, qui est une partie du grand projet d'aménagement du périmètre d'EL ASNAM au niveau de la wilaya de BOUIRA.

L'objectif de cette étude est, non seulement de réunir les éléments de base nécessaires à savoir une analyse hydro pédologique, un aperçu économique, mais aussi et surtout de définir une méthodologie pour le dimensionnement d'un réseau d'irrigation à partir des eaux d'un barrage afin que celles-ci soient utilisées de façon efficiente et efficace.

I-1 Introduction :

Avant tout projet d'irrigation, l'étude du site est nécessaire pour connaître toutes les caractéristiques du lieu, notamment le périmètre irrigué et les facteurs qui influent sur la conception du projet, parmi eux, nous citons : les données propres au site du barrage, ainsi que la connaissance de la géologie du lieu qui nous permettra de prendre les dispositions nécessaires lors de la réalisation du réseau d'irrigation.

I- 2 Présentation de la zone d'étude :

Le périmètre irrigué d'El Esnam est situé dans la Wilaya de Bouira, au Sud Ouest du site du barrage de Tillesdit, de part et d'autre de la RN 05, délimité :

Au Nord par : l'Oued-Edous.

Au Sud par : l'Oued-Ziane

A l'Ouest par : Petit Oued Nommé Cherguia

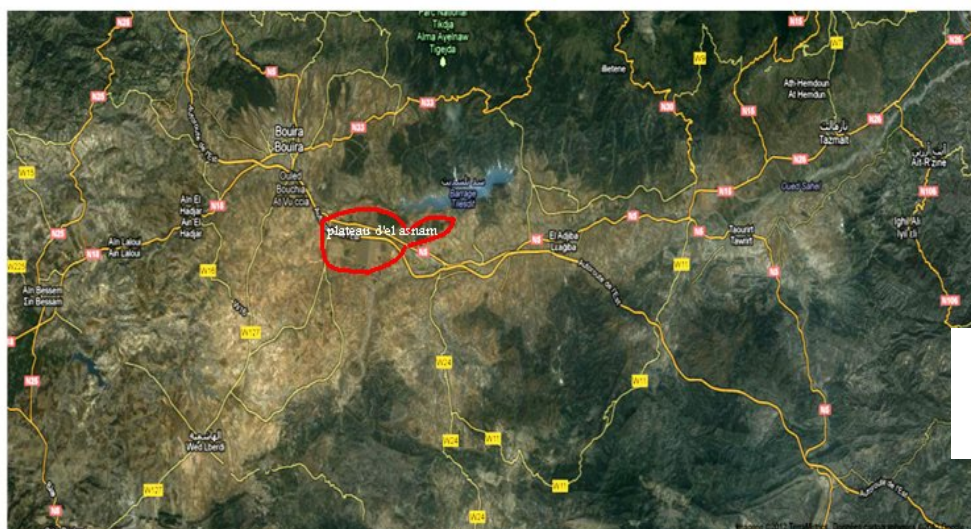
A l'Est par : Les limites de la dépression de la vallée du Sahel

L'accès à la zone est parfaitement aisé. La route Nationale n°05 traverse la zone d'Ouest à l'Est, la superficie du périmètre est de 2260 ha.

Sur le plan administratif, la zone prévue pour le dimensionnement est rattachée aux communes de Bouira, El Esnam et Bechloul.

Il est compris entre $3^{\circ}56'$, $4^{\circ}07'$ de longitude green wich et $36^{\circ}8'$, $36^{\circ}10'$ de latitude nord

Google



— zone d'irrigation

— routes

Ech : 1/25000

Fig. I-1 : Plan de situation du plateau d'El Esnam

Source Google map

I-2-1) Le relief :

Sur le plan du relief de la commune d'EL-ESNAM, on s'aperçoit que cette région est délimitée au nord par la ligne de crête du Djurdjura, la partie Sud est caractérisée par un relief moins accidenté avec une pente douce d'Ouest en Est dont les cotes varient de 500 à 550 m NGA. ([1] Dossier 1-B)

I-2-2) L'hydrographie:

La zone intéressée par le projet s'étend sur une cinquantaine de kilomètres de plaine, traversée par L'Oued Sahel. Cet Oued est formé en amont par l'union de L'OUED HOUS au Nord, et de l'OUED ZAIANE au Sud, dont il forme en aval l'OUED SOUMMAM après avoir reçu l'OUED BOUSELLAM.

L'OUED SAHEL reçoit de nombreux affluents :

- ✓ En rive droite, quelques ruisseaux venant de la chaîne des BIBANS peu élevée et faiblement arrosée.
- ✓ En rive gauche, des torrents particulièrement violents car ils descendent du DJEBEL Djurdjura qui forme une barrière très élevée (point culminant est de 2305 m) et reçoit de fortes précipitations. (1800 mm/an)

I-2-3) Géologie

Le secteur étudié, le plateau d'El-Asnam fait partie de l'ensemble des formations miocènes (post-nappes) qui se sont déposées dans la dépression de la Soummam.

Il s'agit des conglomérats jaunâtres à rouge, de sable, de galets, d'argile compacte, de marno-gréseux dont les éléments de tailles variables (du millimètre, du demi-mètre) sont presque exclusivement empruntés aux Flyschs et à la chaîne calcaire. Ces formations miocènes peuvent être observées le long des oueds et à partir de l'examen des forages.

Elles s'étalent sur tout le plateau et se placent en descendance d'une part sur les Flyschs Sud Kabyles au Nord du plateau et d'autre part, sur les assises Nord des Bibans du cote sud du plateau. ([1] Dossier 1-B)

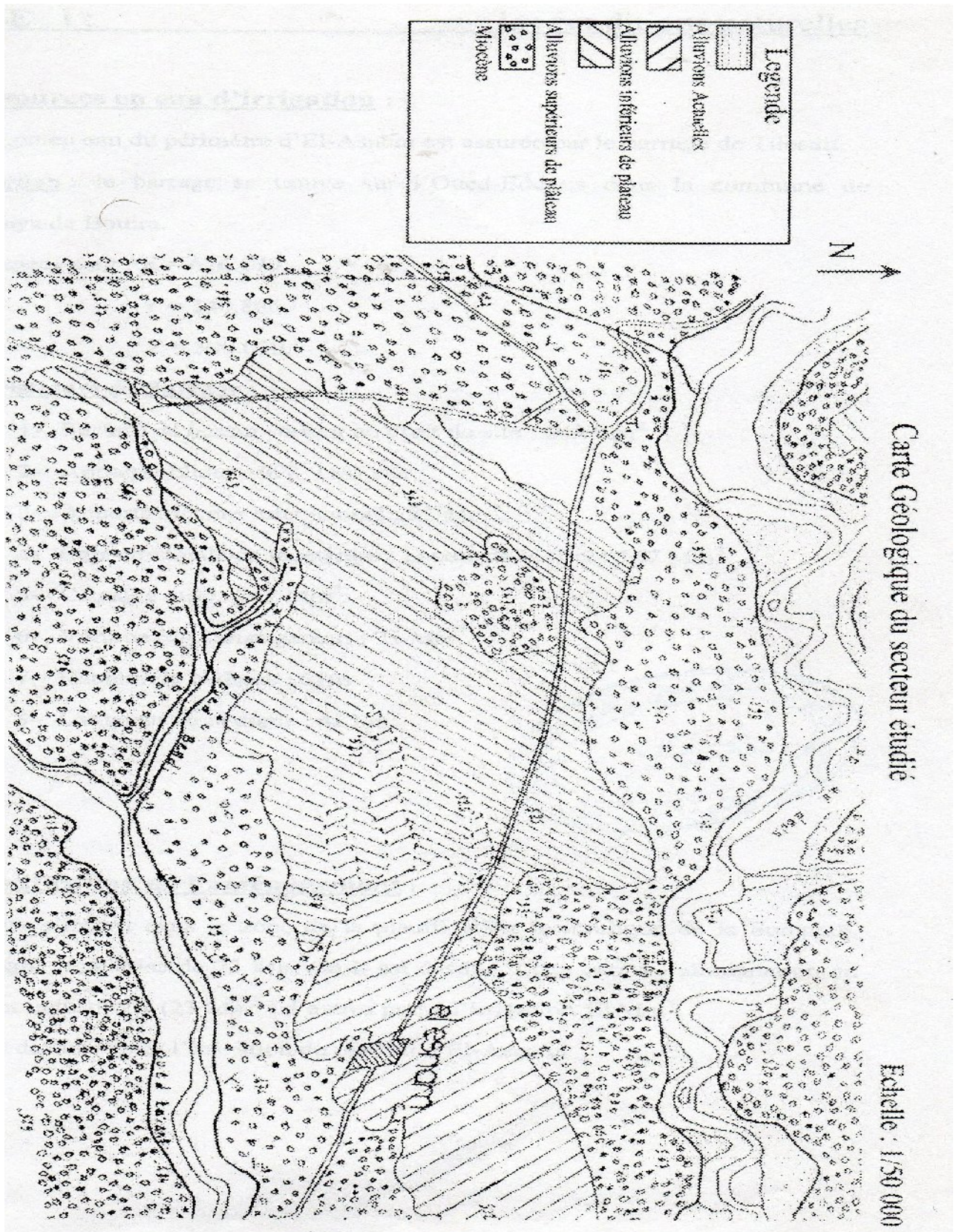


Fig. I-1 : carte géologique du plateau d'el Esnam

Source ANRH (Blida)

I-2-4) Géomorphologie

Le plateau d'El-Esnam se situe à des altitudes qui varient entre 500 et 600 mètres. Il est ondulé en pente douce de l'Ouest vers l'Est, les terres en générale sont planes aptes a la mécanisation.

I-3) Climatologie:

Les éléments climatiques sont les paramètres de base indispensables à connaître pour conduire une réflexion sur l'optimisation de l'eau disponible pour les couverts. Les différents éléments caractérisant le climat, sont principalement : les précipitations, la température, le vent, l'humidité relative de l'air, l'insolation,...Tous ces facteurs climatiques conditionnent d'une manière particulière le développement des végétaux. Il est important donc de connaître chacune de ces composantes, afin d'adapter les cultures au type de climat et sous lequel certaines pratiques doivent être prévues pour assurer une bonne production

A cet effet, nous aborderons dans cette partie l'étude des paramètres intervenant dans le bilan hydrique afin de déterminer les besoins en eau des cultures

Les données climatiques de la zone d'étude sont celles des observations effectuées sur les principales stations hydro pluviométrique de l'Agence Nationale Des Ressources Hydrauliques (ANRH) et l'Office National de la Météorologie (ONM).

I-3-1) Température De L'air :

La température est un facteur du climat très important, car elle conditionne l'évapotranspiration

Les températures dans la zone d'étude sont données par le tableau ci-dessous

Tableau I-1 : **Températures mensuelles moyennes en °C**

Mois	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Octo	Nov	Déc	Année
M_{max}	13.2	14.9	18.1	20.3	25.3	31.9	35.2	35.0	29.6	25.1	17.7	14.1	23.5
M_{moy}	8.9	9.6	12.3	14.1	18.8	24.4	27.5	27.7	23.2	19.2	13.0	9.9	17.5
M_{min}	4.5	4.3	6.5	7.9	12.3	16.9	19.8	20.4	16.9	13.3	8.4	5.6	11.5

Source ONM (Bouira)

Avec T_{\min} : moyenne de tous les minima observés pour chaque mois.

T_{\max} : moyenne de tous les maxima observés pour chaque mois

T_{moy} : moyenne mensuelle

Analyse et interprétation :

On relève que la moyenne des minima durant la période hivernale se situe autour de 4.8°C, ce qui donne un hiver frais à EL Esnam. Par contre, la saison chaude s'étale de Juin à Septembre avec des moyennes mensuelles des maxima assez acceptables :

L'une au mois de Juillet avec une température de 27.5°C.

L'autre au mois d'Août avec une température de 27.7°C.

I-3-2) L'Humidité relative :

Les variations de l'humidité relative de l'air sont fondamentalement conditionnées par les variations de la température et par la nature des masses d'air locales. On admet que la variation de la température de l'air provoque, en règle générale, une variation contraire de l'humidité relative de l'air. La distribution spatiale des valeurs de l'humidité de l'air et variations journalières et annuelles, peuvent être modifiées par l'action des facteurs locaux.

Tableau I-2: Humidités relative mensuelles moyennes en (%)

Mois	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Année
moy	63	71	75	80	77	78	74	69	65	58	51	49	67.5

Source ONM (Bouira)

I-3-3) Le vent

Le vent est un paramètre très important qui entre dans la projection du système d'irrigation surtout dans le cas ou on utilise l'asperseur, elle est caractériser par sa direction et sa vitesse.

Le tableau suivant présente les valeurs moyennes mensuelles et annuelles de la vitesse du vent (m/s).

Tableau I-3: Les moyennes mensuelles des vitesses du vent

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Ao	Sep	Oct	Nov	Dé	Année
V.vent (m/s)	2.6	2.6	2.5	3.1	2.8	2.8	2.7	2.5	2.3	2.0	2.4	2.6	2.6

Source ONM (Bouira)

La vitesse moyenne du vent présente une petite variation pendant toute l'année, en oscillant entre une valeur minimale en octobre, de l'ordre de 2.0 m/s et une valeur maximale de 3.1 m/s environ en avril. Le graphique ci-après présente une illustration de ce paramètre sur l'année :

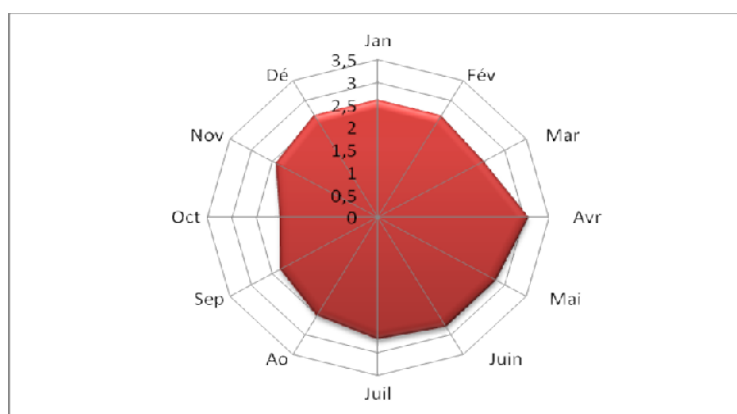


Figure I.3 : Valeurs moyennes de la vitesse du vent (m/s)

I-3-4) Sirocco :

C'est un vent chaud et sec qui souffle du Sahara vers le littoral. Il est très néfaste pour les végétaux car il peut provoquer le flétrissement de la plante ainsi que les chutes de rendement, donc sa connaissance est primordiale pour le choix des espèces à préconiser dans le périmètre :

Les diverses valeurs observées sur les postes intéressant la zone d'étude sont présentées par le tableau ci dessous

Nombre de jours moyens du sirocco relevé à la station d'EL- ESNAM :

Tableau I-4: Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de sirocco

Mois	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Année
Nombre de Jours	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	4.0	11

Source ONM (Bouira)

Le nombre moyen de jours de sirocco varie entre 1 à 4 jours entre Mai et septembre. La pointe est observée en aout avec 4 jours. Le total annuel est de 11 jours.

I-3-5) Insolation :

L'insolation dépend de la latitude, de l'époque de l'année, de l'exposition solaire et de la nébulosité, ce qui explique les variations des valeurs d'un site à l'autre.

Le Tableau I.5 contient les valeurs moyennes mensuelles et annuelles de la durée d'insolation journalière. Les valeurs moyennes mensuelles varient régulièrement pendant l'année : les valeurs les plus élevées correspondent au mois d'été, avec comme valeur maximale 10,6 h par jour pour le mois de juin et valeur minimale pendant le mois de décembre (5,9 h par jour).

Tableau I.5: Valeurs moyennes des durées d'insolation journalières de la période 1980-2011

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Ao	Sep	Oct	Nov	Dé	Année
Insolation (heure/j)	5.43	6.63	7.7	8,68	9,20	10,70	10,78	9,91	8,18	7,66	5,79	5,44	93,97

Source ONM (Bouira)

I-3-6) Gelée blanche :

La gelée blanche est nuisible pour les cultures et peut causer des dégâts mécaniques et biochimiques vis à vis des rendements agricoles

Les valeurs moyennes des gelées sont données dans le tableau ci dessous

Tableau I-6 : Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de gelée.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Ao	Sep	Oct	Nov	Dé	Année
Nombre de Jours	7,4	7,6	6,4	2,3	0	0	0	0	0	0	0,7	6	30,4

Source ONM (Bouira)

La gelée blanche s'observe à partir du mois de novembre pour atteindre le maximum au mois de Février.

I-3-7) Pluviométrie :

La répartition mensuelle des pluies est donnée par le tableau suivant

Tableau I-7 : Répartition moyennes mensuelle des pluies de la période 1980-2011

Mois	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Année
Précipitations en (mm)	25,8	29,5	36,2	47,15	47,47	33,26	29,77	33,01	30,86	7,64	5,29	7,08	333,03

Source (ANRH) Alger

La pluviométrie annuelle moyenne de la zone est de 333 mm environ, répartie à raison de :

- 27,47% en automne 19 jours pluvieux (1 jours sur 5 en moyenne)
- 38,39% en hiver 23 jours pluvieux (1 jours sur 4 en moyenne)
- 28,14% au printemps 18 jours pluvieux (1 jours sur 5 en moyenne)
- 6,00% en été 5 jours pluvieux (1 jours sur 18 en moyenne)

On remarque que la pluviométrie maximale se trouve au mois de janvier (47.47mm), et la plus faible pluviométrie se trouve au mois de juillet (5.29mm), et la pluviométrie moyenne annuelle est de 333.03mm

I-3-8) Les indices climatiques:

Le but de ce calcul c'est la détermination de type de climat et voir l'interférence des différentes variables de ce climat et leur action sur les plantes. Ces formules se basent principalement sur deux facteurs essentiels : pluviométrie et température.

Les indices les plus connus sont ceux d'E.MARTON (1926) et E.EMBERGER (1932)

I-3-8-1) L'indice d'aridité de MARTON :

Cet indice permet de préciser le degré de sécheresse de la région et par conséquent de renseigner sur l'indisponibilité de l'irrigation.

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

Avec : P : précipitation moyenne annuelle en (mm)

T : température moyenne annuelle en (°C)

I_A : indice d'aridité

Les limites des climats d'après l'indice climatique de MARTON sont donnée dans le tableau ci-dessous :

Tableau I-8: Classification de climat selon MARTON

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

Pour :

$$P = 333 \text{ mm}$$

$$T = 17.5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$I_A = \frac{333}{17.5 + 10} = 12.11$$

Selon l'indice d'aridité calculé, on constate d'après la classification ci-dessus, que la région est soumise à un régime de climat sec, et que l'irrigation est souvent indispensable.

I-3-8-2) Quotient pluviométrique d'EMBERGER :

Cet indice à pour but la détermination de l'étage bioclimatique :

$$Q = \frac{2000P}{(M + m)(M - m)}$$

Où Q : coefficient pluviométrique **d'EMBERGER**

P : précipitation moyenne annuelle en (mm)

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud (en °K)

m : moyenne des minima du mois le plus froid (en °K)

Pour:

$$P=333.03 \text{ mm} ; \quad M = 35.2^\circ\text{C} ; \quad m = 4.3^\circ\text{C}$$

$$\text{D'où } Q = 41.98$$

En portant la valeur de (Q) dans le diagramme bioclimatique d'EMBERGER, (fig. I-4), et en fonction de la température moyenne minimale du mois le plus froid, on peut confirmer que notre région se situe dans :

- L'étage bioclimatique : Semi Aride
- Sous étage : Hiver tempéré.

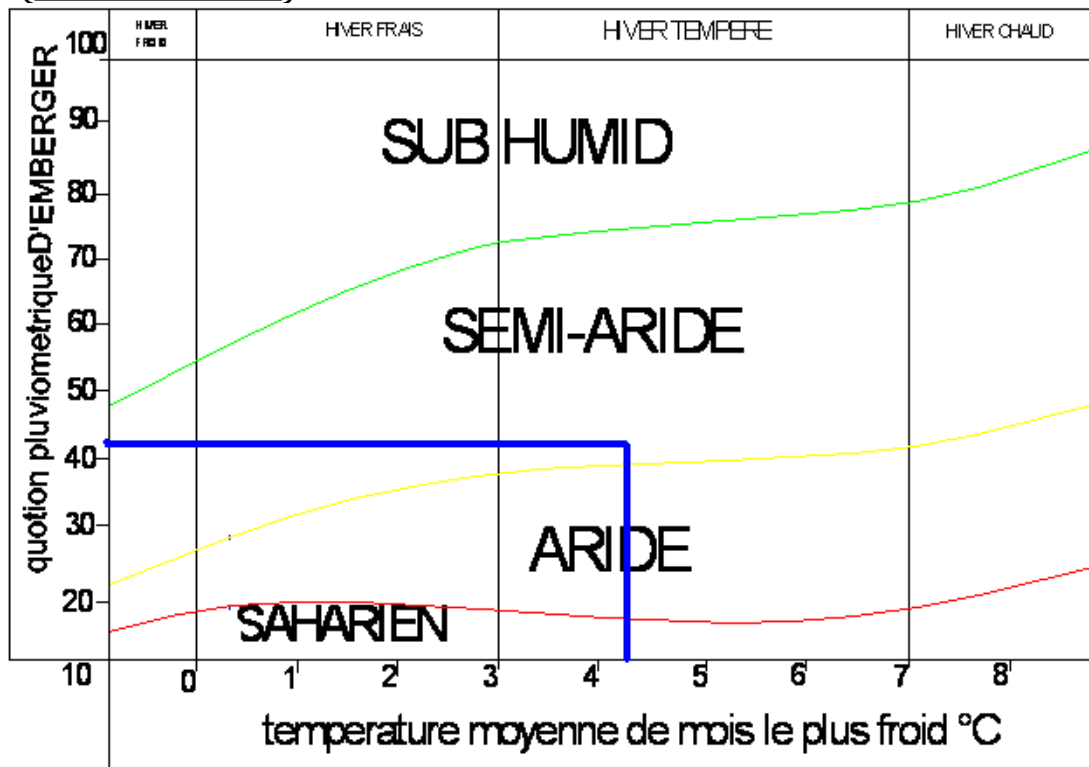


Fig. I-4 : Diagramme bioclimatique d'EMBERGER

I-3-8-3) Climogramme pluvio-thermique de BAGNOULS ET GAUSSEN :

Ces deux auteurs considèrent qu'un mois est sec quand le total de la précipitation P en millimètre est inférieur au double de la température T , c'est-à-dire quand le rapport $P/T < 2$ ou $P < 2 T$ (BAGNOULS G. et GAUSSEN H. 1953).

Le diagramme ombrothermique permet la détermination de la période sèche.

Sur le diagramme sont reportés :

- En abscisses : les mois de l'année.
- En ordonnées : les températures mensuelles d'un côté, et les précipitations moyennes mensuelles à une échelle double de celle des températures de l'autre.

Lorsque la courbe des précipitations passe au-dessous de la courbe des températures, la période qui s'étale entre les points d'interactions des deux courbes correspond à la durée de la période sèche.

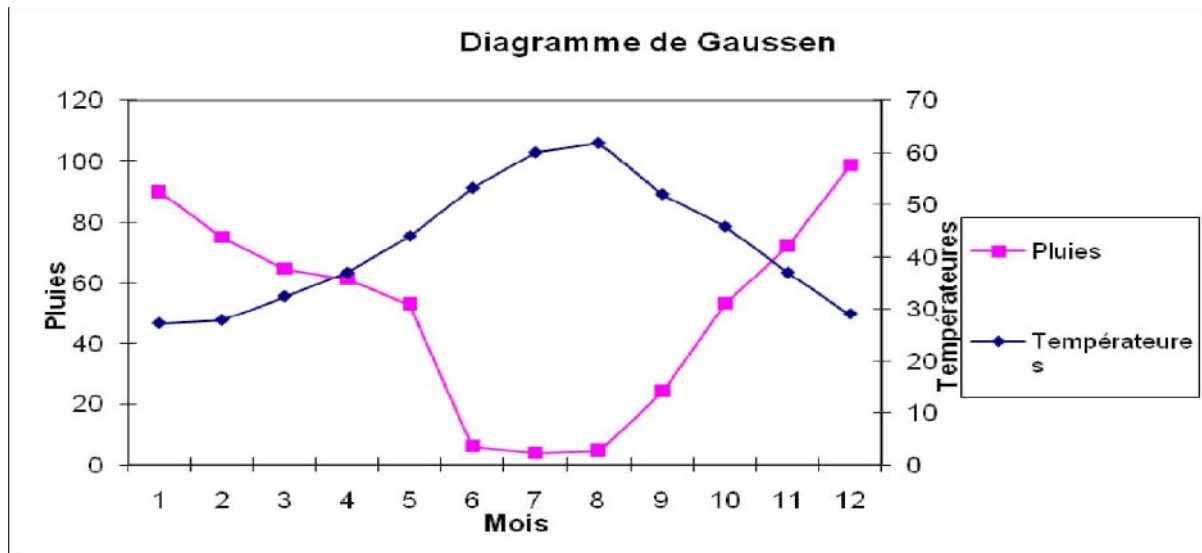


Fig. I-5 : Climogramme pluviothermique

Description du graphe :

Le diagramme Ombrothermique de la région d'El Esnam pour la période (1980-2011) révèle la présence d'une période sèche qui dépasse quatre mois, elle s'étale de mai au mois octobre. de ce fait, il est indispensable d'apporter l'eau par l'irrigation à la zone d'étude notamment pendant cette période.

I-4) Hydrologie :

Pour déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet d'irrigation, tels que : le calcul des besoins des cultures à projeter dans le périmètre, ainsi que le dimensionnement de réseau de distribution.

I-4-1) Réseau pluviométrique :

La région d'étude dispose d'une station pluviométrique gérée par l'Agence Nationale des Ressources en Hydrauliques (ANRH)

Le tableau I-9, décrit la position de cette station.

Tableau I-9 : Caractéristiques de la station pluviométrique

Nom de la station	Code	Coordonnées en Lambert		Altitude (m)	Période d'observation	Nombre d'années observées
		X(Km)	Y(Km)			
EL Esnam	150204	620.4	335.5	435	1980-2011	31

Les pluies mensuelles de la station pluviométrique EL Esnam sont données dans le tableau.

Tableau I-10 : pluies mensuelles

Année	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fevr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Aout	Total
1980/81	18	20,1	70,8	121,2	5,5	34,8	44,7	60,1	7,7	7,8	0	38,4	429,1
1981/82	11,6	27	7,2	32	85,9	43,3	35,8	31,9	52,4	10,5	0	0	337,6
1982/83	15	45,7	74,2	72	0	13,9	12	41,3	4	2,7	10,6	29,3	320,7
1983/84	0	2	13,9	11,8	36,6	59,4	19,4	30,6	27,1	20,5	0	6	227,3
1984/85	11,3	42,9	11,2	37,4	42,7	17,9	68,7	7,2	46	0	2,6	0	287,9
1985/86	25,3	44,1	46,6	17,4	109,2	24,9	70,2	6,1	4,1	14	0	0	361,9
1986/87	40	46,7	23,1	72,9	43,2	95,5	32,6	4,7	8,3	8,8	9,1	0	384,9
1987/88	0	21,7	55,3	19,5	17,9	22,3	35,9	46,6	9,9	1	0	0	230,1
1988/89	7,1	1,3	52,9	114,3	1	10,6	20,3	0	33,5	6	1	4	252
1989/90	71,8	6,1	20,2	11,8	32,1	0	32	13,5	65,4	16	44,6	2	315,5
1990/91	19,7	15,5	26,7	54,5	36,3	59,2	39,4	0	0,2	0	0	0	251,5
1991/92	12,9	44,1	4	0	42,7	0	31,1	86,2	94,1	12,5	13,7	0	341,3
1992/93	22,5	22,4	36,6	42,1	10	16,2	4,5	26,5	25,2	5,2	0	2,3	213,5
1993/94	67,2	21,5	25,6	30,2	11,3	40,1	12,4	22,1	6,3	0	0	0,7	237,4
1994/95	76,8	27,1	28,9	35,2	120,3	11,8	63,6	5,4	1,1	28,1	0	16	414,3
1995/96	0	42,5	3	18,4	74,2	103,4	30,7	24,3	41,8	1,7	3,3	0	343,3
1996/97	31,2	1,6	14,5	36,6	19,3	12,6	15,8	35,8	19,8	0	13	14	214,2
1997/98	33,3	37	76,1	23	15,1	37,9	5,5	40,9	113,8	0,5	0	0,9	384
1998/99	17,3	16,5	30,3	7,6	43,6	12,9	20,4	0	7,1	0	0,8	0,4	156,9
1999/00	24,8	19,3	16,5	75,3	0	0	1,9	6,9	24,3	0	0	0	169
2000/01	17,9	45,4	40,1	43,1	151,6	27,6	6,5	43,2	4,8	0	0	2,9	383,1
2001/02	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
2002/03	5,2	8,6	83,2	155	131	19,3	0	99,5	2,1	6,6	36,1	36,1	582,7
2003/04	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
2004/05	11,6	13,4	44,4	67,7	148,8	42,8	12,2	6,2	0	1,3	0	4,1	352,5
2005/06	20,4	33,7	33,6	33,1	41,6	38,4	17,5	18	50,6	0	15,5	0	302,4
2006/07	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
2007/08	39,4	102	44,7	8,7	6,9	37,4	54,1	9,4	38,8	16	0	1,2	358,6
2008/09	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
2009/10	60,8	6,1	44	54,3	26,8	76,5	45	13,8	39,3	29,1	0	12	407,7
2010/11	2,1	52,2	48	11	25	61,6	34,2	53,3	71,9	21,3	0,6	2,9	384,1

Source ONM (Bouira)

Au vu du tableau I-10 la répartition des précipitations est irrégulière et variable suivant les mois et les années. Ces pluies sont nettement insuffisantes pour les mois de juin, juillet et août, elles sont moyennes au printemps et maximales en hiver.

L'étude de la série s'effectue par le logiciel de l'Hyfran, ainsi que son diagramme de dispersion et son traitement. Le logiciel fait son ajustement aux lois théoriques (log normale et normale)

I-4-2) Homogénéité De La Série Pluviométrique :

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

La vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé ci-dessous :

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

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

- On constitue par la suite, la série x unions y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant. a ce stade, on attribue a chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang tout en précisant à quelle sous séries appartient elle.

Wilcoxon a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95%, si la relation ci-dessous est vérifiée.

Avec :

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

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

W_x : Somme des rangs de sous séries

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

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

Le tableau I-11 détaille le procédé de Test d'homogénéité pour la station d'EL Esnam code (150204).

Tableau I-11 : teste de wilcoxon

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

$$W_x = 212$$

$$W_{\min} = 189,91$$

$$W_{\max} = 290,08$$

$$189,91 < W_x < 290,08$$

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

I -4-3) Etude de l'échantillon et choix du type de loi :

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

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

I -4-3-1) Traitement des données :

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

Station d'EL Esnam

Statistiques de base

Nombre d'observations : 31

Minimum : 98.0

Maximum: 582

Moyenne : 323

Ecart-type: 102

Médiane : 341

Coefficient de variation (Cv) : 0.316

Coefficient d'asymétrie (Cs) :

Coefficient d'aplatissement (Ck) : 2.92

I -4-3-2)-Ajustement de la série pluviométrique :

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

I-4-3-2-1) Ajustement à la loi log-Normale :

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station d'EL Esnam sont regroupés dans le tableau I-12 et la figure I-6.

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

T	fréquence	XT(mm)	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
10000.0	0.9999	1190	225	754-1630
2000.0	0.9995	1020	173	682-1360
1000.0	0.9990	948	152	650-1250
200.0	0.9950	785	109	572-999
100.0	0.9900	716	92.0	536-897
50.0	0.9800	648	76.2	499-798
20.0	0.9500	558	57.0	446-669
10.0	0.9000	488	43.8	402-574
5.0	0.8000	415	32.0	353-478
3.0	0.6667	357	24.6	309-405
2.0	0.5000	305	20.1	266-344
1.4286	0.3000	252	17.7	217-286
1.2500	0.2000	224	17.3	190-258
1.1111	0.1000	190	17.1	157-224
1.0526	0.0500	167	17.0	133-200
1.0204	0.0200	143	16.9	110-177
1.0101	0.0100	130	16.7	97.1-162
1.0050	0.0050	118	16.4	86.2-151
1.0010	0.0010	98.1	15.8	67.2-129
1.0005	0.0005	91.1	15.4	60.9-121
1.0001	0.0001	77.9	14.7	49.1-107

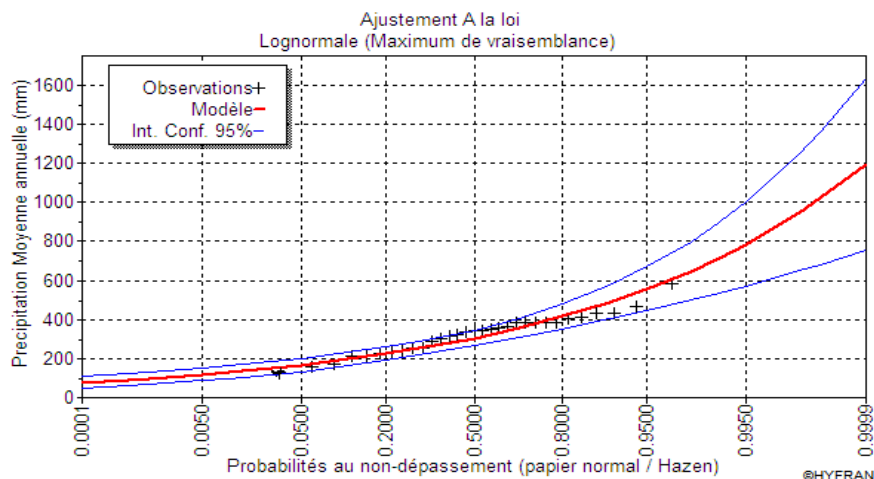


Fig. I-6 : Ajustement à une loi log-normale

I -4-3-3) Test de validité d'un ajustement :

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

I -4-3-3-1) Test de validité d'ajustement à la loi Normale :

Station d'EL Esnam

Test d'adéquation : Loi log-Normale

H1 : L'échantillon ne provient pas d'une loi Log-normale

Résultats

Khi carré = 8.52 ;

Probabilité $p = 0.0744$;

Degrés de liberté : 4

Nombre des classes 7

Détermination de l'année de calcul :

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

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

Tableau I-13 : Pluviométrie moyenne pour chaque mois en mm

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Pmoy mm/mois	45,93	32,18	29,84	31,94	29,86	7,39	5,12	7,05	24,92	28,54	35,08	45,63

Source ONM (Bouira)

$$P_{\text{moy } 80 \%} = \frac{488}{303.03} P_{\text{moy .mensuelle}} = 1.336 P_{\text{moy .mensuelle}}$$

Tableau I-14 : les valeurs de $P_{\text{moy } 80 \%}$.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
$P_{\text{moy } 80 \%}$	61,37	42,99	39,87	42,67	39,90	9,87	6,83	9,41	33,29	38,13	46,87	60,96

I-5) La Pédologie :

Le sol est à la base essentielle de toute production agricole, il constitue pour la Plante un support, une réserve d'eau et d'éléments nutritifs. La connaissance parfaite de sa formation et de son évolution est nécessaire.

I-5 -1) Facteurs De Formation Et D'évolution Des Sols :

L'objectif de l'analyse des ressources en sol aura pour objectif d'identifier et de dégager les meilleures potentialités en terres irrigables de la région.

Pour la couverture pédologique, quatre facteurs pédogénétiques conditionnent la Répartition, la genèse et l'évolution des sols du périmètre étudié ; ces principaux Facteurs sont :

- Le climat
- La géologie
- La topographie
- L'action anthropique

Cependant l'action conjuguée de l'ensemble de ces facteurs du milieu naturel a occasionné dans une large mesure le développement et l'évolution des sols.

La faiblesse du couvert végétal des régions amonts qui est essentiellement due à l'agressivité de l'aridité jointe à la fragilité du milieu naturel ont favorisé les processus érosifs et par conséquent le détachement et le transport de l'ensemble des éléments fins des secteurs amonts et leur atterrissage dans les glacis et basses plaines alluviales. Par ailleurs, la nature plus ou moins calcaire et salée des formations géologiques, la topographie assez hétérogène et la mise en culture assez ancienne ont constitué les facteurs essentiels dans la formation des sols. Mais si on se réfère aux conditions générales d'évolution des sols, c'est principalement la roche mère qui paraît constituer le paramètre fondamental dans l'évolution contemporaine des sols.

I-5 -2) Typologie Des Sols Dans Le Périmètre :

L'étude pédologie du plateau d'el Esnam fait ressortir quatre types de sol. ([1] Dossier 1-B)

1. Sols bruns calcaires
2. Sols châtaîns
3. Sols bruns subtropicaux.
4. Sols bruns méditerranées non lessivés.

Ces types de sol apparaissent relativement homogènes, ils ont une texture riche en colloïdes minéraux liées à une richesse en matière organique, le taux de calcaire total, est en général élevé

Les capacités de rétention en eau des sols sont bonnes 25 à 30%. Les vitesses d'infiltration sont variables suivant le type de structure qui caractérise chaque sol.

I-5 -3) Description des profils pédologiques ([1] Dossier 1-B)

- **Situation** : partie centre du plateau.

Géomorphologie : bourrelet

Topographie : pente de 0 à 2%

Classification pédologique : Sol brun calcaire sur croute moulouyenne. 0 à 35 Cm : 7,5YR 7/6 bruns calcaire, texture limono-argilo-sableuse, horizon calcaire, 35 à 99 Cm : 10 YR7/6 jaune, texture limono-argilo-sableuse, horizon calcaire, 99 à 100 Cm : 7,5 YR4/3 jaune, texture sableuse structure polyédrique, porosité moyenne.

- **Situation** : partie est du plateau.

Géomorphologie : versant.

Topographie : pente de 2 à 5%

Classification pédologique : Sol châtain d'alluvions. 0 à 30 Cm : 7,5YR 3/4 bruns vif, texture argileuse, structure massive, porosité bonne, enracinement faible, horizon non calcaire, 30 à 60 Cm : 5 YR3/3 bruns rougeâtre foncé, texture argileuse, structure grenue nette, porosité bonne, enracinement faible, horizon non calcaire, 60 à 105 Cm : 7,5 YR3/4 bruns foncé, texture argileuse, structure polyédrique nette, porosité moyenne, enracinement faible, horizon non calcaire,

➤ **Situation** : partie nord du plateau.

Géomorphologie : terrasse.

Topographie : pente de 0 à 2-3%

Classification pédologique : Sol fersaillitique a réserve calcique. 0 à 15 Cm : 2,5YR 3/6 rouge foncé, texture argileuse, structure massive, porosité moyenne, enracinement faible, horizon non calcaire, 15 à 35 Cm : 2,5YR 3/6 rouge foncé, texture argilo-limoneuse, structure grumeleuse polyédrique nette, porosité bonne, enracinement faible, horizon non calcaire, 35 à 60 Cm : 2,5YR 3/6 bruns foncé, texture argileuse, structure polyédrique très nette, porosité faible, enracinement faible, horizon non calcaire,

➤ **Situation** : partie Ouest du plateau.

Géomorphologie : terrasse.

Topographie : pente de 0 à 2%

Classification pédologique : Sol brun calcimagnésique. 0 à 40 Cm : 7,5YR 3/4 bruns vif, texture limono-argilo-sableuse, structure grenue, porosité moyenne, enracinement faible, horizon calcaire, 40 à 90 Cm 7,5YR 3/4 bruns foncé, texture argileuse, structure polyédrique sub-angulaire très nette, porosité moyenne, enracinement faible, horizon calcaire, 90 à 120 Cm : 7,5 YR3/4 bruns vif, texture argileuse, structure polyédrique nette a sous structure cubique, porosité moyenne, enracinement faible, horizon calcaire.

I -5 -4) Les aptitudes culturales :

Les aptitudes culturales sont généralement bonnes à moyennes pour les cultures industrielles et maraîchères et moyennes pour les cultures céréalières et fourragères. Quelques unités conviennent moyennement aux cultures arboricoles. Les travaux d'aménagements se rapportent aux amendements organiques et minéraux, à un labour profond et à la lutte contre les inondations pluviales.

Tableau I-15 :L'analyse des profils au laboratoire

HORIZONS		H1	H2	H3	
Profondeur de prélèvement des échantillons (cm)		0-35	35-99	99-110	
partie centre du plateau	argile	G/Kg	376	30,15	30,35
	Limon fin	G/Kg	334	18,15	18,9
	Limon grossier	G/Kg	145	14,89	12,93
	Sable fin	G/Kg	124	20,13	29,74
	Sable grossier	G/Kg	21	16,68	8,08
	PH		7,1		
	Calcaire total	G/Kg	1	0,56	0,39
	Vitesse d'infiltration	Cm/H	1,03	0,33	0,23
Profondeur de prélèvement des échantillons (cm)		0-30	30-60	60-105	
partie est du plateau	argile	G/Kg	468	579	639
	Limon fin	G/Kg	170	100	88
	Limon grossier	G/Kg	124	108	11
	Sable fin	G/Kg	186	162	131
	Sable grossier	G/Kg	52	51	31
	PH		7,3	7.4	7.5
	Calcaire total	G/Kg	0	00	00
	Vitesse d'infiltration	Cm/H	2,2	1,65	0,95
Profondeur de prélèvement des échantillons (cm)		0-15	15-35	35-60	
partie nord du plateau	argile	G/Kg	472	588	699
	Limon fin	G/Kg	236	153	101
	Limon grossier	G/Kg	125	105	105
	Sable fin	G/Kg	146	123	84
	Sable grossier	G/Kg	21	31	11
	PH		7,2	7.1	7.3
	Calcaire total	G/Kg	0	0	0
	Vitesse d'infiltration	Cm/H	1.2	3,6	1,2
Profondeur de prélèvement des échantillons (cm)		0-40	440-90	90-110	
partie Ouest du plateau	argile	G/Kg	251	449	458
	Limon fin	G/Kg	353	172	131
	Limon grossier	G/Kg	194	172	185
	Sable fin	G/Kg	160	164	175
	Sable grossier	G/Kg	42	41	51
	PH		7,6	7.7	7.7
	Calcaire total	G/Kg	1	1	1
	Vitesse d'infiltration	Cm/H	0,9	1,6	1,45

Source DHW (Bouira)

I -6) Les Ressources En Eau :

Avant d'entamer une étude d'un projet, il faut d'abord localiser et quantifier l'eau nécessaire à l'irrigation. Pour cela on va présenter les ressources en eau qui peuvent alimenter notre zone d'étude.

I.6.1) Les Caractéristiques Du Barrage De TILESDIT :

Le barrage de TILESDIT est prévu pour une capacité de 167 Hm^3 ; cette dernière a fortement diminuée 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 $20.23 \text{ Hm}^3/\text{an}$; et d'un réseau d'irrigation pour les besoins en eau de 6000 ha répartis comme suit :

- plateau d'EL ESNAM (2260 ha) avec $12 \text{ Hm}^3/\text{an}$.
- vallée de l'oued sahel (3740 ha) avec $27,2 \text{ Hm}^3/\text{an}$.

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 ESNAM.

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 Hm^3 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.
- **Digue en terre** : avec un noyau argileux de hauteur **65 m**, et de longueur **425 m**, avec un volume des remblais de **$3.360.000 \text{ m}^3$** , avec une largeur à la base de **256 m**.
- **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 effectuée par **deux tronçons** :
 - Un tronçon de diamètre **900 mm** et d'un débit de **1000 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 de **580 m NGA**.

([1] Dossier 1-C)

I.6.2) Les Paramètres Principaux De La Retenue :

- ✓ Capacité totale : **$W_n=167.000.000 \text{ m}^3$** ;
- ✓ Niveau normal de la retenue : **454,30 m** ;
- ✓ Niveau des plus hautes eaux : **458,90 m** ;
- ✓ Capacité vitale : **$147.000.000 \text{ m}^3$** ;
- ✓ Volume régularisé : **$73.000.000 \text{ m}^3$**

Pour prévenir les problèmes de baisse du niveau d'eau qui pourront être dû à une exploitation intensive, un barrage de TICHY-HAF a été construit pour le renforcement de la capacité de régularisation du barrage de TILESDIT. Ce barrage de TICHY-HAF a une capacité de stockage utile d'environ 105 hm^3 .

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 167 hm^3 , et des apports annuels de l'ordre de 67 hm^3 , 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 ou l'agriculture présente une activité majeure. ([1] Dossier 1-C)

I.6.3) Qualité de l'eau d'irrigation :

Il est important de disposer d'une réserve satisfaisante en eau pour l'irrigation quantitativement parlant, mais mieux serait d'en disposer d'une eau de qualité ; pour cela il est impératif de faire son diagnostic afin de rechercher les éléments dont leur excès peut nuire aux cultures. Dans le cadre de cette étude, la qualité de l'eau de surface qui sera utilisée pour l'irrigation a été caractérisée par l'analyse des données de qualité d'eau brute de Barrage Tilesdit (échantillonnage fait dans les années 2007, 2008 et 2009) présentées dans l'étude de la station de traitement. Les valeurs de référence en ce qui concerne la qualité de l'eau brute pour la station hydrométrique de Barrage Tilesdit sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau I.16 : Qualité de l'eau brute de la station hydrométrique de Barrage

TILESDIT

Paramètres	moyenne	maximum	minimum
Conductivité en mmhos / cm	0.720	0.760	0.680
Résidu Sec en mg/l	1568	2040	660
PH	7,9	8,2	7,2
CL ⁻ en mg/l	311	631	109
Na ⁺ en mg/l	70.5	101	40
Ca ⁺⁺ en mg/l	140	212	67
Mg ⁺⁺ en mg/l	59	93	25
K ⁺ en mg/l	14	21	8
SO ₄ ²⁻ en mg/l	550	960	178
HCO ₃ en mg/l	122	182	70
NO ₃ ⁻ en mg/l	11	32	2

Source : ANRH

Pour l'ensemble des paramètres analysés ici, on remarque que selon les normes de la FAO[2] pour la classification des eaux d'irrigation applicables dans la majorité des aménagements hydro agricoles des régions arides et semi-arides, leurs valeurs moyennes correspondent à des

valeurs de classes de restriction d'utilisation faibles à modérées ; ne causant pas de préjudice aux cultures. Mais pour le pH, quelques problèmes relatifs à la précipitation du calcium qui peut entraîner des incrustations sont prévisibles.

I.6.4) La conductivité électrique :

La conductivité électrique est une propriété associée à la mobilité des ions, elle est mesurée à 25°C et exprimée en mmhos/cm. On distingue quatre classes de danger de salinité de l'eau en fonction de la conductivité électrique

Tableau I.17 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique

Classe	Conductivité électrique CE (mmhos/cm) à 25°C	Qualité des eaux
C1	$CE \leq 0,25$	Eau de risque faible
C2	$0,25 < CE \leq 0,75$	Eau de risque moyen
C3	$0,75 < CE \leq 2,25$	Eau de risque élevée
C4	$CE > 2,25$	Eau de risque très élevée

Remarque :

C1 : convient pour toutes les cultures

C2 : convient pour les plantes moyennement tolérantes

C3 : ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes

C4 : eau difficilement utilisable sur sol bien drainé

L'eau du barrage de Tilesdit prévue pour l'irrigation du périmètre étudié a une conductivité électrique moyenne $CE = 0,72 \text{ mmhos/cm}$

I.6.5) Le SAR (Sodium Absorption Ration) :

Si l'eau est riche en Sodium, celui-ci peut se fixer sur le complexe du sol et exercer alors une action défloculation. Pour apprécier le risque alcalin, on compare donc la concentration en ions Na^+ et celle en ions Ca^{++} et Mg^{++} . Quatre classes de danger d'alcalinisation ont été définies en relation avec le risque salin.

$$S.A.R = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}} \quad SAR=7.068$$

Tableau I.18 : Classification des eaux en fonction de SAR

Classe	S.A.R.	Danger d'alcalinisation
S1	$SAR \leq 10$	Risque faible
S2	$10 < SAR \leq 18$	Risque moyen
S3	$18 < SAR \leq 26$	Risque élevé
S4	$SAR > 26$	Risque très élevé

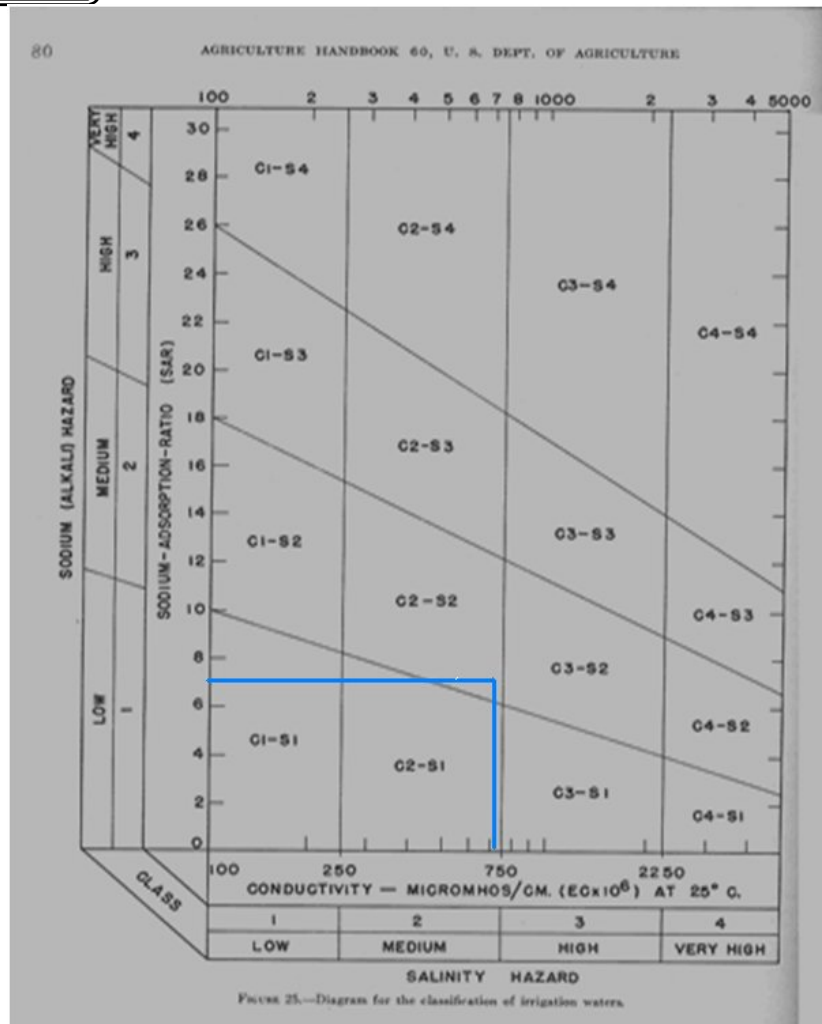


Figure I.7 : diagramme de classification de l'eau d'irrigation

On se réfère au diagramme de classification des eaux d'irrigation (Fig I.7). On peut affirmer que notre eau est caractérisée par une salinité moyenne avec un risque d'alcalinité moyen aussi, c'est pour ça on le trouve dans l'intervalle (C2-S2), ce qui montre que la qualité de ces eaux est acceptable dans le domaine d'irrigation.

Conclusion :

D'après les analyses des conditions climatiques on conclue que ce climat est de type continental avec une saison pluvieuse allant d'octobre à Mai et un été sec et chaud.

La pluviométrie de la zone est autour de 323.5mm/an ; elle est faiblement ventée du fait de son relief et sa situation côtière.

II -1 Introduction :

Cette étude présente a pour but d'estimation les besoins en eau des cultures sur la base des informations définies auparavant, conditionnant la conception de notre projet tels que : les conditions climatiques, cultures envisageables, systèmes agronomiques, l'intensité culturale, potentialités des sols, l'eau disponible, fertilité des sols, pratique culturale et méthodes d'irrigation.

La détermination des besoins en eau s'exprimé par le phénomène d'évapotranspiration.

II-2) Les besoins en eau d'une culture :

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

L'évaluation des besoins en eau du périmètre est basée sur la détermination des besoins de chaque culture retenue dans le calendrier agronomique. Pour cela on définit :

II-2-1) Evapotranspiration réelle ou de culture (ETR ou ETC):

C'est la valeur réelle de l'évapotranspiration. Le plus souvent, elle est inférieure à l'évapotranspiration de référence (*ETO*), puisque le sol n'est pas en permanence à sa capacité de rétention. En plus, elle est considérée variable pendant la période de végétation.

Donc, c'est l'évapotranspiration d'une culture exempte de maladies, poussant dans un champ jouissant de conditions : agronomiques, pédologiques, et climatiques optimales, donnée par l'expression ci-dessous

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

Avec :

K_C : Représente le coefficient culturale, dépendant du type de la culture et de son stade de développement, et des conditions climatiques qui y règnent.

Pour mieux rationaliser la ressource, nous calculeront l'évapotranspiration de culture "ET_{culture}", après avoir déterminé les coefficients cultureaux " K_C ".

II-2-2) Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence:

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

Donc pour mieux prédire l'évapotranspiration, on a introduit une valeur de référence que l'on définit comme étant le taux d' l'évapotranspiration d'une surface du Gazon vert, ayant une hauteur uniforme de 8 à 15cm, poussant activement, ombrant complètement le sol et ne manquant pas d'eau.

Il existe plusieurs méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration de référence, les plus utilisées, sont :

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

En ce qui concerne les méthodes empiriques, il existe des formules de calcul dont les principales sont :

- Prinstley- Taylor
- Makkink
- Turc
- Hargreaves
- Blaney – Cridle
- Thornthwaite
- Penman et Monteith modifiée.

En ce qui concerne notre étude, le calcul des besoins en eau des cultures est effectué à l'aide du logiciel *CROPWAT* version 8, qui permet au passage, l'évaluation de l'évapotranspiration de référence, selon la méthode empirique la plus appropriée de ***Penman et Monteith*** modifiée.

II-2-3) Méthode de PENMAN ET MONTEITH modifiée :

En Angleterre, précisément en 1948, A a proposé une étude théorique de l'évapotranspiration en reliant inséparablement l'énergie solaire incidente. Cette formule est limitée ou bien incomplète, du fait que cette dernière ne prenne pas en considération l'effet de quelques paramètres météorologiques.

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

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

L'expérience a montrée que l'expression obtenue, prédirait de près, l'évapotranspiration de référence, non seulement dans des régions humides et fraîches comme en Angleterre, mais aussi dans des zones très chaude et semi-aride. La formule de *Penman&Monteith*, modifiée, se présentant comme suite :

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

Où:

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

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

Rn : Rayonnement net en évaporation équivalente, exprimé en mm/jour.

$F(u)$: Fonction liée au vent.

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

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

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

Dans le tableau **II-1**, nous représentons l'évapotranspiration de référence ET_0 , calculée à l'aide du logiciel **CROPWAT. 8**, selon la formule de *Penman&Monteith*, modifiée.

Tableau II-1 : Les résultats de l'ET0 obtenir à l'aide du logiciel CROPWAT

Pays : Algérie				Station climatique : El-Esnam			
Altitude : 550 m				Coordonnées : 36 LN			
Mois	Temp min °C	Temp max °C	Humidité relative %	Vent (km/jour)	Insol (heurs)	Radiation (MJ/m2j)	ET0 (mm/jour)
J	4.5	13.2	77.0	224.6	5.4	8.9	1.38
Fe	4.3	14.9	78.0	224.6	6.6	12.3	1.87
M	6.5	18.1	74.0	216.0	7.7	16.6	2.78
A	7.9	20.3	69.0	267.8	8.7	20.8	3.91
Mai	12.3	25.3	65.0	241.9	9.2	23.1	5.04
Jun	16.9	31.9	58.0	241.9	10.7	25.8	6.69
Jlt	19.8	35.2	51.0	233.3	10.7	25.5	7.32
At	20.4	35.0	49.0	216.0	9.9	23.0	6.69
Sep	16.9	29.6	63.0	198.7	8.2	18.2	4.52
O	13.3	25.1	71.0	172.8	7.7	14.4	2.94
N	8.4	17.7	75.0	207.4	5.8	9.8	1.75
D	5.6	14.1	80.0	224.6	5.4	8.3	1.25
Année	11,4	23,37	67,5	222,47	8	17,225	3,845

II-2-4) Pluies efficaces (Pe) :

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

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

Pluies efficaces (en mm/mois)= A. Pluies totales (mm/mois)

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

Tableau II-2 : pluviométries moyennes et efficaces pour chaque mois en mm

mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
P_{moy}	45,93	32,18	29,84	31,94	29,86	7,39	5,12	7,05	24,92	28,54	35,08	45,63
P_e	49,09	34,39	31,89	34,14	31,92	7,89	5,47	7,53	26,63	30,50	37,49	48,76

II-2-4) Efficience de l'irrigation:

L'efficience d'irrigation est définie par le rapport entre le besoin d'eau strictement nécessaire à la culture et le volume d'eau à introduire dans le réseau d'irrigation.

La différence entre les deux volumes indique les pertes.

La formule utilisée pour l'estimation de l'efficience d'un réseau d'irrigation est donnée par l'expression suivante:

$$E_i = E_r E_d E_u$$

Avec:

E_i : Efficience d'irrigation en (%)

E_r : Efficience de transport (%)

E_d : Efficacité de type de distribution en (%)

E_u : Efficacité de l'uniformité de la distribution.

L'évaluation exacte des pertes est très difficile et même presque impossible, suite des multiples variables qui interviennent.

On considère une efficience globale, produit entre les trois efficiences décrites ci-dessus égalé à 0,75 (irrigation sous pression)

II-3) L'occupation des sols et le choix des cultures:

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

Le 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 culturelle des sols basée sur l'étude pédologique.

Pour l'établissement du calendrier culturel adaptable aux diverses condition du périmètre d'étude périmètre d'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 qu'impose l'administration sont les suivants :

II-3-1) La céréaliculture:

La superficie cultivée en céréales est la plus importante, elle occupe 36.03 % de la surface totale enquêtée et cultivée. Les agriculteurs pratiquent le plus souvent la culture de blé dur, soit environ 77.22% de la surface emblavée. Le reste de la superficie est cultivée en orge. (Voir tableau **II-3**).

Les céréales qui constituent une denrée de large consommation, sont menées en extensif, en effet elles sont pratiquées en sec.

Les céréales sont cultivées en tête d'assolement, elles sont semées dès les premières pluies du mois d'octobre à novembre.

II-3-2) Cultures fourragères:

Les cultures fourragères s'étendent sur une superficie de 62.22 Ha. Les fourrages verts plus nutritifs et plus énergétiques, tel que le bersim, luzerne, sorgho, maïs, ne sont pas pratiqués d'une part et d'autre part l'élevage bovin est quasiment absent dans les exploitations. Elles sont cultivé au mois Avril, Et reste du mois Aout.

II-3-3) Arboriculture:

L'arboriculture fruitière est plus ou moins développée, elle a été diversifiée ces dernières années grâce au programme *FNRDA* (Fond National de Régulation et de Développement Agricole), les agriculteurs ont procédé à la création de nouveaux vergers des espèces à pépins à noyau, à la vigne et aux agrumes

L'occupation du sol par l'arboriculture toutes espèces confondues est de 143.4 Ha.

Parmi les espèces fruitières rencontrées nous citons, l'oranger et le citronnier comme agrumes et olivier pour les autres espèces.

L'irrigation de l'arboriculture dans la zone d'étude est faible, les agriculteurs qui irriguent apportent quelques doses d'appoint.

II-3-4) Cultures maraîchères:

Les conditions climatiques de notre aire d'étude convient à une très large gamme d'espèces maraîchères, cependant les agriculteurs les cultivent sur des surfaces très réduites surtout pendant la période estivale où les besoins en eau des cultures sont importants et les ressources hydriques sont très limitées. Sur l'ensemble des exploitations enquêtées, 23.74% pratiquent le maraichage sur leur superficie soit 121.31 Ha au total. Ces cultures sont pratiquées généralement en plein champ.

Les cultures maraîchères de plein champ pratiquées sont : la pomme de terre, de saison d'arrière saison, la fève, le petit pois, le chou-fleur, la carotte, le navet, avec quelques solanacées d'été comme principalement la tomate, le piment, le poivron, l'aubergine et les cucurbitacées comme le melon et la pastèque. L'importance de la culture de la pomme de terre est suivie par celle de la tomate qui très développée dans l'aire d'étude utilisée à double fins la consommation et l'industrie, il est à noter que la tomate industrielle a pris de l'ampleur ces dernières années.

Tableau II-3: **surface occupée par les différentes cultures.**

Type des Cultures	Surface occupée (ha)
Céréales	184.15
Blé	142.2
Orge	41.95
Cultures maraichères	121.31
tomate	25.93
pomme de terre	95.38
Fourrages	62.22
Maïs fourrager	34.62
Sorgho fourrager	26.6
Arboriculture	143.4
Agrumes	37.25
Vignes	27.14
Olivier	79.01
surface total	511.08

Tableau II-4: Représentation de l'assolement choisi.

	Culture	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil.	Aout
Céréales	Blé			←									→
	Orge			←									→
Cultures maraichères	Tomate				→								←
	Pomme de terre			←		→			←		→		
Fourrages	Maïs fourrager									←			→
	Sorgho fourrager				→								←
Arboriculture	Agrumes	←											→
	Vignes	←											→
	Olivier	←											→

II-4) Détermination des Besoins en eau des cultures :

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

$$B = ETP - (Pe_{ff} + RFU)$$

B : besoin en eau d'irrigation (mm)

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

RFU : réserve facilement utilisable

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

Y : degré de tarissement

D_a : densité apparente

Z : profondeur d'enracinement mm

H_{cc} : humidité à la capacité au champ

H_{pf} : humidité au point de flétrissement

Pe_{ff} : pluie efficace

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

a : étant un pourcentage de 80.

Pour notre travail on a utilisé les abaques (annexe) pour déterminés Les besoins

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

Pour ce la, il est nécessaire d'en connaître les données pédologiques.

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

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

Tableau II-5: Résultats de calcul du besoin en eau de Blé.

mois	decade	phase	ET0 (mm/j)	Kc (coef)	ETM (mm/j)	ETM (mm/d)	ETM (mm/m)	Peffi	RFU	Besoin
	1	initiale	1,75	0,3	0,525	5,25				
Novemb	2	initiale	1,75	0,35	0,6125	6,125	18,375	37,49	35	
	3	initiale	1,75	0,4	0,7	7				
	1	initiale	1,25	0,45	0,5625	5,625				
Décemb	2	initiale	1,25	0,5	0,625	6,25	18,75	48,76	70	
	3	deve	1,25	0,55	0,6875	6,875				
	1	deve	1,38	0,6	0,828	8,28				
janvier	2	deve	1,38	0,65	0,897	8,97	26,91	49,09	70	
	3	deve	1,38	0,7	0,966	9,66				
	1	deve	1,87	0,75	1,4025	14,025				
fevrier	2	de/mi	1,87	0,78	1,4586	14,586	43,571	34,39	70	
	3	mis	1,87	0,8	1,496	14,96				
	1	mis	2,78	0,85	2,363	23,63				
mars	2	mis	2,78	0,95	2,641	26,41	77,84	31,89	35	10,95
	3	mis	2,78	1	2,78	27,8				
	1	mis	3,91	1,18	4,6138	46,138				
avril	2	mi/lat	3,91	1,09	4,2619	42,619	128,248	34,14	35	59,108
	3	lat	3,91	1,01	3,9491	39,491				
	1	lat	5,04	0,95	4,788	47,88				
mai	2	lat	5,04	0,88	4,4352	44,352	92,232	31,92	35	25,312
Tot. Annuel.										95,37

Tableau II-5: Résultats de calcul du besoin en eau de l'Orge.

mois	decade	phase	ET0 (mm/j)	Kc (coef)	ETM (mm/j)	ETM (mm/d)	ETM (mm/m)	Peffi	RFU	Besoin
	1	ini	1,75	0,5	0,875	8,75				
Novemb	2	ini	1,75	0,5	0,875	8,75	26,25	37,49	37,5	
	3	ini	1,75	0,5	0,875	8,75				
	1	ini	1,25	0,5	0,625	6,25				
Décemb	2	in/de	1,25	0,52	0,65	6,5	20,25	48,76	75	
	3	dev	1,25	0,6	0,75	7,5				
	1	dev	1,38	0,75	1,035	10,35				
janvier	2	dev	1,38	0,9	1,242	12,42	36,57	49,09	75	
	3	dev	1,38	1	1,38	13,8				
	1	de/mi	1,87	1,15	2,1505	21,505				
fevrier	2	mi	1,87	1,2	2,244	22,44	67,133	34,39	75	
	3	mi	1,87	1,24	2,3188	23,188				
	1	mi	2,78	1,24	3,4472	34,472				
mars	2	mi	2,78	1,24	3,4472	34,472	103,416	31,89	37,5	34,03
	3	mi/lt	2,78	1,24	3,4472	34,472				
	1	lat	3,91	1,2	4,692	46,92				
avril	2	lat	3,91	1	3,91	39,1	121,21	34,14	37,5	49,57
	3	lat	3,91	0,9	3,519	35,19				
Tot. Annuel.										83,6

Tableau II-5: Résultats de calcul du besoin en eau de tomate (arrière saison).

mois	decade	phase	ET0 (mm/j)	Kc (coef)	ETM (mm/j)	ETM (mm/d)	ETM (mm/m)	Peffi	RFU	Besoin
juillet	2	ini	7,32	0,45	3,294	32,94	65,88	5,47	0	60,41
	3	ini	7,32	0,45	3,294	32,94				
	1	ini	6,69	0,46	3,0774	30,774				
Août	2	in/de	6,69	0,52	3,4788	34,788	105,702	7,53	0	98,17
	3	dev	6,69	0,6	4,014	40,14				
	1	dev	4,52	0,75	3,39	33,9				
septemb	2	dev	4,52	0,8	3,616	36,16	110,74	26,63	30	54,11
	3	de/mi	4,52	0,9	4,068	40,68				
	1	mi	2,94	1	2,94	29,4				
Octobre	2	mi	2,94	1,2	3,528	35,28	99,666	30,5	30	39,166
	3	mi/lt	2,94	1,19	3,4986	34,986				
	1	lat	1,75	1,04	1,82	18,2				
Novemb	2	lat	1,75	0,98	1,715	17,15	35,35	37,49	30	
Tot. Annuel.										251,86

Tableau II-5: Résultats de calcul du besoin en eau de pomme de terre (arrière saison).

mois	decade	phase	ET0 (mm/j)	Kc (coef)	ETM (mm/j)	ETM (mm/d)	ETM (mm/m)	Peffi	RFU	Besoin		
avril	2	ini	3,91	0,5	1,955	19,55	39,1	34,14	15			
	3	ini	3,91	0,5	1,955	19,55						
	1	ini	5,04	0,5	2,52	25,2						
mai	2	in/dev	5,04	0,6	3,024	30,24	90,72	31,92	15	43,80		
	3	dev	5,04	0,7	3,528	35,28						
	1	dev	6,69	0,75	5,0175	50,175						
juin	2	dev	6,69	0,8	5,352	53,52	167,25	7,89	0	159,36		
	3	de/mi	6,69	0,95	6,3555	63,555						
	1	mi	7,32	1	7,32	73,2						
juillet	2	mi	7,32	1,1	8,052	80,52	241,56	5,47	0	236,09		
	3	mi/lt	7,32	1,2	8,784	87,84						
	1	lat	6,69	0,95	6,3555	63,555						
Août	2	lat	6,69	0,88	5,8872	58,872	122,427	7,53	0	114,90		
Tot. Annuel.										552,75		

Tableau II-5: Résultats de calcul du besoin en eau de Maïs fourrager.

mois	decade	phase	ET0 (mm/j)	Kc (coef)	ETM (mm/j)	ETM (mm/d)	ETM (mm/m)	Peffi	RFU	Besoin
avril	2	ini	3,91	0,45	1,7595	17,595	39,1	34,14	40	0
	3	ini	3,91	0,55	2,1505	21,505				
	1	ini	5,04	0,65	3,276	32,76				
mai	2	in/dev	5,04	0,8	4,032	40,32	123,48	31,92	40	51,56
	3	dev	5,04	1	5,04	50,4				
	1	dev	6,69	1,1	7,359	73,59				
juin	2	dev	6,69	1,15	7,6935	76,935	224,115	7,89	0	216,23
	3	de/mi	6,69	1,1	7,359	73,59				
	1	mi	7,32	0,95	6,954	69,54				
juillet	2	mi	7,32	0,8	5,856	58,56	179,34	5,47	0	173,87
	3	mi/lt	7,32	0,7	5,124	51,24				
	1	lat	6,69	0,95	6,3555	63,555				
Août	2						63,555	7,53	0	56,03
Tot. Annuel.										497,68

Tableau II-5: Résultats de calcul du besoin en eau de Sorgho fourrager.

mois	decade	phase	ET0 (mm/j)	Kc (coef)	ETM (mm/j)	ETM (mm/d)	ETM (mm/m)	Peffi	RFU	Besoin
juillet	2	init	7,32	0,35	2,562	25,62	61,12	5,47	0	55,65
	3	init	7,32	0,4	2,928	29,28				
	1	init	6,69	0,45	3,0105	30,105				
Août	2	ini/dev	6,69	0,52	3,4788	34,788	106,371	7,53	0	98,84
	3	dev	6,69	0,62	4,1478	41,478				
	1	dev	4,52	0,75	3,39	33,9				
septemb	2	dev	4,52	0,8	3,616	36,16	124,71	26,63	37,5	60,58
	3	dev/mi	4,52	0,9	4,068	40,68				
	1	mi	2,94	1	2,94	29,4				
Octobre	2	mi	2,94	1,1	3,234	32,34	120,25	30,5	37,5	52,25
	3	mi/lt	2,94	1,15	3,381	33,81				
	1	lat	1,75	1,05	1,8375	18,375				
Novemb	2	lat	1,75	0,9	1,575	15,75	62,98	37,49	37,5	
	3	lat	1,75	0,8	1,4	14				
Tot. Annuel.										267,32

Tableau II-5: Résultats de calcul du besoin en eau de l'Agrumes.

mois	decade	ET0 (mm/j)	Kc (coef)	ETM (mm/j)	ETM (mm/d)	ETM (mm/m)	Peffi	RFU	Besoin
	1	4,52	0,68	3,0736	30,736				
septembr	2	4,52	0,68	3,0736	30,736	92,208	26,63	35	30,578
	3	4,52	0,68	3,0736	30,736				
	1	2,94	0,65	1,911	19,11				
Octobre	2	2,94	0,65	1,911	19,11	57,33	30,5	35	
	3	2,94	0,65	1,911	19,11				
	1	1,75	0,65	1,1375	11,375				
Novembr	2	1,75	0,65	1,1375	11,375	34,125	37,49	35	
	3	1,75	0,65	1,1375	11,375				
	1	1,25	0,65	0,8125	8,125				
Décembr	2	1,25	0,65	0,8125	8,125	24,375	48,76	70	
	3	1,25	0,65	0,8125	8,125				
	1	1,38	0,65	0,897	8,97				
janvier	2	1,38	0,65	0,897	8,97	26,91	49,09	70	
	3	1,38	0,65	0,897	8,97				
	1	1,87	0,7	1,309	13,09				
fevrier	2	1,87	0,7	1,309	13,09	39,27	34,39	70	
	3	1,87	0,7	1,309	13,09				
	1	2,78	0,7	1,946	19,46				
mars	2	2,78	0,7	1,946	19,46	58,38	31,89	35	
	3	2,78	0,7	1,946	19,46				
	1	3,91	0,7	2,737	27,37				
avril	2	3,91	0,7	2,737	27,37	82,11	34,14	35	12,97
	3	3,91	0,7	2,737	27,37				
	1	5,04	0,72	3,6288	36,288				
mai	2	5,04	0,72	3,6288	36,288	108,864	31,92	35	41,944
	3	5,04	0,72	3,6288	36,288				
	1	6,69	0,72	4,8168	48,168				
juin	2	6,69	0,72	4,8168	48,168	144,504	7,89	0	136,614
	3	6,69	0,72	4,8168	48,168				
	1	7,32	0,72	5,2704	52,704				
juillet	2	7,32	0,72	5,2704	52,704	158,112	5,47	0	152,642
	3	7,32	0,72	5,2704	52,704				
	1	6,69	0,72	4,8168	48,168				
Août	2	6,69	0,72	4,8168	48,168	144,504	7,53	0	136,974
	3	6,69	0,72	4,8168	48,168				
Tot. Annuel.									537,558

Tableau II-5: Résultats de calcul du besoin en eau de Vignes.

mois	decade	ET0 (mm/j)	Kc (coef)	ETM (mm/j)	ETM (mm/d)	ETM (mm/m)	Peffi	RFU	Besoin
	1	4,52	0,65	2,938	29,38				
septembr	2	4,52	0,65	2,938	29,38	88,14	26,63	35	26,51
	3	4,52	0,65	2,938	29,38				
	1	2,94	0,5	1,47	14,7				
Octobre	2	2,94	0,5	1,47	14,7	44,1	30,5	35	
	3	2,94	0,5	1,47	14,7				
	1	1,75	0,35	0,6125	6,125				
Novembr	2	1,75	0,35	0,6125	6,125	18,375	37,49	35	
	3	1,75	0,35	0,6125	6,125				
	1	1,25	0,2	0,25	2,5				
Décembr	2	1,25	0,2	0,25	2,5	7,5	48,76	70	
	3	1,25	0,2	0,25	2,5				
	1	1,38	0,2	0,276	2,76				
janvier	2	1,38	0,2	0,276	2,76	8,28	49,09	70	
	3	1,38	0,2	0,276	2,76				
	1	1,87	0,25	0,4675	4,675				
fevrier	2	1,87	0,25	0,4675	4,675	14,025	34,39	70	
	3	1,87	0,25	0,4675	4,675				
	1	2,78	0,3	0,834	8,34				
mars	2	2,78	0,3	0,834	8,34	25,02	31,89	35	
	3	2,78	0,3	0,834	8,34				
	1	3,91	0,5	1,955	19,55				
avril	2	3,91	0,5	1,955	19,55	58,65	34,14	35	
	3	3,91	0,5	1,955	19,55				
	1	5,04	0,7	3,528	35,28				
mai	2	5,04	0,7	3,528	35,28	105,84	31,92	35	38,92
	3	5,04	0,7	3,528	35,28				
	1	6,69	0,8	5,352	53,52				
juin	2	6,69	0,8	5,352	53,52	160,56	7,89	0	152,67
	3	6,69	0,8	5,352	53,52				
	1	7,32	0,8	5,856	58,56				
juillet	2	7,32	0,8	5,856	58,56	175,68	5,47	0	170,21
	3	7,32	0,8	5,856	58,56				
	1	6,69	0,75	5,0175	50,175				
Août	2	6,69	0,63	4,2147	42,147	134,469	7,53	0	126,94
	3	6,69	0,63	4,2147	42,147				
Tot. Annuel.									515,25

Tableau II-5: Résultats de calcul du besoin en eau de l'Olivier.

mois	decade	ET0 (mm/j)	Kc (coef)	ETM (mm/j)	ETM (mm/d)	ETM (mm/m)	Peffi	RFU	Besoin
	1	4,52	1	4,52	45,2				
septembr	2	4,52	0,9	4,068	40,68	124,3	26,63	65	32,67
	3	4,52	0,85	3,842	38,42				
	1	2,94	0,82	2,4108	24,108				
Octobre	2	2,94	0,7	2,058	20,58	62,328	30,5	65	
	3	2,94	0,6	1,764	17,64				
	1	1,75	0,55	0,9625	9,625				
Novembr	2	1,75	0,55	0,9625	9,625	28,875	37,49	65	
	3	1,75	0,55	0,9625	9,625				
	1	1,25	0,52	0,65	6,5				
Décembr	2	1,25	0,52	0,65	6,5	19,25	48,76	130	
	3	1,25	0,5	0,625	6,25				
	1	1,38	0,45	0,621	6,21				
janvier	2	1,38	0,45	0,621	6,21	18,63	49,09	130	
	3	1,38	0,45	0,621	6,21				
	1	1,87	0,45	0,8415	8,415				
fevrier	2	1,87	0,45	0,8415	8,415	25,245	34,39	130	
	3	1,87	0,45	0,8415	8,415				
	1	2,78	0,5	1,39	13,9				
mars	2	2,78	0,52	1,4456	14,456	42,812	31,89	65	
	3	2,78	0,52	1,4456	14,456				
	1	3,91	0,55	2,1505	21,505				
avril	2	3,91	0,55	2,1505	21,505	64,515	34,14	65	
	3	3,91	0,55	2,1505	21,505				
	1	5,04	0,55	2,772	27,72				
mai	2	5,04	0,6	3,024	30,24	93,24	31,92	65	
	3	5,04	0,7	3,528	35,28				
	1	6,69	0,8	5,352	53,52				
juin	2	6,69	0,9	6,021	60,21	177,285	7,89	0	169,395
	3	6,69	0,95	6,3555	63,555				
	1	7,32	0,98	7,1736	71,736				
juillet	2	7,32	0,99	7,2468	72,468	217,404	5,47	0	211,93
	3	7,32	1	7,32	73,2				
	1	6,69	1	6,69	66,9				
Août	2	6,69	1,01	6,7569	67,569	203,376	7,53	0	195,85
	3	6,69	1,03	6,8907	68,907				
Tot. Annuel.									609,85

Tableau II-5: Besoins en eau des cultures en mm.

Désignation	Pourcentage d'occupation	Besoins mensuel Mois											Total	
		S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt		A
Blé	142.2							10,95	59.108	25.312				95.37
Orge	41.95							34.03	49.57					83.6
Tomate	25.93	54.11	39.166									60.41	98.17	251.86
P. terre	95.38									43.8	159.36	236.09	114.9	552.75
Maïs fourrager	34.62									51.56	216.23	173.87	56.03	497.68
Sorgho fourrager	26.6	60.58	52.25									55.66	98.84	267.32
Agrumes	37.25	30.578							12.97	41.944	136.614	152.642	136.974	537.558
Vignes	27.14	26.51								36.92	152.67	170.21	126.94	515.25
Olivier	79.01	32.67									169.395	211.93	195.85	609.85
Total	511.08	204,448	91,416					44,98	121,648	199,536	834,269	1060,812	827,704	3411,238

II-5) Calcule du débit caractéristique :

Il est calculé par la formule suivante :

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

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

S : la superficie totales à irriguer = 511.08 ha

-le mois de pointe est mai et les besoins de pointe sont de 1060,812mm

Donc :

$$q_s = \frac{B_{net} \cdot 10 \cdot 1000}{N_j \cdot N_i \cdot 3600 \cdot E_i} \text{ L/s/ha}$$

Le débit spécifique égal à 5.46 l/s/h supérieur à 1.5l/s/h donc on prend la valeur de débit spécifique de la culture la plus exigeante du mois de pointe.

D'après le tableau II-5 $B_{net}=236.09\text{mm/mois}$

A partir du calcul des besoins en eau on peut déterminer le débit spécifique (mois de pointe) qui se calcule par la formule suivante :

$$q_s = \frac{B_{net} \cdot 10 \cdot 1000}{N_j \cdot N_i \cdot 3600 \cdot E_i} \text{ L/s/ha}$$

Le débit spécifique : $q_s = 1.21\text{l/s/ha}^2$ est inférieur à 1,5 l/s/ha donc le choix reste valable

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

N_i : nombre des heures d'irrigation=24h

N_j : nombre de jours du mois de pointe =30jours

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

Q spécifique=1. 2 l/s/ha.

$$Q_{car} = q_s \cdot S = 1. 2 \cdot 511.08 = 618.4 \text{ l/s}$$

$$Q_{car} = 0.6184 \text{ m}^3/\text{s}$$

Alors notre débit de consommation journalier est :

$$Q_{\text{jour}} = 53430.35 \text{ m}^3/\text{j}$$

Et les besoins totaux pour l'année sont :

$$B_{TOT} = 1. 2 \cdot 10^{-3} \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 365 = 37843.2 \text{ m}^3 / \text{ha}.$$

$$B_{TOT} = 37843.2 \text{ m}^3 / \text{ha}$$

Les débits spécifiques des cultures sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau II-6 : les débits spécifiques des cultures

culture	Bnet (mm)	Bbrut (mm)	Mois de pointe	D_f l/s/ha	S ha	Dc l/s
Céréales					184.15	
Blé	59.108	78,81	Avril	0,3	142.2	42.66
Orge	49.57	66,09	Avril	0,25	41.95	10.48
Cultures maraichères					121.31	
tomate	98.17	130,89	Aout	0,5	25.93	12.965
pomme de terre	236.09	314,78	Juillet	1,21	95.38	115.4
Fourrages					62.22	
Maïs fourrager	216.23	288,3	Juin	1,11	34.62	38.42
Sorgho fourrager	98.84	131,78	Aout	0,5	26.6	13.3
Arboriculture					143.4	
Agrumes	152.642	203,52	Juillet	0,785	37.25	29.24
Vignes	170.21	226,94	Juillet	0,87	27.14	23.6
Olivier	211.93	282,57	Juillet	1,09	79.01	86.18
TOTALE					511.08	372.28

II-5) Conclusion :

Ce présent chapitre a pour objectif, l'estimation des besoins en eau des cultures pour l'assolement choisi. Les besoins totaux pour l'année sont de 37843.2 m³ /ha.

III) Introduction :

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

III-1) Les différentes techniques d'arrosages:

Les techniques d'arrosages peuvent être rangées en trois (03) classes, soit :

- L'irrigation de surface
- L'irrigation par aspersion
- L'irrigation localisée ou micro irrigation

III-1-1) L'irrigation de surface :

L'irrigation de surface regroupe l'ensemble des techniques d'arrosage dans lesquelles la répartition de l'eau à la parcelle se fait entièrement à l'air libre par simple écoulement à la surface du sol. La répartition de l'eau est assurée grâce à la topographie du terrain, et aux propriétés hydriques du sol (ruissellement, infiltration, et capillarité).

En irrigation de surface, la distinction entre les différentes techniques est essentiellement fondée sur la méthode d'application de l'eau : ruissellement, submersion ou technique mixte.

III-1-1-1) Irrigation par ruissellement :**a) – Les planches de ruissellement :**

On divise la surface à irriguer en bandes rectangulaires prise dans le sens de la plus grande pente.

En général, la longueur des planches varie de 5 à 30 m. et leur largeur de 50 à 800 m.

L'irrigation par planches convient le mieux aux pentes inférieures à 0,5 %. Cependant, les pentes longitudinales maximales des planches peuvent atteindre 4 % à 5 %.

Les sols convenant le mieux à cette technique sont les sols moyennement filtrants.

L'irrigation par planches s'applique aux cultures telles que les prairies, les céréales et les vergers.

La préparation des planches est minutieuse et coûteuse et exige une main-d'œuvre qualifiée et des équipements de terrassement performants.

Les pertes par percolation profonde et en colature est importante, et font remonter dangereusement le niveau des nappes phréatiques.

Les efficacités observées, s'échelonnent dans une gamme très large allant de 45 % à 85 %.

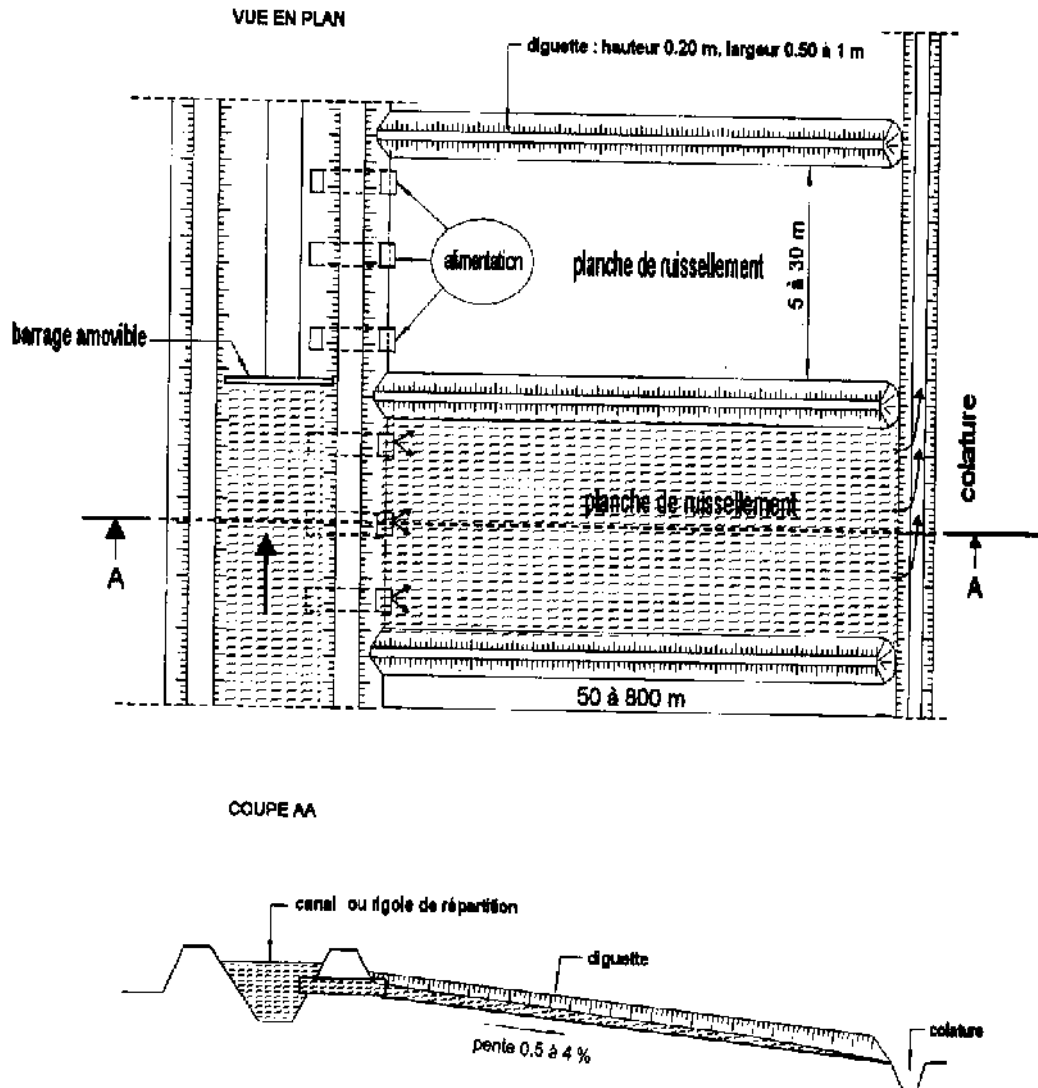


Fig. III-1 : irrigation par planche de ruissellement

b) – L'arrosage à la raie :

Consiste à amener l'eau à la plante, par une série plus au moins dense (espacement d'environ 0,75 à 1 m.) de petits fossés à ciel ouvert à pente faible mais régulière.

Les raies sont tracées suivant la ligne de plus grande pente du terrain pour des pentes $< 02 \%$. Pour des pentes $> 02 \%$ les raies sont orientées obliquement par rapport à la ligne de plus grande pente. La forme des sections des raies peut être triangulaire, trapézoïdale ou parabolique avec :

- Largeur : 25 à 40 cm.
- Profondeur : 15 à 30 cm.

L'arrosage à la raie se pratique sur les terrains d'environ 0,5 à 4 % de pente et convient à toutes les cultures de céréales et de plantes sarclées (Maïs, Coton, Pomme de terre etc.). L'arrosage à la raie pose de sérieux problèmes d'application de l'eau lorsque la longueur des raies devient importante (supérieure à 250 m.).

Il exige une main d'œuvre abondante et qualifiée pour la conduite des arrosages.

L'efficacité des arrosages telle qu'elle est constatée peut se situer entre 40 % et 70 %.

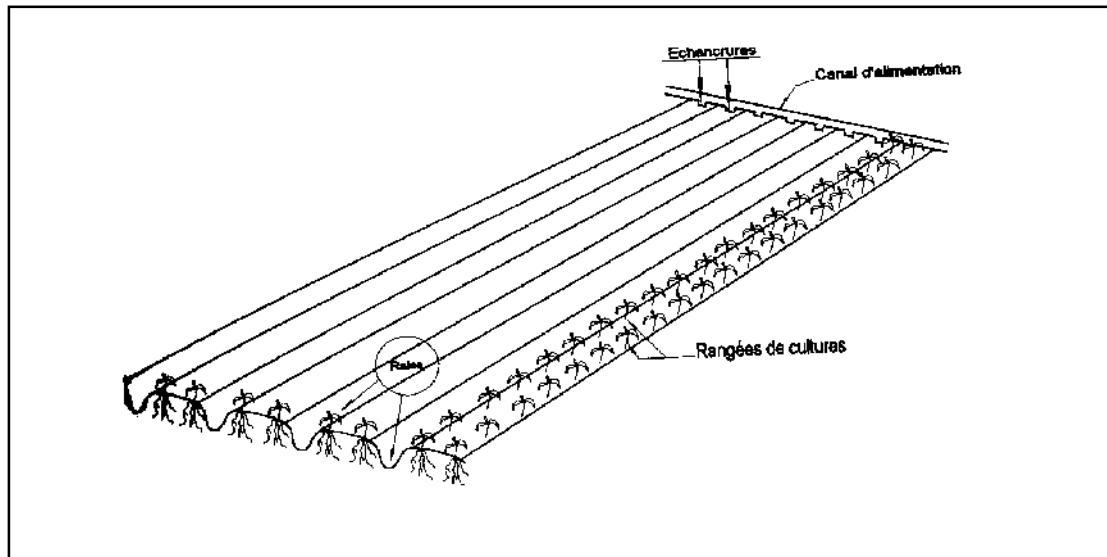


Fig. III -2 : irrigation à la raie

III-1-1-2) Irrigation par submersion :

L'eau submerge le terrain et s'y infiltre.

Dans la pratique de la submersion, l'eau est apportée et répandue aussi vite que possible sur l'ensemble de la parcelle à irriguer avant la phase d'infiltration proprement dite. La pratique de la submersion, nécessite l'aménagement du terrain en bassins de submersion, avec des petites digues de 30 à 40 cm. De hauteur et une revanche minimum de 10 cm.

L'irrigation par submersion est une technique d'arrosage appliquée de préférence en terrain presque plat (moins de 0,1 % de pente).

L'uniformité de l'arrosage est directement liée à trois (03) facteurs :

- 1). Faible perméabilité (terrain très peu ou moyennement perméable)
- 2). Qualité du nivellement.
- 3). Fort débit d'apport.

La nécessité du nivellement implique généralement des travaux de terrassement importants et coûteux.

Ce système d'irrigation s'emploie dans les rizicultures, les pâturages, les vergers, les prairies, les céréales en ligne, mais en raison du coût du nivellement des parcelles, il est généralement réservé à des terrains plats.

L'efficacité de la technique d'irrigation en submersion se situe entre 45 et 70%

L'application d'une couche d'eau sur la surface de sol à irriguer provoque leur tassement et le rend moins perméable et par conséquent gêne l'aération du sol.

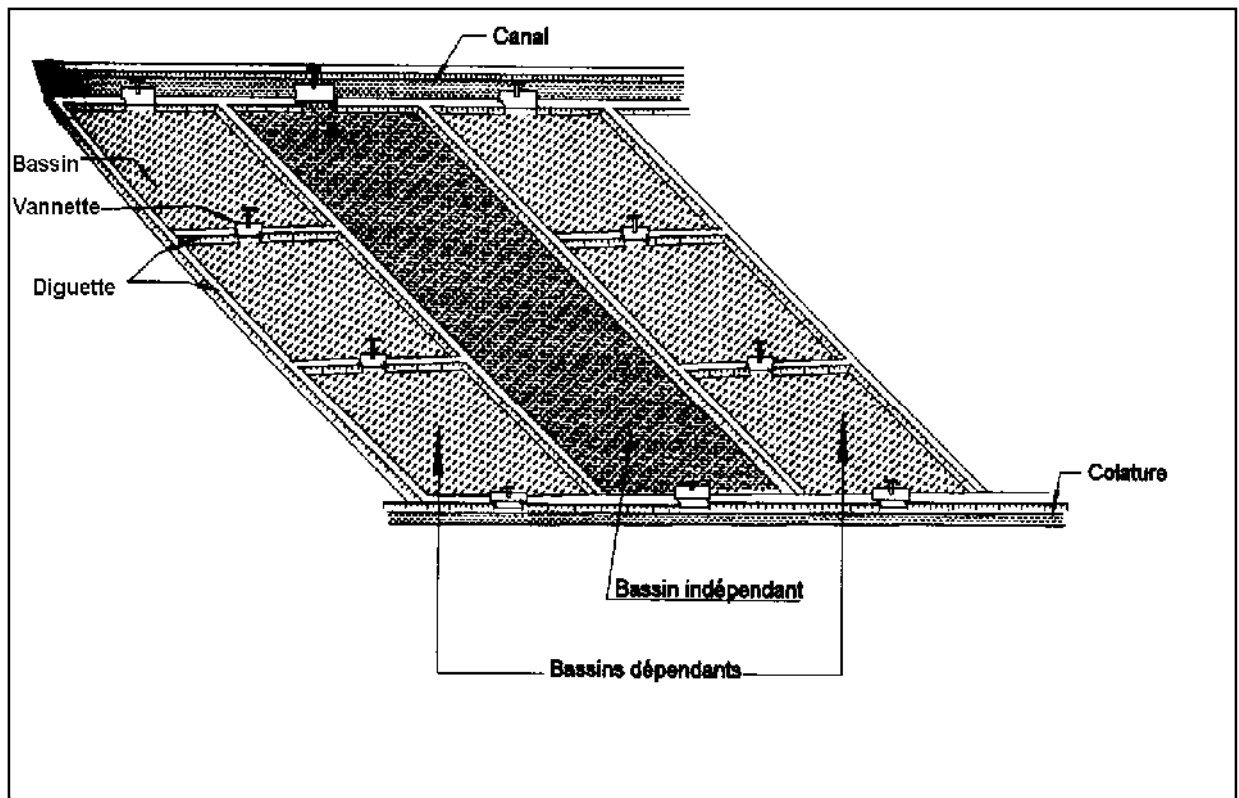


Fig. III -3 : irrigation par submersion

III-1-1-3) L'irrigation mixte :

Il s'agit d'un ruissellement suivi d'une submersion.

Les dispositions générales de ce mode d'irrigation sont identiques à celles que nous avons vu, mais lorsque l'eau atteint le niveau voulu dans le bassin, on continue à les alimenter en prenant soin d'évacuer les surplus.

A cet effet, les compartiments sont munis d'un déversoir arasé au niveau fixé pour le plan maximal. L'eau en excès est évacuée dans les colatures ou dans un bassin contigu.

L'avantage de ce système est que l'eau est plus aérée apporte plus de matières nutritives et présente une température plus régulière ce qui peut être intéressant pour les cultures.

III-1-2) L'irrigation par aspersion :

En irrigation par aspersion, l'eau parvient aux cultures d'une façon qui imite la chute naturelle de la pluie, grâce à l'utilisation de divers appareils de projection, alimentés sous pression.

Pour cette technique d'irrigation aucun nivellement de la surface n'est nécessaire. Cependant, la pente générale du sol ne doit pas en principe dépasser 10% pour les machines à irriguer.

Tous les types de sols peuvent convenir : on peut obtenir la même efficacité d'arrosage sur les sols les plus sableux que sur les sols les plus argileux, grâce à la large gamme des intensités pluviométriques (I) offertes par les différents matériels

($I < 4$ mm /h pour sols peu perméables, jusqu'à $I < 50$ mm /h pour sols perméables).

Cette technique d'irrigation présente une excellente efficacité située entre

55 - 85 %, essentiellement en fonction de la maîtrise technique des irrigants.

L'irrigation par aspersion est utilisée pour l'arrosage des cultures les plus

Diverses : fourragères, maraîchères, céréales, vergers, vigne, etc....

Les techniques d'arrosage appliquées en irrigation par aspersion dépendent du matériel utilisé. Elles se divisent en deux grandes catégories :

- L'aspersion simple (rampes perforées, asperseurs, canons)
- Les machines à irriguer (rampes frontales, pivots, enrouleurs, etc.)

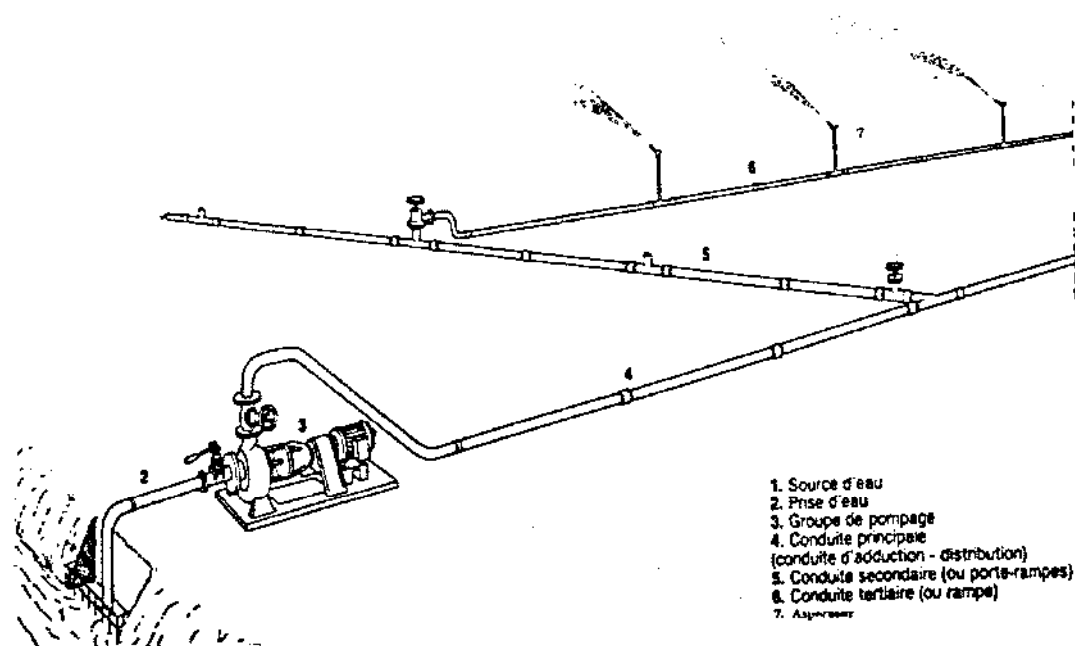


Fig. III -4 : partie essentielle d'une installation en aspersion classique

III-1-3) L'irrigation localisée :

L'irrigation localisée ou micro irrigation, est une méthode qui regroupe plusieurs systèmes de distribution de l'eau à la parcelle. Elle se caractérise par :

- La mise en place sur la parcelle d'un réseau de canalisation.
- Une discontinuité des points d'apport permettant de n'irriguer que les zones utiles à la plante.
- Des débits faibles généralement inférieurs à 100 l/h.
- Une distribution fréquente pour maintenir un certain volume d'eau à un niveau voisin de la capacité au champ.

Selon le type de distribution utilisé, l'eau se localise par points (goûteurs, gaines) , par lignes (tubes poreux) ou par surface plus au moins grandes (muni diffuseurs, micro-asperseurs).

L'efficacité de l'irrigation localisée est excellente. Elle est située entre 70% à 95%.

L'irrigation localisée est surtout pratiquée en cultures maraîchères ou fruitières.

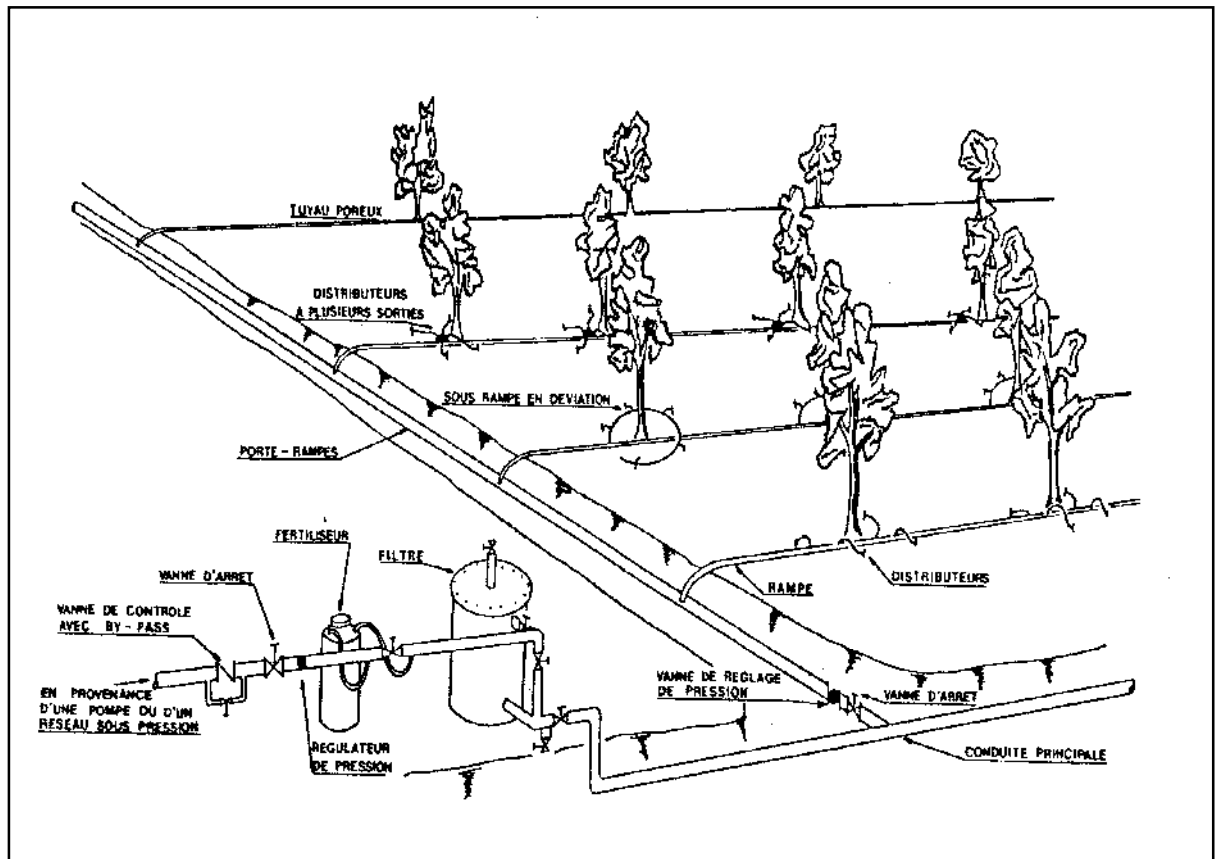


Fig. III -5 : partie essentielle d'une installation localisée

III-2) Choix des techniques d'irrigation :

Plusieurs facteurs entrent en considération pour le choix des techniques d'irrigation et en particulier :

- La pente du terrain à irriguer
- Le débit dont on dispose
- Nature du sol (perméabilité)
- Nature des cultures
- Facteurs économiques
- Rentabilité de l'opération

A cause de la variété des conditions naturelles (pente, vent, perméabilité des sols) ainsi la qualité mauvaise et la quantité limitée des eaux du barrage TILEZDITE, la technique d'arrosage sous pression aspersion est la mieux adaptée à la zone d'étude.

III-3) Conditions D'utilisation De L'Aspersion

III-3-1) Les Cultures Recommandées

Cette technique convient pour toutes les cultures sans restriction : cultures plein champs, cultures en lignes et même pour l'arboriculture (arrosage sous frondaison).

Les canons (asperseurs géants) sont à éviter dans le cas des cultures délicates (salades) car les grosses gouttes d'eau peuvent provoquer le dépérissement des feuilles.

III-3-2) Le Type De Sol Approprié

L'irrigation par aspersion s'adapte à tous les types de sol, elle est la meilleure pour les sols sableux à taux d'infiltration assez fort.

La pluviométrie moyenne des asperseurs (mm/h) doit être inférieure au taux d'infiltration permanent du sol, pour éviter le ruissellement des eaux en surface.

Cette technique est à éviter sur les sols à encroûtement rapide.

III-3-3) Qualité de l'eau

Comme toute technique l'eau utilisée pour l'arrosage des plantes doit être propre pour éviter l'obstruction des buses des asperseurs et les dépôts des matière solides sur les frondaisons et sans constituants nocifs pour les cultures.

III-3-4) Pentes Adéquates

L'irrigation par aspersion ne nécessite pas un aménagement spécial du terrain.

III-4) Avantages Et Inconvénients

III-4-1) Avantages (Par Rapport A L'irrigation De Surface) :

- pas de nivellement préalable des sols, donc maintien de la couche arable plus fertile,
- amélioration de l'exploitation par suppression des structures superficielles, en béton ou en terre (canaux, rigoles, raies),

- le choix d'une pluviométrie adaptée au sol - c'est-à-dire inférieure à la vitesse d'infiltration du sol permet d'irriguer pratiquement tous les sols (sableux à argileux) avec la même efficacité.
- contrôle précis de la dose, en quantité et en uniformité,
- pas de pertes par percolation (en tête des raies) et en colature, ce qui augmente le rendement de l'irrigation et, avec le même débit en tête, accroît les surfaces irrigables. Cette réduction des débits nécessaires a permis la réalisation de réseaux fonctionnant à la demande de l'utilisateur,
- économie très importante de main d'œuvre,
- permet une certaine climatisation, ce qui permet de lutter contre des températures trop basses ou trop élevées (bassinages),
- les matériels sont souples et mobiles, permettant des arrosages de secours,
- son efficacité agronomique (récolte produite par m³ d'eau) est élevée.

III-4-2) Inconvénients Spécifiques A L'aspersion:

- matériel cher, à manier avec précaution et entretenir avec soin, ce qui exige une surveillance attentive: d'où des dépenses importantes d'investissement et d'entretien. En cas de pompage, il faut y ajouter l'investissement, l'exploitation et l'entretien de la station de pompage.
- méthode mal adaptée aux eaux salées,
- méthode très mal adaptée aux régions ventées,
- méthode mal adaptée aux sols dits "battants", surtout avec des asperseurs à grande portée.(grosses gouttes et forte pluviométrie),
- le lavage des feuilles oblige à renouveler les traitements phytosanitaires après chaque arrosage.
- des maladies cryptogamiques peuvent se développer si on laisse la nuit le feuillage humide.

Le déplacement du matériel mobile dans les cultures hautes peut être rebutant s'il est fait dans de mauvaises conditions (feuillage humide, pleine chaleur du jour). Il faut choisir les conditions favorables en laissant ressuyer le sol et sécher la végétation

III-5) Les types d'association d'asperseurs pour irriguer une parcelle :**III-5-1) Règle d'implantation :**

La surface irriguée par des asperseurs étant circulaire (en absence du vent), l'implantation des asperseurs nécessite que les différents cercles d'arrosage se recouvrent pour irriguer la totalité de la surface, et que l'arrosage soit le plus homogène possible.

III-5-2) Différents dispositifs des asperseurs :

Pour assurer une bonne uniformité d'arrosage, on peut mettre en œuvre des implantations en rectangle, en carré ou en triangle de façon que les pertes de charge soient inférieures à 10%.

A) Implantation Carrée :

$$e = l = (r - 0,5)\sqrt{2}$$

Avec :

e : écartement entre deux asperseurs successifs de même rampe en (**m**) ;

l : écartement entre deux rampe successives en (**m**) ;

r : Portée de jet en (**m**).

B) Implantation Rectangulaire :

$$e = \sqrt{4 \times (r - 0,5)^2 - l^2}$$

c) Implantation Triangulaire :

$$e = l = \frac{8 \times (r - 3)}{5}$$

III-6) Les différents dispositifs de l'irrigation par aspersion :

On peut classer les équipements d'irrigation par aspersion en deux (02) types : les couvertures d'asperseurs et les machines à irriguer.

III-6-1) Les couvertures d'asperseur :

a) – Equipement classique en couverture partielle (rampes rigides Déplaçables)

Les rampes d'irrigation sont constituées par des tuyaux métalliques en alliage

Léger disposés sur le sol et équipés de raccords rapides à déboîter.

Le raccordement des rampes d'irrigation aux vannes hydrant est réalisé avec

Des éléments de tuyaux identiques à ceux utilisés pour les rampes qui portent, à intervalles réguliers de 12 ou 18 mètres, des asperseurs montés sur des rallonges de hauteur adaptée aux cultures.

Les rampes sont déplacées de poste en poste, par démontage des éléments de tuyaux, transport et remontage à l'emplacement voisin distant de 12 à 18 mètres suivant le dispositif adopté Fig. III 6.

Le système exige des interventions multiples et entraîne des frais de main-d'œuvre importants, néanmoins ce type d'équipement étant le plus simple et le plus économique.

On peut éviter le temps d'arrosage perdu pour ressayage en doublant le nombre de rampes nécessaires. A l'arrêt d'un poste, nous mettons immédiatement en cour le poste suivant Fig.III 07.

TYPES DE RESEAUX AVEC PETITS ARROSEURS

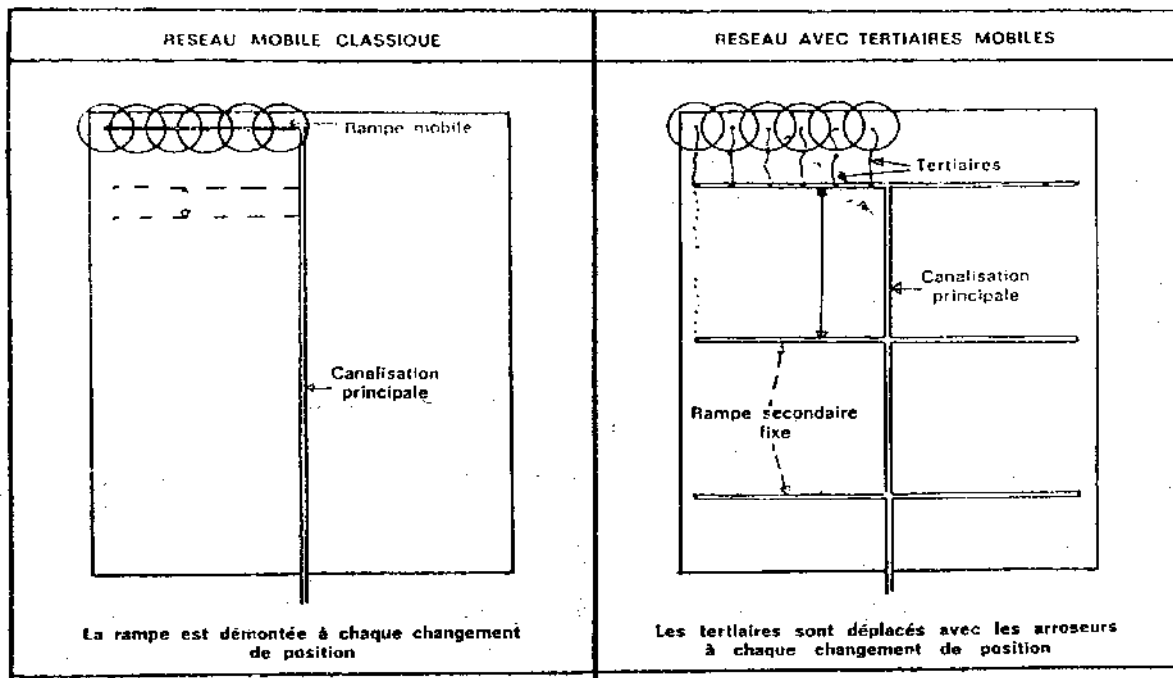


Fig. III -6: Couverture partielle
Avec poste en attente

Fig. III -7 : Couverture partielle

b) - Equipement de quadrillage (couverture totale).

Avec la couverture totale, le champ ou la parcelle est entièrement couvert de rampes. En cours de saison, on déplace manuellement les cannes munies de leurs asperseurs d'un poste à l'autre tout le long de la rampe. Etant donné que chaque rampe n'alimente qu'un asperseur à un instant donné, on utilise des tuyaux de faible diamètre et de faible coût. En outre le déplacement de matériel à effectuer ne représente pas un travail trop considérable.

En définitif, la couverture totale constitue un compromis (investissement / main – d'œuvre) intéressant pour les agriculteurs ayant des moyens financiers modestes

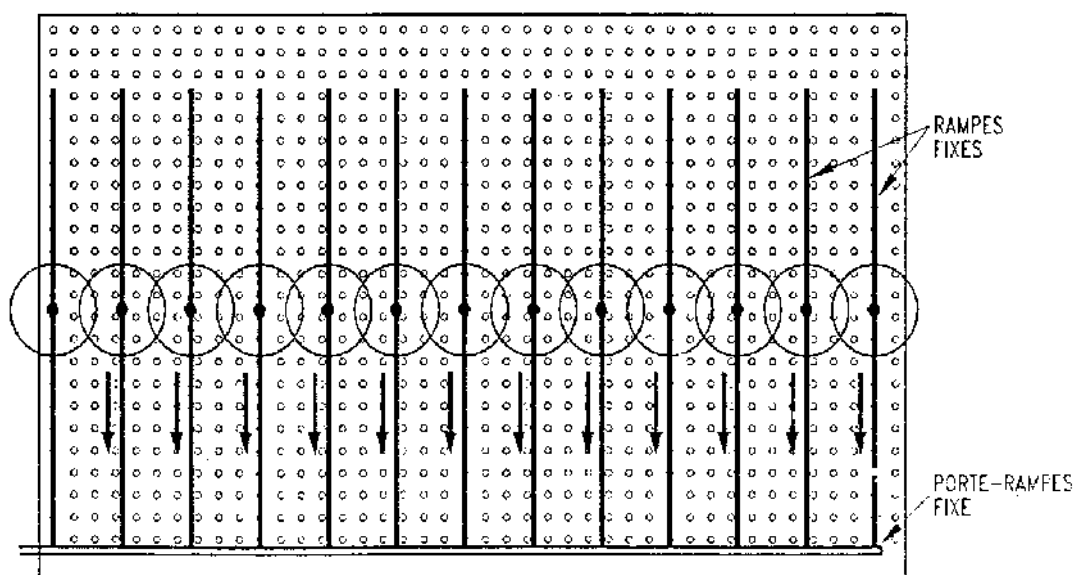


Fig. III -8 : couverture totale

c) – Couverture intégrale

La couverture intégrale consiste à disposer les rampes sur la parcelle et à les équiper de l'ensemble des asperseurs, en début de campagne. Une fois posé, l'ensemble n'est plus déplacé pendant toute la saison d'irrigation. La mise en eau successive des postes d'arrosage, qui peuvent comprendre une ou plusieurs rampes en jointivement simultanément, est réalisée par l'ouverture ou la fermeture de petites vannes en tête de chaque rampe.

La couverture intégrale présente l'avantage de supprimer les interventions manuelles pour les changements de poste.

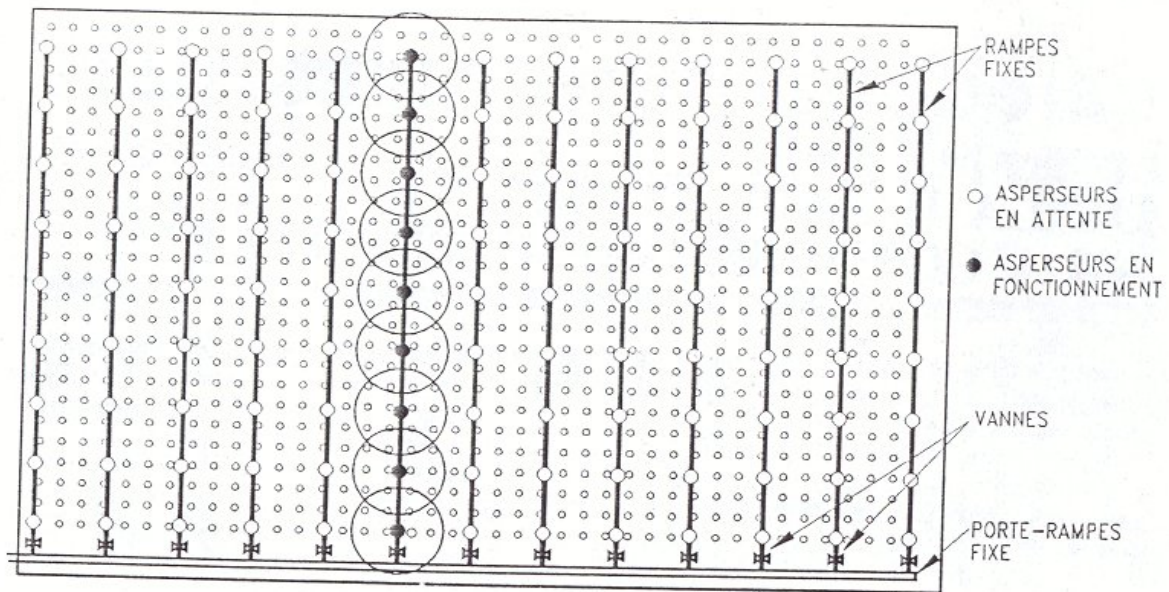


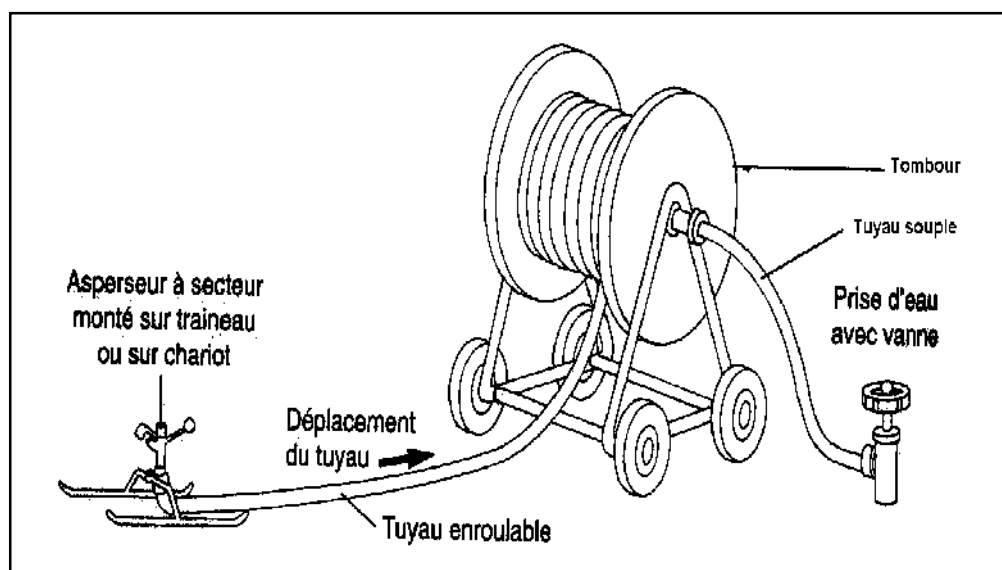
Fig. III -9 : couverture intégrale

III-6-2) Machine à irriguer :

L'enrouleur

Cette machine comprend un appareillage mobile, qui se déplace pendant l'arrosage. Cet appareil, composé classiquement d'un canon monté sur un traîneau ou sur un chariot est entraîné par son tuyau d'alimentation, qui s'enroule autour d'un tambour actionné par un moteur hydraulique

Fig. III -10 : Enrouleur



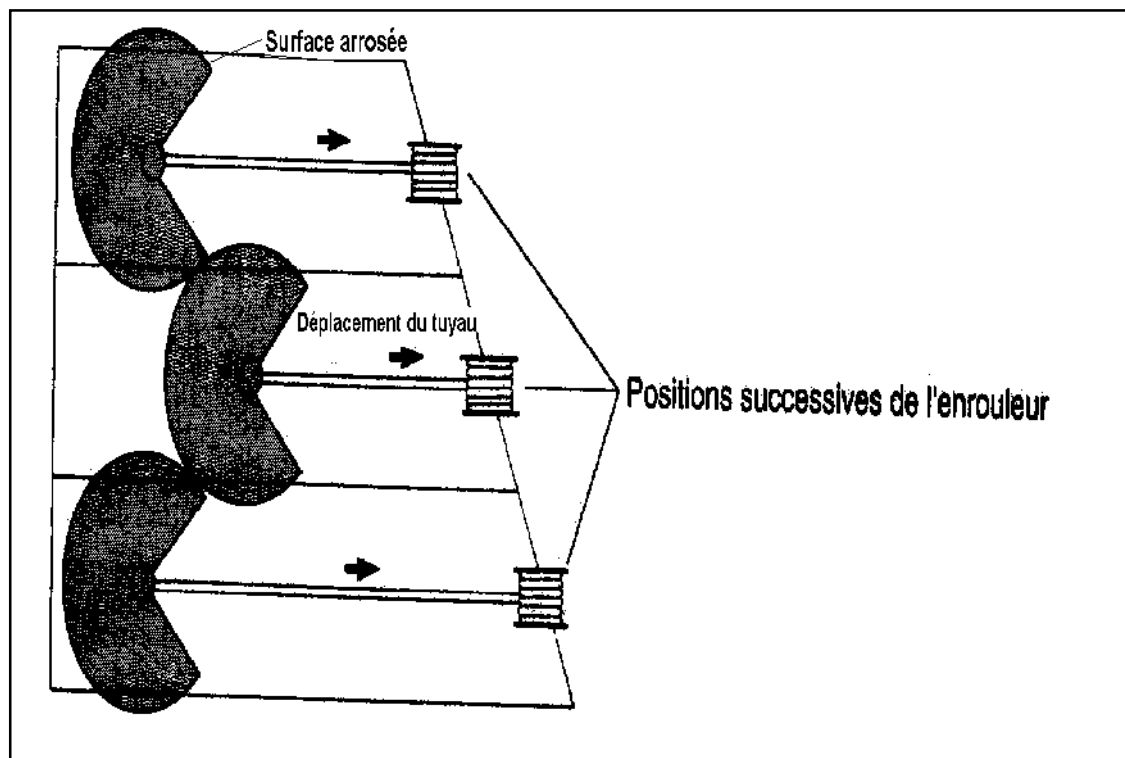
Sur la surface à irriguer sont implantées des unités d'arrosage en forme de bandes rectangulaires, arrosées successivement par la machine.

La fabrication de cette machine est lancée au niveau des secteurs privés et devrait être renforcée par l'extension de la gamme de production de l'unité de Bordj- Bou-Arredj (ANABIB).

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

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

Fig. III -11: Principe de fonctionnement d'un enrouleur



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

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

Les avantages d'un tel système sont les suivants :

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

Les inconvénients sont les suivants :

- Pluviométrie élevée
- Forte pression nécessaire
- Risque de blessures sur jeunes plantes
- Dégradation de la structure du sol

III-7) Les différents dispositifs de la micro irrigation :

C'est une technique récente qui consiste à livrer quotidiennement à la plante ou à l'arbre la quantité d'eau dont elle a besoin. L'eau est distribuée au niveau de la plante au moyen d'un distributeur avec un débit de (2 – 10 l/h) pour les goutteurs et de 120 à 150 l/h pour micro asperseurs.

Conclusion :

Sur la base des résultats de l'analyse des techniques d'irrigation étudiées pour l'équipement de la parcelle choisi, nous préconisons la technique d'arrosage par aspersion classique car ce dernier nécessite moins d'eau.

IV-1) Introduction :

Dans ce chapitre nous allons dimensionner le réseau collectif de la distribution d'eau est essentiellement constitué par la conduite enterrée gravitaire qui livrant l'eau aux différentes exploitations agricoles par l'intermédiaire des bornes (prises) d'arrosages.

Le développement de ce réseau par la conduite gravitaire est lié principalement, à la rationalisation de la ressource en eau et particulièrement à la généralisation des modernes méthodes d'irrigation.

C'est dans ce contexte que notre attention dans ce chapitre s'est accentuée sur l'optimisation du réseau de desserte d'irrigation sous pression.

IV-2) Description Du Schéma De Distribution :

Le principe de distribution de cette variante consiste à projeter d'un réservoir de stockage, a pour rôle de stocker l'eau pour alimenter le périmètre de d'EL-ESNAM et combler le déficit d'eau dans les périodes de sécheresse.

Ce réservoir, alimenté à partir du barrage TILES-DIT. 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.

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.

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 refouler l'eau vers un bassin de régulation (réservoir) d'une capacité d'accumulation de 20000 m³. situé à l'extérieur du périmètre d'étude.

Tableau IV-1 : Caractéristiques du bassin de régulation.

Côte de terrain (m NGA)	Volume de bassin (m ³)	longueur de bassin (m)	largeur de bassin (m)	hauteur de bassin (m)
580	20000	135	50	3

IV-3) Choix Du Trace :

Pour le choix du tracé de la conduite de distribution il sera tenu compte de certain impératif que l'on s'efforcera dans la mesure du possible de respecter :

- Puisque la conduite de distribution est gravitaire, il faut suivre la pente la plus importante.
- Il est important de chercher un profil en long aussi régulier que possible pour éliminer les contres pentes.
- Dans le but d'économie du projet, le tracé doit être le plus court possible.
- Eviter les forêts, bois et zones marécageuses ;
- Eviter autant que possible le travers des obstacles (routes, voies ferrées, canaux, oueds,...).

IV-4) La Méthodologie De Dimensionnement :

Pour l'objectif de la détermination de diamètre de diverse conduites et leurs longueurs, ce traitement a été basé sur les éléments et les hypothèses suivants :

- Le tracé du réseau (la longueur de chaque tronçon).
- Le débit à transiter sur chaque tronçon.
- La surface des îlots desservis par le tronçon.
- Les pertes de charges totales dans le tronçon.
- Les conditions limites aval ; la charge minimum à assurer aux bornes.
- Les conditions limites amont ; la côte charge disponible à l'entrée du réseau.
- Les côtes de terrain naturel des bornes.

Par ailleurs, nous avons déterminé les diamètres de la conduite principale de distribution et les conduites de traction, en tenant compte :

La pression demandée dans chaque borne, dans notre projet on a assuré une pression variée entre (03-04) bars pour le bon fonctionnement de la technique d'aspersion.

Les coûts d'investissement des tronçons, des charges d'exploitation (entretien et renouvellement), des équipements hydrauliques et électriques.

IV-5) Débit Aux Bornes :

Pour le calcul de débit aux bornes on a basé sur :

- la superficie occupée par les bornes (S) en ha.
- le choix de débit spécifique (Q_s) en l/s/ha.

Le calcul de débit des bornes est résumé dans le tableau ci-après :

Tableau IV-2: calcul de débit aux bornes

Surface des îlots	N° De la borne	Nombre des prises	Débit de la borne
22,15	N01	1	26,8015
21,34	N02	1	25,8214
23,38	N03	1	28,2898
12,84	N04	1	15,5364
25,2	N05	1	30,492
22,15	N06	2	53,0706
21,71			
20	N07	1	24,2
22,21	N08	1	26,8741
29,7	N09	1	35,937
27,37	N10	1	33,1177
26,6	N11	2	50,9047
15,47			
21,38	N12	1	25,8698
19,51	N13	1	23,6071
14,52	N14	2	31,3632
11,4			
27,1	N15	1	32,791
27,14	N16	2	56,0109
19,15			
20,57	N17	1	24,8897
10,01	N18	2	25,8577
11,36			
9,7	N19	1	11,737
11,22	N20	2	33,3839
16,37			

IV-6) Débit Caractéristique :

Le calcul de débit caractéristique permet de définir le débit maximum qui doit fournir pour l'irrigation de périmètre, déterminé en multipliant le débit spécifique par la surface agricole totale :

$$Q=q*S$$

Avec :

Q : Débit caractéristique en (l/s).

q : Débit spécifique de pointe du modèle le plus exigeant ($q=1.2/s/ha$).

S: Surface Agricola total (511.08ha).

$$Q=1.2*511.08=618.4 \text{ (l/s)} \quad Q=0.6184 \text{ m}^3/\text{s}$$

Alors notre débit de consommation journalier est : **53430.34m³/j**

IV-7) Dimensionnement De La Conduite Gravitaire :

Après la détermination des débits aux bornes, nous procéderons ensuite à la détermination des diamètres des différents tronçons. Dans notre travail on a 20 bornes et la manipulation devient difficile, c'est pour ça on a utilisées le logiciel EPANET. Ce dernier permet de vérifier les vitesses admissibles suivant le (**tableau IV-3**) et les pressions de chaque borne. Les résultats sont résumés dans le tableau

Tableau IV-3: Seuil des vitesses admissibles en fonction des diamètres.

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

Tableau IV-4: les diamètres des différents tronçons est vérification des vitesses admissibles et les pertes de charges de chaque borne.

tronçon		Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
Début	afin	m	mm	L/S	m/s	m/km
bassain	B01	3242	800	680,52	1,35	1,61
B01	N01	265	800	649,07	1,29	1,47
N01	B02	341	160	25,82	1,51	13,97
B02	B04	389	800	618,77	1,23	1,34
B04	N03	350	500	312,53	1,59	3,87
N03	B06	580	250	53,07	1,27	5,8
N03	B08	216	500	250,25	1,27	2,52
B08	B10	734	500	221,85	1,13	2
B10	B12	654	400	179,67	1,43	4,12
B12	B14	607	400	149,31	1,19	2,89
B14	B17	551	315	112,51	1,44	5,61
B17	B18	705	315	83,3	1,07	3,15
B18	B19	402	250	52,95	1,08	4,25
B19	B20	292	200	33,38	1,25	7,37
B04	B05	587	500	288,01	1,47	3,31
B05	B03	400	200	28,28	1,06	5,37
B05	B07	387	500	254,02	1,29	2,6
B07	B09	384	500	223,2	1,14	2,02
B09	N02	681	400	191,66	1,53	4,67
N02	B11	635	250	50,9	1,22	5,35
B11	B13	368	400	131,92	1,05	2,28
B11	B15	472	315	104,21	1,34	4,84
B15	B16	337	250	56,01	1,34	6,43

IV-8) Dimensionnement D'un Système D'irrigation Par Aspersions :

On va projeter une installation d'aspersion semi-mobile comprenant des canalisations principales fixes et des rampes mobiles. Pour ce fait on va prendre un îlot qui va servir de modèle pour tous les autres. Dans notre cas l'irrigation par aspersion se fait pour les céréales avec une superficie de **21.22** ha.

IV-8-1) Détermination Du Diamètre D'ajutage, Du Nombre D'asperseur Et Du Nombre De Rampes :**IV-8-1-1) Le diamètre de l'ajutage :**

La perméabilité du sol $K = 9 \text{ cm/h}$.

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

Le diamètre de la buse se calcul par la relation suivante

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

$$d = \frac{9 \cdot 1.04}{1.5} = 6.24 \text{ mm}$$

D'après la fiche technique d'un arroseur (annexe 06), le diamètre de la buse n'appartient pas à la fiche technique d'où on va choisir un diamètre de la buse égal à 6mm et de pression à la buse égal à 3.5 bar = 35m.c.e.

IV-8-1-2) La Portée Du Jet (L) :

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

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

Tel que d : diamètre de la buse (mm)

h : pression à la buse (m)

$$L = 3 \cdot 6^{0.5} \cdot 35^{0.25} = 17.87m$$

Comme cette formule demande encore plus de précision on va prendre la valeur du catalogue (annexe 06), pour le diamètre de la buse de 6mm à une pression de 3.5 bar la portée est de 18m.

IV-8-1-3) Calcul Des Ecartements Entre Les Rampes Et Arroseurs :

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

Notre zone d'étude présente des vitesses maximales de vents de l'ordre de 3.1 m/s = 11.16 Km/h, donc on prend les valeurs maximales :

$$E_l = 1.3 \cdot 18 = 23.4m$$

$$E_a = 0.8 \cdot 18 = 14.4m$$

On prend les valeurs normalisées des écartements qui sont des multiples de 6. donc $E_l=18m$, $E_a=18m$.

IV-8-1-4) Calcul Du Débit De L'asperseur :

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

$$q = 0.95 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = 0.95 \cdot \frac{3.14 \cdot (6 \cdot 10^{-3})^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot 35} = 2.53m^3 / h$$

IV-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 :

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

$$\text{Donc } p = \frac{2.53}{18 \cdot 18} = 7.81 \text{ mm/h}$$

Donc le diamètre d de la buse assurera une pluviométrie $P \leq K = 7.81 \text{ mm/h}$

IV-8-1-6) Le Temps Nécessaire Pour Donner D'une Dose Par 1 Asperseur :

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

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

La dose est la réserve facilement utilisable RFU en mm

$$RFU = \frac{2}{3} \cdot (H_r - H_{pf}) \cdot h \cdot da$$

Tel que

H_r : humidité au point de rétention.

H_{pf} : humidité au point de flétrissement.

h : profondeur racinaire.

D_a : densité apparente.

D'après l'annexe de l'humidité et d'après la texture moyenne on trouve RFU = 70mm/m. pour les céréales la profondeur d'enracinement h = 0.6m.

$$T = \frac{70}{7.81} = 9 \text{ heures}$$

On adoptera 2 position par jour, on supposant un temps de travail (20h/24h) les deux heures seront utilisées pour déplacer le matériel.

IV-8-1-7) Volume Fourni Par 1 Asperseur Pendant 1 Mois :

$$V = \text{nombre de positions par jour} \times \text{nombre de jour par mois} \times \text{dose} \times E_1 \times E_a$$

$$V = 2 \times 20 \times 0.07 \times 18 \times 18 = 907.2 \text{ m}^3.$$

$$V = 907.2 \text{ m}^3.$$

IV-8-1-8) Volume A Epandre En 1 Mois Sur Toute La Parcelle :

$$V_t = \text{besoin mensuel en eau} \times S$$

$$S \text{ de la zone irriguée par aspersion} = 22.15 \text{ ha.}$$

$$\text{Les besoins mensuels en eau} = 236.09 \text{ mm /mois.}$$

$$V_t = 0.23609 \times 22.15 \times 10000 = 53399.25 \text{ m}^3$$

$$V_t = 53399.25 \text{ m}^3$$

IV-8-1-9) Le Nombre D'asperseurs :

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

$$N = \frac{V_t}{V}$$

$$N = \frac{53399.25}{907.2} = 59$$

Donc le nombre d'asperseurs qu'on va utiliser est de 59.

IV-8-2) Dimensionnement Des Rampes :

➤ Longueur de rampe :

Suivant la géométrie de la parcelle

$$\text{La longueur de la rampe} = \frac{\text{largeur}}{2} - \frac{E_a}{2} = \frac{390}{2} - \frac{18}{2} = 186m$$

➤ Nombre d'asperseurs par rampe

$$N_a = \frac{\text{largeur}}{E_a} + 1 = \frac{186}{18} + 1 = 11$$

➤ Nombre de rampes : $N_R = \frac{N}{N_a} = \frac{59}{11} = 5$

➤ Nombres de positions de rampes

$$N_r = \frac{L}{E_l} = \frac{330}{18} = 18.33 \approx 19$$

➤ Débit de la rampe : $2.53 \times 11 = 27.83 \text{ m}^3/\text{h}$

➤ Diamètre de la rampe : $D_R = \sqrt{\frac{4Q_R}{\pi.V}}$

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

Ou : $V \leq V_{ADM}$; $V_{adm} \in [0.5 \div 2] \text{ m} / \text{s}$

On suppose que $V = 1,5 \text{ m} / \text{s}$ et on calcule D_R

$$D_R = \sqrt{\frac{4 \cdot 7.73 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 1,5}} = 0,081 \text{ m} = 81 \text{ mm}$$

Si on prend le diamètre normaliser ($D_R=90\text{mm}$).

La nouvelle vitesse sera

$$v = \frac{4 \times Q}{\pi \times d^2} = \frac{4.7.73.10^{-3}}{\pi \times (90 \times 10^{-3})^2} = 1,22 \text{ m / s}$$

➤ Perte de charge

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

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

Avec :

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.

$$J_1 = 0,00154.Q^{1,96}.D^{-5,19}.L$$

J_1 : perte de charge linéaire

L : longueur du tronçon considérée ; (m)

Q : débit ; (m³/s)

D : diamètre de la conduite ; (m)

La perte de charge totale :

$$\Delta H = J_1 + J_s$$

J_s : perte de charge singulière, $J_s = 0,1 J_l$

$$J_l = 4.58m$$

$$J_s = 0.458m$$

$$\Delta H = 5.03m$$

IV-8-3) Calcule De La Pression Nécessaire A La Borne De Périmètre :

➤ Le Diamètre :

$$\text{Diamètre de la canalisation principale : } D_C = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_C}{\pi \cdot V}}$$

Débit de la conduite d'approche : $2.53 \times 59 = 149.27 \text{ m}^3/\text{h}$

Avec V : vitesse de l'écoulement à travers le canal :

Ou : $V \leq V_{ADM}$; $V_{adm} \in [0.5 \div 2] \text{ m/s}$

On suppose que $V = 1,5 \text{ m/s}$ et on calcule D_R

$$D_R = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0415}{\pi \cdot 1,5}} = 0,1877 \text{ m} = 187.7 \text{ mm}$$

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.

Seules les conduites de diamètre 151 à 201.5 mm respectent cette condition.

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

➤ La nouvelle vitesse sera :

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 0.0415}{\pi \cdot (201.5 \cdot 10^{-3})^2} = 1.15 \text{ m/s}$$

Cette condition fait apparaître que le diamètre 201.5 mm est le plus approprié.

Si on prend le diamètre normaliser ($D_R=201.5\text{mm}$).

➤ Perte des charges :

$$\Delta H = j_l + j_s$$

$$J_l = 0,00154 \cdot Q^{1,96} \cdot D^{-5,19} \cdot L$$

Débit de la conduite d'approche : $Q = 149.27 \text{ m}^3/\text{h}$

Le diamètre normaliser ($D_R = 201.5 \text{ mm}$).

Longueur de rampe : $L = 90 \text{ m}$

$$J_l = 1.4 \text{ m}$$

$$J_s = 0.14 \text{ m}$$

$$\Delta H = 1.54 \text{ m}$$

Donc :

La pression à la borne de périmètre est

$$P = 3,5 + 5.03 + 1.54 = 41.57 \text{ mce} \approx P = 4.157 \text{ bar}$$

$$P = 4.157 \text{ bar}$$

IV-9) Equipements Hydromécaniques :

Pour assurer le bon fonctionnement, ainsi que la protection du réseau de distribution, nous prévoyons l'installation des équipements hydromécaniques tels que :

IV-9-1) La Borne D'irrigation :

Chaque îlot sera desservi par une borne d'irrigation à une, deux ou à trois prises et chaque prise équipée d'un limiteur de débit, d'un compteur et éventuellement d'un stabilisateur de pression. La borne assure quatre fonctions :

- Le vannage.
- La stabilisation de la pression.
- La limitation du débit.
- Le comptage du volume d'eau délivré.

IV-9-2) Vanne De Sectionnement :

Elles permettent la régularisation des modules d'irrigation dans les tronçons du réseau, En plus elles sont installées au niveau du réservoir.

IV-9-2) Ventouse:

Installées sur les points hauts des canalisations, elles permettent l'évacuation de l'air.

IV-10) Conclusion :

Dans le cadre de ce projet le périmètre est découpé en 26 îlots d'irrigation, avec une superficie totale de 511.08 ha et une taille moyenne de 20.44 ha.

Le réseau est sous pression et la distribution à la demande, c'est pour ça on a assurée une pression qui varie entre 3et 4 bars pour le bon fonctionnement des modernes techniques d'irrigations tell que l'asperseur.

V-1) Introduction :

L'estimation économique du projet, nous permettra d'évaluer le coût de l'aménagement, en fonction des différentes charges intervenant dans le projet.

Cette partie du mémoire est très importante, car elle permet d'avoir une idée sur le coût de réalisation du projet.

L'évaluation consiste à déterminer les quantités de toutes les opérations effectuées sur le terrain pour la réalisation du projet, ensuite les multiplier par le prix unitaire correspondant, et enfin, on trouve le coût total du projet.

V-2) Coût Des Conduites :

Les prix des conduites sont dans le tableau suivant :

Tableau V-1 : les prix des conduites

Diamètre nominal (mm)	Longueur (m)	Prix unitaire DA/m	Prix total *10³ (DA)	Matériaux des conduites
800	3897	20513.82	79942.36	PEHD
500	2463.7	10152.51	25012.74	PEHD
400	2396	6698.74	16050.18	/
315	1728	4093.57	7073.69	/
250	982	4846.33	9469.73	/
200	799,64	1650.84	1142.38	/
160	341	1142.25	389.51	/
Totale			139080,59	

V-3) Coût De Terrassement De Réseau De Distribution:**Tableaux V-2 : déferente prix des travaux réalise**

Opération	unité	quantité	Prix unitaire	Prix total (DA)
décapage de la terre végétal (épaisseur moyenne=30cm)	m ³	7564,4	600	4538640
Déblais en terrain meuble mis en Remblais	m ³	18924,918	350	6623721.13
Fourniture, transport et pose du lit du sable de 10cm d'épaisseur.	m ³	13908,059	130	1808047,67
TOTALE				12970408,8DA

V-4) Devis Estimatif Des Equipements :**Tableau V.3 : Devis estimatif des équipements**

Equipement	Unité	Nombre	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Robinet vanne	1	46	6000	276000
Ventouse	1	9	2000	18000
Coudes	1	20	500	10000
TOTAL				304000DA

V-5) Devis Global :**Tableau V.4 : Devis estimatif global**

Nature des charges	Charges en DA
Terrassement, Conduites	152 050 998,8
Equipements	304 000
Totale HT	152 354 998,8
TVA 17%	259 003 49,8
TOTALE TTC	163 019 848,6 DA

V-6) Conclusion :

Après l'estimation qui on a fait on conclu que le coût global du dimensionnement, pour le périmètre plateau d'EL- ESNAM zone (Nord Est) est de l'ordre de **163 019 848,6 DA** (Cent Soixante Trois Millions Dix Neuf Milles Huit Cents Quarante Huit Dinar Algérien).

Conclusion générale

Nous venons de réaliser à la lumière de cette étude, l'aménagement Hydro agricole du périmètre D'el Esnam zone (Nord Est) avec un réseau d'adduction sous pression et gravitaire alimenté par le barrage de TILLESBIT.

L'étude du climat (précipitation- température) ; montre que notre région à une période pluvieuse qui débute de décembre et finie au mois de mai. Donc on aura un climat semi aride à deux saisons, la saison humide et la saison sèche qui est la période ou l'irrigation est nécessaire.

Le système d'irrigation retenu est constitué de conduites enterrées en PEHD, équipé de bornes d'irrigation dont la majorité a une pression minimale de 4 bars, ce qui permettra aux agriculteurs de pratiquer les nouvelles techniques d'irrigation.

Par une brève présentation de la situation actuel et du milieu naturel (climat – sol – plante - eau), nous avons déterminé les besoins totaux de la zone durant le mois de pointe et tenu compte les besoins des cultures.

Après l'équipement et bornage nous avons enfin abordé le tracé du réseau et la détermination du matériel nécessaire (tuyaux-vannes-ventouse-vidange).

La superficie étant entièrement irriguée et donc équipée, ce qui permet d'avoir éventuellement une meilleure rentabilité des cultures prévisionnelles mise en place, par l'accroissement des rendements avec l'intermédiaire de l'irrigation surtout les cultures manque d'eau.

Référence bibliographique

- [1] **Association GERSAR**, «Etude De L'aménagement Hydro-Agricole De La Vallée De L'oued Sahel Et Du Plateau D'el Esmam ». (1990)
-Dossier I : Etude préliminaire
-Dossier I-B : Etude des ressources en sols
-Dossier I-C Etude des ressources en eau
-Dossier II-A Allocation des eaux et délimitation des zones à irriguer
-Dossier II-B. 1 Systèmes d'irrigation et schémas des îlots types
-Dossier II-B.2 Schémas des variantes d'aménagement
- [2] **AYERS, RS.ET WESTCOT, D.W**, Water quality for agriculture. Some new dimensions FAO, Rome FAO Irrigation and drainage, (1985) ,29p
- [3] **Clément. R, Galand. A**, Irrigation par aspersion et réseau collectif de distribution sous pression. Paris, Eryolles, (1979), 181 -185p.
- [4] **Cropwat**, Un Logiciel Pour La Planification Et La Gestion
- [5] **Doorenbos .J, Pruitt .W.O**, Bulletin FAO d'irrigation et de drainage: les besoins en eau des cultures. n°24. (1976) ,197p
- [6] **Hyfran**, Un Logiciel Pour L'étude Hydrologique.
- [7] **Labye. Y, Olson M. A, Galand .A, Tsiourtis.N**, Conception et optimisation des réseaux d'irrigation. Rome Italie, FAO, (1996), 44- 261p.
- [8] **Touibia.B**, Manuel pratique d'hydrologie, (2005)
- FAO**- Food and agriculture organization, 2012

Site web: <http://www.fao.org/nr/water>

ANNEXE I

7

VALEURS DU COEFFICIENT CULTURAL K_c EN FONCTION
DU STADE DE CROISSANCE DE DIFFERENTES
CULTURES ANNUELLES

Tableau n° 3

cultures annuelles	POURCENTAGE DE LA PERIODE DE CROISSANCE									
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Betterave à sucre	0,45	0,50	0,70	0,90	1,05	1,15	1,25	1,25	1,15	1,10
Coton	0,20	0,30	0,40	0,60	0,90	1,00	1,00	0,90	0,700	0,60
Haricots	0,50	0,65	0,80	1,00	1,10	1,15	1,10	0,95	.80	0,70
* Mais Grains	0,45	0,55	0,65	0,80	1,00	1,08	1,08	1,02	0,95	0,85
Mais Fourrage	0,45	0,50	0,60	0,70	0,90	1,02	1,10	1,10	1,05	0,95
Maralchage	0,35	0,50	0,65	0,75	0,80	0,82	0,80	0,75	0,65	0,50
Melons	0,45	0,59	0,60	0,70	0,80	0,82	0,80	0,75	0,72	0,70
Pomme de terre	0,35	0,45	0,60	0,85	1,10	1,25	1,35	1,35	1,35	1,25
Sorgho grain	0,30	0,50	0,70	0,50	1,10	1,05	0,95	0,80	0,70	0,60
Tomates	0,45	0,45	0,50	0,65	0,85	1,00	1,02	0,95	0,85	0,75

ANNEXE 2

VALEURS DU COEFFICIENT CULTURAL Kc POUR LES CULTURES PERENNES

Tableau n° 5

CULTURES PERENNES	MOIS (Hemisphere-Nord)											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Agrumes	0.64	0.66	0.68	0.70	0.71	0.72	0.72	0.70	0.68	0.67	0.66	0.65
Arbres fruitiers à feuilles caduques	0.17	0.25	0.40	0.65	0.68	0.95	0.90	0.88	0.50	0.30	0.20	0.15
Arbres fruitiers avec couche herb	0.65	0.75	0.85	0.95	1.10	1.15	1.10	1.05	0.95	0.90	0.80	0.60
Avocats	0.25	0.40	0.60	0.70	0.77	0.82	0.77	0.70	0.62	0.52	0.42	0.32
Luzerne	0.80	0.75	0.85	1.00	1.10	1.15	1.10	1.05	1.00	0.30	0.80	0.65
Prairies	0.50	0.60	0.75	0.85	0.90	0.92	0.92	0.90	0.88	0.80	0.65	0.55
Noyers	0.10	0.15	0.20	0.45	0.70	0.95	1.00	0.85	0.65	0.65	0.30	0.15
Vigné	0.20	0.25	0.30	0.50	0.70	0.80	0.80	0.75	0.65	0.50	0.35	0.20

///

ANNEXE 3

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 ³		
			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
Orges 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
Datté	1.5-2.5	0.5	100	70	30
Fruitiers cadu.	1.0-2.0	0.5	100	70	30
Lin ²	1.0-1.5	0.5	100	70	30
Céréales ²	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

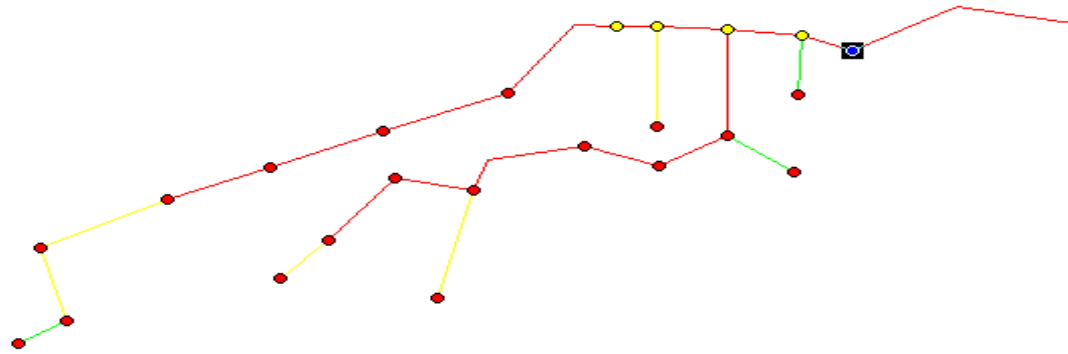
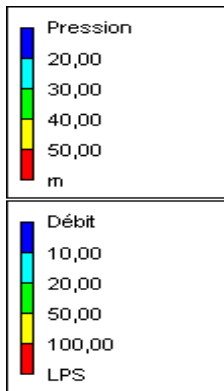
¹ Quand $ET_{cult} < 3$ mm/jour, augmenter les valeurs de 30 % ; quand $ET_{cult} > 8$ mm/jour, réduire les valeurs de 30 %. Ceci suppose des conditions non salines ($CE < 2$ dS/m).

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

Sources: Taylor (1965), Stuart et Hagan (1972), Salter et Goode (1967), Rijiema (1965), etc.

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

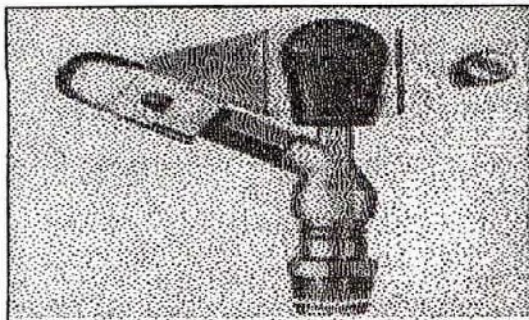
ANNEXE 4



logiciel Epanet

Résultats de la simulation hydraulique a l'aide du

ANNEXE5



Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT ZF 30

1 buse
angle de jet 30°
Raccord fileté 1"

diamètre 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	4,78
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	8,0	6,0
	4,0	19,0	3,73	24/24	24/30	576	720	8,5	6,2

Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur

- Débit de l'asperseur

On le calcule par la relation (IV.9)