

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT IRRIGATION ET DRAINAGE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique

THEME DU PROJET :

Etude d'aménagement du périmètre TAFNA ISSER
W. Tlemcen

PRESENTE PAR :

IBOUCHOUKENE Leila.....

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
A.RASSOUL.....	M.C.A.....	Président
S.YAHIAOUI.....	M.A.A.....	Examineur
O.AZIEZ.....	M.A.A.....	Examinatrice
R.KRRID.....	M.A.A.....	Examineur
A.T.BENKACI.....	M.C.B.....	Promoteur

Session - 2018

Remerciement

Je rend grâce à dieu le tout puissant qui ma permis d'arriver à ce but et qui m'a donner la force d'achever ce travail.

Je présente mes chaleureux remerciements à mon promoteur Mr A.T.BENKACI pour son aide précieuse, sa disponibilité et les considérables conseils qui m'étaient très utiles pour bien mené ce travail.

Mes vifs remerciements à monsieur ΥΑΗΥΑΟΥΙ, pour son aide, ses conseils durant toute la période de mon projet.

Je tiens à remercier tous les enseignants de l'ENSH.

Mon respect aux membres de jury qui me feront l'honneur d'évaluer mon travail.



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

🌳 *A l'âme de mon grand père et ma grand-mère que dieu les accueille dans son vaste paradis*

🌳 *A mes très chères mères Dahbia et Fetta qui n'ont pas cessés de prier pour moi ; pour leur affection et leur amour, et qui m'ont aidé durant toute la durée de mes études, que dieu les garde pour nous*

🌳 *Mes très chers frères DJIGURIA et KAMEL*

🌳 *A mes très chères sœurs qui m'ont fourni tous leurs efforts et moyens*

*pour que je termine mes études et a leurs enfants :
Thanina, Assirem, Ilyes, Walid, Abdenour, Saïd et
lilia.*

🌳 *A mon très cher neveu Marwen.*



ملخص

الغرض من هذه الدراسة هو تحقيق شبكة ري من محيط "تافنا اسر" تقع على مستوى ولاية تلمسان ، والتي تغطي مساحة 350 هكتار. سيتم ري هذا المحيط من سد حمام"بوغرارة". يشمل هذا المشروع دراسة تفصيلية للمنطقة (الموارد المناخية والتربة وموارد المائية) لتقدير احتياجات المحاصيل من أجل تصميم شبكة ري مناسبة. لهذا الغرض، يتم استخدام اثنين من تقنيات الري والرش والري بالتقطير بسبب الكفاءة الهيدروليكية والزراعية.

Résumé

Le but de cette étude est la réalisation d'un réseau d'irrigation du périmètre de Tafna-Isser situé au niveau de la wilaya de Tlemcen, qui s'étend sur une superficie de 350 ha. Ce périmètre sera irrigué à partir du barrage de Hammam Bougherara. Ce projet comprend une étude détaillée sur la région (climatologique, pédologique et ressources en eau) pour estimer les besoins des cultures afin de concevoir un réseau d'irrigation adéquat. Pour cela deux techniques d'irrigation sont utilisées, l'aspersion et le système goutte à goutte vu leur efficacité hydraulique et agronomique.

Abstract

The purpose of this study is the realization of an irrigation network of Tafna-Isser perimeter city of Tlemcen, which covers an area of 350 ha. This perimeter is irrigated by the Hammam Bougherara dam. This project includes a detailed study of the region concerning its climate, its soil and its water resources to estimate crop requirements in order to design an adequate irrigation network. For this goal, two irrigation techniques are used: the sprinkling and drip one because of their hydraulic and agronomic efficiency.

INTRODUCTION GENERALE :	1
-------------------------	---

CHAPITRE I : ANALYSE DES CONDITIONS NATURELLES

I.1. INTRODUCTION :	2
I.2. SITUATION GEOGRAPHIQUE :	2
I.3. CARACTERISTIQUES TOPOGRAPHIQUES DE LA ZONE :	3
<i>I.3.1. Relief :</i>	3
<i>I.3.2. Hydrographie :</i>	3
<i>I.3.3. Géologie :</i>	4
I.4. PRESENTATION DU PERIMETRE D'ETUDE :	4
I.5. ETUDE CLIMATOLOGIQUE :	4
<i>I.5.1. Choix de la station représentative de la Zone d'étude :</i>	4
<i>I.5.2. Température de l'air :</i>	5
<i>I.5.3. Evaporation :</i>	6
<i>I.5.4. Etude des précipitations :</i>	6
<i>I.5.5. Humidité relative :</i>	7
<i>I.5.6. Le vent :</i>	8
<i>I.5.7. Le Sirocco :</i>	8
<i>I.5.8. Insolation :</i>	8
I.6. INDICES AGRO METEOROLOGIQUES :	9
<i>I.6.1. Indice de Martonne :</i>	9
<i>I.6.2. Classification du climat selon le diagramme d'Emberger :</i>	10
<i>I.6.3. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen :</i>	11
I.7. ETUDE SOCIO-ECONOMIQUE :	12
<i>I.7.1. Agriculture :</i>	12
CONCLUSION :	12

Chapitre II : Ressources en sol- Ressources en eau.....

II.1. INTRODUCTION :	13
II.2. RESSOURCE EN SOL :	13
<i>II.2.1. Introduction :</i>	13
<i>II.2.2. Classification des sols :</i>	13
<i>II.2.3. Description et classification des sols du périmètre :</i>	14
<i>II.2.4. Caractéristiques hydrodynamiques des sols :</i>	15
<i>II.2.5. Les différentes classes d'aptitude des sols à l'irrigation et au drainage :</i>	16
II.3. Ressources en eau :	19
<i>II.3.1. Alimentation en eau du périmètre :</i>	19

<i>II.3.2. Etude de la qualité de l'eau d'irrigation</i> :.....	20
<i>II.3.3. Classification des eaux pour l'irrigation</i> :.....	20
Classification américaine :	20
La conductivité électrique :.....	20
Le SAR (Sodium Absorption Ration) :	21
<i>II.3.4. Analyse hydrologique</i> :.....	23
II.3.4. 1.Répartition de la pluie moyenne annuelle :.....	23
II.3.4. 2.L'homogénéité de la série pluviométrique :.....	24
Test de Mood :	24
II.3.4. 3.Ajustement statistique des pluies :.....	26
Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale.....	26
Ajustement à la loi log normale (Galton) :	27
II.3.4. 4.Test de validité d'un ajustement :.....	28
II.3.4. 5.Détermination de l'année de calcul (Pluie de projet) :.....	28
CONCLUSION :	29

CHAPITRE III : BESOINS EN EAU DES CULTURES

III.1. INTRODUCTION.....	30
III.2. BESOINS EN EAU DES CULTURES.....	30
III.3. BESOINS EN EAU D'IRRIGATION.....	30
III.3.1. Calcul de l'évapotranspiration.....	31
III.3.2. Calcul de l'évapotranspiration potentielle de référence (ET _o).....	31
Tableau III-1 : Calcul de l'évapotranspiration de référence à l'aide de CROPWAT 8.0.....	32
<i>III.3.3. Calcul de l'évapotranspiration maximale ETM</i>	33
<i>III.3.4. Les Coefficients culturaux (K_c)</i>	33
<i>III.3.5. Calcul de la pluie efficace</i>	33
<i>III.3.6. Choix des cultures</i>	33
Cultures proposées :.....	34
Identification des principaux types d'assolement :.....	35
Avantages de la rotation des cultures.....	35
<i>III.3.7. Cycle végétatif des cultures</i>	36
Tableau III.6: Cycle végétatif des cultures.....	36
III. 4. CALCUL DES BESOINS EN EAU DES CULTURES.....	36
<i>Assolement I</i>	36
<i>Assolement II</i>	41

<i>Hors assolement</i>	44
<i>III.4.1. Calcul du débit spécifique</i>	46
<i>III.4.2. Evaluation du débit caractéristique</i>	47
<i>III.4.3. Estimation des volumes d'eau d'irrigation</i>	47
III.6. CONCLUSION	48

CHAPITRE IV : ETUDE DU SYSTEME D'ADDUCTION

IV.1. INTRODUCTION :	49
IV .2. ALIMENTATION EN EAU DU PERIMETRE :	49
IV.3.ORGANISATION ET STRUCTURE DU PERIMETRE :	50
<i>IV.3.1. Ilots et bornes d'irrigation:</i>	50
<i>IV.3.2. Rôle et fonction de la borne d'irrigation :</i>	50
<i>IV.3.3. Calcul du débit aux bornes :</i>	50
<i>IV.3.4. Choix du diamètre et du type des bornes :</i>	50
IV.4. DESCRIPTION DE L'AMENAGEMENT DU PERIMETRE :	52
<i>IV.4.2.1. Variante 1 :</i>	53
<i>IV.4.2.2. La variante 2 :</i>	53
<i>IV.4.3. Tracé du réseau de distribution :</i>	53
IV.4.3.1 Choix du tracé	53
<i>IV.4.4. Choix des matériaux des canalisations</i>	54
Fonte	54
PEHD (polyéthylène)	54
PRV (polyester renforcé verre) :	55
<i>IV.4.5. Dimensionnement de l'adduction (Desserte gravitaire) :</i>	55
<i>IV.4.6. Dimensionnement hydraulique des canalisations</i>	55
<i>Calcul des diamètres :</i>	55
<i>Vitesse admissible :</i>	56
Calcul des pertes de charge :	56
Calcul des pressions aux bornes	56
IV. 8 CONCLUSION	60

CHAPITRE V : TECHNIQUES D'IRRIGATION

V.1 INTRODUCTION	61
V.2 CHOIX DES TECHNIQUES D'IRRIGATION	61
<i>V.2.1 Différentes techniques d'arrosages</i>	61
V.2.1.1 Irrigation gravitaire	61
Irrigation par ruissellement	62
Irrigation à la raie	62
Arrosage par submersion	62

Irrigation en planches	63
Avantages et les inconvénients de l'irrigation par gravité	63
V.2.1.2 Irrigation par aspersion	63
Avantages et les inconvénients de l'irrigation par aspersion.....	64
V.2.1.3. Irrigation localisée (Goutte à goutte).....	64
Avantages et inconvénients de l'irrigation localisée	65
V.3 CHOIX DE LA TECHNIQUE D'ARROSAGE	66
V.4 CONCLUSION.....	67
CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT À LA PARCELLE	
VII.1.INTRODUCTION	68
DIMENSIONNEMENT D'UN RÉSEAU GOUTTE À GOUTTE.....	68
I.1.Données générales	68
I.2.Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée	68
I.2.1.Influence du taux de couverture du sol	68
I.2.2.Dose nette pratique :.....	69
I.2.3. Fréquence et intervalle des arrosages (Fr):	69
I.2.4. Calcul de la dose (brute) :.....	70
I.2.5. Durée de fonctionnement par d'arrosage (h) :	70
I.2.6. Nombre de poste :.....	70
I.2.7. Débit d'installation.....	70
I.2.8. Surface du poste :	70
I.3. Calculs hydrauliques.....	70
I.3.1. La variation maximale de la pression.....	71
I.3.2. Dimensionnement des canalisations du réseau :.....	71
VI.3.Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion :.....	74
VI.3.1.DOSE PRATIQUE : RFU :.....	74
VI.3.2.Le diamètre de l'ajutage :.....	74
VI.3.3.Calcul de la portée du jet (L) :.....	74
VI.3.4.Ecartements entre les rampes et arroseurs :	75
VI.3.5.Vérification de la pluviométrie ($P < K$) :.....	75
VI.3.5.1.Débit de l'asperseur :	75
VI.3.5.2.Vérification de la pluviométrie de l'asperseur :	75
VI.3.6.Paramètres d'arrosage :	75
VI.3.6.1.Calcul du tour d'eau :.....	75
VI.3.6.2.Nombre d'irrigation par mois :.....	75
VI.3.6.3.calcul de la dose réelle :	76

VI.3.6.4. Calcul de la dose brute :	76
VI.3.6.5. Temps d'arrosage :	76
VI.3.6.6. Calcul de l'unité d'arrosage :	76
VI.3.6.7. Calcul du débit d'équipement :	76
VI.3.6.8. Calcul du volume fourni par un asperseur par mois :	76
VI.3.6.9. Calcul du volume à épandre en un mois sur toute la parcelle :	76
VI.3.6.10. Nombre d'asperseurs Nombre d'asperseur requis :	76
VI.4. Calculs hydrauliques :	76
VI.4.2. Dimensionnement hydraulique des rampes :	76
VI.4.2.1. La longueur de la rampe :	77
VI.4.2.2. Nombre d'asperseurs/rampe :	77
VI.4.2.3. Nombre de rampes :	77
VI.4.3. Dimensionnement de la rampe:	77
VI.4.3.1. Le débit de la rampe :	77
VI.4.3.2. Nombre de position des rampes :	77
VI.4.3.3. Calcul du Diamètre de la rampe :	77
VI.4.4. Dimensionnement du porte rampe:	78
VI.4.4.1. Longueur de la porte Rampe :	78
VI.4.4.2. Débit de porte rampe :	78
VI.4.4.3. Calcul du Diamètre de la porte rampe :	78
VI.4.5. Calcul des pertes de charge:	78
VI.4.5.1. les pertes de charge de la rampe :	78
VI.4.5.2. les pertes de charge de la porte rampe :	78
VI.4.6. Calcul de la pression en tête du réseau :	79
Conclusion	79

CHAPITRE VII : CALCUL TECHNICO-ECONOMIQUE

VI.1 INTRODUCTION	80
VI.2 DIFFERENTS TRAVAUX A ENTREPRENDRE	80
VI.3. FACTURE DES DIFFERENTS TYPES DE CONDUITES DU RESEAU DE DISTRIBUTION	81
VI.4 FRAIS DES TRAVAUX SUR RESEAU D'IRRIGATION	83
Calcul des volumes de déblais et remblais	83
Volume du déblaiement	83
Volume de remblais	83
Volume de sable	83

Table des matières

CALCUL DES DIFFERENTS VOLUMES.....	84
ESTIMATION DU COUT DU PROJET	85
VI.5. CONCLUSION	85
CONCLUSION GENERALE :... ..	86

Liste des figures

Chapitre N°I :

Figure I.1 : Carte de situation de la wilaya de Tlemcen.....	2
Figure I.2 Bassins et Sous bassins de la Tafna (W. Tlemcen)	3
Figure N°I-3 : Evolution des températures moyennes mensuelles (1980-2015).....	5
Figure N°I-4 : Précipitations moyennes mensuelles.....	70
Figure N°I-5: Diagramme bioclimatique d'Emberger	10
Figure N° I-6 : Diagramme ombrothermique.....	11

Chapitre N°II :

Figure N°II.1 : Carte pédologique de la zone d'étude.....	14
Figure N°II.2 : Carte des sols de la zone d'étude.....	15
Figure N°II.3 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation	22
Figure N°II.4 : Ajustement des pluies annuelles à la loi normale.....	27
Figure N°II.5: Ajustement des pluies annuelles à la loi log normale.....	27

Chapitre N°IV :

Figure N°IV.1 : Ouvrages hydrauliques présents dans le bassin de la Tafna.....	49
Figure N°IV.2 : Schéma descriptif de la variante 1 (gravitaire).....	53

Chapitre N°V :

Figure V.1 : Irrigation gravitaire.....	62
Figure V.2 : Irrigation par aspersion.....	64
Figure V.3 : Irrigation par goutte à goutte.....	65

Chapitre N°VI :

Figure N°VI.I : calcul du pourcentage d'humification	69
Figure N°VI.2 : schéma explicatif du système goutte à goutte.....	73

Chapitre N°VII :

Figure V°II.1 : Disposition de la conduite dans une tranchée.....	84
---	----

Liste des tableaux

Chapitre N°I :

Tableau N°I.1 : Caractéristiques de la station pluviométrique.....	5
Tableau N°I.2 : Température mensuelle moyenne (°C).....	5
Tableau N°I.3 : Evaporations mensuelles observées au Barrage de Hammam Boughrara.....	6
Tableau N°I.4 : Répartition mensuelle des précipitations.....	6
Tableau N°I.5: Humidité mensuelle moyenne (%).....	7
Tableau N°I.6 : Vitesse du vent mensuelle moyennes (m/s).....	8
Tableau N°I.7 : Valeur moyenne mensuelles du nombre de jours de sirocco.....	8
Tableau N°I.8 : Insolation mensuelle moyenne	9
Tableau N°I.9 : Classification du climat selon Marton.....	9

Chapitre N°II :

Tableau N° II.1 :Propriétés hydrodynamiques des sols.....	16
Tableau N°II.2: Caractéristiques des sols et aptitudes culturales.....	17
Tableau N°II.3 : Caractéristiques du barrage Hammam Boughrara.....	19
Tableau N° II.4 : Caractéristiques de l'eau d'irrigation.....	20
Tableau N°II.5 : Classification des eaux en fonction de <i>CE</i>	21
Tableau N°II.6 : Classification des eaux en fonction du S.A.R.....	22
Tableau N°II.7 : Répartition des pluies moyennes mensuelles et annuelles.....	23
Tableau N° II.8 : Caractéristiques de la série pluviométrique.....	24
Tableau N° II.9 : Résultats du Test de Mood.....	25
Tableau N° II.10: Test de validité des deux ajustements.....	28
Tableau N° II.11: estimation des quantiles.....	29
Tableau N° II.12 : Pluies moyennes mensuelles de fréquence 80%.....	29

Chapitre N°III :

Tableau III-1 : Calcul de l'évapotranspiration de référence à l'aide de CROPWAT 8.0.....	32
Tableau III.2 : Précipitation efficace dans la zone d'étude.	33
Tableau III.3: Scénarios d'occupation du sol par l'ensemble de l'exploitation du périmètre ..	34
Tableau III.4 : Occupation de sol en fonction des cultures	34
Tableau III.5 : Les assolements proposés	35
Tableau III.6: Cycle végétatif des cultures	36
Tableau III.7 : Calcul des besoins en eau du Blé.	37

Tableau III.8 : Calcul des besoins en eau du l'Orge grain.....	37
Tableau III.9 : Calcul des besoins en eau de la luzerne.....	38
Tableau III.10 : Calcul des besoins en eau de l'Ail+oignon.....	38
Tableau III.11 : Calcul des besoins en eau des pomme de terre (s).	39
Tableau III.12 : Calcul des besoins en eau des pommes de terre (as).	39
Tableau III.13: Calcul des besoins en eau de la tomate (as).....	40
Tableau III.14: Calcul des besoins en eau du chou	40
Tableau III.15: Calcul des besoins en eau de la courgette.....	41
Tableau III.16 : Calcul des besoins en eau de l'orge.....	41
Tableau III.17 : Calcul des besoins en eau de la betterave	42
Tableau III.18: Calcul des besoins en eau de l'Haricot.....	42
Tableau III.20: Calcul des besoins en eau de petits pois	43
Tableau III.21 : Calcul des besoins en eau de l'Oignon vers.....	43
Tableau III.19: Calcul des besoins en eau des oliviers.....	44
Tableau III.22: Calcul des besoins en eau de l'Ail	44
Tableau III.23: Calcul des besoins en eau des pommiers	45
Tableau III.24: Récapitulatif des besoins pour l'assolement I.....	45
Tableau III.25 : Récapitulatif des besoins pour l'assolement II	46
Tableau III.26 : volumes d'eau d'irrigation.....	47

Chapitre N°IV :

Tableau IV.1: Type de bornes en fonction de superficies des ilots.....	51
Tableau IV.2 : Calcul des débits des ilots et choix du type de bornes.	51
Tableau IV.3 : Nombre d'irrigation du chaque secteur.	52
Tableau IV.4 : pressions au niveau des bornes	59

Chapitre N°V :

Tableau V.1 : Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage.....	66
--	----

Chapitre N°VI :

Tableau VI.3 Récapitulatif des calculs hydrauliques	73
Tableau VII.5: Résultat de calcul pratique d'aspersion.	79

Chapitre N°VII :

Tableau N°VII1 : Facture des différents types de conduites du réseau de distribution... ..	81
Tableau NVII°2 : Fourniture de pose de pièces spéciales.	82
Tableau N°VII.3.Quantité des travaux de terrassement.....	84
Tableau VI.4 : Coût des travaux de terrassement.....	85

Introduction générale

Vu les aléas climatiques, et leurs impacts sur l'agriculture, le recours à l'irrigation est dans la plupart des cas nécessaire pour garantir le maintien d'une production suffisante dans de nombreuses régions. Sachons que l'irrigation doit combler les insuffisances des précipitations lors des périodes de développement des plantes cultivées. Dans ce cas, il est important de maîtriser les quantités d'eaux nécessaires de l'eau leurs caractéristiques afin de garantir des éléments de valeur concernant sa qualité.

L'objet de l'aménagement hydro-agricole d'un périmètre est l'amélioration du rendement des cultures, en choisissant le système convenable pour la région d'étude après l'analyse de toutes les conditions nécessaires dans l'élaboration du projet.

Notre sujet d'étude concerne l'aménagement du périmètre de « Tafna – Isser », et entre dans ce contexte, il vise à mobiliser l'eau du barrage de « Hammam Bougherar », qui va permettre la mise en place d'un système d'adduction et de distribution en introduisant des systèmes d'irrigation modernes et performants tels que l'aspersion et le goutte à goutte.

Les études dans le cadre de projet seront menées en trois étapes successives:

-Dans une première partie, nous avons rassemblé les données concernant le sol, l'eau, le climat et les plantes permettant d'approcher la caractérisation du sol, les besoins en eau des cultures et leur comportement en fonction du climat, de l'eau disponible et des sels présents dans le sol ;

-Dans une deuxième partie, nous nous penchons sur la problématique de l'étude des schémas d'aménagements et choix de la solution technique et l'irrigation à la parcelle ;

-Dans la troisième partie de mémoire, une analyse technico-économique du projet a été élaborée pour une meilleure rentabilité du projet.

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles

I.1. Introduction :

Dans ce présent chapitre nous présentons les conditions naturelles de la région d'étude à savoir la géographie, la topographie, et la climatologie pour pouvoir par la suite dimensionner les ouvrages hydrauliques qui constituent un des facteurs principaux pour l'aménagement du territoire et le développement économique et social du pays.

I.2. Situation géographique :

La région d'étude est située à l'ouest de l'Algérie et précisément au niveau de la wilaya de Tlemcen.

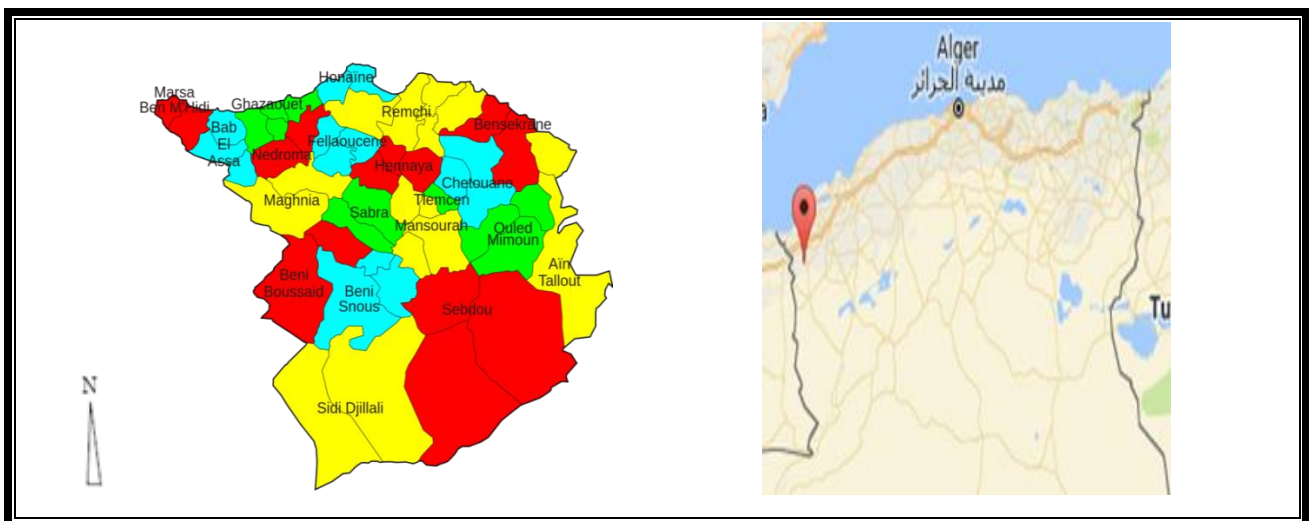


Figure N° I-1 : Carte de situation de la wilaya de Tlemcen (Manographie,2011)

I.2.1. Caractéristiques du bassin de la Tafna

Le bassin versant de la Tafna est situé au Nord-ouest de l'Algérie, il s'étend sur une superficie de **7245 km²**, constitué de huit (**08**) sous bassins (figure I.3), dont deux se trouvent en amont dans le territoire marocain englobant une superficie de 1950 km², soit **27 %** de la superficie totale du bassin versant.

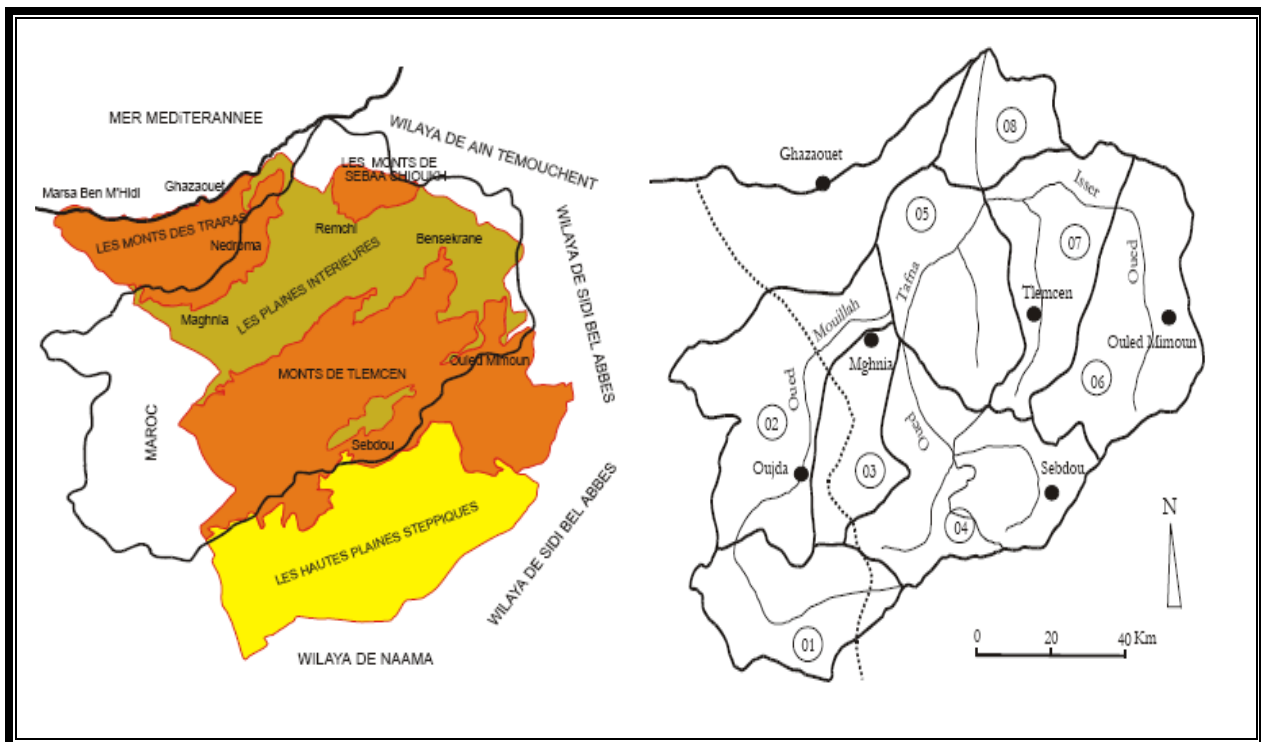


Figure I.2 Bassins et Sous bassins de la Tafna, W. Tlemcen (Adjim Hayat, 2003)

I.3. Caractéristiques topographiques de la zone :

I.3.1. Relief :

Située à 140 km au sud-ouest d'Oran, au pied du djebel Terni, apparaît Tlemcen, enserrée entre les villages d'El Eubbad à l'est et de Mansourah à l'ouest. La ville, située sur un replat calcaire à 800 m d'altitude, est adossée au sud du plateau rocheux de Lalla Setti. Elle domine les plaines de la Tafna et de Safsaf.

I.3.2. Hydrographie :

La zone d'étude est traversée par un ensemble important d'oued. Ils déversent tous dans l'oued Tafna, soit directement ou indirectement par l'intermédiaire de l'un de ces affluents. Les affluents les plus importants sont les oueds: Isser, Sikkak, Nourouf et Mouillah. Des retenues de capacité faible sont réalisées dans le bassin versant de l'oued Tafna.

I.3.3.Géologie

Les formations géologiques qui affleurent dans l'ensemble du bassin versant du Barrage Hammam Bouhrara du plus récent au plus ancien sont [20] :

- **Alluvions** : Cette formation récente est représentée par des sables-argileuses parfois limoneuses associées à des graviers ;
- **Quaternaire** : Il affleure en général dans la zone d'étude au niveau des oueds comme oued Abbas, oued Aounia, oued Tafna. Il représente les terrasses des oueds (graviers hétérométriques et hétérogènes, galets de taille différente, sables argileux) ;
- **Miocène supérieur**: Il est caractérisé à sa base par des grès qui annoncent la transgression miocène, en amont on note la présence des marnes sableuses.

I.4.Présentation du périmètre d'étude

Le périmètre est composé de trois principales partitions qui sont : la haute, moyenne et basse Tafna. est limité au Nord par la confluence l'oued Isser et Tafna au sud et par le village de Hammam Bouhrara, à l'est par le plateau de Remchi et l'ouest par les piedmonts du Djebel Traras. Dans notre étude, On s'intéresse dans notre étude au périmètre de la haute Tafna d'une superficie de 350 ha.

I.5. Etude Climatologique

Dans un projet d'irrigation, les facteurs climatiques constituent un ensemble d'éléments décisifs puisque ils définissent les besoins de ces cultures.

Les données climatiques de la zone d'étude sont celles des observations effectuées sur les principaux réseaux climatologiques de l'ONM et l'ANRH, ces données sont très importantes dans la planification et la gestion des activités de l'homme dont l'une des principales est l'agriculture.

I.5.1.Choix de la station représentative de la Zone d'étude :

L'étude hydrologique de notre périmètre d'étude est faite sur la base des données de la station pluviométrique de Lala Settit, dont les caractéristiques sont présentés dans le tableau ci-dessous:

Tableau N°I.1: 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)			
Lala Settit	160705	133.5	181.85	1020	1956-2015	59

Source : ANRH Alger

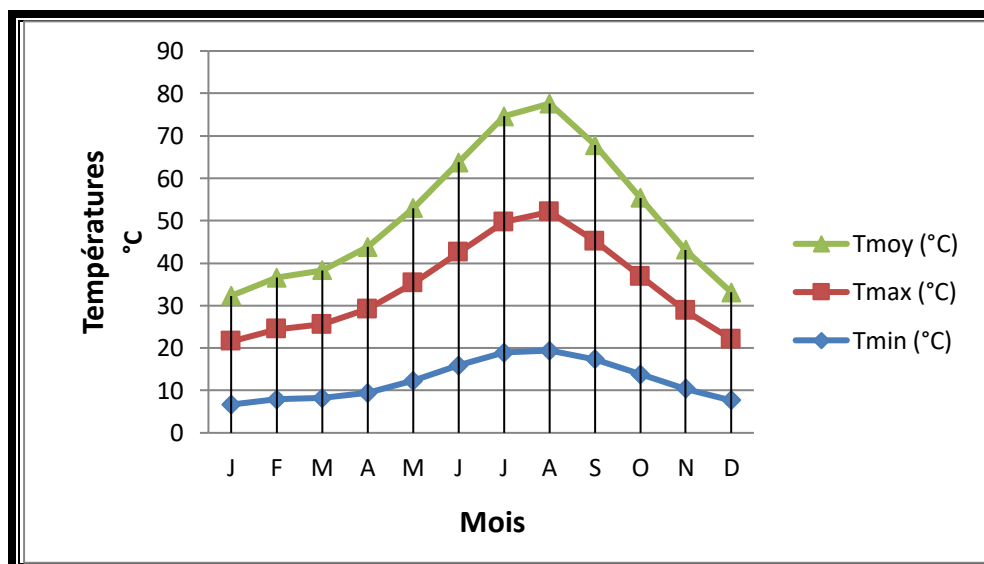
II.5.2. Température de l'air :

La température de l'air a une importance majeure dans la détermination des apports de l'eau d'irrigation ainsi que dans le choix de type et du système d'irrigation. Les températures dans la zone d'étude sont données par le tableau ci dessous.

Tableau N° I.2: Températures mensuelles

Station	Tlemcen Djebel chouachi												
Période	1967-1996												
Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
T_{min} (°C)	6.67	7.91	8.19	9.4	12.3	15.9	18.9	19.4	17.3	13.8	10.4	7.7	12.32
T_{max} (°C)	14.86	16.48	17.33	19.8	23.0	26.6	30.82	32.67	27.9	23.1	18.38	14.38	22.11
T_{moy} (°C)	10.77	12.20	12.76	14.61	17.68	21.25	24.86	25.54	22.60	18.45	14.39	11.04	17.22

Source : ONM Alger

**Figure N°I-3 :** Evolution des températures moyennes mensuelles (1980-2015).

Analyse et interprétation :

D'après le tableau précédent, on remarque que les mois les plus chauds sont les mois de juillet et Aout, avec une moyenne de 32 ,87°C, tandis que la période froide correspond aux mois de janvier et Février.

1.5.3. Evaporation :

La notion d'évaporation est importante dans les études du bilan hydrique ou d'évaluation des ressources en eau. Elle affecte les débits à partir d'un bassin versant, le dimensionnement des réservoirs de barrages, le dimensionnement d'un réseau d'irrigation.

Tableau N° I.3: Evaporations observées aux barrages Hammam Bougherara (mm)

<i>Nom de la station</i>	<i>J</i>	<i>F</i>	<i>M</i>	<i>A</i>	<i>M</i>	<i>J</i>	<i>J</i>	<i>A</i>	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>N</i>	<i>D</i>	<i>Année</i>
<i>Hammam Boughrara</i>	58.2	56.4	88.9	104.8	146.6	201.1	276.0	266.4	186.2	118.8	78.8	63.3	1599.0

Source : ONM Alger (1990)

D'après le tableau N°I.3 l'évaporation annuelle est de 1599.0mm, elle atteint son maximum au mois de juillet avec une valeur de 276.0 mm et un minimum au mois de février avec une valeur de 56.4 mm.

1.5.4. Etude des précipitations :

La pluviométrie d'une région est un paramètre très déterminant en l'agriculture, elle nous renseigne sur la nécessité de l'irrigation du périmètre d'étude. Les précipitations moyennes annuelles représentatives pour notre zone est d'environ 425 mm. La répartition mensuelle des pluies est donnée sur le tableau suivant.

Tableau N°I.4 : Répartition mensuelle des précipitations.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
P moy (mm)	28.7	53.7	80.4	66.6	65.1	61.1	52.3	52.7	44.5	12.3	2.1	5.6	527.3
P %	5.45	10.20	15.2	12.4	12.6	11.3	10.2	9.5	8.9	2.5	0.3	1.2	100

Sources : ANRH Alger (1990)

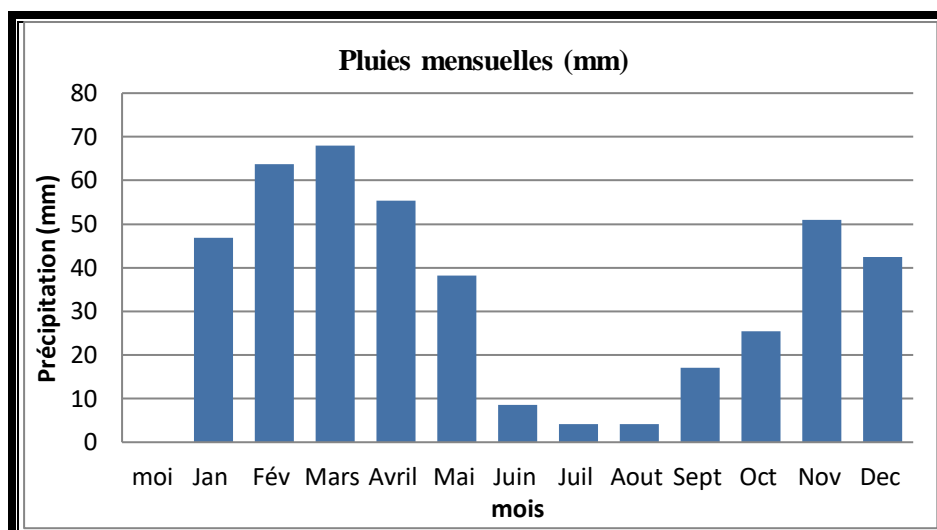


Figure N°I-4 : Précipitations moyennes mensuelles

Après l'analyse des pluies moyennes mensuelles observées pour la station, nous a permis de constater que la répartition est caractérisée par deux saisons bien distinctes :

- Une saison humide de novembre en mai, où la pluviométrie atteint en moyenne 90% des Précipitations totales annuelles, avec un maximum de 80.4 mm.
- Une saison sèche correspond aux mois de juin, juillet et Août avec un minimum de 2.1mm

I.5.5. Humidité relative :

C'est un élément important du cycle hydrologique contrôlant l'évaporation du sol et la couverture végétale et qui représente un degré de saturation de l'air en vapeur d'eau.

Les données d'humidité relative mensuelles moyennes de station d'étude sont présentées au tableau.

Tableau N°I.5 : Humidités Relatives moyennes mensuelles de la zone d'étude.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Humidité %	73.0	71.5	69.8	67.6	66.4	62.0	60.6	60.2	63.8	67.6	69.9	73.5	67.18

Source : ONM Alger (1990)

D'après le tableau I.4 en remarque que l'humidité relative annuelle moyenne est de 67.8 %.

I.5.6. Le vent :

Le vent est l'un des éléments les plus caractéristiques du climat, car il favorise l'évapotranspiration. Son étude nous semble nécessaire pour l'orientation et l'implantation des brises vents, il convient donc de connaître la répartition mensuelle des vents, leur vitesse et leur fréquence sans pour autant négliger leur direction.

La fréquence moyenne interannuelle des vents par leur direction de la station de Tlemcen figure dans le tableau suivant.

Tableau N°I.6 : Vitesse mensuelle moyenne du vent en m/s.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
V (m/s)	2.6	3.00	3.06	3.10	3.00	3.2	2.94	2.6	2.63	2.47	2.50	2.69	2.83

Source (ANRH station pierre du chat).

D'après le tableau N°I.6 La vitesse moyenne annuelle des vents est 2,83 m /s et atteint son max le moi de avril avec une valeur de 3,1(m/s).

Donc l'analyse de ce tableau montre une stabilité des vitesses tout le long de l'année ce qui nous permet de ne pas envisager des problèmes lorsque il y a une irrigation par aspersion.

I.5.7. Le 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, Le nombre de jours de sirocco dans la zone d'étude d'après le tableau 5 varie de 3 à 19 jours. Le mois de Juillet et Août comptabilise le maximum de jours.

Tableau N°I.7: Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de sirocco.

Nom de la station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Lala Setti	0	0	0	1	0	2	7	7	2	0	0	0	19

Source : ONM (1990)

On remarque qu'aucune journée de sirocco n'a été observée pendant les mois froids, et que le maximum de nombre de jours de sirocco est atteint en période estivale (juillet-août).

I.5.8. Insolation

Les valeurs mensuelles moyennes observées sont présentées dans le tableau c'est dessous :

Tableau N°I.8 : Insolation mensuelle moyenne

<i>Nom de la station</i>	<i>J</i>	<i>F</i>	<i>M</i>	<i>A</i>	<i>M</i>	<i>J</i>	<i>J</i>	<i>A</i>	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>N</i>	<i>D</i>	<i>Année</i>
LALA SETTIT	7.1	7.5	7.7	7.8	8.1	9.5	8.7	8.5	7.9	7.1	7.5	7.7	7.8

Source : ONM Alger (1990)

I.6. Indices Agro météorologiques :

Ce sont des paramètres qui reposent sur la température et la pluviométrie d'une zone d'étude et qui peuvent être utilisés pour la classification du climat.

I.6.1. Indice de Martonne :

L'indice d'aridité (De Martonne, 1923) est défini comme le rapport entre la hauteur moyenne des précipitations annuelles et la moyenne des températures annuelle. Il permet la classification du climat, cet indice nous renseigne sur la nécessité d'introduction de l'irrigation par rapport au climat :

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

Avec : I_A : indice climatique.

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

T : température moyenne annuelle (°C).

Tableau N°I.9: Classification du climat selon Martonne

Valeur de 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

Dans notre cas, nous avons :

A.N: P=425 mm/an et T=17.22°C

$$I_A = \frac{527.3}{17,22+10} = 15.61 \Rightarrow I_A = 19.37$$

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

I.6.2. Classification du climat selon le diagramme d'Emberger :

Le quotient pluviométrique d'Emberger s'exprime par la formule suivante :

$$Q = \frac{1000.P}{\frac{M+m}{2}(M-m)} = \frac{2.1000P}{M^2-m^2}$$

Avec Q : coefficient pluviométrique d'Emberger.

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

M : moyenne des températures maximales (Kelvin).

m : moyenne des températures minimales (Kelvin).

Pour : P=425mm ; M = 32,67 °C ; m = 6,67°C

$$\text{D'où } Q = \frac{2.1000.425}{(32.67+273)^2 - (6.67+273)^2} = 55.85$$

D'après le diagramme bioclimatique d'Emberger (voir Figure [II-4]), on peut dire que le climat de notre région est un climat semi arid

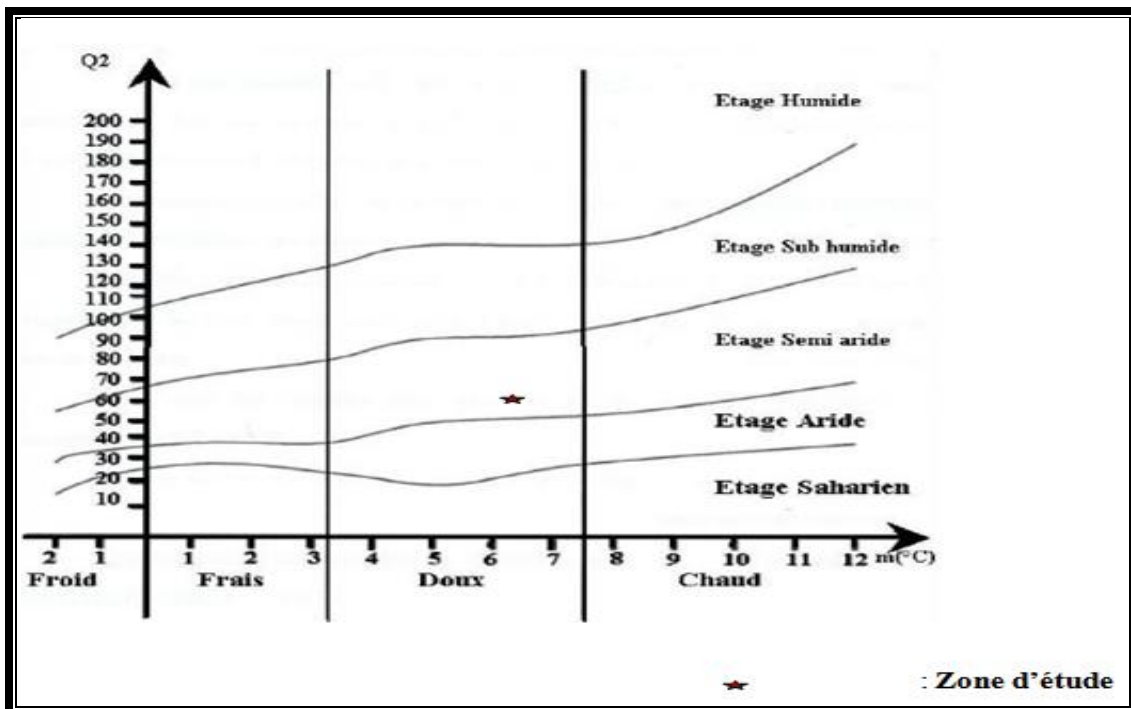


Figure N°I-5: Diagramme bioclimatique d'Emberger

I.6.3. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson :

Cet indice est très utile quant à l'utilisation d'un diagramme ombrothermique, ce dernier toujours construit sur le modèle d'échelle : $1\text{ }^{\circ}\text{C} = 2\text{ mm}$

Dans ce test, la période sèche est celle où le total moyen des précipitations du mois est inférieur ou égal au double de la température moyenne ($P < 2T$) et vis versa, sur ce principe le diagramme est établi en portant les précipitations et les températures en fonction des mois de l'année, tout en prenant en considération que sur l'échelle des ordonnées $P=2*T$

Interprétation du graphe :

Les deux courbes se croisent et la surface délimitée mesure l'intensité de la saison sèche et la saison humide, la différence des abscisses nous donne la durée de la saison.

La saison humide est de 8 mois allant du mois d'Octobre jusqu'au mois de Mai. La saison sèche est plus marquée, s'étale sur quatre (4) mois, allant du mois de Juin à Septembre.

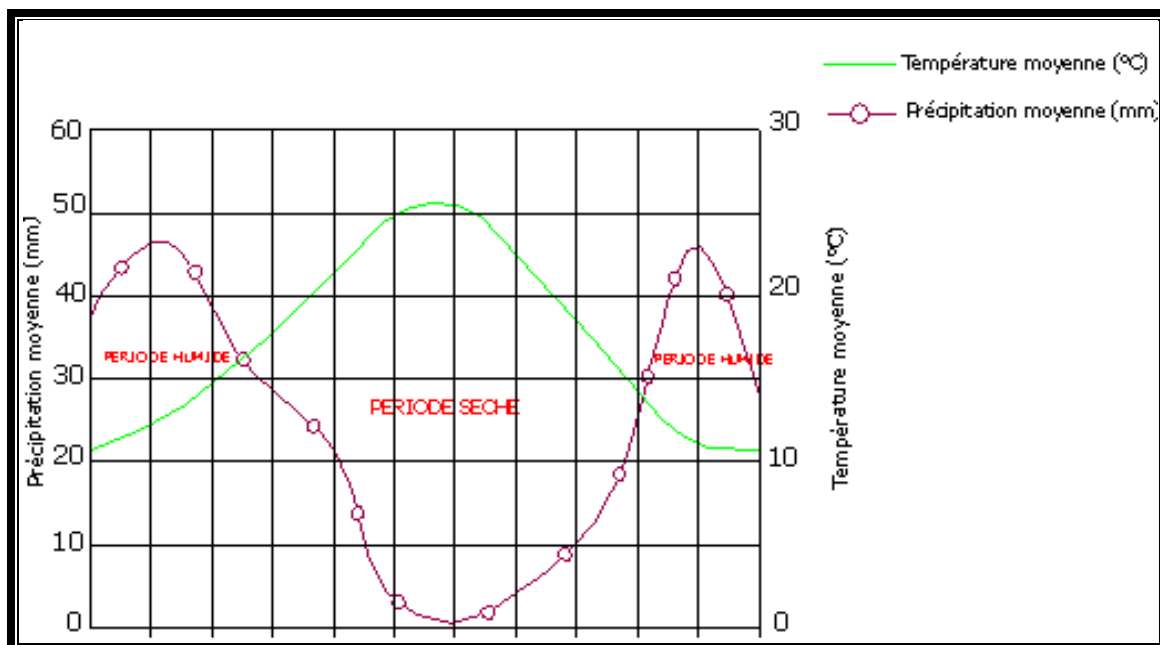


Figure N° I-6 : Diagramme ombrothermique.

I.7. Etude socio-économique

L'étude Agro socio-économique a pour but l'analyse des contraintes socio-économiques et les facteurs qui influencent sur la production agricole végétale et animale, et de proposer les orientations de développement agricole pour la mise en valeur du périmètre.

La wilaya de Tlemcen reste une région à vocation agricole et possède d'énormes potentialités. Elle a enregistré une valeur productive de 93,4 milliards de dinars et participe au taux de croissance à hauteur de 13,06.

I.7.1. Agriculture

La wilaya de Tlemcen recouvre une superficie totale de 901.769 ha, répartis entre la superficie agricole totale, de 537.301 ha, soit 59,58% de la surface totale et la superficie agricole utile (SAU) de 350.312 ha, 35.072 exploitations avec 46.791 exploitants (privés, fermes pilotes, concessions agricoles, EAC, EAI, APFA), 8 fermes pilotes avec une superficie totale de 6.320,50 ha dont 5.747 ha utile.

Conclusion

A travers ce chapitre, nous avons étudié les principales caractéristiques climatiques de notre région d'étude.

D'après l'analyse des données, nous avons constaté que la région d'étude jouit d'un climat sec avec un régime pluviométrique variable en volume et en répartition dans le temps. L'année est caractérisée par des hivers pluvieux, des printemps généralement humides et des étés secs.

La répartition saisonnière des précipitations favorise le développement des plantes hivernales. Quant aux cultures printanières, elles dépendent dans une large mesure de l'irrigation.

L'introduction de systèmes d'irrigation efficaces permettra l'intensification des rendements de ces cultures.

Chapitre II : Ressources en sol- Ressources en eau

II.1. Introduction

Avant d'entamer un projet d'irrigation, l'étude agro-pédologique est indispensable pour la localisation des zones aptes à la mise en valeurs en irrigation, ainsi que la quantification de l'eau nécessaire pour ce projet. Pour cela à travers ce chapitre on va présenter et analyser les ressources en sols et les ressources en eaux disponible pour notre projet.

II.2. Ressource en sol

II.2.1.Introduction

L'étude agro-pédologique à pour but de définir les sols destinés à l'irrigation ou de localiser les zones aptes à la mise en valeurs en irrigation ainsi les caractéristiques hydrodynamiques de ces sols indispensables pour le calcul des doses d'arrosages et l'emplacement des réseaux d'irrigation et de drainage (**Gobat et al**)

II.2.2. Classification des sols :

Les différents types des sols ont été présentés sur une carte pédologique qui a été établie par SIG (Khemies & Gaouar, 2012). Cette carte a servi pour l'élaboration de carte de textures (Khemies & Gaouar, 2012). Gaouar a établi un tableau de classification des sols adoptée est celle de CPCS (classification française de la commission de pédologie et de cartographie des sols) (CPCS, 1967) qui a été mise à jour et présentée sous la forme d'un référentiel (Duchaufour, 1997).

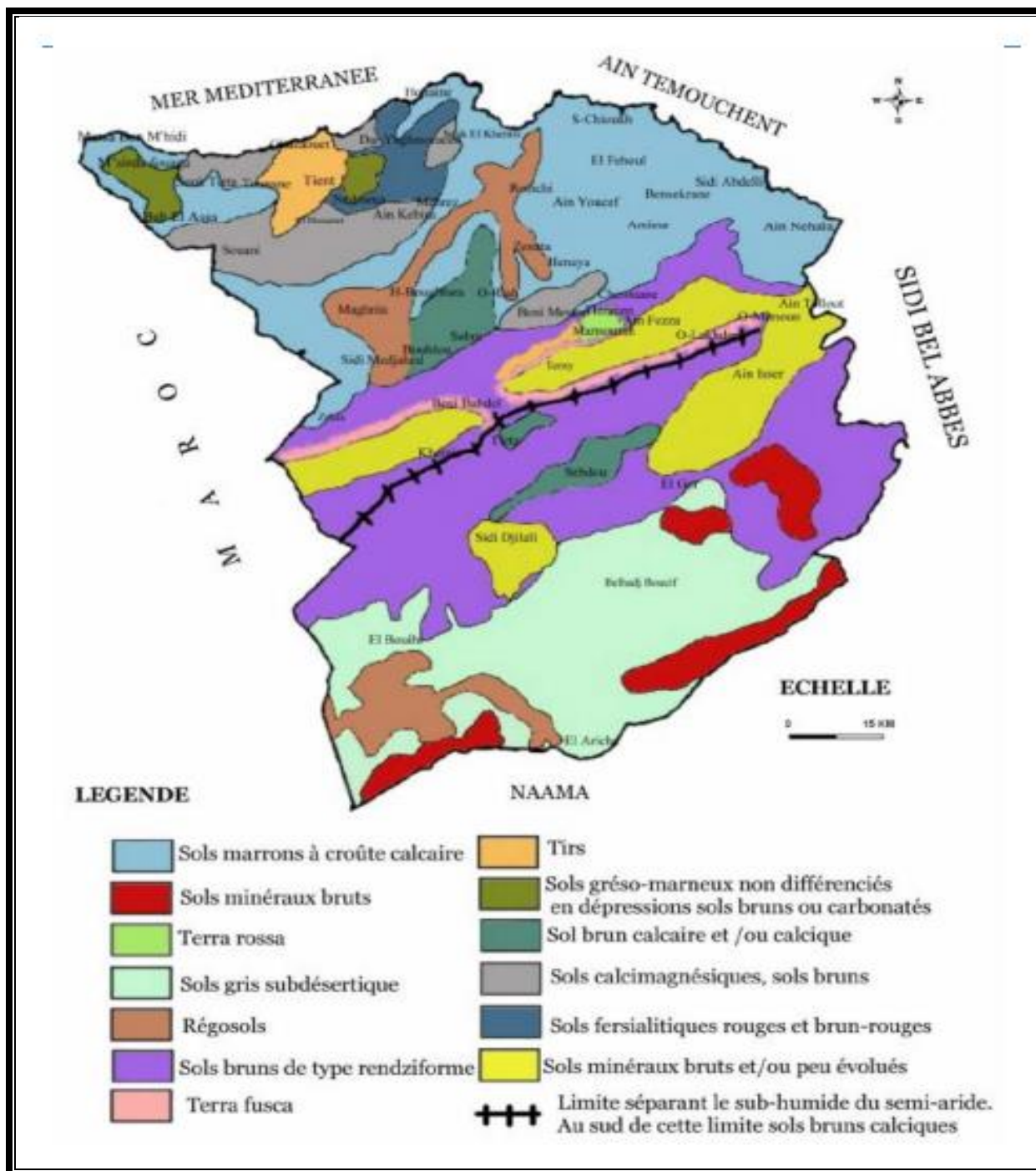


Figure N°II.1 : Carte des sols de la zone d'étude (Monographie, 2011)

II-2-3. Description et classification des sols du périmètre :

La zone étudiée s'étend au Nord-Est du village Hammam Bouhrara sur 17 Km, le long de la vallée de l'Oued Tafna. Pour ce secteur, on distingue :

- Les sols bruns calcaire et de type rendziforme

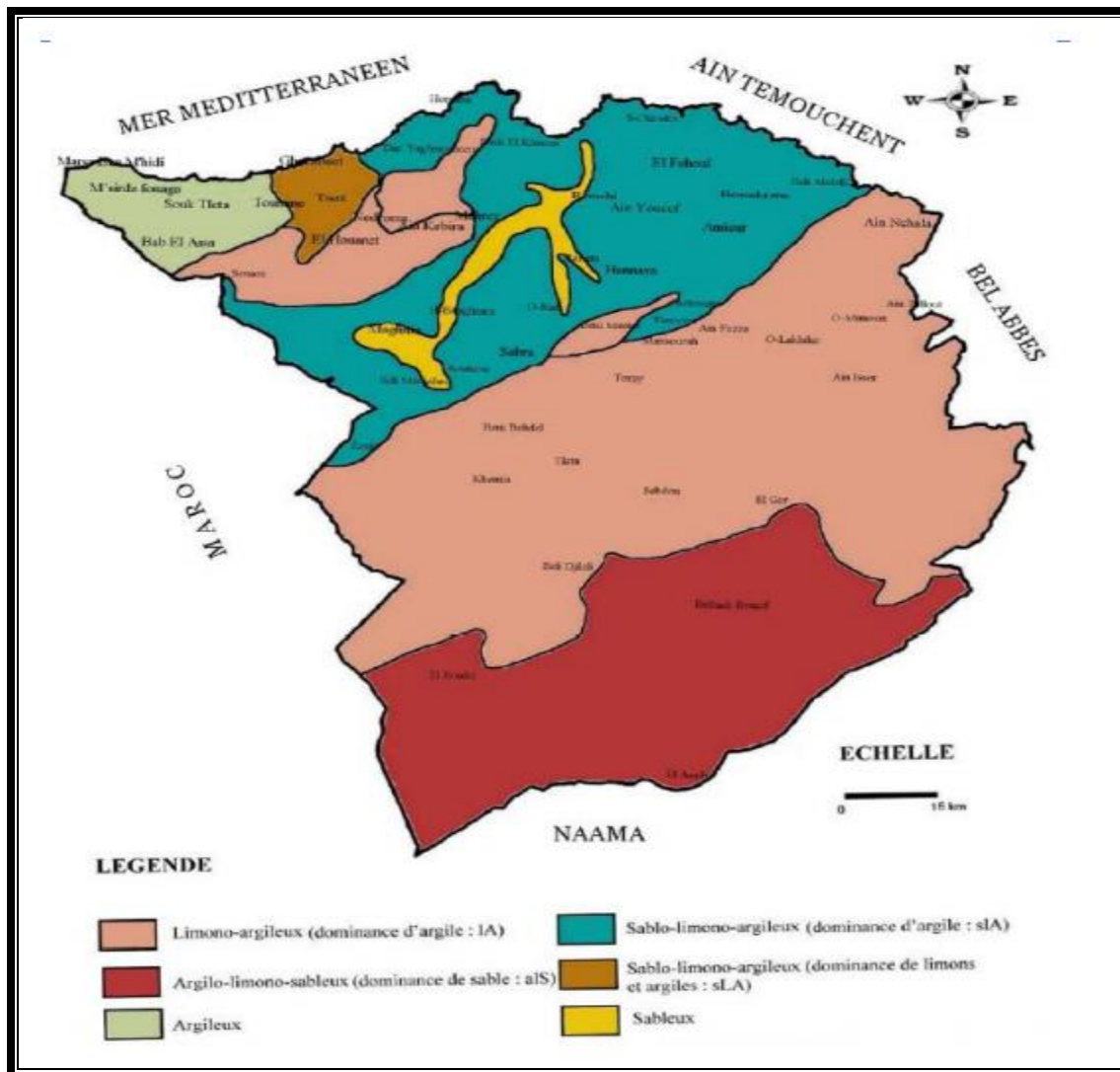


Figure N°II.2 : Carte pédologique de la zone d'étude (Monographie, 2011)

Interprétation :

Le sol est de texture Sablo-limoneux-argileuse à limoneux-argileuse, et faible en matières organiques, et présente un risque salin. Cependant, le taux de calcaire est moyen. Les capacités de rétention en eau des sols sont bonnes 20 à 30%.

II-2-4. Caractéristiques hydrodynamiques des sols :

Un sol se caractérise par un certain nombre de paramètres physiques mesurables. Les valeurs de ces paramètres sont généralement fonctions à la fois de la structure et de la texture du sol, sans toutefois leur être rigoureusement liés.

Les paramètres hydrodynamiques, qui interviennent entre autres dans le calcul de la dose d'irrigation sont résumés dans le tableau II.3 :

Tableau N° II.1 : Propriétés hydrodynamiques des sols.

Texture	Argileux-limoneux
Capacité au champ (%)	26
Point de flétrissement (%)	15
Vitesse de perméabilité (mm/h)	7 mm/h
Densité apparente	1.35

II.2.5 Les différentes classes d'aptitude des sols à l'irrigation et au drainage :

Ce type de classification est basé sur les paramètres suivants :

- Profondeur du sol.
- Texture.
- Salinité.
- Topographie.
- Perméabilité.
- Drainage.
- Calcaire actif.

Les différentes classes avec ces caractéristiques sont données dans le tableau suivant :

Tableau N°II.2: Caractéristiques des sols et aptitudes culturales

Paramètre de classification Classe	Profondeur (cm)	Texture	Salinié mmohs/cm	Topog	Permé- (cm/h)	Aptitudes culturales	Observation
Classe I	> 120	-Texture moyenne (Sablo argileuse, limoneuse)	-Pas de problème de salinité <1 -Calcaire actif < 5%	Plane	2-6 (bonne)	Bonne aptitude pour toutes les cultures arbustives, industrielles, céréalières, fourragères et maraîchères	Leur aptitude à l'irrigation est bonne Aucune contrainte majeure pour la mise en valeur.
Classe II	> 80	-Sablo- limoneuse -Limono- sableuse et limono argileuse	-La salinité varie de 4 à 8 -Teneur en calcaire actif ≤ 7%	Plane	-Pour les sols à texture fine 0,5-2 -Texture grossière 6-12,5	-Moyennement apte à toutes les cultures industrielles céréalières fourragères et maraîchères	-Les travaux d'aménagement nécessaires sont mineurs, notamment l'apport d'engrais minéraux et organique
Classe III	40 à 80	-Sablo -limoneuse -Argilo- sableuse, argilo limoneuse	Présente dans les endroits à texture fine 8÷12. calcaire	Pente faible	-Pour les sols à textures fine (0,1÷0,5)	-Moyenne aptitude aux cultures maraîchères céréalières et fourragères et peu aptes aux cultures arbustives	Labours profonds, apport de matières organiques, plantation des brises vents

Interprétation:

D'après l'analyse des sols, on remarque que l'aptitude culturelle des sols diffère d'un type du sol à un autre.

La classe (I) a une bonne aptitude pour l'irrigation, et n'a aucune contrainte majeure pour la mise en valeur. Les classes II et III nécessitent un travail mineur.

Pratiquement, les sols présentent des aptitudes bonnes à moyennes pour les cultures maraichères, céréalières, et arboricoles.

II.3. Ressources en eau :

Dans tout projet d'irrigation la mobilisation et la quantification des ressources en eau est primordiale quant à la concrétisation du projet.

Pour cela on doit présenter et analyser les ressources en eau qui peuvent alimenter notre périmètre d'étude.

II.3.1. Alimentation en eau du périmètre :

Le périmètre de la Tafna est traversé par plusieurs oueds, le barrage de Hammam Boughrara est situé juste en amont du périmètre d'étude. Notre périmètre sera donc alimenté à partir des eaux de ce barrage.

Caractéristiques du barrage de hammam Boughrara

Le barrage De Hammam Boughrara à une capacité de 177 Hm³, la cote du lit de l'Oued est environ 259 m au dessus du niveau de la mer. En amont du barrage, se déverse l'oued Mouilah, ce cours d'eau draine la plaine des Angades (Oujda, Maroc), et la plaine de Maghnia en Algérie, il prend sa source à 60 km au sud ouest à des côtes dépassant 1300 m.

Les principales caractéristiques morphologiques et hydrographiques du bassin versant du Barrage Hammam Boughrara sont données dans le tableau suivant :

Tableau N°II.3 : Caractéristiques du barrage Hammam Boughrara.

<i>Nom</i>	<i>Hammam Boughrara</i>
- <i>Nom de l'oued</i>	<i>Mouilah</i>
- <i>Superficie du bassin versant (km²)</i>	4000
- <i>Périmètre du bassin versant (km)</i>	285
- <i>Altitude (m)</i>	
<i>min</i>	259
<i>moy</i>	1000
<i>max</i>	1824
- <i>Densité de drainage (km / km²)</i>	2,4

Les calculs de la régularisation du Barrage Hammam Boughrara ont montré que ce barrage peut garantir un volume de 35,4 Mm³/ an pour l'irrigation.

II.3.2. Etude de la qualité de l'eau d'irrigation :

Pour garantir le bon développement des plantes, et éviter les impacts négatifs sur la santé publique, l'environnement et le système d'irrigation lors d'un aménagement hydro-agricole il faut vérifier la qualité de l'eau en accomplissant certaines conditions.

- La qualité de l'eau d'irrigation dépend des facteurs suivants :

- Risque de Sodium (Degré d'Adsorption du Sodium ou SAR)
- La concentration totale en sels dissous
- La présence de Bore et d'autres éléments toxiques.
- PH

Les caractéristiques de l'eau d'irrigation d'après l'analyse physico-chimique effectuée sur des échantillons prélevés à la station hydrométrique de Hammam Boughrara code (160501) sont données dans le tableau suivant :

Tableau N° II.4 : Caractéristiques de l'eau d'irrigation

Date	Composition des sels dissous (mg/l)							PH	Ce mmhos/cm à 25°C	SAR	Classe
	Na	Mg	Ca	k	cl	SO ₄	HCO ₃				
2002	529	107	140	17	917	396	217	8.0	1.8	4.15	C ₃ S ₁

II.3.3. Classification des eaux pour l'irrigation :

On distingue les classifications suivantes : la classification américaine et celle de la FAO. Dans notre cas, nous nous sommes basés sur la classification américaine.

Classification américaine :

C'est une classification suivant la qualité chimique. Elle été établi selon le diagramme de classification des eaux d'irrigation, en fonction de deux paramètres, qui sont : la conductivité électrique CE, et le rapport d'absorption du Sodium SAR.

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., elle permet de quantifier le degré de salinité des

eaux d'irrigation. On distingue quatre classes de salinité de l'eau en fonction de la conductivité électrique.

Tableau N°II.5 : Classification des eaux en fonction de CE

Classe	Conductivité électrique CE (mmhos/cm) à 25°C	Qualité des eaux
C ₁	CE ≤ 0,25	Eau de risque faible
C ₂	0,25 < CE ≤ 0,75	Eau de risque moyen
C ₃	0,75 < CE ≤ 2,25	Eau de risque élevé
C ₄	CE > 2,25	Eau de risque très élevé

Avec :

- 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 Hammam Boughrara prévue pour l'irrigation du périmètre étudié est de classe C₄ avec une conductivité électrique moyenne CE= 1.8 mmhos/cm.

Le SAR (Sodium Absorption Ratio) :

Si l'eau est riche en Sodium, celui-ci peut se fixer sur le complexe du sol et exercer alors une action défloculante. Pour apprécier le risque alcalin, on compare donc la concentration en ions Na⁺ et celle en ions Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺.

$$S.A.R = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}} \quad \dots\dots\dots \quad (II.1)$$

$$D'où \quad S.A.R_{moy} = \frac{4,92}{\sqrt{\frac{1,66 + 1,33}{2}}} = 4,16$$

On distingue quatre classes de danger d’alcalinisation ont été définies en relation avec le risque salin.

Tableau N°II.6 : Classification des eaux en fonction du S.A.R

Classe	S.A.R.	Danger d'alcalinisation
S ₁	SAR ≤ 10	Risque faible
S ₂	10 < SAR ≤ 18	Risque moyen
S ₃	18 < SAR ≤ 26	Risque élevé
S ₄	SAR > 26	Risque très élevé

D’après le diagramme de classification des eaux d’irrigation, notre eau est classée en C₃-S₁ : une eau à risque de salinité élevé et un faible degré d’alcalinité.

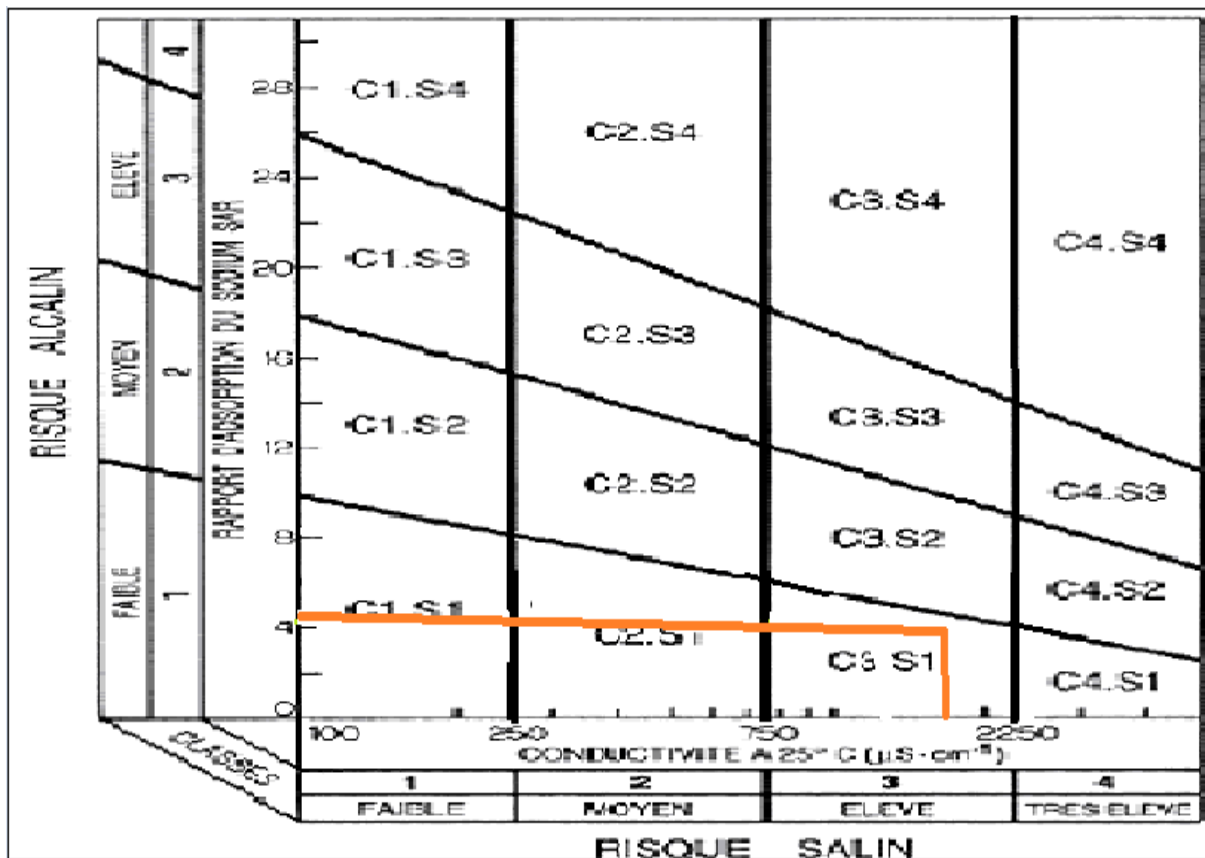


Figure N°II.4: Diagramme de classification des eaux d’irrigation

II.3.4. Analyse hydrologique :

La connaissance hydrologique d'un lieu est essentielle et il est impératif d'effectuer l'analyse des impacts que peut avoir l'eau lors de la réalisation de projet en lien avec le régime hydrique. Pour ce faire, il faut procéder à une étude hydrologique. (Touibia, B,(2004))

II.3.4. 1. Répartition de la pluie moyenne annuelle :

Pour la détermination de la période où les plantes doivent être irriguées, la connaissance de la pluviométrie de la zone d'étude est impératif.

La série des précipitations moyennes mensuelles de la station pluviométrique Lala Setti (Période 1995-2015) est donnée dans le tableau N°II.7 :

Tableau N°II.7 : Répartition des pluies moyennes mensuelles et annuelles.

Année	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total
1994	34.8	21.6	43.8	14.4	35.3	55.2	210.8	26	4.2	21.4	0	6.4	473.9
1995	17.2	54.5	22.9	79.7	112.4	98.3	124.5	62.7	52.9	35.6	8.7	11.6	681
1996	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	348
1997	46.3	37.1	70.5	91	47.5	45.9	77.5	31.5	85.2	0.6	0	3.2	536.3
1998	12.2	5.6	18.2	11.5	152.7	86.7	131.6	0	0.3	4.3	1.2	2.9	427.2
1999	42.6	36.6	83.3	94	0	0	4.9	29.4	34.8	0	0	0	325.6
2000	13.6	107.5	68	45	75.9	80.7	4	8.5	7.8	7.3	0.8	0.2	419.3
2001	38.7	42.7	123.5	30.4	2	13.5	37.1	126.2	71.7	1.2	0.3	27	514.3
2002	0	39.2	100.7	27.8	154.6	104.2	18.8	52.5	5.9	7.4	2.5	0	513.6
2003	17	69.7	75.7	147.6	51	23.6	103	55.1	90.1	22.2	0	1.6	656.6
2004	31.21	34.5	49.1	78	25	61.6	56.2	31	4.4	3.7	0	0	374.71
2005	23.1	29.8	59.2	19.8	66.6	71	29.5	37.6	71.8	2.7	0	0	411.1
2006	30	17.5	20.3	78.4	31.6	47.1	55.3	140.3	22.3	0	0	0.1	442.9
2007	25.6	91.5	71.4	18	33.7	20.9	5.4	25.3	85.9	5.9	4.4	0	388
2008	58	115.7	108.7	162.9	167.6	40.5	44.6	57.6	16.8	5.5	3.7	0	781.6
2009	85.7	0	63.2	58.9	55.9	80.9	112.7	49.3	43.7	21.2	0	9.8	581.3
2010	27.5	92.5	64.5	36.8	15.5	62.7	25.9	108.5	104	22.5	0	12.1	572.5
2011	6	118.1	126.1	37.5	23.1	71.3	39.1	54.5	17.8	17.1	4.7	8.5	523.8

Cette série représente les caractéristiques suivantes :

Tableau N° II.8 : Caractéristiques de la série pluviométrique

Moyenne	498.43
Médiane	493.75
Ecart type	122.74
Cv	0.246
Min	325.6
Max	781.6

II.3.4. 2.L'homogénéité de la série pluviométrique :

Pour la vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique on fait appel au test de Mood qui est basé sur la Médiane la plus robuste. C'est un test statistique non paramétrique qui nous permet de vérifier si une série de données est homogène.

Test de Mood :

Soit un échantillon $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$. Déterminons sa médiane M après avoir classé l'échantillon par ordre croissant.

La médiane M est une constante de telle sorte que 50% des x_i lui soient inférieurs et 50% des x_i lui soient supérieures.

Remplaçons donc la série des valeurs non classées par une suite de signes :

+ pour les $x_i > M$

- Pour les $x_i < M$

Calculons les quantités Ns et Ts avec :

Ns : Nombre total de séries de + et de -.

Ts : Taille de la plus grande série de + ou de -.

Ns suit approximativement une loi normale de moyenne $\frac{N+2}{2}$ et de variance $\frac{1}{4}(N-1)$ et Ts suit une loi binomiale.

Ceci permet d'établir que pour un seuil de signification compris entre 91% et 95%, les conditions du test sont les suivantes :

$$Ns > \frac{1}{2}(N+1 - u_{1-\frac{\alpha}{2}} \sqrt{N+1}) \dots \dots \dots \quad \text{(II.2)}$$

$$Ns < \frac{1}{2}(N+1 + u_{1-\frac{\alpha}{2}} \sqrt{N+1}) \dots \dots \dots \quad \text{(II.3)}$$

➤ $T_s < 3.3(\log_{10} N+1)$

Si les conditions du test sont vérifiées, on conclut que la série à étudier est homogène au seuil de signification $1-\alpha$.

Le tableau N°II.9 détaille le procédé de Test d'homogénéité pour notre station :

Tableau N° II.9 : Résultats du Test de Mood

Rang	Année	Série d'origine	Ns/Ts
1	1994	473.9	-
2	1995	681	+
3	1996	348	-
4	1997	536.3	+
5	1998	427.2	-
6	1999	325.6	-
7	2000	419.3	-
8	2001	514.3	+
9	2002	513.6	+
10	2003	656.6	+
11	2004	374.71	-
12	2005	411.1	-
13	2006	442.9	-
14	2007	388	-
15	2008	781.6	+
16	2009	581.3	+
17	2010	572.5	+
18	2011	523.8	+

D'après les calculs, nous avons : **La médiane** =493.75

Ns=9 et **Ts=4**

On vérifie les conditions :

$$\text{➤ } N_s > \frac{1}{2}(18 + 1 - 1.96\sqrt{18 + 1}) = 5.2$$

$$\text{➤ } T_s < 3.3 (\log_{10} 18+1) = 4.22$$

La condition de Mood est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelles est homogène.

II.3.4. 3.Ajustement statistique des pluies :

Suite à la faible variabilité interannuelle de certaines stations pluviométrique, l'ajustement des séries pluviométriques à des lois statistiques est toujours conseiller pour la fiabilité des résultats.

Les lois d'ajustement les plus communément employées dans le cas de pluies annuelles sont les suivantes :

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

Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale

Elle est également appelée loi gaussienne, loi de Gauss ou loi de Laplace-Gauss des noms de Laplace. C'est une loi de probabilité absolument continue qui dépend de deux paramètres : son espérance, un nombre réel noté μ , et son écart type, un nombre réel positif noté σ .

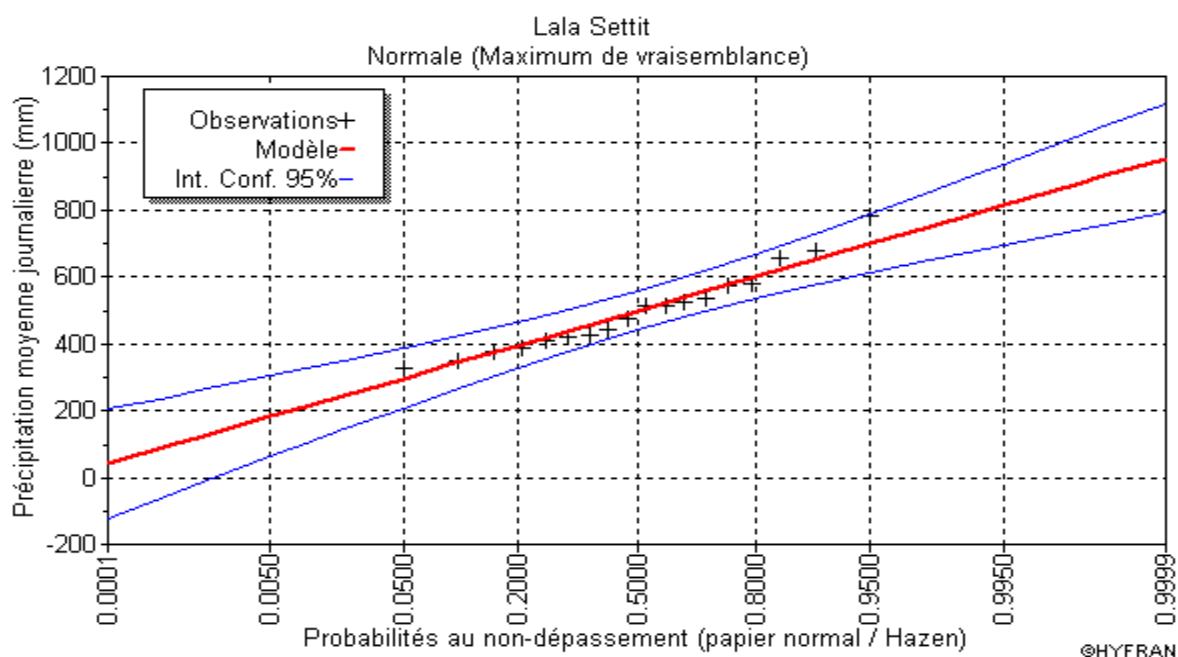


Figure N°II.5 : Ajustement des pluies annuelles à la loi normale

Ajustement à la loi log normale (Galton) :

En théorie des probabilités et statistique, une variable aléatoire X est dite suivre une loi log normale de paramètres μ et σ^2 si la variable $Y = \ln(X)$ suit une loi normale d'espérance μ et de variance σ^2 . Cette loi est parfois appelée loi de Galton.

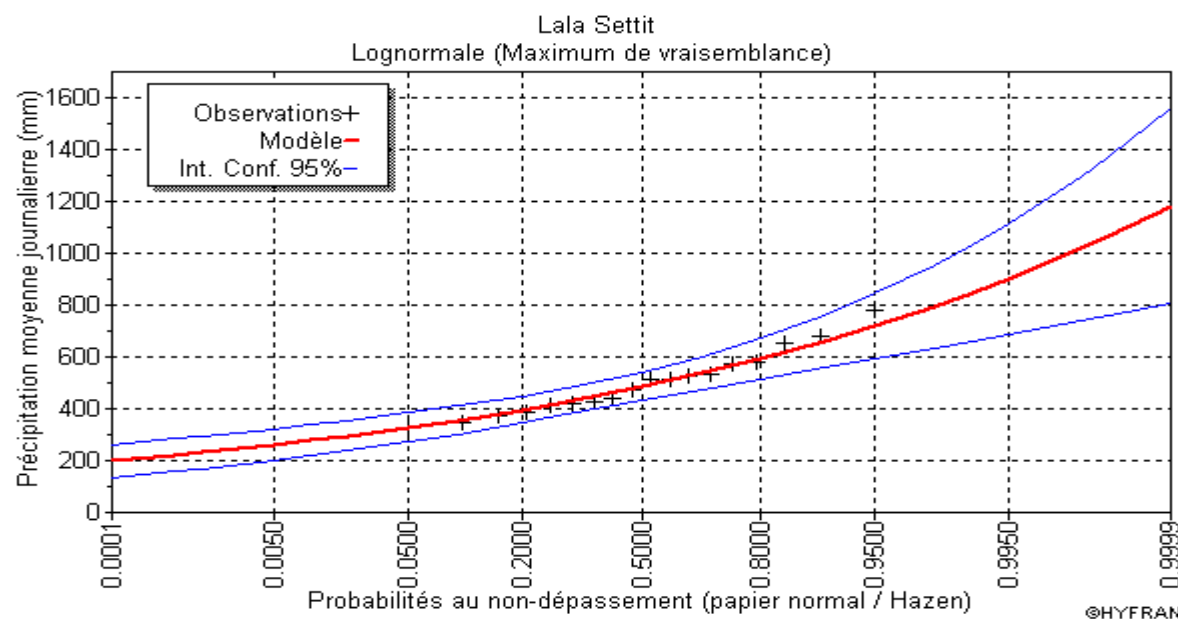


Figure N°II.6: Ajustement des pluies annuelles à la loi log normale

II.3.4. 4. Test de validité d'un ajustement :

Il convient 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).

Soit un échantillon de N valeurs, classées par ordre croissant ou décroissant à étudier, et pour lequel une loi de répartition F(X) a été déterminée :

On divise cet échantillon en un certain nombre de classes K contenant chacune Ni valeurs expérimentales. Le nombre Vi est le nombre théorique de valeurs sur un échantillon de N valeurs affectées à la classe i par la loi de répartition, donnée par la relation suivante :

$$v_i = N \int_{x_{i-1}}^{x_i} f(X) dX = N[F(X_i) - F(X_{i-1})] \dots \dots \dots \quad \text{(II.4)}$$

f(X) : étant la densité de probabilité correspondant à la loi théorique. La variable aléatoire χ^2 , dont la répartition a été étudiée par Pearson, est définie par l'expression suivante :

$$\chi^2 = \sum \frac{(n_i - v_i)^2}{v_i} \dots \dots \dots \quad \text{(II.5)}$$

$$\lambda = K - 1 - P \dots \dots \dots \quad \text{(II.6)}$$

Avec : χ^2 théorique = g (λ, χ^2) Avec :

P : Nombre de paramètres, dont dépend la loi de répartition

Donc :

Pour les calculs nous avons utilisé le logiciel HYFRAN.

Tableau N° II.10: Test de validité des deux ajustements.

Loi normale	Loi lognormale
χ^2 calculé = 3.33	χ^2 calculé = 1.33
Degré de liberté $\lambda = 3$	Degré de liberté $\lambda = 3$
χ^2 théorique = 5.99 (5%)	

D'après Le test de Khi carré on constate que la loi de Log Normale présente un adéquation meilleure que la loi Normale.

II.3.4. 5.Détermination de l'année de calcul (Pluie de projet) :

Puisque la loi log-normale est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne annuelle (fréquence 80%) représentative de la région

Tableau N° II.11: estimation des quantiles

T = 1/q	q = F(X) (probabilité au non-dépassement)			
P. retour	Fréquence	Quantile	Ecart -type	Intervalle de confiance (95%)
10	0.9	659.28	50.93	632.296-806.127
5	0.8	593.26	39.29	579.076-728.257
2	0.5	484.91	27.39	464.709-592.083
1.25	0.2	396.34	26.25	328.543-477.716

Pour calculer les précipitations totales avec une probabilité de 80% : $X_{80\%}$, on utilise la formule suivante :

$$P_{80\%}^{mensuelle} = P_{moy}^{mensuelle} \times \frac{P_{80\%}^{annuelle}}{P_{50\%}^{annuelle}} \quad \dots\dots\dots \quad (\text{II.7})$$

Tableau N° II.12 : Pluies moyennes mensuelles de fréquence 80%.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	total annuel
P moy (mm)	28.72	53.75	80.42	66.64	65.16	61.31	52.83	52.47	44.75	12.93	2.81	5.36	527.1
$X_{80\%}$ (mm)	23.55	44.07	65.94	54.64	53.43	50.27	43.32	43.03	36.70	10.60	2.30	4.40	432.2

Conclusion :

Durant ce chapitre nous avons étudié les ressources en sols de la zone d'étude et les ressources en eau disponibles qui sont indispensable dans tout projet d'irrigation.

La moyenne Tafna sont classées en 4 classes des sols qui sont: sols peu évoluées, sols iso-humiques, sols calcimagnésiques et sols minéraux bruts. Pour ce qui est de l'eau destinée pour l'irrigation, elle est classée (C_3 . S_1).

Chapitre III : Besoins en eau des cultures

III.1. Introduction

Le but de ce présent chapitre est de quantifier les besoins en eau des cultures sur la base des informations définies auparavant, conditionnant la conception de notre projet tels que : les conditions climatiques, systèmes agronomiques, potentialités des sols, l'eau disponible et la fertilité des sols.

III.2. Besoins en eau des cultures

Les besoins en eau des cultures sont définis comme étant la hauteur d'eau (mm) consommé par l'évapotranspiration de la culture. Ils varient selon les espèces et leurs stades de développement. Donc l'irrigation d'une culture doit tenir compte de la nature de la plante, du climat et du sol. (**Doorenbos et puill, (1976)**)

III.3. Besoins en eau d'irrigation

Par définition le bilan hydrique d'une culture donnée est la différence entre d'une part les besoins en eau des cultures tels que déterminés par le climat et les caractéristiques végétales (ETM) et d'autre part la somme des apports effectifs des précipitations.

Le calcul des volumes d'eau à apporter par irrigation est réalisé en effectuant période par période le bilan :

$$B_i = ETM_i - (P_{eff} + R_{Si-1}) \dots\dots\dots (III.1)$$

ETM : évapotranspiration maximale en (mm/mois)

P_{eff} : pluie efficace en mm

R_{Si-1} : Réserve du sol du mois i-1 assimilée à la réserve facilement utilisable disponible au début de la période, **K** est un coefficient généralement égal à 1/2 ou 1/3, ou 0.

➔ **L'irrigation est faite lorsque Bi (bilan hydrique) > 0**

III.3.1. Calcul de l'évapotranspiration

Pour déterminer l'évapotranspiration de la culture (ETc) on utilise l'évapotranspiration de référence (ETo) d'une culture de référence conduite dans des conditions de référence.

III.3.2. Calcul de l'évapotranspiration potentielle de référence (ETo)

C'est l'évapotranspiration maximale (c.à.d le sol est à sa capacité de retentions) d'un gazon ras couvrant complètement le sol, bien alimenté en eau, en phase active de croissance et situé au sein d'une parcelle suffisamment étendue (Perrier, 1977).

Pour désigner l'évapotranspiration de référence on utilise des méthodes basées sur des variables climatiques, parmi les plus employées:

- Méthodes de lysimètre
- Méthodes des stations expérimentales
- Méthodes directes de l'évaporation
- Méthodes empiriques

Il existe plusieurs formules de calcul dont les principales sont :

- Formule de Turc (1960).
- Formule de Thornthwaite (1955).
- Formule de Blaney-Criddle (1959).
- Formule de Penman ou Formule de Bilan d'énergie (1948).
- Méthode de Doorenbos et Pruitt (1977) dans le cadre de la FAO.
- Formule de Bouchet

Formule Modifiée de Penman-Monteith

La formule de Penman-Monteith modifiée est la plus employée, elle est définie comme suit:

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(Rn-G) + \gamma \frac{C_{ste}}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1+0.34u_2)} \quad (\text{III.2})$$

Avec:

ETo : évapotranspiration de référence [mm jour⁻¹],

Rn : rayonnement net à la surface de la culture [MJ m⁻² jour⁻¹],

G : densité de flux de chaleur dans le sol [MJ m⁻² jour⁻¹],

T : température journalière moyenne de l'air à une hauteur de 2 m [°C]

u₂ : vitesse du vent à une hauteur de 2 m [m s⁻¹],

e_s : Pression de vapeur saturante [kPa],

e_a : Pression de vapeur réelle [kPa],

$e_s - e_a$: déficit de pression de vapeur saturante [kPa],

D : pente de la courbe de pression de vapeur saturante [kPa °C⁻¹],

g : constante psychrométrique [kPa °C⁻¹].

Pour l'exécution des calculs, nous avons appliqué le logiciel CROPWAT, où nous avons introduit les données mensuelles de la station météorologique de Lala Settit :

- Température : Les températures minimales et maximales mensuelles (C).
- Humidité de l'air : l'humidité relative de l'air exprimée en pourcentage (%).
- Insolation journalière : donnée en heures d'insolation.
- Vitesse de vent : La vitesse du vent peut être introduite en km/jour.

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ET_0 calculés à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0. Les résultats trouvés pour la station de Mostaganem sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Tableau III-1 : Calcul de l'évapotranspiration de référence à l'aide de CROPWAT 8.0

Mois	Temp. Moy	Humidité	Vent	Insola	Radiation	ET ₀ -penman
	°C	%	m/s	heurs	MJ/ m ² .jour	mm / mois
Janvier	10.8	73	2.6	7.1	10.7	44.88
Février	12.2	71	3	7.5	13.4	57.53
Mars	12.7	69	3	7.7	16.7	80.94
Avril	17.7	67	3	7.8	19.6	110.04
Mai	21.3	66	3	8.1	21.6	140.69
Juin	24.9	62	3	9.5	24.1	169.75
Juillet	25.5	60	0.6	8.7	22.6	142.58
Août	22.6	60	2.8	8.5	21	154.97
Septembre	18.5	63	2.6	7.9	17.8	111.99
Octobre	14.4	67	2.5	7.3	14	76.77
Novembre	14.4	69	2.5	7.1	11.1	57.89
décembre	11	73	2.7	6.5	9.4	43.9

III.3.3. Calcul de l'évapotranspiration maximale ETM

Le calcul de l'évapotranspiration d'une culture, ETM, s'opère à l'aide d'un coefficient cultural, K_c , donné selon le développement de la plante.

L'évapotranspiration maximale (ETM) est mesurée comme suit :

$$ETM = K_c \cdot ET_0 \quad \dots\dots\dots \quad \text{(III.3)}$$

III.3.4. Les Coefficients culturaux (K_c)

Les valeurs du coefficient cultural (K_c) de chaque culture ont été ressorties, en fonction du stade végétatif de la plante ; de la force du vent et de la valeur moyenne de l'humidité moyenne minimale de l'air régnant au niveau de notre périmètre d'étude, à partir du bulletin « irrigation et drainage », F.A.O N°24.

III.3.5. Calcul de la pluie efficace

Pour tenir compte des pertes, il faut calculer la précipitation efficace, définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface et par percolation en profondeur.

La pluie efficace est estimée comme suit :

$$\text{Pluie efficace (Peff)} = 80 \% \text{ de la pluie moyenne mensuelle.}$$

Les valeurs moyennes mensuelles de Peff sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau III.2 : Précipitation efficace dans la zone d'étude.

Année	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
P80%(mm)	23.55	44.07	65.94	54.64	53.43	50.27	43.32	43.03	36.70	10.60	2.30	4.40
P.eff(mm)	18.84	35.256	52.752	43.712	42.744	40.216	34.656	34.424	29.36	8.48	1.84	3.52

III.3.6. Choix des cultures

Le choix des cultures à mettre en place doit concilier entre les critères suivants :

- Les conditions climatiques de la région étudiée.
- La qualité et disponibilité de l'eau d'irrigation.
- L'aptitude culturale des sols basée sur l'étude pédologique.
- Des disponibilités des moyens de production.
- De la demande commerciale traduisant les profils des agriculteurs.

Cultures proposées :

Les scénarios d'occupation des sols retenus pour le projet sont donnés par le tableau suivant :

Tableau III.3: Scénarios d'occupation du sol par l'ensemble de l'exploitation du périmètre

Scénario	Céréales %	Fourrages %	Maraichage %	Arboriculture %	Total %
1	70	15	10	5	100
2	45	15	30	10	100
3	35	15	35	15	100
4	30	10	35	25	100

Dans notre mémoire on propose le scenario 3 qui est un scenario équilibré.

La gamme des cultures proposée relatives aux cultures envisageables dans notre scénario est indiquée dans le tableau ci-dessous.

Tableau III.4 : Occupation de sol en fonction des cultures

Les cultures	Surface occupé en %	Surface occupé en Ha
La céréaliculture : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Blé Avoine ▪ Blé ▪ Orge grain 	35	122.5
Les cultures fourragères : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Orge en vert ▪ Luzerne 	15	52.5
Le maraîchage : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pomme de terre ▪ Ail /Oignon vert ▪ Tomate ▪ Carotte ▪ Petit pois ▪ Choux ▪ Concombre ▪ Haricot 	35	122.5
L'arboriculture : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pommier 	15	52.5

▪ Olivier		
Total	100	350

Identification des principaux types d'assolement :

La pratique des assolements a pour but principal de maximiser les revenus et minimiser les risques de fluctuation de la fertilité de sol, d'une année à l'autre, elle permet l'association et la combinaison des grandes classes de cultures, à savoir : les maraîchages, arboriculture, céréaliculture, fourragères suivant la taille des exploitations, les moyens financiers, les capacités techniques et de la gestion des agriculteurs.

L'assolement proposé est détaillé dans le tableau III.5:

Tableau III.5 : Les assolements proposés

Assolement 1	Assolement 2
Blé grain	Orge d'hiver
Orge en vers	Betterave
Luzerne	Blé
Ail + Oignon vert	Tomate
Pomme de terre (s)	Haricot
Pomme de terre (As)	Tomate
Tomate (as)	Oignon vert
Chou	Petits pois
Courgette	Ail
hors assolement : Arboriculture Oliviers et Pommiers	hors assolement : Arboriculture Oliviers et Pommiers

Avantages de la rotation des cultures

La rotation culturale (ou rotation des cultures) est, en agriculture, la suite de cultures échelonnées au fil des années sur une même parcelle. C'est un élément important de la gestion de la fertilité des sols, et donc un atout pour l'augmentation des rendements.

Un autre avantage de la rotation des cultures, c'est que si un agriculteur peut réduire les infections de bactéries, virus et parasite qui affectent certaines cultures.

Un inconvénient de la rotation des cultures est que l'agriculteur doit disposer d'un équipement supplémentaire pour être en mesure de recueillir plus de cultures. La rotation des cultures peut être un outil important pour management des terres.

III.3.7. Cycle végétatif des cultures

Le cycle végétatif des différentes cultures sont présentés dans le tableau dessous:

Tableau III.6: Cycle végétatif des cultures

Culture	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout
Blé			←								→	
Orge			←								→	
Luzerne	←											→
Ail+Oignon		←							→			
Pomme de terre (s)		←				→						
Pomme de terre (as)							←				→	
Tomate	←					→						
Choux	←					→						
Courgette	→											←
Betterave		←								→		
Haricot	→											←
Oignon		←									→	
Petit pois							←					→
Ail											←	→
Oliviers	←											→
Pommier	←											→

III. 4. Calcul des besoins en eau des cultures

Assolement I : Estimation des besoins en eau des cultures

Pour chaque culture on calcule les besoins suivant le stade végétatif :

Tableau III.7 : Calcul des besoins en eau du Blé.

Mois	P80%	Pe _{eff} (mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RSi-1	KC	ETM	B(mm)
Sep	23.55	18.84	113.05		0	–			
Oct	44.07	35.26	76.77		0	–			
Nov	65.94	52.76	57.89	0.30	29.7	17.628	0.40	23.16	0.0
Déc	54.64	43.71	43.9	0.50	49.5	14.85	0.65	28.54	0.0
Jan	53.43	42.74	44.93	0.50	49.5	24.75	0.90	40.32	0.0
Fév	50.27	40.22	57.54	0.60	59.4	24.75	1.00	57.53	
Mars	43.32	34.65	80.94	0.60	59.4	29.7	1.05	84.99	20.6
Avril	43.03	34.42	110.04	0.60	59.4	19.8	0.85	93.53	39.3
Mai	36.70	29.36	141.37	0.60	59.4	19.8	0.60	84.58	35.7
Juin	10.60	8.48	169.98	0.60	59.4	0	0.35	59.41	51.0
Juill	2.30	1.84	166.93		0				
Août	4.40	3.52	165.73		0				
								totale	146.6

Tableau III.8 : Calcul des besoins en eau du l'Orge grain.

Mois	P80%	Pe _{eff} (mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RSi-1	KC	ETM	B(mm)
Sep	23.55	18.84	113.05						
Oct	44.07	35.26	76.77						
Nov	65.94	52.76	57.89	0.30	29.7	17.628	0.40	23.156	0.0
Déc	54.64	43.71	43.9	0.50	49.5	14.85	0.65	28.535	0.0
Jan	53.43	42.74	44.93	0.50	49.5	24.75	0.90	40.32	0.0
Fév	50.27	40.22	57.54	0.60	59.4	24.75	0.90	51.777	
Mars	43.32	34.65	80.94	0.60	59.4	19.8	0.90	72.846	18.4
Avril	43.03	34.42	110.04	0.60	59.4	0	0.85	93.534	59.1
Mai	36.70	29.36	141.37	0.60	59.4	0	0.60	84.576	55.2
Juin	10.60	8.48	169.98	0.60	59.4	0	0.35	59.4125	50.9
Juill	2.30	1.84	166.93						
Août	4.40	3.52	165.73						
								totale	184

Tableau III.9 : Calcul des besoins en eau de la luzerne

Mois	P80%	Pe _{eff} (mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RSi-1	KC	ETM	B(mm)
Sep	23.55	18.84	113.05	0.40	39.6	0	0.65	73.48	54.6
Oct	44.07	35.26	76.77	0.40	39.6	0.0	0.65	49.90	14.6
Nov	65.94	52.76	57.89	0.70	69.3	19.8	0.70	40.52	
Déc	54.64	43.71	43.9	0.90	89.1	34.65	0.80	35.12	
Jan	53.43	42.74	44.93	1.00	99	44.55	0.90	40.44	
Fév	50.27	40.22	57.54	1.20	118.8	49.5	0.95	54.66	
Mars	43.32	34.65	80.94	1.20	118.8	39.6	1.05	84.99	10.7
Avril	43.03	34.42	110.04	1.20	118.8	0	1.05	115.54	81.1
Mai	36.70	29.36	141.37	1.20	118.8	0	1.15	162.58	133.2
Juin	10.60	8.48	169.98	1.20	118.8	0	1.25	212.48	204.0
Juill	2.30	1.84	166.93	1.20	118.8	0	0.80	133.54	131.7
Août	4.40	3.52	165.73	1.20	118.8	0	0.80	132.58	129.1
								total	750.6

Tableau III.10 : Calcul des besoins en eau de l'Ail+oignon

Mois	P80%	Pe _{eff} (mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RSi-1	KC	ETM	B(mm)
Sep	23.55	18.84	113.05						
Oct	44.07	35.26	76.77	0.40	39.6	0.000	0.50	38.39	3.1
Nov	65.94	52.76	57.89	0.40	39.6	13.2	0.75	43.42	
Déc	54.64	43.71	43.9	0.40	39.6	19.8	0.95	41.71	
Jan	53.43	42.74	44.93	0.40	39.6	19.8	0.95	42.56	
Fév	50.27	40.22	57.54	0.40	39.6	19.8	0.70	40.27	
Mars	43.32	34.65	80.94						
Avril	43.03	34.42	110.04						
Mai	36.70	29.36	141.37						
Juin	10.60	8.48	169.98						
Juill	2.30	1.84	166.93						
Août	4.40	3.52	165.73						
								total	3.1

Tableau III.11 : Calcul des besoins en eau des pomme de terre (s).

Mois	P80%	Pe _{eff} (mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RSi-1	KC	ETM	B(mm)	
Sep	23.55	18.84	113.05							
Oct	44.07	35.26	76.77	0.40	39.6	0.000	0.50	38.39	3.1	
Nov	65.94	52.76	57.89	0.60	59.4	0.000	0.70	40.52		
Déc	54.64	43.71	43.9	0.60	59.4	19.800	1.00	43.90		
Jan	53.43	42.74	44.93	0.60	59.4	19.800	0.75	33.60		
Fév	50.27	40.22	57.54							
Mars	43.32	34.65	80.94							
Avril	43.03	34.42	110.04							
Mai	36.70	29.36	141.37							
Juin	10.60	8.48	169.98							
Juill	2.30	1.84	166.93							
Août	4.40	3.52	165.73							
									total	3.1

Tableau III.12 : Calcul des besoins en eau des pommes de terre (as).

Mois	P80%	Pe _{eff} (mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RSi-1	KC	ETM	B(mm)	
Sep	23.55	18.84	113.05							
Oct	44.07	35.26	76.77							
Nov	65.94	52.76	57.89							
Déc	54.64	43.71	43.9							
Jan	53.43	42.74	44.93							
Fév	50.27	40.22	57.54							
Mars	43.32	34.65	80.94	0.4	39.6	13.41	0.75	60.71	12.6	
Avril	43.03	34.42	110.04	0.6	59.4	13.2	1.1	121.04	73.4	
Mai	36.70	29.36	141.37	0.6	59.4	19.8	1.2	169.64	120.5	
Juin	10.60	8.48	169.98	0.6	59.4	0	0.75	127.49	119.0	
Juill	2.30	1.84	166.93							
Août	4.40	3.52	165.73							
									total	325.6

Tableau III.13: Calcul des besoins en eau de la tomate (as).

Mois	P80%	Peff(mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RSi-1	KC	ETM	B(mm)
Sep	23.55	18.84	113.05						
Oct	44.07	35.26	76.77						
Nov	65.94	52.76	57.89						
Déc	54.64	43.71	43.9						
Jan	53.43	42.74	44.93						
Fév	50.27	40.22	57.54						
Mars	43.32	34.65	80.94	0.70	69.3	20.11	0.50	40.47	
Avril	43.03	34.42	110.04	0.90	89.1	17.33	0.85	93.53	41.8
Mai	36.70	29.36	141.37	1.20	118.8	17.21	1.15	162.58	116.0
Juin	10.60	8.48	169.98	1.20	118.8	0.00	0.85	144.48	136.0
Juill	2.30	1.84	166.93						
Août	4.40	3.52	165.73						
								total	293.8

Tableau III.14: Calcul des besoins en eau du chou

Mois	P80%	Peff (mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RSi-1	KC	ETM	B(mm)
Sep	23.55	18.84	113.05	0.30	29.7	0.000	0.50	56.53	37.7
Oct	44.07	35.26	76.77	0.40	39.6	0	0.70	53.74	18.5
Nov	65.94	52.76	57.89	0.50	49.5	13.2	0.95	55.00	
Déc	54.64	43.71	43.9	0.60	59.4	16.5	0.80	35.12	
Jan	53.43	42.74	44.93		0.0				
Fév	50.27	40.22	57.54		0.0				
Mars	43.32	34.65	80.94		0.0				
Avril	43.03	34.42	110.04		0.0				
Mai	36.70	29.36	141.37		0.0				
Juin	10.60	8.48	169.98		0.0				
Juill	2.30	1.84	166.93		0.0				
Août	4.40	3.52	165.73		0.0				
								total	56.2

Tableau III.15: Calcul des besoins en eau de la courgette

Mois	P80%	Peff(mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RSi-1	KC	ETM	B(mm)
Sep	23.55	18.84	113.05	0.6	59.4	0	0.85	96.0925	77.3
Oct	44.07	35.26	76.77		0				
Nov	65.94	52.76	57.89		0				
Déc	54.64	43.71	43.9		0				
Jan	53.43	42.74	44.93		0				
Fév	50.27	40.22	57.54		0				
Mars	43.32	34.65	80.94		0				
Avril	43.03	34.42	110.04		0				
Mai	36.70	29.36	141.37		0				
Juin	10.60	8.48	169.98	0.4	39.6	0	0.5	84.99	76.5
Juill	2.30	1.84	166.93	0.45	44.55	0	0.75	125.1975	123.4
Août	4.40	3.52	165.73	0.5	49.5	0	0.85	140.8705	137.4
								total	414.5

Assolement II: Estimation des besoins en eau des cultures

Les résultats des besoins pour l'assolement II sont présentés dans les tableaux suivants :

Tableau III.16 : Calcul des besoins en eau de l'orge

Mois	P80%	Peff(mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RSi-1	KC	ETM	B(mm)
Sep	23.55	18.84	113.05						
Oct	44.07	35.26	76.77						
Nov	65.94	52.76	57.89	0.30	29.7	17.628	0.40	23.156	0.0
Déc	54.64	43.71	43.9	0.50	49.5	14.85	0.65	28.535	0.0
Jan	53.43	42.74	44.93	0.50	49.5	24.75	0.90	40.32	0.0
Fév	50.27	40.22	57.54	0.60	59.4	24.75	0.90	51.777	
Mars	43.32	34.65	80.94	0.60	59.4	19.8	0.90	72.846	18.4
Avril	43.03	34.42	110.04	0.60	59.4	0	0.85	93.534	59.1
Mai	36.70	29.36	141.37	0.60	59.4	0	0.60	84.576	55.2
Juin	10.60	8.48	169.98	0.60	59.4	0	0.35	59.4125	50.9
Juill	2.30	1.84	166.93						
Août	4.40	3.52	165.73						
								total	184

Tableau III.17 : Calcul des besoins en eau de la betterave

Mois	P80%	Pe _{eff} (mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RSi-1	KC	ETM	B(mm)	
Sep	23.55	18.84	113.05						0.0	
Oct	44.07	35.26	76.77						0.0	
Nov	65.94	52.76	57.89	0.5	49.5	11.75224	0.4	23.16	0.0	
Déc	54.64	43.71	43.9	0.9	89.1	17.5851733	0.5	21.95		
Jan	53.43	42.74	44.93	0.9	89.1	14.5708533	0.7	31.45		
Fév	50.27	40.22	57.54	0.95	94.05	14.24832	0.8	46.03		
Mars	43.32	34.65	80.94	0.9	89.1	13.4064533	0.95	76.89	28.8	
Avril	43.03	34.42	110.04	0.7	69.3	0	0.6	66.02	31.6	
Mai	36.70	29.36	141.37							
Juin	10.60	8.48	169.98							
Juill	2.30	1.84	166.93							
Août	4.40	3.52	165.73							
									totale	60.44

Tableau III.18 : Calcul des besoins en eau de l'Haricot

Mois	P80%	Pe _{eff} (mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RSi-1	KC	ETM	B(mm)	
Sep	23.55	18.84	113.05	0.70	69.3	0	0.90	101.75	82.9	
Oct	44.07	35.26	76.77	0.70	69.3	0	0.85	65.25	30.0	
Nov	65.94	52.76	57.89		0					
Déc	54.64	43.71	43.9		0					
Jan	53.43	42.74	44.93		0					
Fév	50.27	40.22	57.54		0					
Mars	43.32	34.65	80.94		0					
Avril	43.03	34.42	110.04		0					
Mai	36.70	29.36	141.37		0					
Juin	10.60	8.48	169.98	0.50	49.5	0.00	0.50	84.99	76.5	
Juill	2.30	1.84	166.93	0.50	49.5	0	0.80	133.54	131.7	
Août	4.40	3.52	165.73	0.70	69.3	0	1.20	198.88	195.4	
									total	516.47

Tableau III.19 : Calcul des besoins en eau de l'Oignon vers

Mois	P80%	Pe _{eff} (mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RSi-1	KC	ETM	B(mm)	
Sep	23.55	18.84	113.05							
Oct	44.07	35.26	76.77	0.5	49.5	6.280	0.60	46.062	4.5	
Nov	65.94	52.76	57.89	0.75	74.25	16.5	0.75	43.4175		
Déc	54.64	43.71	43.9	0.95	94.05	24.75	0.95	41.705		
Jan	53.43	42.74	44.93	0.95	94.05	31.35	0.95	42.6835		
Fév	50.27	40.22	57.54	0.75	74.25	31.35	0.70	40.278		
Mars	43.32	34.65	80.94							
Avril	43.03	34.42	110.04							
Mai	36.70	29.36	141.37							
Juin	10.60	8.48	169.98							
Juill	2.30	1.84	166.93							
Août	4.40	3.52	165.73							
									total	4.5

Tableau III.20: Calcul des besoins en eau de petits pois

Mois	P80%	Pe _{eff} (mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)	
Sep	23.55	18.84	113.05							
Oct	44.07	35.26	76.77							
Nov	65.94	52.76	57.89							
Déc	54.64	43.71	43.9	0.40	39.6	17.585	0.45	19.76		
Jan	53.43	42.74	44.93	0.70	69.3	19.8	0.80	35.94		
Fév	50.27	40.22	57.54	0.70	69.3	34.65	1.00	57.54	0.0	
Mars	43.32	34.65	80.94	0.70	69.3	34.65	0.95	76.89	7.6	
Avril	43.03	34.42	110.04	0.70	69.3	0	0.50	55.02	20.6	
Mai	36.70	29.36	141.37							
Juin	10.60	8.48	169.98							
Juill	2.30	1.84	166.93							
Août	4.40	3.52	165.73							
									total	28.19

Tableau III.21: Calcul des besoins en eau de l'Ail

Mois	P80%	Peff(mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RSi-1	KC	ETM	B(mm)
Sep	23.55	18.84	113.05						
Oct	44.07	35.26	76.77						
Nov	65.94	52.76	57.89						
Déc	54.64	43.71	43.9						
Jan	53.43	42.74	44.93						
Fév	50.27	40.22	57.54						
Mars	43.32	34.65	80.94						
Avril	43.03	34.42	110.04						
Mai	36.70	29.36	141.37	0.40	39.6	11.47	1.00	141.37	100.5
Juin	10.60	8.48	169.98	0.40	39.6	0	1.05	178.479	170.0
Juill	2.30	1.84	166.93	0.40	39.6	0	1.05	175.2765	173.4
Août	4.40	3.52	165.73	0.40	39.6	0	1.05	174.0165	170.5
								total	614.47

Hors assolement

Tableau III.22: Calcul des besoins en eau des oliviers

Mois	P80%	Peff(mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RSi-1	KC	ETM	B(mm)
Sep	23.55	18.84	113.05	1.5	148.5	0	0.85	96.09	77.3
Oct	44.07	35.26	76.77	1.5	148.5	9.4	0.85	65.25	20.6
Nov	65.94	52.76	57.89	1.5	148.5	17.6	0.75	43.42	
Déc	54.64	43.71	43.9	1.5	148.5	26.4	0.65	28.54	
Jan	53.43	42.74	44.93	1.5	148.5	21.9	0.65	29.20	
Fév	50.27	40.22	57.54	1.5	148.5	21.4	0.65	37.40	
Mars	43.32	34.65	80.94	1.5	148.5	20.1	0.65	52.61	
Avril	43.03	34.42	110.04	1.5	148.5	17.3	0.65	71.53	19.8
Mai	36.70	29.36	141.37	1.5	148.5	17.2	0.65	91.89	45.3
Juin	10.60	8.48	169.98	1.5	148.5	0	0.85	144.48	136.0
Juill	2.30	1.84	166.93	1.5	148.5	0	0.85	141.89	140.1
Août	4.40	3.52	165.73	1.5	148.5	0	0.85	140.87	137.4
								total	576.34

Tableau III.23: Calcul des besoins en eau des pommiers

Mois	P80%	Peff(mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RSi-1	KC	ETM	B(mm)
Sep	23.55	18.84	113.05	1.5	148.5	0	0.7	79.14	60.3
Oct	44.07	35.26	76.77	1.5	148.5	74.25	0.7	53.74	
Nov	65.94	52.76	57.89	1.5	148.5	74.25	0.7	40.52	0.0
Déc	54.64	43.71	43.9	1.5	148.5	74.25	0.7	30.73	0.0
Jan	53.43	42.74	44.93	1.5	148.5	74.25	0.7	31.45	0.0
Fév	50.27	40.22	57.54	1.5	148.5	74.25	0.7	40.28	0.0
Mars	43.32	34.65	80.94	1.5	148.5	74.25	0.8	64.75	0.0
Avril	43.03	34.42	110.04	1.5	148.5	74.25	0.85	93.53	
Mai	36.70	29.36	141.37	1.5	148.5	74.25	0.85	120.16	16.6
Juin	10.60	8.48	169.98	1.5	148.5	0	0.7	118.99	110.5
Juill	2.30	1.84	166.93	1.5	148.5	0	0.7	116.85	115.0
Août	4.40	3.52	165.73	1.5	148.5	0	0.7	116.01	112.5
								total	414.86

Tableau III.24: Récapitulatif des besoins pour l'assolement I.

Mois	Blé	Orge grain	Luzerne	Oignon + Ail	Pomme de terre(as)	Pomme De terre	Tomate (as)	Chou	Courgette	pommier	Olivier	Bes/max	total
Septembre			54.6					37.7	77.3	60.3	77.3	77.3	307.2
Octobre			14.6	3.1		3.1		18.5			20.6	20.6	59.9
Novembre	0	0								0		0.0	0.0
Décembre	0	0								0		0.0	0.0
Janvier	0									0		0.0	0.0
Février										0		0.0	0.0
Mars	20.6	18.4	10.7		56					0		56.0	105.7
Avril	39.3	59.1	81.1		105		41.8				19.8	105.0	346.1
Mai	35.7	55.5	133.2		138.2		116			16.6	45.3	138.2	540.5
Juin	51	51	204		110.6		136		76.5	110.5	136	204.0	875.6
Juillet			131.7						123.4	115	140.1	140.1	510.2
Août			129.1						137.4	112.5	137.4	137.4	516.4

Tableau III.25 : Récapitulatif des besoins pour l'assolement II

Mois	Orge	Bette rave	Blé	Tomat	Haric (s)	Oigno Vert	Petit pois	Tomate	Ail	pom mier	Olivi er	Bes/ max	Total
Sept		0.0			82.9					60.3	77.3	82.9	220.5
Oct		0.0			30.0						20.6	30	50.6
Nov	0.0	0.0	0.0			4.5				0.0		4.5	4.5
Déc	0.0		0.0							0.0		0	0
Janv			0.0							0.0		0	0
Fév							0.0			0.0		0	0
Mars	18.4	28.8	20.6				7.6			0.0		28.8	75.4
Avr	59.1	31.6	39.3	41.8			20.6	41.8			19.8	59.1	254
Mai	55.5		35.7	116.0				116.0	100.5	16.6	45.3	116	485.6
Juin	51.0		51.0	136.0	76.5			136.0	170.0	110.5	136.0	170	867
Juil					131.7				173.4	115.0	140.1	173.4	560.23 3+
Août					195.4				170.5	112.5	137.4	195.4	615.8

III.4.1. Calcul du débit spécifique

Les débits spécifiques sont définis d'après les besoins en eau de chaque culture évaluée précédemment à partir de la répartition culturale. La dose d'arrosage de la consommation de pointe est donnée sous forme de débit permanent fourni 24 heures sur 24 afin d'assurer les besoins de la consommation mensuelle.

$$q_s = \frac{B_{net} * 10 * 1000}{N_j * N_i * 3600 * E_i} \text{ l/s/ha} \quad \dots \quad \text{(III.4)}$$

Avec:

Bnet : besoin net du mois de pointe en mm/mois.

Ni : nombre des heures d'irrigation=24h

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

Ei : Efficience d'irrigation=75%

On calcule les besoins en eau pour l'assolement le plus exigeant (Assolement I)

D'où les besoins de pointe correspondent au mois de Juin,

Bnet = 867.1mm/mois.

→ **qs=4.46 l/s/ha > 1.5 l/s/ha**

Le débit spécifique obtenu est supérieur à 1.5 l/s/ha

Pour y remédier On prend donc le débit spécifique de la culture la plus exigeante pour le mois de pointe, (luzerne, B=204 mm)

➔ Donc le débit spécifique pris en considération pour notre périmètre est de :

➔ $q_s = 1.1 \text{ l/s /ha}$

III.4.2. Evaluation du débit caractéristique

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

$$Q_{car} = q_s \cdot S \dots\dots\dots (III.5)$$

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

S : la superficie nette à irriguer = 380 ha

➔ $Q_{car} = q_s \cdot S = 1.1 \cdot 350 = 385 \text{ l/s}$.

III.4.3. Estimation des volumes d'eau d'irrigation

Le volume des besoins en eau pour notre périmètre est présenté dans le Tableau suivant.

Tableau III.26 : volumes d'eau d'irrigation

Type des cultures	Surface (Ha)	Besoins en eau net (mm)	Besoins en eau net (m ³ /ha)	Besoins en eau brut (m ³ /ha)	Besoins brut totaux (m ³)
La céréaliculture	122.5 Ha				
Blé	62.5	146.6	1466	1954.67	122166.88
Orge	60	184	1840	2453.33	147199.8
Les fourragères	52.5 Ha				
Luzerne	52.5	759.1	7591	10121.33	531369.86
Le maraichage	122.5 Ha				
Ail +oignon vert	20	3.1	31	41.33	826.6
Pomme de terre (s)	21	3.1	31	41.33	867.93
Pomme de terre (as)	21	325.6	3256	4341.33	91167.93
tomate	20.5	293.8	2938	3917.33	80305.265
Chou	20	56.2	562	749.33	14986.6
courgette	20	414.5	4145	5526.67	110533.4
Les arboricultures	52.5 Ha				
oliviers	30.5	550	5500	7333.33	223666.57
pommiers	22	399.73	3997.3	5329.73	117254.06
				Besoins total	1237895.3m ³

III.6. Conclusion

L'évaluation quantitative des besoins en eau d'irrigation, nécessite de prendre en compte l'information météorologique. Ceci est réalisé par l'intermédiaire des variables pluies (mesurée) et ETP (calculée).

Le débit spécifique est estimé à partir de la culture la plus exigeante du mois de pointe pour l'assolement le plus exigeant est égal à 1.1. Le volume total d'eau d'irrigation pour notre périmètre est estimé à 1. 24 Hm³.

Chapitre IV : Etude du système d'adduction

IV.1. Introduction :

Notre attention dans ce présent chapitre est d'accentuer à la mise au point de la méthodologie d'optimisation du réseau de distribution d'irrigation, qu'est constitué essentiellement par des canalisations enterrées, livrant l'eau sous pression ou graviterementent aux différents exploitants, par l'intermédiaire des bornes (prises) d'arrosages.

IV .2. Alimentation en eau du périmètre :

Le périmètre dont la surface est de 440 Ha, est situé en aval partir du barrage de Hammam Bougherara dont la capacité initiale est de 177 Hm³.

Le périmètre d'étude sera irrigué exclusivement à partir de barrage de hammam Bougherara, dont le volume alloue a l'irrigation est de 35 Hm³.

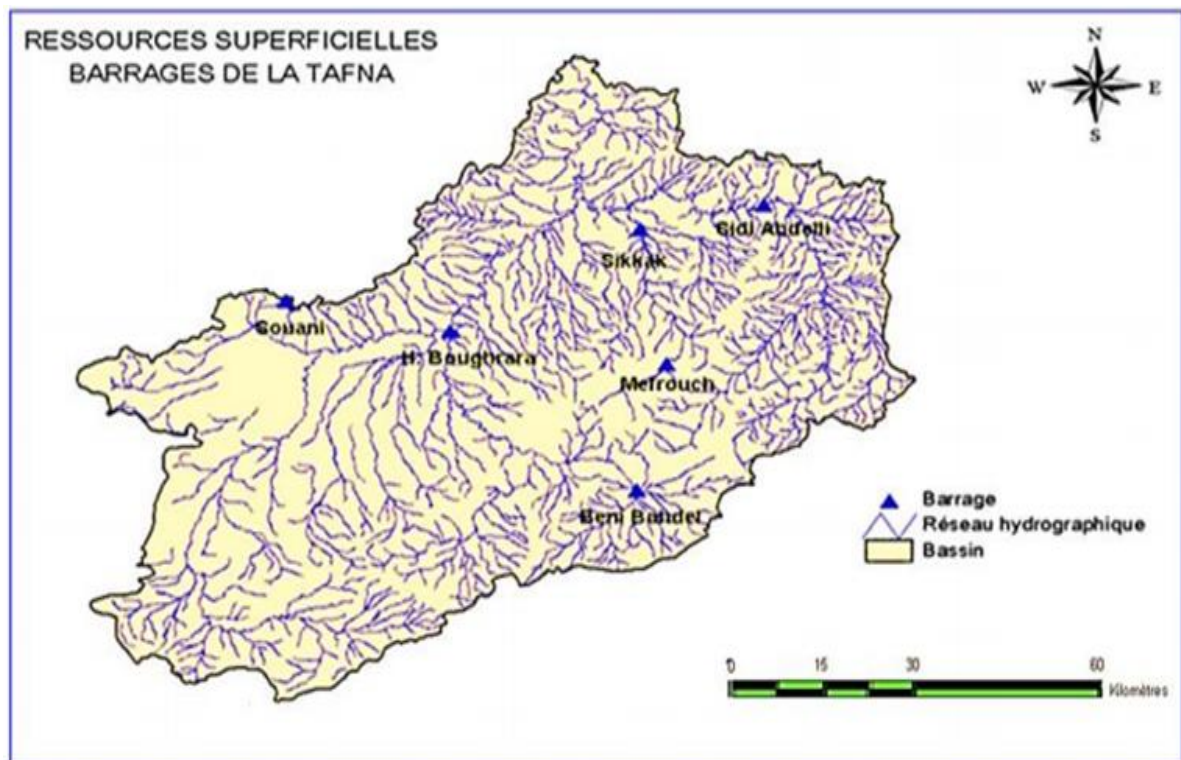


Figure IV.1 : Ouvrages hydrauliques présents dans le bassin de la Tafna

IV.3. Organisation et structure du périmètre :

L'organisation de périmètre est la première contrainte dans l'aménagement d'un périmètre, d'irrigation. Le périmètre est organisé en deux secteurs, et divisé en plusieurs îlots.

IV.3.1. Ilots et bornes d'irrigation:

Le terme « Ilot d'irrigation » est par définition la plus petite entité hydro-agricole desservie par une borne d'irrigation. Pour éviter tout conflit entre agriculteurs, les limites des îlots d'irrigation sont celles des: exploitations ou des parcelles ou à défaut les limites facilement matérialisées sur terrain.

L'organisation d'un périmètre en îlots résulte d'un compromis de plusieurs facteurs topographiques, technico-économique, taille et nombre de parcelles...etc.

IV.3.2. Rôle et fonction de la borne d'irrigation :

La borne assure quatre fonctions :

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

IV.3.3. Calcul du débit aux bornes :

Le débit de chaque borne pouvant desservir un îlot est calculé comme suit :

$$Q_b = q_s \cdot S_i \quad \dots\dots\dots \quad \text{(IV.1)}$$

Avec :

Q_b : Débit de chaque îlot (l/s)

q_s : Débit spécifique (l/s/ha)

S_i : Superficie de l'îlot (ha)

IV.3.4. Choix du diamètre et du type des bornes :

Le choix du type de borne dépend de la surface de l'îlot et du nombre de parcelles.

Généralement on admet :

- Pour les îlots qui ont un nombre de parcelles entre [4 -8], et dont la superficie est inférieure à 15 ha, on prend la borne à quatre prises (Borne de type A4).

- Pour les ilots qui ont deux parcelles et dont la superficie est inférieure à 15 ha, on prend la borne à deux prises (borne de type A2).
- Pour les ilots qui ont deux parcelles et dont la superficie dépasse 15 ha, on prend la borne à deux prises (Borne de type B).
- Pour les grands ilots ($S > 50$ ha) on prévoit des bornes de type C.

Tableau IV.1: Type de bornes en fonction de superficies des ilots

Type	Débit fourni	Entrée	Sortie (prise)
Type A2	$Q < 40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11) l/s	1 Entrée $\Phi 80,100$	2 Entrée $\Phi 65$
Type A4	$Q < 40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11) l/s	2 Entrée $\Phi 80,100$	4 Entrée $\Phi 65$
Type B	$40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11) l/s $< Q < 80$ m^3/h (22.22) l/s	2 Entrée $\Phi 80,100,125$	2 Entrée $\Phi 100$
Type C	$Q > 80 \text{ m}^3/\text{h}$ (33.33) l/s	2 Entrée $\Phi 80,100,125$	1 Entrée $\Phi 150$

Tableau IV.2 : Calcul des débits des ilots et choix du type de bornes.

N° de l'ilot	Superficie d'ilot (Ha)	Débit d'Ilot (l/s)	N° de borne	Matériel	Corp de régulation (mm)	Type de borne
IL1	12.03	13.23	B1	PEHD	100	1 x borne d'irrigation type B
IL2	10.46	11.51	B2	PEHD	100	1 x borne d'irrigation type B
IL3	8.53	9.38	B3	PEHD	65	1 x borne d'irrigation type A
IL4	11.99	13.19	B4	PEHD	100	1 x borne d'irrigation type B
IL5	13.22	14.54	B5	PEHD	100	1x borne d'irrigation type B
IL6	10.52	11.57	B6	PEHD	100	1 x borne d'irrigation type B
IL7	5.33	5.86	B7	PEHD	65	1 x borne d'irrigation type A
IL8	1.27	1.40	B8	PEHD	65	1 x borne d'irrigation type A
IL9	11.41	12.55	B9	PEHD	100	1 x borne d'irrigation type B
IL10	2.51	2.76	B10	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A
IL11	1.18	1.30	B11	PEHD	65	1 x borne d'irrigation type A
IL12	3.53	3.88	B12	PEHD	65	1 x borne d'irrigation type A
IL13	1.81	1.99	B13	PEHD	65	1 x borne d'irrigation type A
IL14	1.33	1.46	B14	PEHD	65	1 x borne d'irrigation type A
IL15	6.46	7.11	B15	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A
IL16	3.42	3.76	B16	PEHD	65	1 x borne d'irrigation type A
IL17	2.29	2.52	B17	PEHD	65	1 x borne d'irrigation type A
IL18	1.26	1.39	B18	PEHD	65	1 x borne d'irrigation type A
IL19	7.07	7.78	B19	PEHD	65	1 x borne d'irrigation type A
IL20	1.56	1.72	B20	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A

IL21	14.25	15.68	B21	PEHD	100	1 x borne d'irrigation type B
IL22	6.03	6.63	B22	PEHD	65	1 x borne d'irrigation type A
IL23	4.57	5.03	B23	PEHD	65	1 x borne d'irrigation type A
IL24	7.56	8.32	B24	PEHD	65	1 x borne d'irrigation type A
IL25	16.27	17.90	B25	PEHD	100	1x borne d'irrigation type B
IL26	3.22	3.54	B26	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A
IL27	5.69	6.26	B27	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A
IL28	11.59	12.75	B28	PEHD	100	1x borne d'irrigation type B
IL29	0.92	1.01	B29	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A
IL30	1.73	1.90	B30	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A
IL31	10.5	11.55	B31	PEHD	100	1x borne d'irrigation type B
IL32	2.23	2.45	B32	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A
IL33	11.9	13.09	B33	PEHD	100	1x borne d'irrigation type B
IL34	0.79	0.87	B34	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A
IL35	0.99	1.09	B35	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A
IL36	2.19	2.41	B36	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A
IL37	3.6	3.96	B37	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A
IL38	2.87	3.16	B38	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A
IL39	1.83	2.01	B39	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A
IL40	0.86	0.95	B40	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A
IL41	17.96	19.76	B41	PEHD	100	1x borne d'irrigation type B
IL42	7.77	8.55	B42	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A
IL43	2.36	2.60	B43	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A
IL45	9.5	10.45	B44	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A
IL46	4.04	4.44	B45	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A
IL47	4.95	5.45	B46	PEHD	65	1x borne d'irrigation type A

Tableau IV.3 : Nombre d'irrigation du chaque secteur.

Secteur	Superficie (ha)	Nombre d'ilots irrigué	Nombre de Bornes	Nombre d'irrigants	Sup. moy. /lot (ha)	Débit Spécifique (l/s/ha)
I	350	47	46	46	7	1,1

IV.4. Description de l'aménagement du périmètre :

Le périmètre d'irrigation est située à l'aval du barrage de Hammam Bougherara, pour cela 2 variantes sont proposées pour l'aménagement de ce périmètre, gravitaire et sous pression.

IV.4.2.1. Variante 1 :

Etant donné, que le périmètre est situé en aval, la variante retenue est celle du réseau gravitaire sans pompage et donc sans réservoir. Une conduite enterrée en PEHD part de la chambre des vannes vers la station de tête, qui alimentera notre secteur.

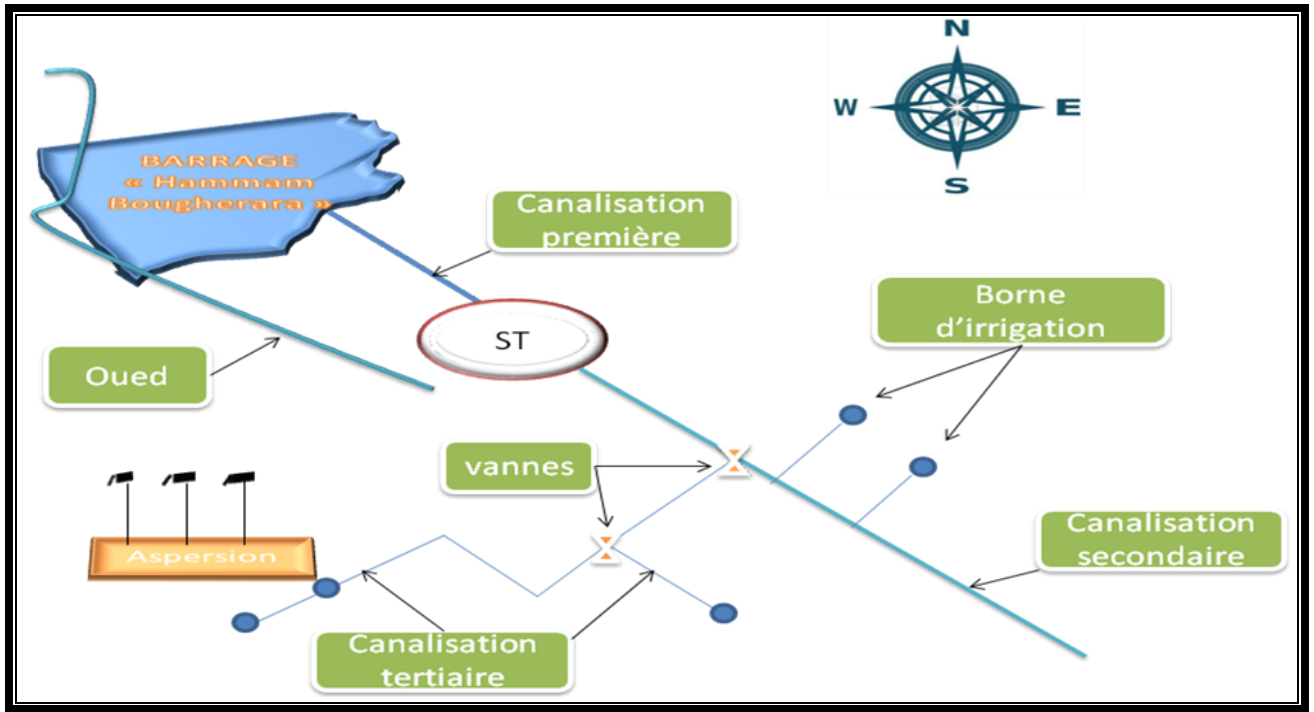


Figure IV.1 : Schéma descriptif de la variante 1 (gravitaire).

IV.4.2.2. La variante 2 :

Qui consiste à alimenter le périmètre à partir d'un pompage qui va alimenter un réservoir de stockage sur la rive gauche du périmètre. Cette variante sera testée, pour voir si les pressions de service au niveau des bornes sont suffisantes.

Choix de la variante

La variante d'adduction retenue pour l'irrigation du périmètre Haute Tafna à partir du barrage Hammam Boughrara doit répondre aux conditions hydrauliques de desserte du périmètre d'irrigation en présentant une meilleure gestion, d'exploitation.

Pour cela et d'après l'analyse des conditions du choix de la variante on constate que la variante 1 est la plus adaptée pour notre cas.

IV.4.3. Tracé du réseau de distribution :

IV.4.3.1 Choix du tracé:

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

- Il est important de chercher un profil en long aussi régulier que possible pour éliminer les contres pentes, le tracé doit être le plus court possible ;
- Éviter le phénomène de cavitation qui peut engendrer les éclatements et vibration de la canalisation au cours de la phase de surpression ;
- Éviter les forêts, bois et zones marécageuses ;
- Éviter autant que possible la traversée des obstacles (routes, voies ferrées, canaux, oueds,...) ;

IV.4.4. Choix des matériaux des canalisations

Fonte

Le tuyau en fonte a longtemps été le matériau standard pour le transport de l'eau et des égouts dans les services municipaux, les services d'utilités publiques et les industries. La durée de vie du tuyau de fonte ductile est généralement estimée à 100 ans ou plus.

Le tuyau de fonte ductile, un produit de métallurgie avancé, offre des propriétés uniques de transport de l'eau sous pression et pour d'autres usages. Il combine la résistance physique de l'acier structural à la durabilité de la fonte grise.

PEHD (polyéthylène)

Le PEHD résiste bien aux chocs, même à basse température. C'est donc un matériau qui ne craint pas l'ambiance rude des chantiers, et des différents chocs dans les locaux techniques. D'autre part, il n'est pas sensible aux chocs thermiques

Les canalisations PEHD s'inscrivent dans un programme complet :

- Fluides sous pression PN 2,5 à 25
- Fluides basse pression - Ecoulement - Assainissement
- Eau potable (PEHD bandes bleues)
- Gaz (PEHD bandes jaunes)

PRV (polyester renforcé verre) :

C'est un matériau composite constitué d'une matrice polymère (appelée résine) renforcée par des fibres ou parfois par des microsphères de verre, Ses propriétés de résistance (mécanique, chimique) et sa densité sont très favorables, comparé aux métaux.et sa résistance à la corrosion.

Le PRV permet de donner des réponses à ces problématiques grâce à ses propriétés mécanique et physico chimique :

- Etanchéité totale grâce au système de manchonnage REKA avec joint multi lèvre en EPDM
- Insensibilité totale à la corrosion par l'utilisation de résine polyester UP. Insensibilité aux courants vagabonds, à l'agressivité des sols (sol acides, sols pollués, nappe saumâtre, ...)
- Résistance pH1 à 10
- Insensibilité à l'H₂S
- Propriétés hydrauliques très élevées et stables dans le temps.

IV.4.5. Dimensionnement de l'adduction (Desserte gravitaire) :

La variante 2 permet d'alimenter le périmètre à travers un système refoulement-adduction. L'implantation d'un réservoir permet d'assurer une irrigation en continue et une charge appréciable aux bornes d'irrigation.

Pour la variante choisie, les calculs ont été initialisés sous la cote du niveau moyen de la retenue à **290 m**.

IV.4.6. Dimensionnement hydraulique des canalisations

Calcul des diamètres :

Le calcul des diamètres est réalisé sur la base des débits véhiculés par le tronçon de conduite, et les vitesses.

La formule de « LABYE "nous donne une approche du diamètre économique qu'on normalise :

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}} \times 1000 \quad \dots\dots\dots (IV.2)$$

Avec : **Q** : débit, exprimé en m³/s ;

D : diamètre exprimé en mm

V : vitesse d'écoulement dans les conduites.

Vitesse admissible :

La vitesse admissible varie entre 0.5 m/s, comme vitesse inférieure, et 2.5 m/s comme vitesse maximum. Dans notre étude, on prend une vitesse moyenne dans la conduite égale à 1.5 m/s.

Calcul des pertes de charge :

Les pertes de charge unitaires, ont été définies par la formule de HAZEN WILLIAM, qui est donnée par la formule suivante :

$$J = \left(\frac{3.592}{CH_w} \right)^{1.852} \times \frac{L}{D^{4.87}} \times Q^{1.852} \quad \dots\dots\dots \quad (IV.3)$$

Avec :

J: Pertes de charge unitaire en m

Q: Débit en m³/s

D: Diamètre de la conduite considérée

L : longueur de tronçon en m

CH_w : coefficient de Hazan williams

Dans notre cas, les conduites seront en fonte si leur diamètre est supérieur ou égal à 315mm et en PEHD dans le cas contraire. Pour une conduite en fonte/PEHD, nous a les caractéristiques suivantes :

Les pertes de charge singulières sont estimées à **10%** des pertes de charge linéaires. Les calculs hydrauliques sont détaillés dans le tableau qui suivra.

Calcul des pressions aux bornes

L'estimation des pressions des bornes est basée sur le principe de Bernoulli entre le point A et le point B :

$$Z_1 + h_1 + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + h_{21} + \frac{V_2^2}{2g} + \Delta H \quad (IV.4)$$

Où h₁ et h₂ sont les hauteurs de pressions

V₁ et V₂ sont les vitesses d'écoulement dans A et B

Z₁ et Z₂ sont les côtes du terrain naturel.

ΔH : sont les pertes de charge entre A et B.

Les calculs sont détaillés dans le tableau IV.4

Tableau IV.4 : pressions au niveau des bornes

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L(km)	Surface(Ha)	débit Q(l/s)	débit Q(m ³ /S)	Diamètre calculé(mm)	Diamètre Normalisé(mm)	Matériau	Vitesse réelle (m/s)	Perte de charge Totale (m/m)	Cote terrain aval Z(m)	Cote piézométrique (m)	Pression (m)	Pression (m)
R-ST	1744.0	1.74	350.00	385.00	0.39	571.81	600.00	Fonte	1.36	5.12	253.10	284.88	31.78	3.2
ST-N1	125.0	0.13	350.00	385.00	0.39	571.81	600.00	Fonte	1.36	0.37	250.00	284.52	34.52	3.5
N1-B1	63.00	0.06	12.00	13.20	0.01	105.88	125.00	PEHD	1.08	0.74	247.50	283.77	36.27	3.6
N1-N2	172.00	0.17	338.00	371.80	0.37	561.92	600.00	Fonte	1.31	0.47	249.80	284.04	34.24	3.4
N2-B2	60.00	0.06	10.46	11.51	0.01	98.85	125.00	PEHD	0.94	0.55	249.00	283.49	34.49	3.4
N2-N3	400.00	0.40	327.54	360.29	0.36	553.16	600.00	Fonte	1.27	1.04	248.90	283.00	34.10	3.4
N3-B3	56.00	0.06	8.53	9.38	0.01	89.27	110.00	PEHD	0.99	0.65	248.50	282.35	33.85	3.4
N3-N4	246.00	0.25	319.01	350.91	0.35	545.91	600.00	Fonte	1.24	0.61	246.00	282.40	36.40	3.6
N4-B4	74.00	0.07	11.49	12.64	0.01	103.60	110.00	PEHD	1.33	1.50	245.60	280.89	35.29	3.5
N4-N5	276.00	0.28	307.52	338.27	0.34	535.98	600.00	Fonte	1.20	0.64	245.00	281.76	36.76	3.7
N5-B5	35.00	0.04	13.22	14.54	0.01	111.13	125.00	PEHD	1.18	0.49	244.80	281.26	36.46	3.6
N5-N6	234.00	0.23	294.30	323.73	0.32	524.34	600.00	Fonte	1.14	0.50	242.20	281.26	39.06	3.9
N6-B6	42.00	0.04	10.52	11.57	0.01	99.13	125.00	PEHD	0.94	0.39	242.00	280.87	38.87	3.9
N6-N7	216.00	0.22	283.78	312.16	0.31	514.88	600.00	Fonte	1.10	0.43	242.80	280.83	38.03	3.8
N7-B7	47.00	0.05	5.33	5.86	0.01	70.56	75.00	PEHD	1.33	1.49	242.50	279.35	36.85	3.7
N7-N8	2070.0	2.07	278.45	306.30	0.31	510.02	600.00	Fonte	1.08	3.98	231.50	276.85	45.35	4.5
N8-B8	83.90	0.08	12.68	13.95	0.01	108.84	125.00	PEHD	1.14	1.10	231.10	275.76	44.66	4.5
N8-N9	267.00	0.27	264.59	291.05	0.29	497.17	500.00	Fonte	1.48	1.13	235.90	275.72	39.82	4.0
N9-B9	130.00	0.13	7.22	7.94	0.01	82.13	110.00	PEHD	0.84	1.12	230.00	274.60	44.60	4.5
B9-B10	124.00	0.12	3.53	3.88	0.00	57.43	75.00	PEHD	0.88	1.83	229.70	272.78	43.08	4.3
N9-N10	89.00	0.09	258.37	284.21	0.28	491.29	500.00	Fonte	1.45	0.36	238.60	275.36	36.76	3.7
N10-B11	61.00	0.06	9.60	10.56	0.01	94.70	110.00	PEHD	1.11	0.89	235.40	274.47	39.07	3.9
B11-B12	179.00	0.18	6.46	7.11	0.01	77.68	90.00	PEHD	1.12	3.32	232.10	271.15	39.05	3.9
N10-N11	163.40	0.16	242.31	266.54	0.27	475.77	500.00	Fonte	1.36	0.59	240.00	274.77	34.77	3.5
N11-B13	72.50	0.07	3.42	3.76	0.00	56.52	63.00	PEHD	1.21	2.36	239.70	272.41	32.71	3.3
N11-N12	198.00	0.20	238.89	262.78	0.26	472.41	500.00	Fonte	1.34	0.70	237.10	274.07	36.97	3.7
N12-B14	59.00	0.06	2.29	2.52	0.00	46.25	63.00	PEHD	0.81	0.91	236.90	273.16	36.26	3.6

N12-N13	162.00	0.16	236.60	260.26	0.26	470.14	500.00	Fonte	1.33	0.56	235.10	273.51	38.41	3.8
N13-B15	40.40	0.04	1.26	1.39	0.00	34.31	63.00	PEHD	0.44	0.21	235.00	273.31	38.31	3.8
N13-N14	204.80	0.20	241.98	266.18	0.27	475.45	500.00	Fonte	1.36	0.74	240.15	272.78	32.63	3.3
N14-B16	155.60	0.16	98.33	108.16	0.11	303.08	315.00	PEHD	1.39	1.00	225.20	271.77	46.57	4.7
B16-B17	133.00	0.13	26.41	29.05	0.03	157.07	200.00	PEHD	0.92	0.69	225.10	271.09	45.99	4.6
B17-B18	167.00	0.17	24.85	27.34	0.03	152.36	160.00	PEHD	1.36	2.28	224.80	268.80	44.00	4.4
B18-B19	230.00	0.23	10.60	11.66	0.01	99.51	115.00	PEHD	1.12	3.24	221.50	265.57	44.07	4.4
B19-B20	100.00	0.10	4.57	5.03	0.01	65.34	75.00	PEHD	1.14	2.38	223.00	263.19	40.19	4.0
B16-B21	508.00	0.51	71.92	79.11	0.08	259.20	315.00	PEHD	1.02	1.83	229.90	269.94	40.04	4.0
B21-B22	302.00	0.30	37.08	40.79	0.04	186.12	200.00	PEHD	1.30	2.92	233.90	267.02	33.12	3.3
B22-B23	210.00	0.21	20.81	22.89	0.02	139.43	160.00	PEHD	1.14	2.07	232.60	264.95	32.35	3.2
B23-B24	266.00	0.27	17.59	19.35	0.02	128.19	160.00	PEHD	0.96	1.92	235.10	263.03	27.93	2.8
B24-B25	152.00	0.15	11.90	13.09	0.01	105.44	125.00	PEHD	1.07	1.77	235.80	261.27	25.47	2.5
B21-N15	196.00	0.20	27.28	30.01	0.03	159.64	160.00	PEHD	1.49	3.18	228.60	266.76	38.16	3.8
N15-B26	37.00	0.04	13.15	14.47	0.01	110.84	125.00	PEHD	1.18	0.52	228.20	266.24	38.04	3.8
B26-B27	45.00	0.05	11.87	13.06	0.01	105.30	110.00	PEHD	1.37	0.97	228.00	265.27	37.27	3.7
B27-B28	125.00	0.13	10.50	11.55	0.01	99.04	110.00	PEHD	1.22	2.15	226.00	263.12	37.12	3.7
N15-B29	55.00	0.06	14.13	15.54	0.02	114.89	125.00	PEHD	1.27	0.88	237.00	265.88	28.88	2.9
B29-B30	274.50	0.27	11.90	13.09	0.01	105.44	125.00	PEHD	1.07	3.19	239.00	262.68	23.68	2.4
N14-N16	1081.0	1.08	138.00	151.80	0.15	359.05	400.00	Fonte	1.21	4.08	233.10	268.70	35.60	3.6
N16-B31	67.00	0.07	3.97	4.37	0.00	60.90	63.00	PEHD	1.40	2.87	232.80	265.83	33.03	3.3
B31-B32	72.00	0.07	2.19	2.41	0.00	45.23	63.00	PEHD	0.77	1.02	232.00	264.80	32.80	3.3
N16-N17	218.70	0.22	134.03	147.43	0.15	353.85	400.00	Fonte	1.17	0.78	230.50	267.92	37.42	3.7
N17-B33	160.00	0.16	6.47	7.12	0.01	77.74	90.00	PEHD	1.12	2.98	230.00	264.94	34.94	3.5
N17-N18	271.00	0.27	127.56	140.32	0.14	345.20	400.00	Fonte	1.12	0.88	228.20	267.03	38.83	3.9
N18-B34	91.00	0.09	41.50	45.65	0.05	196.90	200.00	PEHD	1.45	1.08	225.60	265.95	40.35	4.0
B34-B35	95.00	0.10	38.81	42.69	0.04	190.41	200.00	PEHD	1.36	1.00	224.90	264.95	40.05	4.0
B35-B36	445.60	0.45	2.36	2.60	0.00	46.95	63.00	PEHD	0.83	7.28	224.00	257.67	33.67	3.4
B36-B37	172.00	0.17	18.49	20.34	0.02	131.43	160.00	PEHD	1.01	1.36	224.40	256.31	31.91	3.2
B37-A4	58.00	0.06	18.49	20.34	0.02	131.43	160.00	PEHD	1.01	0.46	224.60	255.85	31.25	3.1
A4-B38	145.00	0.15	9.50	10.45	0.01	94.21	110.00	PEHD	1.10	2.07	224.10	253.78	29.68	3.0
A4-B39	86.00	0.09	8.99	9.89	0.01	91.64	110.00	PEHD	1.04	1.11	224.70	254.74	30.04	3.0

B39-B40	195.00	0.20	4.95	5.45	0.01	68.00	75.00	PEHD	1.23	5.38	223.80	249.36	25.56	2.6
N18-N19	317.00	0.32	86.06	94.67	0.09	283.54	315.00	PEHD	1.21	1.60	226.70	265.44	38.74	3.9
N19-B41	307.00	0.31	17.61	19.37	0.02	128.26	160.00	PEHD	0.96	2.22	222.40	263.22	40.82	4.1
N19-N20	205.00	0.21	68.45	75.30	0.08	252.87	315.00	PEHD	0.97	0.68	225.60	264.76	39.16	3.9
N20-B42	274.00	0.27	10.58	11.64	0.01	99.42	110.00	PEHD	1.22	4.78	221.90	259.99	38.09	3.8
N20-N21	137.00	0.14	57.87	63.66	0.06	232.51	315.00	PEHD	0.82	0.33	225.20	264.43	39.23	3.9
N21-A6	591.00	0.59	14.32	15.75	0.02	115.66	125.00	PEHD	1.28	9.68	216.30	254.75	38.45	3.8
A6-B43	40.00	0.04	41.71	45.88	0.05	197.39	200.00	PEHD	1.46	0.48	212.90	254.27	41.37	4.1
A6-B44	150.00	0.15	27.39	30.13	0.03	159.96	200.00	PEHD	0.96	0.83	214.30	253.92	39.62	4.0
B44-B45	408.00	0.41	15.39	16.93	0.02	119.90	125.00	PEHD	1.38	7.64	214.10	246.28	32.18	3.2
B45-B46	207.00	0.21	8.17	8.99	0.01	87.36	90.00	PEHD	1.41	5.94	213.50	240.34	26.84	2.7

IV. 8 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons abordé les variantes d'aménagement du système d'adduction et détaillé les structures et facteurs régissant la conception et la gestion d'un système d'adduction ainsi que les calculs hydraulique des canalisations.

Nous avons entamé le calcul hydraulique des canalisations du système d'adduction du périmètre d'étude, ce qui a permis d'estimer les diamètres des canalisations et les pressions aux bornes.

Ces pressions sont généralement satisfaisantes et dans certains cas supérieures à 2.5 bars, ce qui permet l'introduction de réseaux d'irrigation performants tels que l'aspersion et le système goutte à goutte.

CHAPITRE IV : ETUDE DU SYSTEME D'ADDUCTION.....	49
IV.1. INTRODUCTION :	49
IV .2. ALIMENTATION EN EAU DU PERIMETRE :	49
IV.3.ORGANISATION ET STRUCTURE DU PERIMETRE :	50
<i>IV.3.1. Ilots et bornes d'irrigation:</i>	50
<i>IV.3.2. Rôle et fonction de la borne d'irrigation :</i>	50
<i>IV.3.3. Calcul du débit aux bornes :</i>	50
<i>IV.3.4. Choix du diamètre et du type des bornes :</i>	50
Tableau IV.1: Type de bornes en fonction de superficies des ilots	51
Tableau IV.2 : Calcul des débits des ilots et choix du type de bornes.	51
Tableau IV.3 : Nombre d'irrigation du chaque secteur.	52
IV.4. DESCRIPTION DE L'AMENAGEMENT DU PERIMETRE :	52
<i>IV.4.2.1. Variante 1 :</i>	53
<i>IV.4.2.2. La variante 2 :</i>	53
<i>IV.4.3. Tracé du réseau de distribution :</i>	54
IV.4.3.1 Choix du tracé.....	54
<i>IV.4.4. Choix des matériaux des canalisations</i>	54
Fonte	54
PEHD (polyéthylène).....	54
PRV (polyester renforcé verre) :.....	54
<i>IV.4.5. Dimensionnement de l'adduction (Desserte gravitaire) :</i>	55
<i>IV.4.6. Dimensionnement hydraulique des canalisations</i>	55
<i>Calcul des diamètres :</i>	55
<i>Vitesse admissible :</i>	55
Calcul des pertes de charge :	56
Calcul des pressions aux bornes.....	56
Tableau IV.4 : pressions au niveau des bornes.....	56
IV. 8 CONCLUSION	60

Chapitre V : Techniques d'irrigation

V.1 Introduction

Dans ce présent chapitre on va présenter les techniques d'irrigation et analyser les différents paramètres qui nous permettront de choisir la technique la plus convenable pour notre périmètre.

V.2 Choix des techniques d'irrigation

Pour le choix des techniques d'irrigation, plusieurs facteurs sont à prendre en considération a savoir:

- Les conditions climatiques de la région d'étude
- La pente du terrain à irriguer.
- Le débit dont on dispose.
- Nature du sol (perméabilité).
- Nature des cultures.
- Facteurs économiques.
- Rentabilité de l'opération.

V.2.1 Différentes techniques d'arrosages

Les techniques d'arrosages sont majoritairement réparties en trois classes :

- L'irrigation gravitaire ou de surface.
- L'irrigation par aspersion (sous pression).
- L'irrigation par micro-irrigation (sous pression).

V.2.1.1 Irrigation gravitaire

La technique de l'irrigation gravitaire encore appelée irrigation de surface consiste à prélever l'eau en un point haut et la laisser s'écouler par gravité. La totalité du champ peut être submergée en apportant de grandes quantités d'eau, ou bien l'eau peut être dirigée vers des raies (séguia) ou des planches d'irrigation.



Figure V.1 : Irrigation gravitaire

On distingue :

A. Irrigation par ruissellement

Cette méthode consiste à faire couler l'eau sur la surface du sol qui s'y infiltre verticalement. On laisse l'eau s'écouler le temps qu'il faut pour le sol puisse s'humecter jusqu'à la profondeur de la couche active.

B. Irrigation à la raie

L'irrigation à la raie consiste à aménager des petites rigoles (sillons) de terre dans le sens de la pente du terrain pour transporter l'eau entre les rangées de cultures. Cette méthode est essentiellement appropriée pour les cultures qui ne tolèrent pas la submersion de leurs feuillages ou de leur collet par les eaux pour un temps trop long. Elle convient pour les terrains en pente, et pour plusieurs types de sol.

La longueur des sillons dépend de la pente du terrain naturel, du type de sol, du débit d'eau, de la dose d'irrigation.

C. Arrosage par submersion

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

D. Irrigation en planches

Dans ce type d'irrigation, le champ à irriguer est divisé en planches par des diguettes parallèles. Les planches sont de longues bandes de terrain, aménagées en pente douce, l'alimentation en eau des planches est réalisée soit à l'aide de prises d'eau aménagées sur le canal d'amenée et équipée d'une vannette, soit par des siphons ou une gain souple.

Avantages et les inconvénients de l'irrigation par gravité

❖ **Avantage**

- Permet d'irriguer des grandes surfaces
- Coût d'investissement relativement faible.
- Besoins en énergie nuls.

❖ **Inconvénients**

- Elle nécessite un aménagement préalable du terrain.
- Le volume d'eau utilisé est important.
- Pertes d'eau considérable.
- Elle nécessite beaucoup de mains d'œuvre.
- La durée de l'arrosage est plus longue.

V.2.1.2 Irrigation par aspersion

Cette technique est conçue sur le modèle de la pluie naturelle, l'eau est diffusée sous forme d'une pluie artificielle dont le but est l'application uniforme de l'eau sur l'aire occupée par la culture. Le système d'irrigation doit être conçu pour appliquer l'eau à un taux inférieur à la capacité d'infiltration du sol et éviter ainsi les pertes par ruissellement.



Figure V.2 : Irrigation par aspersion

Avantages et les inconvénients de l'irrigation par aspersion

❖ **Avantages**

- Elle ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface d'irrigation.
- Elle provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie.
- Elle réalise une importante économie d'eau par comparaison avec les autres systèmes d'irrigation ; elle permet un dosage précis et une répartition régulière de la quantité d'eau distribuée.
- Elle met à la disposition des exploitants des conditions d'arrosage très souples.

❖ **Inconvénients**

- Elle nécessite au départ, pour chaque irrigant une dépense importante de premier établissement et qu'elle exige souvent une nombreuse main d'œuvre d'explication.
- Elle favorise l'évaporation qui est d'autant plus intense que les gouttelettes sont plus fines et l'air plus sec.
- Elle favorise le développement des mauvaises herbes.

V.2.1.3. Irrigation localisée (Goutte à goutte)

Le principe de la micro-irrigation est d'apporter au plus près de la plante l'eau qu'elle consomme en limitant au maximum les pertes éventuelles par évaporation, percolation, ruissellement observés sur tous les autres systèmes d'irrigation. Cette application est donc localisée.



Figure V.3 : Irrigation par goutte à goutte

Avantages et inconvénients de l'irrigation localisée

❖ **Avantages**

➤ **Efficienc e de l'eau**

Peu de pertes par évaporation, puisqu'il n'y a pas de trajectoire aérienne des gouttes d'eau, que le feuillage n'est pas humidifié inutilement, qu'une partie de la surface du sol reste sèche, que la croissance des mauvaises herbes est très limitée (Rieul, 1992).

Il n'y a pas de ruissellement, pas de débordement sur les parcelles voisines ; les doses peuvent être mesurées avec précision, ce qui évite les pertes par percolation dans le sol. La répartition de l'eau n'est pas affectée par le vent, les irrégularités du terrain ne gênent pas.

❖ **Inconvénients de l'irrigation localisée**

➤ **L'obstruction des goutteurs**

Des particules de sable, des dépôts lents d'argile ou de limons, des précipitations chimiques, le développement de micro-organismes favorisent l'obstruction des orifices des goutteurs. Le meilleur moyen de prévenir ces obstructions est un procédé par de filtration soignée de l'eau.

➤ **Accumulation de sels**

Pendant la période d'irrigation les sels sont peu refoulés à la périphérie du bulbe humide, plus spécialement près de la surface du sol. Une pluie légère risque alors de les entrainer vers les racines, ce qui est très dommageable.

V.3 Choix de la technique d'arrosage

Pour pouvoir choisir la technique d'irrigation convenable, il est nécessaire de connaître toutes les contraintes de chaque type d'arrosage. Une analyse multicritères des techniques d'arrosage basée sur différentes contraintes est nécessaire pour aboutir au choix de la technique d'irrigation la plus adéquate pour la zone considérée, notre analyse est détaillée comme suit :

Tableau V.1 : Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage

Contraintes	Irrigation de surface par Rigole	Irrigation par Aspersion	Irrigation Localisée
Evaporation			
Vent (1.9 m/s)	+		
Texture (argileux-limoneuse)	+++	++	+++
Perméabilité (bonne)	++	+	+++
Pente	++	++	+++
Qualité d'eau (moyenne)	+	+++	+++
	++	++	+++
Cultures		++	+
▪ Maraîchage			
▪ Céréales	+++	+++	+++
▪ Arbres	x	+++	x
	+++		
Contraintes économiques		x	+++
▪ économie d'eau	X	++	+++

Remarque

x: inadéquat ou déconseillé ; +: Adapté avec réserve;

+ + : Adapté ; + + + : Très Adapté

V.4 Conclusion

Les techniques à adopter pour l'irrigation de notre périmètre sont l'irrigation localisée et l'irrigation par aspersion.

Chapitre VI : Dimensionnement à la parcelle

VII.1.Introduction :

Parmi les différentes options techniques qui sont à envisager lors de l'élaboration d'un schéma d'aménagement, le choix de la technique d'irrigation constitue un point primordial.

Ce chapitre est dédié au dimensionnement d'un réseau d'irrigation à la parcelle à savoir l'aspersion et le système goutte à goutte en tenant compte des contraintes de la zone du périmètre de la Tafna.

Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte

Le réseau d'irrigation sera installé sur la parcelle N° alimentée par la borne N° 31 et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 2.6 bars. La surface de l'exploitation est de 4.49 ha et présente une forme relativement rectangulaire.

I.1.Données générales

Culture : pommier : Besoin de pointe : 115 mm (Juin)

Organisation du réseau : Avec un écartement de 4*4m, et un espacement des goutteurs 2 m,

- -surface : **1.49** ha. -Longueur : **140** m. -Largeur : 60 m.

Caractéristique du goutteur :

- Débit nominal : 4 l/h Pression nominale : 10 m.c.e
- Espacement des goutteurs : 2 m Le nombre de goutteurs par arbre : 2

I.2.Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée

I.2.1.Influence du taux de couverture du sol

On applique à L'ETM un coefficient de réduction : K_r dépend du taux de couverture du sol ($C_s = 60\%$) pour les plantes adultes. K_r peut être calculé par diverses formules proposées ci-après

- La formule de Freeman et Garzoli

$$K_r = C_s + 0.5(1 - C_s) \quad \dots\dots\dots \quad \text{(VI.1)}$$

Ex : Pour notre cas on considère un taux de couverture égale à 60% (pour les arbres adultes) donc : $K_r = 0.80$.

$$B_{ij} = B_j \cdot K_r \quad B_j = ETM_c = (115/30) \cdot 0.8 = 3.1 \text{ mm/j} \dots\dots\dots \quad (VI.2)$$

I.2.2. Dose nette pratique :

Détermination d'une fraction ou pourcentage d'humidification (P) du bulbe humide dans la zone racinaire. La dose (RFU) étant définie par le paramètre (P) :

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Y \cdot Z \cdot d_a \cdot P\% = RFU \cdot P\% \dots\dots\dots \quad (VI.3)$$

H_{cc} : (26%), H_{pf} : (15%) ; Y : (2/3) ; Z : P. racines (1500 mm), $d_a = 1.35$

P : Pourcentage du sol humidifié.

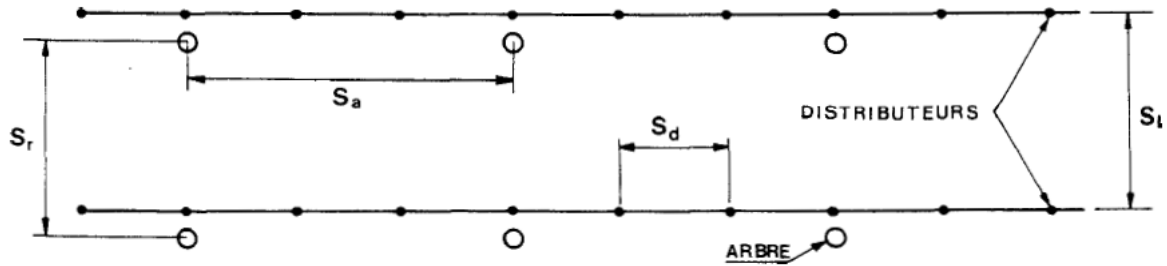


Figure N°VI.I : calcul du pourcentage d'humidification

$$P\% = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot S_h}{S_a \cdot S_r} \dots\dots\dots \quad (VI.4)$$

P : Volume du sol humidifié

N : Nombre de point (de goutteurs) de distribution par arbre = 2.

S_{pd} : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre = (≈ 2 m).

S_h : Largeur de la bande humidifiée (tirée de la table) = 1m (arbres).

S_r : Ecartement entre rangs d'arbre (4m).

S_a : espacement des arbres sur les rangs (4m).

$$P\% = \frac{2 \cdot 2 \cdot 1}{4 \cdot 4} = 25\%$$

$$D_p = (26 - 15) / 100 \cdot 1500 \cdot 2 / 3 \cdot 1,35 \cdot 0.25 = \quad \mathbf{D_p = 37.13 \text{ mm.}}$$

I.2.3. Fréquence et intervalle des arrosages (Fr):

L'intervalle entre deux d'arrosage (tour d'eau) est donné par la formule suivante :

$$Fr = \frac{Dose\ nettec}{ETMc} = 115/3.1 \dots\dots\dots (VI.5)$$

Donc on prend un Tour = **10 jours**. $Fi=30/Fr= 3$ fois/Mois

I.2.4. Calcul de la dose (brute) :

On recalcule la nouvelle dose brute : $Fj.ETM_{loc} = 10 \times 3.1 = 31$ mm.

$D_{brute} = 31 / (Ef.Cu)$, Eff : efficacité du réseau d'irrigation $Eff=90\%$

Cu : Coefficient d'uniformité $Cu=90\%$

$$D_{brute} = \frac{Dr}{Cu \cdot eff} = \frac{31}{0.9 \cdot 0.9} = \mathbf{38\ mm} \dots\dots\dots (VI.6)$$

I.2.5. Durée de fonctionnement par d'arrosage (h) :

$$\theta = Tf = \frac{D_{br} \cdot S_d \cdot S_r}{n \cdot q_g} \dots\dots\dots (VI.7)$$

S_r et S_d espacement entre rang et distributeur, n et Q_g nombre et débit du goutteur.

$$\theta = \frac{38 \cdot 2 \cdot 4}{2 \cdot 4} = 38\ heures$$

-Soit on augmente le débit des goutteurs à 8 l/h donc $\theta = 19$ h

-Soit on augmente le nombre de goutteurs à 4 goutteurs par arbre.

I.2.6. Nombre de poste :

N = On prend 1 poste.

I.2.7. Débit d'installation : si on prend $T_a = 20$ heures, et 1 poste

$$Q_{in} = 2.78 \frac{S \cdot D_{br}}{np \cdot Tf} = 2.78 \frac{1 \cdot 38}{1 \cdot 20} = 5.3\ m^3/h \dots\dots\dots (VI.8)$$

I.2.8. Surface du poste :

$$S_p = \frac{Surface\ totale}{Nombre\ de\ poste} = \frac{1}{1} = 1\ ha \dots\dots\dots (VI.9)$$

$$Nb\ de\ goutteurs = S_p = \frac{Surface\ totale}{S_r \times S_d} = 10000 / (4 \times 2) = 1200\ goutteurs$$

I.3. Calculs hydrauliques

Nous avons notre parcelle avec les caractéristiques suivantes :

$S=1$ ha, Ex: La longueur de la rampe: 60 m La longueur de la porte rampe: 140m

La longueur de la conduite secondaire : 10m, S irriguée = $120 \cdot 80 = 0.96$ ha

La variation maximale du débit entre goutteur ne doit pas dépasser 10% selon la règle de Christiansen :

$$\frac{\Delta q}{q} = 10\%$$

I.3.1. La variation maximale de la pression

Pour les goutteurs (circuit court) et H(n) =10 mce (1 bar)

$$0.1 = 0.5 \frac{\Delta H(\max)}{10} \dots\dots\dots \text{(VI.10)}$$

$\Delta H (\max)=1/0.5 = 2$ mce.

Donc selon la règle de Christainsen 10% ΔH singulières = 0.2 m

Le reste 1.8 ΔH linéaire = 1.8 m

Donc pour les rampes 2/3. 1.8 = 1.2 m

Pour le porte rampe = 1/3. 1.8 = 0.6 m

I.3.2. Dimensionnement des canalisations du réseau :

Pour le calcul des dimensions des canalisations (rampe et porte rampe), on propose que les rampes soient en PEBD ou PEHD.

Le diamètre de rampes ainsi que des portes rampes est calculé d’après les formules suivantes :

$$\phi r(cal) = \left[\frac{P.d.c (r)*2.75}{0.478*Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots \text{(VI.11)}$$

$$\phi pr(cal) = \left[\frac{P.d.c (pr)*2.75}{0.478*Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots \text{(VI.12)}$$

Pdc(r) : la perte de charge dans la rampe,

- Q(r) : le débit de la rampe en l/h
- L(r) : la longueur de la rampe en m,
- $\phi r (cal)$: le diamètre de rampes
- $\phi pr (cal)$: le diamètre de porte rampe.

❖ **Pour les rampes : L= 60 m**

- . Qr : Débit de rampe.
- . Qg: Débit du goutteur
- . Ng/r : Nombre des goutteurs par rampe

. Nr : Nombre des rampes

. Qpr: Débit de porte rampe.

➤ **Le nombre d'arbres par rampe**

$$N \text{ arbres} = Lr/Ea=60/4 = 15 \Rightarrow 15 \text{ arbres} \dots\dots\dots \text{(VI.13)}$$

➤ **Nombre des goutteurs par rampe**

$$N=N_{\text{arbres}} * n = 15 * 2 = 30 \text{ goutteurs} \dots\dots\dots \text{(VI.14)}$$

➤ **Débit de la rampe**

• $Qr=Ng*Qg \Rightarrow Qr= 4*30 = 120 \text{ l/h}$

• $\phi r(cal) = \left[\frac{P.d.c(r)*2.75}{0.478*Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} = 9.2\text{mm}$

• D-rampe= 9.2 mm, on prend DN = **16 mm.**

➤ **Vérification des pertes de charges :**

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation après choix du diamètre, On recalcule les pertes de charges pour un D = 16 mm

Perte de charge selon hazen-williams

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{Cw} \right)^{1.852} \cdot \frac{L}{D^{4.87}} \cdot Q^{1.852} \dots\dots\dots \text{(VI.15)}$$

Ou : L : la longueur de la conduite ; Q : débit (m3/s) ; D : diamètre intérieur de la canalisation (m) ;

$Cw= 130 \text{ PEBD}, L=60\text{m}, D= 0.012\text{m}, Q= 0.00044 \text{ m}^3/\text{s}$

$\Delta H \text{ rampe} = 0.22 \text{ m} < 1.2 \text{ m (v\u00e9rifi\u00e9e)}$

❖ **Pour le porte rampe :**

➤ **Le nombre des rampes: Lpr=140m.**

$Nr=Lpr/Er= 140/4=35 \text{ rampes.}$

➤ **D\u00e9bit de la porte rampe:**

$Qpr=Qr*Nr= 35 * 120=4200 \text{ l/h } (1.17. 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}), Pdc = 0.6 \text{ m}$

$$\phi pr(cal) = \left[\frac{P.d.c(pr)*2.75}{0.478*Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots \text{(VI.16)}$$

$Dpr= 47.14 \text{ on prend } 63 \text{ mm.}$

$\Delta H \text{ p-rampe} =0.5 \text{ m}$

➤ **Nombre de porte rampe.**

$N_{pr}=1$ (1 seul porte rampe).

➤ Pour la conduite d’approche

Pour la conduite d’approche $l=5m$, On prend le diamètre 63mm.

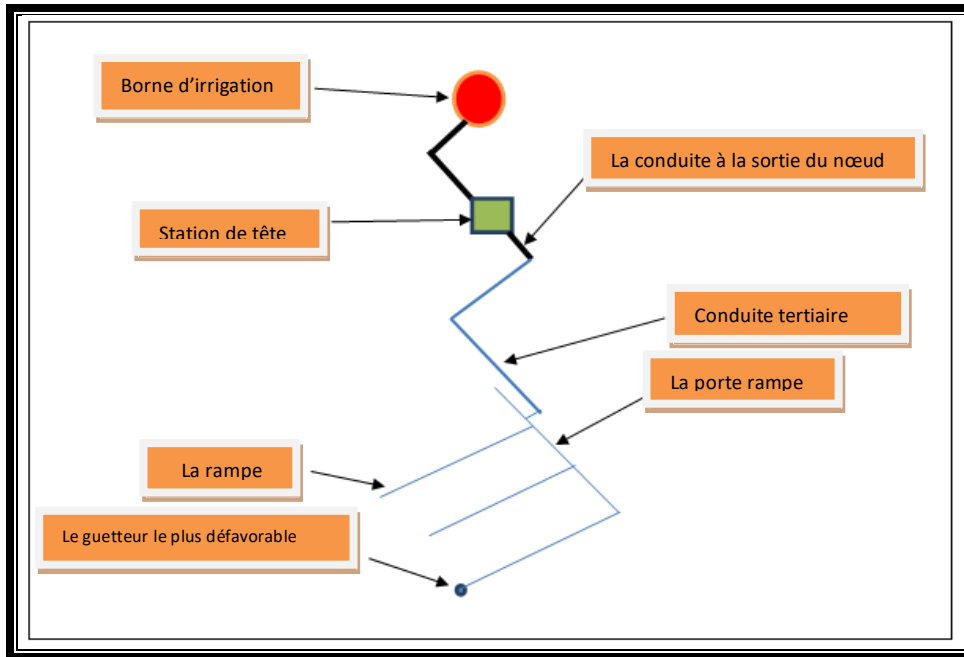


Figure N°VI.2 : schéma explicatif du système goutte à goutte

Les calculs hydraulique du système goutte à goutte sont résumé comme suite :

Tableau VI.3 Récapitulatif des calculs hydrauliques

Conduites	Rampe	Porte rampe	c. approche
Longueur(m)	60	140	5
Diamètre(m)	16	63	63
Débit (m ³ /s)	$3.3 \cdot 10^{-5}$	$1.2 \cdot 10^{-3}$	$1.2 \cdot 10^{-3}$
Pertes de charge(m)	0.22	0.5	0.03

A partir du tableau on peut déterminer la perte de charge totale entre la borne d’irrigation jusqu’au goutteur le plus défavorable $\Delta H= 0.73m$;

Donc la pression demandée à la borne égale à la pression nominale plus la somme des pertes de charges.

$$P(m) = 10 + 0.22 + 0.5 + 0.03 = \mathbf{10.73 \text{ m.}}$$

VI.3. Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion :

Le réseau d'irrigation par aspersion est installé sur la parcelle N° 12; dont la surface est de 1.2 ha; alimentée par la borne **B9** et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 4.5 bars, ce qui est largement suffisant pour alimenter la parcelle.

Données générales :

- ✓ **Choix de la culture** : luzerne
- ✓ **Choix du mode de couverture** : couverture totale.
- ✓ **Temps de travail** : 20 heures par jour, et 26 jours par mois
- ✓ **Besoins en de pointes** : 204 mm/mois pour le mois de Mai.
- ✓ **Perméabilité du sol** : le sol est de type argileux- limoneux estimée de : $K = 7 \text{ mm/h}$.

VI.3.1. Dose pratique : **RFU** :

elle est calculée comme suit :

$$RFU = Y (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Da \cdot Z = 118.8 \text{ mm}$$

$$H_{cc} : (26\%), H_{pf} : (15\%); Y : (2/3); Z (1200 \text{ mm}), da = 1.35$$

VI.3.2. Le diamètre de l'ajutage :

La perméabilité du sol $k = 7 \text{ mm/h}$. pluviométrie admissible.

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

Le diamètre de la buse se calcul, par la relation :

$$P = \frac{1.5 \times d}{1.04} ; P \text{ en mm} \dots\dots\dots \quad \text{(VI.17)}$$

$$d = \frac{p \times 1.04}{1.5} \quad \text{D'où : } d = 4.85 \text{ mm}$$

D'après la fiche technique d'un arroseur de type Perrot (Annexe 2), le diamètre de la buse normalisé le plus proche est de 4.8 mm.

VI.3.3. Calcul de la portée du jet (L) :

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

$$L = 3 \times d^{0.5} \times h^{0.25} \dots\dots\dots \quad \text{(VI.18)}$$

Ou : d : diamètre de la buse (mm)

h : pression à la buse (m), dans notre cas $P = 3 \text{ bars}$, $h = 30 \text{ m}$.

$$L = 3 \times 4.8^{0.5} \times 30^{0.25} = 15.4 \text{ m}$$

D'après le catalogue (voir annexe I), pour le diamètre de la buse de 4,8mm à une pression minimale de 3 bars la portée sera de 16m.

VI.3.4.Ecartements entre les rampes et arroseurs :

En fonction de la vitesse du vent, les normes américaines recommandent l'écartement maximum suivant :

- ✓ El entre les lignes d'arrosage : 1,25 (vent faible) à 1,02 L (vent fort).
- ✓ Ea entre les asperseurs sur la rampe : 0,8 (vent faible) à 0,5 L (vent fort).

Notre zone d'étude présente des vitesses pour des vents faibles de l'ordre de 3.5 m/s, donc on prend les valeurs suivantes :

$$El = 1.25 \times 15.4 = 19.2m \quad ; d'après Perrot: El = 1.25 \cdot 16 = 20m$$

$$Ea = 0.8 \times 15.4 = 12.3m \quad ; Perrot Ea = 0.8 \cdot 16 = 12.8m$$

On prend les valeurs normalisées des écartements multiple de 6 :

$$El = 18m, \quad Ea = 12m.$$

VI.3.5.Vérification de la pluviométrie (P<K) :

VI.3.5.1.Débit de l'asperseur :

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

$$Q = 0.95 \times \frac{\pi \times d^2}{4} \sqrt{2 \times g \times h} \quad \dots\dots\dots \quad \text{(VI.19)}$$

$$Q = 0.95 \times \frac{\pi \times (4.8 \times 10^{-3})^2}{4} \sqrt{2 \times 9.81 \times 30}$$

Avec q débit de l'asperseur (m3/s). = 0.0004.4 m3/s = 1.5 m3/h

VI.3.5.2.Vérification de la pluviométrie de l'asperseur :

Si on admet que l'écartement est proportionnel à L, la pluviométrie horaire p en (mm/h) peut être appréciée via la relation : ou q (m3/h)

$$p = \frac{q}{El \times Ea} \quad \dots\dots\dots \quad \text{(VI.20)}$$

$$D'où p = \frac{q}{El \times Ea} = 6.95 \text{ mm/h}$$

Donc le diamètre de la buse choisi assurera une pluviométrie P≤K=7.0 mm/h.

VI.3.6.Parametres d'arrosage :

VI.3.6.1.Calcul du tour d'eau :

$$T_{\text{eau}} = \frac{\text{Dose}_{\text{RFU}} \cdot N_j}{B_{\text{mp}}} \quad \dots\dots\dots \quad \text{(VI.20)}$$

Dose_{RFU} = 118 mm, N_j = 26, B_{mp} = 204 mm

T_{eau} = (118 × 26) / 204 mm = 15.04 jours, On prend un T_{eau} = 15 jours.

VI.3.6.2. Nombre d'irrigation par mois :

donc on irrigue 30/15 = 2 fois

VI.3.6.3. calcul de la dose réelle :

Dose_{reelle} = T_{eau} × le besoin journalier (VI.21)

Dose_{reelle} = 15 × 6.8 mm = 102 mm

VI.3.6.4. Calcul de la dose brute :

Dose_{brute} = $\frac{Dr}{0.75} = 136$ mm (VI.22)

VI.3.6.5. Temps d'arrosage :

Temps d'arrosage par position sans dépasser la capacité d'infiltration se calcul comme suit :

$T = \frac{Dose-brute}{k_{pluviométrie}} = \frac{136}{6.95} \approx 20$ heures (VI.23)

Donc on pourra adopter une position par jour pour un asperseur, sans dépasser 22 heures.

VI.3.6.6. Calcul de l'unité d'arrosage

$S_u = \frac{S}{T-eau \times N} = \frac{1.2}{15 \times 1} = 0.1$ ha (VI.24)

VI.3.6.7. Calcul du débit d'équipement :

Il se calcule comme suit :

$Q \left(\frac{m^3}{h} \right) = \frac{S(ha).B(mm).10}{Ta \times n \times N_j}$ (VI.25)

$Q = \frac{1.2 \times 204 \times 10}{20 \times 1 \times 26 \times 0.75} = 6.3$ m³/h (Audoye, Clément

Mathieu et Jean-Claude Chossat)

VI.3.6.8. Calcul du volume fourni par un asperseur par mois :

V = Q_{asp} × N_p × T_a × N_j (VI.26)

V = 1.5 × 1 × 20 × 26 = 780³.

VI.3.6.9. Calcul du volume à épandre en un mois sur toute la parcelle :

V_t = (B_{mp} × L_r × L_{ar}) / 1000 (VI.27)

V_t = (204 × 96 × 118) / 1000 = 2310 m³

VI.3.6.10. Nombre d'asperseurs Nombre d'asperseur requis

$N_{asp} = (\text{surface unitaire à arroser (m}^2\text{)} / (\text{implantation})) \dots\dots\dots$ (VI.26)

$$N_{asp} = \frac{Su \times 10000}{El \times Ea} = \frac{0.1 \times 10000}{12 \times 18} = 4.63 = 5 \text{ asperseurs.}$$

VI.4. Calculs hydrauliques :**VI.4.2. Dimensionnement hydraulique des rampes :**

- ✓ La longueur du terrain est de 118m,
- ✓ La largeur du terrain est de 96 m.

VI.4.2.1. La longueur de la rampe :

La longueur de la rampe est donc :

D'où :

$$L_r = \frac{\text{largeur de terrain}}{2} - \frac{Ea}{2} \dots\dots\dots$$
 (VI.27)

$$L_r = \frac{96}{2} - \frac{12}{2} = 42\text{m}$$

VI.4.2.2. Nombre d'asperseurs/rampe :

$$N_{asp}/R : \frac{L_r}{Ea} = \frac{42}{12} = 4 \text{ asperseurs.}$$

VI.4.2.3. Nombre de rampes :

On travaille avec une rampe et 4 asperseurs.

VI.4.3. Dimensionnement de la rampe:**VI.4.3.1. Le débit de la rampe :**

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

$$Q_r = 1.5 \times 4 = 6 \text{ m}^3/\text{h}$$

VI.4.3.2. Nombre de position des rampes :

$$N_{\text{position rampe}} = \frac{L_r}{El} \approx 7 \text{ Avec :}$$

- ✓ L_r : longueur du terrain = 118 m, et El : espacement entre les rampes (=18m).

Le nombre de rampes égale à 20.

VI.4.3.3. Calcul du Diamètre de la rampe :

$$\text{Diamètre de la rampe : } D_r = \sqrt{\frac{4 \times Q_r}{\pi \times V}} \dots\dots\dots$$
 (VI.28)

Avec :

V : vitesse de l'écoulement à travers la rampe ou $V \leq V_{adm}$; $V_{adm} \in [0.5 : 2.5] \text{m/s}$.

On suppose que $v=1.5 \text{m/s}$ et on calcule D_r

$$D_r = \sqrt{\frac{4 \times 0.017 \times 10^{-3}}{\pi \times 1.5}} = 0.037 \text{m} = 37 \text{mm}.$$

Les conduites en PEHD disponibles sur le marché ont les diamètres suivants:

50 ; 63 ; 75 ; 90 ; 110 mm.

Donc le diamètre de la rampe normalisé = 50mm, ce qui permet de calculer la nouvelle vitesse :

$$V = \frac{4 \times Q_r}{\pi \times D_r^2} = \frac{4 \times 0.017 \times 10^{-3}}{\pi \times 0.05^2} = 0.85 \text{ m/s} \leq V_{adm}.$$

VI.4.4. Dimensionnement de la porte rampe:

VI.4.4.1. Longueur de la porte Rampe :

La longueur de la porte rampe est calculée par :

$$L_{pr} = L - \frac{El}{2} = 110 \text{ m} \dots\dots\dots \text{(VI.29)}$$

VI.4.4.2. Débit de porte rampe :

$Q_{p-r} = Q_{asp} \times N_{asp/rampe} \times N_{rampe}$;

$$Q_{p-r} = 4.2 \times 10^{-4} \times 4 \times 1 = 0.0017 \text{ m}^3/\text{s}.$$

VI.4.4.3. Calcul du Diamètre de la porte rampe :

$$\text{Diamètre de la porte-rampe : } D_{p-r} = \sqrt{\frac{4 \times Q_{pr}}{\pi \times V}} \dots\dots\dots \text{(VI.30)}$$

Avec : V : vitesse de l'écoulement à travers la porte-rampe ou $V \leq V_{adm}$; $V_{adm} \in [0.5 : 2.5] \text{m/s}$.

On suppose que $v=1.5 \text{m/s}$ et on calcule D_{p-r} .

$$D_{pr} = \sqrt{\frac{4 \times 1.7 \times 10^{-3}}{\pi \times 1.5}} = 0.038 \text{m} = 38 \text{mm} ;$$

On prend le diamètre normalisé ($D_{p-r} = 63 \text{mm}$), donc la nouvelle vitesse sera : 0.55m/s

VI.4.5. Calcul des pertes de charge:

Les pertes de charges seront calculées selon la formule de Hazen-Williams :

$$J = \left(\frac{3.592}{C_H} \right)^{1.852} \frac{L}{D^{4.87}} Q^{1.852} \dots\dots\dots \text{(VI.31)}$$

Avec : J = Perte de charges linéaire en m ;

✓ C_H : Coefficient de Hazen-Williams (130-140 pour la fonte et le PEHD) ;

✓ D : Diamètre en m ;

- ✓ L : longueur de la conduite en m.

VI.4.5.1.les pertes de charge de la rampe :

On a $L_{rampe}=42m$; $D_r=0.05 m$; $Q_r=0.0017 m^3/s$.

Donc $\Delta H_{rampe}=0.82m$;

VI.4.5.2.les pertes de charge de la porte rampe :

On a: $L_{pr}=110 m$; $D_{pr}=0.063 m$; $Q_{pr}=0.0017 m^3/s$.

Donc $\Delta H_{rampe}=0.8 m$.

Les calculs récapitulatifs des conduites sont présentés dans le tableau VII-5 :

Tableau VII.5: Résultat de calcul pratique d'aspersion.

Conduites	Rampe	Porte Rampe	C.tertiaire
Longueur (m)	42	110	10
Diamètre (mm)	50	63	63
Débit (m ³ /h)	0.0017	0.0017	0.0017
Vitesse (m/s)	0.85	0.55	0.55
Perte de charge totale (m)	0.89	0.75	0.068

$\Delta H_t=0.89+0.75+0.068=1.71 m$ de perte de charge (<10%), la règle de Christiansen est vérifiée.

VI.4.6.Calcul de la pression en tête du réseau :

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

$$H=H_1+ H_2+ H_3 \quad \dots\dots\dots \quad (VI.32)$$

Avec :

- ✓ H : pression à la tête de la parcelle.
- ✓ H1 : pression nécessaire pour le bon fonctionnement d'un asperseur (3bar).
- ✓ H2 : perte de charge totale.
- ✓ H3 : la dénivelée. (0 m. terrain relativement plat)

$$H=30+1.71+0=31.70 m.$$

Donc la pression =3.2 bars ce qui est largement suffisant vu la pression aux bornes qui est de 3.8bars.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons procédé au dimensionnement de deux systèmes d'irrigation a savoir : l'aspersion et le goutte à goutte.

Ces deux systèmes d'irrigation son modernes, pratiques et nettement plus économiques avec des meilleurs rendements et permettront le développement de l'agriculture.

CHAPITRE VII :Etude TECHNICO-ECONOMIQUE

VI.1 Introduction

Dans ce présent chapitre on estimera le cout total du projet de l'aménagement hydro-agricole du périmètre de Tafna Isser. Pour se faire il est important de quantifier l'ensemble des travaux à entreprendre et qui sont :

- Réseau de distribution.
- Conduite d'adduction.
- Travaux divers.

VI.2 Différents travaux à entreprendre

Les étapes des différents travaux sur des chantiers de réalisation des adductions sont :

a) Exécution des tranchées

C'est une opération de terrassement (déblais) qui consiste à faire des excavations. Ces excavations seront faites par une pelle hydraulique et les déblais seront posés à côté de la tranchée, l'autre côté étant réservé au bardage des conduites.

b) Pose du lit de sable

Cette opération consiste à poser un lit de sable au fond de la tranchée, ce lit aura une épaisseur de 20cm dans notre cas.

c) Pose des conduites

Avant la pose des conduites dans chaque fouille, on procède à un tri des conduites de façon à écarter celles qui ont subies des chocs ; et on les descend lentement à l'aide d'un engin de levage, dans le fond de la fouille. Au cours de pose, on vérifie régulièrement l'alignement des tuyaux pour n'avoir pas des difficultés au raccordement des conduites.

d) Epreuve de joint et de la canalisation

Pour plus de sécurité, l'essai de pression des conduites et des joints se fait avant le remblaiement, on l'effectue à l'aide d'une pompe d'essai qui consiste au remplissage en eau de la conduite sous une pression de 1,8 fois la pression de service à laquelle sera soumise la

conduite lors du fonctionnement. Cette épreuve doit durer 30 minutes environ où la variation ne doit pas excéder 0.2 bar

e) Remblayage des tranchées

C'est une opération de terrassement qui consiste à enterrer la conduite, en utilisant le remblai résultant de l'excavation.

f) Nivellement et compactage

Une fois le remblai fait, on procède au nivellement qui consiste à étaler les terres qui sont en monticule, ensuite au compactage pour augmenter la densité des terres et éviter le tassement par la suite.

VI.3. Facture des différents types de conduites du réseau de distribution

Les prix des conduites sont détaillés comme suit :

Tableau N°VIII : Facture des différents types de conduites du réseau de distribution

Conduites	Type de conduite	Unités de mesure	Quantité (m)	Prix unitaire (DA/m)	Montant (DA)
Ø 63	PEHD	ml	756.5	137.18	103776.67
Ø 75	PEHD	ml	466	193.61	90222.26
Ø 90	PEHD	ml	546	278.35	151979.1
Ø 110	PEHD	ml	952	416.1	396127.2
Ø 125	PEHD	ml	1801.4	530.1	954922.14
Ø160	PEHD	ml	1376	868.3	1194780.8
Ø 200	PEHD	ml	509	1 358.50	691476.5
Ø 315	Fonte	ml	1005.6	3 363.00	3381832.8
Ø 400	Fonte	ml	1570.7	5 396.00	8475497.2
Ø 500	Fonte	ml	1084.2	8 398.00	9105111.6
Ø 600	Fonte	ml	5483	13 300.00	72923900
Total (HT)					97469626.3
TVA (19%)					18519229
Total (TTC)					115988855

Tableau NVII°2 : Fourniture de pose de pièces spéciales.

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
Fourniture pose de réduction en PEHD diamètre 600-160 mm PN 10	U	2	49 553.63	99 107.3
Fourniture pose de réduction en PEHD diamètre 600-110 mm PN 10	U	2	48 668.03	97 336.1
Fourniture pose de réduction en PEHD diamètre 600-90 mm PN 10	U	1	48 400.10	48 400.1
Fourniture pose de réduction en PEHD diamètre 500-250 mm PN 10	U	1	51 139.10	51 139.1
Fourniture pose de réduction en PEHD diamètre 500-160 mm PN 10	U	2	47 548.29	95 096.6
Fourniture pose de réduction en PEHD diamètre 500-110 mm PN 10	U	1	46 223.60	46 223.6
Fourniture pose de réduction en PEHD diamètre 400-110 mm PN 10	U	1	30 405.17	30 405.2
Fourniture pose de réduction en PEHD diamètre 315-200 mm PN 10	U	2	13 942.28	27 884.6
Fourniture pose de réduction en PEHD diamètre 315-160 mm PN 10	U	1	13 279.92	13 279.9
Fourniture pose de réduction en PEHD diamètre 315-90 mm PN 10	U	1	12 788.75	12 788.8
Fourniture pose de réduction en PEHD diamètre 200-160 mm PN 10	U	3	8 112.79	24 338.4
Fourniture pose de borne d'irrigation type A2 PN 10	U	40	300000	12 000 000.0
Fourniture pose de borne d'irrigation type A4 PN 10	U	6	300000	1 800 000.0
Fourniture et pose de Vannes Ø 600 PN 10	U	1	416270.4	416 270.4
Fourniture et pose de Vannes Ø 400 PN 10	U	1	295601.3	295 601.3
Fourniture et pose de Vannes Ø 315 PN 10	U	1	64 783.27	64 783.3
Fourniture et pose de Vannes Ø 200 PN 10	U	2	29 684.30	59 368.6
Fourniture et pose de Vannes Ø 160 PN 10	U	3	16 737.18	50 211.5
Fourniture et pose de Vannes Ø 110 PN 10	U	3	11 098.26	33 294.8
Fourniture et pose de Vannes Ø 90 PN 10	U	3	9 334.92	28 004.8
HT				15 293 534.1
TVA 19				2 905 771.48
Totale				18 199 305.6

VI.4 Frais des travaux sur réseau d'irrigation

Il s'agit des frais des travaux exécutés pour la réalisation des tranchées et autres emplacements pour la pose de canalisations :

Calcul des volumes de déblais et remblais

La pose des conduites dans le réseau se fait dans des tranchées conçues selon le tracé et l'itinéraire des lignes de conduites et prend en compte les longueurs, les largeurs et les hauteurs de chaque tranchée conçue à recevoir une conduite de diamètre spécifique

La largeur de la tranchée varie selon la section des conduites est de :

$$l = D + 2 \times 0.3 \quad (\text{m}) \quad \dots\dots\dots \quad \text{(VII.1)}$$

La hauteur est de :

$$H = D + h_{\text{sable}} + 0.8 \quad (\text{m}) \quad \dots\dots\dots \quad \text{(VII.2)}$$

Avec :

h_{sable} : qui est la hauteur du lit de sable comprise entre 0.1 et 0.2 mètres

Sois L la longueur de la tranchée en mètres.

D : diamètre de la conduite.

Volume du déblaiement

Le volume des déblaiements sera alors égal à :

$$V_{\text{deb}} = L \times H \times l \quad (\text{m}^3) \quad \dots\dots\dots \quad \text{(VII.3)}$$

Volume de remblais

Le volume du remblai est égale à celui des déblais duquel on soustrait le volume de la conduite enterrée on aura donc :

$$V_{\text{remb}} = V_{\text{deb}} - V_{\text{cond}} \quad \dots\dots\dots \quad \text{(VII.4)}$$

$$\text{Avec : } V_{\text{cond}} = \left(\pi \frac{D^2}{4} \right) \cdot L \quad \dots\dots\dots \quad \text{(VII.5)}$$

$$\text{Donc : } V_{\text{remb}} = V_{\text{deb}} - \left(\pi \frac{D^2}{4} \right) \cdot L$$

Volume de sable

Le Volume du sable nécessaire pour le lit de sable est égale à :

$$V_{\text{sable}} = h_{\text{sable}} \times L \times l \quad \dots\dots\dots \quad \text{(VII.6)}$$

La figure si après illustre la disposition de la conduite au niveau de la tranchée :

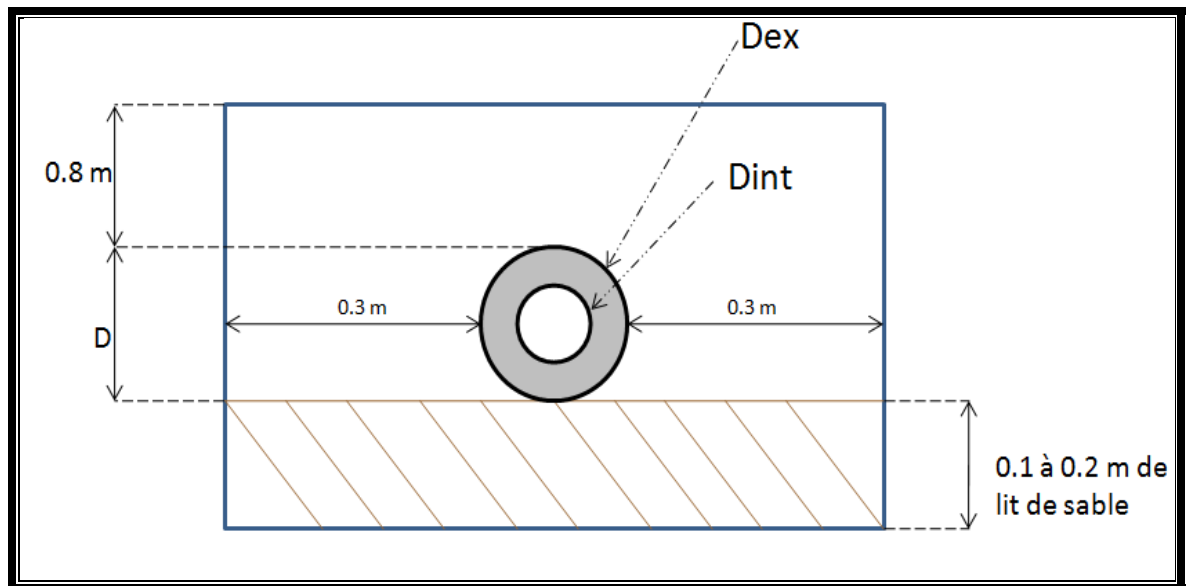


Figure VI.1 : Disposition de la conduite dans une tranchée

Calcul des différents volumes

Tableau N°VII.3. Quantité des travaux de terrassement.

Conduites	l (m)	h (m)	L (m)	V _{deb} (m ³)	V _{cond} (m ³)	V _{sable} (m ³)	V _{remb} (m ³)	V _{excédentair} (m ³)
Ø 63	0.7	1	756.5	529.55	1.12	52.955	528.766	0.784
Ø 75	0.7	1	466	326.2	1.6	32.62	325.08	1.12
Ø 90	0.7	1	546	382.2	11.69	38.22	374.017	8.183
Ø 110	0.8	1	952	761.6	16.39	76.16	748.488	13.112
Ø 125	0.8	1	1801.4	1441.12	10.08	144.112	1433.056	8.064
Ø160	0.8	1.1	1376	1210.88	33.5	110.08	1184.08	26.8
Ø 200	1	1.1	509	559.9	64.62	50.9	495.28	64.62
Ø 315	1	1.2	1005.6	1206.72	118.08	100.56	1088.64	118.08
Ø 400	1	1.3	1570.7	2041.91	112.41	157.07	1929.5	112.41
Ø 500	1.2	1.4	1084.2	1821.456	267.49	130.104	1500.468	320.988
Ø 600	1.2	1.5	5483	9869.4	339.97	657.96	9461.436	407.964
Total				20150.936	--	1550.741	19068.811	1082.125

Tableau VI.4 : Coût des travaux de terrassement.

Conduites	Unités de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Déblai	M ³	20150.936	1000	20150936
Pose du lit de sable	M ³	1550.741	1100	1705815.1
Remblai de la tranchée	M ³	19068.811	600	11441286.6
Evacuation de terres excédentaires à la décharge	M ³	1082.125	500	541062.5
HT				33839100.2
TVA				6429429.038
TOTAL (DA)				40268529.24

Le cout total des travaux est estimé comme suit :

$$P_t = F_{\text{remb}} + F_{\text{sable}} \quad \text{soit donc} \quad \dots\dots\dots \quad \text{(VII.7)}$$

$$P_t = 40268529.24 \text{ DA}$$

Estimation du cout du projet

Le cout total du projet en prenant en compte toutes les opérations financières est de l'ordre de :

$$CT = 115988855 + 40268529.24 + 18\,199\,305.6 = 174594764 \text{ DA TTC.}$$

VI.5. Conclusion

L'estimation du coût total du projet a donné un montant global de **Cent soixante-quatorze million cinq cent quatre-vingt-quatorze mille sept cent soixante-quatre dinars**

(174 594 764 Da), avec un linéaire d'adduction de près de 10 km

Conclusion générale

L'analyse du rôle de l'irrigation dans la production agricole montre que celle-ci est de plus en plus mise à contribution pour assurer la sécurité alimentaire mondiale.

L'irrigation a été, avec les améliorations génétiques et la fertilisation chimique, une des composantes essentielles de la révolution verte, mais cette sécurité ne peut être garantie qu'en irriguant plus, ce que est contrainte à la gestion de l'eau, ou il est important d'irrigué mieux en économisant l'eau dans tous les systèmes d'irrigation existants.

Ce mémoire, sans être exhaustif, présente une récapitulation détaillée et raisonnée de l'ensemble des données pratiques pour conduire au mieux l'aménagement hydro agricole du périmètre de Tafna Isser (Wilaya de Tlemcen) qui s'étend sur une superficie nette de 350 ha irrigué à partir du barrage de Hammam Bougherara a fait l'objet de ce mémoire de fin d'études qui comporte plusieurs chapitres.

En premier lieu, une étude détaillée de la région et sous différents angles a permis de classer son climat comme étant semi-aride avec une période sèche d'environ six mois.

Deuxièmement on a quantifié les ressources en sol et en eau disponibles au niveau du bassin versant de la Tafna (haute Tafna) afin de les exploiter au mieux dans la réalisation du projet.

Puis vient alors le dimensionnement du système d'adduction qui est indispensable pour l'optimisation de l'eau lors de son acheminement jusqu'à notre périmètre.

Après d'avoir opté pour les systèmes goutte à goutte et de l'aspersion étant donné les multiples avantages qu'elles offrent, on est passé au dimensionnement à la parcelle.

En fin pour compléter notre travail on a estimé le cout total du projet qui est primordial car l'ingénieur doit avoir la notion de la faisabilité technique mais aussi de la rentabilité économique, dans notre cas l'aménagement demande un montant d'environ cent soixante millions de dinars.

Annexe

Annexe 1

Table de χ^2 théorique

χ^2 \ γ	0.9	0.5	0.3	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
1	0.016	0.455	1.074	1.642	2.705	3.841	5.412	6.635	10.827
2	0.211	1.386	2.408	3.219	4.605	5.991	7.824	9.210	13.815
3	0.584	2.366	3.665	4.642	6.251	7.815	9.837	11.345	16.266
4	1.064	3.357	4.878	5.989	7.779	9.488	11.668	13.277	18.467
5	1.610	4.351	6.064	7.289	9.236	11.070	13.388	15.086	20.515
6	2.204	5.348	7.231	8.558	10.645	12.592	15.033	16.812	22.457
7	2.833	6.346	8.383	9.83	12.017	14.067	16.622	18.475	24.322
8	3.490	7.344	9.524	11.030	13.362	15.507	18.168	20.090	26.125
9	4.168	8.343	10.656	12.242	14.684	16.919	19.679	21.666	27.877

Annexe

Annexe 2

Coefficient culturel Kc

CULTURE	Stades de développement de la culture					Durée totale de la période végétative
	Initial	Développement	Mi-saison	Fin de saison	Récolte	
Banancier tropical subtropical	0.4 -0.5 0.5 -0.65	0.7 -0.85 0.8 -0.9	1.0 -1.1 1.0 -1.2	0.9 -1.0 1.0 -1.15	0.75-0.85 1.0 -1.15	0.7 -0.8 0.85-0.95
Haricot vert sec	0.3 -0.4 0.3 -0.4	0.65-0.75 0.7 -0.8	0.95-1.05 1.05-1.2	0.9 -0.95 0.65-0.75	0.85-0.95 0.25-0.3	0.85-0.9 0.7 -0.8
Chou	0.4 -0.5	0.7 -0.8	0.95-1.1	0.9 -1.0	0.8 -0.95	0.7 -0.8
Coton	0.4 -0.5	0.7 -0.8	1.05-1.25	0.8 -0.9	0.65-0.7	0.8 -0.9
Raisin	0.35-0.55	0.6 -0.8	0.7 -0.9	0.6 -0.8	0.55-0.7	0.55-0.75
Arachide	0.4 -0.5	0.7 -0.8	0.95-1.1	0.75-0.85	0.55-0.6	0.75-0.8
Maïs sucré grain	0.3 -0.5 0.3 -0.5*	0.7 -0.9 0.7 -0.85*	1.05-1.2 1.05-1.2*	1.0 -1.15 0.8 -0.95	0.95-1.1 0.55-0.6*	0.8 -0.95 0.75-0.9*
Oignon sec vert	0.4 -0.6 0.4 -0.6	0.7 -0.8 0.6 -0.75	0.95-1.1 0.95-1.05	0.85-0.9 0.95-1.05	0.75-0.85 0.95-1.05	0.8 -0.9 0.65-0.8
Pois, frais	0.4 -0.5	0.7 -0.85	1.05-1.2	1.0 -1.15	0.95-1.1	0.8 -0.95
Poivron, frais	0.3 -0.4	0.6 -0.75	0.95-1.1	0.85-1.0	0.8 -0.9	0.7 -0.8
Pomme de terre	0.4 -0.5	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.85-0.95	0.7 -0.75	0.75-0.9
Riz	1.1 -1.15	1.1 -1.5	1.1 -1.3	0.95-1.05	0.95-1.05	1.05-1.2
Carthame	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.65-0.7	0.2 -0.25	0.65-0.7
Sorgho	0.3 -0.4	0.7 -0.75	1.0 -1.15	0.75-0.8	0.5 -0.55	0.75-0.85
Soja	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.0 -1.15	0.7 -0.8	0.4 -0.5	0.75-0.9
Betterave sucrière	0.4 -0.5	0.75-0.85	1.05-1.2	0.9 -1.0	0.6 -0.7	0.8 -0.9

Kc	Initial	développement	saison	de saison	Récolte	Total
Haricots verts	0,3-0,4	0,65-0,75	0,95-1,05	0,9-0,95	0,85-0,95	0,85-0,9
Haricots secs	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,65-0,75	0,25-0,3	0,7-0,8
Chou	0,4-0,5	0,7-0,8	0,95-1,1	0,9-1,0	0,8-0,95	0,7-0,8
Vigne	0,35-0,55	0,6-0,8	0,7-0,9	0,6-0,8	0,55-0,7	0,55-0,75
Maïs doux	0,3-0,5	0,7-0,9	1,05-1,2	1,0-1,15	0,95-1,1	0,8-0,95
Maïs grain	0,3-0,5	0,7-0,85	1,05-1,2	0,8-0,95	0,55-0,6	0,75-0,9
Pois	0,4-0,5	0,7-0,85	1,05-1,2	1,0-1,15	0,95-1,1	0,8-0,95
Patates	0,4-0,5	0,7-0,8	1,05-1,2	0,85-0,95	0,7-0,75	0,75-0,9
Riz	1,1-1,15	1,1-1,5	1,1-1,3	0,95-1,05	0,95-1,05	1,05-1,2
Soja	0,3-0,4	0,7-0,8	1,0-1,15	0,7-0,8	0,4-0,5	0,75-0,9
Betterave	0,4-0,5	0,75-0,85	1,05-1,2	0,9-1,0	0,6-0,7	0,8-0,9
Tournesol	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,7-0,8	0,35-0,45	0,75-0,85
Tabac	0,3-0,4	0,7-0,8	1,0-1,2	0,9-1,0	0,75-0,85	0,85-0,95
Tomate	0,4-0,5	0,7-0,8	1,05-1,25	0,8-0,95	0,6-0,65	0,75-0,9
Blé	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,65-0,75	0,2-0,25	0,8-0,9

Annexe

Annexe 3


TABLEAU N° 1 – Diamètre extérieur

Diamètre extérieur nominal d_n (mm)	Diamètre extérieur moyen	
	d_{m1} (mm)	d_{m2} (mm)
16	16,0	16,3
20	20,0	20,3
25	25,0	25,3
32	32,0	32,3
40	40,0	40,4
50	50,0	50,4
63	63,0	63,4
75	75,0	75,5
90	90,0	90,6
110	110,0	110,7
125	125,0	125,8
140	140,0	140,9
160	160,0	161,0
180	180,0	181,1
200	200,0	201,2
225	225,0	226,4
250	250,0	251,5
280	280,0	281,7
315	315,0	316,9
355	355,0	357,2
400	400,0	402,4
450	450,0	452,7
500	500,0	503,0
560	560,0	563,4
630	630,0	633,8
710	710,0	716,4
800	800,0	807,2
900	900,0	908,1
1000	1000,0	1009,0
1200	1200,0	1210,8
1400	1400,0	1412,6
1600	1600,0	1614,4

Annexe

Annexe 4

Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT ZF 30



Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT ZF 30

1 buse
angle de jet 30°
Raccord fileté 1"

Ø de la buse mm	pression à la buse bar	portée m	débit m³/h	espacement m		surface irriguée m²		densité d'aspersion mm/h	
				□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.
4,0	2,5	13	0,93	12/18	18/18	216	324	4,3	2,88
	3,0	14,5	1,02	18/18	18/24	324	432	3,16	2,36
	3,5	15,3	1,11	18/18	18/24	324	432	3,42	2,57
	4,0	16	1,19	18/18	18/24	324	432	3,71	2,76
4,2	2,5	13,5	1,04	12/18	18/24	324	432	4,8	2,42
	3,0	15	1,14	18/18	18/24	216	432	3,52	2,64
	3,5	15,8	1,23	18/18	18/24	324	432	3,8	2,85
	4,0	16,5	1,32	18/24	24/24	324	576	3,06	2,3
4,5	2,5	14	1,20	18/18	18/24	432	432	3,71	2,78
	3,0	15,5	1,32	18/18	18/24	324	432	4,07	3,05
	3,5	16,3	1,42	18/18	18/24	324	432	4,38	3,29
	4,0	17	1,52	18/24	24/24	324	576	3,52	2,84
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	3,6
	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	3,28
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	6,0	6,0
	4,0	19,0	3,73	24/24	24/30	576	720	6,5	6,7

Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur

- Débit de l'asperseur

On le calcule par la relation (IV.9)