



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME :

*Etude d'aménagement hydro-agricole du périmètre
Achaacha à partir du barrage Kramis (W.Mostaganem)*

Présenté par :

HETTAK Nesrine

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
M. RASSOUL Abdelaziz	M.C.A	Président
Mme. AZIEZ Ouahiba	M.A.A	Membre
M. KERID Rachid	M.A.A	Membre
M. BENKACI ALI Tarek	M.C.B	Promoteur



Remerciement

Je remercie DIEU de m'avoir donné la force, le courage et la volonté pour accomplir mon mémoire.

Je remercie mon promoteur : Mr T. BENKACI qui m'a suivi et conseillé avec patience dans chaque étape de réalisation de ce travail.

Je remercie aussi mon amie Amina qui m'a aidé pour que mon travail soit bien fait, ainsi que mes parents qui me poussent toujours vers le haut, Mes frères Ahmed et Yacine, mon amie Amel et mes cousines Narimane et Meriem, mes oncles, mes tantes et tous mes proches pour leur soutien.

Je remercie également mes enseignants et tout le personnel de l'E.N.S.H pour leurs contributions à ma formation d'ingénieur d'état en Hydraulique.

Je me permets d'exprimer tout mon respect aux membres de jury qui me feront l'honneur d'apprécier notre travail.

Merci.

Hettak Nesrine



Dédicace

Je dédie ce travail

A mes chers parents, mes frères Ahmed et Yacine, ma meilleure amie Amel et son fils Issam, mes cousines Meriem et Narimane, et à toute ma famille et mes proches.

Je dédie également ce mémoire à mon défunt cousin Juba, à mes défuntes grand-mères Mima et Mimich, que dieu les accueille dans son vaste paradis.

ملخص :

الهدف من مذكرة التخرج هو التسيير الجيد لمحيط السقي عشعاشة و تطويره (500 هكتار) الواقع بولاية مستغانم تتم عملية السقي من سد كراميس.
تطرقنا إلى دراسة خصائص المنطقة من خلال تحليل خصائص المناخ و التربة مما سمح لنا باختيار المحاصيل الزراعية و كمية المياه اللازمة لوضع نظام سقي مناسب. يهدف نظام السقي بالتقطير أو الرش إلى تحديث نظام التوزيع وتكثيف غلة المحاصيل. من أجل ربحية المشروع و تطويره على المدى المتوسط والطويل.

Résumé :

Le présent mémoire de fin d'étude a pour finalité de définir la gestion des périmètres irrigués et ayant pour objectif la réalisation d'un aménagement hydro-agricole du périmètre Achaacha (500ha) situé dans la wilaya de Mostaganem à partir du barrage de Kramis.

L'analyse des études climatologiques, pédologiques et agronomiques nous ont permis de définir d'une manière judicieuse le choix des cultures à introduire, ainsi que la quantité des besoins en eau nécessaires, dans le but d'une projection d'un système d'adduction adéquat. Le choix de techniques d'irrigation modernes : aspersion et goutte à goutte aura pour objectif la modernisation du système de distribution et l'intensification des rendements des cultures et donc une rentabilisation du projet d'aménagement du périmètre à moyen et à long terme.

Abstract:

This dissertation aims to define the management of the irrigated perimeter Achaacha (500ha) situated in the Mostaganem city near Kramis dam.

The analysis of the climatological, pedological and the agronomical survey has permitted us to define wisely the crop to introduce, thus the required quantity of water, with the aim of installing a sufficient water adduction system. The choice of modern irrigation techniques: sprinkle or drip watering system will permit the modernization of water distribution and increase of agricultural yields, these investment projects imply a medium and long-term return on investment.

Tables des matières

Résumé	
Table des matières	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des planches	
Introduction générale.....	1

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles

I.1.Introduction	3
I.2. Présentation générale de la wilaya Mostaganem.....	3
I.2.1 Situation géographique.....	3
I.2.2 Présentation du périmètre d'étude	4
I.3. Etude géologique.....	4
I.3.1 Les formations géologiques antéquatérinaires.....	4
I.3.2 Les formations quaternaires.....	5
I.4 Géomorphologie/Relief.....	5
I.5 Réseau hydrographique.....	5
I.6.Etude climatologique	6
I.6.1. Choix de la station de référence.....	6
I.6.2. Les températures.....	6
I.6.3. Pluies mensuelles.....	7
I.6.4. L'évaporation	8
I.6.5.L'humidité relative.....	8
I.6.6.Le vent.....	9
I.6.7.L'insolation.....	9
I.6.8. Autres paramètres climatologiques.....	10
I.6.9. Calcul des indices Agro-météorologiques.....	10
I.6.9.1.Quotient Ombrothermique d'Emberger.....	10
I.6.9.2. Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen.....	11
I.7.Etude socio-économique et importance de l'agriculture.....	12

I.8.Conclusion.....	13
----------------------------	-----------

Chapitre II: Ressources en sol et ressources en eau

II.1. Introduction.....	15
II.2.Ressources en sol	15
II.2.1. But de l'étude pédologique.....	15
II.2.2. Description et classification des sols du périmètre.....	15
II.2.3. Caractéristiques hydrodynamiques des sols.....	18
II.2.4. Détermination des aptitudes culturales des sols.....	19
II.3. Ressources en eau.....	20
II.3.1. Etude de la qualité de l'eau d'irrigation.....	20
II.3.2. Classification des eaux d'irrigation.....	21
II.3.2.1 La concentration totale des sels solubles.....	21
II.3.2.2. Le SAR (Sodium Absorption Ration).....	22
II.4. Calcul de la pluie de projet.....	23
II.4.1.Choix de la station.....	24
II.4.2.présentation de la station pluviométrique.....	24
II.4.3. Répartition de la pluie moyenne annuelle.....	24
II.4.4. Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique.....	25
II.4.4.1. Teste de Mood	25
II.4.5.Ajustement des pluies annuelles.....	26
II.4.5.1.Test de validité d'un ajustement.....	27
II.4.6.Détermination de l'année de calcul.....	28
II.5 Conclusion.....	29

Chapitre III : Besoins en eau des cultures

III.1. Introduction.....	31
III.2. Besoin en eau du périmètre.....	31
III.2.1 Calcul des besoins en eau d'irrigation.....	31
III.2.2. Calcul de l'évapotranspiration référence (ET ₀).....	31
III.2.3. Calcul de l'évapotranspiration de référence.....	31
III.3. Calcul de la pluie efficace.....	33
III.4. Calcul de la réserve en eau du sol.....	34

III.5 Choix des cultures.	34
III.5.1. Occupation des sols.....	35
III.5.2 Assolements des cultures.....	35
III.6. Estimation des coefficients culturaux (K_c)	36
III.7. Estimation des besoins en eau des cultures choisies	37
III.7.1 Estimation des besoins en eau des céréales.....	37
III.7.2. Estimation des besoins en eau des maraichages.....	40
III.7.3. Estimation des besoins en eau des arboricultures.....	43
III.8. Calcul des besoins en eau pour les assolements 1 et 2	45
III.8.1 .Calcul du débit spécifique.....	46
III.8.2 .Evaluation du débit caractéristique.....	46
III.8.3. Estimation des volumes d'eau d'irrigation.....	47
III.9. Conclusion	48

Chapitre IV : Etude du système d'adduction-distribution

IV.1. Introduction	50
IV.2. Alimentation en eau du périmètre	50
IV.3. Organisation et structure du périmètre	50
IV.3.1. Ilots et bornes d'irrigation.....	51
IV.3.2. Rôle et fonction de la borne d'irrigation.....	51
IV.3.3. Calcul hydraulique des bornes.....	51
IV.3.4. Choix du diamètre de la borne.....	51
IV.4.. Description de l'aménagement du périmètre Achaacha	55
IV.5. Etude du système de pompage	56
IV.5.1. Généralités sur les pompes.....	56
IV.5.1.1. Les turbopompes.....	56
IV.5.2. Calcul de la hauteur manométrique totale d'élévation.....	56
IV.5.3. Calcul de la hauteur géométrique H_g	57
IV.5.4. Calcul des pertes de charge totales.....	57
IV.5.5. Calcul des frais d'amortissement.....	58
IV.5.6. Calcul des Frais d'exploitation.....	59
IV.5.7. Puissance absorbée par la pompe.....	59
IV.5.8. Energie consommée par la pompe.....	59
IV.5.9. Bilan total des frais.....	59
IV.5.10. Choix des pompes et nombre des pompes.....	60
IV.5.11. Protection contre de la cavitation	61
IV.6. Dimensionnement du Réservoir de stockage (Bassin)	62

IV.7. Etude du système d'adduction-distribution	63
IV.7.1. Choix du matériau des conduites.....	63
IV.7.2. Calcul des diamètres.....	64
IV.7.3. Estimation des pertes de charge.....	64
IV.7.4. Calcul des pressions des nœuds et des bornes.....	64
IV.8. Conclusion	69

Chapitre V : Choix de la technique d'irrigation

V.1. Introduction	71
V.2 Choix des techniques d'irrigation	71
V.3. Classification des techniques d'irrigation	71
V.3.1 : Irrigation gravitaire.....	71
V.3.1.1 : L'irrigation par ruissellement.....	72
V.3.1.2. Irrigation à la raie.....	72
V.3.1.3. L'arrosage par submersion.....	72
V.3.1.4. Avantages et inconvénients de l'irrigation par gravité	72
V.3.2. L'irrigation par aspersion.....	73
V.3.2.1. Avantages et inconvénients de l'irrigation par aspersion.....	73
V.3.2.2. Différentes installations à la parcelle.....	74
V.3.3. Irrigation localisée (Goutte à goutte).....	75
V.3.3.1 Avantages et inconvénients de l'irrigation localisée.....	75
V.4. Choix de la technique d'arrosage	76
V.5. Conclusion	77

Chapitre VI : Dimensionnement à la parcelle

VI.1. Introduction	79
VI.2. Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion	79
VI.2.1. Données agronomiques.....	79
VI.2.2. Calcul de la Dose pratique RFU.....	79
VI.2.3. Dimensionnement de l'asperseur.....	80
VI.2.4. Dimensionnement hydraulique des rampes.....	82
VI.2.4.1. Vérification des pertes de charges de la rampe.....	83
VI.2.5. Dimensionnement du porte-rampe.....	84
VI.2.5.1. Vérification des pertes de charges de la porte rampe.....	84
VI.3. Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte	85
VI.3.1. Données générales.....	85
VI.3.2. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée.....	85
VI.3.3. Dose nette pratique.....	86
VI.3.4. Fréquence et intervalle des arrosages (Fr).....	86
VI.3.5. Calculs hydrauliques.....	87
VI.3.5.1. Dimensionnement des canalisations du réseau.....	88
VI.4. Conclusion	90

Chapitre VII : Calcul technico-économique

VII.1.Introduction.....	92
VII.2. Travaux à entreprendre pour Le système d'adduction.....	92
VII.3. Estimation du cout des travaux du réseau d'adduction.....	93
VII.3.1.Calcul du volume de terrassement.....	93
VII.3.2. Evaluation du cout des travaux de terrassement	94
VII.3.3. Evaluation des prix de pose des conduites.....	95
VII.3.4 : Estimation du cout des bornes d'irrigation.....	96
VII.4. La station de pompage.....	97
VII.5. Le réservoir de stockage.....	98
VII.6. Le devis des travaux.....	99
VII.7. Conclusion.....	99

Conclusion générale.....	100
---------------------------------	------------

Références et bibliographiques.

Annexes.

Liste des tableaux

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles

Tableau I.1 : Caractéristiques géographiques de la station de Mostaganem.....	6
Tableau I.2 : Répartition des températures moyennes interannuelles en (C°).....	7
Tableau I.3 : Caractéristiques géographiques la station Mostaganem SCM.....	8
Tableau I.4 : les pluies moyennes mensuelles en (mm).....	8
Tableau I.5 : Evaporation mensuelle en (mm).....	8
Tableau I.6 : Humidité relative de l'air en (%).....	9
Tableau I.7: Répartition moyenne mensuelle des vitesses du vent en (m/s).....	9
Tableau I.8 : Valeurs moyennes des durées d'insolation mensuelles.....	9
Tableau I.9 : Répartition des activités agricoles de la wilaya de mostaganem.....	12

Chapitre II: Ressources en sol et ressources en eau

Tableau II.1: Analyse physico-chimiques des profils étudiés.....	17
Tableau II.2: Propriétés hydrodynamiques des sols.....	18
Tableau II.3 : Caractéristiques du barrage kramis.....	20
Tableau II.4: Caractéristiques chimique de l'eau d'irrigation.....	21
Tableau II.5: Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.....	22
Tableau II. 6: Risque d'alcalinisation en fonction du SAR.....	22
Tableau II.7 : caractéristique principales de la station pluviométrique.....	24
Tableau II.8 : Précipitations moyennes mensuelles.....	24
Tableau II.9 : Caractéristiques de la série pluviométrique.....	25
Tableau II.10 : résultat du test Mood.....	26
Tableau II.11 : Test de validité des deux ajustements.....	28
Tableau II.12: Résultat de l'ajustement.....	28
Tableau II.13: Calcul des pluies mensuelles pour l'année sèche ($f_{req}= 80\%$).....	28

Chapitre III : Besoins en eau des cultures

Tableau III.2: Evapotranspiration de référence ET_0	33
Tableau III.3 : Calcul des pluies efficaces.....	34
Tableau III.3: Scénarios d'occupation du sol du périmètre Achaacha.....	35
Tableau III.4 : Système de cultures proposées	35

Tableau III.5 : Assolement proposé pour le périmètre Achaacha.....	36
Tableau III.6 : Coefficients culturaux des cultures.....	37
Tableau III.7 : Calcul des besoins en eau pour le blé.....	38
Tableau III.8 : Calcul des besoins en eau pour le blé d'hiver.....	38
Tableau III.9 : Calcul des besoins en eau pour l'orge en grain.....	39
Tableau III.10 : Calcul des besoins en eau pour l'orge vert.....	39
Tableau III.11 : Calcul des besoins en eau pour la pomme de terre (AS).....	40
Tableau III.12 : Calcul des besoins en eau pour la pomme de terre (Saison).....	40
Tableau III.13 : Calcul des besoins en eau pour la tomate.....	41
Tableau III.14 : Calcul des besoins en eau pour la courgette.....	41
Tableau III.15 : Calcul des besoins en eau pour l'oignon.....	42
Tableau III.16 : Calcul des besoins en eau pour l'Ail.....	42
Tableau III.17 : Calcul des besoins en eau pour l'haricot.....	43
Tableau III.18 : Calcul des besoins en eau pour la vigne.....	43
Tableau III.19 : Calcul des besoins en eau pour l'olivier.....	44
Tableau III.20 : Calcul des besoins en eau pour les Agrumes.....	44
Tableau III.21 : Récapitulatif des besoins nets (mm) pour l'assolement 1.....	45
Tableau III.22 : Récapitulatif des besoins nets (mm) pour l'assolement 2.....	45
Tableau III.23 : Volume d'eau d'irrigation.....	47

Chapitre IV : Etude du système d'adduction-distribution

Tableau IV.1 : Superficies par secteur à aménager.....	50
Tableau IV.2 : Choix du diamètre de la borne.....	52
Tableau IV.3 : Calcul des débits des ilots et choix du diamètre et type de bornes.....	52
Tableau IV.4 : calcul de la HMT pour différents diamètres.....	58
Tableau IV.5 : Calcul des prix d'amortissement.....	58
Tableau IV.6 : Calcul des frais d'exploitation.....	59
Tableau IV.7 : Calcul du bilan total des frais.....	60
Tableau IV.8 : Choix de Nombre de pompe.....	61
Tableau IV.9 : Variantes pour le choix du des pompes.....	61
Tableau IV.10 : Les calculs hydrauliques du réseau de distribution.....	65

Chapitre VI : Dimensionnement à la parcelle

Tableau VI.1 : Asperseur de type Perrot (nouvelle gamme).....	80
Tableau VI.2 : Résultat de calcul de l'aspersion.....	84
Tableau VI.3 : Les pertes de charges de la rampe.....	89
Tableau VI.4 : Les pertes de charge de la porte rampes.....	90

Chapitre VII : Calcul technico-économique

Tableau VII.1: Calcul des différents volumes.....	94
Tableau VII.2: Estimation du cout des travaux de terrassement.....	95
Tableau VII.3 : Estimation du cout de pose des conduites.....	96
Tableau VII.4 : Estimation du cout des bornes d'irrigation.....	96
Tableau VII.5 : Estimation du cout de la station de pompage.....	97
Tableau VII.6 : Estimation du cout du réservoir de stockage.....	98
Tableau VII.7 : Devis estimatif total.....	99

Liste des figures

Chapitre I : Analyse des Conditions Naturelles

Figure I.1 : localisation de la zone d'étude (d'après N.CAID et F.BERRICHLF,2019).....	3
Figure I.2 : Carte satellitaire du périmètre Ahaacha (Source :google Earth.....	4
Figure I.3 : Réseau hydrographique de l'oued Kramis au droit du barrage.....	6
Figure I.4 : Répartition des températures moyennes.....	7
Figure I.5 : Diagramme bioclimatique d'Emberger.....	11
Figure I.6 : Diagramme ombrothermique de Gaussen.....	12

Chapitre II: Ressources en sol et ressources en eau

Figure II.1 : Analyse texturale des sols étudiés.....	18
Figure II.2 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation.....	23
Figure II.3 : Ajustement des pluies annuelles aux lois Normale (a) et lognormale (b).....	27

Chapitre IV : Etude du système d'adduction-distribution

Figure IV.1 : Schéma de la variante d'irrigation sous pression.....	55
Figure IV.2 : Bilan total des frais en fonction des diamètres.....	60

Chapitre V : Choix de la technique d'irrigation

FigureV.1 : Irrigation à la raie.....	72
FigureV.2: Irrigation par enrouleur.....	74
Figure V.3: Irrigation par pivot.....	75
Figure V.4 : schéma d'une installation goutte a goutte.....	76

Chapitre VI : Dimensionnement à la parcelle

Figure VI.1 : Dispositifs d'installation des asperseurs sur la rampe.....	82
---	----

Chapitre VII : Calcul technico-économique

Figure VII.2: Schéma d'une tranchée.....	93
--	----

Liste des planches

Planche1 : Plan de situation du périmètre Achaacha.

Planche2 : Schéma d'adduction et Réseau de distribution du périmètre Achaacha.

Planche3 : Profil en long de la conduite de refoulement.

Planche4 : Profil en long de la conduite gravitaire.

Planche5 : Plan du système d'irrigation goutte à goutte.

Introduction générale

Actuellement le monde connaît de multiples crises et perturbations, politiques, économiques, sociales vient s'ajouter les perturbations climatiques dues au réchauffement.

De nombreux scientifiques se sont penchés pour trouver des solutions, afin d'assurer un avenir meilleur pour les générations futures.

Les ressources hydriques restent un problème sérieux et les efforts vont dans le sens de trouver des solutions pour leurs préservation, afin de garantir cette ressource en particulier dans les zones semi-arides.

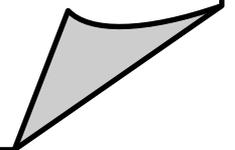
Devant le taux croissant et élevé de la démographie, l'Algérie, à l'instar de plusieurs pays, est dominée par l'agriculture mais se trouve confrontée à la problématique de la rareté de l'eau, due aux cycles de sécheresses qui ont sévi ces dernières années, ce qui a incité les pouvoirs publics à encourager la gestion de l'eau pour garantir les besoins de la population d'une part, et les besoins croissants de l'agriculture d'autre part, sachant que 75% de la consommation annuelle est consacrée au secteur agricole.

Cette gestion rationnelle de cette ressource n'est réalisable que si des techniques modernes d'irrigation des terres seront mises en œuvre, ce qui permettrait d'améliorer l'efficacité d'utilisation de l'eau par les agriculteurs engendrant ainsi une rentabilité et une durabilité de leurs activités.

Le présent mémoire a pour but l'étude d'aménagement hydro-agricole du périmètre Achaacha situé dans la wilaya de Mostaganem et a pour but la diversification des cultures et l'augmentation des rendements agricoles du périmètre à l'implantation d'un réseau d'irrigation sous pression et une distribution à la parcelle par les techniques modernes à savoir l'aspersion et le système goutte à goutte.

Chapitre I

Analyse des Conditions Naturelles



Chapitre I : Analyse des Conditions Naturelles

I.1.Introduction :

Avant toute élaboration d'une étude d'irrigation, une analyse des conditions climatiques est nécessaire afin d'évaluer les besoins en eau et dimensionner le réseau hydraulique.

En plus des conditions climatiques, l'étude des conditions géographiques et géologiques sont aussi importantes pour connaître leurs comportements sur les ouvrages.

Le but de ce chapitre est d'étudier les différentes conditions géographiques, géologiques et climatologiques de notre zone d'étude pour déterminer le choix des cultures par la suite.

I.2. Présentation générale de la wilaya Mostaganem :

I.2.1 Situation géographique :

La wilaya de Mostaganem est située au nord-ouest Algérien, à 363 km à l'ouest d'Alger, à 79 km à l'est d'Oran, à 48 km d'Arzew et à 81 km au nord de Mascara, et dispose d'une façade maritime de 124km.

La wilaya de Mostaganem d'une superficie de 2269 km², comporte 10 daïras et 32 communes.

La wilaya de Mostaganem est délimitée par :

- ✓ La mer Méditerranée au Nord.
- ✓ La wilaya d'Oran à l'Ouest.
- ✓ La wilaya de chlef à l'Est.
- ✓ La wilaya de MASCARA Sud-ouest.
- ✓ La wilaya de Relizane au Sud-est.

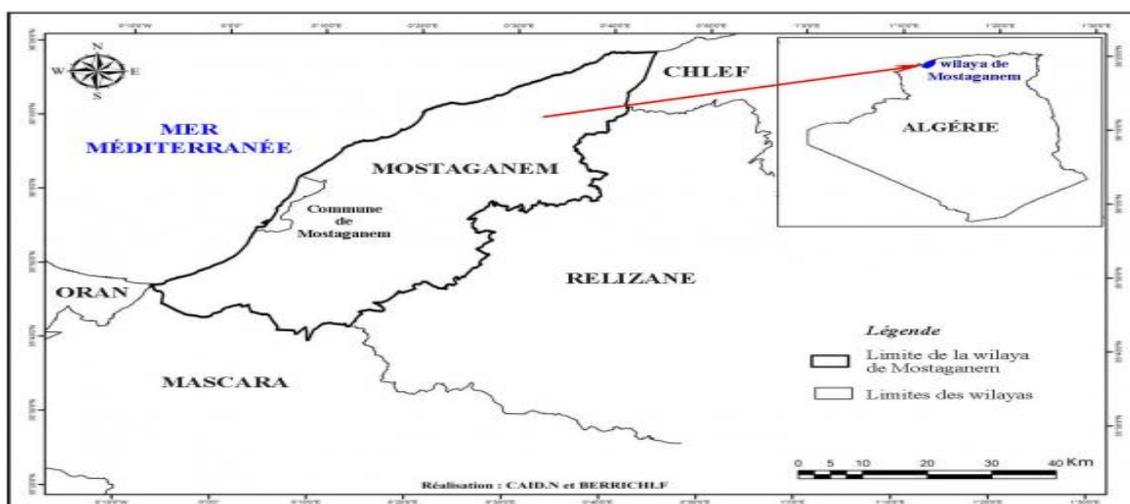


Figure I.1 : localisation de la zone d'étude (d'après N.CAID et F.BERRICHLF, 2019)

I.2.2 Présentation du périmètre d'étude :

Le périmètre irrigué projeté est situé dans la wilaya de Mostaganem, au Nord du barrage de Kramis, ce périmètre couvre une superficie totale de 30 000 ha.

Pour notre étude, le périmètre en question sera le secteur Achaacha situé au sud de la commune de Achaacha, cette commune est située à l'est de la wilaya de Mostaganem.

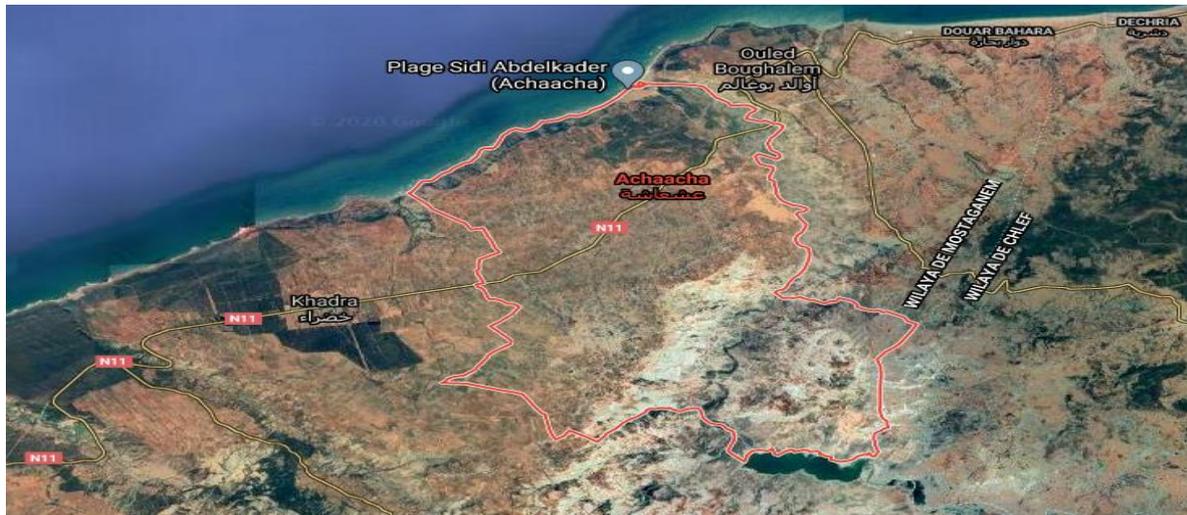


Figure I.2 : Carte satellitaire du périmètre Achaacha (Source :google Earth,2020)

I.3. Etude géologique :

Par définition, la géologie est la science qui étudie l'écorce terrestre, ses constituants, son histoire et sa genèse.

Les terrains de notre zone présentent des formations différentes qui s'étalent du tertiaire jusqu'au quaternaire.

I.3.1 Les formations géologiques antéquatennaires

Cette formation domine les séries montagneuses Sud, ces dernières constituent le substratum de l'ensemble du territoire, et évoluent sous un important remplissage quaternaire.

Le Crétacé : c'est un ensemble de matériaux marneux et marno-calcaires riche en gypse, qui s'alternent avec des roches gréseuses à faciès quartzeux. Cette unité est couverte par un dépôt quaternaire et elle affleure seulement sur la bordure montagneuse sud du périmètre.

Le Miocène : ce sont des formations géologiques à deux faciès (continentale et marin) et à multiples séries. Ces formations se manifestent à base de grès quartzeux, conglomérats et marnes rouges, blanches à gypse et à tripolis. La série des marnes blanches domine le compartiment des glacis et des plaines entre les Oueds Roumane et Zériffa, et la série des marnes à tripolis envahie la bordure méridionale et le synclinal de Sid Ali.

Le Pliocène : Cette formation repose en discordance sur les séries du Miocène, Elle est représentée d'une part, par des marnes bleues qui constituent le substratum imperméable de l'aquifère calabrien et affleurent dans la vallée de l'oued Kramis, et d'une autre part par les grès marins qui occupent les terrains naturels compris entre les Oueds El Abid et Kramis et le rivage.

I.3.2 Les formations quaternaires :

Cette formation est représentée par trois catégories de matériaux :

- Grés calabriens.
- Les alluvions
- Les dunes littorales sableuses.

I.4 Géomorphologie/Relief :

Le périmètre d'étude s'étale sur un plateau côtier étiré Sud - Ouest Nord-Est et reliant l'embouchure du Chélif au lit majeur de Oued Kramis. Ce plateau est bordé au Sud par la série montagneuse des Djebels Djenane Arbi, Dar Nassis, Dar Chaouachi, Nefaissia, Bourzika et Maché alors qu'au Nord c'est le rivage qui façonne l'extrémité de sa périphérie.

Par ailleurs, l'action des différents facteurs du milieu naturel a engendré l'apparition de trois grands compartiments morphologiques dans le paysage :

- Un premier compartiment montagneux et collinaire qui colonise les secteurs amonts formant la bordure Sud du périmètre,
- Un compartiment représentant le domaine des glacis et des secteurs de plaine alluviale s'intercalant entre ce dernier et le rivage,
- Et enfin un troisième compartiment qui jalonnent la bordure Nord du plateau et s'étend jusqu'à la côte.

I.5 Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique fait partie du bassin versant de l'oued Kramis situé dans la partie Nord-ouest de l'Algérie, il est drainé par un grand nombre d'oued à écoulement intermittent, qui entaillent profondément les formations aquifères du quaternaire et coulent directement sur le substratum pour installer leur lits majeurs.

Cependant le réseau hydrographique se caractérise par un tracé bien individualisé et un écoulement assez concentré donnant naissance à des lits d'oued bien dessinés qui se manifestent sous forme de grandes vallées alluviales assez profondes.

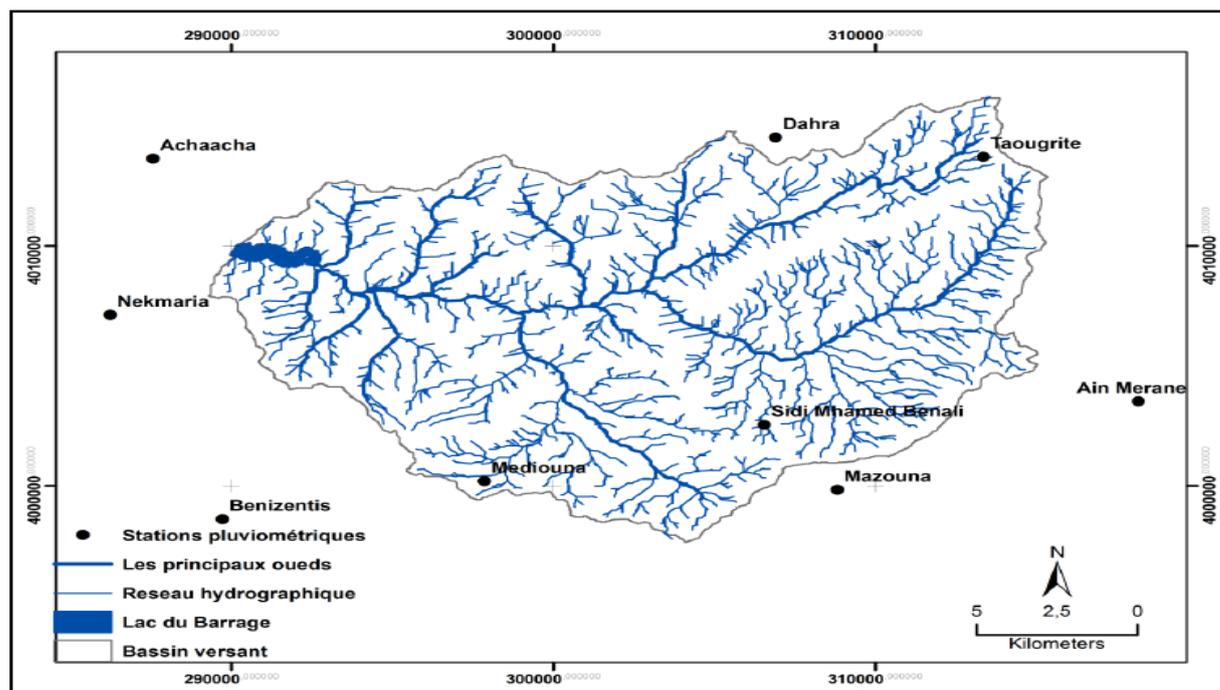


Figure I.3 : Réseau hydrographique de l'oued Kramis au droit du barrage
(d'après Belkalem et Benhachemi, 2017)

I.6. Etude climatologique

La climatologie est une science qui s'intéresse essentiellement à l'étude et la classification des climats. De plus les conditions climatiques sont parmi les principaux paramètres qui interviennent dans l'estimation des besoins des cultures et le choix du système d'irrigation.

I.6.1. Choix de la station de référence

Afin d'avoir une bonne précision des paramètres climatiques, le choix de la station de référence est important, on se base sur la station la plus proche du périmètre. Pour cela, nous avons exploité les données de la station Mostaganem.

Tableau I.1 : Caractéristiques géographiques de la station de Mostaganem.

Nom de la station	Latitude	Longitude	Altitude	Période d'observation	Années d'observation
MOSTAGANEM	35°53 N	00°07 E	137 m	1995 - 2008	14 ans

(Source : ONM Alger).

I.6.2. Les températures :

La température de l'air est un élément météorologique très important qui influence l'évolution des plantes et les besoins en eau.

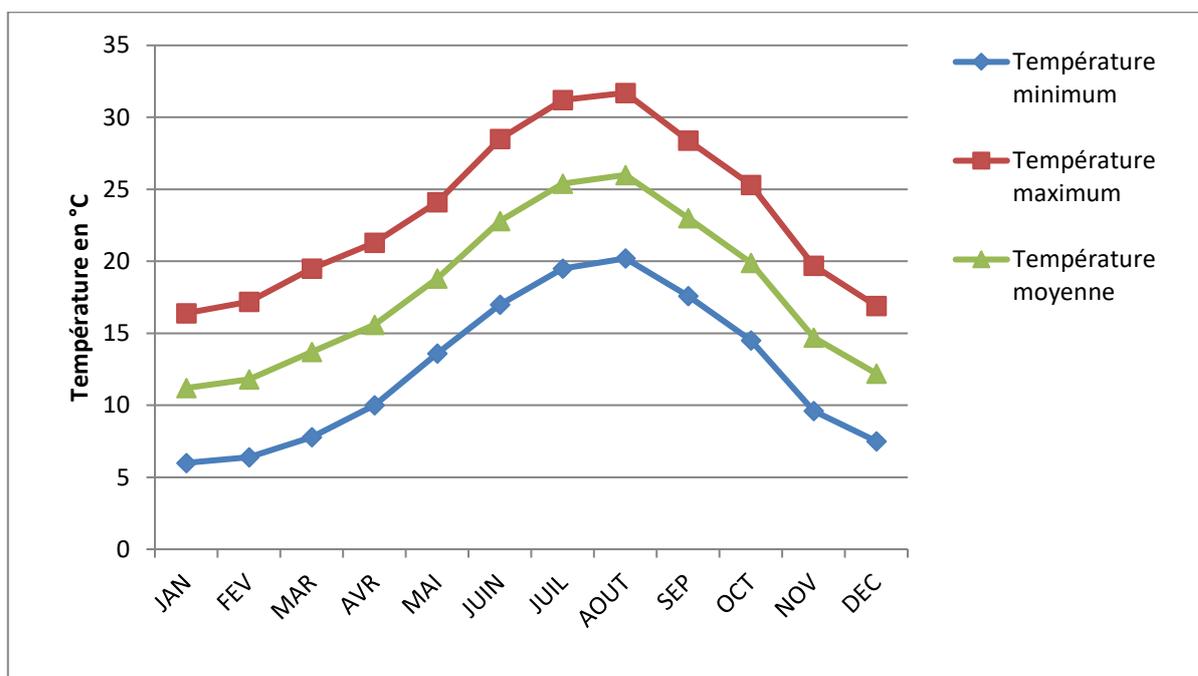
Dans le Tableau I.3 on indique les valeurs moyennes, minimales et maximales mensuelles des températures pour la période 1995-2008.

Tableau I.2 : Répartition des températures moyennes interannuelles en (C°).

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
Température min (°C)	6.0	6.4	7.8	10.0	13.6	17.0	19.5	20.2	17.6	14.5	9.6	7.5
Température max (°C)	16.4	17.2	19.5	21.3	24.1	28.5	31.2	31.7	28.4	25.3	19.7	16.9
Température moy (°C)	11.2	11.8	13.7	15.6	18.8	22.8	25.4	26.0	23.0	19.9	14.7	12.2

(Source : ONM Alger)

D'après le tableau I.3 on remarque que les valeurs de la température varient pendant l'année, avec un maximum en Aout et un minimum en Janvier. La température pour le mois le plus chaud et de 31.2°C, tandis que pour le mois le plus froid, elle est de 6.0°C.

**Figure I.4 :** Répartition des températures moyennes.

I.6.3. Pluies mensuelles

Les pluies mensuelles sont importantes en irrigation car elles permettent de quantifier le bilan hydrique nécessaire pour le calcul des doses et des besoins d'irrigation.

Pour les pluies mensuelles, nous avons exploité les données de la station Mostaganem SCM vu que la durée d'observation des pluies est plus longue pour cette station (1996-2012).

Les caractéristiques de la station Mostaganem SCM sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau I.3 : Caractéristiques géographiques la station Mostaganem SCM.

Nom de la station	code	coordonnées		Altitude	Période d'observation	Nombre d'années
		X(m)	Y(m)			
Mostaganem SCM	040612	266.45	293.4	151	1986-2012	27

Tableau I.4 : les pluies moyennes mensuelles en (mm)

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Année
P _{moy} (mm)	18.05	28.65	57.64	47.2	47.14	38.62	29.60	35.92	25.45	2.69	1.47	2.87	317.22

(Source : ANRH Alger).

D'après le tableau I.4, on remarque que mm les mois les plus pluvieux sont les mois de Décembre, Janvier et février et les plus secs sont Juin, Juillet et Aout.

I.6.4. L'évaporation :

L'évaporation est un passage progressif de l'état liquide à l'état gazeux, son effet est de réduire la température de l'environnement.

Les variation de l'évaporation mensuelle sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau I.5 : Evaporation mensuelle en (mm)

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout
Evaporation (mm)	112.8	89.8	64.1	63.4	62.2	58.9	81.9	97.9	109.9	133.5	145.7	142.7

(Source : ONM Alger)

D'après le tableau I.5, on remarque que les valeurs de l'évaporation mensuelle varient entre 58.9mm en mois de février et 145.7mm en mois de juillet.

I.6.5. L'humidité relative

L'humidité relative ou état hygrométrique (exprimée en %) est le rapport de la tension de vapeur à la tension maximale, c'est un élément important du cycle hydrologique ,il varie selon la température de l'air et la nature des masses d'air locales. Le tableau I.6 présente les valeurs moyennes de l'humidité relative.

Tableau I.6 : Humidité relative de l'air en (%)

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Annuelle
Humidité (%)	72	75	78	78.2	78.5	78.1	74	71	72	68	69	69	74

(Source : ONM Alger).

D'après le tableau I.6, la valeur moyenne annuelle d'humidité est de 74%, Les valeurs les plus basses sont enregistrées durant les mois Juillet et Aout, avec une valeur de 69%, durant les mois de Novembre et Décembre on enregistre les valeurs les plus élevées autour de 78%.

I.6.6 Le vent

Le vent est l'un des éléments caractéristiques du climat, ce facteur exerce une grande influence sur les cultures et le système d'irrigation.

Le tableau I.7 présente la répartition moyenne mensuelle des vitesses du vent.

Tableau I.7: Répartition moyenne mensuelle des vitesses du vent en (m/s)

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout
V (m/s)	1.7	1.5	1.7	1.8	1.7	1.8	2	2.4	2.3	2.1	1.9	1.8

(Source : ONM Alger).

D'après le tableau I.7, les vitesses moyennes du vent présentent une petite variation durant l'année, en oscillation entre une valeur minimale de 1.5 m/s en Octobre, et une valeur maximale de 2.4 m/s en Avril.

I.6.7.L'insolation.

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

Le Tableau I.8 indique les valeurs moyennes mensuelles de durée d'insolation.

Tableau I.8 : Valeurs moyennes des durées d'insolation mensuelles.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout
Insolation (heures)	261.8	230.4	186.4	172.5	194.1	204.3	251	250.4	288.4	319.1	328.8	312.1

(Source : ONM Alger)

I.6.8. Autres paramètres climatologiques :

Pour la zone d'étude, la gelée se présente en hiver avec une valeur maximum en janvier de presque 6 jours par mois. Le sirocco, la grêle sont peu fréquents.

I.6.9. Calcul des indices Agro-météorologiques

Pour déterminer le type du climat et l'interférence des différentes variables de ce climat et leur action sur les plantes, nous avons deux facteurs essentiels : la pluviométrie et la température.

I.6.9.1. Quotient Ombrothermique d'Emberger :

Cet indice a pour but de déterminer l'étage bioclimatique :

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

Avec :

Q : coefficient Ombrothermique d'Emberger.

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

M : moyenne des températures maximales (Kelvin).

m : moyenne des températures minimales (Kelvin).

Pour : P=427.4 mm ; et M=31.7°C , m=6.0°C

$$Q = \frac{2.1000.P}{M^2 - m^2} = \frac{2.1000.427,4}{(31.7+273.15)^2 - (6.0+273.15)^2}$$

D'où Q=56.95

En portant la valeur de Q dans le diagramme bioclimatique d'Emberger, et en fonction de la température moyenne minimale du mois le plus froid (6.0°C), on peut confirmer que notre région se situe dans :

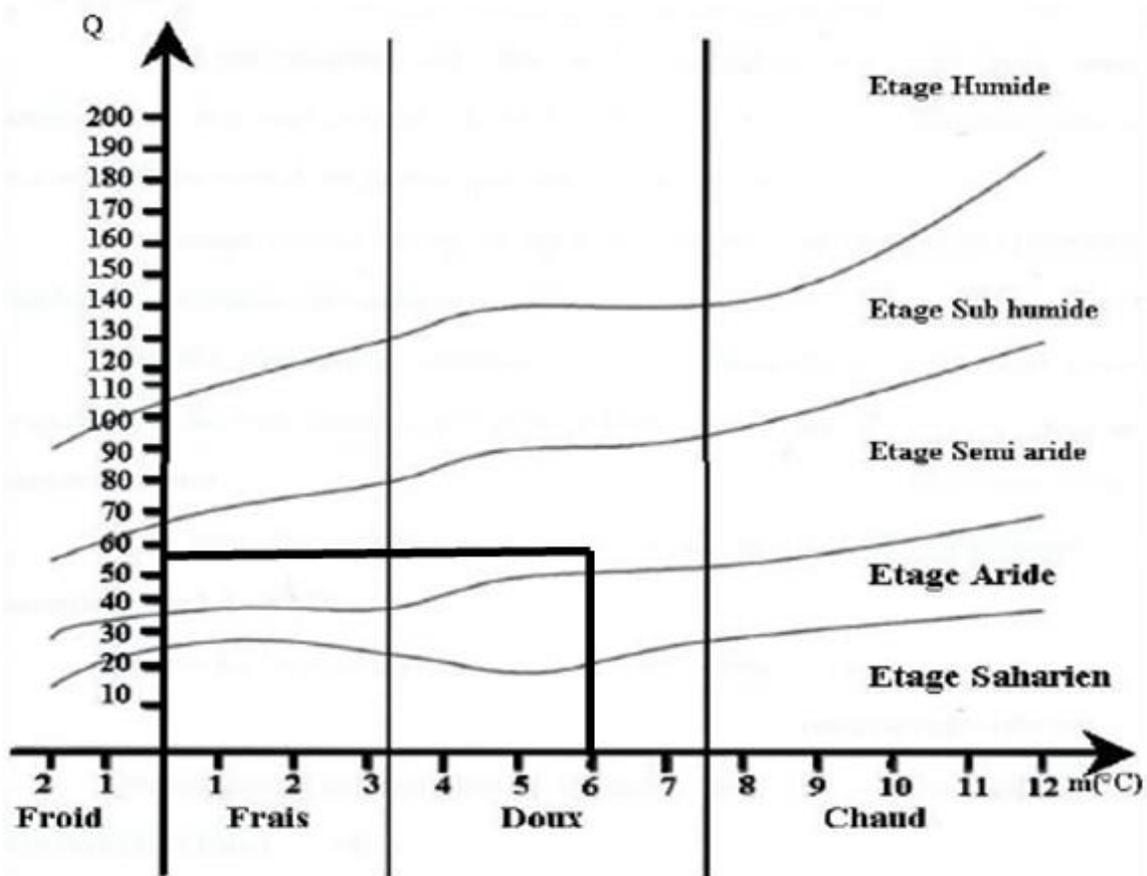


Figure I.5 : Diagramme bioclimatique d'Emberger.

L'étage bioclimatique : semi aride

Sous étage : Hiver doux.

I.6.9.2. Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen

Bagnouls et Gaussen ont établi des diagrammes ombrothermiques pour évaluer la durée et l'intensité de la saison sèche pendant l'année. Les mois secs sont définis, quand la courbe des précipitations est située au-dessous de celle des températures moyennes

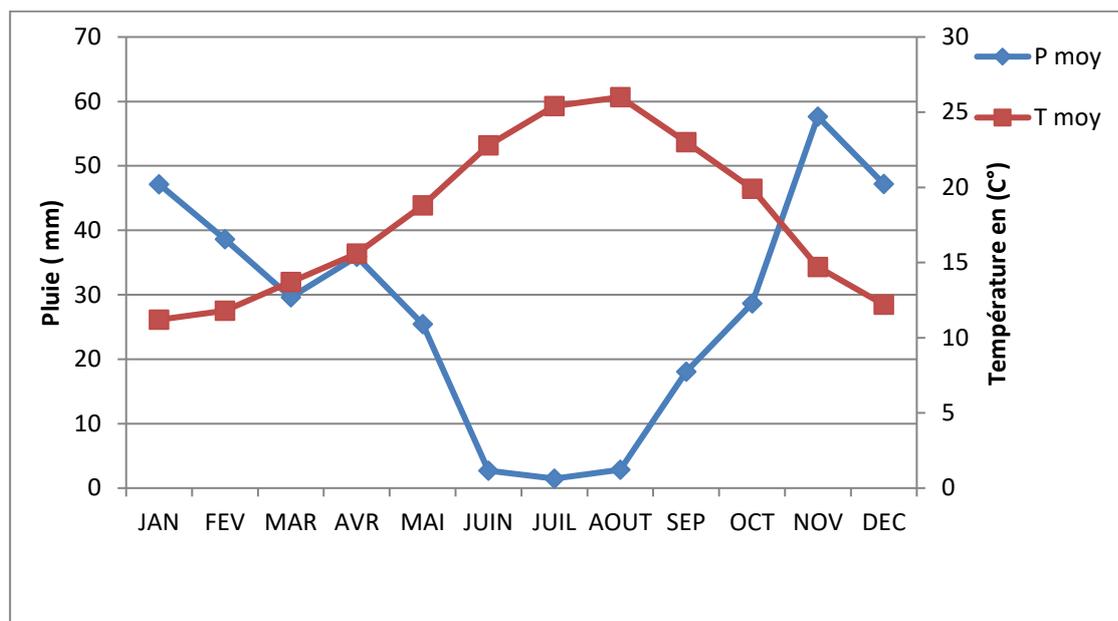


Figure I.6 : Diagramme ombrothermique de Gaussen.

Description du graphe :

D'après le graphe on remarque que la saison sèche s'étale du mois d'Avril jusqu'au mois d'Octobre, et la la saison humide du mois d'Octobre jusqu'à le mois d'avril.

I.7. Etude socio-economique et importance de l'agriculture

Le secteur agricole de la wilaya occupe une superficie agricole utile de 132268 Ha dont : 30.595 Ha menés en irrigué répartis à travers 24.535 exploitations agricoles.

Les activités agricoles de la Wilaya, sont caractérisés par l'arboriculture, les cultures maraîchères et la céréaliculture soit :

Tableau I.9: Répartition des activités agricoles de la wilaya de mostaganem.

Spéculation	Superficie	Production
Céréale	49036	551507 qx
agrumes	3647,5	921601 qx
noyaux pépins	6610	415396 qx
oléicoles	4285,5	118211 qx
Maraîchages	25925	5137029 qx
Pomme de terre	10350	2248849 qx

D'après le bilan annuel de la DSA de la wilaya de Mostaganem, le taux de contribution de la wilaya de Mostaganem à la production agricole nationale a atteint 4,2 pc, soit 121 milliards

DA en 2018, ce qui la place à la 4e place au niveau national en terme de valeur de production agricole et 14e en terme de croissance, on envisage aussi accroître les surfaces agricoles irriguées de 40.000 hectares actuellement à plus de 60.000 ha après la réception du périmètre agricole irrigué de la plaine de Mostaganem

Le secteur agricole dans la wilaya de Mostaganem offre plus de 80.000 emplois permanents et 7.500 emplois saisonniers qui activent sur une superficie de 132.000 ha de terres exploitées sur un total de 144.000 ha de superficie agricole utile.

I.8.Conclusion :

Le périmètre Achacha situé dans la wilaya de Mostaganem, fait partie du grand périmètre de Kramis, il présente des potentialités agronomiques, et stratégiques, pour le développement de la wilaya.

Le périmètre est situé juste en aval du barrage de Kramis, il est caractérisé par un climat semi-aride à hiver doux relativement humide et un été sec et chaud, avec une insuffisance relative et une mauvaise répartition des pluies au cours de l'année.

Pour maintenir un bon développement de l'agriculture dans la wilaya, et vu les caractéristiques climatologiques, il est primordial d'introduire un aménagement hydro-agricole et de nouveaux systèmes d'irrigations efficaces.

Chapitre II

Ressources en sol-Ressources en eau

Chapitre II: Ressources en sol et ressources en eau

II.1. Introduction

Le sol est la base essentielle de toute production agricole, car il est le support de la plante, et aussi la réserve d'eau et d'éléments nutritifs. Pour cela il est important de bien connaître sa structure et sa formation, ceci pour bien choisir les cultures de notre périmètre et bien mener l'irrigation.

II.2. Ressources en sol

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

II.2.1. But de l'étude pédologique

Le but de l'étude pédologique est de localiser les sols qui ont une bonne potentialité agronomique pour qu'ils soient exploités dans un éventuel aménagement hydro-agricole.

II.2.2. Description et classification des sols du périmètre

La prospection pédologique qui permet la classification des sols s'est basée sur la classification française (CPCS, France 1967).

L'étude des caractères morphologiques des sols et l'analyse physico-chimique des échantillons du sol du périmètre Achaacha a permis de classer notre sol dans la classe des sols à sesquioxydes de fer.

L'individualisation des sesquioxydes de fer de ces sols leur confère une couleur très accusée, rouge, ocre et parfois rouille. Cette coloration peut intéresser les horizons A et B ou plus souvent le seul horizon B. Généralement les oxydes de fer accompagnent l'argile de façon similaire dans le profil et la couleur devient très vive, la terre fine des horizons A et B est dépourvu de carbonate de calcium même s'il en avait dans le matériau originel.

L'essentiel des sols de cette catégorie se rapporte à deux groupes : fersialitiques modaux et bruns évoluant sur différentes roches mères.

❖ Profil N° 1 :

▪ **Caractéristique morphologique :**

- * Classe : Sols à Sesquioxydes de fer.
- * Sous classe : sols rouges Méditerranéens.
- * Groupe : sols rouges non lessivés.
- * Sous-groupe : Modal.

- * Famille : sols issue de formations alluviales indifférenciées.
- * Situation : sud du périmètre.
- * Pente : 2% Sud-Nord.
- * Géomorphologie : terrasse.
- * Occupation du sol : Vigne

Description des horizons :

Les Horizons sont définis selon les profondeurs :

[0-25 cm] : Cet horizon est caractérisé par :

Couleur : rouge

Texture : argileuse-limoneuse,

Structure : grumeleuse.

L'enracinement est abondant de céréales. L'horizon est poreux, peu compact, effervescence à l'HCl moyennement.

[25-80 cm]: Cet horizon est caractérisé par

Couleur : Rouge à l'état sec;

Texture : limono-argileuse.

Structure : polyédrique plus ou moins grossière,

Faible enraccinement de céréales, nodules de calcaire, horizon relativement poreux, moins compact que l'horizon superficiel avec la présence de gravier, effervescence HCl moyenne.

[>80-140 cm] : horizon caractérisé par

Couleur : rouge vif à l'état sec.

Texture : argilo-sableuse avec la présence de cailloux et de blocs, de couleur brun clair à l'état sec,

Structure : polyédrique fine ou prismatique

Horizon poreux, compact. Complexe absorbant presque saturé, l'effervescence à l'HCl est moyenne.

Cette analyse se fait généralement au laboratoire après sélection des échantillons de chaque horizon du sol.

Tableau II.1: Analyse physico-chimiques des profils étudiés.

Horizons		Horizon1	Horizon2	Horizon3
Profondeur de prélèvement des échantillons (cm)		0-25	25-80	80-140
Granulométrie	Argile [%]	35,20	32,50	30,60
	Limon fin [%]	18,25	18,20	20,10
	Limon grossier [%]	19,50	20,45	21,36
	Sable fin [%]	10,60	10,20	16,89
	Sable grossier [%]	16,45	18,65	10,96
Matière organique	Matière organique [%]	1,45	0,56	0,39
	Carbone C [‰]	8,55	3,3	2,3
	Azote N [‰]	0,74	0,63	0,67
	Rapport C/N	11,56	5,23	3,43
Réserve minérales	CaCO ₃ Total %	12,04	22,8	21,5
	CaCO ₃ Actif[%]	2 393	2 184	2 315
	P ₂ O ₅ Assimilé	28,95	30,44	31,45
	P ₂ O ₅ Total[‰]	39,45	39,46	34,75
	K ₂ O Assimilé[méq /100 g]	28,95	30,44	31,45
	K ₂ O Total [‰]	39,45	39,46	34,75
Complexe absorbant	Ca ⁺⁺ [méq /100 g]	22,5	16,5	16,5
	Mg ⁺⁺ [méq /100 g]	4,17	5,11	5,21
	K ⁺ [méq /100 g]	1,13	0,36	0,47
	Na ⁺ [méq /100 g]	1,52	2,04	1,39
Solution du sol	pH Eau	7.3	7.4	7.5
	C.E. [mmhos/cm]	0,1	0,05	0,11

(Source : ENHYD)

Interprétation :

D'après les Analyse physico-chimiques des profils détaillés dans le tableau II.2, on voit que la texture est limono-argileuse selon la projection du triangle de texture (USDA).

Les sols sont relativement pauvres en matière organique, mais les réserves minérales sont importantes. Vu la conductivité électrique des profils, les sols ne présentent aucun excès de salinité.

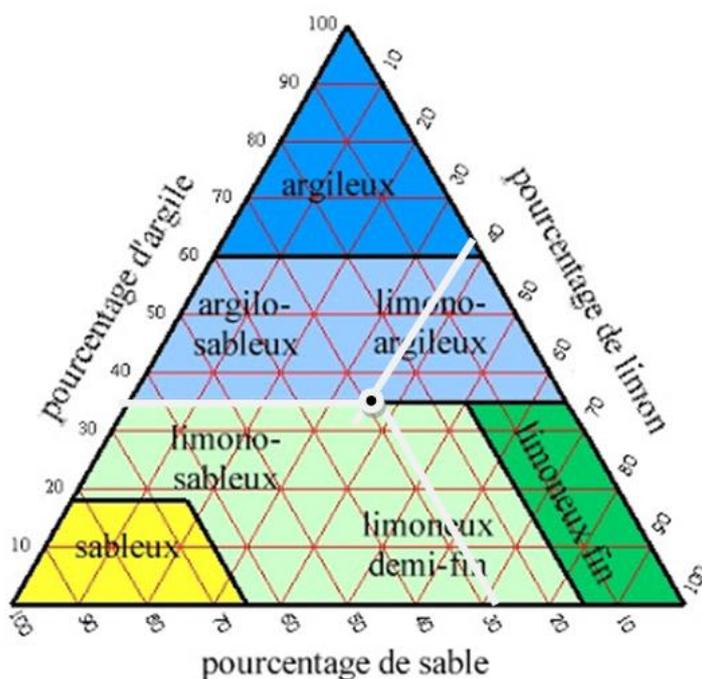


Figure II.1 Analyse texturale des sols étudiés

II.2.3. Caractéristiques hydrodynamiques des sols

Le sol est caractérisé par des paramètres physiques mesurables. Les valeurs de ces paramètres varient généralement en fonctions de la structure et de la texture du sol.

Les paramètres hydrodynamiques, qui interviennent dans le calcul de la dose d'irrigation sont résumés dans le tableau II.2 :

Tableau II.2: Propriétés hydrodynamiques des sols.

Paramètres	unité	Valeur moyenne
Texture	-----	Limono-argileux
Densité apparente (Da)	g/cm ³	1.42
Densité réelle (Dr)	g/m ³	2,6
Perméabilité Porchet (K)	m/s	$2.5 - 3 \times 10^{-5}$
L'humidité (PF) caractéristique (pF 4,5)	%	15%
L'humidité (PF) caractéristique (Pf 2,5)	%	28- 26%
La porosité	%	40

II.2.4. Détermination des aptitudes culturelles des sols :

L'aptitude culturelle des sols est une notion importante dans le domaine de l'agriculture, c'est la capacité du sol à répondre aux besoins physiques, chimiques et biologiques nécessaires à la croissance des plantes, pour leur productivité, leur reproduction et leur qualité de manière adaptée au type de plante et au type de sol et aux conditions climatiques.

Dans le cas de notre périmètre d'étude, nous avons :

a) Culture arbustives :

Catégorie B1 :

Bons sols pour : pêcher sur franc, abricotier sur pêcher franc, pêcher sur amandier, abricotier sur amandier, amandier sur franc, pêcher sur prunier, prunier sur prunier, abricotier sur franc, abricotier sur prunier myrobolan, prunier sur prunier myrobolan, cerisier sur merisier, olivier, pommier sur doucin, pommier sur paradis, figuier.

Sols moyens pour : Agrumes, cerisier sur St. Julien, pommier sur franc, poirier sur franc, poirier sur cognassier

Catégorie B2 :

Bons sols pour : pêcher sur prunier St. Julien, prunier sur St. Julien, pommier sur doucin, figuier.

Sols moyens pour : agrumes, abricotier sur prunier myrobolan, prunier sur prunier myrobolan, cerisier sur merisier cerisier, olivier, pommier sur franc, pommier sur paradis, poirier sur franc, poirier sur cognassier.

b) Cultures industrielles :

Catégorie I1 :

Bons sols pour : betterave à sucre, coton, tournesol, tabac, lin.

Catégorie I2 :

Bons sols pour : tabac.

Sols moyen pour : betterave à sucre, coton, tournesol, lin.

c) Cultures céréalières et fourragères :

Catégorie C1 :

Bons sols pour : bersim, sorgho, maïs, vesce-avoine, ray-grass, blé dur, blé tendre, orge.

Sols moyens pour : Luzerne.

Catégorie C2 :

Bons sols pour : luzerne, ray-grass, blé tendre.

Sols moyens pour : bersim, sorgho, maïs, fétuque, vesce-avoine, blé tendre, orge.

d) Cultures maraichères :**Catégorie M1 :**

Bons sols pour : tomate, oignons, pomme de terre, laitue, ails, pastèque, haricot, concombre, pois, fraisier.

Catégorie Mf :

Bons sols pour : artichaut, oignons, navet, choux fleurs, choux-pommé, épinard, fraisier.

Sols moyens pour : tomates, ails, concombre, pois, melon, piment, poivron, haricot,

Catégorie M2 :

Bons sols pour : tomate, oignons, pomme de terre, navet, ails, aubergines.

Sols moyens pour : carottes, melon, piment, poivron, pois, fraisier.

II.3. Ressources en eau :

Les ressources en eau à mobiliser pour l'alimentation du périmètre proviendront principalement des apports des bassins versants de l'Oued Kramis qui seront régularisés par le barrage de Kramis, car le périmètre Achaacha est situé à proximité de ce barrage.

Le barrage de Kramis dont les travaux ont été achevés en septembre 2005 est un barrage en terre dont la capacité de stockage totale est de 44,9hm³ avec un niveau de retenue normale à la côte 108m, la capacité utile au dessus du niveau minimal d'exploitation est à la côte 80 m, de 33 hm³ et une hauteur maximale de 48 m. Les caractéristiques principales du barrage Kramis sont les suivantes:

Tableau II.3 : Caractéristiques du barrage kramis

Type	Digue en terre à noyau argileux.
Niveau de Plus hautes eaux	111.10 m
Niveau normale de retenue	108,00 m
Volume total de la retenue	44.9 hm ³
Volume utile de la retenue	33 hm ³
Volume mort	11.9 hm ³

II.3.1. Etude de la qualité de l'eau d'irrigation

Avant tout projet d'aménagement agricole il est important d'avoir une quantité satisfaisante de réserve d'eau pour l'irrigation, cette eau doit être de bonne qualité, pour cela il faut faire son diagnostic afin de rechercher les éléments dont leur excès peut nuire aux cultures.

Les facteurs qu'on doit vérifier pour étudier la qualité de l'eau sont :

- Risque de Salinité ;

- Risque de Sodium (Degré d'Adsorption du Sodium ou SAR) ;
- Le pH ;
- Toxicité

Les données sur le tableau II.4 présentent la qualité de l'eau brute déterminées par l'ANRH à partir des prélèvements effectués à la station hydrométrique.

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

Paramètre	Valeur moyenne
Conductivité en μ s/ cm	720
Résidu Sec en mg/l	1568
PH	7,9
CL ⁻ en mg/l	311
Na ⁺ en mg/l	90
Ca ⁺⁺ en mg/l	140
Mg ⁺⁺ en mg/l	59
K ⁺ en mg/l	14
SO ₄ ²⁻ en mg/l	550
HCO ₃ ³⁻ en mg/l	122
NO ₃ ⁻ en mg/l	11

(Source : ANRH)

II.3.2. Classification des eaux d'irrigation :

Pour déterminer la qualité de l'eau et savoir si on peut irriguer avec cette eau, deux principaux éléments doivent être étudiés :

- La concentration totale de sels solubles (conductivité électrique)
- Le SAR (Sodium Absorption Ratio)

II.3.2.1 La concentration totale des sels solubles

L'eau d'irrigation contient des sels dissous qui sont bénéfiques pour la croissance des plantes, mais certains sels en concentrations excessives peuvent être nuisibles ou toxiques.

Le classement de l'eau d'irrigation est en fonction de la quantité de sels qu'elle contient. Pour savoir la quantité des sels dans l'eau, on mesure la conductivité électrique qui est une propriété associée à la mobilité des ions, elle est mesurée à 25°C et exprimée en mmhos/cm. plus il y'a des sels dans l'eau, la conductivité électrique est grande.

On distingue quatre classes de danger de salinité de l'eau en fonction de la conductivité électrique.

Tableau II.5: Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.

Classe	Conductivité électrique CE (mmhos/cm)	Qualité des eaux	cultures
C1	$CE \geq 0.25$	Risque faible de salinité	Pour toutes les cultures
C2	$0.25 \leq CE \leq 0.75$	Risque moyen de salinité	pour les plantes moyennement tolérantes.
C3	$0.75 \leq CE \leq 2.25$	Risque élevé de salinité	ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes.
C4	$CE > 2.25$	Risque très élevé de salinité	eau difficilement utilisable

II.3.2.2 Le SAR (Sodium Absorption Ration)

La concentration du sodium dans l'eau dépend des concentrations en calcium et en magnésium, si l'eau est riche en sodium, celui-ci peut se fixer sur le complexe du sol et exercer alors une action défloculation, et influencer négativement sur les propriétés des sols, qui deviennent très compactes.

Pour apprécier le risque alcalin, on compare donc la concentration en ions Na^+ et celle en ions Ca^{++} et Mg^{++} , la relation qui a entre ces trois éléments est le SAR (sodium absorption ration) :

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

Quatre classes de danger d'alcalinisation ont été définies.

Tableau II. 6: Risque d'alcalinisation en fonction du SAR

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

Dans notre cas :

$$SAR = \frac{90}{\sqrt{\frac{140+59}{2}}} = 9.02$$

Pour déterminer la classe des eaux d'irrigation de notre barrage on se base sur le diagramme de Riverside, d'après l'US Salinity Laboratory Staff (1954).

Dans le cas du barrage Kramis on a :

SAR=9.02 et CE= 720 μ s/ cm,

D'après le diagramme de Riverside, on classe cette eau dans la classe C2-S2 (eau risque d'alcanite faible et de salinité moyenne)

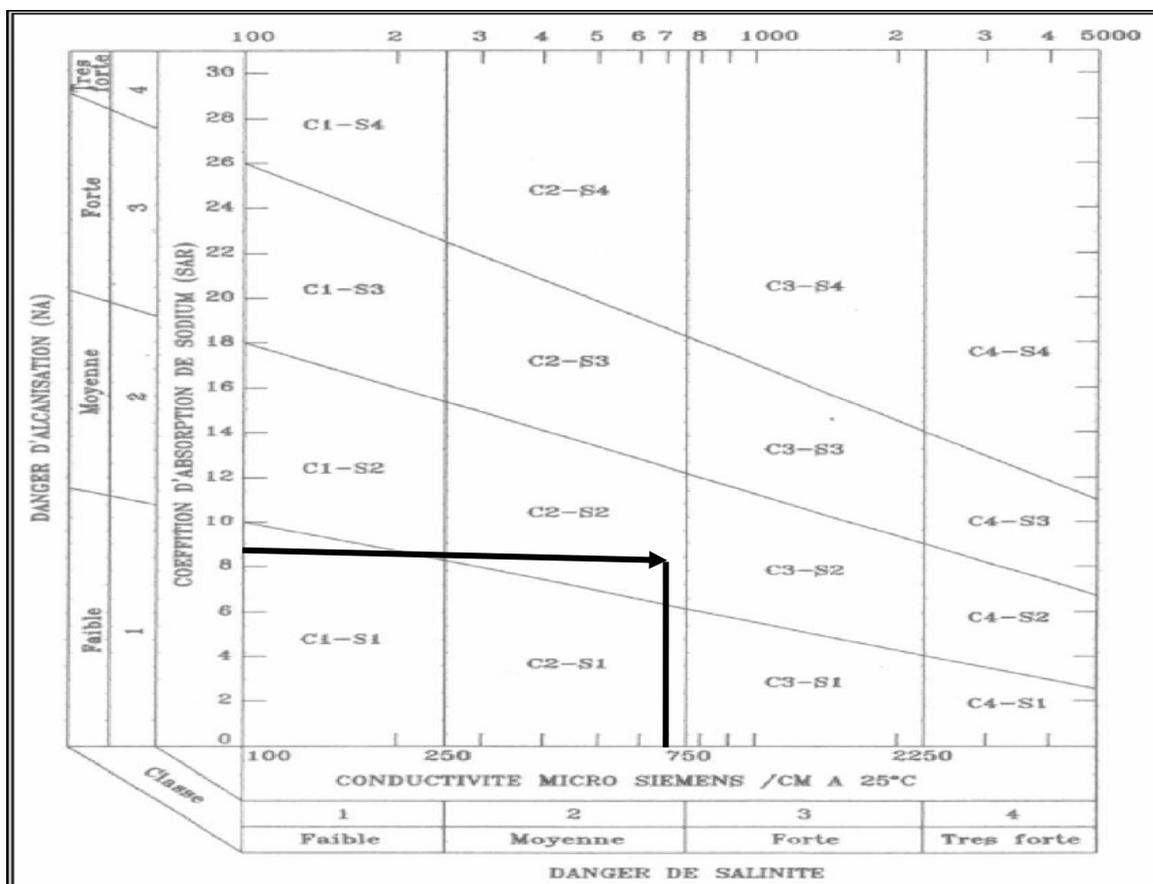


Figure II.2 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation.

II.4. Calcul de la pluie de projet :

L'analyse des pluies a pour but de définir les précipitations de courte et de longue durée qui puissent inonder le périmètre à étudier.

II.4.1. Choix de la station :

En tenant compte de la position de notre périmètre on a choisis la station de Mostaganem SCM, la période d'observation de cette station est plus logue que celle de Mostaganem.

II.4.2.présentation de la station pluviométrique :

Nous avons pris la station de Mostaganem SCM comme station de référence dont les caractéristiques sont :

Tableau II.7 : caractéristique principales de la station pluviométrique (ANRH Alger).

Nom de la station	Code	coordonnées		Altitude	Période d'observation	Nombre d'observation
		X(m)	Y(m)			
Mostaganem SCM	040612	266.45	293.3	151	1986-2012	27

II.4.3. Répartition de la pluie moyenne annuelle :

Nous disposons d'un échantillon de pluies mensuelles qui vas de 1986 jusqu'à 2012. Ces pluies sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau II.8 : Précipitations moyennes mensuelles (Station pluviométrique : Mostaganem SCM)

Année	SEPT	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	ANN
1986	71.5	27.3	17.1	66.2	34.8	71.8	5.6	1.2	13.6	2.5	6.3	0.4	318.3
1987	4.4	25.8	56.1	28	78	18.6	15.8	36.6	84.1	2.1	0	1.2	350.7
1988	8.3	9.8	30.5	17.1	12.7	20.7	76.8	18.4	2.1	3	1.4	8.9	209.7
1989	11	4	17.5	42	104.7	0.3	32.8	49.6	13	0	4	0.7	279.6
1990	6.9	23.9	58.9	28.6	27.2	58.5	130.2	4	25.1	1.3	1.1	0	365.7
1991	8.8	35.9	67.9	10.1	38.1	28.3	30.4	8.8	36.2	25.7	3.6	0.3	294.1
1992	1.5	2.9	34.7	19.4	0	58	16.6	40.9	19	4.2	0	2.4	199.6
1993	4.9	52.1	55.7	7.9	33.1	40	0	27.7	7.2	0	0	0	228.6
1994	16.6	23.7	29.3	4.9	31.6	23.5	44.3	10.4	0.6	2.7	5.7	3	196.3
1995	22.3	12.7	78.4	58.4	125.4	94.6	39.9	47.3	24.6	0	5.6	0.3	509.5
1996	37.9	29	2.2	45	79.4	4.2	0	111.7	15	1.6	2	8.5	336.5
1997	23.4	37.5	56.1	50.2	46.6	29.1	11.4	30.6	42.8	0	1.4	8.9	338
1998	4.2	8.5	26.5	58.6	72.2	69.2	40.2	0.4	3	1.2	0.7	13.1	297.8
1999	19.3	17.6	74.2	51.9	3.1	0	12.5	17.9	29.3	0.5	0	0	226.3
2000	86.8	43.9	115.1	25.1	42	135.5	1.8	63.5	12	0.7	0	0.1	526.5
2001	8.4	17.3	145.4	43.1	6.2	0	62.8	47.5	40.2	1.1	0	9.7	381.7

2002	0.6	31.9	54.2	7.2	54	46.9	7.4	51.3	10.3	1.6	0	0.1	265.5
2003	0	25.7	29.9	68	24.4	32.5	10.9	8.3	79.1	10.9	0	0	289.7
2004	2.2	52.1	85.3	104.7	12.7	51.8	25.1	3.9	0	1	0.7	0	339.5
2005	11.2	43.2	100.8	40.3	108.2	64.4	10.2	24	92.1	3.1	0	0	497.5
2006	35.7	0	0	189.3	48.7	20.1	51.2	77.3	0	0	0	0	422.3
2007	32.9	68.4	62.5	22.3	27.9	5.8	16.3	4.4	14.7	6.2	4.1	0	265.5
2008	31.6	40.5	144.5	119.4	60.6	8.2	32.6	32.1	15.4	0.8	0	1.6	487.3
2009	15.1	2.7	18.7	34.8	44.3	42.7	44.7	37.3	11.6	0.4	0	16.4	268.7
2010	3.6	66.1	58.6	16	70.3	26.2	28.5	76.6	45.5	2.2	0	0	393.6
2011	4.3	41.2	76.2	38.7	31.9	62.7	20.4	62.3	2.4	0	0	0	340.1
2012	14	30	60	77.2	54.8	29.3	30.9	75.9	48.4	0	3.3	2	425.8

Cette série des pluies annuelles présente des caractéristiques statistiques suivantes :

Tableau II.9 : Caractéristiques de la série pluviométrique.

moyenne	335.35 mm
Ecart type	95.75
cv	0.28
p_{\min}	196.3 mm
p_{\max}	526.5 mm

II.4.4. Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique :

Avant toute exploitation des données hydrologiques il faut s'assurer de l'homogénéité de ces données, car il arrive que la station pluviométrique présente des interruptions dans les relevés, ce qui rend leur utilisation difficile. Pour cela un test de Mood est nécessaire pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique.

II.4.4.1. Teste de Mood :(Paul Meylan, 2008)

Le test de Mood permet de savoir si la série de données pluviométrique est homogène ou non, cette méthode repose sur le procédé suivant :

Soit un échantillon x_1, x_2, \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% de x_i soient inférieures et 50% des x_i lui soient supérieures.

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

+ pour le $x_i > M$

- Pour le $x_i < M$

Calculons les quantités N_s et T_s avec :

N_s : nombre totale de séries de + ou de - .

T_s : taille de la plus grande série de + ou de -.

Les conditions du test sont les suivantes ;

$$\frac{1}{2}(N + 1 - 1.96\sqrt{N - 1}) < N_s < \frac{1}{2}(N + 1 + 1.96\sqrt{N - 1})$$

$$T_s < 3.3(\log_{10}N + 1)$$

Dans le cas de notre série :

Tableau II.10 : résultat du test Mood

Pmoy	318.3	350.7	209.7	279.6	365.7	294.1	199.6	228.6	196.3
	-	+	-	-	+	-	-	-	-
P moy	509.5	336.5	338	297.8	226.3	526.5	381.7	265.5	289.7
	+	+	+	-	-	+	+	-	-
P moy	339.5	497.5	422.3	265.5	487.3	268.7	393.6	340.1	425.8
	+	+	+	-	-	-	+	+	+

On a :

$$\frac{1}{2}(N + 1 - 1.96\sqrt{N - 1}) = 8.81 \text{ et } \frac{1}{2}(N + 1 + 1.96\sqrt{N - 1}) = 19.18$$

$$N_s = 14, \text{ et } 8.81 < N_s = 14 < 19.18$$

Et d'autre part :

$$3.3(\log_{10}N + 1) = 8.02 \text{ et } T_s = 4 \text{ et } 4 < 8.02$$

Conclusion :

Les deux conditions sont vérifiées, donc la série est homogène.

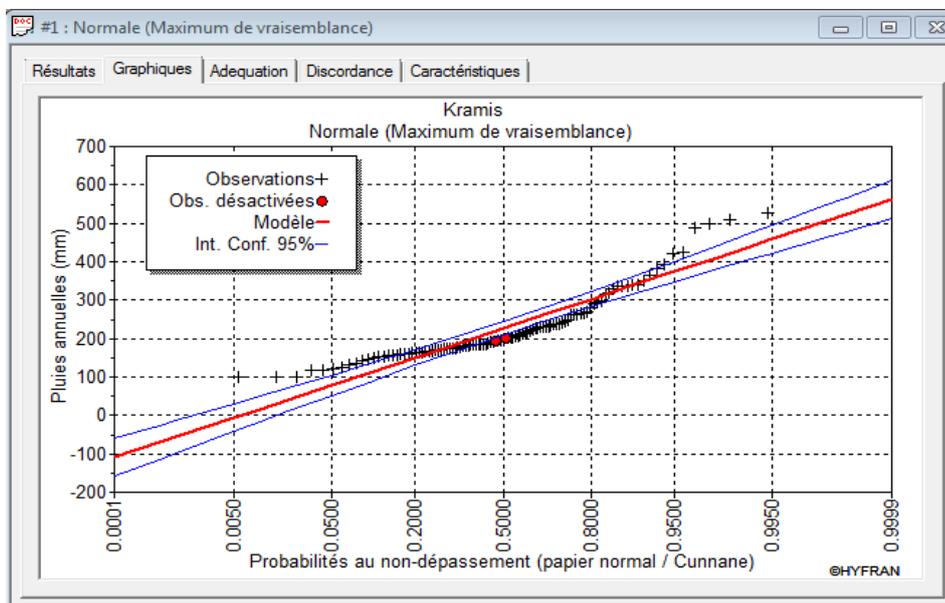
II.5. Ajustement des pluies annuelles

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

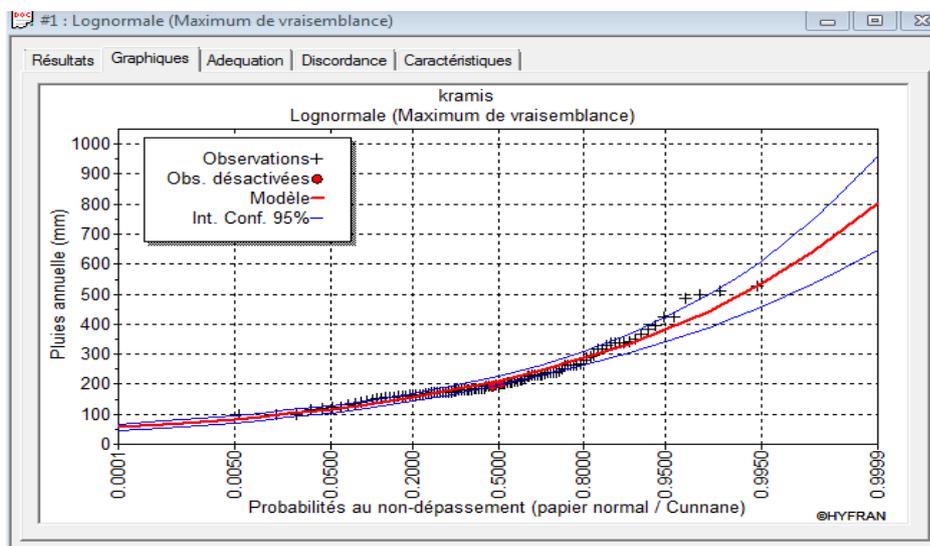
- Loi de Gauss ou loi normale
- Loi de Galton ou loi log normale

Ces deux lois de probabilité continues dépendent de deux paramètres : son espérance μ , et son écart type σ , dans le cas de la loi lognormale, on les remplace par $\log(\mu, \sigma)$

Pour les calculs nous avons utilisé le logiciel **HYFRAN**.



(a)



(b)

Figure II.3 : Ajustement des pluies annuelles aux lois Normale (a) et lognormale (b).

II.4.5.1. Test de validité d'un ajustement :

Après ajustement des données par la loi, Il convient de comparer l'adéquation de cette loi afin d'adopter le meilleur ajustement.

Dans notre cas, nous avons utilisé le test de Khi carré χ^2 . **Touaibia, B., (2004)**

La loi est adéquate pour une erreur $\alpha = 0.05$ si et seulement si :

$$\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}} .$$

Tableau II.11 : Test de validité des deux ajustements.

Loi normale	Loi log-normale
$\chi^2_{\text{calculé}}=1.7$	$\chi^2_{\text{calculé}}=1.6$
Degrés de liberté =3	
$\chi^2_{\text{théorique}}=7.815$	

La loi Log-normale est la plus adéquate pour le cas de notre série :

II.4.6. Détermination de l'année de calcul :

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

Tableau II.12: Résultat de l'ajustement.

T	q	Xt	Intervalle de confiance
2	0.5	355	293 -377
1.25	0.2	255	213 -297

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

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

$$P_{\text{théorique (80\%) annuelle}} = 255 \quad \text{et} \quad P_{\text{théorique (50\%) annuelle}} = 335$$

$$P_{\text{moy 80\%}} = \frac{255}{335} \times P_{\text{moy de chaque mois}} = 0.76 \times P_{\text{moy de chaque mois}}$$

Les pluies mensuelles de projet, sont calculées comme suit :

Tableau II.13: Calcul des pluies mensuelles pour l'année sèche ($f_{\text{req}} = 80\%$).

Mois	sep	oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
P_{moy} (mm/mois)	18.1	28.7	57.6	47.2	47.1	38.6	29.6	35.9	25.5	2.7	1.5	2.9
$P_{\text{moy 80\%}}$ (mm/mois)	13.7	21.8	43.8	35.9	35.8	29.3	22.5	27.3	19.3	2.0	1.1	2.2

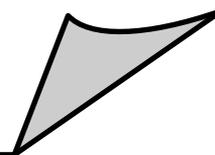
II.5 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons étudié la pédologie du sol de notre périmètre, d'après les analyses physico-chimiques, nous avons constaté que c'est un sol limono-argileux, avec une bonne rétention en eau.

Nous avons aussi déterminé les caractéristiques des eaux du barrage Kramis, après étude de la qualité de ses eaux, les résultats ont mis en évidence que c'est une eau adéquate et sans incidence pour les cultures.

Chapitre III

Besoins en eau des cultures



Chapitre III : Besoins en eau des cultures

III.1. Introduction

La connaissance des besoins en eau d'un périmètre est indispensable dans toute planification d'un aménagement hydro-agricole.

Dans le présent chapitre, on va quantifier le volume total des besoins en eau des cultures, en tenant compte des conditions climatiques, pédologiques, de la qualité de l'eau d'irrigation, ces informations ont été définies dans les chapitres précédents.

III.2. Besoin en eau du périmètre

Les besoins en eau sont définis comme étant le volume qu'on doit apporter par irrigation pour compléter la quantité apporté par la pluviométrie.

Avant de déterminer les besoins en eau des cultures, il est nécessaire de connaître certains paramètres concernant les plantes, ainsi que les données climatiques et pédologiques de la région.

III.2.1 Calcul des besoins en eau d'irrigation

Le calcul des besoins en d'irrigation à apporter pour la culture est réalisé en effectuant le bilan hydrique suivant :

$$B_i = ETM - (P_{\text{eff}} + RU).$$

Où :

- **ETM**: est l'évapotranspiration maximale ou besoins des cultures en mm (ETM=ET₀*k_C)
- **K_C** : le coefficient culturel de la culture considérée.
- **P_{eff}** : est la pluie efficace.
- **RU** : La réserve utile.

III.2.2. Calcul de l'évapotranspiration référence (ET₀) :

L'évapotranspiration de référence est l'évapotranspiration maximale 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.

III.2.3. Calcul de l'évapotranspiration de référence :

Il existe plusieurs méthodes Pour le calcul de l'évapotranspiration de référence, ces méthodes sont réparties en deux classes :

- Les méthodes directes et les méthodes indirectes.

❖ **Les méthodes directes**

- La cuve lysimétrique.
- Le bac évaporant.

❖ **Les méthodes indirectes**

Ces méthodes permettent de calcul l'ET₀ à partir de formules basées sur des paramètres climatiques qu'on appelle des formules empiriques dont les principales sont :

- Priestly- Taylor
- Makkink - Turc
- Hargreaves
- Blaney – Criddle
- Thornthwaite
- Penman et Monteith modifiée.

Dans notre cas, nous l'avons évaluée par la méthode la plus utilisée la méthode de Penman_Monteith Modifiée.

-Formule Modifiée de Penman_Monteith

En 1948, Penman et Monteith ont combiné un bilan énergétique en utilisant une méthode de transfert de masse, et ils ont eu une équation pour calculer l'évapotranspiration d'une surface libre d'eau à partir des enregistrements climatologiques de l'ensoleillement, la température, l'humidité et la vitesse du vent. La formule de Penman-Monteith modifiée est la formule la plus utilisée depuis 1948 et elle est recommandée par le FAO, détaillée comme suit :

$$ET_0 = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{C_{ste}}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)}$$

Avec:

ET₀ : évapotranspiration de référence [mm jour⁻¹],

R_n : 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],

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

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

Nous avons effectué le calcul de l'évapotranspiration de référence par le logiciel CROPWAT (FAO, 2008), fondé sur la méthode de Mr Penman et Monteith, où nous avons introduit les données mensuelles:

- Température : Les températures minimales et maximales mensuelles.
- 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 m/s.

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ET_0 calculés à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0 selon la formule de Penman&Monteith, modifiée sont récapitulés dans le tableau ci-après

Tableau III.1 : Evapotranspiration de référence ET_0 calculée par le logiciel COPWAT.

Mois	Température Minimum	Température Maximum	Humidité	Vitesse du vent	Insolation	Rayonnement	ET_0
	C°	C°	%	m/s	Heure	MJ /m ² /jour	Mm/mois
Janvier	6.0	16.4	78	1.7	6.3	10.0	43.36
Février	6.4	17.2	78	1.8	7.0	13.0	53.26
Mars	7.8	19.5	74	2.0	9.0	18.4	90.68
Avril	10.0	21.3	71	2.4	8.3	20.4	112.38
Mai	13.6	24.1	72	2.3	9.3	23.4	139.22
Juin	17.0	28.5	68	2.1	10.6	25.7	164.90
Juillet	19.5	31.2	69	1.9	10.6	25.4	176.63
Aout	20.2	31.7	69	1.8	10.0	23.3	163.82
Septembre	17.6	28.4	72	1.7	8.7	19.1	118.86
Octobre	14.5	25.3	75	1.5	7.4	14.4	82.98
Novembre	9.6	19.7	78	1.7	6.2	10.4	50.11
Décembre	7.5	16.9	78	1.8	5.6	8.7	40.72
Moyenne	12.5	23.4	74	1.9	8.3	17.7	1236.91

III.3. Calcul de la pluie efficace

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

Plusieurs méthodes permettent d'estimer les pluies, dans notre étude nous avons utilisé la méthode du pourcentage fixe, détaillée comme suit :

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

Avec :

A : coefficient de pertes généralement égal à 0.8.

Le résultat de calcul par cette méthode est donné dans le tableau III.2

Tableau III.2 : Calcul des pluies efficaces.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout
P_{moy} 80% (mm)	13.7	21.8	43.8	35.9	35.8	29.3	22.5	17.3	19.3	2.0	1.1	2.2
P_{eff}	10.96	17.44	35.04	28.72	28.64	23.44	18.00	13.84	15.44	1.60	0.88	1.76

Dans le cas où les pluies efficaces sont inférieures à 2 mm, elles sont considérées comme nulles.

III.4. Calcul de la réserve en eau du sol

C'est la quantité d'eau contenue dans la tranche du sol explorée par les racines, entre le point de ressuyage et le point de flétrissement. Mais les plantes ayant d'autant plus de mal à extraire l'eau que l'humidité s'approche du point de flétrissement.

La réserve facilement utilisable (RFU) se calcul par la formule suivante.

$$\mathbf{RFU = (hcc-hpf)Y.D_a.Z}$$

- ✓ **hcc** : humidité à la capacité au champ
- ✓ **hpf** : humidité au point de flétrissement
- ✓ **Z** : profondeur racinaire,
- ✓ **Y** : coefficient qui dépend de la nature du sol (on prend $Y=2/3$)
- ✓ **Da** : densité apparente du sol ;

Dans notre cas, la réserve en eau du sol du mois i-1 est égal à:

$$\mathbf{Rs= KRFU}$$

K est coefficient =1, ou 1/2, 1/3 ou 0 dans le cas de réserve en eau nulle.

III.5. Choix des cultures :

Plusieurs paramètres entrent dans la décision de choix des cultures à mettre en place, ces paramètres sont :

- L'emplacement naturel de l'exploitation.
- L'emplacement économique de l'exploitation.
- Choisir les productions en fonction de la situation économique

- Tenir compte des possibilités de l'exploitation.

III.5.1. Occupation des sols

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

Les scénarios d'occupation des sols retenus pour le projet sont donnés par le tableau suivant III.3 :

Tableau III.3: Scénarios d'occupation du sol du périmètre Achaacha

Scénario	Céréales (%)	Fourrages (%)	Maraichage(%)	Arboriculture (%)	Total %
1	70	15	10	5	100
2	60	15	15	10	100
3	50	20	15	15	100
4	30	10	40	20	100

Pour notre cas, et vu les vocations agricole de la wilaya de Mostaganem, on opte pour le scenario 4.

Les Cultures proposées sont résumées dans le tableau III.4

Tableau III.4 : Système de cultures proposées

Céréaliculture	Cultures maraichères	Cultures arboricoles
Blé	Pomme de terre	Vignes
Blé d'hiver	Tomate	Olivier
Orge grain	Courgette	Agrumes
Orge en vert	Oignon	
	Ail	
	Haricot	

III.5.2 Assolements des cultures :

L'assolement désigne la succession de plusieurs cultures dans le temps sur le même champ. Cette technique agricole permet de maintenir et améliorer la fertilité des sols au fil des saisons. On le défini aussi comme étant la diversité géographique des cultures à un moment donné.

Tableau III.5 : Assolement proposé pour le périmètre Achaacha

Assolement 1	Assolement 2
Blé	Orge en vert
Orge grain	Blé d'hiver
Oignon	Tomate
Ail	Tomate
Pomme de terre (S)	Haricot (s)
Pomme de terre (AS)	courgette
Tomate	Oignon
Arboriculture vigne olivier agrumes	Arboriculture vigne olivier agrumes

III.6. Estimation des coefficients culturaux (K_c) :

Les valeurs du coefficient cultural (K_c) de chaque culture ont été ressorties selon les valeurs établies par Doorenbos (FAO, 2003), en fonction du stade végétatif de la plante, et du climat considéré : ils sont représentés dans le tableau III.6

Tableau III.6 : Coefficients culturaux des cultures.

Culture	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout
Blé	-	0.3	0.4	0.6	0.6	0.6	1.0	1.2	0.87	0.23	-	-
Blé d'hiver	-	0.25	0.40	0.70	0.85	0.95	1.00	0.85	0.70	0.35	-	-
Orge	-	-	0.3	0.4	0.70	0.85	0.95	0.75	0.55	-	-	-
Oignon	-	0.5	0.75	0.95	0.90	0.70	-	-	-	-	-	-
Ail	-	0.5	0.75	0.85	0.90	0.70	0.55	-	-	-	-	-
Pomme de terre (As)	0.50	0.70	0.95	0.75	-	-	-	-	-	-	-	-
Pomme de terre (S)	-	-	-	-	-	0.50	0.70	1.00	0.75	-	-	-
Tomate	-	-	-	-	-	-	0.50	0.85	1.15	0.85	-	-
Haricots	0.85	-	-	-	-	-	-	-	-	0.50	0.65	0.95
Courgette	0.40	0.50	0.80	0.95	0.60	-	-	-	-	-	-	-
Vigne	0.40	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.2	0.45	0.60	0.70	0.70	0.45
Olivier	0.75	0.75	0.75	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.75	0.85	0.85	0.85
Agrumes	0.75	0.75	0.75	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.75	0.75

III.7. Estimation des besoins en eau des cultures choisies :

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

III.7.1 Estimation des besoins en eau des céréales :

Tableau III.7 : Calcul des besoins en eau pour le Blé.

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ET ₀ (mm/mois)	Z(m)	RFU (mm)	RS (mm)	Kc	ETM (mm)	B _{net} (mm)
Sep	13.70	10.96	118.86						
Oct	21.80	17.44	82.98	0.1	11.36	0.00	0.25	20.75	0.00
Nov	43.80	35.04	50.11	0.3	34.08	3.79	0.40	20.04	0.00
Dec	35.90	28.72	40.72	0.5	56.80	11.36	0.60	24.43	0.00
Jan	35.80	28.64	43.36	0.6	68.16	28.40	0.85	36.86	0.00
Fev	29.30	23.44	53.26	0.6	68.16	34.08	0.95	50.60	0.00
Mars	22.50	18.00	90.68	0.6	68.16	34.08	1.00	90.68	38.60
Avr	17.30	13.84	112.38	0.6	68.16	0.00	0.90	101.14	87.30
Mai	19.30	15.44	139.22	0.6	68.16	0.00	0.70	97.45	82.01
Juin	2.00	0.00	164.90	0.6	68.16	0.00	0.40	65.96	65.96
Juill	1.10	0.00	176.63						
Aout	2.20	0.00	163.82						

qs=0.44 l/s/ha

Tableau III.8 : Calcul des besoins en eau pour le blé d'hiver.

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ET ₀ (mm/mois)	Z(m)	RFU (mm)	RS (mm)	Kc	ETM (mm)	B _{net} (mm)
Sep	13.70	10.96	118.86						
Oct	21.80	17.44	82.98	0.10	11.36	0.00	0.25	20.75	0.00
Nov	43.80	35.04	50.11	0.25	28.40	0.00	0.40	20.04	0.00
Dec	35.90	28.72	40.72	0.35	39.76	9.47	0.70	28.50	0.00
Jan	35.80	28.64	43.36	0.50	56.80	19.88	0.85	36.86	0.00
Fev	29.30	23.44	53.26	0.60	68.16	28.40	0.95	50.60	0.00
Mars	22.50	18.00	90.68	0.60	68.16	34.08	1.00	90.68	38.60
Avr	17.30	13.84	112.38	0.60	68.16	0.00	0.85	95.52	81.68
Mai	19.30	15.44	139.22	0.60	68.16	0.00	0.70	97.45	82.01
Juin	2.00	0.00	164.90	0.60	68.16	0.00	0.35	57.72	57.72
Juill	1.10	0.00	176.63						
Aout	2.20	0.00	163.82						

qs=0.42 l/s/ha

Tableau III.9 : Calcul des besoins en eau pour l'orge en grain.

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ET ₀ (mm/mois)	Z(m)	RFU (mm)	RS (mm)	Kc	ETM (mm)	B _{net} (mm)
Sep	13.70	10.96	118.86						
Oct	21.80	17.44	82.98						
Nov	43.80	35.04	50.11	0.30	34.08	0	0.40	20.044	0.00
Dec	35.90	28.72	40.72	0.50	56.8	11.36	0.60	24.432	0.00
Jan	35.80	28.64	43.36	0.60	68.16	28.4	0.75	32.52	0.00
Fev	29.30	23.44	53.26	0.60	68.16	34.08	0.90	47.934	0.00
Mars	22.50	18.00	90.68	0.60	68.16	34.08	0.95	86.146	34.07
Avr	17.30	13.84	112.38	0.60	68.16	34.08	0.75	84.285	36.37
Mai	19.30	15.44	139.22	0.60	68.16	0.00	0.60	83.532	68.09
Juin	2.00	0.00	164.90	0.60	68.16	0.00	0.40	65.96	65.96
Juill	1.10	0.00	176.63						
Aout	2.20	0.00	163.82						

qs=0.35 l/s/ha

Tableau III.10 : Calcul des besoins en eau pour l'orge vert.

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ET ₀ (mm/mois)	Z(m)	RFU (mm)	RS (mm)	Kc	ETM (mm)	B _{net} (mm)
Sep	13.70	10.96	118.86						
Oct	21.80	17.44	82.98						
Nov	43.80	35.04	50.11	0.20	22.72	0.00	0.30	15.03	0.00
Dec	35.90	28.72	40.72	0.45	51.12	11.36	0.40	16.29	0.00
Jan	35.80	28.64	43.36	0.60	68.16	25.56	0.70	30.35	0.00
Fev	29.30	23.44	53.26	0.60	68.16	34.08	0.85	45.27	0.00
Mars	22.50	18.00	90.68	0.60	68.16	22.72	0.95	86.15	45.43
Avr	17.30	13.84	112.38	0.60	68.16	22.72	0.75	84.29	47.73
Mai	19.30	15.44	139.22	0.60	68.16	0.00	0.55	76.57	61.13
Juin	2.00	0.00	164.90						
Juill	1.10	0.00	176.63						
Aout	2.20	0.00	163.82						

qs=0.31 l/s/ha

III.7.2. Estimation des besoins en eau des maraichages :

Tableau III.11 : Calcul des besoins en eau pour la pomme de terre (AS)

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ET ₀ (mm/mois)	Z(m)	RFU (mm)	RS (mm)	Kc	ETM (mm)	B _{net} (mm)
Sep	13.70	10.96	118.86	0.20	22.72	0.00	0.50	59.43	48.47
Oct	21.80	17.44	82.98	0.40	45.44	0.00	0.70	58.086	40.65
Nov	43.80	35.04	50.11	0.50	56.8	15.15	1.00	47.6045	0.00
Dec	35.90	28.72	40.72	0.50	56.8	28.40	0.75	30.54	0.00
Jan	35.80	28.64	43.36						
Fev	29.30	23.44	53.26						
Mars	22.50	18.00	90.68						
Avr	17.30	13.84	112.38						
Mai	19.30	15.44	139.22						
Juin	2.00	0.00	164.90						
Juill	1.10	0.00	176.63						
Aout	2.20	0.00	163.82						

qs= 0.25 l/s/ha

Tableau III.12 : Calcul des besoins en eau pour la pomme de terre (Saison)

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ET ₀ (mm/mois)	Z(m)	RFU (mm)	RS (mm)	Kc	ETM (mm)	B _{net} (mm)
Sep	13.70	10.96	118.86						
Oct	21.80	17.44	82.98						
Nov	43.80	35.04	50.11						
Dec	35.90	28.72	40.72						
Jan	35.80	28.64	43.36						
Fev	29.30	23.44	53.26	0.25	28.4	9.47	0.50	26.63	0.00
Mars	22.50	18.00	90.68	0.50	56.8	9.47	0.70	63.48	36.01
Avr	17.30	13.84	112.38	0.50	56.8	18.93	1.00	112.38	79.61
Mai	19.30	15.44	139.22	0.50	56.8	0.00	0.75	104.42	88.98
Juin	2.00	0.00	164.90						
Juill	1.10	0.00	176.63						
Aout	2.20	0.00	163.82						

qs=0.46 l/s/ha

Tableau III.13 : Calcul des besoins en eau pour la tomate

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ET ₀ (mm/mois)	Z(m)	RFU (mm)	RS (mm)	Kc	ETM (mm)	B _{net} (mm)
Sep	13.70	10.96	118.86						
Oct	21.80	17.44	82.98						
Nov	43.80	35.04	50.11						
Dec	35.90	28.72	40.72						
Jan	35.80	28.64	43.36						
Fev	29.30	23.44	53.26						
Mars	22.50	18.00	90.68	0.60	68.16	22.72	0.50	40.806	0.00
Avr	17.30	13.84	112.38	0.90	102.24	0.00	0.85	95.523	81.68
Mai	19.30	15.44	139.22	1.20	136.32	0.00	1.15	160.103	144.66
Juin	2.00	0.00	164.90	1.20	136.32	0.00	0.85	140.165	140.17
Juill	1.10	0.00	176.63						
Aout	2.20	0.00	163.82						

qs= 0.74 l/s/ha

Tableau III.14 : Calcul des besoins en eau pour la courgette.

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ET ₀ (mm/mois)	Z(m)	RFU (mm)	RS (mm)	Kc	ETM (mm)	B _{net} (mm)
Sep	13.70	10.96	118.86	0.50	56.8	0.00	0.40	47.544	36.58
Oct	21.80	17.44	82.98	0.50	56.8	0.00	0.50	41.49	24.05
Nov	43.80	35.04	50.11	0.50	56.8	18.93	0.80	40.088	
Dec	35.90	28.72	40.72	0.50	56.8	18.93	0.95	38.684	
Jan	35.80	28.64	43.36	0.50	56.8	18.93	0.60	26.016	
Fev	29.30	23.44	53.26						
Mars	22.50	18.00	90.68						
Avr	17.30	13.84	112.38						
Mai	19.30	15.44	139.22						
Juin	2.00	0.00	164.90						
Juill	1.10	0.00	176.63						
Aout	2.20	0.00	163.82						

qs=0.18 l/s/ha

Tableau III.15 : Calcul des besoins en eau pour l'oignon.

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ET ₀ (mm/mois)	Z(m)	RFU (mm)	RS (mm)	Kc	ETM (mm)	B _{net} (mm)
Sep	13.70	10.96	118.86						
Oct	21.80	17.44	82.98	0.20	22.72	0.00	0.40	33.19	15.75
Nov	43.80	35.04	50.11	0.40	45.44	11.36	0.75	37.58	0.00
Dec	35.90	28.72	40.72	0.40	45.44	22.72	0.95	38.68	0.00
Jan	35.80	28.64	43.36	0.40	45.44	15.15	0.90	39.02	0.00
Fev	29.30	23.44	53.26	0.40	45.44	15.15	0.70	37.28	0.00
Mars	22.50	18.00	90.68						
Avr	17.30	13.84	112.38						
Mai	19.30	15.44	139.22						
Juin	2.00	0.00	164.90						
Juill	1.10	0.00	176.63						
Aout	2.20	0.00	163.82						

qs=0.08 l/s/ha

Tableau III.16 : Calcul des besoins en eau pour l'Ail.

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	Et ₀ (mm/mois)	Z(m)	RFU- theo	RS (mm)	Kc	Etm	B _{net} (mm)
Sep	13.7	10.96	109.81						
Oct	21.8	17.44	76.57	0.20	22.72	0.00	0.50	41.49	24.05
Nov	43.8	35.04	44.93	0.20	22.72	0.00	0.75	37.58	0.00
Dec	35.9	28.72	35.62	0.40	45.44	7.57	0.85	34.61	0.00
Jan	35.8	28.64	38.12	0.40	45.44	15.15	0.90	39.02	0.00
Fev	29.3	23.44	47.10	0.40	45.44	15.15	0.70	37.28	0.00
Mars	22.5	18.00	82.26	0.40	45.44	15.15	0.55	49.87	16.73
Avr	17.3	13.84	103.17						
Mai	19.3	15.44	130.94						
Juin	2.0	0.	156.58						
Juill	1.1	0.	166.70						
Aout	2.2	0.	155.06						

qs=0.12 l/s/ha

Tableau III.17 : Calcul des besoins en eau pour l'haricot.

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ET ₀ (mm/mois)	Z(m)	RFU (mm)	RS (mm)	Kc	ETM (mm)	B _{net} (mm)
Sep	13.70	10.96	118.86	0.70	79.52	0.00	0.85	101.03	90.07
Oct	21.80	17.44	82.98						
Nov	43.80	35.04	50.11						
Dec	35.90	28.72	40.72						
Jan	35.80	28.64	43.36						
Fev	29.30	23.44	53.26						
Mars	22.50	18.00	90.68						
Avr	17.30	13.84	112.38						
Mai	19.30	15.44	139.22						
Juin	2.00	0.00	164.90	0.50	56.8	0.00	0.50	82.45	82.45
Juill	1.10	0.00	176.63	0.50	56.8	0.00	0.65	114.81	114.81
Aout	2.20	0.00	163.82	0.70	79.52	0.00	1.1	180.20	180.00

qs=0.9 l/s/ha

III.7.3. Estimation des besoins en eau des arboricultures :

Tableau III.18 : Calcul des besoins en eau pour la vigne.

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ET ₀ (mm/mois)	Z(m)	RFU (mm)	RS (mm)	Kc	ETM (mm)	B _{net} (mm)
Sep	13.70	10.96	118.86	1.50	170.4	0.00	0.40	47.544	36.58
Oct	21.80	17.44	82.98	1.50	170.4	0.00	0.40	33.192	15.75
Nov	43.80	35.04	50.11	1.50	170.4	56.80	0.00	0	0.00
Dec	35.90	28.72	40.72	1.50	170.4	56.80	0.00	0	0.00
Jan	35.80	28.64	43.36	1.50	170.4	56.80	0.00	0	0.00
Fev	29.30	23.44	53.26	1.50	170.4	56.80	0.00	0	0.00
Mars	22.50	18.00	90.68	1.50	170.4	56.80	0.15	13.602	0.00
Avr	17.30	13.84	112.38	1.50	170.4	0.00	0.45	50.571	36.73
Mai	19.30	15.44	139.22	1.50	170.4	0.00	0.60	83.532	68.09
Juin	2.00	0.00	164.90	1.50	170.4	0.00	0.70	115.43	113.83
Juill	1.10	0.00	176.63	1.50	170.4	0.00	0.70	123.641	122.76
Aout	2.20	0.00	163.82	1.50	170.4	0.00	0.45	73.719	71.96

qs=0.63 l/s/ha

Tableau III.19 : Calcul des besoins en eau pour l'olivier.

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ET ₀ (mm/mois)	Z(m)	RFU (mm)	RS (mm)	Kc	ETM (mm)	B _{net} (mm)
Sep	13.70	10.96	118.86	1.50	170.4	0.00	0.75	89.15	78.19
Oct	21.80	17.44	82.98	1.50	170.4	0.00	0.75	62.24	44.80
Nov	43.80	35.04	50.11	1.50	170.4	56.8	0.75	37.58	0.00
Dec	35.90	28.72	40.72	1.50	170.4	56.8	0.65	26.47	0.00
Jan	35.80	28.64	43.36	1.50	170.4	56.8	0.65	28.18	0.00
Fev	29.30	23.44	53.26	1.50	170.4	56.8	0.65	34.62	0.00
Mars	22.50	18.00	90.68	1.50	170.4	56.8	0.65	58.94	0.00
Avr	17.30	13.84	112.38	1.50	170.4	56.8	0.65	73.05	59.21
Mai	19.30	15.44	139.22	1.50	170.4	0.00	0.75	104.42	88.98
Juin	2.00	0.00	164.90	1.50	170.4	0.00	0.85	140.17	140.17
Juill	1.10	0.00	176.63	1.50	170.4	0.00	0.85	150.14	150.14
Aout	2.20	0.00	163.82	1.50	170.4	0.00	0.85	139.25	139.25

qs=0.77 l/s/ha

Tableau III.20 : Calcul des besoins en eau pour les Agrumes.

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ET ₀ (mm/mois)	Z(m)	RFU (mm)	RS (mm)	Kc	ETM (mm)	B _{net} (mm)
Sep	13.70	10.96	118.86	1.50	170.4	0.00	0.75	89.145	78.19
Oct	21.80	17.44	82.98	1.50	170.4	0.00	0.75	62.235	44.80
Nov	43.80	35.04	50.11	1.50	170.4	85.2	0.75	37.5825	0.00
Dec	35.90	28.72	40.72	1.50	170.4	85.2	0.65	26.468	0.00
Jan	35.80	28.64	43.36	1.50	170.4	85.2	0.65	28.184	0.00
Fev	29.30	23.44	53.26	1.50	170.4	85.2	0.65	34.619	0.00
Mars	22.50	18.00	90.68	1.50	170.4	85.2	0.65	58.942	0.00
Avr	17.30	13.84	112.38	1.50	170.4	85.2	0.65	73.047	0.00
Mai	19.30	15.44	139.22	1.50	170.4	85.2	0.65	90.493	0.00
Juin	2.00	0.00	164.90	1.50	170.4	0.00	0.65	107.185	107.19
Juill	1.10	0.00	176.63	1.50	170.4	0.00	0.75	132.4725	132.47
Aout	2.20	0.00	163.82	1.50	170.4	0.00	0.75	122.865	122.47

qs=0.68 l/s/ha

III.8. Calcul des besoins en eau pour les assolements 1 et 2 :

Tableau III.21: Récapitulatif des besoins nets (mm) pour l'assolement 1

Mois	Blé	Orge	Oignon	Ail	Pomme De terre (As)	Pomme De terre (S)	Tomate	Vigne	Olivier	Agrumes	Totale
Sept					48.47			36.58	78.19	78.19	241.43
Oct	0.00		15.75	24.05	40.65			15.75	44.80	44.80	185.8
Nov	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	0
Déc	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	0
Jan	0.00	0.00	0.00	0.00				0.00	0.00	0.00	0
Fév	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00		0.00	0.00	0.00	0
Mar	38.60	34.07		16.73		36.01	0.00	0.00	0.00	0.00	125.41
Avr	87.30	36.37				79.61	81.68	36.73	59.21	0.00	321.69
Mai	82.01	68.09				88.98	144.66	68.09	88.98	0.00	540.81
Jui	65.96	65.96					140.17	113.83	140.17	107.19	633.28
Juill								122.76	150.14	132.47	405.37
Août								71.96	139.25	122.87	334.08

Tableau III.22: Récapitulatif des besoins nets (mm) pour l'assolement 2.

Mois	Orge en vert	Blé d'hiver	Tomate	Tomate	Haricots	Courgette	Oignon	Vigne	Olivier	agrume	total
Sept					90.07	36.58		36.58	78.19	78.19	319.61
Oct		0.00				24.05	15.75	15.75	44.80	44.80	145.15
Nov	0.00	0.00					0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Déc	0.00	0.00					0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Jan	0.00	0.00					0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fév	0.00	0.00					0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mar	45.43	38.60	0.00	0.00				0.00	0.00	0.00	84.03
Avr	47.73	81.68	81.68	81.68				36.73	59.21	0.00	329.5
Mai	61.13	82.01	144.66	144.66				68.09	88.98	0.00	589.53
Jui		57.72	140.17	140.17	82.45			113.83	140.17	107.19	781.7
Juill					114.81			122.76	150.14	132.47	520.18
Août					180.20			71.96	139.25	122.87	514.28

III.8.1 Calcul du débit spécifique

Le débit spécifique se calcule par la formule suivante :

$$Q_s = (B_{net}) / (N_j * N_i * 3600 * E_i)$$

Avec:

- ✓ B_{net} : besoin net du mois de pointe en mm/mois ;
- ✓ N_i : nombre des heures d'irrigation = 24h ;
- ✓ N_j : nombre de jours du mois de pointe = 30 jours ;
- ✓ E_i : Efficacité d'irrigation que nous avons estimée à 75%.

On calcule les besoins en eau pour l'assolement le plus exigeant (Assolement 2)

D'où les besoins de pointe correspondent au mois de juin :

$$B_{net} = 781.7 \text{ mm/mois.}$$

$$\rightarrow q_s = 4.02 \text{ l/s/ha} > 1.5 \text{ l/s/ha}$$

Le débit spécifique obtenu est supérieur à 1.5, il y a un risque de surdimensionnement des conduites de refoulement ou gravitaire.

Pour y remédier, nous avons trois méthodes pour estimer le débit spécifique :

- prendre la moyenne des débits spécifiques de l'ensemble des cultures ;
- prendre en considération la moyenne des débits spécifiques des cultures les plus exigeantes ;
- On prend donc le débit spécifique de la culture la plus exigeante pour le mois de pointe.

Dans notre cas, on prend le débit spécifique de la culture la plus exigeante :

Des haricots, en mois d'août.

$$B_{net} = 180 \text{ mm, donc le débit spécifique corrigé est de } Q_s = 0.9 \text{ l/s/ha.}$$

III.8.2 Evaluation du débit caractéristique :

Le calcul du débit caractéristique permet de définir

$$Q_{car} = q_s * S$$

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

S : la superficie nette à irriguer = 500 ha

$$\rightarrow Q_{car} = q_s * S = 0.9 \times 500 = 450 \text{ l/s.} = 0.45 \text{ m}^3/\text{s}$$

III.8.3. Estimation des volumes d'eau d'irrigation :

L'estimation des volumes d'eau d'irrigation permet de prévoir les volumes d'eau stockés dans la retenue et d'effectuer un meilleur calendrier d'arrosage.

Le volume des besoins en eau = Besoins bruts de la culture (m³) * la surface

Le volume des besoins en eau pour notre périmètre est présenté dans le Tableau III-23.

Tableau III.23 : volume d'eau d'irrigation.

Type de culture	Surface (ha)	Besoins nets (mm)	Besoins bruts (m ³ /ha)	Besoins totaux (m ³)
Blé	50	273.87	3651.6	182 580.0
Blé d'hiver	50	263.32	3510.9	175 544.7
Orge grain	50	204.49	2726.5	136 326.7
Orge en vert	50	154.28	2726.5	136 326.7
P.Terre (AS)	25	89.12	1188.3	29 706.7
P.Terre (S)	30	204.6	2728.0	81 840.0
Tomate	50	366.51	4886.8	244 340.0
Courgette	16	60.63	808.5	12 935.3
Oignon	16	15.75	210.0	3 360.0
Ail	30	40.78	543.7	16 310.9
Haricot	25	467.53	6233.8	155 844.2
Vigne	65	465.7	6209.3	403 606.7
Olivier	20	700.74	9343.2	186 864.0
Agrumes	20	485.52	6473.6	129 472.0
	500 ha		Total	1 895 057.7

D'après le tableau III.23, les besoins en eau totaux du périmètre Achaacha sont de :
1 900 000 m³.

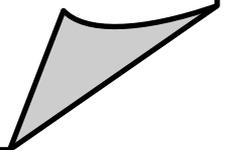
III.9. Conclusion :

L'estimation des besoins en eau est une étape importante dans un projet d'irrigation, car il permet le bon dimensionnement du réseau d'adduction.

Dans ce chapitre, nous avons en premier lieu estimé l'évapotranspiration de référence qui est l'équation de base des besoins en eau, puis choisi les cultures appropriées suivant un scénario d'occupation du sol adéquat pour la zone d'étude, nous avons calculé ainsi les besoins en eau de chaque culture, et estimé les volumes d'eau d'irrigation nécessaires à notre périmètre sont de l'ordre de 1 900 000m³.

Chapitre IV

Etude du système d'Adduction



Chapitre IV : Etude du système d'adduction-distribution

IV.1. Introduction :

Dans la perspective d'une gestion optimale de périmètre d'irrigation, il est nécessaire de garantir le bon fonctionnement du système d'adduction car tout le système dépend de cette partie.

L'objectif de ce chapitre est de présenter une description du réseau d'adduction et de distribution d'une manière générale et le dimensionnement des réseaux en tenant compte des débits et des zones à desservir.

IV.2. Alimentation en eau du périmètre :

Le périmètre irrigué projeté est situé dans la Wilaya de Mostaganem, au nord du site du barrage de Kramis, de part et d'autre de la **RN11**, à proximité de la mer à une distance moyenne d'environ 60 km de la ville de Mostaganem.

Il est à noter que le périmètre de Kramis est divisé en plusieurs secteurs, tel que détaillé dans le tableau 1 :

Tableau IV.1 : Superficies par secteur à aménager

Secteur	Superficie brute (ha)	Allocation brute totale (m ³ /an)
Ouled boughalem	420	1 881 000
Vallee du kramis	700	3 118 500
Khadhra	2 600	11 583 000
Sidi lakhdar	620	2 772 000
Achaacha	800	1.200.000
Neffaisia haut	80	120.000
total de l'aménagement	5220	20.654.500

Le secteur Achacha dont la surface nette est de 500 Ha, sera irrigué à partir du barrage de Kramis, qui est situé à une distance de 3290 m.

Le barrage Kramis a une capacité de 33Hm³, ce barrage est destiné à l'alimentation en eau potable de plusieurs villes, ainsi qu'à l'irrigation de plusieurs périmètres.

IV.3. Organisation et structure du périmètre

La structure d'un périmètre permet de mieux organiser le réseau d'adduction de distribution de l'irrigation au niveau des parcelles. Le périmètre de Achaacha est situé en aval du barrage de Kramis, il est divisé en 50 ilots qui varient de 7 ha à plus de 15 ha, la surface totale est de 500 ha.

IV.3.1. Ilots et bornes d'irrigation

Un îlot d'irrigation est une unité hydro-agricole composée de parcelles, et alimentée par une borne d'irrigation. L'organisation d'un périmètre en ilots dépend de plusieurs facteurs topographiques, technico-économique, taille et nombre de parcelles...etc.

D'après l'ONID, l'implantation des bornes pour les zones de petites et moyennes exploitations doit répondre aux critères suivants :

1. Une prise par ilot d'exploitations.
2. Quatre (04) prise maximum sur une même borne.
3. Bornes implantées en limites d'ilots ou au centre pour les grands ilots

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

La borne d'irrigation est l'organe hydraulique destiné à assurer la livraison de l'eau sous pression à des irrigants. À partir d'un réseau collectif de distribution.

Chaque ilot sera équipé par une borne d'irrigation, qui comporte une ou plusieurs sorties (prises) suivant le nombre d'arrosages qu'elle doit assurer simultanément. Chaque borne, et même chaque sortie, doit assurer toutes les fonctions d'une prise c'est-à-dire :

- ✓ Régler le débit, ou plus exactement le limiter au débit de l'ilot.
- ✓ Régler la pression et encaisser les suppressions accidentelles.

IV.3.3. Calcul hydraulique des bornes :

La caractéristique hydraulique des bornes dépend de son débit à délivrer en tête des parcelles.

Le débit de chaque borne pouvant desservir un ilot est formulé comme suit :

$$Q_b = q_s \cdot S$$

Q_b = Débit de chaque ilot (l/s)

q_s = Débit spécifique (l/s/ha)

S = Superficie de l'ilot (ha)

IV.3.4. Choix du diamètre de la borne :

Les diamètres des bornes en fonction des débits sont détaillés comme suit :

Tableau IV.2 : Choix du diamètre de la borne.

Débit fourni	Diamètre de la borne
5 l/s < Q < 8 l/s	D= 80mm
8 l/s < Q < 11 l/s	D= 100mm
11 l/s < Q < 20 l/s	D= 125mm

Le choix de type de borne dépend de la surface généralement on admet :

- Pour les ilots qu'ont un nombre de parcelle entre [4 -8], et dont la superficie inférieure à 15ha, on prend la borne à quatre prise (Borne de type A4).
- Pour les ilots qu'ont deux parcelle et dont la superficie inférieure à 15ha, on prend la borne à deux prises (borne de type A2).
- Pour les ilots qu'ont deux parcelle et dont la superficie dépasse 15ha, on prend la borne à deux prises (Borne de type B).

Pour les grands ilots on prévoit des bornes de type C.

Le calcul des débits des prises et des bornes est présenté dans le tableau IV -3 :

Tableau IV.3 : Calcul des débits des ilots et choix du diamètre et type de bornes.

Ilots	superficie (ha)	Parcelles	Superficies (ha)	Q _p (l/s/ha)	Q _b (l/s)	Matériau	Diamètre (mm)	type Borne
I1	13.17	P1	2.12	1.91	11.85	Fonte	125	A4
		P2	5.30	4.77				
		P3	3.09	2.78				
		P4	2.66	2.39				
I2	13.01	P1	6.83	6.15	11.71	Fonte	125	A4
		P2	2.52	2.27				
		P3	1.48	1.33				
		P4	2.18	1.96				
I3	7.95	P1	4.11	3.70	7.16	Fonte	100	A2
		P2	3.84	3.46				
I4	9.51	P1	3.54	3.19	8.56	Fonte	100	A4
		P2	2.18	1.96				
		P3	1.45	1.31				
		P4	2.34	2.11				
I5	10.93	P1	2.0	1.8	9.84	Fonte	100	A4
		P2	3.61	3.25				
		P3	2.81	2.53				
		P4	2.55	2.30				
I6	8.33	P1	4.48	4.03	7.50	Fonte	100	A2
		P2	3.85	3.47				
I7	7.87	P1	4.15	3.74	7.08	Fonte	100	A2
		P2	3.72	3.35				

I8	11.49	P1	3.71	3.33	10.34	Fonte	100	A4
		P2	1.9	1.71				
		P3	1.96	1.76				
		P4	3.96	3.56				
I9	13.97	P1	1.67	1.50	12.57	Fonte	100	A4
		P2	3.26	2.93				
		P3	5.41	4.87				
		P4	3.63	3.27				
I10	10.95	P1	3.69	3.32	9.86	Fonte	100	A4
		P2	3.97	3.57				
		P3	1.93	1.74				
		P4	1.36	1.22				
I11	12.4	P1	3.87	3.48	11.16	Fonte	100	A4
		P2	2.8	2.52				
		P3	2.83	2.55				
		P4	2.90	2.61				
I12	13.05	P1	3.19	2.87	11.74	Fonte	125	A4
		P2	1.88	1.69				
		P3	3.34	3.01				
		P4	4.64	4.17				
I13	13.39	P1	3.54	3.19	12.05	Fonte	125	A4
		P2	3.61	3.25				
		P3	2.56	2.30				
		P4	3.68	3.31				
I14	12.03	P1	4.96	4.46	10.82	Fonte	125	A4
		P2	1.3	1.17				
		P3	1.29	1.16				
		P4	4.48	4.03				
I15	9.02	P1	4.68	4.21	8.12	Fonte	100	A4
		P2	4.34	3.91				
I16	8.53	P1	4.37	3.93	7.68	Fonte	100	A4
		P2	4.16	3.74				
I17	15.42	P1	7.06	6.35	13.87	Fonte	100	A4
		P2	8.36	7.52				
I18	11.23	P1	7.56	6.80	10.10	Fonte	125	A2
		P2	3.67	3.30				
I19	12.37	P1	3.48	3.13	11.13	Fonte	125	A4
		P2	4.12	3.71				
		P3	2.15	1.93				
		P4	2.62	2.36				
I20	12.45	P1	6.48	5.83	11.20	Fonte	125	A2
		P2	5.97	5.37				
I21	11.8	P1	6.27	5.64	10.62	Fonte	125	A2
		P2	5.53	4.98				
I22	9.72	P1	2.51	2.26	8.75	Fonte	100	A2
		P2	7.21	6.49				
I23	14.49	P1	3.25	2.92	13.04	Fonte	125	A4
		P2	3.47	3.12				

		P3	3.75	3.38				
		P4	4.02	3.62				
I24	12.04	P1	2.97	2.67	10.83	Fonte	125	A4
		P2	1.9	1.71				
		P3	3.12	2.81				
		P4	4.05	3.64				
I25	15.27	P1	9.55	8.60	13.74	Fonte	125	A2
		P2	5.72	5.14				
I26	7.15	P1	7.15	6.44	6.44	Fonte	100	A2
I27	14.87	P1	4.38	3.94	13.38	Fonte	125	A4
		P2	3.01	2.71				
		P3	3.22	2.90				
		P4	4.26	3.83				
I28	9.87	P1	9.87	8.88	8.88	Fonte	125	A2
I29	12.65	P1	3.8	3.42	11.38	Fonte	125	A4
		P2	3.2	2.88				
		P3	2.49	2.24				
		P4	3.16	2.84				
I30	12.96	P1	3.11	2.80	11.66	Fonte	125	A4
		P2	2.78	2.50				
		P3	2.91	2.62				
		P4	4.16	3.74				
I31	7.25	P1	4.15	3.74	6.53	Fonte	100	A2
		P2	3.10	2.79				
I32	10.57	P1	3.34	3.00	9.51	Fonte	100	A4
		P2	1.84	1.66				
		P3	2.39	2.15				
		P4	3.00	2.70				
I33	11.53	P1	2.38	2.19	10.61	Fonte	125	A4
		P2	2.63	2.42				
		P3	3.53	3.25				
		P4	2.99	2.75				
I34	6.19	P1	6.19	5.57	5.57	Fonte	80	A2
I35	10.06	P1	10.06	9.05	9.05	Fonte	125	A2
I36	14.52	P1	3.64	3.28	13.06	Fonte	125	A4
		P2	2.79	2.51				
		P3	3.38	3.04				
		P4	4.71	4.23				
I37	8.2	P1	8.2	7.38	7.38	Fonte	100	A2
I38	11.58	P1	4.92	4.43	10.42	Fonte	125	A2
		P2	6.66	5.99				
I39	9.86	P1	9.86	8.87	8.87	Fonte	100	A2
I40	9.58	P1	9.58	8.62	8.62	Fonte	100	A2
I41	12.11	P1	3.3	2.97	10.89	Fonte	125	A4
		P2	2.77	2.49				

		P3	3.18	2.86				
		P4	2.86	2.57				
I42	12.13	P1	6.56	5.90	10.91	Fonte	125	A2
		P2	5.57	5.01				
I43	11.17	P1	11.17	10.05	10.05	Fonte	125	A2
I44	9.37	P1	4.87	4.38	8.43	Fonte	100	A2
		P2	4.50	4.05				
I45	7.97	P1	7.97	7.17	7.17	Fonte	100	A2

Conclusion : Le périmètre d'étude exige pour notre secteur 45 bornes pour permettre l'alimentation de l'ensemble des parcelles sur une surface de 500 ha.

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

Il est important de faire une étude des variantes d'aménagement qui conditionnent le schéma hydraulique, et aussi de faire tous les calculs nécessaire afin d'optimiser le réseau d'adduction et de distribution de l'eau.

Le périmètre Achaacha est situé en aval du barrage Kramis. Cependant, une dénivelé importante est observé entre la prise de fond du barrage (67mNGA) et la tête de secteur (270mNGA), la variante gravitaire est donc à exclure.

Nous avons projeté une variante mixte avec un système de pompage qui débute juste en aval du barrage, pour refouler les eaux vers un réservoir situé à une cote de 285NGAm, puis une conduite principale qui débute du réservoir va alimenter les parcelles de chaque ilot en aval, de façon gravitaire (Figure IV.1).

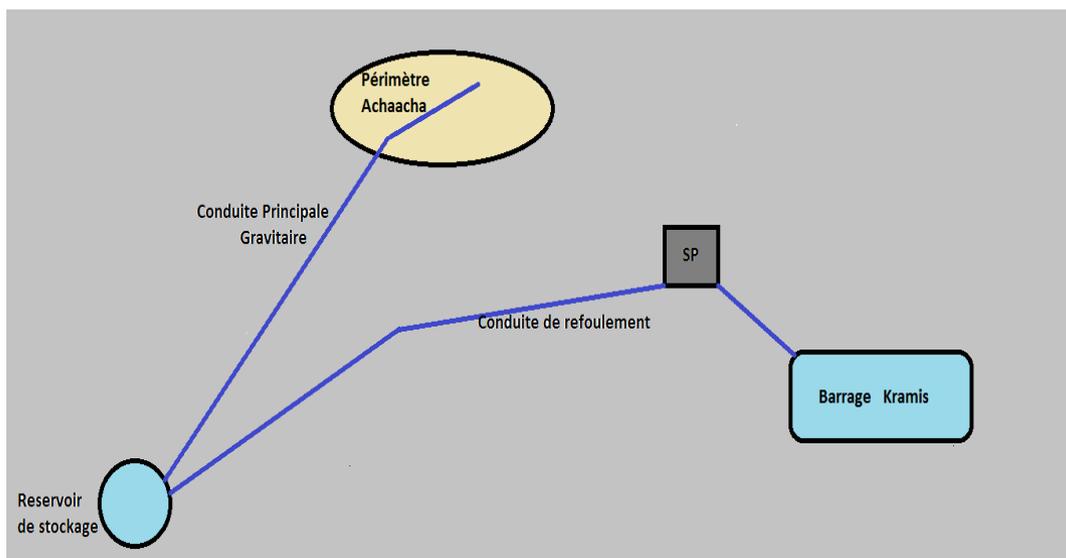


Figure IV.1 : Schéma de la variante d'irrigation sous pression

IV.5. Etude du système de pompage

Un système de pompage est indispensable pour alimenter en eau le périmètre (secteur Achaacha) qui va alimenter un réservoir principal projeté à la cote 285mNGA.

On préconise un système de pompage d'eau à partir du barrage Kramis vers un réservoir de stockage.

IV.5.1. Généralités sur les pompes

La pompe est un dispositif utilisé pour aspirer, pour déplacer ou pour comprimer des liquides et des gaz. Dans toutes les pompes, il faut éviter la cavitation (formation des poches gazeuses), ce qui réduirait le débit et endommagerait le corps de la pompe.

Il existe deux grands types de pompes : les pompes volumétriques qui sont utilisées pour pomper les eaux usées et les turbopompes.

IV.5.1.1. Les turbopompes :

Il existe trois classes de turbopompes : les pompes centrifuges, à écoulement radial ; Les pompes axiales, à écoulement axial ; les pompes semi axiales.

➤ Les pompes à écoulement radial :

Ce sont les pompes centrifuges au sens strict. Elles permettent de relever des faibles débits sur de fortes hauteurs. La hauteur de refoulement croît avec le diamètre extérieur de la roue. Dans ce cas, l'écoulement est radial et les aubages sont des surfaces planes.

➤ Les pompes axiales

Ce sont des pompes hélices où les pales sont constituées par des surfaces gauches. Ces pompes conviennent pour relever de forts débits sur de faibles hauteurs.

➤ Les pompes semi axiales

Pour relever de forts débits sur de faibles hauteurs on montre que les vitesses d'entrée doivent être faibles. La hauteur de refoulement étant faible le diamètre de sortie est relativement faible d'où la construction d'une pompe hélico-centrifuge avec des dimensions importantes. Les diamètres d'entrée et de sortie sont comparables.

IV.5.2. Calcul de la hauteur manométrique totale d'élévation :

La hauteur manométrique est donnée par la formule

$$\text{HMT} = (\text{Ha} + \text{Href}) + \text{J} + \text{Pr}$$

Avec :

HMT : Hauteur Manométrique Totale en (m).

Ha: hauteur d'aspiration

H_{ref} : hauteur de refoulement (m)

H_g : Hauteur géométrique en (m) = hauteur d'aspiration+ hauteur de refoulement

J : perte de charge fonction de la longueur du tuyau, des accessoires (vannes, coudes)

Pr : Pression résiduelle (mCE) pression à la sortie du tube de refoulement (0.5-1m)

IV.5.3. Calcul de la hauteur géométrique H_g :

H_r : Cote du réservoir = 285 m

H_b : Cote bache : 65m

Donc $H_g = 285 - 65 = 220\text{m}$

IV.5.4. Calcul des pertes de charge totales :

a) Pertes de charge totales linéaires :

Pour déterminer les pertes des charges linéaires on utilise la formule suivante de Hazen Williams :

$$\Delta H_L = J = (3.592/C_{HW})^{1.852} (L/D^{4.87}) Q^{1.852} \quad (\text{IV.2})$$

J : Perte de charge en m.

C_{HW} : Coefficient de Hazen-Williams, pour la fonte $C_{HW} = 130-140$.

L : longueur de la conduite en m, $L=3290\text{m}$

D : diamètre en m.

Q : le débit en m^3/s

b) Calcul des pertes de charge singulière :

$$\Delta H_s = 0.1 \Delta H_L$$

Les pertes de charge totale :

$$\Delta H_t = \Delta H_L + \Delta H_s$$

➤ Calcul du débit à refouler:

$$Q = Q_s \times S_{tot} = 0.90 \times 500 = 450 \text{ l/s} = 0.450 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{ref} = Q_c \times 1.05 = 0.450 \times 1.05 = 0.473 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ Calcul du diamètre:

$$D = \sqrt{Q_{ref}} = \sqrt{0.473} = 0.687\text{m} = 687\text{mm}$$

On calcule les pertes de charges pour les diamètres suivants:

Tableau IV.4 : calcul de la HMT pour différents diamètres.

Diamètre	V (m/s)	Linéaire (m)	P. charges linéaires	P. charges singulières	P. charge totales	HMT(m)
500	2.41	3290	31.16	3.12	34.28	249.3
600	1.67	3290	12.82	1.28	14.11	229.1
700	1.23	3290	6.05	0.61	6.66	221.7
800	0.94	3290	3.16	0.32	3.48	218.5

Le choix du diamètre de la conduite de refoulement se fait sur la base d'une analyse technico-économique entre : $S = \text{coût d'investissement} + \text{coût de l'exploitation}$.

IV.5.5. Calcul des frais d'amortissement

❖ Amortissement annuel

Les frais d'amortissement sont en fonction de la durée d'amortissement de la conduite et du taux d'annuité. Il se calcule par la relation suivante:

$$F_{am} = P_{rc} \times A$$

Avec :

P_{rc} : Prix de la conduite en (DA) ;

A : Amortissement annuel. Il est donné par la formule suivante :

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

A : Frais d'amortissement (DA) ;

i : Taux d'annuité ; $i = 8\%$;

n : Durée de l'amortissement de la conduite, $n = 30$ ans.

$$A = \frac{0.08}{1 - (1+0.08)^{-30}} \Rightarrow A = 0,088 = 8.8\%$$

Tableau IV.5 : Calcul des prix d'amortissement.

Diamètre (m)	Prix de pose (DA)	Prix du ML (DA)	L(m)	Prix total (Da)	A	Prix d'amortissement
500	750	16500.0	3290	56 752 500.0	0.0888	5 041 178.9
600	1200	19500.0	3290	68 103 000.0	0.0888	6 049 414.7
700	1600	22100.0	3290	77 973 000.0	0.0888	6 926 141.5
800	2000	25240.0	3290	89 619 600.0	0.0888	7 960 679.0

IV.5.6. Calcul des Frais d'exploitation

Les frais d'exploitation sont définis par la formule suivante :

$$F_{\text{exp}} = E \times e$$

Avec :

F_{exp} : Frais d'exploitation (DA) ;

E : Énergie totale dépensée par la pompe (Kwh) ;

e : Prix unitaire d'un Kw imposé par la Sonalgaz ($e = 4,67\text{DA}$).

IV.5.7. Puissance absorbée par la pompe

C'est la puissance fournie à pompe, définie comme suit :

$$P = (\rho g Q \text{HMT}) / \eta$$

η : rendement de la pompe en (%) ($\eta = 77\%$)

Q : débit refoulé par la pompe en (m^3 / s).

g : pesanteur (9.81 m/s^2)

ρ : Masse volumique de l'eau (kg/ m^3)

IV.5.8. Énergie consommée par la pompe :

L'énergie consommée par la pompe se calcule comme suit :

$$E = P * t * 365 \text{ [kW/ans]}$$

t : c'est le temps de pompage par jour en (heure); dans notre cas $t = 22\text{h}$.

P : puissance de la pompe en (kW).

Tableau IV.6 : Calcul des frais d'exploitation.

Diamètre (mm)	HMT	P (K Watt)	E (KWh/an)	F. exploi (DA)
500	249.3	1500.62	12 049 950.1	56 273 267.0
600	229.1	1379.17	11 074 766.3	51 719 158.6
700	221.7	1334.34	10 714 727.5	50 037 777.6
800	218.5	1315.17	10 560 828.4	49 319 068.5

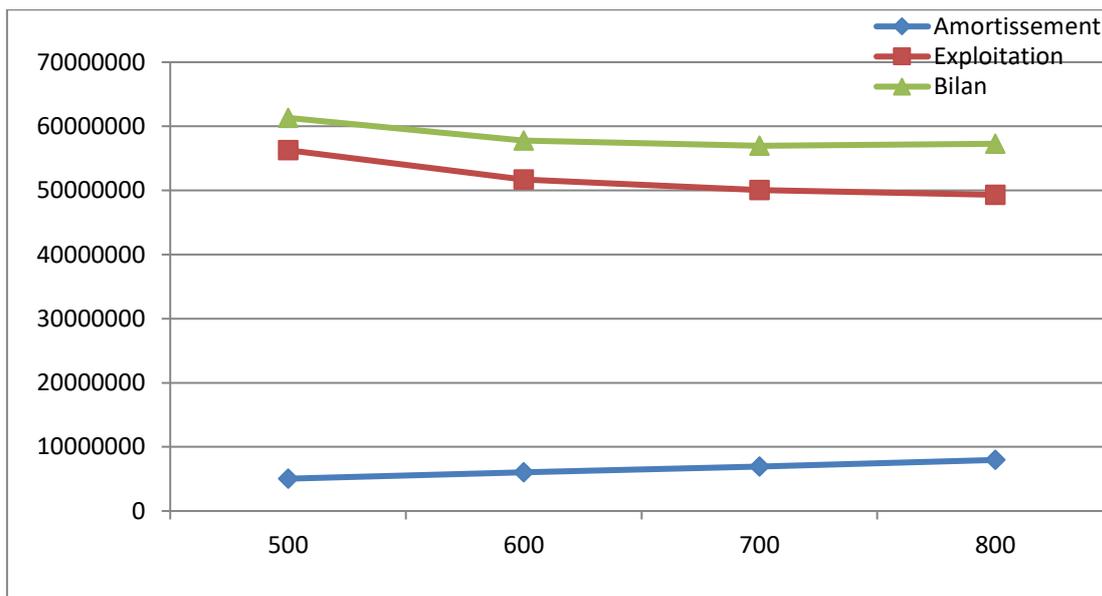
IV.5.9. Bilan total des frais :

Le bilan des frais d'exploitation et d'amortissement permet de déterminer le diamètre économique de la conduite de refoulement.

Le tableau tableau. IV.6 représente le calcul du bilan total des frais.

Tableau IV.7: Calcul du bilan total des frais.

Diamètre (mm)	Frais d'amortissement (DA)	Frais d'exploitation (DA)	Bilan (DA)
500	5041178.9	56273267.0	61314445.9
600	6049414.7	51719158.6	57768573.3
700	6926141.5	50037777.6	56963919.1
800	7960679.0	49 319 068.5	57279747.5

**Figure IV.2 :** Bilan total des frais en fonction des diamètres.

D'après le graphe, le diamètre économique est de **700mm**, donc une HMT de l'ordre de **222m**.

IV.5.10. Choix des pompes et nombre des pompes :

Avant de choisir le nombre de pompe, il faut tenir compte des critères suivants :

- Nombre minimal de pompes.
- Puissance absorbée minimale.
- (NPSH) r minimal.
- Meilleur rendement.
- Vitesse de rotation élevée.

Le tableau ci-dessus représente les intervalles des nombres de pompes.

Tableau IV.8 : Choix de Nombre de pompes

Nombre de pompes principales	Nombre de pompes de secours
$NP \leq 4$	1 pompe de secours
$4 \leq NP \leq 6$	2 pompes de secours
$NP \geq 6$	3 pompes de secours

D'après les données recueillies et le choix du diamètre économique, nous avons :

- Le débit d'équipement qui est de 473 l/s.
- La hauteur manométrique totale nécessaire à l'adduction elle est de 222m
- La conduite de refoulement a un linéaire de 3290 m.

Pour choisir le type et le nombre des pompes, nous avons utilisé le logiciel Caprari, le tableau IV.1 résume les caractéristiques de chaque pompe choisie.

Tableau IV.9: Variantes pour le choix du nombre de pompes.

Nombre de pompe	Q (l/s)	H _{MT} (m)	Type de pompe	η (%)	N (tr/mn)	P _{ab} (kw)	NPSH _r (m)	Ø mm
1	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-
5	94.6	222	PM125/ 3B	73.2	2900	315	4.23	125

Conclusion :

Dans notre cas, on choisit un système de pompage de surface composé de 5 pompes à axe horizontal multicellulaire, avec 2 pompes de secours.

IV.5.11. Protection contre de la cavitation :

La cavitation est la perturbation du courant liquide à l'entrée de la pompe en fonctionnement, cela se produit pour à une température constante, la pression absolue est inférieure ou égale à la tension de vapeur d'eau.

Pour s'assurer que notre réseau est protégé contre la cavitation, la condition suivante doit être vérifiée.

$$(NPSH)_r < (NPSH)_d ;$$

Avec :

(NPSH) r : Charge nette d'aspiration requise, elle est fournie par le constructeur ;

(NPSH) d : Charge nette d'aspiration disponible, elle est fournie par l'installateur.

Afin de calculer $(NPSH)_d$, on utilise la formule suivante :

$$(NPSH)_d = \rho a / \rho g - Z_E - \Delta H_a - P_v / \rho g - V^2 / 2g$$

$\rho a / \rho g$: en mce, la hauteur de pression atmosphérique locale, en fonction de la cote de l'emplacement de la station de pompage.

P_v : en mce, pour la plupart des installations, est en fonction de la température ambiante. Avec une température d'eau comprise entre 15°C et 20°C, il est recommandé de prendre $P_v = 20$ hPa, soit $P_v / \rho g = 0.24$

Z_E : la différence de dénivelé entre le niveau de pompage et la bride d'entrée de la pompe

ΔH_a : perte de charge à l'aspiration.

pour la conduite d'aspiration on prend les pertes de charges linéaires : 4m/1000m

Longueur asp = 4m, donc $\Delta H_{asp} = 0.016m$.

Pour calculer V :

on a $D = 700mm$ on trouve $V = 4 \times 0.475 / (\pi \cdot 0.7^2) = 1.228$ m/s

D'où $V^2 / 2g = 0.077$.

Pour calculer les pertes de charges à l'aspiration, on utilise la formule de Williams-Hazen :

$$\Delta H_{\left(\frac{m}{100m}\right)} = 1.23 \times 10^{12} \times \frac{Q^{1.85}}{C_{wh} D^{4.87}}$$

Donc :

$$(NPSH)_d = 10.33 - 0.24 - 2 - 0.016 - 0.077 = 8.0m > 4.23m$$

Conclusion :

On remarque que $NPSH_d > NPSH_r$, d'où les pompes sont protégées contre la Cavitation.

IV.6. Dimensionnement du Réservoir de stockage (Bassin) :

Etant donné la superficie importante, on opte pour un réservoir circulaire.

Le volume du réservoir est estimé comme suit :

$$V = Q_c \times T_{nf}$$

Avec:

- ✓ V: Volume d'eau d'irrigation (m^3).
- ✓ Q_c : débit caractéristique (m^3/h), $Q_c = 1620m^3/h$.
- ✓ T_{nf} : temps de non fonctionnement pris égal à 1 heure.

On trouve donc $V = 1620 \times 1 = 1620m^3$. On prend un volume de **$V = 1500 m^3$** .

Réservoir circulaire :

Les dimensions finales du réservoir cylindrique sont :

- Diamètre : 20m
- Hauteur : 5 m.

IV.7. Etude du système d'adduction-distribution (Desserte gravitaire) :

L'alimentation du périmètre Achaacha se fera par une conduite principale qui a pour point de départ le réservoir de stockage, le diamètre initial de la conduite principale gravitaire sera de 700mm.

IV.7.1. Choix du matériau des conduites :

Le choix des conduites utilisées (Fonte, PEHD, PRV) dépendent de la pression, de la nature du terrain ainsi que des coûts de fournitures et de mise en œuvre.

➤ **Fonte** : La fonte est un matériau qui présente les caractéristiques avantageuses :

- Bonne résistances aux pressions internes.
- Grande résistance à la corrosion.
- Bonnes rigidité et solidité

Néanmoins ce matériaux présentes quelques inconvénients tel que :

- Faible résilience.
- Faible malléabilité.
- Cout élevé.

➤ **PEHD (polyéthylène)** : Les conduites en polyéthylène (polymères) présentent les avantages suivants:

- Excellente résistance à la corrosion.
- Extrême légèreté.
- Cout acceptable.

Cependant, les conduites en PEHD doivent avoir une bonne soudure sous peine de rupture.

➤ **PRV (polyester renforcé verre)** :

Les PRV sont des matériaux composites, qui ont des propriétés mécaniques et chimique très favorable (densité, corrosion, résistance aux agents chimiques externes...etc) comparativement à d'autres matériaux métalliques.

Dans le cas de notre étude, les conduites seront en PEHD si le diamètre est inférieur ou égal à 315mm, et en fonte dans le cas échéant.

IV.7.2. Calcul des diamètres :

L'application de la formule de LABYE nous donne une approche du diamètre économique qu'on normalise par la suite :

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \times V_{ad}}} \times 1000$$

Avec :

Q : débit exprimé en m³/s,

D : diamètre exprimé en mm;

Vad: vitesse admissible =1.5 m/s.

IV.7.3. Estimation des pertes de charge :

Les pertes de charge unitaires, Sont calculées par la formule Hazen-williams :

$$\Delta H = (3.592/C_{HW})^{1.852} (L/D^{4.87}) Q^{1.852}$$

Avec :

- ΔH_L : perte de charge linéaire
- L : Longueur de conduite, en m
- Q : Débit, en m³/s
- D : Diamètre, en m
- C : Coefficient de Hazen-Williams : 130-140.

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

IV.7.4. Calcul des pressions des nœuds et des bornes :

Le calcul des pressions est basé sur le principe de Bernoulli, qui décrit le mouvement d'un fluide réel entre le point 1 et le point 2 :

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + \Delta H$$

Les calculs hydrauliques du réseau de distribution de notre périmètre sont détaillés dans le tableau IV.10 :

Tableau IV.10 : Les calculs hydrauliques du réseau de distribution.

N° du tronçon	Longueur du tronçon L (m)	Longueur du tronçon L (km)	Sup (ha)	débit Q (l/s)	débit Q (m ³ /s)	Diamètre calculé (mm)	Diamètre Normalisé (mm)	Matériau	Vitesse réelle (m/s)	Perte de charge Hazen Williams	Perte de charge total ΔH_t (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote piezométrique (m)	Pression au point P(m)	Pression (bars)
R-ST	245	0.25	500	450.0	0.45	618.04	700	Fonte	1.170	0.359	0.395	266.0	284.61	18.61	1.86
ST-N1	75.6	0.08	500	450.0	0.45	618.04	700	Fonte	1.170	0.111	0.122	265.5	284.48	18.98	1.90
N1-B1	246	0.25	13.17	11.9	0.01	100.31	110	PEHD	1.248	3.515	3.867	264.8	280.62	15.82	1.58
N1-N2	124	0.12	486.83	438.1	0.44	609.84	700	Fonte	1.139	0.173	0.190	264.0	284.29	20.29	2.03
N2-B3	300	0.30	8	7.2	0.01	78.18	90	PEHD	1.132	4.525	4.977	255.5	279.32	23.82	2.38
N2-N3	50	0.05	478.83	430.9	0.43	604.81	700	Fonte	1.120	0.068	0.074	263.5	284.22	20.72	2.07
N3-B2	240	0.24	13.01	11.7	0.01	99.69	110	PEHD	1.233	3.353	3.688	261.5	280.53	19.03	1.90
N3-N4	55	0.06	465.82	419.2	0.42	596.54	600	Fonte	1.484	0.150	0.165	262.7	284.05	21.35	2.14
N4-B4	238	0.24	10.93	9.8	0.01	91.38	110	PEHD	1.036	2.408	2.649	261.8	281.41	19.61	1.96
N4-N5	105.5	0.11	454.89	409.4	0.41	589.50	600	Fonte	1.449	0.275	0.302	262.1	283.75	21.65	2.17
N5-B5	275.8	0.28	8.33	7.5	0.01	79.77	90	PEHD	1.179	4.483	4.931	258.3	278.82	20.52	2.05
N5-N6	45.6	0.05	446.56	401.9	0.40	584.08	600	Fonte	1.422	0.115	0.126	260.4	283.63	23.23	2.32
N6-B6	270	0.27	9.51	8.6	0.01	85.24	90	PEHD	1.346	5.609	6.170	255.7	277.45	21.75	2.18
N6-N7	79.8	0.08	437.05	393.3	0.39	577.82	600	Fonte	1.392	0.193	0.212	257.8	283.41	25.61	2.56
N7-B7	224.92	0.22	7.87	7.1	0.01	77.54	90	PEHD	1.114	3.291	3.620	252.1	279.79	27.69	2.77
N7-N8	50.46	0.05	429.18	386.3	0.39	572.60	600	Fonte	1.367	0.118	0.130	250.4	283.28	32.88	3.29
N8-B8	284.6	0.28	11.49	10.3	0.01	93.69	110	PEHD	1.089	3.158	3.474	246.8	279.81	33.01	3.30
N8-N9	143.5	0.14	417.69	375.9	0.38	564.88	600	Fonte	1.330	0.319	0.351	244.1	282.93	38.83	3.88
N9-N10	102.28	0.10	36.42	32.8	0.03	166.80	200	PEHD	1.044	0.523	0.575	243.3	282.36	39.06	3.91
N10-B10	234.9	0.23	10.97	9.9	0.01	91.54	110	PEHD	1.039	2.393	2.632	241.9	279.72	37.85	3.79

N10N11	254.07	0.25	25.45	22.9	0.02	139.44	160	PEHD	1.140	1.983	2.181	241.1	280.17	39.07	3.91
N11-B11	172.46	0.17	12.40	11.16	0.01	97.33	110.00	PEHD	1.17	2.20	2.42	240.60	277.75	37.15	3.72
N11-N11'	148	0.15	13.05	11.75	0.01	99.85	110.00	PEHD	1.24	2.08	2.29	240.10	277.89	37.79	3.78
N11-N11''	102	0.10	13.05	11.75	0.01	99.85	110.00	PEHD	1.24	1.43	1.58	239.50	276.31	36.81	3.68
N11''-B12	470.66	0.47	13.05	11.7	0.01	99.85	160	PEHD	0.584	1.066	1.173	239.4	275.14	35.74	3.57
N9-N12	54.44	0.05	381.27	343.1	0.34	539.69	600	Fonte	1.214	0.102	0.113	243.8	282.82	39.02	3.90
N12-B9	152.92	0.15	13.97	12.6	0.01	103.31	110	PEHD	1.324	2.437	2.681	243.2	280.14	36.94	3.69
N12- N13	277.03	0.28	367.3	330.6	0.33	529.71	600	Fonte	1.170	0.486	0.534	242.6	282.28	39.68	3.97
N13-B13	220.75	0.22	13.39	12.1	0.01	101.14	110	PEHD	1.269	3.253	3.578	242.3	278.71	36.41	3.64
N13-N14	214.74	0.21	353.91	318.5	0.32	519.97	600	Fonte	1.127	0.352	0.387	241.9	281.90	40.00	4.00
N14-B15	272	0.27	9.02	8.1	0.01	83.01	90	PEHD	1.277	5.123	5.636	241.5	276.26	34.76	3.48
N14-N15	60.32	0.06	344.89	310.4	0.31	513.30	600	Fonte	1.098	0.094	0.104	241.4	281.79	40.39	4.04
N15-B14	298.86	0.30	12.03	10.8	0.01	95.87	110	PEHD	1.140	3.611	3.972	241.3	277.82	36.52	3.65
N15-N16	46.91	0.05	332.86	299.6	0.30	504.27	600	Fonte	1.060	0.069	0.075	241.1	281.72	40.62	4.06
N16-B16	276	0.28	8.53	7.7	0.01	80.72	90	PEHD	1.207	4.688	5.157	241.4	276.56	35.16	3.52
N16-N17	81.35	0.08	324.33	291.9	0.29	497.76	600	Fonte	1.033	0.113	0.125	240.9	281.59	40.69	4.07
N17-B17	282.8	0.28	15.4	13.9	0.01	108.47	110	PEHD	1.459	5.399	5.939	241.2	275.66	34.46	3.45
N17-N18	132.2	0.13	308.93	278.0	0.28	485.80	500	Fonte	1.417	0.409	0.450	240.6	281.14	40.54	4.05
N18-B19	268.7	0.27	12.37	11.1	0.01	97.21	110	PEHD	1.172	3.419	3.761	241.1	277.38	36.28	3.63
N18-N19	70.75	0.07	296.56	266.9	0.27	475.98	500	Fonte	1.360	0.203	0.223	240.1	280.92	40.82	4.08
N19-B18	269.04	0.27	11.2	10.1	0.01	92.50	110	PEHD	1.061	2.848	3.132	239.1	277.79	38.69	3.87
N19-N20	92.41	0.09	285.36	256.8	0.26	466.90	500	Fonte	1.309	0.247	0.271	239.5	280.65	41.15	4.12
N20-B21	267.46	0.27	11.8	10.6	0.01	94.94	110	PEHD	1.118	3.118	3.430	240.7	277.22	36.52	3.65
N20-N21	110.12	0.11	273.56	246.2	0.25	457.15	500	Fonte	1.255	0.272	0.299	239.2	280.35	41.15	4.12
N21-B20	205.13	0.21	12.45	11.2	0.01	97.52	110	PEHD	1.180	2.641	2.905	239.9	277.45	37.55	3.75

N21-N22	105.54	0.11	261.11	235.0	0.23	446.62	500	Fonte	1.197	0.239	0.263	239.4	280.09	40.69	4.07
N22-B23	171.8	0.17	14.49	13.0	0.01	105.21	110	PEHD	1.373	2.930	3.223	240.4	276.87	36.47	3.65
N22-N23	41.14	0.04	246.62	222.0	0.22	434.06	500	Fonte	1.131	0.084	0.092	239.2	280.00	40.80	4.08
N23-B22	187.8	0.19	9.72	8.7	0.01	86.17	90	PEHD	1.376	4.063	4.469	239.0	275.53	36.53	3.65
N23-N24	189.53	0.19	236.9	213.2	0.21	425.42	500	Fonte	1.086	0.359	0.394	239.1	279.60	40.50	4.05
N24-B24	221.9	0.22	12.04	10.8	0.01	95.91	110	PEHD	1.141	2.685	2.954	240.6	276.65	36.05	3.60
N24-N25	65.25	0.07	224.86	202.4	0.20	414.46	500	Fonte	1.031	0.112	0.123	239.0	279.48	40.48	4.05
N25-B25	77.2	0.08	15.27	13.7	0.01	108.01	110	PEHD	1.447	1.451	1.596	239.1	277.88	38.78	3.88
N25-N26	108	0.11	209.59	188.6	0.19	400.14	500	Fonte	0.961	0.163	0.179	238.6	279.30	40.70	4.07
N26-B26	88.5	0.09	7.15	6.4	0.01	73.91	90	PEHD	1.012	1.084	1.193	238.4	278.11	39.71	3.97
N26-N27	107	0.11	202.44	182.2	0.18	393.26	400	Fonte	1.451	0.448	0.493	238.2	278.81	40.61	4.06
N27-B27	88	0.09	9.87	8.9	0.01	86.83	90	PEHD	1.397	1.958	2.154	238.3	276.65	38.35	3.84
N27-N28	30.37	0.03	192.57	173.3	0.17	383.55	400	Fonte	1.380	0.116	0.128	238.1	278.68	40.58	4.06
N28-B28	254.2	0.25	14.87	13.4	0.01	106.58	110	PEHD	1.409	4.548	5.003	239.1	273.68	34.58	3.46
N28-N29	223.58	0.22	177.7	159.9	0.16	368.45	400	Fonte	1.273	0.736	0.810	237.6	277.87	40.27	4.03
N29-B29	141.44	0.14	12.96	11.7	0.01	99.50	110	PEHD	1.228	1.962	2.158	237.8	275.71	37.91	3.79
N29-N30	40.82	0.04	164.74	148.3	0.15	354.76	400	Fonte	1.180	0.117	0.128	237.7	277.74	40.04	4.00
N30-B30	221.9	0.22	12.65	11.4	0.01	98.31	110	PEHD	1.199	2.943	3.237	238.7	274.50	35.80	3.58
N30-N31	138.9	0.14	152.09	136.9	0.14	340.86	400	Fonte	1.090	0.343	0.377	237.5	277.36	39.86	3.99
N31-B31	221.5	0.22	7.25	6.5	0.01	74.42	90	PEHD	1.026	2.784	3.062	237.1	274.30	37.20	3.72
N31-N32	47.2	0.05	144.84	130.4	0.13	332.64	400	Fonte	1.038	0.106	0.117	237.6	277.25	39.65	3.96
N32-B32	183.09	0.18	10.57	9.5	0.01	89.86	110	PEHD	1.002	1.741	1.915	237.9	275.33	37.43	3.74
N32-N33	135.85	0.14	134.27	120.8	0.12	320.27	400	Fonte	0.962	0.266	0.293	237.2	276.95	39.75	3.98
N33-B33	72.2	0.07	6.19	5.6	0.01	68.77	110	PEHD	0.587	0.255	0.280	237.1	276.67	39.57	3.96
N33-N34	23.53	0.02	128.08	115.3	0.12	312.80	315	PEHD	1.480	0.135	0.149	237.1	276.80	39.70	3.97

N34-B34	205.15	0.21	11.53	10.4	0.01	93.85	110	PEHD	1.092	2.291	2.521	237.9	274.28	36.38	3.64
N34-N35	126.28	0.13	116.55	104.9	0.10	298.39	315	PEHD	1.347	0.609	0.670	236.9	276.13	39.23	3.92
N35-B35	64.27	0.06	10.06	9.1	0.01	87.67	90	PEHD	1.424	1.482	1.630	236.9	274.50	37.60	3.76
N35-N36	74.2	0.07	106.49	95.8	0.10	285.22	315	PEHD	1.230	0.303	0.333	236.6	275.80	39.20	3.92
N36-B36	230.73	0.23	14.52	13.1	0.01	105.32	110	PEHD	1.376	3.950	4.345	237.2	271.46	34.26	3.43
N36-N37	57.45	0.06	91.97	82.8	0.08	265.07	315	PEHD	1.063	0.179	0.197	236.2	275.60	39.40	3.94
N37-B37	61.5	0.06	8.2	7.4	0.01	79.15	90	PEHD	1.161	0.971	1.068	236.7	274.54	37.84	3.78
N37-N38	182.1	0.18	83.77	75.4	0.08	252.97	315	PEHD	0.968	0.477	0.524	235.1	275.08	39.98	4.00
N38-B38	137.74	0.14	11.58	10.4	0.01	94.06	110	PEHD	1.097	1.551	1.706	236.8	273.37	36.57	3.66
N38-N39	27.4	0.03	72.19	65.0	0.06	234.84	250	PEHD	1.324	0.168	0.185	235.1	274.90	39.80	3.98
N39-B39	62.78	0.06	9.86	8.9	0.01	86.79	90	PEHD	1.396	1.395	1.534	235.2	273.36	38.16	3.82
N39-N40	164.2	0.16	62.33	56.1	0.06	218.21	250	PEHD	1.143	0.766	0.843	234.8	274.05	39.25	3.93
N40-B40	103	0.10	9.58	8.6	0.01	85.55	90	PEHD	1.356	2.169	2.386	234.9	271.67	36.77	3.68
N40-N41	50.96	0.05	52.75	47.5	0.05	200.74	250	PEHD	0.968	0.175	0.192	234.8	273.86	39.06	3.91
N41-B41	181.8	0.18	12.11	10.9	0.01	96.18	110	PEHD	1.147	2.224	2.446	234.7	271.41	36.71	3.67
N41-N42	180.4	0.18	40.64	36.6	0.04	176.20	200	PEHD	1.165	1.130	1.243	234.8	272.62	37.82	3.78
N42-B42	55.9	0.06	12.13	10.9	0.01	96.26	110	PEHD	1.149	0.686	0.754	234.9	271.86	36.96	3.70
N42-N43	20.88	0.02	28.51	25.7	0.03	147.58	160	PEHD	1.277	0.201	0.221	234.9	272.40	37.50	3.75
N43-B43	63.29	0.06	11.17	10.1	0.01	92.38	110	PEHD	1.058	0.667	0.733	235.0	271.66	36.66	3.67
N43-N44	178.21	0.18	17.34	15.6	0.02	115.09	125	PEHD	1.272	2.274	2.502	233.2	269.89	36.69	3.67
N44-B44	120.12	0.12	9.37	8.4	0.01	84.61	90	PEHD	1.326	2.428	2.671	233.9	267.22	33.32	3.33
N44-N45	10.64	0.01	7.97	7.2	0.01	78.03	90	PEHD	1.128	0.159	0.175	233.2	269.72	36.52	3.65
N45-B45	74.1	0.07	7.97	7.2	0.01	78.03	90	PEHD	1.128	1.110	1.221	233.6	268.50	34.90	3.49

Interprétations : d'après le tableau précédent, nous remarquons que les pressions calculées sont acceptables allant de 2.2 à 4.1 bars.

IV.8.Conclusion :

Dans ce chapitre, le système d'adduction a été défini comme la principale composante d'un projet d'aménagement d'un projet hydro-agricole.

Parmi les deux variantes étudiées, à savoir le système d'aménagement gravitaire et système mixte avec pompage, la deuxième option était la plus adaptée vu que le périmètre présente un dénivelé important par rapport à la prise du fond du barrage.

Suite aux choix de cette variante, des calculs de paramètres hydrauliques ont été effectués pour les diverses conduites de tous les tronçons du réseau de distribution, où nous avons opté pour des conduites en PEHD si le diamètre ne dépasse pas 315 mm, au-delà les conduites en Fonte sont les plus appropriés (400 mm et plus).

Pratiquement pour l'ensemble du réseau d'adduction, nous avons obtenu des pressions satisfaisantes, généralement elles varient entre 2.2 et 4,2 bars, ce qui permet l'introduction de systèmes d'irrigation exigeant en pressions tel que l'irrigation par aspersion.

Chapitre V

Choix de la technique d'irrigation

Chapitre V : Choix de la technique d'irrigation

V.1. Introduction :

L'irrigation est une technique d'apport artificiel de l'eau pour les cultures; dans le but d'assurer un développement optimal dans des situations où l'eau vient à manquer.

Plusieurs techniques d'irrigation sont développées qui diffèrent selon la nature du terrain à irriguer, et le mode d'apporter l'eau aux plantes.

Nous étudierons dans ce chapitre les différentes techniques dans la perspective d'aboutir à un meilleur choix qui répond aux caractéristiques du périmètre étudié.

V.2 Choix des techniques d'irrigation :

Plusieurs facteurs doivent être pris en considération dans le choix de la technique d'irrigation, on citera à titre d'exemple :

- La géométrie du terrain ;
- Le débit ;
- La nature des cultures ;
- La perméabilité du sol ;
- La rentabilité de l'opération ;
- Les facteurs économiques.

V.3. Classification des techniques d'irrigation :

Les techniques d'arrosage sont réparties en trois classes :

- L'irrigation gravitaire ou de surface.
- L'irrigation par aspersion.
- L'irrigation par micro-irrigation.

V.3.1 : Irrigation gravitaire :

L'irrigation gravitaire ou l'irrigation de surface, est la méthode la plus utilisée sur les domaines agricoles, elle consiste en un écoulement de l'eau sur le terrain par gravité.

On distingue trois groupes de technique dans l'irrigation de surface :

- Irrigation par ruissellement ;
- Irrigation par rigoles d'infiltration ;
- Irrigation par submersion.

V.3.1.1 : L'irrigation par ruissellement :

L'irrigation par ruissellement est une technique de distribution de l'eau par rigoles, cette dernière est convoyée par ruissellement à partir des fossés du champ sans vrais contrôlé par des digues limitant le mouvement de l'eau.

V.3.1.2. Irrigation à la raie :

La technique d'irrigation par raie consiste à acheminer l'eau à la plante par une série de raies (espacées de 0.75 à 1 m approximativement), de plus en moins dense, engendrant ainsi un ruissellement sur une faible partie de la surface du sol.



Figure V.1 : Irrigation à la raie.

V.3.1.3. L'arrosage par submersion :

Cette technique d'arrosage consiste à apporter au sol une couche d'eau plus au moins dense, laissée séjourner le temps nécessaire pour une infiltration à la profondeur utile. Souvent cette méthode est qualifiée d'inondation sauvage

V.3.1.4. Avantages et inconvénients de l'irrigation par gravité :**❖ Avantage :**

- Technique simple ne nécessitant pas d'apport énergétique extérieur ;
- Faible cout d'investissement ;
- Possibilité de réalimentation des nappes ;
- Irrigation de larges surfaces.

❖ Inconvénients :

Les inconvénients de cette technique sont :

- Un aménagement au préalable du terrain est nécessaire
- Importantes pertes d'eau.
- Des terrassements et des nivellements sont nécessaires.
- Faible efficacité.
- Longue durée d'arrosage.
- Nécessite un temps et une main d'œuvre considérable.

V.3.2. L'irrigation par aspersion :

L'irrigation par aspersion est une technique qui consiste l'apport de l'eau aux plantes sous forme de pluie artificielle (**Tiercelin, 2006**). Pour la mise en œuvre de cette technique, on distingue deux dispositifs qui sont les asperseurs rotatifs et les canons d'arrosage. Le but recherché dans cette technique est l'application uniforme de l'eau sur une aire occupée par la culture. La conception de ce système d'irrigation doit répondre à l'application de l'eau un taux inférieur à la capacité d'infiltration afin d'éviter les pertes par ruissellement.

V.3.2.1. Avantages et inconvénients de l'irrigation par aspersion :**❖ Avantages:**

- Ne nécessite aucun aménagement préalable du sol.
- Elle provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie.
- Une importante économie comparativement à d'autres systèmes d'irrigation.
- Un dosage précis et une répartition régulière d'eau distribuée.
- S'adapte à tous types de sols
- Présente une efficacité de l'eau relativement importante (de 75 à 85%).
- Nécessite moins de mains d'œuvres.

❖ Inconvénients:

- Investissement important pour l'agriculteur.
- Maintenance onéreuse des installations collectives.
- Elle favorise l'évaporation de l'eau et le développement des mauvaises herbes.

V.3.2.2. Différentes installations à la parcelle :

1) Installation fixe

L'ensemble des équipements (pompe, canalisation, asperseur) sont fixés de façon permanente, ce qui engendre une limitation de la main d'œuvre, néanmoins occasionne des investissements très élevés (Clément, 2007).

a) Couverture totale

Dans la couverture totale, la surface à arroser est équipée de rampes, durant toute la saison, seuls les asperseurs seront déplacés durant l'arrosage et en fin de campagne.

b) Couverture intégrale

Des rampes et des arroseurs à postes fixes sont nécessaires pour la couverture entière de la parcelle. L'arrosage est commandé par l'ouverture et la fermeture d'une vanne soit manuellement soit automatiquement.

2) Installation mobile

a) Irrigation par enrouleur

L'enrouleur et le matériel d'irrigation par aspersion le plus utilisé dans certains pays tel que la France, en raison notamment de sa grande souplesse d'utilisation. Il est composé d'un canon d'arrosage fixe, alimenté par un tuyau flexible enroulé sur une bobine. Un moteur hydraulique entraîne la bobine en rotation, qui permet au tuyau de s'enrouler provoquant le déplacement du canon engendrant ainsi une meilleure répartition de l'eau.



Figure V.2: Irrigation par enrouleur.

b) Irrigation par pivot

Les pivots et les rampes frontaux sont des appareils d'irrigation automoteurs qui généralement arrosent les prairies et les autres cultures au-dessus de la canopée. Les pivots se déplacent en cercle autour d'un point central. Par contre les deux extrémités des rampes frontales sont libres. Les pivots et les rampes frontales nécessitent de l'énergie pour se déplacer sur la parcelle et pour acheminer l'eau de la source à la plante.



Figure V.3: Irrigation par pivot.

V.3.3. Irrigation localisée (Goutte à goutte) :

Cette méthode est appelée ainsi car l'eau est appliquée directement en des endroits où l'on veut la voir s'infiltrer donc c'est une application localisée qui consiste à amener l'eau dans des conduites qui seront distribuées sous forme de gouttes à travers des goutteurs répartis tous le long des rangées des plantations.

V.3.3.1 Avantages et inconvénients de l'irrigation localisée.**❖ Avantages :**

- Excellente efficacité d'irrigations.
- S'adapte à tous types de sols et à la majorité des cultures.
- Possibilité d'automatisation pour irrigation localisée.
- Nécessite moins de mains d'œuvres
- Peu de pertes par évaporation.

❖ Inconvénients

- **L'obstruction des goutteurs :**

Des particules de sable, des dépôts lents d'argile ou de limons, des précipitations chimiques, le développement de micro-organismes sont souvent rencontrés causant l'obstruction des orifices des goutteurs. Il est à noter que l'entretien et l'élimination des goutteurs obstrués sont longs et onéreux.

- **Accumulation de sels**

Pendant la période d'irrigation les sels peuvent s'accumuler dans les tranches du sol en particulier dans les zones arides à cause de l'absence des pluies.

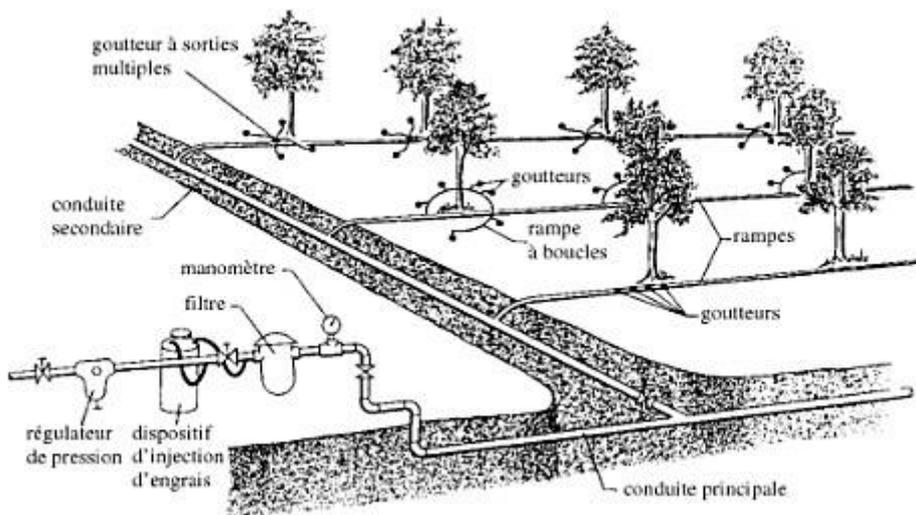


Figure V.4 : schéma d'une installation goutte a goutte.

V.4. Choix de la technique d'arrosage :

Le choix d'une technique d'irrigation dépend de plusieurs contraintes météorologiques (Evaporation, vents...), texture et structure du sol, les conditions natures (pente), et types de cultures.

Pour les cultures maraichages les techniques d'irrigation de surfaces et par aspersion sont favorables.

Pour les céréales, l'irrigation par aspersion reste l'unique technique, alors pour les arbres l'irrigation de surface est localisé sont adéquates.

Ces techniques dépendent aussi des contraintes économiques, à savoir l'économie de l'eau qui reste tributaire de la technique.

L'irrigation par aspersion et l'irrigation localisée sont les plus économiques contrairement à l'irrigation de surface.

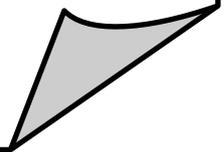
V.5.Conclusion :

Afin de choisir une technique d'irrigation il est indispensable d'évaluer les avantages et les inconvénients de chaque méthode. Dans le cas de notre étude nous avons opté pour les techniques modernes qui sont :

- Le système goutte à goutte pour l'arboriculture et les cultures maraichères.
- Le système par aspersion pour les cultures céréalières et maraichères.

Chapitre VI

Dimensionnement à la parcelle



Chapitre VI : Dimensionnement à la parcelle

VI.1. Introduction :

Le choix de la technique d'irrigation est un point essentiel dans l'élaboration d'un schéma d'aménagement. Ce chapitre sera focalisé sur le dimensionnement à la parcelle selon la technique d'irrigation adoptée par les irrigants, et aussi celle qui convient avec les critères et contraintes de la zone du périmètre étudié.

VI.2. Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion :

Le principe de la mise en œuvre de l'irrigation par aspersion se présente comme suit : à partir d'une prise d'irrigation, l'agriculteur dispose d'une canalisation qui alimente les portes rampes qui à leurs tours alimentent les rampes sur lesquelles sont montés les asperseurs.

Il est nécessaire de quantifier certains paramètres avant de dimensionner les ouvrages cités, tels que le choix de la culture et les caractéristiques de la parcelle choisie.

VI.2.1. Données agronomiques :

Avant le dimensionnement des ouvrages cités, il est utile de déterminer certains paramètres qui sont, le choix de la culture et de la parcelle, les besoins de pointe et le temps de travail :

Choix de la culture : nous avons choisi dans notre étude l'irrigation de la pomme de terre de saison qui exige un apport d'eau durant les mois de Mars-Mai.

Choix de parcelle: la parcelle choisie pour l'arrosage par aspersion est **P4**, dans **l'ilot n°I41**, qui présente une superficie de **2.8 ha**. La parcelle est de forme rectangulaire présente des dimensions de 240mx90m, elle est alimentée par la borne N°I41 qui dispose d'une pression de 3.7 bars.

Besoins de pointe : les besoins de la pomme de terre sont de **90mm** pour le mois de pointe.

Perméabilité du sol : le sol est de type argileux-limoneux avec une perméabilité estimée à :
K= 9 mm/h.

Temps de travail : 20 heures par jour, et 26 jours par mois

VI.2.2. Calcul de la Dose pratique RFU :

elle est calculée comme suit :

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

Y: degré de tarissement : égal à $\frac{2}{3}$;

Da: densité apparente : égale à 1.42

Z: profondeur d'enracinement mm (50 cm)

Hcc: humidité à la capacité au champ (27%)

Hpf : humidité au point de flétrissement (15%).

D'où : $RFU = \frac{2}{3} (0.27-0.15) * 1.42 * 0.5 = 56.8mm$

VI.2.3. Dimensionnement de l'asperseur :

a) Calcul du diamètre de l'ajutage de la buse :

Le diamètre de la buse se calcule par la formule expérimentale suivante :

$$P = \frac{1.5 * d}{1.04}$$

$$D = \frac{1.04 * P}{1.5}$$

En se référant à la nouvelle fiche technique de l'asperseur de type Perrot (actualisé) on prend un diamètre de 4.2 mm sous une pression nominale de 3 bars :

Tableau VI.1 : Asperseur de type Perrot (nouvelle gamme)

Diamètres des buses mm	P (bar) 2,5	P (bar) 3,0	P (bar) 3,5	P (bar) 4,0	P (bar) 4,5	P (bar) 2,5 P (bar) 3,0 P (bar) 3,5 P (bar) 4,0 P (bar) 4,5													
	Portée en m					Distances entre arroseurs													
4,2	14,5	15,0	15,5	16,0	16,5	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
4,5	15,0	15,4	15,8	16,3	16,9	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
4,8	15,4	15,8	16,2	16,6	17,0	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
5,0	15,8	15,9	16,3	16,7	17,3	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
5,2	16,0	16,4	16,6	16,8	17,4	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
6,0	16,4	16,5	16,7	17,2	17,6	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
7,0**	16,8	17,0	17,2	17,3	17,8	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
ZB 22/ZB 22W	Consommation d'eau					Précipitations													
	(m³/h)	(m³/h)	(m³/h)	(m³/h)	(m³/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)
4,2	0,99	1,09	1,17	1,26	1,33	2,3	3,1	2,5	3,4	2,7	3,6	2,9	3,9	3,1	4,1	3,3	4,4	3,5	4,7
4,5	1,14	1,25	1,35	1,44	1,53	2,6	3,5	2,9	3,9	3,1	4,2	3,3	4,4	3,5	4,7	3,8	5,1	4,0	5,4
4,8	1,30	1,42	1,53	1,64	1,74	3,0	4,0	3,3	4,4	3,5	4,7	3,8	5,1	4,1	5,5	4,4	5,9	4,7	6,3
5,0	1,41	1,54	1,66	1,78	1,89	3,3	4,4	3,6	4,8	3,8	5,1	4,1	5,5	4,4	5,9	4,7	6,3	5,1	6,8
5,2	1,52	1,67	1,80	1,92	2,04	3,5	4,7	3,9	5,2	4,2	5,6	4,4	5,9	4,7	6,3	5,1	6,8	5,4	7,3
6,0	1,89	2,07	2,24	2,39	2,54	4,7	6,3	5,1	6,9	5,6	7,4	5,9	7,9	6,3	8,4	6,8	9,1	7,3	9,8
7,0**	2,53	2,77	2,99	3,19	3,39	6,4	8,5	7,0	9,3	7,5	10,1	8,1	10,8	8,6	11,4	9,1	12,1	9,8	13,1

b) Calcul de la portée du jet (L)

la portée du jet se calcule par la formule empirique suivante

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

Avec :

d : le diamètre de la buse (mm)

h : pression à la buse (m), dans notre cas $P= 3.7$ bars, hauteur d'eau =37m.

$$L = 3 (4.2)^{0.5} (30)^{0.25} = 14.4 \text{ m, d'après Perrot } L=15\text{m}$$

c) Choix des écartements entre les rampes et arroseurs

Selon les normes américaines, l'écartement maximum qui est fonction de la vitesse du vent est recommandé comme suit :

E_l entre les lignes d'arrosage : 1,3L (vent faible) à 1,02 L (vent fort).

E_a entre les arroseurs sur la rampe : 0,8 L (vent faible) à 0,6 L (vent fort).

En fonction des vents de notre zone d'étude, donc on prend les valeurs suivantes :

$$E_l = 1.10 \times 15 = 16.5\text{m et } E_a = 0.8 \cdot 15 = 12 \text{ m}$$

Les valeurs normalisées des écartements sont comme suit : **$E_l=12 \text{ m, } E_a=12\text{m}$** .

Verification de la pluviométrie de la buse

d) Débit de l'asperseur

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

$$q = 0.95 \frac{\pi \cdot d^2}{4} \sqrt{2gh} \quad q = 0.95 * \frac{\pi \cdot (4.2 \cdot 10^{-3})^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot 30} \quad q = 1.1 \text{ m}^3/\text{h}$$

la pluviométrie horaire p en (mm/h) peut être appréciée par la relation :

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

D'où **$P=7.6 \text{ mm/h}$** ; Donc le diamètre de la buse choisi ($D=4.2$) assurera une pluviométrie $P \leq K=9 \text{ mm/h}$.

e) Calcul du tour d'eau :

La durée du tour d'eau correspond à la durée nécessaire à l'arrosage de l'ensemble des parcelles :

$$T_{\text{eau}} = \frac{\text{DoseRFU.Nj}}{\text{Bmp}}$$

Avec Bmp : 90mm

$$T_{\text{eau}} = \frac{56.8 \cdot 26}{90} = 16.4 \text{ jours, On prend un tour d'eau de 15 jours.}$$

Donc on irrigue 2 fois par mois.

f) Calcul de la dose réelle- dose brute

$D_r = T_{\text{eau}}$. La dose journalière on trouve $D_r = 45\text{mm}$

$D_{\text{brute}} = \text{La dose réelle} / 0,75 = 60\text{mm}$

g) Temps d'arrosage

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

$$T = \frac{\text{Dose réel brute}}{\text{pluviométrie}} = \frac{60}{7.6} = 7.9h = 8 \text{ heures}$$

Donc on pourra adopter deux positions par jour pour un asperseur, ce qui donne un temps de fonctionnement de 22 h.

h) Calcul du débit d'équipement (Qeq) :

$$Q_{eq} = \frac{S \cdot Bmp \cdot 10}{T \cdot n \cdot Nj} = \frac{2.8 \times 90 \times 10}{8 \times 2 \times 26 \times 0.75} = 8.1 \text{ m}^3/h$$

i) Calcul de l'unité d'arrosage (SU) :

La surface unitaire arrosée : $Su = \frac{S}{T \text{ eau} \cdot n} = \frac{2.8}{15 \cdot 2} = 0.09 \text{ ha}$

On prend $Su = 0.1 \text{ ha}$

k) Nombre d'asperseur requis (Nasp) :

$$Nasp = \frac{Su \cdot 10000}{El \cdot Ea} = \frac{0.1 \cdot 10000}{12 \cdot 12} = 7 \text{ asperseurs.}$$

VI.2.4. Dimensionnement hydraulique des rampes :

Le dimensionnement hydraulique nécessite de définir les caractéristiques d'une parcelle ainsi que la façon dont on projette le réseau d'aspersion

❖ **Longueur de la rampe**

Selon la parcelle, deux installations d'asperseurs sur la rampe peuvent être envisagées :

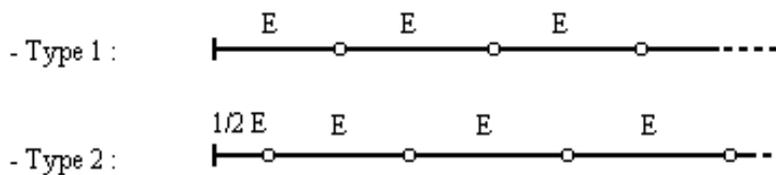


Figure VI.1 : Dispositifs d'installation des asperseurs sur la rampe.

Nous avons $L=240$ et $l= 90m$

La longueur de la rampe est donc :

Pour le type 1 : $L = n \cdot E$

Pour le type 2 : $L = (n-0,5) \cdot E$

d'où :

$$L = \frac{\text{largeur de terrain}}{2} - \frac{Ea}{2} = \frac{90}{2} - \frac{12}{2} = 39\text{m.}$$

❖ **Nbre asperseur/rampe (N) :**

$$N = \frac{\text{largeur}}{Ea} = \frac{Lr}{Ea} = \frac{39}{12} + 1 = 4 \text{ asperseurs}$$

❖ **Nombre de rampes(Nr) :**

$$Nr = \frac{N \text{ asp}}{(\text{nbr asp/ rampe})} = 2 \text{ rampes.}$$

On travaille avec deux rampe.

❖ **Calcul du débit de la rampe(Qr) :**

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

Le débit de la rampe : $Qr = 1,1 * 4 = 4.4 \text{ m}^3/\text{h} = 0.00122 \text{ m}^3/\text{s}$

Lr : longueur du terrain = 240 m, El : espacement entre les rampes (=12m).

❖ **Calcul du Diamètre de la rampe**

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

Avec V : vitesse de l'écoulement à travers la rampe, On suppose que V= 1.5 m/s et on calcule D_R

$$D_R = \sqrt{\frac{4 * 1.22 * 10^{-3}}{\pi * 1.5}} = 0.032\text{m} = 32.4 \text{ mm.}$$

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

50 ; 63 ; 75 ; 90 ; 110 ; 125 ; 160 et 200mm.

Le diamètre normalisé ($D_r=50\text{mm}$).

VI.2.4.1.Vérification des pertes de charges de la rampes :

❖ **Rampe:** On recalcule les pertes de charges pour un D = 50 mm. Les Perte de charge selon hazen-williams :

$$J = (3.592/C_{hw})^{1.852} * (L/D^{4.87}) * Q^{1.852}$$

Avec :

L : la longueur de la conduite m ; Q : débit (m³/s) ;

D : diamètre (normalisé) intérieur de la canalisation (m)

Chw : paramètre de rugosité =130-140 (PEHD);

On trouve les pertes de charges totales = 0.43 < 1.2 m

La nouvelle vitesse sera :

$$v = \frac{4*Q}{\pi*d^2} = 0.63 \text{ m/s, ce qui est conforme.}$$

VI.2.5. Dimensionnement du porte-rampe :

La longueur de la porte-rampe est calculée par :

$$L_{pr} = 240 - \frac{12}{2} = 234 \text{ m}$$

-On recalculer avec le porte-rampe

$$Q_{p_rampe} = Q_{asp} * n_{asp/rampe} * N_{rampe} = 2 * 4.4 = 8.8 \text{ m}^3/\text{h} = 2.44 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

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

-On suppose que $V = 1.5 \text{ m/s}$ et on calcule D_R

$$D_{Pr} = \sqrt{\frac{4 * 2.44 * 10^{-3}}{\pi * 1.5}} = 0.0455 \text{ m} = 45.5 \text{ mm.}$$

Si on prend un diamètre de la porte rampe de 50-75mm les pertes de charges dépassent la norme de la règle de Christiansen.

VI.2.5.1 Vérification des pertes de charges de la porte rampe :

❖ **Porte rampe:** On recalculer les pertes de charges pour $D = 90 \text{ mm}$. Les Perte de charge sont de 0.54m

La nouvelle vitesse sera :

$$V = \frac{4Q}{\pi*d^2} = \frac{4 * 2.44 * 10^{-3}}{\pi * (50 * 10^{-3})^2} = 0.8 \text{ m/s Ce qui est conforme.}$$

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau VI.2 : Résultat de calcul de l'aspersion.

Paramètres	Porte Rampe	Rampe	C. tertiaire
Longueur (m)	234	39	32
Diamètre (mm)	90	50	90
Débit (m ³ /h)	8.9	4.4	8.9
Vitesse (m/s)	0.41	0.63	0.41
Perte de charge totale (m)	0.54	0.43	0.076

D'après le tableau on voit que les pertes de charges totales sont de 0.97m, et ne dépassent pas 1.8m, ce qui est conforme. On calcule la pression nécessaire :

VI.3. Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte :

Dans cette partie on va se focaliser sur le dimensionnement d'un réseau d'irrigation localisé (le système goutte à goutte), qui nécessite la connaissance de données de base comme la surface de la parcelle, les besoins journaliers et le temps maximum journalier de travail.

VI.3.1. Données générales :

Le réseau d'irrigation sera installé sur la parcelle P4 de l'ilot 2 alimentée par a borne B2 et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 1.9.

La surface de l'exploitation est de 2.1 ha et présente une forme relativement rectangulaire
Culture : olivier : Besoin de pointe : 150 mm

Organisation du réseau goutte a goutte : Avec un écartement de 4*4m

- Surface : **2.1** ha
- Longueur : **260** m.
- Largeur : **64**m.

Caractéristiques du goutteur :

- Débit nominal : 4 l/h ; Pression nominale : 1m.c.e
- Le nombre de goutteurs par arbre : 2
- Espacement des goutteurs \approx 1-2 m

VI.3.2. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée :**a) Influence du taux de couverture du sol :**

Dans le système d'irrigation goutte à goutte, les apports d'eau sont localisé sur une portion très faible de la surface, donc la part d'évaporation directe à partir du sol est réduite, pour cela on applique à L'ETM un coefficient de réduction K_r :

K_r dépend du taux de couverture du sol ($C_s = 60\%$) par les plantes adultes et peut être calculé par diverses formules proposées ci-après :

• Keller et Karmeli (1974) :

$$K_r = \frac{C_s}{0.85}$$

• La formule de Freeman et Garzoli :

$$K_r = C_s + 0.5(1 - C_s)$$

On considère que le taux un taux de couverture pour arbres adultes égale à 60% donc :

- $K_r = 0.80$ selon Keller et Karmeli
- $K_r = 0.70$ selon Freeman et Garzoli

On prendra un coefficient $K_r = 0.80$

Donc :

$$B_{jl} = B_j * K_r ; \quad B_j = ETM_c = B_{\text{pointe}}/30$$

On trouve $B_{jl} = 4 \text{ mm/j mm}$

VI.3.3. Dose nette pratique :

Après avoir calculé les besoins journaliers, on doit déterminer une fraction ou pourcentage d'humidification dans la zone racinaire. La dose (RFU) étant définie par la hauteur d'eau P :

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Y \cdot Z \cdot da \cdot P\% = RFU * P\%$$

Avec :

H_{cc} : humidité à la capacité au champ (27%)

H_{pf} : humidité au point de flétrissement (15%)

Y : degré d'extraction de l'eau du sol (2/3)

Z : profondeur d'enracinement en (1500 mm)

P : Pourcentage du sol humidifié $P = \frac{n \cdot Spd \cdot Sh}{Sa \cdot Sr}$

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

Spd : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre ($\approx 1.5 \text{ m}$)

Sh : Largeur de la bande humidifiée d'après la table, on a $Sh = 1 \text{ m}$.

Sr : Ecartement entre rangs d'arbre = 4m.

Sa : espacement des arbres sur les rangs = 4m

$$P = \frac{2 * 1.5 * 1}{4 * 4} = 0.19 = 19\%.$$

Donc : $D_p = (27 - 15) / 100 * 1500 * 1.42 * \frac{2}{3} * 0.19 = 32 \text{ mm}$.

VI.3.4. Fréquence et intervalle des arrosages (Fr):

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

$$T_r = \frac{\text{Dose nette}}{ETM_c}$$

$$T_r = \frac{32}{4} = 8 \text{ j} \quad \text{Donc on prend un Tour} = 8 \text{ jours.}$$

❖ Calcul de la dose réelle:

On recalcule la nouvelle dose réelle : $D_r = B_{jm} * T_r = 32 \text{ mm}$.

❖ La dose brute réelle :

$$D_{\text{brute}} = \frac{D_r}{Eff * Cu}$$

Avec :

E_{ff} : efficacité du réseau d'irrigation $E_{ff}=90\%$, C_u : coefficient d'uniformité $C_u=90\%$:

$$D_{brute} = \frac{32}{0.9 \cdot 0.9} \quad D_{brute} = 40 \text{ mm.}$$

❖ **Durée de fonctionnement par d'arrosage (h) :**

$$\theta = \frac{D_{brute} \cdot S_d \cdot S_r}{n \cdot Q_g} \quad \theta = 30 \text{ heures.}$$

❖ **Durée d'arrosage journalier :**

Afin de garantir un arrosage quotidien, il est nécessaire de doubler les rampes, ou bien augmenter le débit des goutteurs à 8l/s, cela nous donne un temps d'arrosage :

$$\theta = 15 \text{ heures/jours.}$$

Nombre de poste :

On définit le nombre de poste par jour par la formule suivante :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} = 1 \text{ poste/jour}$$

❖ **Surface du poste :**

Si on prend comme surface (totale) de la parcelle de 2.1 ha

$$S_p = \frac{\text{surface totale}}{\text{Nombre de poste}} = 2.1 \text{ ha.}$$

❖ **Débit d'installation : $Q_s = K \frac{S_p D_{brute}}{N_p t} = 7.81 \text{ m}^3/\text{h}$**

VI.3.5. Calculs hydrauliques :

La variation maximale du débit entre goutteur ne doit pas dépasser 10% selon la règle de Christiansen : $\frac{\Delta q}{q} = 10\%$:

La variation maximale de la pression : $dq = K \cdot x H^{x-1} \cdot dH$

ce qui donne (avec $q = K \cdot H^x$ avec $x=0.5$ (caractéristique du goutteur)

$$\frac{\Delta q}{q} = x \frac{\Delta H}{H(n)}$$

$H(n)$ pression nominale $x=0.5$ donc $0.1 = 0.5 \frac{\Delta H(\max)}{10}$ ----- $\Delta H(\max) = 1/0.5 = 2 \text{ mce.}$

Donc selon la règle de Christiansen 10% ΔH singulières = 0.2 m, et 1.8 ΔH linéaire = 1.8 m

Donc pour les rampes 2/3. 1.8 = 1.2 m et Pour le porte rampe = 1/3. 1.8 = 0.6 m.

VI.3.5.1. 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.

- **Les rampes :** Qui sont toujours en PEBD (polyéthylène basse densité),
- **Porte-rampes :** Le diamètre de rampes ainsi que des portes rampes est calculé d'après les formules suivantes :

$$\Phi_{rampe} = \left[\frac{P.d.c(r) * 2.75}{0.478 * Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}}$$

$$\Phi_{P.R} = \left[\frac{P.d.c(pr) * 2.75}{0.478 * Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}}$$

Avec :

- 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
- Ør (cal) : le diamètre de rampes
- Øpr (cal) : le diamètre de porte rampe

Dans notre cas et vu la forme de la parcelle on prend :

1. Pour les rampes : L= 32 m

-Porte rampe = Lmax =250

-C. Tertiaire = L= 40m.

❖ **Le nombre d'arbres par rampe :**

$$N \text{ arbres} = \frac{Lr}{Ea} = \frac{32}{4} = 8 \text{ arbres.}$$

On prend N arbres= 8 arbres par rampe.

❖ **Nombre des goutteurs par rampe :**

$$N = N_{arbres} * n = 8 * 2 = 16 \text{ goutteurs par rampes.}$$

❖ **Calcul du debit de la rampe :**

$$Q_r = N_g * Q_g = 16 * 4 = 64 \text{ l/h}$$

❖ **Diamètre de la rampe : il est obtenu par :**

$$\Phi_{rampe} = \left[\frac{P.d.c(r) * 2.75}{0.478 * Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} = \left[\frac{1.2 * 2.75}{0.478 * 64^{1.75} * 30} \right]^{-\frac{1}{4.75}} = 7 \text{ mm}$$

On prend D=16mm.

2. Pour la porte rampe : L=250m❖ **Le nombre de rampes:**

$$N_r = L_{pr} / E_r = \frac{L_{pr}}{E_r} = \frac{250}{4} = 62 \text{ rampes}$$

On prend $N_r = 62$ ❖ **Débit de la porte rampe**

$$Q_{pr} = Q_r * N_r = 64 * 62 = 3968 \text{ m}^3/\text{h}$$

❖ **Diamètre de la porte rampe:**

$$\varnothing P.R = \left[\frac{P.d.c(pr) * 2.75}{0.478 * Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} = \left[\frac{0.6 * 2.75}{0.478 * 3968^{1.75} 250} \right]^{-\frac{1}{4.75}} = 52.3 \text{ mm}$$

Donc on prend $\varnothing pr = 63 \text{ mm}$ ❖ **Nombre de porte rampe : $N_{pr} = 1$ portes rampes.****3. Pour la conduite tertiaire :**

$$Q_{csl} = Q_{pr} * N_{pr} = 3968 \text{ l/s,}$$

Donc: diamètre de la conduits tertiaire, on obtient un diamètre de 63mm.**4. Vérification des pertes de charges (Règle de Christiansen)**

On recalcule les pertes de charges par la formule de Hazen- williams

$$J = (3.592 / C_{hw})^{1.852} * (L/D^{4.87}) * Q^{1.852}$$

a) Pour la rampe :

$$L = 30 \text{ m, } D = 16 \text{ mm, } Q = 64 \text{ l/h} = 1.77 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s.}$$

$$\Delta H \text{ -rampe} = 0.034 \text{ m}$$

Tableau VI.3 : Les pertes de charges de la rampe.

Culture	Surface (m ²)	Lr (m)	Ng	Qr (l/h)	ΔH_r (m)	Dn (mm)	Vitesse (m/s)	ΔH_{cal} (m)
Olivier	21000	30	16	64	1.2	16	0.09	0.037

b) Pour la porte rampes :

$$L = 250 \text{ m, } D = 63 \text{ mm, } Q = 3968 \text{ l/h} = 1.1 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s.}$$

$$\Delta H \text{ -porte rampe} = 0.19 \text{ m}$$

Tableau VI.4 : Les pertes de charge de la porte rampes.

Culture	Surface (m ²)	Lr (m)	N rampes	Qr (l/h)	ΔH_r (m)	Dn (mm)	Vitesse (m/s)	ΔH_{cal} (m)
Olivier	21000	250	62	3968	0.6	63	0.35	0.19

Pour la conduite tertiaire L=40m, son diamètre est de 63mm.

On remarque que les pertes de charges totales ($0.92 < 1.8\text{m}$), et dans les limites imposées par la règle de Christiansen.

VI.4. Conclusion

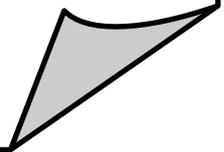
Le rendement des cultures dépend du choix de la technique d'irrigation, cette dernière est d'une grande importance dans l'aménagement d'un périmètre.

Dans ce chapitre, nous avons procédé au dimensionnement à la parcelle par deux systèmes d'irrigation à savoir la technique de l'aspersion et le goutte à goutte.

Ces deux techniques permettent une revalorisation de l'agriculture et une augmentation des rendements des cultures.

Chapitre VII

Calcul technico-économique



Chapitre VII : Calcul technico-économique

VII.1.Introduction :

Le cout d'un projet d'aménagement hydro-agricole doit être estimé avec rigueur et cela pour juger de sa rentabilité à court et à long terme.

L'estimation du montant global du projet d'aménagement du périmètre Achaacha est étudiée dans ce chapitre, ce qui nous permet d'avoir une première estimation financière d'un tel projet.

Pour cela il est important de quantifier l'ensemble des travaux à entreprendre:

- Le système d'adduction avec ses pièces spéciales.
- Le système de pompage.
- Le réservoir de stockage.

VII.2. Travaux à entreprendre pour Le système d'adduction :

Les tâches constituant les travaux à exécuter pour la mise en place de l'adduction sont :

a) Exécution des tranchées :

Cette opération consiste à faire des excavations de terrains (déblai) en utilisant une pelle hydraulique, ces déblais seront posés à côté de la tranchée, l'autre côté étant réservée au bardage des conduites.

b) Pose du lit de sable

Le lit de sable sera posé au fond de la tranchée et qui aura une épaisseur de 15cm dans notre cas.

c) Pose des conduites

Avant la descente des conduites dans la fouille, on procède à un triage 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.

d) Epreuve de joint et de la canalisation

Afin d'assurer une bonne sécurité, un essai de pression des conduite et des jointe est nécessaire avant le remblaiement, qui se fait à l'aide d'une pompe et consiste à faire remplir la conduite en eau sous une pression de 1.8fois la pression de service à laquelle la conduite sera soumise lors de son fonctionnement.

e) Remblayage des tranchées

L'opération de remblayage consiste à enterrer la conduite en utilisant le remblai résultant de l'excavation.

f) Nivellement et compactage

Le nivellement consiste à étaler les terres en monticule, ensuite on procède au compactage afin d'augmenter la densité des terres et éviter le tassement.

VII.3. Estimation du cout des travaux du réseau d'adduction :

VII.3.1. Calcul du volume de terrassement :

- **Largeur du fond de la tranchée**

La largeur de la tranchée est fonction du diamètre de la conduite, elle est calculée sur un espacement de 30cm de chaque coté.

La largeur d'ouverture de la tranchée est obtenue par la formule :

$$B = d + 0.6 \text{ (m)}$$

Avec : B : largeur de la tranchée (m)

d : diamètre de la conduite (m)

- **Profondeur de la tranchée**

La profondeur de la tranchée doit être réalisée correctement et dans les règles de l'art afin d'éviter toute intercommunication avec d'autre conduites.

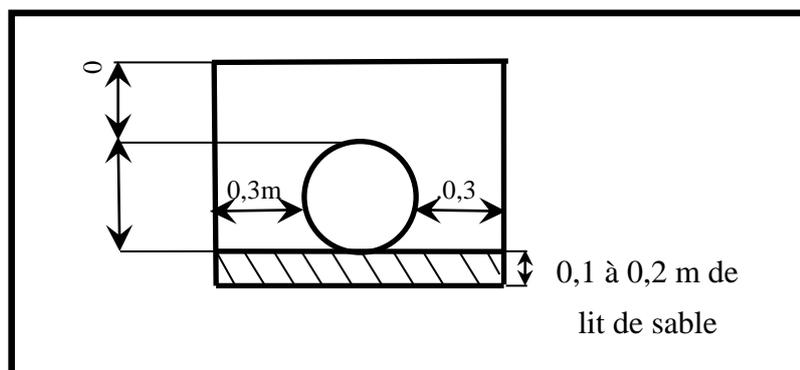


Figure VII.1: Schéma d'une tranchée.

$$H_{tr} = e + d + h \text{ (m)}$$

Avec :

H_{tr} : Profondeur de la tranchée (m)

e : hauteur du lit de pose (m)

d : diamètre de la conduite (m)

h : la hauteur du remblai au-dessus de la conduite.

- **Section de la tranchée:**

Les sections des tranchées sont :

$$S_{tr} = B \times H_{tr}$$

H_{tr} : Profondeur total de la tranchée (m)

B : Largeur du fond de la tranchée (m)

• **Volume à excaver :**

Le volume d'excavation est :

$$V_d = S_{tr} \times L = (B \times H_{tr}) \times L$$

V_d : Volume du déblai (m³)

S_{tr} : La section de la tranchée (m²).

L : Longueur de la tranchée (m).

B : Largeur de la tranchée (m).

H_{tr} : La hauteur de la tranchée (m).

Le calcul des volumes de déblais, de sable, et de remblais du réseau de distribution est présenté dans le tableau VII.1 :

Tableau VII.1: Calcul des différents volumes.

Tubes Enterrés	Longueur (m)	largeur (m)	hauteur (m)	V déblai (m ³)	V sable (m ³)	V conduites (m ³)	V remblai (m ³)
Conduite de refoulement							
Fonte Ø700	3290	1.3	2.05	8767.9	641.6	1266.1	6860.2
Conduite de distribution							
PEHD Ø 90	2700.93	0.69	1.24	2310.9	279.5	17.2	2014.2
PEHD Ø 110	5849.96	0.71	1.26	5233.4	623.0	55.6	4554.8
PEHD Ø 125	178.21	0.725	1.275	164.7	19.4	2.2	143.2
PEHD Ø 160	745.61	0.76	1.31	742.3	85.0	15.0	642.3
PEHD Ø 200	282.68	0.8	1.35	305.3	33.9	8.9	262.5
PEHD Ø 250	242.56	0.85	1.4	288.6	30.9	11.9	245.8
PEHD Ø 315	463.56	0.915	1.465	621.4	63.6	36.1	521.6
Fonte Ø 400	723.72	1	1.55	1121.8	108.6	90.9	922.3
Fonte Ø 500	914.94	1.1	1.65	1660.6	151.0	179.6	1330.0
Fonte Ø 600	1214.6	1.2	1.75	2550.7	218.6	343.4	1988.6
Fonte Ø 700	494.6	1.3	1.85	1189.5	96.4	190.3	902.7
			somme	24957.1	2351.6	2217.4	20388.2

VII.3.2. Evaluation du cout des travaux de terrassement :

Dans l'évaluation des couts des travaux il y'a lieu de prendre en considération les frais des travaux de terrassements (déblais et remblais), ainsi que les charges des matériaux (lit de sable), et le prix de pose des conduites.

Les frais de terrassement sont calculés comme suit:

- **Pour les déblais :**

$$F_{deb} = V_{deb} \times K_{deb}$$

K_{deb} : Prix de 1 m³ de déblai=400 DA

V_{deb} : Volume total de déblais

- **Pour les remblais:**

$$F_{rem} = V_{rem} \times K_{rem}$$

K_{rem} : Prix de 1 m³ de remblai=600 DA

V_{rem} : Volume total du remblais

- **Pour le sable:**

$$F_{sable} = V_{sable} \times K_{sable}$$

K_{sable} : Prix de 1 m³ de sable = 2500DA

V_{sable} : Volume total du sable.

Le cout estimatif des travaux de terrassement est présenté dans le tableau VII.2 :

Tableau VII.2: Estimation du cout des travaux de terrassement.

Type des travaux	unité de mesure	quantités	prix unitaire (DA)	montant (DA)
Déblais	M ³	24957.1	400	9 982 835.4
Remblais	M ³	20388.2	600	12 232 893.5
Sable	M ³	2351.6	2500	5 878 916.5
			Prix total (HT)	28 094 645.4
			Total TTC	32 870 735.10

Le cout des travaux de terrassements est estimé à la somme de :

Trente deux millions huit cent soixante dix mille sept cent trente cinq dinars et dix centimes.

VII.3.3. Evaluation des prix de pose des conduites :

Les prix de pose de la conduite de refoulement et de la conduite gravitaire sont détaillés dans le tableau VII.3

Tableau VII.3 : Estimation du cout de pose des conduites.

Diam	Linéaire	Matériau	Prix/ML	Prix/HT (DA)
PEHD Ø 90	2700.93	PEHD	571.7	1 544 082.2
PEHD Ø 110	5849.96	PEHD	844.3	4 939 094.3
PEHD Ø 125	178.21	PEHD	1093.1	194 798.5
PEHD Ø 160	745.61	PEHD	1786.5	1 332 038.3
PEHD Ø 200	282.68	PEHD	2805.5	793 054.4
PEHD Ø 250	242.56	PEHD	4340.6	1 052 846.1
PEHD Ø 315	463.56	PEHD	6881.4	3 189 926.3
Fonte Ø 400	723.72	Fonte	7516.6	5 439 893.1
Fonte Ø 500	914.94	Fonte	11724.8	10 727 481.5
Fonte Ø 600	1214.6	Fonte	17729.6	21 534 351.9
Fonte Ø 700	3784.6	Fonte	22536.7	85 292 246.8
Pièces Spéciales	40	F/PEHD	6500.0	260 000.0
PRIX HT				136 299 813,0
Total TTC				159 470 781.8

Le cout de la pose des canalisations est de :

Cent cinquante neuf millions quatre cent soixante dix mille sept cent quatre vingt et un dinars et quatre vingt centimes en TTC.

VII.3.4 : Estimation du cout des bornes d'irrigation :

Pour notre réseau d'adduction, nous avons 21 bornes de types A2, et 24 bornes de types A4. L'estimation des couts de ces bornes sont présentés dans le tableau VII.4 :

Tableau VII.4 : Estimation du cout des bornes d'irrigation.

Type de borne	Nombre	Prix unitaire(DA)	Prix total (DA)
Born type A2	24	65000	1 560 000.0
Born type A4	21	85000	1 785 000.0
Prix total			3 345 000.0
Total TTC			3 913 650.0

Le cout des bornes d'irrigation est : Trois millions neuf cent treize mille six cent cinquante dinars en TTC.

On remarque que le cout total du réseau d'adduction est de :

Cent quatre vingt dix million deux cent cinquante cinq mille cent soixante six dinars et quatre vingt dix centimes.

VII.4. La station de pompage:

Le système de pompage se compose de plusieurs parties :

- Partie génie civil
- Equipements hydromécaniques
- Bâche d'aspiration

Le détail estimatif des différentes composantes des travaux est présenté dans le tableau VII.5:

Tableau VII.5 : Estimation du cout de la station de pompage.

Désignation des travaux	unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
1)) Terrassement				
- Décapage de la terre végétal	M3	350	500	175 000.0
-Déblai	M3	105	600	63 000.0
-remblais	M3	57.75	600	34 650.0
2) <u>Maçonneries</u>				
-Béton arme	M3	300	12000	3 600 000.0
-revêtement	M2	40	800	32 000.0
-Peinture	M2	1570.80	1000	1 570 796.3
3) <u>travaux divers</u>				
-Portail métallique	U	1	120 000	120 000.0
-Fenêtre en pvc	U	2	5000	10 000.0
-Electricités	U	Forfait	10000	10 000.0
4) <u>Aménagement extérieur</u>				
- Mur de clôture	M1	100	1500	150 000.0
- Loge de gardien	U	1	200 000	200 000.0
- Revêtement	M2	400	30000	12 000 000.0
5) <u>Equipements hydromécaniques</u>				
- Vannes	U	2	230000	460 000.0
- Clapet anti retour	U	1	100000	100 000.0
- Crepine	U	1	150000	150 000.0
- Vantouse	U	1	60000	60 000.0
6) <u>Bâche d'aspiration</u>				
Terrassements	M3	800	300	240 000.0
Béton arme	M3	50	12000	600 000.0
étanchéité	M3	100	600	60 000.0
Total HT				19 635 446.3
Total TTC				22 973 472.0

Le cout de la station de pompage est de :

Vingt deux millions neuf cent soixante treize mille quatre cent soixante douze dinars en TTC.

VII.5. Le réservoir de stockage :

Les travaux du terrassement, bétonnage, maçonnerie, et corps d'états secondaire ainsi que les matériaux entrent dans la réalisation du réservoir de stockage.

Le réservoir dimensionné dans le chapitre 4 est d'une capacité de $V=1500 \text{ m}^3$, avec un diamètre de $D=20\text{m}$ et une hauteur de $H=5\text{m}$

Le détail estimatif des différents travaux est détaillé dans le tableau VII.6

Tableau VII.6 : Estimation du cout du réservoir de stockage.

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
a) <u>Terrassement</u>				
Décapage de la terre végétale	M ³	100	300	30000
Déblai	M ³	130	400	52000
Remblai	M ³	90	600	54000
b) <u>Béton arme</u>	M ³	300	12000	3600000
c) <u>Installation du coup de Belier</u>		1	5 000 000	5 000 000
d) <u>Armoire électrique</u>	U	1	200000.00	200000.00
e) <u>Aménagement extérieur et Divers</u>				
Portail métallique	U	1	180000	180000
Electricités	U	15	10000	150000
Peinture	M ²	320	2500	800000
Revêtement	M ²	20	20000	400000
			Total HT	10 466 000.0
			Total TTC	12 245 220.00

Le cout du réservoir de stockage est de :

Douze millions deux cent quarante cinq mille deux cent vingt dinars En TTC.

VII.6. Le devis des travaux:

Le devis total des travaux est détaillé dans le tableau ci-dessous :

Tableau VII.7 : Devis estimatif total.

Travaux	Montant (DA)
Système de pompage	22 973 472.2
Conduite de refoulement et conduite gravitaire	32 870 735.1
Réservoir de stockage	12245220
Bornes	3 913 650.0
Adduction : Conduites et P. spéciales	159 470 781.8
Montant TTC	231 473 859.1

Le montant du projet est de deux cent trente et un million quatre cent soixante treize mille huit cent cinquante neuf dinars et dix centimes en TTC

VII.7. Conclusion :

Les charges des travaux de réalisation de projet ont été estimées dans ce chapitre en comprenant les travaux de terrassement et les couts des équipements.

Le cout total du projet d'aménagement du périmètre de Achaacha est arrêté à la somme de : deux cent trente et un millions quatre cent soixante treize mille huit cent cinquante neuf dinars et dix centimes en TTC, soit un cout spécifique de 465 000 da/hectare.

Conclusion générale

Pour l'aménagement hydro-agricole d'un périmètre, une étude multidisciplinaire approfondie est plus que nécessaire pour l'analyse des aspects qui rentrent en considération dans l'étude de la zone concernée.

Dans notre mémoire nous avons abordé l'étude du périmètre de Achaacha, situé dans la wilaya de Mostaganem, où l'agriculture reste l'activité économique la plus importante avec plus de 40% de la main d'œuvre dans la wilaya.

Le périmètre en question présente des potentialités pédologiques importantes réparties sur une surface de 500ha, son climat semi-aride incite l'introduction des techniques d'irrigation efficaces.

Après choix des cultures, nous avons étudié le système d'adduction, la variante adéquate nécessite un réseau sous pression mixte : un pompage vers un réservoir de stockage, puis une desserte gravitaire vers les parcelles du périmètre. Cette variante est constituée de conduites enterrées en fonte et en PEHD, et équipées de bornes d'irrigation.

Les pressions obtenues sont en moyenne de 2 à 4 bars; permettant ainsi aux agriculteurs d'introduire les techniques d'irrigations modernes telles que l'aspersion et le goutte à goutte dans le but d'augmenter les rendements des cultures.

L'aménagement hydro-agricole du périmètre de Achaacha permettra une utilisation rationnelle de l'eau d'irrigation, une modernisation de l'agriculture avec une perspective de rentabilisation du projet à moyen et à long terme.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Paul Meylan, Anne-Catherine Favre, André Musy,2008 : Hydrologie fréquentielle, une science prédictive, Presses universitaires et romandes, EPFL, Lausanne, Suisse.

TOUAIBIA B,2004 : Manuel d'Hydrologie .

Laborde J., 2009 : Eléments d'hydrologie de surface ; Ecole polytechnique de l'université de NICE-SOPPHIA ANTIPOLI

Jean-Robert Tiercelin,2006 : Traité d'irrigation. : 2è édition

Clément Mathieu, Paul Audoye, Jean-Claude Chossat,2007 : Bases techniques de l'irrigation par aspersion

LEBOURGEOIS François, 2010 : Cours de bioclimatologie à l'usage des forestiers

Bulletin FAO irrigation et drainage (N33): Réponse des rendements a l'eau.

ANNEXE I :

Caractéristiques hydriques de quelques sols

Texture	Humidité pondérale en pourcentage du poids sec			Réserve utile volumétrique en mm /m
	à la rétention HCC	du flétrissement HPF	disponible HCC-HPF	
Sableuse	9 (6 à 12)	4 (2 à 6)	5 (4 à 6)	85 (70 à 100)
Sablo-limoneuse	22 (18 à 26)	11 (8 à 15)	12 (10 à 11)	170 (140 à 190)
Limono-argileuse	27 (25 à 31)	13 (11 à 15)	14 (12 à 16)	190 (170 à 220)
Argilol-imoneuse	31 (27 à 35)	15 (13 à 17)	16 (14 à 18)	210 (180 à 230)
Argileuse	35 (31 à 39)	17 (15 à 19)	18 (16 à 20)	230 (220 à 250)

ANNEXE II :

Coefficients culturaux (Kc)

CULTURE	Stades de développement de la culture					Durée totale de la période végétative
	Initial	Développement	Mi-saison	Fin de saison	Récolte	
Bananier tropical	0.4 -0.5	0.7 -0.85	1.0 -1.1	0.9 -1.0	0.75-0.85	0.7 -0.8
Bananier subtropical	0.5 -0.65	0.8 -0.9	1.0 -1.2	1.0 -1.15	1.0 -1.15	0.85-0.95
Haricot vert	0.3 -0.4	0.65-0.75	0.95-1.05	0.9 -0.95	0.85-0.95	0.85-0.9
Haricot sec	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.65-0.75	0.25-0.3	0.7 -0.8
Chou	0.4 -0.5	0.7 -0.8	0.95-1.1	0.9 -1.0	0.8 -0.95	0.7 -0.8
Coton	0.4 -0.5	0.7 -0.8	1.05-1.25	0.8 -0.9	0.65-0.7	0.8 -0.9
Raisin	0.35-0.55	0.6 -0.8	0.7 -0.9	0.6 -0.8	0.55-0.7	0.55-0.75
Arachide	0.4 -0.5	0.7 -0.8	0.95-1.1	0.75-0.85	0.55-0.6	0.75-0.8
Maïs sucré	0.3 -0.5	0.7 -0.9	1.05-1.2	1.0 -1.15	0.95-1.1	0.8 -0.95
Maïs grain	0.3 -0.5*	0.7 -0.85*	1.05-1.2*	0.8 -0.95	0.55-0.6*	0.75-0.9*
Oignon sec	0.4 -0.6	0.7 -0.8	0.95-1.1	0.85-0.9	0.75-0.85	0.8 -0.9
Oignon vert	0.4 -0.6	0.6 -0.75	0.95-1.05	0.95-1.05	0.95-1.05	0.65-0.8
Pois, frais	0.4 -0.5	0.7 -0.85	1.05-1.2	1.0 -1.15	0.95-1.1	0.8 -0.95
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
Canne à sucre	0.4 -0.5	0.7 -1.0	1.0 -1.3	0.75-0.8	0.5 -0.6	0.85-1.05
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
Pastèque	0.4 -0.5	0.7 -0.8	0.95-1.05	0.8 -0.9	0.65-0.75	0.75-0.85
Blé	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.65-0.75	0.2 -0.25	0.8 -0.9
Luzerne	0.3 -0.4				1.05-1.2	0.85-1.05
Agrumes sarclés						0.65-0.75
sans sarclage						0.85-0.9
Olivier						0.4 -0.6

Premier chiffre: avec forte humidité (HR min > 70%) et vent faible (U < 5 m/s).

Second chiffre: avec faible humidité (HR min < 20%) et vent fort (> 5 m/s).

Source : Bulletin FAO d'irrigation et drainage n°33 tableau 18.

ANNEXE III :

Courbe de fonctionnement de la pompe choisie

