

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

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : Conception Des Systèmes d'Irrigation et de Drainage

THEME :

**ETUDE D'AMENAGEMENT HYDRO- AGRICOLE
DU PERIMETRE TAGHARIST 500ha
(W. KHENCHELA)**

Présenté par :
M^r SAHRAOUI BRAHIM

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et prénom	Grade	Qualité
M^r M.MESSAHEL	Prof.	Président
M^{me} L.S BAHBOUH	M A.A	Examinatrice
M^{me} H.BOUCAMA	M A.A	Examinatrice
M^{me} S.HARKAT	M A.B	Examinatrice
M^r A.AYAD	M A.A	Examineur
M^{me} DJOUDAR .D	M A.A	Promotrice

Juillet-2012

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

** A ma mère qui m'a tant aidé et encourager.*

** A tous mes frères et toutes mes sœurs.*

** A toute la famille : SAHRAOUI.*

** A tou (s) (tes) mes ami(s) (es).*

** Toute ma promotion, en générale et tous les étudiants de l'option Irrigation et drainage en particulier*

SAHRAOUI Brahim

Remerciements

*Avant tout, je remercie **DIEU** qui a illuminé mon chemin et qui m'a armé de courage pour achever mes études.*

Je voudrais remercier spécialement ma promotrice Mme : DJOUDAR Dahbia, pour avoir assuré de manière agréable le suivi quotidien de mon travail et pour m'avoir fait profiter de son expérience. Ses compétences scientifiques.

Je remercie Mme : L.S BAHBOUH, qui m'a aidé pour réaliser ce travail de mémoire de fin d'étude.

Je remercie également tout les personnels de l'Office Nationale D'Irrigation Et De Drainage (ONID) qui nous a fourni par des données de la région d'étude, en particulier M^{elle} : TIPIZI Chef de projet du périmètre de Tagharist et Mr : DAHMANI Rachid qui n'ont pas ménagé le moindre effort pour mettre à ma disposition tous les moyens nécessaires à l'élaboration et au couronnement de ce mémoire.

Mon respect s'adresse aux membres de jury qui me feront l'honneur d'apprécier ce travail.

Remerciements plus particuliers à :

Les étudiants qui m'ont aidé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire et spécialement

MEZIANI Abd Elhak, MAZIZ Brahim, BENZERGA Yacine, BOUREGAA Adel, BAROUD Farid et tout mes autres amis

Sans oublier de remercier : L'ensemble du personnel de l'ENSH pour leurs aide.

SAHRAOUI BRAHIM

إنَّ الهدف من إنجاز مذكرة نهاية الدراسة يندرج ضمن السياسة الحالية المتعلقة بتسيير المساحات المسقية، والذي يسعى إلى تحقيق مردود مُعتبرًا من ناحية الاستثمار، مُعبرًا عن أفضل فعالية لتقنيات السقي من جهة، تسيير أنجع و مُحافظة على الموارد المائية و نوعية التربة من جهة أخرى. و هذا لن يتأتى إلا بتبني أنظمة سقي حديثة و التي فرضت فعاليتها، نذكر على سبيل المثال: السقي بالتنقيط و السقي بالرش الأكثر تطورًا في الآونة الأخيرة نتيجة للتقدم العلمي و التكنولوجي. و من بين ما تتميز به هذه الأنظمة من مَحاسن هو تحقيقها لاقتصاد معتبر للمياه.

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد المساحات الزراعية لمنطقة تغاريس و ولاية خنشلة و تزويدها بالمياه و هذا ينطوي على تقدير الاحتياجات المائية لمختلف المحاصيل الزراعية و تصميم مختلف هياكل التخزين و التوزيع.

وتهدف الدراسة الى انشاء محطة ضخ المياه من السد ومنها تصميم شبكات توزيع المياه داخل المحيط الزراعي لهذه المنطقة .

مع العلم أن المورد الوحيد المتاح هو سد تغاريس.

Résumé :

L'objectif de notre mémoire consiste dans le caractère de la politique actuelle de la gestion des périmètres irrigués. En prenant une considération un rendement élevé de l'investissement ainsi qu'une meilleure gestion et préservation de certaines potentialités telles que les ressources en eau et ressources en sol pour faire, on adopte des systèmes d'irrigation modernes qui ont imposé leur fiabilité, à savoir : l'irrigation localisée et l'irrigation par aspersion les mieux développées.

L'étude vise à identifier les domaines de la superficie agricole **Tagharist W. Khenchela** et de leur fournir de l'eau, ce qui implique l'évaluation des besoins en eau des différentes cultures agricoles et la conception des différentes structures de la distribution et du stockage.

L'étude vise à concevoir une station de pompage, refoulant à partir du barrage, y compris la conception des réseaux de distribution d'eau dans la région agricole environnante. Sachant que la seule ressource disponible est le barrage de **Tagharist**.

Abstract:

The aim of our dissertation is included in the actual policy of the irrigated areas management in a way to reach a high investment yield, showing a better efficiency of the irrigation system from one part, and a better management and potentialities preservation: water resource and ground resources from the other part. This aim would be achieved only by systems which have imposed their reliability, like: The localized irrigation and the aspersion irrigation which is the most developed thanks to the evolution of science and technology. These systems present indeed many advantages like the importance of water saving.

The study aims to identify fields of the agricultural area **Tagharist. Khenchela** and provide them with water and this involves assessing the water needs of various crops and the design of various structures of the storage and distribution.

The study aims at the establishment of a pumping station from the dam, including the design of water distribution networks within the agricultural environment of this region. There fore, note that the only resource available is the dam of **Tagharist**.

SOMMAIRE

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

CHAPITRE I: PRESENTATION GENERALE DE LA ZONE D'ETUDE

Introduction	2
I.1 PRESENTATION GENERALE DE LA WILAYA DE KHENCHELA ET DE LA ZONE D'ETUDE	2
I.1.1 Situation géographique.....	2
I.1.2 Délimitation de la zone d'étude	5
I.1.3 Réseau routier	6
I.1.4 Aperçu géomorphologique.....	6
I.1.5 Géologie régionale de la zone d'étude	7
I.1.6 Quaternaire	8
I.1.6.1 Alluvions récentes ou actuelles.....	8
I.1.6.2 Terres arables et alluvions anciennes	8
I.1.6.3 Glacis polygéniques nappant les reliefs	9
I.1.6.4 Villafranchien probable : croûtes calcaires.....	9
I.1.7 Miocène	9
I.1.7.1 Tortoraient gréseux blanc et grossier	9
I.1.8 Réseau hydrographique.....	9
I.1.9 Synthèse pédologique	10

CHAPITRE II : BILAN HYDRIQUE

Introduction	11
II.1 CLIMATOLOGIE	11
II.1.1 Les précipitations mensuelles.....	11
II.1.2 Température	14
II.1.3 Humidité relative	15
II.1.4 Les vents	16
II.1.5 Insolation.....	16
II.1.6 L'évaporation	16
II.1.7 Phénomènes	16
II.1.7.1 L'enneigement	16
II.1.7.2 Les gelées blanches	16
II.1.7.3 La Grêle	17
II.1.7.4 Les Orages	17
II.1.7.5 Le Sirocco	17
II.1.7.6 Brouillard	17
II.1.7.7 Brume	17
II.1.7.8 Rosée.....	17

II.1.8 INDICES CLIMATIQUES	17
II.1.8.1 L'indice d'aridité de MARTONE	18
II.1.8.2 Quotient pluviométrique d'EMBERGER	18
II.1.8.3 Climogramme pluviométrique de BAGNOULS ET GAUSSEN	19
II.2. HYDROLOGIE	20
II.2.1 L'objectif	20
II.2.2 Choix de la station représentative de la Zone d'étude	20
II.2.3 Homogénéité de la série pluviométrique	22
II.2.4 Ajustement de la série pluviométrique	24
II.2.4.1 Ajustement à la loi Normale	24
II.2.4.2 Ajustement à la loi Log-Normale (GALTON)	26
II.2.5 Détermination de l'année de calcul	28
Conclusion	28

CHAPITRE III : RESSOURCES EN SOL ET EN EAU

Introduction	29
III.1. RESSOURCES EN SOL	29
III 1.1 Les différentes classes des sols	30
III 1.1.1 Classe des sols peu évolués :	29
III 1.1.2 Classe des sols calcimagnésiques :	31
III 1.1.3 Classe des sols vertiques :	32
III.1.4 Méthode de mesure de la conductivité hydraulique	34
III.2 Ressources en eau	35
III.2.1 Les ressources en eau existantes dans le périmètre de Tagharist	36
III.2.1.1 Eaux de surface	36
III.2.1.2 Eaux souterraines	37
III.2.2 Qualité des eaux des barrages	37
III.2.3 Géomorphologie	38
Conclusion	38

CHAPITRE IV: ETUDE AGRO-SOCIO-ECONOMIQUE

Introduction	40
IV.1 Situation socio économique	40
IV.1.1 Classes de superficie dans la commune de Tagharist	40
IV.1.2 Enquête foncière.....	40
IV.1.3 Présentation des résultats de l'enquête :.....	41
IV.1.4 Répartition de la main d'œuvre agricole :	42
IV.2 Situation agro- économique :	42
IV.2.1 Production céréalière	43
IV.2.2 Le maraîchage	44
IV.2.3 L'arboriculture fruitière	45
CONCLUSION	45

CHAPITRE V : BESOINS EN EAU DU PERIMETRE

Introduction	46
V.1 LES CULTURE ENVISAGEABLE.....	46
V.1.1 Maraichages.....	46
V.1.2 Arboriculture.....	46
V.1.3 Céréaliculture.	47
V. 2 L'occupation des sols	47
V.2.1 CALENDRIER D' OCCUPATION.....	47
V.3 Besoins en eau du périmètre	49
V.3.1 L'évapotranspiration potentielle de référence (ET0)	49
V.3.2 La pluie efficace	51
V.3.3 L'évapotranspiration maximal ou culture (ETM ou ETc).....	51
V.3.4 Efficience de l'irrigation	51
V.4 Besoins nets et bruts en eau d'irrigation	52
Conclusion.....	54

CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENTS DES OUVRAGES DE TRANSFERTS STOCKAGES ET DISTRIBUTION

Introduction	55
VI.1 Débit fictif continu	55
VI.2 Calcul du débit maximum journalier	56
VI.3 Adduction gravitaire	56
VI.3.1 Ouvrage de prise à partir du Barrage	56
VI.3.1.1 Amont	56
VI.3.1.2 Aval	56
VI.3.2 Conduite D'amenée.....	57
VI.3.3 Ouvrage d'amortissement.....	57
VI.1.4 Calcul de diamètre avantage de la conduite gravitaire (Barrage-bâche de reprise-Sp)....	57
VI.4 Dimensionnement de bâche d'eau	58
VI. 4.1 Bâche de la station de pompage.....	58
VI. 4.2 Analyse de la capacité de la bâche d'eau.....	58
VI.5 Détermination du diamètre économique de conduite de refoulement	59
VI.5.1 Adduction à partir de la station de pompage vers réservoir de distribution	59
VI. 5.2 Calcul des pertes de charges.....	60
VI.5.2.1 pertes de charge linéaires	60
V.5.2.2 pertes de charges singulières	60
VI.5.3 Calcul de la hauteur manométrique totale	61
VI.5.4Puissanceabsorbéeparlarampe	61
VI.5.5 Energie consommée par la pompe.....	61
VI.5.6Fraisd'exploitation	61
...	

VI5.7 Frais d'amortissement :	61
VI.6 Dimensionnement de la station de pompage :.....	63
VI.6.1 Choix de la variante D'adduction par pompage et l'emplacement de la station :	63
VI.6.2 Détermination de la hauteur d'élévation calculée	64
VI.6.3 Détermination du nombre de pompes	64
VI.6.4 Pompe à axe horizontale	64
VI.6.5 Détermination de la hauteur admissible D'aspiration	65
VI.6.6 Choix du moteur électrique	66
VI.6.7 Calcul de la puissance fournie par le moteur électrique	66
VI.6.8 Choix de l'équipement en amont et en aval des pompes	67
VI.6.8.1 Equipement en amont :.....	67
VI.6.8.2 Equipement en aval	68
VI.6.9 Rendement de la station de pompage :.....	69
VI.6.10 Types des Bâtiments des stations de pompages	69
VI.6.10.1 Modalité de construction du bâtiment	69
VI.6.10.2 Partie supérieur du Bâtiment	69
VI.6.10.3 Dimensionnement du Bâtiment	70
VI.7 Dimensionnement du réservoir de distribution	72
VI.7.1 Formes de réservoir :.....	72
VI.7.2 Dimensionnement de réservoir par la méthode de bilan d'eau.....	72
VI.7.3 Le diamètre de la cuve	73
Conclusion	73

Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle

Introduction	74
VII.1 Les procédé d'irrigation	74
VII.1.1 Irrigation par aspersion.....	74
VII.1.1.1 Equipement classique	74
VII.1.1.2 Equipement Semi Mobile	75
VII.1.1.3 Irrigation goutte à goutte.....	75
VII.2 Les contraintes intervenantes dans le choix de la technique d'irrigation :	75
VII.3 Analyse des différents modes d'irrigation	75
VII.3.1 Irrigation par aspersion :.....	75
VII.3.2 Irrigation goutte à goutte :	76
VII.4 Projection d'un système d'irrigation par aspersion classique sur une parcelle de blé dur 76	
VII.4.1 diamètre d'ajoutage :.....	76
VII.4.2 La portée du jet (L) :	76
VII.4.3 Calcul des écartements entre les rampes et arroseur	77
VII.4.4 Calcul du débit de L'asperseur.....	77
VII.4.5 Vérification de la pluviométrie de la buse.....	77
VII.4.6 Le temps nécessaire pour donner une dose par 1 asperseur.....	78
VII.4.6.1 Nombre D'irrigation.....	78
VII.4.6.2 La durée d'une rotation d'irrigation.....	78

VII.4.7	volume fourni par 1 asperseur pendant 1 mois.....	78
VII.4.8	Volume à épandre en 1 mois sur toute la parcelle.....	78
VII.4.9	Le nombre d'asperseurs.....	78
VII.4.10	calcul du nombre de rampes.....	79
VII.4.11	Nombre de poste	79
VII.4.12	Surface de chaque poste.....	79
VII.4.13	Dimensionnement des canalisations	79
VII.4.13.1	calcul des pertes de charge	79
VII.4.13.2	Diamètre de la conduite d'approche.....	80
VII.4.13.3	Diamètre de la rampe.....	81
VII.5	Projection d'un système d'irrigation goutte à goutte.....	82
VII.5.1	Composition d'une installation d'irrigation goutte à goutte.....	82
VII.5.1.2	La conduite principale.....	82
VII.5.1.3	Porte rampes	82
VII.5.1.4	Les rampes.....	83
VII.5.1.5	Les distributeurs	83
VII.5.2	Les besoins en eau de la parcelle de pommier.....	83
VII.5.3	Calcul hydraulique	85
VII.5.3.1	Calcul des diamètres des portes rampes ,des rampes et de la conduite principale.....	85
VII.5.3.2	Conditions hydraulique.....	85
VII.5.3.3	Canalisation.....	86
VII.5.3.4	La pression dans le goûteur le plus défavorisé.....	88
VII.5.3.6	La pression nécessaire en tête du périmètre.....	88
	Conclusion.....	89

Chapitre VIII : Organisation de chantier

Introduction.....	90	
VIII.1 Les actions reçues par les conduites.....	90	
VIII. 2 Exécution des travaux.....	90	
VIII.2.1	Vérification manutention des canalisations.....	90
VIII.2.2	Aménagement du lit de pose.....	91
VIII.2.3	a mise en place des canalisations.....	92
VIII.2.4	Remblais des tranchées.....	92
VII.2.5	Surveillance et entretien du réseau.....	92
VIII.3 Les différents Matériel nécessaire.....	92	
VIII.4 Calcule des volumes des terrassements.....	93	
VIII 4.1	Pour le canal principale (Adduction).....	93
VIII 4.2	Calcule du volume de lit de sable	93
VIII 4.3	Calcule du volume de remblai.....	95
VIII.5 Devis estimatif pour	95	
VIII.5.1	Devis estimatif pour L'adduction	95
VIII.5.2	Devis estimatif pour la galerie.....	95
VIII.5.3	Devis estimatif pour les accessoires.....	95

VIII.5.4 Devis estimatif hors taxe du projet.....	96
VIII.5.5 Devis estimatif Total avec TVA de notre projet.....	96
VIII.6 Symboles des différentes opérations.....	96
CONCLUSION GENERALE.....	99

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE II :

TABLEAU II.1 : pluviométrie mensuelle (Moyenne de 10 ans sauf les stations de et Touffana sur 41 ans)	12
TABLEAU II.2 : Température enregistrées à la station de Bouhmama (1991-2006).....	14
TABLEAU II.3 Humidité de l'air enregistrées à la station de Bouhmama(1991-2001).....	15
TABLEAU II.4: Répartition moyenne mensuelle des vitesses du vent moyen en (Km/h) période (1991-2004).....	16
TABLEAU II.5: durée mensuelle de l'insolation totale en (heures / j) Période (1991-2004).....	16
TABLEAU II.6: Nombre de jours de gelées blanches moyenne de 10ans (1991-2000).....	17
TABLEAU II.7: Nombre de jours de rosée moyenne de 10ans (1995-2004).....	17
TABLEAU II.8 : Classification de climats selon MARTON	18
TABLEAU II.9 : Caractéristiques des stations pluviométriques	20
TABLEAU II.10 : Précipitation mensuelle de la station de YABOUS (coude 070604) sur 41ans..	21
TABLEAU II.11 Test d'homogénéité	23
TABLEAU II.12 Ajustement à la loi Normale	24
TABLEAU II.13 Ajustement à la loi Log Normale	26
TABLEAU II.14 Pluviométrie moyenne pour chaque mois en mm.....	28

CHAPITRE III :

TABLEAU III.1 Classes Des Sols	29
TABLEAU III.2 Classes des sols peu évolués	31
TABLEAU III.3 Classes des sols calcimagnésiques.....	31
TABLEAU III.3 Classes des sols vertiques.....	32
TABLEAU III.4 Résultats des analyses des échantillons de sol	35

CHAPITRE IV :

TABLEAU IV.1 : Répartition du régime foncier	40
TABLEAU IV.2 : Age des exploitants de la zone d'étude	41
TABLEAU IV.3: Répartition de la production céréalière de la commune de yabous.....	43
TABLEAU IV.4 Répartition de la production maraîchère de la commune de Yabous.....	44
TABLEAU IV.5: Les superficies des plantations d'arbres fruitières en hectaredans.....	45

CHAPITRE V :

TABLEAU V. 1 Occupation de l'aire d'étude	47
TABLEAU V.2 Calendrier des cultures envisageable	48
TABLEAU V.3 Evapotranspiration de référence (ET0) de la zone d'étude	48
TABLEAU V.4 Précipitation efficace dans la zone d'étude.....	50
TABLEAU V.5 détermination des besoins en eau des cultures.....	51
TABLEAU V.6 Tableau récapitulatif des besoins totaux en eau.....	53

CHAPITRE VI :

TABLEAU VI.1 Les deux formules de calcul le diamètre économique.....	59
TABLEAU VI.2 Variation des HMT en fonction du diamètre.....	62
TABLEAU VI.3 Variation des frais d'investissement en fonction du diamètre.....	62
TABLEAU VI.4: Calcul des frais d'exploitation.....	63
TABLEAU VI.5: Bilan des frais d'investissement et d'exploitation.....	63
TABLEAU VI.6: Variantes pour le choix du nombre de pompes.....	65
TABLEAU VI.7: Choix final de la pompe.....	65
TABLEAU VI.8: Variation du coefficient K en fonction de la puissance P.....	67
TABLEAU VI.9: les dimensions des équipements amont installés.....	68
TABLEAU VI.10: Les dimensions des équipements aval installé.....	68
TABLEAU VI.11: Le bilan de Distributions et l'apporte journalier d'eau.....	72

CHAPITRE VII :

TABLEAU VII.1 : Les besoins en eau et calcul hydraulique de la parcelle de pommier, olivier.....	87
--	----

CHAPITRE VIII :

TABLEAU VIII.1 : calcul du volume de déblai.....	93
TABLEAU VIII.2 : calcul du volume de sable.....	94
TABLEAU VIII.3: calcul du volume de remblai.....	94
TABLEAU VIII.4: Volumes et coût de travaux total.....	95
TABLEAU VIII.5 : Devis estimatif pour la station de pompage.....	95
TABLEAU VIII.6 : Devis estimatif pour le Bassin de stockage.....	96
TABLEAU VIII.7: symboles des opérations.....	96
TABLEAU VIII.8: Détermination des chemins critiques.....	97
TABLEAU VIII.7 : programme des travaux pour la réalisation du périmètre Tagharist.....	98

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I :

Fig. I.1 : Photo de situation de la Wilaya de Khenchela.....	03
Fig. I.2 : Situation du périmètre étudiée 1/50000ème.....	04
Fig. I.4 : Situation du périmètre extrait de la carte d'état major 1/200.000ème (,ONID) Alger.....	05
Fig. I.5 : Situation du périmètre sur Photo satellite Source (ONID) Alger.).....	06
Fig. I.7 : Extrait de la carte géologique de Touffana échelle 1/50.000ème source (ONID Alger)...	08
Fig. I.8 : Réseau Hydrographique du Périmètre de TAGHARIST , e= 1/50 000ème.....	10

CHAPITRE II :

Fig II.1: Carte ANRH avec les isohyètes annuelles moyennes, (ANRH ALGER).....	13
Fig II.2 : pluviométrie moyenne mensuelle de la station de Yabous.....	13
Fig II.3 : Répartition moyenne mensuelle de la température.....	15
Fig II.4 : Diagramme bioclimatique d'EMBERGER.....	19
Fig II.5 : Climogramme pluviothermique de GAUSSEN.....	20
Fig II.6 Graphique de l'ajustement à la loi Normal	25
Fig II.7 Graphique de l'ajustement à la loi Log Normal.....	27

CHAPITRE III :

Fig III.1 Diagramme des textures	30
Fig III.2 Delimitation du bassin versant de Tagharist à partir des cartes topographique	39

CHAPITRE IV :

Fig. IV.1 Répartition des exploitations et d'exploitants selon leur Nature juridique.....	41
Fig.IV.2 Répartitiondesculturesdansle périmètre de Tagharist.....	41

CHAPITRE VI :

Fig. VI.1: Schéma indicatif de l'équipement en amont delapompe.....	67
Fig. VI.1 : Schéma indicatif de l'équipement aval de la pompe.....	68

CHAPITRE VIII :

Fig. VIII.1: Schéma d'une tranchée	91
Fig. VIII.3: Bulldozer.....	92
Fig. VIII.2: Pelle hydraulique équipée en rétro	92
Fig. VIII.4: Compacteur a rouleau	93
Fig. VIII.5 : Pelle équipée en rétro	93
Fig. VIII.6 : Réseaux àncœuds(méthodeCPM).....	97

Liste des planches :

Planche n° 01 : Plan de situation générale délimitation du périmètre à projeter (500ha)

Planche n° 02 : Carte Pédologique.

Planche n° 03 : Schéma d'adduction et réseau de distribution du périmètre TAGHARIST

Planche n° 04 : Profil en long de l'adduction (SP-R.TAGHARIST)

Planche n° 05 : Profil en long de l'adduction (Réservoir- DISTRIBUTION)

Planche n° 06 : Plan et coupe transversale (réservoir de distribution et station de pompage)

Planche n° 07 : Schéma d'irrigation

INTRODUCTION GENERALE :

L'extension des superficies irriguées joue un rôle déterminant dans le processus de développement économique et social d'un pays.

Le périmètre de **TAGHARIST** est une région essentiellement agricole ; les cultures céréales, arboricultures, et maraîchères, l'exploitation forestière représentent les principales ressources agricoles.

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

Dans l'objectif de notre étude, la maîtrise de la technologie des réseaux d'irrigation sous pression et son évolution dans le temps ainsi que les deux modes de distribution à la parcelle l'aspersion et goutte à goutte s'avèrent impératifs.

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

La mobilisation de l'eau au niveau du barrage de **TAGHARIST** peut permettre actuellement la mise en place d'un système d'adduction et de distribution d'eau à travers l'ensemble du périmètre.

Ce travail commence par un aperçu sur la présentation générale de la zone d'étude pour obtenir des informations sur le site du périmètre. Dans le 2^{ème} chapitre on a fait le Bilan hydrique pour les données climatiques qui ont été utilisées dans l'étude hydrologique et on a déterminé les caractéristiques des pluies de fréquences données afin d'utiliser ces résultats pour calculer les besoins en eau dans le chapitre 5. Le 3^{ème} chapitre pour les ressources en eau et en sol. Le 4^{ème} chapitre pour l'étude agro-socio économique. Dans le 6^{ème} chapitre nous avons dimensionné des différents ouvrages de transfert (adduction gravitaire, conduite de refoulement et station de pompage), de stockage (bâche d'eau) et distribution (réservoir).

Dans le 7^{ème} chapitre on a essayé d'étudier la projection et dimensionnement du réseau collectif ramifié d'irrigation aspersion et goutte à goutte sous pression ainsi que l'ensemble des ouvrages (bornes d'irrigation, débit, diamètre et pression), et comme dans tous les projets de fin d'étude le 8^{ème} chapitre une organisation de chantier pour l'estimation du coût de projet.

CHAPITRE I : PRESENTATION GENERALE DE LA ZONE D'ETUDE.

INTRODUCTION

La présente étude se base sur la régionalisation du diagnostic de la Commune de Yabous. Elle comporte les éléments suivants :

- Traitant du zonage agro-écologique (ressources naturelles), des aspects démographiques, économiques et sociaux de la commune de Yabous.
- Systèmes de production agro-sylvo-pastoraux (Agriculture, Elevage, Environnement) et leurs filières.
- Productions spécifiques, les autres activités rurales et le monde rural.
- Analyser les différentes contraintes, les potentialités/atouts et dégager les perspectives de développement des productions agro-sylvo-pastorales dans la zone d'étude ; c'est ainsi que les filières maraîchères et arboricoles peuvent constituer de véritables sources de croissance si elles sont mieux organisées et soutenues.

La commune de Yabous (anciennement Tagharist) fait partie du découpage administratif communal de l'ère coloniale et a joué un rôle important pendant la guerre de libération nationale, à l'instar des autres communes des Aurès. Son statut de commune date du découpage administratif de 1985. La population autochtone (Chaouias) se compose essentiellement de petites tribus, dont les principales sont :

Ouled Abdallah, Ouled Mahboub, Ouled Abdelaziz, Ouled Mafrej, Ouled Mohammed et Ouled Mjahed.

I.1 PRESENTATION GENERALE DE LA WILAYA DE KHENCHELA ET DE LA ZONE D'ETUDE

I.1.1 Situation géographique :

La wilaya de khenchela, située à l'Est de l'Algérie, se présente comme une large bande appartenant à un grand ensemble géographique, c'est une zone montagneuse.

Elle est bordée à l'Ouest par les monts des Aurès, au centre par les monts de Nemamchas, au Nord par les hautes plaines de la wilaya autour des quelles gravitent les plateaux d'Ouled Rechache dans sa partie Nord-Est, enfin au Sud par les parcours steppiques et sahariens formant l'essentiel du territoire de la wilaya.

La wilaya de khenchela est subdivisée en 8 daïras avec une administration de base dont 21 communes, 7 Urbaines et 14 Rurales. La population a été estimée à 3732546 hab en 2008 assiégée sur une superficie totale de 9715km².

Du point de vue administratif la wilaya de khenchela est limitée par :

- la wilaya d'Oum El Bouaghi au Nord
- la wilaya de Batna au Nord-Ouest.
- la wilaya Biskra au Sud-Ouest.
- la wilaya de Tébessa a l'Est.

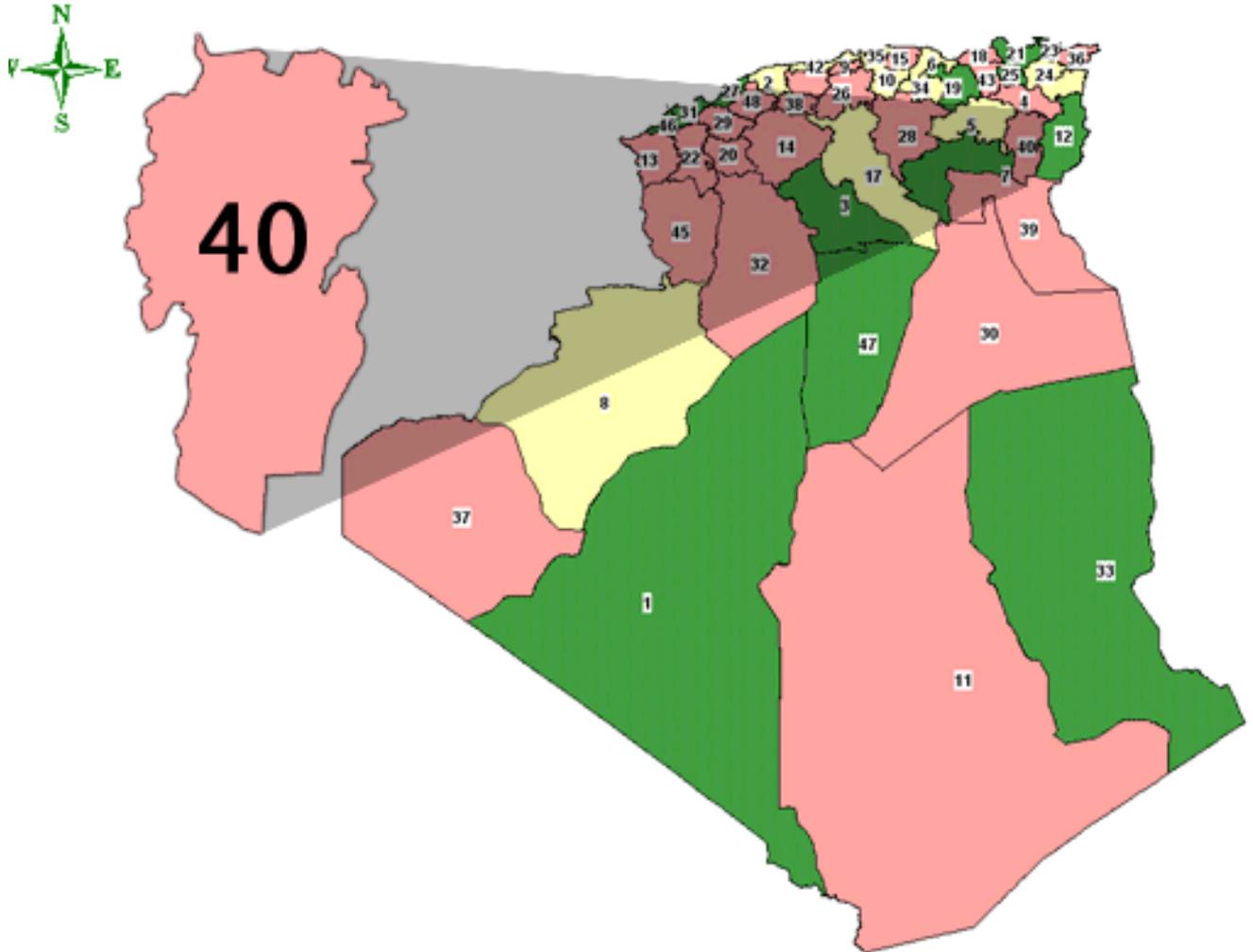


Fig. I.1 : photo de situation de la Wilaya de Khenchela.

L'aire d'étude se situe à 300 m en aval du barrage de Tagharist dans la partie Nord- Ouest et limitrophe de la commune de Tagharist appelée actuellement Yabous, relevant administrativement de la daïra de Bouhmama. Elle est limitée au Nord par la chaîne montagneuse Delâa et Djebel Es Sekkoum, au Sud par Djebel Bou-Djeza, à l'Est par la commune de Yabous et le CW45 vers Touffana, à l'Ouest par Foum Krazza et la commune de Foum Toub. Relevant de la wilaya de Khenchela, elle est située entre les latitudes 1100 et 1200m.

Carte administrative Khenchela

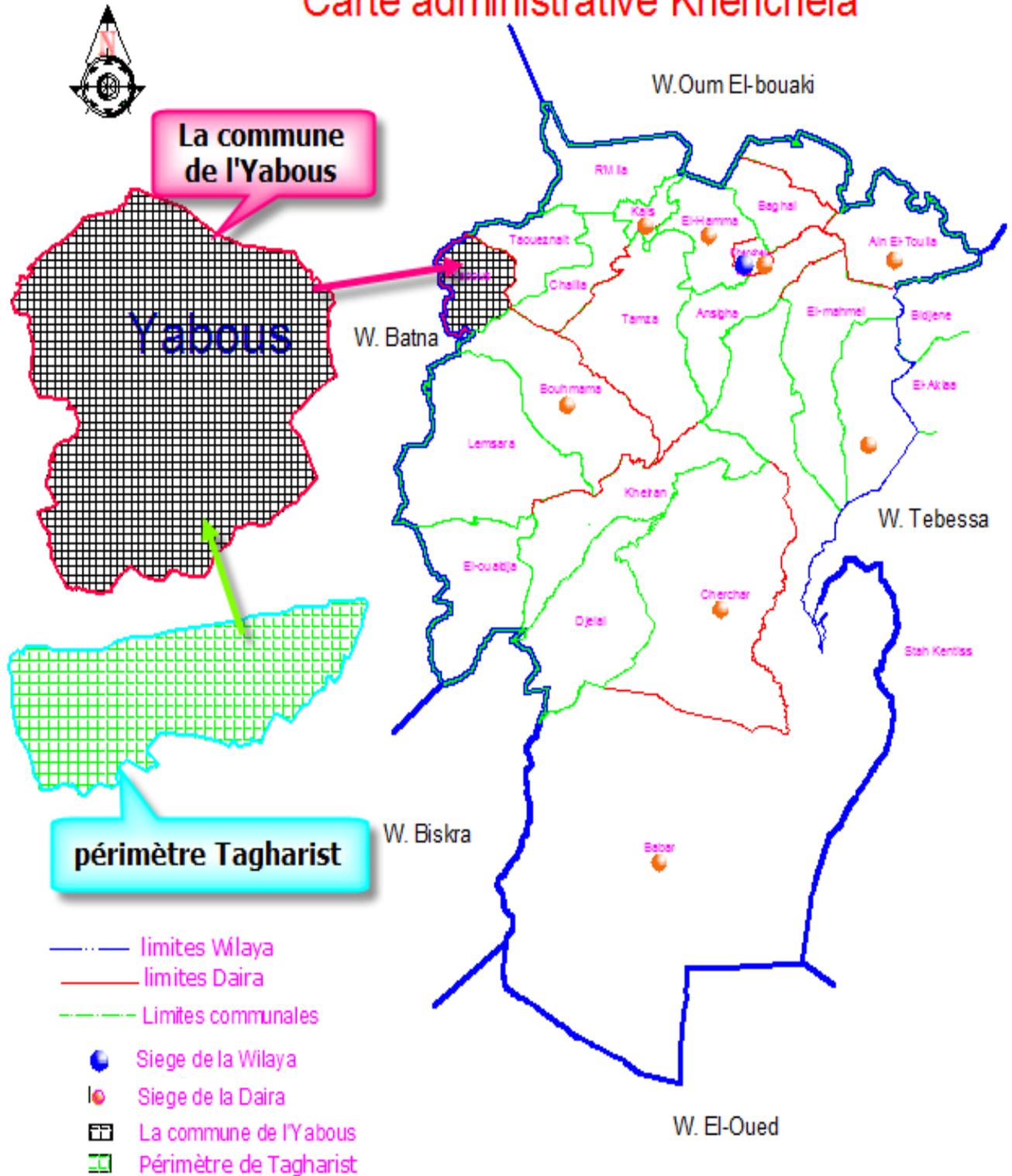


Fig. I.2 : Situation du périmètre étudiée 1/50000ème

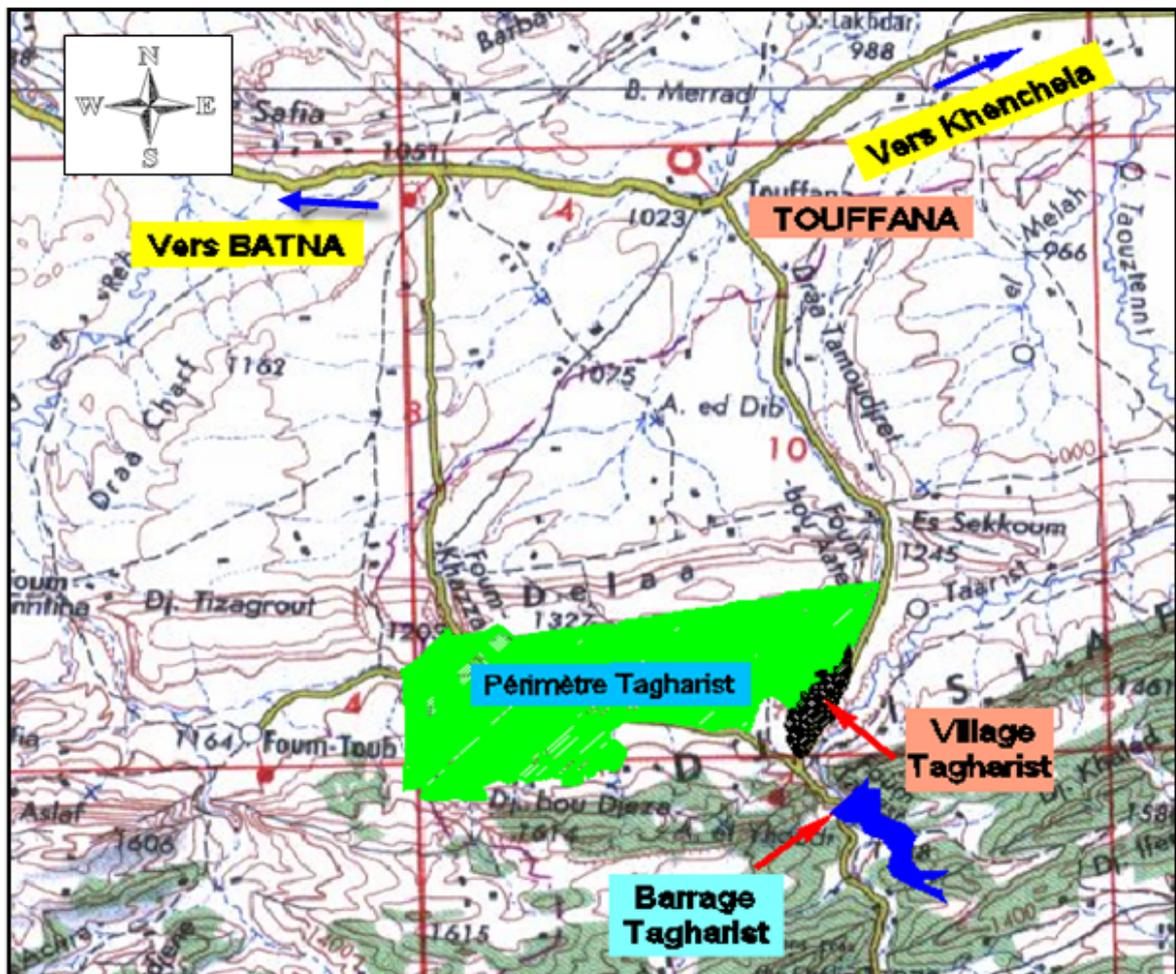


Fig. I.4 : Situation du périmètre extrait de la carte d'état major 1/200.000ème
Source (ONID) Alger.

I.1.2 Délimitation de la zone d'étude :

Sur la base de la carte des sols produite par l'étude pédologique au 1/200.000 d'une zone limitrophe au Barrage de Tagharist, nous avons procédé à la délimitation du périmètre pour une étude de mise en valeur.

Ce périmètre est situé sur une plaine alluviale encadrée entre deux chaînes montagneuses, au Nord par Délaa et Djebel Es-Sekkoum et au Sud par Djebel Boujedza.

Le périmètre est drainé par un ensemble d'affluents le long des deux chaînes, ces derniers déversent dans l'Oued Yabous, formant une géomorphologie convexe-concave d'où la formation des monticules qui présentent une topographie ondulée et des pentes modérées.

La zone d'étude est caractérisée par quatre points cardinaux spécifiques :

La localité Fom Bouateb, La localité Yabous, chef lieu de la commune, La localité Fom Kraza et la localité Ain-Mghat.

I.1.3 Réseau routier

La commune de Tagharist est distante de 10 km de la commune de Touffana wilaya de Khenchela, elle est traversée par le chemin de wilaya n°45. L'accès au site du périmètre de Tagharist est possible à partir du CW45 qui relie la commune d'Ouled Fadel (Touffana) à Yabous ou par le CW160 qui relie Foum Toub à yabous.

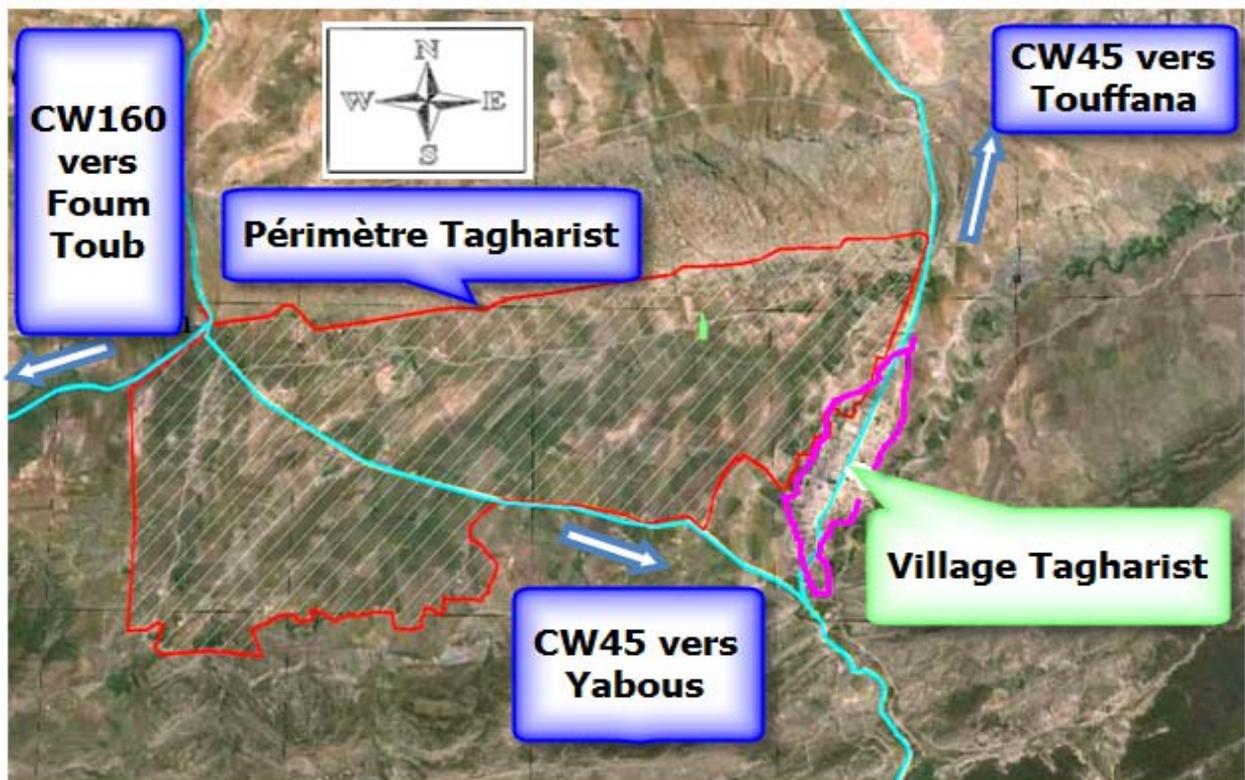


Fig. I.5 : Situation du périmètre sur Photo satellite Source (ONID) Alger.

I.1.4 Aperçu géomorphologique

Les collines et les montagnes au sud et au Sud-Est du périmètre de TAGHARIST, sont constituées de formations tertiaires, dont la composition minéralogique est variable.

Les roches les plus importantes sont : les calcaires, les marnes et les grés.

L'aire d'étude est donc formée d'un ensemble de collines à faibles altitudes et de plaine alluviale plus ou moins large. Ce relief bien que présentant des avantages certains pour le développement et l'intensification agricole, comporte toutefois des problèmes de drainage et d'assainissement dus essentiellement à l'importance de la pluviométrie et au changement de pente entre les sous bassins existants au sein du périmètre.

Les eaux de ruissellement ont tendance à provoquer des inondations et à influencer sur les conditions de la production agricole au niveau des terrasses et alluvions du périmètre constituant

les terres basses dont les pentes n'excédant pas 8% sont considérées comme des terres irrigables. Ces terres correspondent aux sols formés sur des alluvions. Quant à celles dont les pentes sont comprises entre 8% et 15%, il serait possible d'y mettre en place des cultures semi-intensives moyennant quelques techniques anti-érosives. En outre, toutes les cultures en sec peuvent être envisagées, compte tenu des aptitudes culturales des sols.

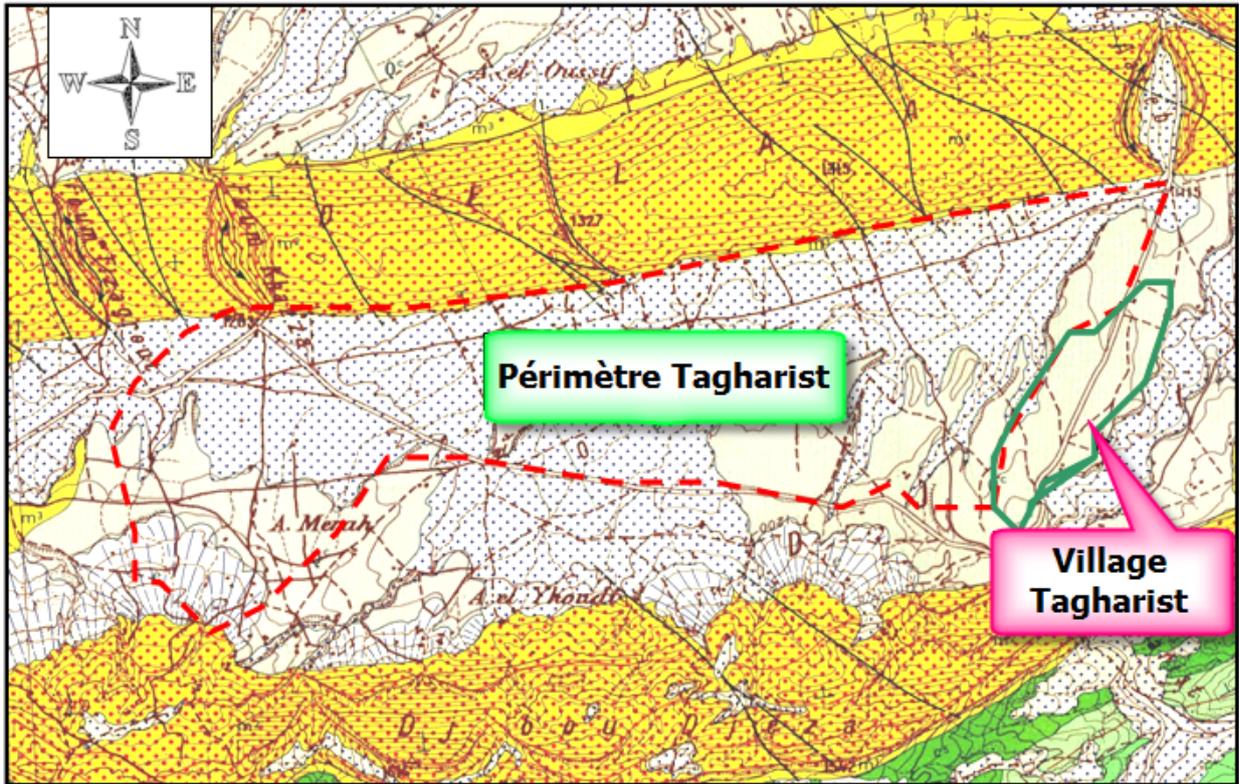
Les terres dont les pentes excèdent 15% ont des possibilités culturales plus réduites, généralement limitées à des secteurs plantés d'oliviers (Source : ANRH, Alger).

I.1.5 Géologie régionale de la zone d'étude :

La région d'étude est située dans le synclinal de Touffana qui succède au bassin miocène de Timgad. Dans cette partie septentrionale de l'Aurès, le miocène inférieur marin forme une série d'affleurements continus qui constituent les contreforts Nord du massif.

Les affleurements sont en général constitués par des calcaires à Lithothamniées surmontés souvent d'un poudingue à ciment calcaire, puis l'on a des alternances de marnes gréseuses et de bancs de grès.

La seule variation dans la composition des Miocènes dans tout le bassin de Timgad est la proportion de marne et de grès : en effet dans cette partie orientale du bassin, les marnes deviennent plus gréseuses et le grès plus fréquent et plus épais



Légende :

- - - *Limite du périmètre de Tagharist*
- *Limite du chef lieu de la commune de Tagharist*

- m³ Tortonien supérieur continental : Argiles silteuses beiges et rouges, grès
- m² Tortonien gréseux blanc et grossier.
- Q^c Villafranchien probable : croûtes calcaires.
- Q^t Glacis polygéniques nappant les reliefs.

Fig.I.7 : Extrait de la carte géologique de Touffana échelle 1/50.000^{ème} source (ANRH) Alger.

I.1.6 Quaternaire

I.1.6.1 Alluvions récentes ou actuelles

Ces formations sont limitées aux zones basses et aux fonds d'oueds : le plus important dans la zone est Oued Boulefreïs. Ce sont des sables, des graviers et des limons gris avec de gros galets émoussés calcaires ou gréseux.

I.1.6.2 Terres arables et alluvions anciennes

Dans la zone d'étude cette unité géomorphologique est restreinte aux abords de l'oued Yabous. Elles sont installées sur des alluvions anciennes et supportent un sol brun.

I.1.6.3 Glacis polygéniques nappant les reliefs

Ces glacis couvrent dans la zone d'étude de très vastes surfaces, leur organisation en pente douce est tout à fait caractéristique. Ils ravinent le cycle antérieur de glacis, facile à reconnaître par les croûtes massives. C'est un nappage complexe à débris bien calibrés, parfois encroûtés. L'aspect est alors celui des croûtes rosâtres feuilletées classiquement attribuées au Tensiftien.

I.1.6.4 Villafranchien probable : croûtes calcaires.

Ces formations sont entaillées par les cycles qui ont suivi et leurs témoins forment de petites mesas très caractéristiques. L'aspect le plus fréquemment réalisé est celui des croûtes massives développées au-dessus d'horizons tuffacés surmontant eux-mêmes des niveaux à pouppées calcaires.

Source (ANRH) Alger.

I.1.7 Miocène

Tortoraient supérieur continental : argiles saleuses beiges et rouges, grès.

Ces terrains sont visibles dans les ravinements des environs de Touffana et vers L'Est jusqu'aux abords de la maison cantonnière de Boulefreïs. C'est un épais ensemble (350 à 400 m) argilo gréseux, violacé ou rouge, d'aspect très caractéristique qui donne un cachet très particulier aux zones de bad-lands, notamment à 4 km à l'Est de Touffana.

I.1.7.1 Tortoraient gréseux blanc et grossier

Cette formation est discordante et peut reposer directement sur le crétacé supérieur, notamment à la terminaison de l'anticlinal du Djebel Chélia. Elle est composée de grès blancs grossiers, en bancs pluri métriques, à abondants dragées de Quartz (diamètre allant jusqu'à 2 cm). La disposition en chenaux hectométriques est fréquente. De rares intercalations argileuses existent. Cette formation a une puissance d'environ 300 m.

Source (ANRH) Alger.

I.1.8 Réseau hydrographique

Le bassin versant étudié appartient à la classe de relief faible à moyen, selon la classification de l'ORSTOM (IRD, actuellement). Les pentes d'un niveau moyen à faible des lits d'oueds confèrent aux écoulements de surface un régime hydrologique particulier. Les écoulements en période de crues de ces oueds de montagne se caractérisent par un régime hydrologique torrentiel en période pluviale.

Le réseau hydrographique est constitué essentiellement par des affluents au régime torrentiel dont l'Oued principal est Oued YABOUS qui prend sa source depuis les hauteurs du Djbel BOU – DJEZZA, ce dernier faisant partie du massif des Aurès.

Source (ANRH) Alger.

La figure I.5 illustre le bassin versant du site considéré avec le chevelu hydrographique de ses principaux affluents.

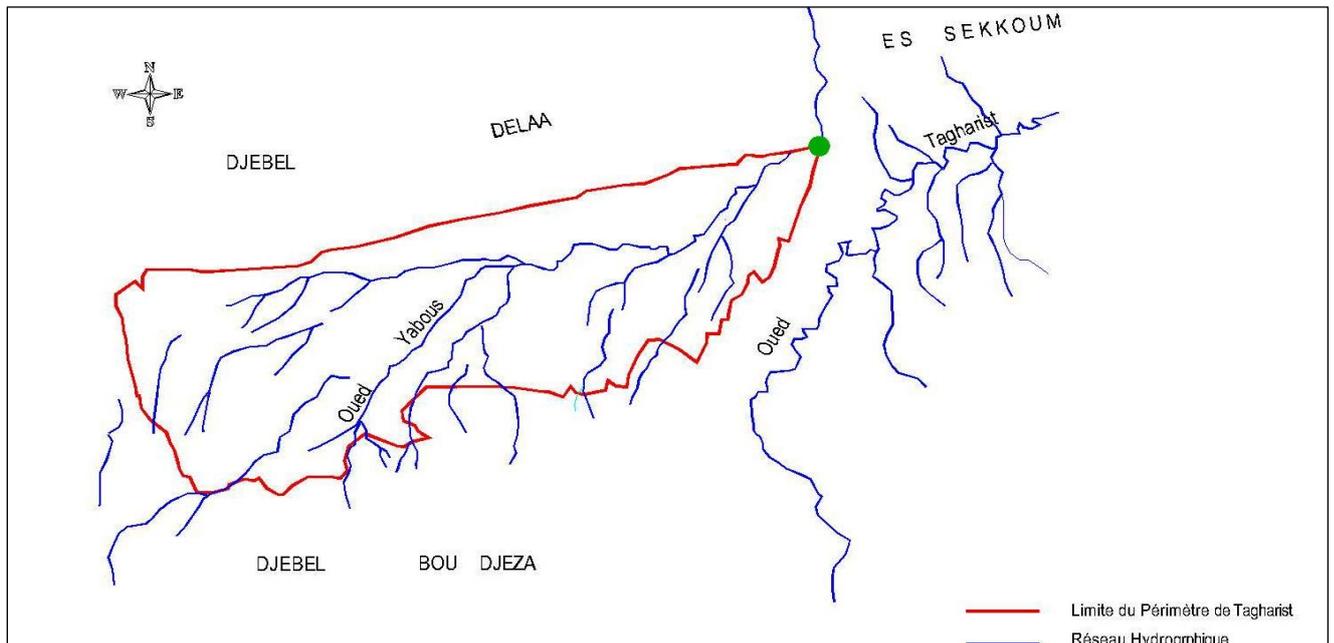


Fig. I.8 : Réseau Hydrographique du Périmètre de TAGHARIST sur Carte d'Etat Major
e= 1/50 000^{ème}

I.1.9 Synthèse pédologique

Les sols de la zone d'étude sont développés sur des roches mères calcaires, dolomitiques, grès calcaires, marnes et sur des alluvions et colluvions provenant de ces matériaux originels.

Sur la base de la classification française, on rencontre dans les bas-fonds des sols minéraux bruts et peu évolués et sur des grès calcaires et calcaires des sols bruns calcaires, des sols peu évolués et minéraux bruts.

Les sols de l'aire d'étude sont répartis en trois classes de sol :

- Les sols peu évolués,
- Les sols calcimagnésiques
- Les vertisols.

Les terres agricoles subissent une pression importante de l'urbanisation. La forte densité de la population aggrave de plus en plus le péril que constitue le béton pour l'agriculture. Pour l'immédiat la réponse à ce problème ne peut être que réglementaire ou mieux encore, législative.

CHAPITRE II : BILAN HYDRIQUE

Introduction:

La climatologie intéresse l'agronome dans ses relations avec les cultures. L'agro climatologie peut être définie comme l'étude des réactions des cultures aux conditions du milieu climatique en vue notamment de délimiter leurs aires d'adaptation et d'évaluer cette adaptation en termes de productivité relative.

Le milieu climatique à deux composantes :

- Le climat atmosphérique ou climat proprement – dit.
- Le climat édaphique ou climat du sol.

Les caractéristiques physiques du sol jouent un rôle considérable dans la réalisation du bilan hydrique réel, ce bilan hydrique est fondamental, il est la résultante de toutes les caractéristiques du milieu climatique et permet de déterminer la quantité d'eau qui doit être mise à la disposition de la plante au cours de ses différentes phases végétatives.

Dans le cadre de cette étude sont présentées et analysées des données agro-météorologiques de la zone montagneuse de la daïra de Bouhmama.

II.1 CLIMATOLOGIE :

II.1.1 Les précipitations mensuelles (1969-2010) :

Les données pluviométriques de base disponibles dans la région d'étude ont été Sélectionnées à partir de la série d'observation de l'Agence nationale des Ressources Hydrauliques(ANRH). Le réseau de l'ANRH aux environs du bassin versant de Tagharist Comporte plusieurs stations, seul le poste de Yabous (code070604) est localisé au sein du périmètre de 1000ha de Tagharist.

Il y a lieu de signaler que les stations présentent toutes des années lacunaires. Et que leurs Périodes de fonctionnement sont différentes, ce qui complique le choix d'une série représentative pour une période longue.

TABLEAU II.1 : pluviométrie mensuelle (Moyenne de 10 ans sauf les stations de Yabous et Touffana sur 41 ans)

Commune		Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL	Moyenne
BOUHMAMA	BOUHMAMA		34,5	35,32	40,47	33,18	33,69	23,31	17,58	21,19	36,29	31,12	40,6	32,82	380,07	32
	ZIRIZ		14,25	16,88	34,63	20,88	17,25	17,88	31,71	17,14	46,13	20,13	16,88	11,75	266	22
TOUFFANA			26,84	18,58	28,9	31,41	35,31	15,96	6,2	11,48	35,95	24,59	21,5	24,89	281,64	23,5
YABOUS	YABOUS		33,25	28,84	44	41,36	43,88	21,76	9,97	17,36	40,09	30,16	36,77	34,6	382,04	32
	CANTINA		44,78	44,9	41,5	57,69	52,46	38,58	32,51	33	48,78	50,77	42,06	47,78	534,36	44,5
CHELIA			30,5	44,2	52,9	54,9	60,6	32,5	8,3	26,3	48,2	29,5	47,9	44,1	479,9	40
M'SARA			30,83	22,71	29,84	26,26	27,73	22,73	19,35	21,98	29,67	27,29	37,6	25,06	321,05	27

Les données pluviométriques mentionnées dans le tableau II.1 montrent que la moyenne annuelle est de l'ordre de 382.01mm dans la station de Yabous. Le mois le moins pluvieux affiche une valeur de 9.97mm, alors que les valeurs les plus élevées sont observées au mois de mars avec 46,49mm selon la carte des isohyètes de 1913-1960. Quant aux précipitations annuelles, elles varient entre 400 à 450mm (altitude de 1100-1200mm).

En comparant les données de la carte des isohyètes et les données de la station de Yabous, on remarque une grande variation.

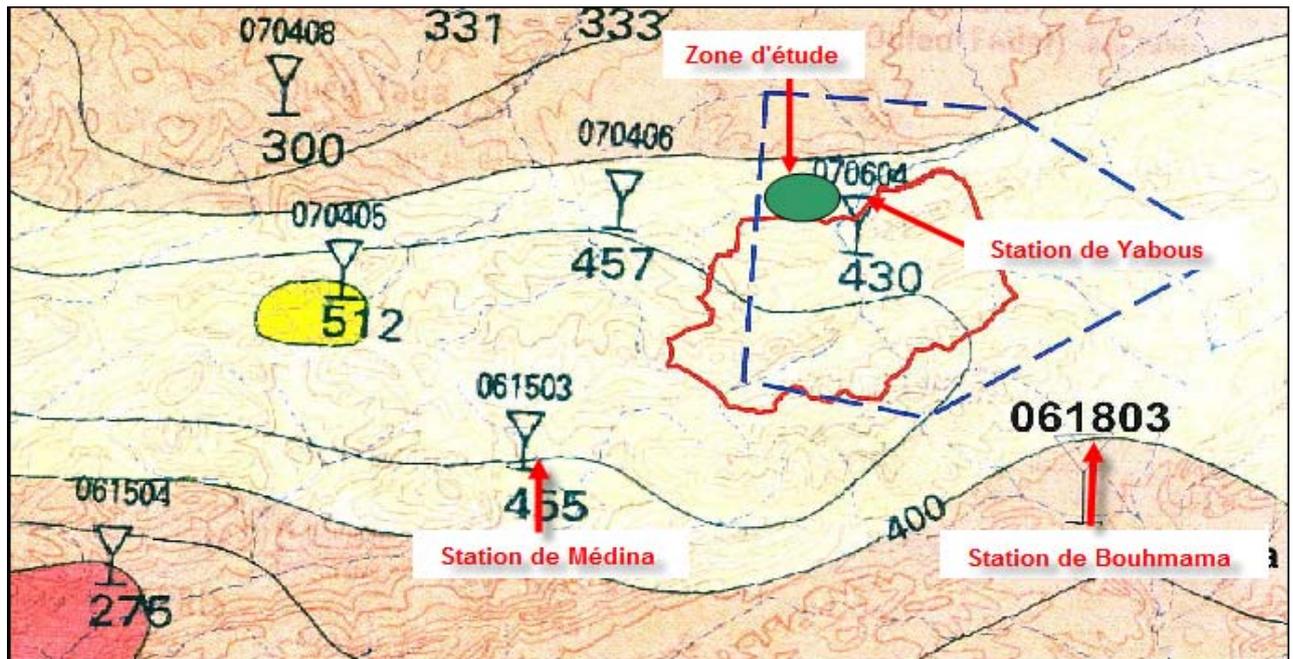


Fig. II.1: Carte ANRH avec les isohyètes annuelles moyennes, (ANRH Alger).

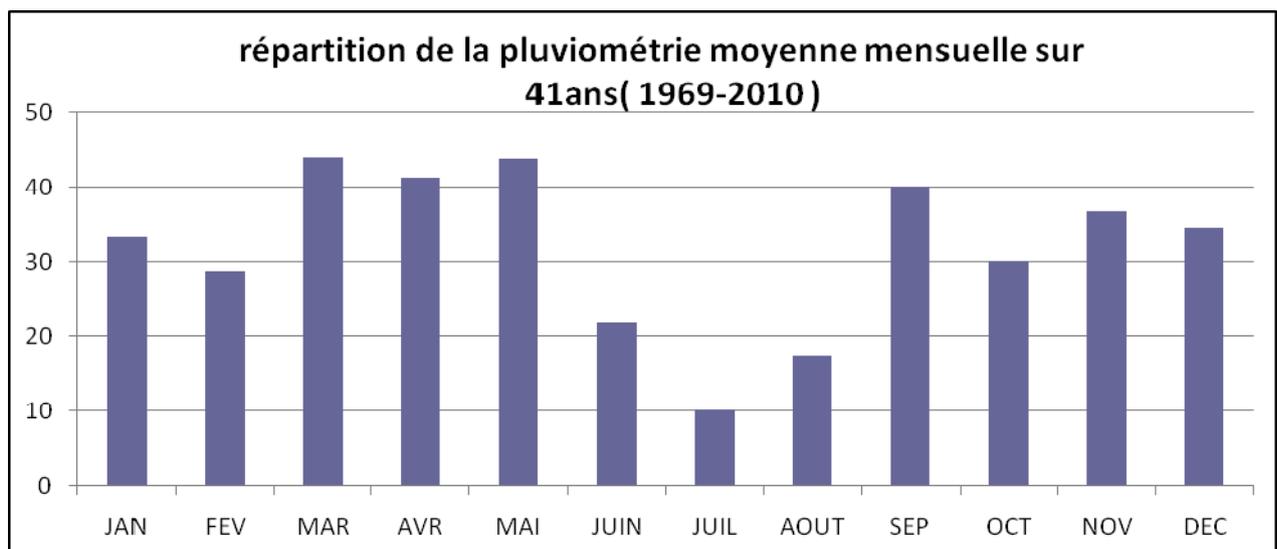


Figure II.2 : pluviométrie moyenne mensuelle de la station de Yabous.

La mauvaise répartition des pluies par mois et par saison ne permet pas de couvrir les besoins en eau de certaines cultures. D'après le tableau II.1 il est constaté dès le mois de septembre une augmentation de la pluviométrie jusqu'au mois de mai, puis une diminution plus lente jusqu'à juillet.

II.1.2 Température :

La température de l'air est un élément du climat dont les effets se font sentir sur le rendement des cultures ainsi que sur leur état sanitaire. Le développement des plantes peut être ralenti lorsque la température de l'air est trop basse ou trop élevée (gel ou échauffement), les tissus végétaux peuvent être détériorés, ce qui conduit à des réductions très importantes de la production. D'autres part, certaines gammes de températures associées à des conditions particulières d'humidité, exigent l'application de traitement défensifs appropriés, et ce qui intéresse le plus l'agriculteur c'est :

- D'abord la température moyenne journalière qui conditionne le développement des végétaux d'une part,
- Puis les températures extrêmes (minima et maxima) qui peuvent être responsable de dégâts importants d'autres parts, l'élévation de température tend à diminuer l'humidité relative provoquant ainsi un véritable stress hydrique pour les végétaux.

▪ Présentation et analyse des températures :

Par manque de données sur la station de Yabous, nous avons utilisé la station de Bouhmama sur une série d'observation de 15ans.

L'examen des valeurs du tableau II.2 montre que le mois le plus froid est le mois de janvier, tandis que le mois le plus chaud est le mois d'août, la température moyenne annuelle est de 25.05°C.

TABLEAU II.2 : Température enregistrées à la station de Bouhmama (1991-2006).

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
Moyenne des minima	0,99	0,4	1,43	5,02	9,53	12,88	15,28	17,17	13,28	8,42	3,53	1,41
Moyenne des maxima	9,41	9,49	13,74	17,49	24,11	28,57	32,14	32,87	27,9	20,5	14,43	10,1
Moyenne Mensuelle	4,21	4,55	7,59	11,26	16,82	20,73	23,71	25,02	20,59	14,46	8,98	5,76

Source : Station de Bouhmama Antenne (ONM) Alger.

En été, surtout durant les mois de Juillet et Août, les maxima atteignent 32°C, et restent par conséquent relativement modérés. En hiver, il n'est enregistré aucune température inférieure à 0°C, d'où l'absence de risque de gel sur la zone d'étude.

Par contre, nous signalons que la moyenne des minima mensuels est inférieure à 4°C de la mi-novembre jusqu'au mois de Mars, et peut provoquer des risque de gelées nocturnes.

La température moyenne annuelle est égale à 13.64°C.

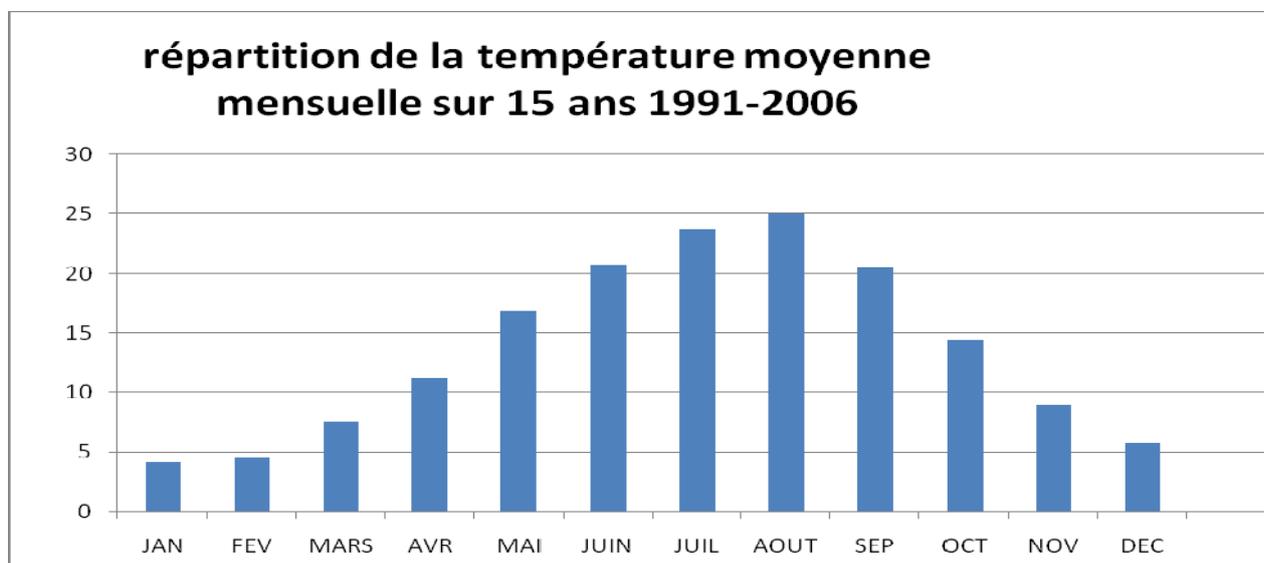


Figure II.3 : Répartition moyenne mensuelle de la température.

II.1.3 Humidité relative :

L'humidité relative ou état hydrométrique (exprimée en %) est le rapport de la tension de vapeur à la tension maximale.

TABLEAU II.3 Humidité de l'air enregistré à la station de Bouhmama (1991-2001).

MOIS	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
Moyenne des minima	33,6	41	43,53	47,75	43,86	43,82	39,11	34,53	28,17	23,76	23,63	25,26
Moyenne des maxima	71,15	73,2	77,47	81,91	84,51	85,41	84,67	78,73	72,31	63,27	63,95	63,26
Moyenne Mensuelle	52,37	57,1	60,5	64,83	64,19	64,61	61,89	56,63	50,24	43,51	43,79	44,26

Source : Station de Bouhmama Antenne (ONM) Alger.

Sachant que nous ne disposons pas de données concernant l'humidité relative pour la station de Yabous, nous avons pris en considération la station de Bouhmama.

L'humidité varie le plus souvent en fonction inverse de la température, c'est-à-dire au cours d'une journée de la période estivale (juin, juillet, août,), la température étant élevée, nous aurons une humidité journalière faible à moyenne (30à65%) et inversement durant la nuit par disposition de la température ambiante, l'humidité tend à augmenter (80à100%). Par contre durant la période hivernale (décembre-avril), la température étant faible nous avons une humidité élevée (60à 80%)

D'après le tableau II.4 l'humidité relative oscille autour de la valeur 55% (moyenne annuelle de 09 compagnes). L'augmentation de l'humidité relative est observée généralement la nuit où elle atteint les 100%, les minima moyenne variant entre 20 et 50%.

II.1.4 Les vents :

Les vents dominants chargés d'humidité soufflent dans la direction NO - O entre le mois d'Octobre et le mois de Mai, et SE -E de juin à septembre.

TABLEAU II.4: Répartition moyenne mensuelle des vitesses du vent moyen en (Km/h) période (1991-2004).

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
V (m/s)	7,4	6,8	7,4	8,3	8,1	7,5	7,6	6,7	6,5	6,3	8	9,2

Source : Station de Yabous Antenne (ONM) Alger.

II.1.5 Insolation :

Les valeurs mensuelles moyennes observées sont présentées dans le tableau suivant :

TABLEAU II.5: durée mensuelle de l'insolation totale en (heures / j) Période (1991-2004)

Mois	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
Moyenne mensuelle	6,1	6	7,2	7,9	8,8	10,6	11,3	10,4	8,8	7,4	6,3	5,8

Source : Antenne (ONM) Alger.

II.1.6 L'évaporation :

L'évaporation mensuelle varie de 105 à 240mm entre Avril et septembre. Sa répartition mensuelle montre une croissance régulière d'Avril à Juillet. La période d'octobre à Mars totalise 26% de la moyenne annuelle. L'évaporation moyenne varie entre 1300 et 1400mm par an.

II.1.7 Phénomènes :

II.1.7.1 L'enneigement :

Quand l'altitude augmente, la température baisse, et la plus importante part des précipitations est sous forme de neige. Les données indiquent pour la zone d'étude 13 jours en moyenne par an où il a neigé, les mois de janvier et février étant les plus neigeux.

L'enneigement est important, Les quantités d'eau produites par la neige vont alimenter les nappes, principalement, celle de la terrasse alluviale.

II.1.7.2 Les gelées blanches :

D'ans la zone d'étude, la gelée intervient durant 73jours par an, les fréquences élevées se produisent durant l'hiver avec 21jours durant le mois de février, par contre les gelées printanières atteignent leur maximum pendant le mois de Mars 10jours.

TABLEAU II.6: Nombre de jours de gelées blanches moyenne de 10ans (1991-2000).

Mois	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	Total
Nombre de jour	0	4	11	19	21	10	5	3	73

Source : Station de Yabous Antenne (ONM) Alger.

II.1.7.3 La Grêle :

La grêle est un phénomène qui se produit fréquemment du mois d'Avril au mois de Mai et du mois de septembre au mois d'octobre. On observe en moyenne quatre averses de grêle dans l'année.

II.1.7.4 Les Orages :

En moyenne on observe 36 jours d'orages par an, durant la période 1995-2004. Ces orages se produisent généralement d'Avril à octobre.

II.1.7.5 Le Sirocco :

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

Le nombre de jours de sirocco dans la zone d'étude varie de 1 à 6 jours entre Mai et Août.

II.1.7.6 Brouillard :

Les données indiquent pour la zone d'étude le nombre de jours de brouillard 1 à 4 jours entre 1 Novembre et Mars.

II.1.7.7 Brume :

Dans la zone d'étude on observe en moyenne 10 jours par an entre les mois de Novembre à d'Avril.

II.1.7.8 Rosée :

Les valeurs mensuelles moyennes observées sont présentées dans le tableau suivant l'unité

TABLEAU II.7: Nombre de jours de rosée moyenne de 10ans (1995-2004).

Mois	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
Moyenne mensuelle	8	7	6	5	3	1	0	0	4	5	6	7

Source : Antenne ONM Alger.

II.1.8 INDICES CLIMATIQUES :

Par indices, nous entendons une codification du climat par des formules dans le but de voir l'interférence des différentes variables de ce climat et leur action sur les plantes. Ces formules se basent principalement sur deux facteurs essentiels :

Pluviométrie et température

Les indices les plus connus sont ceux De MARTONE (1926) et EMBERGER (1932)

II.1.8.1 L'indice d'aridité de MARTONE :

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

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

Avec : P : précipitation moyenne annuelle en (mm)

T : température moyenne annuelle en (°C)

I_A : indice d'aridité

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

TABLEAU II.8 : Classification de climats selon MARTON

Valeur de I _a	Type de climat	Irrigation
I_a<5	désertique	Indispensable
5<I_a<10	Très sec	Indispensable
10<I_a<20	Sec	Souvent indispensable
20<I_a<30	Relativement humide	Parfois utile
I_a>30	humide	Inutile

$$P = 382\text{mm} \quad T = 13.64^\circ\text{C}$$

$$I_a = \frac{382}{13,64 + 10} = 16,16$$

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

II.1.8.2 Quotient pluviométrique d'EMBERGER :

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

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

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

P : précipitation moyenne annuelle en (mm)

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

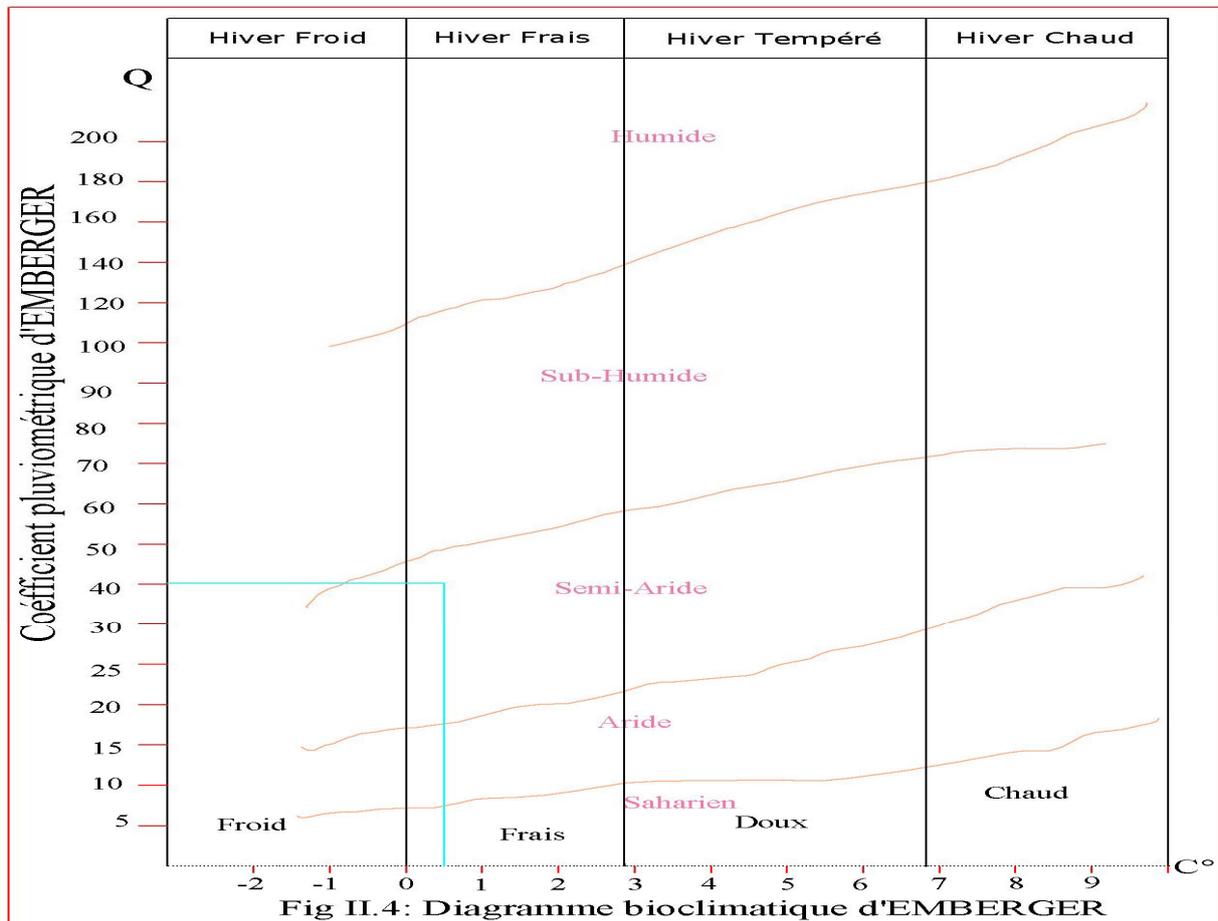
m : moyenne des minimas du mois le plus froid (en °K)

$$P=382 \text{ mm} ; \quad M = 32,87^\circ\text{C} ; \quad m = 0,4^\circ\text{C}$$

D'où **Q = 40,62**

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

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



II.1.8.3 Climogramme pluviométrique de BAGNOULS ET GAUSSEN :

Il est établi selon la méthode mise au point par F .BAGNOULS et H.GAUSSEN Ce diagramme nous permettra donc d'évaluer l'intervalle de saison sèche et humide, et sa position dans le temps, en faisant intervenir la pluviométrie et la température sur un même graphique . (Voir figure) II.5

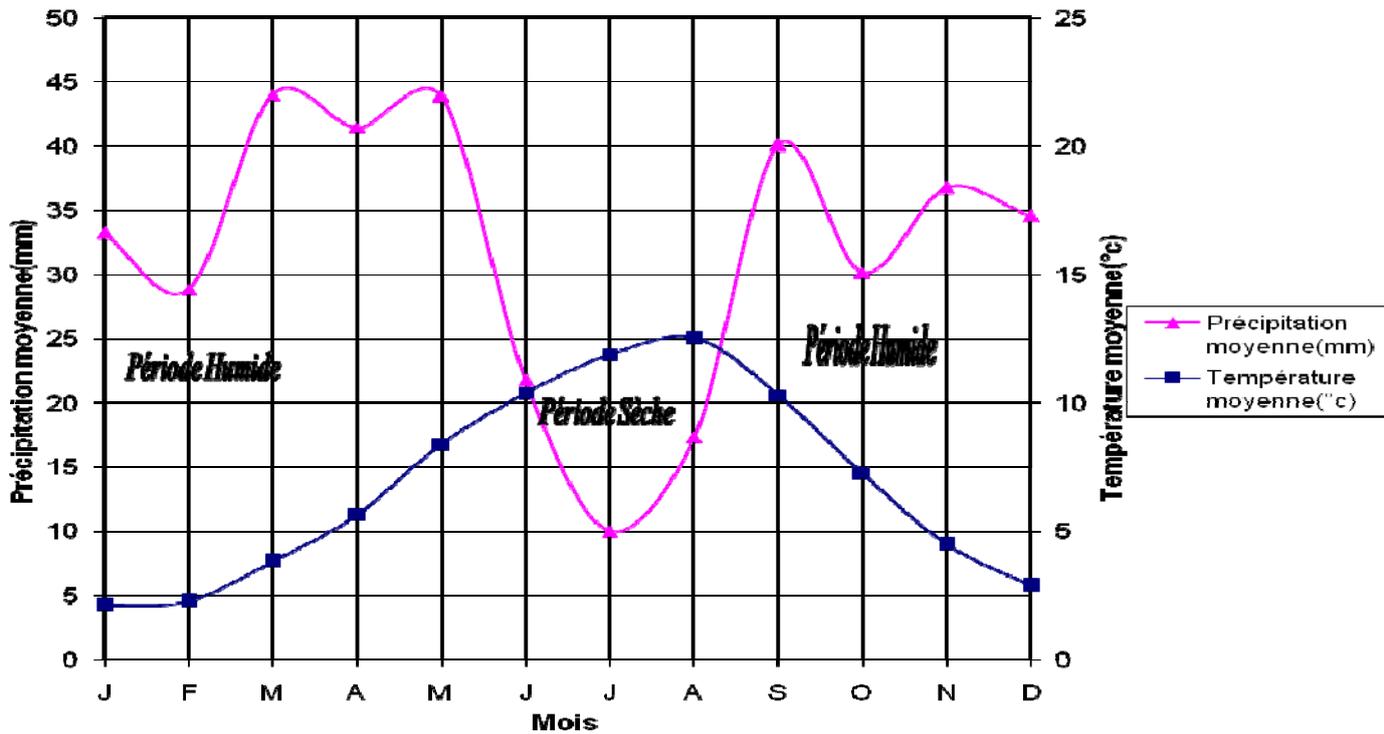
Description du graphe :

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

La saison humide est de 9 mois allant du mois Septembre jusqu'au mois de Mai.

La saison sèche s'étale sur trois (3) mois, allant du mois de Juin à Août.

Figure.II.5 Climogramme pluviothermique de GAUSSEN



II.2 HYDROLOGIE

II.2.1 L'objectif :

L'objectif principal de l'étude hydrologique c'est de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquence donnée qui nous a conduites à calculer les besoins en eau des cultures implantées.

L'hydro climatologie du secteur d'étude s'est basée sur les données climatologiques de trois stations proches du secteur d'étude : Yabous, Chelia et Bouhmama.

Tableau II.9 : Caractéristiques des stations pluviométriques

Nom de la station	Code	Coordonnées en lambert		Altitude (m)	Période d'observation	Nombre d'années observées
		X (Km)	Y (Km)			
Yabous	070604	858.45	239.45	1200	1969-2010	41
CHelia	070606	102.75	202.50	1260	1971-2010	39
Bouhmama	070605	117.45	203.45	110	1974-2004	30

II.2.2 Choix de la station représentative de la Zone d'étude :

- Localisation géographique, presque au centre du périmètre
- Les relevés de la station s'étalent sur une période d'observation acceptable (quarante et un ans d'observations).

L'altitude de la station pluviométrique a une valeur proche de l'altitude moyenne du bassin versant du Yabous, environ 1200m.

Tableau II.10 : Précipitation mensuelle de la station de Yabous (coude 070604) sur 41 ans :

Année	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SET	OCT	NOV	DEC	ANNUEL
1969-1970	22,2	2	23,8	166,1	70	12	0	8	86,4	213,1	0	40,4	644
1970-1971	24	43	30,3	0,8	63	16,4	0	12	8	5,7	0	12	215,2
1971-1972	53,9	46,9	94,9	147,6	56,9	23,5	5,4	22,5	84,7	9	54	26,9	626,2
1972-1973	22,8	25,5	110	16,3	0	31	0	41,6	113	61,7	13	22,9	458
1973-1974	8,3	17,5	47,3	52,2	12,8	28,8	19,3	1,5	19,7	13,3	3,8	179	403
1974-1975	35,6	65,2	46,1	67,1	76,2	2,5	0,1	10,2	20,9	47,1	25,3	5,6	401,9
1975-1976	45,6	47,8	84	52,3	68	65,6	30,8	16,5	60,9	8,9	80	11,3	571,7
1976-1977	15,2	4,6	47,5	67,1	75,7	22,2	0	29,3	81,7	27,5	111	26,1	507,9
1977-1978	6,5	22,3	17,6	7,5	20,2	11,7	0	42,5	0	1,9	142,4	1,7	274,3
1978-1979	15,9	61,4	17,7	99,1	21,8	38,8	3	0	2,6	55,7	2,8	1,8	320,6
1979-1980	14,1	47,4	84,2	48,7	70,4	5,2	0	0	73,5	16,5	12,7	14	386,7
1980-1981	5,1	57,1	46,1	19,8	20,4	53,8	0	0	49,8	0,8	43,8	105	401,7
1981-1982	49,6	40,3	24,5	103,2	88,2	26,3	0,7	7,5	83,9	15,3	5,7	18,3	463,5
1982-1983	1,4	17,7	24,4	4,3	11,5	9,3	0	0	21,2	65,3	153,4	14,6	323,1
1983-1984	38,5	75,3	46,8	16,2	1,1	0,5	0	0	0,6	66,8	3,2	22,9	271,9
1984-1985	42	10,2	35	15,5	97,6	4,4	1,7	0	0,8	83,6	27,2	53,1	371,1
1985-1986	10,4	13,7	133	49,1	26,2	3	0	0	35,2	27,9	2,6	12,2	313,2
1986-1987	14,1	37,5	22,1	2	46,4	8,4	10,2	19,4	35,5	24,2	66,5	28,4	314,7
1987-1988	16	18,5	16,1	18,2	46,3	81,3	0	0	18,7	15,8	27	25,4	283,3
1988-1989	6,7	18,4	24,5	27,9	31,7	43,9	12,8	104,1	4	10,2	42,8	16,9	343,9
1989-1990	167,6	0	70,2	69,4	106,9	11	2,6	23	35	7	12,2	23,9	528,8
1990-1991	5,8	19,3	91,8	55,1	29,9	5,8	33,3	14,3	9,9	11,4	66,8	40	383,4
1991-1992	64,9	23,1	56,7	33	84,7	5,9	23,3	14,6	16,2	45,5	32	17,2	417,1
1992-1993	10,5	22,6	48	7,2	20,8	4,4	0	5,4	45,2	11,9	49,3	52,5	277,8
1993-1994	45,9	8,8	48,1	24,6	1,8	1,5	8,6	38,1	15,2	1,8	10,1	31,4	235,9
1994-1995	62,5	1,5	69,9	15	2,8	18,7	23,6	10,8	42,4	38,7	5,7	15,8	307,4
1995-1996	71	154,1	75	48,7	5,5	24	16,7	5	42,6	38,3	9,8	19,4	510,1
1996-1997	18,2	3,9	8,6	25,5	11,4	2,4	0	28,9	23,7	0	2,5	13,7	138,8
1997-1998	6,8	36,8	48,5	17,5	47,7	24,4	0,5	2,6	47,4	56,3	77,7	61,6	427,8
1998-1999	78,5	24,6	11,3	2,8	18,3	9,4	0	0,2	15,5	26,6	40,1	25,6	252,9
1999-2000	12,2	4,4	10	2,5	46,6	23,5	0	5	16,4	6,5	80,3	95,9	303,3
2000-2001	36,7	0	3,2	5,8	29,4	0	2,6	15,5	31,5	11,3	6,4	5,2	147,6
2001-2002	14,1	22,7	34,1	14	31,6	21	12	41,1	69,6	30,8	18,7	13,4	323,1
2002-2003	83,3	45,9	29,1	91,3	16,7	56,7	2,8	0	10,4	15,3	88,3	29,6	469,4
2003-2004	16,2	8,5	42,8	42	138,3	51	13,1	37,4	86	47,1	22,4	29,7	534,5
2004-2005	15,7	26	15,6	39,6	7,6	55,2	25,9	1,6	30,4	5,1	87,7	103	413,7
2005-2006	67,9	40,3	4,6	45	117,9	47,6	37,4	16,1	35,3	12,7	36,9	48,1	509,8
2006-2007	6,2	26,3	72,2	63,6	27,6	3,3	0,6	43,7	41,5	21,6	22,3	65	393,9
2007-2008	2,8	3,9	12,4	10	89,8	5,6	77,8	62,5	96,6	27,2	8,6	46,3	443,5
2008-2009	85,9	12,9	55,8	78,5	27,2	1,8	10	21,9	66,4	41,3	9,1	29	439,8
2009-2010	42,9	24,7	19,9	23,8	32,3	30,5	34	9,1	65,3	9,9	3,6	12	308
MOY	33,256	28,84	44	41,36	43,88	21,763	9,971	17,36	40,09	30,16	36,77	34,6	382,04

Source : Station de Yabous Antenne ANRH Alger.

II.2.3 Homogénéité de la série pluviométrique :

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

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

On calcule les quantités W_y et W_x :

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

$$W_y = \sum_{i=1}^n \text{rang } Y = 1+3+4+\dots+13+17+\dots+n$$

$$W_x = \sum_{i=1}^n \text{rang } X = 2+5+\dots+12+14+15+16+\dots+n_1$$

L'hypothèse nulle est vérifiée si :

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

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

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

$$W_y = 1+2+3+8+10+11+17+18+19+21+23+25+27+29+35+36+39 = 324$$

$$W_{\min} = 282.43$$

$$W_{\max} = 431.57$$

Le tableau suivant détaille le procédé de Test d'homogénéité pour la station de Yabous code (070604).

Tableau 11 Test d'homogénéité :

Rang	Série d'origine p(mm)	Série Y(mm)	Série X(mm)	Décroissant (mm)	Y Union X
1	644	644	314,7	644	Y
2	215,2	215,2	283,3	626,2	Y
3	626,2	626,2	343,9	571,7	Y
4	458	458	528,8	534,5	X
5	403	403	383,4	528,8	X
6	401,9	401,9	417,1	510,1	X
7	571,7	571,7	277,8	509,8	X
8	507,9	507,9	235,9	507,9	Y
9	274,3	274,3	307,4	469,4	X
10	320,6	320,6	510,1	463,5	Y
11	386,7	386,7	138,8	458	Y
12	401,7	401,7	427,8	443,5	X
13	463,5	463,5	252,9	439,8	X
14	323,1	323,1	303,3	427,8	X
15	271,9	271,9	147,6	417,1	X
16	371,1	371,1	323,1	413,7	X
17	313,2	313,2	469,4	403	Y
18	314,7		534,5	401,9	Y
19	283,3		413,7	401,7	Y
20	343,9		509,8	393,9	X
21	528,8		393,9	386,7	Y
22	383,4		443,5	383,4	X
23	417,1		439,8	371,1	Y
24	277,8		308	343,9	X
25	235,9			323,1	Y
26	307,4			323,1	X
27	510,1			320,6	Y
28	138,8			314,7	X
29	427,8			313,2	Y
30	252,9			308	X
31	303,3			307,4	X
32	147,6			303,3	X
33	323,1			283,3	X
34	469,4			277,8	X
35	534,5			274,3	Y
36	413,7			271,9	Y
37	509,8			252,9	X
38	393,9			235,9	X
39	443,5			215,2	Y
40	439,8			147,6	X
41	308			138,8	X

$$282.43 < 324 < 431.57$$

La condition de M^r Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelle de la station de Yabous est homogène.

II.2.4 Ajustement de la série pluviométrique :

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

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

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

II.2.4.1 Ajustement à la loi Normale :

$$F(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int \text{Exp}\left(\frac{-1}{2xu^2}\right)$$

Pour notre projet, il sera utile de connaître les variations annuelles de la précipitation pour une période de retour de 5 ans.

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de Yabous sont regroupés dans le tableau et la figure :

Tableau II.12 Ajustement à la loi Normale :

T	Q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
10000.0	0.9999	819	52.3	717-922
2000.0	0.9995	769	47.0	677-861
1000.0	0.9990	745	44.6	658-833
200.0	0.9950	685	38.6	609-760
100.0	0.9900	655	35.7	585-725
50.0	0.9800	623	32.7	559-687
20.0	0.9500	575	28.4	519-631
10.0	0.9000	532	24.9	483-581
5.0	0.8000	481	21.5	438-523
3.0	0.6667	432	19.2	394-470
2.0	0.5000	382	18.4	345-418
1.4286	0.3000	320	19.6	281-358
1.2500	0.2000	282	21.5	240-325
1.1111	0.1000	231	24.9	182-280
1.0526	0.0500	188	28.4	132-244
1.0204	0.0200	140	32.7	75.7-204
1.0101	0.0100	108	35.7	37.7-178
1.0050	0.0050	78.3	38.6	2.74-154
1.0010	0.0010	17.8	44.6	-69.7-105
1.0001	0.0001	-56.2	52.3	-159-46.3

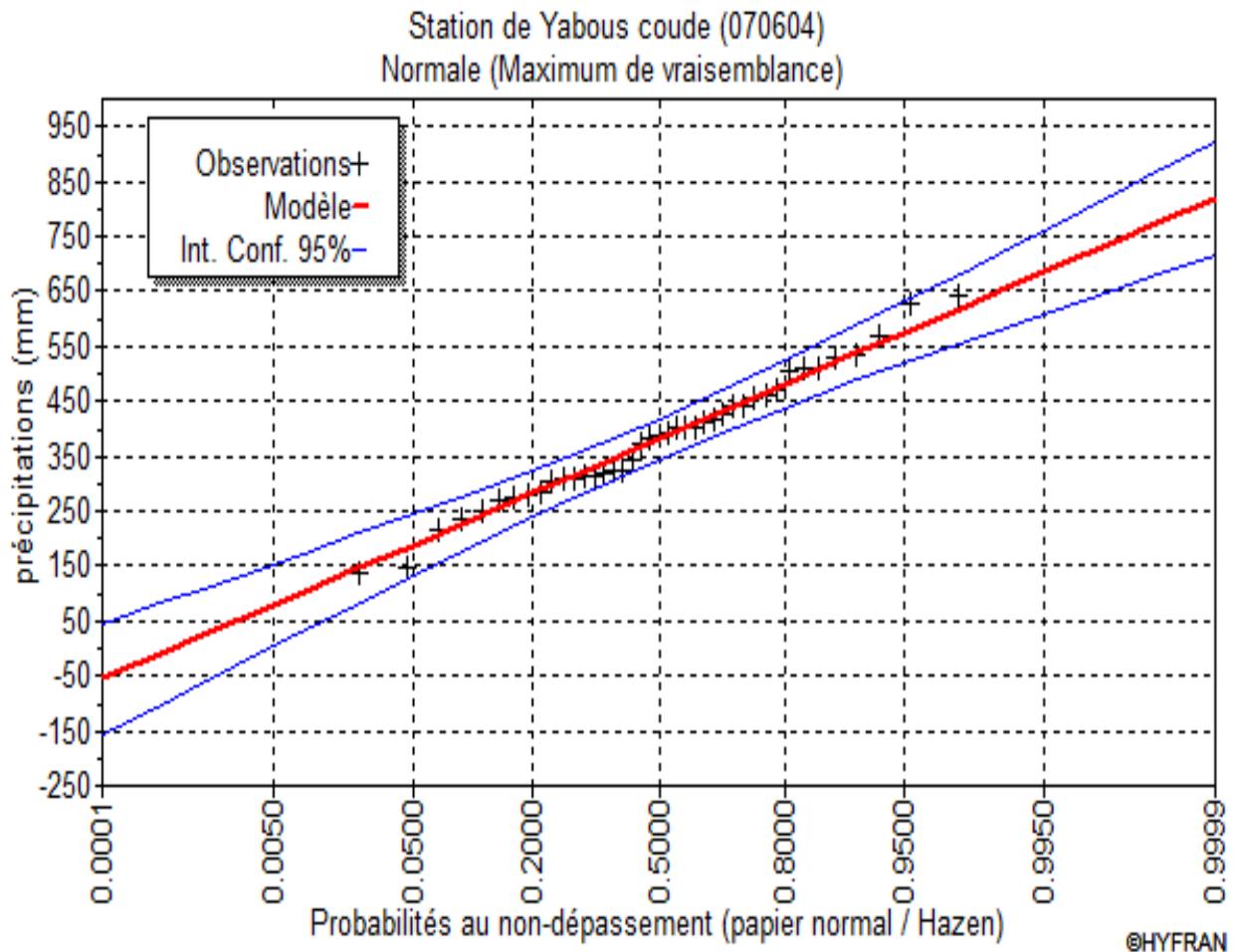


Figure II.6 graphique de l'ajustement à la loi Normal

Statistiques de base

Nombre d'observations	41
Minimum	138.8
Maximum	644
Moyenne	382
Ecart-type	118
Médiane	386

- **Test de validité d'un ajustement:**

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

$$\chi^2_{cal} = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - \mu_i)^2}{\mu_i}$$

$$\lambda = K - 1 - P$$

Avec : P le nombre de paramètres, dont dépend la loi de répartition

$$\chi^2_{calculée} < \chi^2_{théorique} \quad \text{soit} \quad \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - \mu_i)^2}{\mu_i} < \chi^2_{(1-\alpha)_p}$$

- **Test de validité de l'ajustement à la loi Normale :**

Le test de validité de Khi carrée pour l'ajustement à la loi Normale est fait par le logiciel Hyfran.

Test d'adéquation : Loi Normale

Résultats

Khi carré = 8.37

Probabilité p (χ^2) = 0.1372

Degrés de liberté : 5

Nombre des classes 8

II.2.4.2 Ajustement à la loi Log-Normale (GALTON) :

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de Yabous sont regroupés dans le tableau et la figure :

Tableau II.13 Ajustement à la loi Log Normale :

T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
10000.0	0.9999	1290	195	905-1670
2000.0	0.9995	1110	152	815-1410
1000.0	0.9990	1040	134	775-1300
200.0	0.9950	872	97.4	681-1060
100.0	0.9900	801	82.8	638-963
50.0	0.9800	730	69.1	594-865
20.0	0.9500	635	52.2	532-737
10.0	0.9000	561	40.5	481-640
5.0	0.8000	482	30.0	424-541
3.0	0.6667	419	23.4	374-465
2.0	0.5000	362	19.3	324-400
1.4286	0.3000	303	17.2	269-337
1.2500	0.2000	272	16.9	239-305
1.1111	0.1000	234	16.9	201-267
1.0526	0.0500	207	17.0	173-240
1.0204	0.0200	180	17.0	146-213
1.0101	0.0100	164	16.9	131-197
1.0050	0.0050	150	16.8	118-183
1.0010	0.0010	126	16.3	94.3-158
1.0005	0.0005	118	16.1	86.4-149
1.0001	0.0001	102	15.4	71.7-132

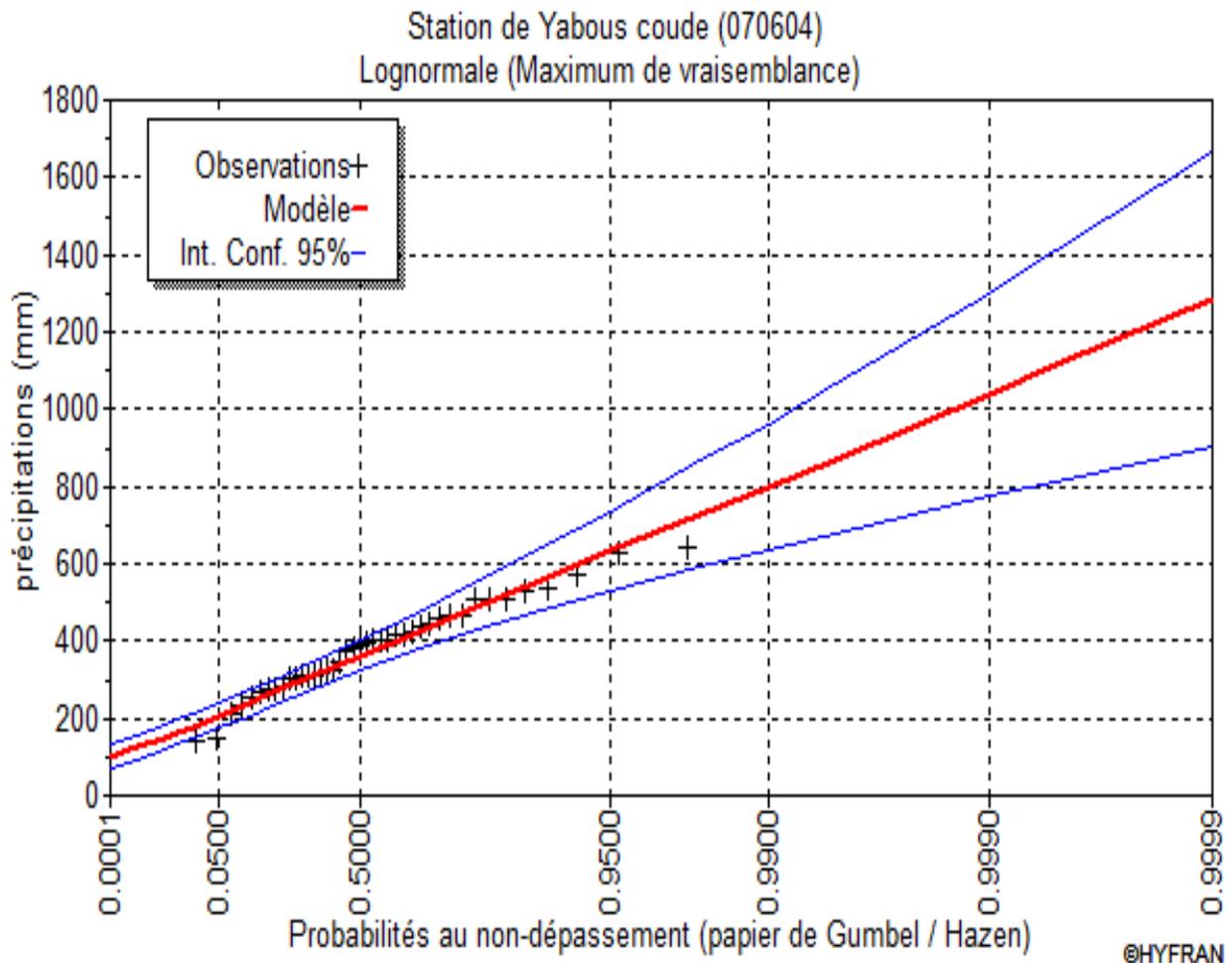


Figure II.7 graphique de l'ajustement à la loi Log Normal

Statistiques de base

Nombre d'observations 41

Moyenne 384

Ecart-type 135

Médiane 362

• **Test de validité de l'ajustement à la loi Normale :**

Le test de validité de Khi carrée pour l'ajustement à la loi Normale est fait par le logiciel **Hyfran**.

Test d'adéquation : Loi Log Normale

Résultats

Khi carré = 8.37

Probabilité p (χ^2) = 0.1372

Degrés de liberté : 5

Nombre des classes 8

Le test de Khi carré et les Figure II.5; Figure II.6 montrent que la loi Log Normale présente une adéquation meilleure que la loi Normale (GUAUSS).

II.2.5 Détermination de l'année de calcul :

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

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

$$P_{\text{moy } 80\% \text{ de chaque mois}} = P_{\text{moy de chaque mois}} \cdot \frac{P_{\text{théorique (20\%) annuelle}}}{P_{\text{théorique (50\%) annuelle}}}$$

$$P_{\text{théorique 20\% annuelle}} = 272 \text{ mm}$$

$$P_{\text{théorique 50\% annuelle}} = 362 \text{ mm}$$

- **Détermination de l'année de calcul :**

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

Les résultats de calcul donnés par le tableau suivant :

Tableau II.14 Pluviométrie moyenne pour chaque mois en mm.

Mois	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
P_{moy} (mm)	33,26	28,84	44	41,36	43,88	21,76	9,971	17,36	40,09	30,16	36,77	34,6
P_{80% moy} (mm)	24,94	21,63	33	31,02	32,91	16,32	7,478	13,02	30,07	22,62	27,57	25,95

Conclusion :

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

De l'examen des données, il ressort que la région d'étude jouit d'un climat sub-humide avec un régime pluviométrique variable en volume et en répartition dans le temps. L'année est caractérisée par des hivers pluvieux, des printemps généralement humides et des étés secs.

Cette étude a permis de reconstituer l'année de pluie mensuelle de probabilité 80% pratiquement.

CHAPITRE III : RESSOURCES EN SOL ET EN EAU

INTRODUCTION :

Le but de l'étude des ressources en sol est la recherche de terrains irrigables, la connaissance de leurs diverses caractéristiques physico-chimiques et leurs aptitudes culturales, en vue de leur mise en valeur.

Les caractéristiques physiques du sol jouent un rôle considérable dans la réalisation du bilan hydrique réel, ce bilan hydrique est fondamental, il est la résultante de toutes les caractéristiques du milieu climatique et permet de déterminer la quantité d'eau qui doit être mise à la disposition de la plante au cours de ses différentes phases végétatives.

III.1 RESSOURCES EN SOL

III.1.1 LES DIFFERENTES CLASSES DES SOLS :

Ce périmètre est situé sur une plaine alluviale encastrée entre deux chaînes montagneuse, délimitée au sud par Dj Bou Djeza et au Nord par Dj Tazagrout.

Le périmètre est drainé par un ensemble d'affluents le long des deux chaînes, ces derniers déversent dans l'Oued Yabous, formant une géomorphologie convexo-concave d'où la formation des monticules qui présentent une topographie ondulée et des pentes modérées.

L'étude agro pédologique a porté sur une superficie d'environ 1034.13ha qui a permis de dégager une superficie irrigable de 500ha, une surface d'un seul tenant, répartie entre deux catégories de sol suivant la texture et la salinité des sols.

Tableau III.1: Classes Des Sols

C L A S S E	TYPE DE SOL	SUPERFICIE (HA)
Sols non salés C.E < à 2 mm hos/cm	Profond, texture moyenne à fine.	979.29
Sols à salinité faible C.E comprise entre 2 et 4 mm hos/cm	Sol profond, texture fine (des plages de salinité en profondeur du sol)	54.84
T O T A L		1034

Source : (ANRH) Alger.

L'étude pédologique de contrôle, sur la base de la classification française, il est relevé dans les bas-fonds des sols minéraux bruts et peu évolués, et sur des grés calcaires et calcaires des sols bruns calcaires. Les sols de l'aire d'étude sont répartis en trois classes de sol :

- ✓ Les sols peu évolués
- ✓ Les sols calcimagnésiques
- ✓ Les sols vertiques

Les sols du périmètre de Tagharist sont généralement de texture moyenne.

Les meilleurs sols sont situés aux pieds de Dalâa Es Sekkoum , foug kraza, kraza, et une partie au centre du périmètre de Tagharist.

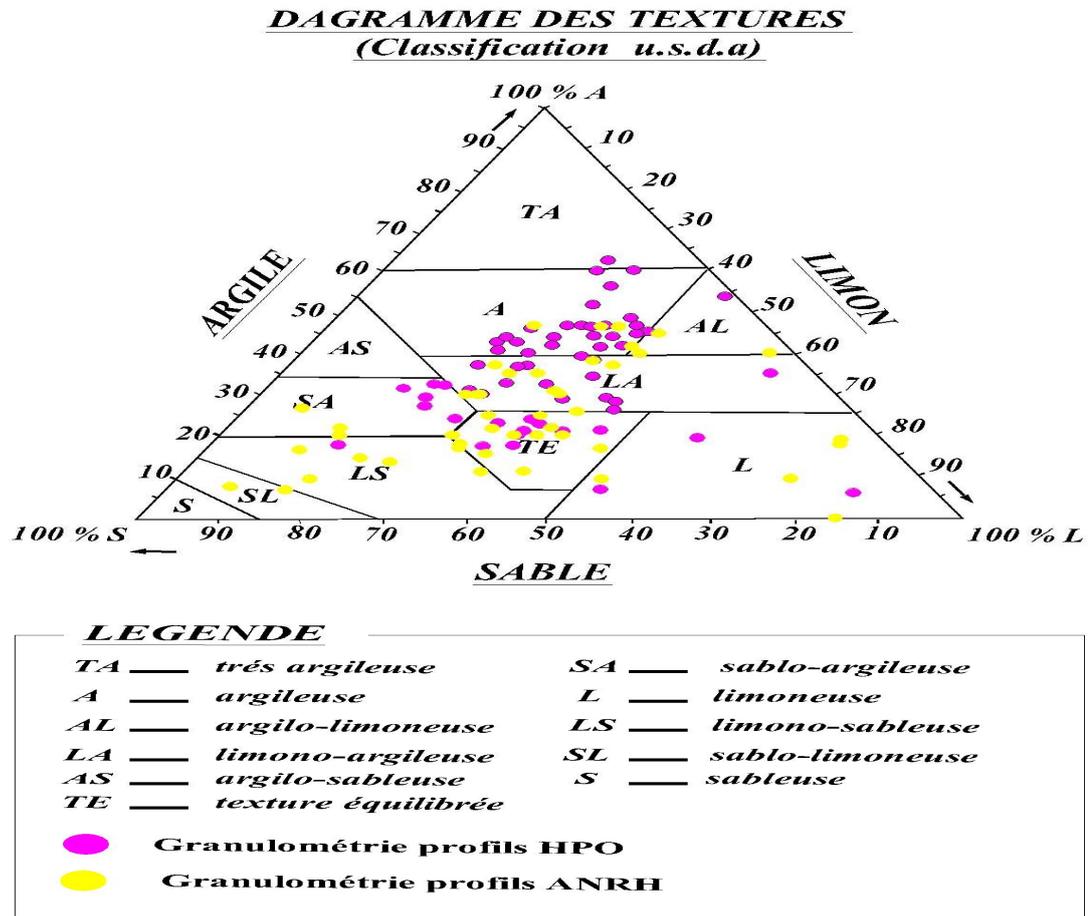


Figure III.1 Diagramme des textures

Source (ANRH) Constantine.

III.1.1.1 CLASSE DES SOLS PEU EVOLUES : SUPERFICIE 519.80HA

Les sols des parties basses (à l'aval), ont une texture moyenne avec un taux de calcaire faible et un relief un peu accidenté.

Ces sols se situent sur le long du piedmont du Dalâa Es Sekkoum et sur certaines terrasses alluvionnaires récentes.

Les sols peu évolués contrôlés lors de notre prospection appartiennent à la sous-classe des sols non climatiques et aux groupes des sols d'apport colluvial et alluvial colluvial.

1. Le Groupe colluvial se subdivise à son tour en trois sous- groupes.
2. Le Groupe alluvial-colluvial contient un seul sous groupe.

Tableau III.2: Classes des sols peu évoluées

Groupes	Sous groupe	Superficie (ha)	Texture	Calcaire %	Conductivité
1. Colluvial	- Modal	291.39	AL-LA	1.5-10.97	2.07-5.31
	- Vertique	99.17	AL	10.38-11.25	0.75-1.5
	- halomorphe	49.47	AL	12-15.75	1.09-1.69
2. Colluvial-alluvial	- modal	56.79	AL-LA	0-18	0.75-0.82
	- verticale	23.00	AL	3.83-8.75	0.66-6.20
superficie total		519.80 ha			

Source : (ANRH) Alger.

III.1.1.2 CLASSE DES SOLS CALCIMAGNESIQUES : SUPERFICIE 372.97 ha

Ces sols sont surtout situés sur les crêtes des micro-bassins versants et éparpillés dans le périmètre, occupant de faibles surfaces (petites patates) allant jusqu'à 20 ha.

Tableau III.3: Classes des sols calcimagnésiques

Groupes	Sous groupe	Superficie (ha)	Texture	Calcaire %	Conductivité
Bruns calcaires	Modal	76.30	LA-AL	5.7-11.25	0.6-0.75
	Encroûtement calcaire	111.38	SL-LA	7.5-11.25	0.8-1.17
	Amas calcaires	185.29	SL-LA	5.59-8.17	0,71-0.93
superficie totale		372.97 ha			

Source : (ANRH) Alger.



Sol brun calcaire à amas friable

Sol brun calcaire encroûté

Sol brun calcaire encroûté

III.1.1.3 CLASSE DES SOLS VERTIQUES : SUPERFICIE 114.36 HA

Les sols contrôlés lors de notre prospection appartiennent à la sous-classe des sols à drainage externe nul ou réduit et aux groupes des sols à structure anguleuse sur au moins les 15 cm supérieures.



Sol vertical sur argile rouge

Sol vertical (fente de retrait) dans le profil

Tableau III.4: Classes des sols vertiques

Groupes	Sous groupe	Superficie (ha)	Texture	Calcaire %	Conductivité
A structure anguleuse sur au moins les 15 cm supérieures	- ver tique	141.36	LA-AL	8-9	1-2
superficie total		141.36			

Source : (ANRH) Alger.

Le système de classification utilisé comporte les zones suivantes :

- **Zone homogène I**
- ✓ **superficie pédologique étudié 277 ha**
- ✓ **superficie à aménager (irriguée) 195.18 ha**

Ce sont des sols facilement aménageables et ils ne présentent pratiquement pas de contraintes pour la mise en culture en irriguée. Cette catégorie de classe englobe les sols calcimagnésiques et les sols peu évolués d'apport n'ayant pas de contraintes physico-chimique sévères (texture moyenne, propriétés physiques améliorées, salinité très faible, pente favorable).

Ces sols nécessitent des travaux :

- ✓ de labour profond et sous solage,
- ✓ d'apport d'amendement organique,
- ✓ d'installation de brise vent.

Cette Zones est très bonne pour l'arboriculture telle que (pécher sur amandier, amandier sur franc, olivier, figuier, bonnes pour la plus part des cultures maraichères, sauf pour l'haricot vert, aubergine, et asperge (des cultures à exclure).

- **Zone homogène II**

- ✓ **superficie pédologique étudié 436.49 ha**
- ✓ **superficie à aménager (irriguée) 247.21 ha**

Ce sont des sols ayant des contraintes faciles à corriger, aménageables, et caractérisés par une texture moyenne, une topographie légèrement ondulée et une salinité faible.

Cette catégorie contient deux types :

-Sols peu évolués à caractère vertique, qui nécessiteront des travaux d'amélioration de leurs structures par des labours profonds accompagnés des amendements organiques.

-Sols calcimagnésiques à texture moyenne, de profondeur faible due à l'affleurement de la croûte calcaire oscillant entre la profondeur moyenne de 50 à 80 cm. Ils nécessiteront des travaux de :

- ✓ Labour profond et routage croisé,
- ✓ Apport des amendements organiques,
- ✓ Démantèlement de la croûte calcaire dans les sols calcimagnésiques,
- ✓ Installation de brise vent.

Cette Zone est convenable à l'irrigation et apte pour la majorité des cultures, elle est très bonne pour l'arboriculture telle que prunier, pécher sur prunier St julien, olivier, figuier, et pommier sur doucin, bonne pour la plupart des cultures maraichères, sauf pour l'asperge et les primeurs.

- **Zone homogène III**

- ✓ **superficie pédologique étudié 320.64 ha**
- ✓ **superficie à aménager (irriguée) 58.54 ha**

C'est une zone où les problèmes d'aménagement sont assez importants, caractérisée par des sols à texture fine dont le taux d'argile est important, présentant des fentes de retraits, une salinité faible à modérée oscillant entre 2 à 4 mmhos/cm à 25 °c. La situation des sols est à proximité d'oued Yabous qui représente un émissaire et un drain principal qui doit être aménagé. Cette zone contient deux types de sols :

- Sols peu évolués à caractère verticale, qui nécessiteront des travaux d'amélioration de leurs structures par des labours profonds accompagnés des amendements organiques.
- Sols verticaux à texture très fines avec une salinisation faible à modérée de nature sulfaté calcique à sodique nécessitant un lessivage des sels par dose supplémentaire par rapport à la dose d'irrigation des cultures.

Elle nécessitera des aménagements suivants :

- ✓ Plantation arboricole au trou profond,
- ✓ Incorporation des sables grossiers ou fumier en vert (création du phénomène d'épigénie pour favoriser la perméabilité et l'aération du sol, afin de faciliter la pénétration des racines),
Cette Zone est apte aux diverses cultures sur lesquelles les travaux d'aménagement à entreprendre sont de même importance.

Elle est bonne pour l'arboriculture telle que prunier, pêcher sur prunier St Julien, olivier, figuier, et pommier sur doucin, bonne pour quelques cultures maraîchères, tel que choux-fleurs, chou pommé, artichaut, tomate, laitue.

À l'intérieur du périmètre, les terres non irrigables occupent une superficie globale de 63.57 ha.

III.1.4 Méthode de mesure de la conductivité hydraulique dans le périmètre de Tagharist

La méthode Porchet permet de mesurer la conductivité hydraulique horizontale déterminée au champ. Cette méthode peut être à niveau variable ou à niveau constant.

1. Fiche de calcul de la méthode de Porchet

- Profondeur du trou, diffère d'une zone à une autre,
- Diamètre du trou 8cm
- Hauteur entre le sol et l'eau diffère d'une zone à une autre,
- Pas d'abaissement de l'eau en minute selon la vitesse d'infiltration.

Dans notre cas, on a effectué l'essai à niveau constant. Les mesures de type Porchet à niveau constant sont préconisées pour l'évaluation de l'infiltration dans le sol pour les installations d'assainissement. La valeur de la perméabilité K en m/s est :

2. Ordre de grandeur de la conductivité hydraulique

- Très petite perméabilité, $K_s < 10^{-7}$ m/s
- Petite perméabilité, 10^{-7} m/s $< K_s < 10^{-6}$ m/s
- Perméabilité moyenne, 10^{-6} m/s $< K_s < 10^{-5}$ m/s
- Grande perméabilité, 10^{-5} m/s $< K_s < 10^{-4}$ m/s

- Très grande perméabilité $10^{-4} \text{ m/s} < K_s$

3. Calcul de la perméabilité :

Vu que la nappe se trouve à une profondeur dépassant 8 mètres, nous avons utilisé la méthode de Porchet pour la mesure de la perméabilité « in-situ ».

Cette méthode, bien qu'elle ne donne pas des résultats exacts en valeur absolue, est dans la plupart des cas, très satisfaisante du point de vue ordre de grandeur ; elle est de plus commandée d'emploi sur le terrain.

Tableau III.5 : Résultats des analyses des échantillons de sol.

Profondeur (cm)		0 - 25	25 - 80	80 -150	> 150
Granulométrie	Argile %	40	39	42	44
	Limons fins %	33	30	29	32
	Limons	12	10	11	8
	Sables fins %	8	12	11	6
	Sables grossiers %	7	8	9	10
Matière organique	C %	1,13	0,8	0,8	0,6
	MO %	1,9	1,3	1,3	1,03
	N %	0,125	0,10	0,08	0,07
	C/N	9	8	10	8,5
Calcaire total %		9	11	12	15
Calcaire actif %		2	1	4	3
PH		7,4	7,2	7,3	7,4
CE dS/m		0,2	0,3	0,3	0,4
CEC Cmol/kg	Ca	16	15	16	17
	Mg	5	8	6	7
	K	2	3	3	3
	Na	1	1	2	1
	S	24	26	25	28
	T	24	26	25	28
	S/T	100	100	100	100
Densité réelle		2,4	2,6	2,6	-
Densité apparente		1,4	1,55	1,53	-
pF (H %)	2				
	2,5	22,4	26,7	29,1	-
	3				
	4,2	9,1	10	10,2	-
K assimilable Cmol/kg		2	-	-	-

Source : (ANRH) Alger.

III.2 Ressources en eau :

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

III.2.1 Les ressources en eau existante dans le périmètre de Tagharist :

III.2.1.1 Eaux de surface :

D'après les informations collectées auprès des services concernés et de la commune de Yabous, et l'enquête menée dans le périmètre d'étude, L'alimentation en eau de périmètre irrigué de Tagharist, sera assurée à partir des apports régularisés du bassin d'Oued Tagharist, stockés dans le Barrage de Tagharist.

Le barrage Tagharist, en étude depuis 2010, est situé sur l'Oued Tagharist, en plus de son rôle de régularisation des apports, est destinée à l'écrêtement de crues exceptionnelles.

Le barrage Tagharist sont destinées à l'alimentation en eau potable et industrielle de 1,7Hm³ et à l'irrigation de plus de 10 000 hectares. L'allocation actuelle des ressources est de 40% pour l'usage eau potable et 60% pour l'irrigation.

Le système de transfert d'eau vers les zones de consommation comprend :

- Ecoulement gravitaire de Barrage vers la station de pompage.
- Pompage vers le bassin de la distribution.
- Ecoulement gravitaire du Bassin de la distribution vers le périmètre.

Par contre l'étude hydrologique du bassin versant d'Oued Tagharist (coordonnées UTM: X = 283.303km ; Y = 3918.672km) constitue un premier diagnostic des facteurs et paramètres géographiques et physiques contribuant à la formation du ruissellement.

Les résultats de cette étude devant être utilisés comme données de base pour le projet d'étude d'aménagement hydro-agricole du périmètre de Tagharist.

- **Barrage Tagharist :**

Le barrage de Tagharist étant en cours de réalisation, les eaux de ce barrage seront destinées à l'AEP et à l'irrigation.

- **Situation géographique et Orographie :**

La région d'étude est une région montagneuse. Le site du barrage se trouve situé, dans la Wilaya de Khenchela, à son extrême limite Ouest, à mi-distance entre les chefs lieu de Wilaya limitrophes, Batna et Khenchela : à une distance de 47.8 km au Nord-Ouest de la ville de Batna et à une distance de 45km de la ville de Khenchela. L'agglomération de Yabous est située en aval du bassin versant du site du barrage considéré.

Le bassin versant culmine à une altitude de 2311m (Dj. Chelia). Le réseau hydrographique se caractérise par un écoulement du thalweg principal suivant une direction Sud/Ouest-Nord/Est dans la partie amont du bassin et une direction Sud-Nord dans sa partie avale.

Le chevelu du réseau hydrographique est dense, généré par un relief à pentes assez fortes.

- **Caractéristique du barrage :**

- Cote de Retenue Normale (RN) : 1216.50 m NGA.
- Cote des plus hautes eaux : 1220.26 m NGA.
- Volume mort : 1.8 Mm³.
- Volume total à la côte RN : 5.7 M m³.
- Volume total à la côte PHEE : 8 M m³.
- Surface de la retenue à la Côte RN : 54 ha.
- Surface de la retenue à la Côte PHEE : 67 ha.
- Volume régularisé pour l'irrigation : 2.5 M m³.
- Volume régularisé pour l'AEP : 1.7 M m³.
- Type : Digue en terre à noyau argileux.
- Hauteur maximale sur TN : 40 m. (en tenant compte de la cote minimale de 1181.00mNGA)
- Hauteur maximale sur fondation : 43 m.
- Longueur en crête : 7.00 m.
- Cote de la crête : 1221 m NGA.

Source (ANBT) Alger.

Le volume régularisable ne peut irriguer que 500Ha d'après l'étude agro pédologique et la situation développée.

La prise d'eau du barrage peut assurer un débit de vidange de 27m³/s moyennant, une conduite de 600mm de diamètre destinée à l'irrigation, ou la cote de prise amont normal est de 1198m et au niveau de la chambre de vanne est de 1165 m.

III.2.1.2 Eaux souterraines :

Les ressources en eaux souterraines sont très limitées. Il existe 25 puits au niveau du périmètre de Tagharist, et on note que 50% de ces puits sont taris pendant la période estivale. Par ailleurs il existe un forage de 120m à sec appartenant à un privé.

En somme les potentialités en eau hydrogéologiques de la zone du périmètre sont faibles. Elles peuvent être améliorées par la recharge à travers la création d'ouvrages de rétention des eaux de ruissellement dans les lits des cours d'eau traversant la zone et les cônes d'épandage.

III.2.2 Qualité des eaux des barrages

Les eaux de la Barrage Tagharist sont d'un résidu sec moyen est inférieur à 0,6 g/l, ce qui représente une salinité faible. Le coefficient SAR égal à 1,1 et la conductivité électrique de

0,88 dS/cm et le moyenne de ph égal à 7.3, de ce fait les eaux destinées pour satisfaire les besoins du périmètre de Tagharist sont jugées de bonne qualité.

III.2.3 Géomorphologie :

Le relief dans la zone d'étude caractérise le paysage fréquent dans cette contrée du domaine atlasique sub-aride passant des versants à forte pente, installés sur des talus marneux et dominés par des reliefs calcaires ou gréseux qui alimentent de vastes nappes d'éboulis, pour la plupart peu actifs sauf à la partie supérieure - à une plaine alluviale en aval à pente douce.

La pente constitue une des principales contraintes à la mise en valeur des sols, ainsi des classes de zones ont été établies en fonction de la pente générale et de la dissection du relief, conséquence due essentiellement à l'action érosive des ruissellements.

1. Zones à pente comprise entre 0-2%:

La pente de 2 % constitue la limite supérieure habituellement admise pour l'irrigation par gravité, qui au-delà de cette limite nécessite l'aménagement du sol en terrasses.

Cette classe recouvre l'essentiel des sols alluviaux et colluviaux des plaines et de la partie

Les zones à relief moyennement et fortement disséqué caractérisent les axes alluviaux soumis à une érosion régressive.

2. Zones à pente comprise entre 2- 5 % :

Cette classe inclue les glacis de piedmont et la majeure partie des sols à croûte calcaire proche de la surface se situant dans la limite de pente 2 - 5 %.

Les zones à relief moyennement et fortement disséqué correspondent à des glacis encroûtés et érodés en lanières.

3. Zones à pente comprise entre 5-15 % :

Elle englobe :

- la partie supérieure des glacis de piedmont ;
- la partie supérieure des vallées de montagne et les affleurements normaux des montagnes.

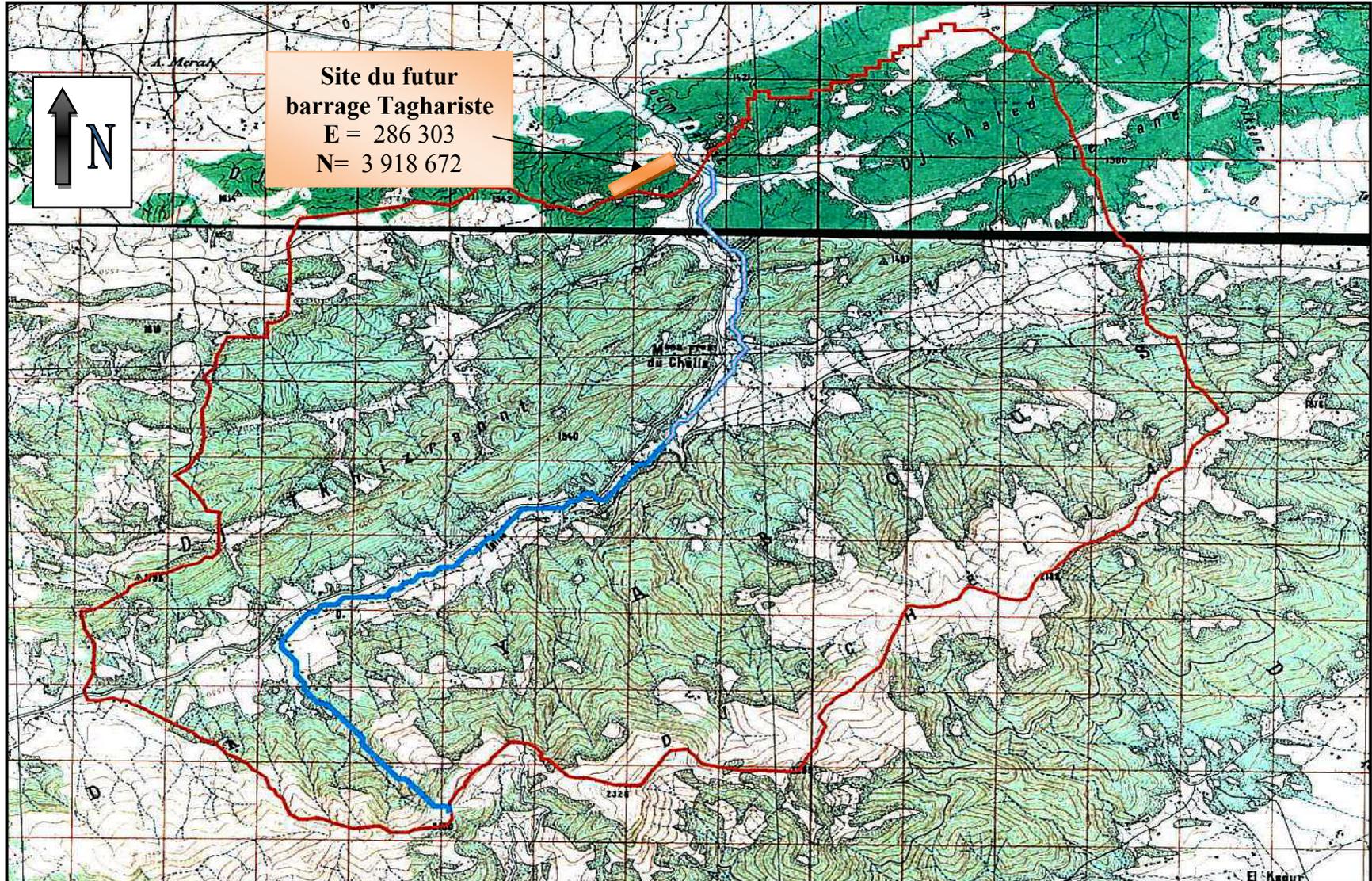
Zones à pente comprise entre 15 -30 % :

Concerne les zones de montagne.

Conclusion

La plaine de Tagharist offre des potentialités certaines pour sa mise en valeur agricole en irrigué. En effet, la superficie apte à une agriculture en irrigué est estimée à plus de 10000ha, les sols sont dans leur majorité profonds, limoneux argileux, peu à moyennement calcaire, non salés et dotés d'une bonne capacité d'échange cationique et d'une excellente capacité de rétention d'eau. Néanmoins, cette bonne aptitude des sols à la mise en valeur peut être atténuée par un certain nombre de contraintes pédologiques, topographiques et climatiques

Figure III.2: Delimitation du bassin versant de Tagharist à partir des cartes topographiques au 1/50 000ème.



CHAPITRE IV : ETUDE AGRO-SOCIO-ECONOMIQUE

Introduction :

L'étude agro socio-économique du projet d'aménagement hydro agricole du périmètre de Tagharist, objet du présent chapitre a pour but :

- d'analyser les contraintes socio-économiques et les facteurs qui influencent la production agricole, depuis la mise en place de la culture, et même avant, jusqu'à la récolte et l'écoulement du produit sur le marché ;
- de proposer les orientations de développement agricole pour la mise en valeur du périmètre.

IV.1 Situation socio économique :

Les terres irrigables du champ de l'étude, identifiées sur la base des caractéristiques topographiques et pédologiques (enquête foncière), représentent un peu plus de 1000 ha. L'évaluation du nombre d'exploitations agricoles a été difficile à faire.

IV.1.1 Classes de superficie dans la commune de Tagharist :

La taille des exploitations agricoles est très hétérogène. La superficie moyenne des exploitations variant entre (1 – 5 – 10 – 20 ha), soit 75 % (petite et moyenne exploitation). Elle est révélatrice de cette hétérogénéité, puisque 25% des exploitations ont une superficie inférieure à cette moyenne par rapport à l'ensemble des exploitations existant dans la commune de Yabous.

IV.1.2 Enquête foncière :

Un travail d'enquêtes approfondies a permis de mettre en relief un certain nombre de composantes qui interviennent dans le fonctionnement de l'agriculture dans la zone d'étude. L'enquête foncière effectuée sur une superficie de 1292,60 ha a dégagée cinq types de régimes fonciers à savoir (EAC, EAI, PRIVE, INCONNU et ETAT).

Leur répartition se présente dans le tableau suivant :

Tableau IV.1 Répartition du régime foncier.

Nature Juridique	Exploitation		Exploitant		Superficie Total (ha)
	Nombre	Taux (%)	Nombre	Taux (%)	
PRIVE	927	76.36	263	95.99	906,39
EAC	16	1.32	5	1.82	121,09
EAI	2	0.16	1	0.36	8,31
INCONNU	244	20.10	4	1.46	215,10
Etat	25	2.06	1	0.36	41,71
Total	1214	100	274	100	1292.60

Source (DSA) Khenchela.

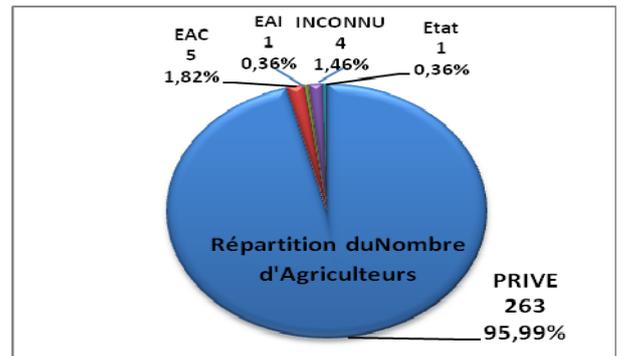
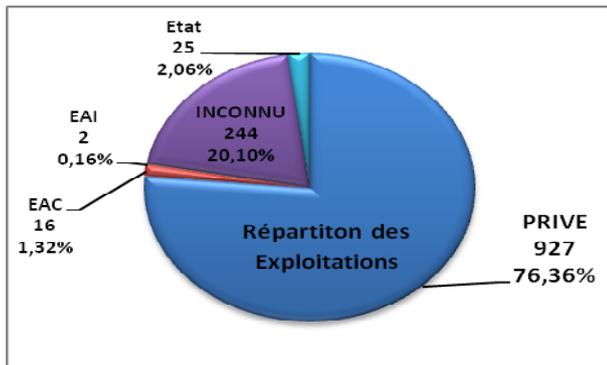


Fig. IV.1 : Répartition des exploitations selon leur Nature Juridique, dans le périmètre de Tagharist.

IV.1.3 Présentation des résultats de l'enquête :

L'enquête sur terrain nous a permis d'identifier trois familles de culture : les céréales avec un taux de 97% soit une superficie de 1217.59 ha, l'arboriculture avec un taux de 3% soit une superficie de 31.20 ha et le maraichage avec une superficie de 1ha presque négligeable.

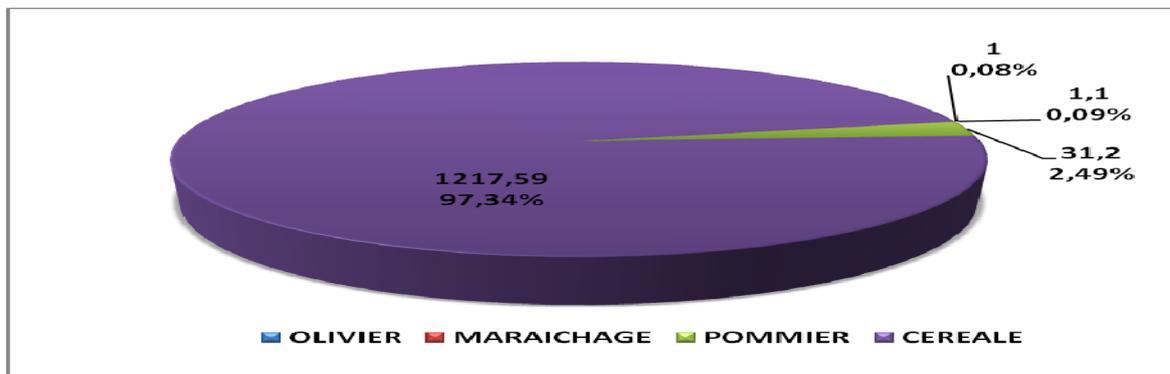


Fig. IV.2 : Répartition des cultures dans le périmètre de Tagharist.

Cette occupation du sol étant essentiellement couverte par les céréales, culture dominante, fait ressortir un mode d'irrigation presque absent (1.1 ha) qui ne correspond qu'à quelques exploitations pratiquant une irrigation gravitaire.

Tableau IV.2: Age des exploitants de la zone d'étude

Age des exploitants	Nombre des exploitants	Taux (%)
25ans < Age < 30 ans	07	2,6
30ans < Age < 40 ans	31	11,6
40ans < Age < 50 ans	39	14,6
> 50 ans	191	71,2

Source : délégation de l'agriculture de Yabous en 2008.

On note que les exploitants agricoles de l'aire d'étude sont pratiquement adultes et représente un taux de 71% et seulement 29 % ayant l'âge de 35 à 50 ans. Donc, la main d'œuvre rurale est

faible dans la zone d'étude. Il est à signaler l'absence dans la relève des adultes qui est due principalement aux problèmes d'héritages et de départ massif vers les grandes villes.

IV.1.4 Répartition de la main d'œuvre agricole :

Selon les traditions de la zone, on trouve 93.6 % d'hommes actifs dans le secteur de l'agriculture et 6.4% de femmes exerçant dans le même secteur un travail interne limité tel que traite et alimentation du cheptel seulement.

Le nombre total de la population travaillant : 3526.

- 47 % représente un taux total d'emplois dont l'agriculture occupe le premier rang en termes d'emplois avec un taux de 41 % soit 1446 travailleurs par rapport à l'ensemble des activités de la commune de Yabous et 6% soit 422 travailleurs dans le secteur de l'administration. Les 53 % soit 1868 personnes restants représentent le taux de chômage dans la zone d'étude.
- La main d'œuvre du secteur est en majorité constituée des jeunes dont l'âge est compris entre 20 – 40 ans.
- Le niveau intellectuel des agriculteurs représente 35.7 % d'analphabètes et de niveau primaire. Cette société mérite d'être spécialement soutenue pour l'exploitation de leurs expériences professionnelles en matière de savoir faire et l'application des techniques modernes en agriculture.
- Par contre, la catégorie du niveau moyen, secondaire et universitaire représente 11.3 % de l'ensemble de la population active. Cette tranche représente un vecteur éducatif qui a en principe pour mission de transmettre à la classe précédente toutes les informations et les techniques utiles sur terrain ou à travers des séances de vulgarisation.
- La zone de Yabous est caractérisée par la diversification du mode de culture « production animale, végétale ».

IV.2 Situation agro- économique :

Il s'agit d'identifier les principales cultures pratiquées dans la commune de Yabous et la zone d'étude principalement, d'apprécier les techniques culturales utilisées et d'évaluer les rendements actuellement obtenus.

Nous nous sommes volontairement intéressés à toucher les grandes familles de cultures telles que le maraîchage, les céréales et fourrages et l'arboriculture. En réalité ce choix a été déterminé par l'occupation du sol actuelle.

Il existe deux types d'utilisations de culture dans la commune de Yabous :

- ✓ La monoculture utilisée généralement pour les grandes cultures à savoir le blé dur principalement et les orges dont la superficie réservée pour cette spéculation est de l'ordre 1870 ha, soit 19,4% par rapport à la SAU de la commune.

✓ La polyculture qui représente 1682 ha, soit 27% par rapport à la SAU de la commune.

Dans le périmètre de Tagharist, le système **céréales-élevage** est dominant.

Suite aux enquêtes effectuées dans le site, on distingue six types d'exploitations agricoles comme suit :

- Les exploitations de grande taille (moins nombreuses), dont la superficie varie entre 20 ha à 30 ha et dont le sole est essentiellement à base de céréales dominantes, arboriculture fruitière à très faible superficie et élevage à petite échelle individualisé sur les membres de l'EAC. Ces types d'exploitations sont représentés par 5 EAC et 1 privé.
- Les exploitations de taille moyenne (10 ha < s < 15 ha) sont trop faibles et ne représentent qu'une seule (1) exploitation sur 273 exploitants dont la sole est essentiellement à base de :
 - Céréale,
 - Jachère non travaillé.
- Les exploitations de taille moyenne (5 ha < s < 10 ha) sont trop faibles et au nombre de 25 exploitations sur 273 exploitants dont la sole est essentiellement à base de :
 - Céréale en plusieurs morceaux associés à l'élevage ovin,
 - Jachère non travaillé,
 - Pommier et céréales,
- les exploitations de taille moyenne (3 ha < s < 5 ha) sont faibles et au nombre de 37 exploitations sur 273 exploitants dont la sole est essentiellement à base de :
 - Céréale en plusieurs morceaux ou en un seul tenant,
 - Jachère non travaillé,
 - Pommier, figuier, maraîchage et céréales.
- les exploitations de taille moyenne (1 ha < s < 3 ha) sont peu nombreuses et sont au nombre de 283 exploitations sur les 273 dont la sole est essentiellement à base de :
 - Céréale en plusieurs morceaux ou en seul tenant associé à l'élevage ovin,
 - Pommier et céréales.

IV.2.1 Production céréalière :

Les céréales occupent 1870 ha soit les 3/4 de la SAU de la commune de Yabous.

Tableau IV.3: Répartition de la production céréalière de la commune de Yabous.

Communes	BLE DUR		ORGE		TOTAL	
	Superficie moissonnée ha	Production récoltée Quintal (qx)	Superficie moissonnée ha	Production récoltée Quintal (qx)	Superficie moissonnée ha	Production récoltée qx
Yabous	980	5760	329	2268	1309	8028

Source : subdivision de l'agriculture de Bouhmama en 2010 (W. Khenchela).

- **Rendement – production**

Les rendements des céréales en sec demeurent très faibles. La moyenne des rendements a été de l'ordre de 5 qx/ha durant la campagne 2009/2010 pour le blé dur et de 6 qx/ha pour l'orge. Par contre, les céréales en irrigués occupent une très faible superficie par rapport à la superficie de la commune, et ce par insuffisance des point d'eau pour l'irrigation.

Les rendements enregistrés durant les 18 dernières années sont de l'ordre de 17qx/ha pour le blé dur et de 20 qx/ha pour l'orge.

IV.2.2 Le maraîchage :

Même si elles n'occupent pas la part de superficie la plus importante par rapport à d'autres, les cultures maraîchères représentent le groupe de cultures le plus important de l'aire d'irrigation d'un point de vue économique dans la formation des revenus des agriculteurs.

Les résultats économique diffèrent de façon importante d'une année à l'autre et sont surtout conditionnés par les disponibilités en eau.

Les renseignements collectés auprès du service de la subdivision de l'agriculture de Bouhamama font ressortir que la superficie maraîchère est très faible par rapport à la SAU de la commune de Yabous.

Tableau IV.4: Répartition de la production maraîchère de la commune de Yabous.

Spéculation	Superficie (ha)		Evolution des rendements (qx / ha)			
	Sec	Irrigué	Minimum	Moyen	Meilleur rendement	
					Dernière année 09/10	Meilleur du 18 années
P.terre A/S	-	06	80	180	120	250
PT saison	-	03,5	80	150	100	220
Ail	-	03	25	45	35	50
Oignon vert	-	03	120	140	180	180
Oignon sec	-	03,5	100	160	130	170
Tomate	-	02	40	120	60	150
Piment	-	01	35	50	40	60
Poivron	-	01	40	65	60	70
Courgette	-	0,5	70	150	80	160
Concombre	-	02	50	150	60	160
Potiron	-	01	30	100	40	120
Melon	-	01	80	120	100	130
Pastèque	-	01	70	120	80	130
Laitue	-	01	35	60	50	140
Carotte	-	0,25	70	150	50	150

Source : Délégation d'agriculture de Yabous en 2010 (W. Khenchela).

- **les rendements**

Les rendements actuels des cultures maraîchères observés dans le périmètre sont presque nuls par rapport à la superficie agricole total, à cause d'un manque de moyens financiers et d'insuffisance en ressources hydriques dans le périmètre (puits et forages à très faible débit).

IV.2.3 L'arboriculture fruitière :

- **Importance de l'arboriculture fruitière :**

L'arboriculture est presque absente dans le périmètre d'étude, elle ne représente que 5% soit 35,92 ha de la superficie du périmètre de mise en valeur, par contre dans les autres périmètres de Yabous il y a un programme d'action d'implantation des arbres fruitiers. (Pommier, olivier, figuier, abricotier, amandier, cerisier cognassier, grenadier, pêché, poirier, prunier).

- **Age des plantations**

Les plantations sont jeunes, certaines exploitations ont bénéficié, durant notre enquête sur terrain nous avons remarqué la reconversion de certaines exploitations vers l'olivier en masse à la place du pommier. Cette reconversion est due principalement au déficit hydrique dans la zone d'étude.

Tableau IV.5: Les superficies des plantations d'arbres fruitiers en hectare dans la commune de Yabous.

Cultures	Superficie		Production (qx)	Rendement
	ha	%		
Abricotier	7	1.9	350	50,00
Amandier	1	0.27	-	
Cerisier	3	0.81	60	20,00
Coing	1	0.27	30	30,00
Grenadier	1	0.27	30	30,00
Pêcher	3	0.81	120	40,00
Poirier	5	1.36	240	48,00
figuiers	2	0.54	97	12,13
prunier	10	2.72	720	72,00
Pommiers	282	75.8	19170	67,98
oliviers	50	13.6		
Total arboricultures	367	100		

Source : statistique de la DSA de Khenchela 2009/2010

Conclusion :

Le développement agricole de la zone d'étude par le biais de l'irrigation est une condition nécessaire du passage d'une agriculture traditionnelle et aléatoire à une agriculture moderne et sécurisée qui insufflera avec certitude un développement économique à toute la région. Ce chapitre nous a permis une image sur la situation actuelle du périmètre de Tagharist.

CHAPITRE V : BESOINS EN EAU DU PERIMETRE

Introduction :

La détermination des besoins en eau d'une culture nécessite la connaissance de divers paramètres concernant aussi bien la plante elle-même que les données climatiques ou pédologiques de la région. A l'aide des différents résultats obtenus, il sera relativement aisé de déterminer par la suite les quantités d'eau d'irrigation nécessaires au bon développement de la plante. Celles-ci seront calculées au moyen du logiciel CROPWAT pour ETP et P_{eff} .

Les besoins en eau du périmètre de Tagharist ont été calculés manuellement en tenant compte des gammes de cultures projetées et des superficies assolées des trois zones d'étude.

V.1 Les cultures envisageables :

Afin de quantifier les besoins en eau des cultures, il faut étudier et prévoir l'évolution de la répartition culturale de la situation existante et celle projetée dans le périmètre. Ce passage permettra l'augmentation des superficies occupées par les cultures rémunératrices, tels que : le maraîchage en plein champ, ainsi que l'arboriculture fruitière, avec tendance vers les arbres à entrée rapide en production.

Les cultures fourragères en vert, sont développées afin de redynamiser la production laitière. Les céréales par contre, seront maintenues avec des superficies très réduites par rapport à celles rencontrées actuellement ; elles seront cultivées pour des raisons purement agronomiques. La gamme des cultures envisageables, compte tenu des caractéristiques édaphoclimatiques, est très large

V.1.1 Maraîchages

Ces cultures font partie de la tradition actuelle des agriculteurs. Leurs superficies n'ont pas pu connaître des extensions en raison de l'insuffisance de la ressource en eau mobilisée et de l'irrégularité du régime pluviométrique avec l'irrigation. Cette pratique connaîtra un avenir très promettant.

V.1.2 Arboriculture

Les cultures pérennes tels que ; pruniers, pommiers, pêchers et olivier, ont tendance à augmenter en Algérie au cours de la dernière décennie. On retiendra pour le périmètre étudié, une croissance des plantations d'olivier, ainsi qu'une augmentation sensible du reste de l'arboriculture fruitière (pêcher, pommier).

V.1.3 Céréaliculture :

Elle sera maintenue grâce au rôle positif qu'elle joue dans la rotation des assolements et compte tenu des limitations pédologiques. Cette culture continuera donc à exister, avec des superficies importantes.

V.2 L'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).

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

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

Tableau V.1 : Occupation de l'aire d'étude

Cultures	Surface (ha)
Blé dur	175
Orge	155
poivron	20
Tomate	30
pêche	40
Pommier	40
Olivier	40
Total surface développée	500

V.2.1 Calendrier d'occupation des sols :

La répartition d'occupation des sols, relative aux cycles culturels retenus pour notre étude, est tracée dans le calendrier ci-dessous :

TableauV.2 : calendrier des cultures envisageable

Mois	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juins	Juillet	Août	
cultures													
Céréale													
Blé dur			S	—————								R	
Orge			S	—————							R		
Maraichère													
Poivron								S	—————			R	
Tomate								S	—————			R	
Culture arboriculture													
Pêche							S			R			
Pommier	R						S						
Olivier			R				S						

R : Récolte

S : Semis

V.3 Besoins en eau du périmètre

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

La pièce de base pour la quantification des besoins en eau du périmètre est le calendrier des cultures, établi par des agronomes. Il présente les différentes cultures occupant le sol à chaque instant de l'année. L'évaluation des besoins en eau du périmètre est basée sur la détermination des besoins de chaque culture retenue dans le calendrier agronomique

V.3.1L'évapotranspiration potentielle de référence (ET_o) :

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

L'évapotranspiration correspond aussi à la quantité d'eau totale transférée du sol vers l'atmosphère par l'évaporation au niveau du sol et par la transpiration des plantes.

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

- Méthode de lysimètre
- Méthode des stations expérimentales
- Méthode directe de l'évaporation
- Méthodes empiriques

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

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

Sur la base des résultats de plusieurs études, notamment celle de Jensen (1990), la consultation d'experts menée par la FAO sur les méthodologies d'estimation des besoins en eau des cultures (Smith 1992) , a conduit à recommander la méthode de Penman Monteith modifiée comme méthode privilégiée l'estimation de ET_o du gazon.

- La formule de M^f Penman et Montheit modifiée se présentant comme suit:

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

ET_o : représente l'évapotranspiration de référence, exprimée en mm / jour.

w : facteur de pondération rendant compte de l'effet de rayonnement à différente température et altitude.

R_n : rayonnement net évaporation équivalente exprimé en mm/ jr

F (u) : fonction liée au vent.

e_a : tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, en millibars.

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

$(e_a - e_d)$: constitue le facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est effectué à l'aide d'un logiciel CROPWAT 8.0, fondé sur la méthode de M^r Penman et Monteith modifiée et recommandée par la consultation des experts de la FAO tenue à Rome en Mai 1990.

Pour l'exploitation du logiciel, nous devons fournir les données climatiques mensuelles de la station météorologique: à savoir:

- Les températures moyennes en degré Celsius.
- L'humidité relative de l'air exprimé en (%)
- L'insolation journalière en heure
- La vitesse du vent en m /s

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ET_0 calculée à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0 sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Tableau V.3: Evapotranspiration de référence (ET_0) de la zone d'étude

Evapotranspiration de référence ET_0 de Penman et Monteith							
Pays		: ALGERIE		Station climatique : YABOUS			
Altitude		: 1200 mètres		latitude : 35,30 N°		longitude : 7,05 E°	
MOIS	temp Min	temp Max	humidité	Vent	Insolation	Radiation	ET_0 Penman
	C°	C°	%	m/s	heures	MJ/m².jour	mm/jour
Janvier	1.0	9.4	52	7.4	6.1	10.0	2.76
Février	0.4	9.5	57	6.8	6.0	12.1	2.69
Mars	1.4	13.7	60	7.4	7.2	16.3	3.59
Avril	5.0	17.5	65	8.3	7.9	19.9	4.42
Mai	9.5	24.1	64	8.1	8.8	22.7	6.18
Juin	12.9	28.6	64	7.5	10.6	25.8	7.46
Juillet	15.3	32.1	62	7.6	11.3	26.5	8.62
Août	17.2	32.9	57	6.7	10.4	24.0	8.44
Septembre	13.3	27.9	50	6.5	8.8	19.3	7.01
Octobre	8.4	20.5	43	6.3	7.4	14.6	5.20
Novembre	3.5	14.4	44	8.0	6.3	10.7	4.07
Décembre	1.4	10.1	44	9.2	5.8	9.1	3.41
Totale	7.4	20.1	55	7.5	8.1	17.6	63.85

V.3.2 La pluie efficace

La pluie efficace est définie comme étant la fraction des précipitations qui contribue effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, et par percolation en profondeur etc...

Ces pertes sont estimées de 20 % de la pluie tombée. Pour l'appréciation de la pluie efficace on distingue deux (2) cas:

- 1) Pluie efficace (P_{eff}) = 0 pour les mois où la pluie ne dépasse pas les 5 mm.
- 2) Pluie efficace (P_{eff}) = 80 % de la pluie moyenne mensuelle dans les autres cas.

Les valeurs moyennes mensuelles de P_{eff} sont regroupées dans le tableau suivant:

Tableau V.4: Précipitation efficace dans la zone d'étude.

Pays : ALGERIE		Station climatique : YABOUS	
Mois	ET ₀ mm/mois	P mm/mois	Pluie eff mm/mois
Janvier	85,56	25.0	20.0
Février	75,32	21.6	17.3
Mars	111,29	33.0	26.4
Avril	132,6	31.0	24.8
Mai	191,58	33.0	26.4
Juin	223,8	16.3	13.0
Juillet	267,22	7.5	6.0
Août	261,64	13.0	10.4
Septembre	210,3	30.0	24.0
Octobre	161,2	22.6	18.1
Novembre	122,1	27.6	22.1
Décembre	105,71	26.0	20.8
Totaux	1948,32	286.6	229.3

V.3.3 L'évapotranspiration maximal ou culture (ETM ou ET_c):

L'évapotranspiration d'une culture, ET_c, se calcule en multipliant l'évapotranspiration de référence ET₀ par un coefficient cultural, K_c.

$$ET_c = K_c \times ET_0$$

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

V.3.4 Efficience de l'irrigation

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

La différence entre les deux volumes indique les pertes.

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

$$E_i = E_t \cdot E_d \cdot E_u$$

Avec: E_i : Efficacité d'irrigation en (%)

E_e : Efficacité de transport (%)

E_d : Efficacité de type de distribution en (%)

E_u : Efficacité de l'uniformité de la distribution.

L'évaluation exacte des pertes est très difficile et même presque impossible vu le nombre importants des variables qui interviennent dans le calcul.

On considère une efficacité globale, produit entre les trois efficacités décrites ci-dessus égale à 0,75.

V.4 Besoins nets et bruts en eau d'irrigation

L'évaluation des besoins nets en eau des cultures se fait manuellement.

Les besoins en eau à satisfaire sont :

- **Les besoins unitaires** relatifs à un hectare de chacune des cultures envisageables pour la zone étudiée.
- **Les besoins globaux** du périmètre d'irrigation.

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

$$B = ETM - (P_{eff} + RFU)$$

B : besoin en eau d'irrigation (mm)

E.T.M : évapotranspiration maximal (mm / mois)

RFU : réserve facilement utilisable

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

RFU de chaque culture est donnée dans l'annexe N° :3

Le calcul des besoins en eau nets et bruts par chaque culture est donné dans l'annexe N°

Les résultats de calcul sont récapitulés dans le tableau suivant:

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

Désignation	Besoins mensuel des cultures							Total (mm)	Total (m/ha)
	Blé dur	Orge	Poivron	Tomate	Pêche	Pommier	Olivier		
SEP	-	-	-	-	0	112,6	175,8	288,4	2884
OCT	-	-	-	-	0	0	87,5	87,5	875
NOV	0	0	-	-	0	0	0	0	0
DEC	0	0	-	-	0	0	0	0	0
JAN	0	0	-	-	0	0	0	0	0
FIV	0	0	-	-	0	0	0	0	0
MAR	0	0	-	-	0	0	0	0	0
AVR	82,2	90,2	32,2	24,7	43,6	39,6	0	312,5	3125
MAI	158,6	108,6	98,6	98,8	149	130,2	21,9	765,7	7657
JUN	188	0	217,5	239,8	166	244,4	107,8	1163,5	11635
JUL	0	-	269,2	282,6	0	288	175,7	1015,5	10155
AOU	-	-	232,9	225,1	0	263,8	206,8	928,6	9286
Année	240,8	90,2	850,4	846,3	385,5	1078,6	728	4219,8	42198

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

CULTURES	Superficie en (ha)	Besoins en eau net (mm)	Besoins en eau net (m ³ / ha)	Efficiencie (%)	Besoins bruts totaux (m ³ /ha)	Besoins bruts totaux (m ³)
Blé dur	175	240,8	2408	0,75	3211	561925
Orge	155	90,2	902	0,75	1202,67	186413,85
Poivron	20	850,4	8504	0,75	11338,67	226773,4
Tomate	30	846,3	8463	0,75	11284	338520
Pêche	40	358,5	3585	0,75	4780	191200
Pommier	40	1078,6	10786	0,75	14381,33	575253,2
Olivier	40	688	6880	0,75	9173,33	366933,2
					Total	2447018,65

Donc le volume annuel total nécessaire pour couvrir les besoins de ce périmètre est de **2.45 hm³**.

Conclusion :

En définitive, il faudra prévoir une disponibilité annuelle brute d'environ **2.45hm³** d'eau d'irrigation, qui permettra aux agriculteurs de permuter et de diversifier leur plan de cultures, tout en garantissant leur besoins en eau d'irrigation, avec une marge de sécurité satisfaisante.

Donc le volume total nécessaire du périmètre est de **2.49Hm³** pour toute l'année.

Ce volume est largement couvert par le volume fourni par le barrage de Tagharist et qui est de l'ordre de **2.5Hm³**.

CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENTS DES OUVRAGES DE TRANSFERTS, STOCKAGES ET DISTRIBUTION

Introduction :

Dans ce chapitre nous allons dimensionner des différents ouvrages de transfert (adduction gravitaire, conduite de refoulement et station de pompage), de stockage (bâche de reprise) et distribution (réservoir).

La station de pompage qui servira à amener l'eau de barrage Tagharist vers le réservoir de distribution qui va alimenter le périmètre de Tagharist.

L'adduction est nécessaire pour assurer le transport de l'eau entre le point de captage (bâche de reprise) et le point d'accumulation (réservoir de distribution).

Les réservoirs sont des ouvrages hydraulique variés nécessitant une étude technique approfondie afin qu'ils puissent remplir convenablement, les tâches pour lesquelles ils sont conçus. Ils servent de réserve d'eau.

VI.1 Débit fictif continu :

Le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau.

Les débits spécifiques, ont été définis d'après les besoins en eau de chaque culture, calculés à partir de la répartition culturale.

Ces débits permettront de définir les débits à la parcelle et en tête du périmètre.

Le débit fictif continu ou module d'irrigation ou encore hydro-module en l/s/ha est déterminé à partir de la formule suivante :

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

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

Nh : nombre des heures d'irrigation=20h

nj: nombre de jours du mois de pointe =26jours

Ei: Efficience d'irrigation ≈75%

Les besoins de pointe sont de 1319.5mm

Le débit spécifique q_s de l'assolement est trop important 9,39 l/s/ha.

On choisira le débit spécifique de la culture la plus exigeante.

La culture la plus exigeante est l'Olivier.

$$q = \frac{206.8}{26 * 20 * 3600 * 0,75} = 1,4 \text{ l/s/ha}, \text{ Inférieur à } 1,5 \text{ l/s/ha} \text{ donc le choix reste valable.}$$

VI.2 Calcul du débit maximum journalier :

Dans notre cas le débit maximum journalier c'est le débit caractéristique, il est calculé par la formule suivante :

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

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

S : la superficie totale à irriguer 500ha.

$$Q_{\text{Car}} = q_s \cdot S = 1,4 * 500 = 700 \text{ l/s} \quad \quad \quad Q_{\text{Car}} = 0,7 \text{ m}^3/\text{s}$$

Alors notre débit de consommation journalier est $Q_{\text{jour}} = 2520 \text{ m}^3/\text{h} = 60480 \text{ m}^3/\text{j}$

VI.3 Adduction gravitaire:

Le réseau d'adduction gravitaire comprend les ouvrages, conduites et équipements suivants :

VI.3.1 Ouvrage de prise à partir du Barrage :

La prise d'eau du barrage peut assurer un débit de vidange de $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ moyennant, une conduite de 500 mm de diamètre destinée à l'irrigation, ou la cote de prise amont normal est de **1198 m** NGA et la cote de la prise aval est de **1175 m**.

Le circuit de la prise d'irrigation comprendra de l'amont vers l'aval :

VI.3.1.1 Amont:

- Une forme d'entonnement à l'amont munie d'une rainure pour grille ou batardeau relevable.
- Une transition carré-rond suivie d'un coude puis une conduite $\varnothing 500 \text{ mm}$ à l'intérieur de la tour de prise.

VI.3.1.2 Aval

La chambre de vanne aval permettra le contrôle de la conduite d'irrigation. Elle comprendra :

- Un tronçon de conduite d'irrigation sur support en béton ;

- Une vanne de garde motorisée de type papillon Ø 500 mm ;
- Un monorail de manutention ;
- Un débitmètre électromagnétique Ø 500 mm pour les débits ;

VI.3.2 Conduite d'amenée :

La conduite d'amenée, achemine l'eau depuis l'ouvrage de prise jusqu'à l'ouvrage d'amortissement.

A la sortie du tunnel, la conduite bifurque vers la rive droite puis chemine vers la chambre de vannes localisée sur la plateforme de service à la côte 1175 m NGA.

La conduite est en acier enrobée en béton de diamètre Ø 500 mm.

Le contrôle de la conduite au niveau de la chambre des vannes aval se fait au moyen d'une vanne papillon motorisée de diamètre Ø 500 mm.

VI.3.3 Ouvrage d'amortissement

L'ouvrage d'amortissement est une bêche d'eau qui se trouve au débouché de la conduite d'amenée. Il sert à briser la charge venant du barrage.

VI.3.4 Calcul de diamètre avantage de la conduite gravitaire (barrage-bâche de reprise-SP)

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

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

ΔH_t : Charge disponible (m);

K' : Coefficient de perte de charge;

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

L_g : Longueur géométrique de la conduite gravitaire (m) ; ($L_g=400m$)

L_{e_ε} : Longueur équivalente des pertes de charge singulière j(m) ;

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

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

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

Q : Débit véhiculé par la conduite (0,8m³/s); pour assurer les caractéristiques.

D_{av} : Diamètre avantageux calculé de la conduite (m) ;

β : Exposant tenant compte du régime d'écoulement ;

m : Exposant tenant compte du type du matériau.

Selon le type de matériau les coefficients K' , m et β sont donnés dans le **Tableau VI.1**

Qui donné dans l'annexe N° : 5.

On déduit alors le diamètre calculé de la conduite gravitaire :

$$D_{av} = \sqrt[m]{\frac{K' * L_e * Q_{car}^\beta}{\Delta H_t}}$$

Dans notre cas on doit utiliser une **conduite en acier**, on prend: $K' = 0,00179$; $\beta = 2$; $m = 5,3$.

D'après la formule de **DARCY WEISBACH**.

$$- L_e = 1,15 \times L_g = 1,15 \times 400 = 460 \text{ m} \quad \Rightarrow L_e = 460 \text{ m.}$$

$$- \Delta H_t = C_B - C_{B.R} = 1198 - 1175 = 23 \text{ m} \quad \Rightarrow \Delta H_t = 23 \text{ m.}$$

$$\text{Donc : } D_{av} = \sqrt[5,3]{\frac{0,00179 \times 460 \times (0,7)^2}{23}} = 0,455 \text{ m .}$$

$D_{av} = 500 \text{ mm}$

On détermine la vitesse d'écoulement dans la conduite gravitaire moyennant l'équation de continuité :

Q : débit véhiculé par l'adduction (m³/s) ;

V : vitesse d'écoulement (m/s) ;

D : diamètre nominal de la conduite (m).

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2} \quad V_1 = \frac{4 *}{\pi * 0,5^2} = 3,57 \text{ m/s}$$

La conduite gravitaire est composée d'une conduite de diamètre 500mm et de longueur 400m.

VI.4 Dimensionnement du Bâche de reprise :

VI.4.1 Bâche de la station de pompage(SP) :

La station de pompage (SP) se situe à l'aval immédiat de barrage Tagharist. Les pompes sont alimentées par la bâche de reprise. La bâche de reprise est alimentée par le barrage Tagharist.

Le débit journalier entrant la bâche de reprise (B.R) pendant 24h est de 60480 m³/j,

VI.4.2 Analyse de la capacité de la bâche de reprise :

La bâche de reprise dans notre cas joue un rôle transitoire. Son dimensionnement est basé sur le temps nécessaire pour maintenir la crépine en charge qui est généralement, estimé à un quart d'heure (15min).

Le volume de la bache de reprise est déterminé selon la formule suivante :

$$V_{\text{bache}} = \frac{Q_{\text{max j}} * t}{20}$$

$Q_{\text{max,j}}$: Débit maximal journalier total.

T: Temps de fonctionnement de la station de pompage (T = 20h)

t : Temps nécessaire pour maintenir la crépine en charge (t=0,25h)

A.N : $V_{\text{bache}} = (60480 * 0,25 / 20) = 700 \text{ m}^3$

Donc la capacité de la bache existante est suffisante et l'ouvrage d'amortissement est une bache d'eau de **700 m³**.

VI.5 Détermination du diamètre économique de conduite refoulement :

VI.5.1 Adduction à partir de la station de pompage vers réservoir de distribution:

Notre étude consiste à déterminer le diamètre économique à partir de la station de pompage vers le réservoir d'irrigation.

La détermination du diamètre économique est basée sur l'étude technico-économique.

Le prix d'installation dépasse souvent celui du bâtiment de la station de pompage avec tous ces équipements, la raison pour laquelle l'installation des conduites de refoulement, matériaux, le nombre et leurs diamètres doivent être déterminés après une étude technico-économique et pour différentes variantes.

On choisit le tracé des conduites en charge en fonction des conditions locales (distance la plus courte possible et le plus petit nombre de détours, au plan horizontal et vertical).

Les conduites sont équipées d'accessoires (vanne, ventouses, joints de dilatation, des clapets anti-retour, des reniflards et des dispositifs de vidange.....)

Pour la détermination des collecteurs en charge en doit avoir les données suivantes :

- Graphique de pompage des eaux en fonction de la demande en eau
- En fonction de nombre de pompes principales et le schéma de raccordement des pompes

Le volume d'eau de pompage doit être supérieur ou égale au volume demandé.

On a le débit demandé $Q_d = 0,365 \text{ m}^3/\text{s}$ par journée d'où $V_d = 23652 \text{ m}^3$

Pour le calcul le diamètre économique de conduite de refoulement, on utilise les deux formules approchées suivantes:

Tableau VI.1 : Les deux formules de calcul le diamètre économique :

formule de Bress	$D = 1,5 * \sqrt{Q}$
formule de Bonnin	$D = \sqrt{Q}$

Q: débit à élever (Débit forcé) en m³/s.

Remarque : La formule de Bress n'est valable que pour les petits projets

(Longueur de conduite \leq 1Km)

VI.5.2 Calcul des pertes de charge

VI.5.2.1 pertes de charge linéaires :

Pour un tronçon donné, les pertes de charge linéaires dépendent de:

- diamètre D de la conduite en (m);
- débit Q en (m³/s);
- la rugosité absolue ξ exprimée en mm;

$$\Delta H_l = I * L = \lambda \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

- la longueur du tronçon L en (m).

V: vitesse moyenne d'écoulement en (m/s).

ΔH_l : Pertes de charge linéaires en (m) :

I: gradient hydraulique en (m/m)

Le coefficient λ est obtenu par les formules suivantes:

$$\lambda = (1,14 - 0,86Ln \frac{\xi}{D})^{-2} \quad (\text{Formule de Nikuradzé})$$

ξ : Rugosité absolue ; 0,046 mm. (Conduite en PEHD)

VI.5.2.2 Pertes de charge singulières

Elles sont occasionnées par les singularités des différents accessoires de la conduite

(Coude, vannes, clapets,.....).

$$\Delta H_s = 0,1 * \Delta H_l$$

VI.5.2.3 Pertes de charge totales (ΔH_t) :

Ce sont la somme des pertes de charge linéaires et les pertes de charge singulières, alors:

$$\Delta H_t = 1,1 * \Delta H_l$$

VI.5.3 Calcul de la hauteur manométrique totale :

$$HMT = Hg + \Delta H_a + \Delta H_r = Hg + \Delta H_t$$

Hg: la hauteur géométrique

ΔH_a : pertes de charge à l'aspiration

ΔH_r : pertes de charge au refoulement

VI.5.4 Puissance absorbée par la pompe :

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

$$P = \frac{g * Q * HMT}{\eta}$$

η : rendement de la pompe en (%) ($\eta=77.5\%$)

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

g: pesanteur ($9.81 m/s^2$)

VI.5.5 Energie consommée par la pompe :

$$E = P * t * 365 \text{ [KWh]}$$

t: c'est le temps de pompage par jour en (heure); dans notre cas $t = 20 \text{ h}$

P: puissance de la pompe en (kW)

VI.5.6Frais d'exploitation :

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

$$F_{ex} = E * e \text{ [DA]}$$

E: énergie consommée par la pompe en (Kw H)

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

VI.5.7Frais d'amortissement :

Les frais d'amortissement sont donnés par la formule suivante:

$$F_{am} = P_{rc} * A \text{ [DA]}$$

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

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

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

i: Taux d'annuité annuel, $i = 8 \%$

n: nombre d'années d'amortissement, $n = 30 \text{ ans}$

$$\text{A.N : } A = \frac{0,08}{(1 + 0,08)^{30} - 1} + 0,08 \Rightarrow A = 0,0888$$

La longueur de conduite de refoulement supérieure à 1 Km.($L_{ref} = 5571 \text{ m}$)

Donc le calcul du diamètre économique se fait à base de la formule de BONNIN:

$$D = \sqrt[0,7]{Q} \quad D = \sqrt[0,7]{0,7} = 0,837 \text{ m}$$

D=900mm

Données de base :

1. Cote PHE bache reprise : 1674 m
2. Cote PBE bache reprise : 1169 m
3. Cote PHE réservoir de distribution : 1250 m
4. Cote PBE réservoir de distribution : 1245 m

La hauteur géométrique maximale est ainsi de $1251 - 1169 = 82$ m

La hauteur géométrique minimale est de $1251 - 1174 = 77$ m

- $Q_{\text{jour}} = 0,365 \text{ m}^3/\text{s}$
- $H_g = (82+77)/2 = 79,5\text{m}$

Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de ce tronçon sont regroupés dans les tableaux suivants:

Tableau VI.2: Variation des HMT en fonction du diamètre.

Diamètre	Longueur (m)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	λ	ΔH_{jin}	ΔH_{totale}	Hg	HMT
(mm)		(l/s)	(m/s)		(m)	(m)	(m)	
200	5571	365	11,62	0,0115	2206,12	2426,73	79,5	2506
250	5571	365	7,44	0,0111	697,76	767,53	79,5	847
315	5571	365	4,69	0,0106	209,81	230,79	79,5	310
400	5571	365	2,91	0,0102	61,15	67,26	79,5	147
500	5571	365	1,86	0,0098	19,25	21,18	79,5	100
630	5571	365	1,17	0,0098	6,06	6,67	79,5	86

➤ **Calcul des frais d'investissement:**

Tableau VI.3: Variation des frais d'investissement en fonction du diamètre.

Diamètre (mm)	Prix de ml (DA)	L (m)	F _{amort} (DA)
200	1650,84	5571	832129,146
250	2595	5571	1308046,29
315	4093,57	5571	2063421,6
400	6698,74	5571	3376594,22
500	10152,51	5571	5117515,61
630	15738,79	5571	7933358,7

➤ **Calcul des frais d'exploitation :**

Tableau VI.4: Calcul des frais d'exploitation.

Diamètre en (mm)	P (K Watt)	E (KWh/an)	F _{explo} (DA)
200	27174,11	198370988	827207018
250	9184,05	67043566,2	279571671
315	3364,41	24560223	102416130
400	1591,29	11616435,3	48440535
500	1091,6	7968648,04	33229262,3
630	934,29	6820302,72	28440662,3

➤ **Bilan des coûts (Exploitation - Investissement) :**

Le bilan des coûts de l'exploitation et de l'investissement figure dans le **Tableau VI.5.**

Tableau VI.5: Bilan des frais d'investissement et d'exploitation.

Diamètre (mm)	F _{explo} (DA)	F _{mort} (DA)	Billon (DA)
200	827207018	832129,146	828039147
250	279571671	1308046,29	280879717
315	102416130	2063421,6	104479552
400	48440535	3376594,22	51817129,2
500	33229262	5117515,61	38346778
630	28440662	7933358,7	36374021

Selon la combinaison des frais d'investissement et d'exploitation, le bénéfice va au profit du diamètre **DN 630** dont la vitesse est de **1,17m/s**.

VI.6 Dimensionnement de la station de pompage

VI.6.1 Choix de la variante d'adduction par pompage et l'emplacement de la station :

Un projet d'alimentation en eau d'irrigation de la 1^{ère} élévation est constitué d'une prise d'eau, une station de pompage et un bassin d'irrigation.

On prend en considération certains paramètres essentiels.

- Il ne faut jamais construire la station de pompage, dans les zones sismiques et les zones non stables;
- Les lignes d'électricité doivent être placés le long de champs d'isolement des routes et des quartiers d'habitations;

- Il faut prendre en considération la distance entre la station de pompage et les différents ouvrages urbains, une distance qui assure l'élimination des dangers provoqués par l'un au l'autre;
- Choisir le cheminement le plus court pour la conduite de refoulement pour réduire les pertes de charges ainsi que les travaux de terrassement ;
- Choisir le cheminement le plus court pour la conduite de refoulement pour réduire les pertes de charges ainsi que les travaux de terrassement ;
- Construire la station de pompage en prenant en considération les normes internationales dans ce domaine.

La station de pompage doit être équipée de :

- L'accès à tous les ouvrages
- Plateforme avec une très bonne qualité de béton
- Prévoir des moyens de dérivation des eaux pluviales, drainage par des caniveaux
- Faire un profil en long de l'emplacement de la prise d'eau et la conduite de refoulement.

VI.6.2 Détermination de la hauteur d'élévation calculée :

A partir du calcul du diamètre économique de conduite de refoulement

$$HMT = 86\text{m}$$

$$Q_{eq} = 365\text{l/s} = 0,365\text{m}^3/\text{s}$$

VI.6.3 Détermination du nombre de pompes :

Notre station de pompage est dimensionnée à partir d'un débit max journalier, donc il faudra choisir un nombre de pompes qui assure un débit total égal à ce débit maximum.

Les critères à respecter dans le choix sont :

- Nombre minimal de pompes
- Rendement plus important.
- NPSH requis minimum.
- Puissance absorbée minimale
- Le nombre de tours par min plus important.

VI.6.4 pompe à axe horizontale :

On choisit $n = 2p + 1$

Avec n : nombre de pompes.

Pour $p=0$ ($n=1$) \Rightarrow (pas de pompe)

Les résultats donnés par le logiciel **CAPRARI**.

Tableau VI.6: Variantes pour le choix du nombre de pompes.

N	Q _{cal} (l/s)	H _{cal} (mce)	Pompe choisie	η (%)	n (tr/min)	P (Kw)	(NPSH) _r (m)
3	365	86	PM150/4C	77	1450	407	4,22
5	365	86	PM100/5E	75	1450	413	4,5

Remarque :

D'après le tableau précédent on opte pour un nombre **n=4**

Pour **4 pompes (type PM 150/4A)** on a un bon rendement, puissance absorbée minimale, (NPSH)_r minimal et un nombre minimal aussi.

Le nombre de pompe de secours est choisi par le critère suivant :

$n < 4 \Rightarrow$ une seule pompe de secours.

$4 \leq n \leq 6 \Rightarrow$ deux(2) pompes de secours.

$n > 6 \Rightarrow$ trois (3) pompes de secours.

Donc le nombre de pompe de secours est **n_s=2**

Tableau VI.7: Choix final de la pompe.

variante du TYPE DE POMPE	n	Q cal (m3/h)	H cal (m)	Type de pompe	η(%)	N trs/min	P abs (kw)	(NPSH) _r (mm)	da (mm)	dr(mm)
pompe à axe horizontale	6	1314	86	PM150/4C	77	1450	407	4,22	200	150

VI.6.5 Détermination de la hauteur admissible d'aspiration :

La pompe est installée en aspiration :

Pour que la pompe soit bien calée vis-à-vis de la cavitation

Nous avons :

$$(NPSH)_d = (NPSH)_r + 0,5$$

$$(NPSH)_d = \frac{P_{at}}{\varpi} - \frac{P_v}{\varpi} - \sum h_p^{asp} - \frac{V_{asp}^2}{2g} - h_{adm}^{asp} = (NPSH)_r + 0,5$$

$$\Rightarrow h_{adm}^{asp} = \frac{P_{at}}{\varpi} - \frac{P_v}{\varpi} - \sum h_p^{asp} - \frac{V_{asp}^2}{2g} - (NPSH)_r - 0,5$$

-La longueur d'aspiration $L_{asp} = 5 \text{ m}$

$$\sum h_{asp}^{lin} = \frac{5 \cdot 4}{1000} = 0,02 \text{ m}$$

et : $\sum h_p^{sing} = (0,10 \div 0,15) \cdot \sum h_p^{lin}$

$$\sum h_p^{sing} = 0,15 \cdot 0,02 = 0,003 \text{ m}$$

$$V_{asp} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D_a^2} = \frac{4 \cdot 0,092}{3,14 \cdot (0,3)^2} = 1,27 \text{ m/s} \quad Da = (1,2 \div 1,5) \text{ da}$$

Da : Diamètre de la tulipe d'aspiration.

$$\frac{V_{asp}^2}{2 \cdot g} = \frac{1,27^2}{2 \cdot 9,81} = 0,08 \text{ m}$$

$$\frac{P_v}{\omega} = 0,183 \text{ à } 18^\circ \text{ c}$$

$$h_{adm}^{asp} = 10,33 - 0,183 - 0,023 - 0,08 - 4,22 - 0,5 = 5,31 \text{ m}$$

Notre pompe est loin au risque de cavitation.

La cote de l'axe de la pompe donc est de :

$$\nabla_{axe} = \nabla_{min} + h_{asp.adm} - 0,5$$

$$\nabla_{axe} = 1169 + 5,31 - 0,5 = 1173,81 \text{ m}$$

$$\nabla_{axe} = 1173,81 \text{ m}$$

VI.6.6 Choix du moteur électrique :

Puisque la pompe demande un moteur électrique pour la faire tourner il faut avoir des critères pour choisir le moteur le plus adapté avec la pompe choisi, et parmi ces critères on peut citer les suivants :

- Prendre en considération la puissance absorbée.
- Position de l'arbre de moteur (vertical ou horizontal)
- Vérification de nombre de tours de moteur, il faut qu'elle soit égale, plus 200 tr/min ou moins 200 tr/min par rapport à la vitesse de rotation de la pompe.
- La tension d'alimentation du moteur électrique.
- Prendre en considération la variation de la vitesse.

VI.6.7 Calcul de la puissance fournie par le moteur électrique :

$$P_{abs} = \frac{\omega \cdot Q_{max} \cdot H_c \cdot K}{\eta_p \cdot \eta_{tr} \cdot \eta_m}$$

$\eta_{tr} = 1$ rendement de L'accouplement

η_m : Rendement du moteur (0,92 – 0,95)

η_p : Rendement de la pompe (0,79)

K : Coefficient de correction, il est déterminé en fonction de la puissance du moteur, les valeurs du coefficient K sont données dans le **Tableau VI.8**:

Tableau VI.8: Variation du coefficient K en fonction de la puissance P .

P (Kw)	1÷2	2÷10	10÷50	50÷100	100÷200	>200	
K		2	2÷1,3	1,3÷1,2	1,2÷1,1	1,1÷1,05	1,05

Pour P = 132 KW ; K=1,05;

$$P_{abs} = \frac{9810 * 0,092 * 86 * 1,1}{0,93 * 1 * 0,77} = 119227w; \quad P_{ab} = 119,23kw$$

Et d'après le catalogue des moteurs on trouve que notre moteur électrique a les caractéristiques suivantes :

- Un moteur triphasé 50 hz
- Rotor en court-circuit CAG

VI.6.8 Choix de l'équipement en amont et en aval des pompes :

Selon l'importance de L'équipement des stations de pompage, on distingue l'équipement principal tel que : les pompes et moteurs principaux, robinets vannes, clapet anti-retour...etc.

L'équipement secondaire (auxiliaire) comporte : les pompes de drainage, système de refroidissement, palan, pompes à vide...etc.

VI.6.8.1 Equipement en amont :

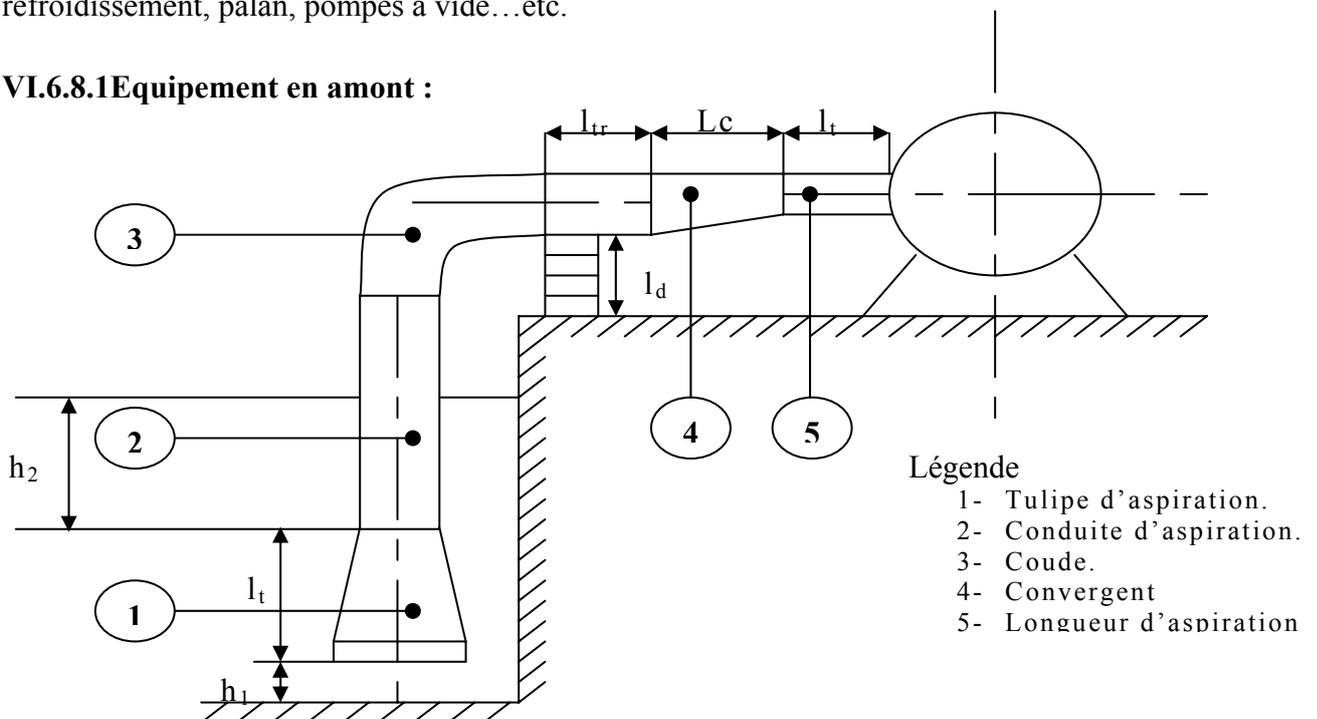


Figure VI.1: Schéma indicatif de l'équipement en amont de la pompe.

l_t : Longueur du tulipe d'aspiration = $(3,5 \div 4) \cdot (D_a - d_a)$;

l_{tr} : Longueur du tronçon avant et après le convergent ; $l_{tr} \geq 2D_a$;

d_a : Diamètre du tulipe d'aspiration. $d_a = 200$;

D_a : Diamètre de la conduite d'aspiration $D_a = (1,2 \div 1,5)d_a$.

l_d : Hauteur de la buté portant la conduite, $l_d = 0,3m$ pour $D_a \leq 500mm$;

h_1 : Hauteur de la tulipe d'aspiration du fond du puisard, $h_1 \geq 0,8d_a$;

h_2 : Distance entre la tulipe d'aspiration et le plan d'eau, $h_2 = 2 \cdot d_a$;

D : Espacement entre les tulipes d'aspiration, $D = (1,5 \div 2) d_a$;

La pente du collecteur d'aspiration doit être inférieure à 0,5% (0,005m/m)

Tableau VI.9: les dimensions des équipements amont installés.

D_a (mm)	d_a (mm)	l_t (m)	l_{tr} (m)	d_a (mm)	l_d (m)	h_1 (m)	h_2 (m)	D (m)
300	200	0,35	0,6	200	0,3	0,16	0,4	0,3

VI.6.8.2 Equipement en aval :

Légende :

- 1- Divergeant ;
- 2- Clapet anti-retour ;
- 3- Robinet vanne ;
- 4- Vanne de vidange ;
- 5- Conduite de refoulement ;
- 6- Buté.
- 7- Compteur

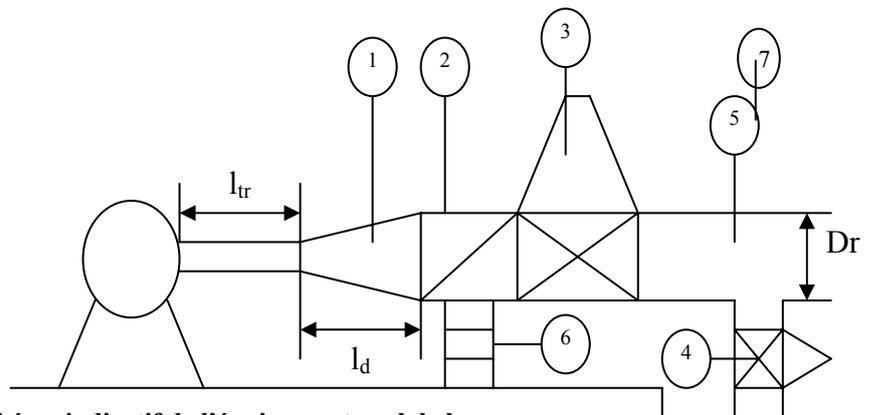


Figure 1: Schéma indicatif de l'équipement aval de la pompe

On a donc :

. l_{tr} : Longueur du tronçon venant avant et après la singularité : $l_{tr} \geq 2 \cdot D_r$

(D_r : diamètre (économique) de la conduite de refoulement –conduite–) ;

. l_d : Longueur du divergeant ; $l_d = (3,5 \div 4)(D_r - d_r)$;

. d_r : Diamètre du tulipe de refoulement (pompe) ;

Tableau VI.10: Les dimensions des équipements aval installé

d_r (mm)	D_r (mm)	l_{tr} (m)	l_d (m)
150	630	1	2

On a : $V_r = \frac{4 \cdot Q_p}{\pi \cdot D_r^2} = \frac{4 \cdot (1314/3600)}{3,14 \cdot (0,63)^2} = 1,17m/s$; $V_r = 1,17m/s$ vitesse admissible ;

- **Robinet vanne:**

Le robinet vanne installé avant et après la pompe est de type à cage méplate en fonte avec tige fileté

- **Clapet anti-retour:**

Le clapet anti-retour avec axe de battant intérieur est installé après la vanne.

VI.6.9 Rendement de la station de pompage :

$$\eta_{sp} = \eta_p \cdot \eta_{mot} \cdot \eta_{ac} \cdot \eta_{res}$$

η_{sp} : Rendement de la station de pompage

η_p : Rendement de la pompe choisie = 0,77

η_{mot} : Rendement du moteur électrique = 0,93

η_{ac} : Rendement du mode de raccordement = 1 (Accouplement direct)

η_{res} : Rendement du réseau électrique = 0,99

$$\eta_{sp} = 0,77 * 0,93 * 1 * 0,99 = 0,73 = 71\% \quad \text{donc : } \eta_{sp} = 71\%$$

-La caractéristique de la pompe et du moteur *sont regroupé dans l'annexe-6- .*

VI.6.10 Types des bâtiments des stations de pompage :

- Bâtiment type surface.
- Bâtiment type bloc.
- Bâtiment type bache mouillé avec une pompe noyée
- Bâtiment type bache mouillé avec une pompe dénoyée
- Bâtiment type puits bloc.
- Bâtiment type bache sèche
- Bâtiment type puits bache sèche.

VI.6.10.1 Modalité de construction du bâtiment :

Les groupes sont souvent installés en lignes, si le nombre des pompes dépasse 5,

Les pompes seront installées en parallèle. Le contact entre le sol et la fondation ne doit pas présenter des déformations, ou bien des défauts dans la construction, les travaux de bétonnage devront être faits soigneusement et avec précaution.

VI.6.10.2 Partie supérieure du bâtiment :

Le bâtiment est généralement construit sous forme rectangulaire et comporte des salles de machines, plus une plateforme de montage et démontage, une salle annexe (pour le bureau d'exploitation, toilette, salle de stockage, salle des armoires électriques).

Il est recommandé de prendre la hauteur de station de pompage normalisée (H_b : 3,5 m ; 4,2 m ; 4,8 m ; 5,4 m ; 6 m....)

La longueur du bâtiment $l_b = 3, 6, 18, 21, 24$ m

La distance entre les poteaux (3, 6, 9, 12..).

On note quelques normes à respecter dans la construction du bâtiment :

Distance entre les pompes entre 0,8 et 1,2 m ;

Distance entre les groupes électriques et les vitres de commande est de l'ordre de $l > 2$ m.

Distance entre les armoires de commande

Dimensions des portes 3×3 ; $3,6 \times 3,6$; 4×3 ; $4,2 \times 4$; $4,8 \times 5,4$

La surface des fenêtres est prise entre 10 et 15 % de la surface de la salle des machines.

VI.6.10.3 Dimensionnement du bâtiment :

a) La hauteur du bâtiment :

$$H_b = h_5 + h_6 + h_7 + h_8 + h_9$$

h_5 : Distance vertical $h_5 = h_p + h_{\text{socle}} + h_{\text{reserve}}$

$$h_{\text{reserve}} = 0,5 \text{ m}$$

$h_{\text{socle}} = (20 \div 60)$ cm en prend $h_{\text{socle}} = 40$ cm

h_p : Hauteur de la pompe est égale à 941 mm = 0,941 m

$$h_5 = 0,941 + 0,5 + 0,4 = 1,841 \text{ m}$$

h_6 : Hauteur réservée à l'homme ; $h_6 = 2,2$ m

h_7 : Hauteur de chariot; $h_7 = 0,3$ m

h_8 : Hauteur profilée; $h_8 = 0,8$ m

h_9 : Hauteur de sécurité; $h_9 = 0,5$ m

$$H_b = 1,841 + 2,2 + 0,3 + 0,8 + 0,5 = 5,641 \text{ m.} \quad \mathbf{H_b = 5,641 \approx 6 \text{ m}}$$

b) Largeur du bâtiment :

$$l_b = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + 2S$$

S: (20 – 40) cm : épaisseur de mur on le prend = 30cm

l_1 : distance entre le mur et le premier organe = (20-30) cm = 30cm

l_2 : distance entre les tubulures = (15-20) cm = 20 cm

l_3 : longueur des accessoires à l'aspiration

l_4 : longueur des accessoires au refoulement.

$$l_3 + l_4 = l_p + l_{\text{asp}} + l_{\text{ref}} + l_{\text{tr}}$$

l_{tr} : (0,8 – 1,2) m : réserve on prend $l_{\text{tr}} = 1$ m

l_p : Longueur de la pompe = 2565.mm = 2,565 m

Pour l'aspiration nous avons :

$L_c = 0,35$ m, $l_{tr} = 0,6$ m.

Pour le refoulement nous avons :

$L_{tr} = 1$ m; $l_d = 2$ m.

$l_b = 0,3 + 0,2 + 2,655 + 0,6 + 0,35 + 1 + 2 + 2 * 0,3 = 6,5$ m.

$l_b = 8$ m

c) La longueur du bâtiment :

La longueur du bâtiment est calculée par la formule suivante :

$L_b = n_p.L + l_{int} + l_p.f + l_r + l_p$

n_p : nombre de pompes =4 pompes;

L : Longueur de la pompe+ moteur ; $A=1850$ mm

l_{int} : Distance entre deux pompes voisines;

$l_p.f$: Longueur de la plate forme;

l_p : Longueur du bureau du personnel

l_r : Longueur d'armoire électrique

$L_b = 6 * 2,565 + 1 + 1,5 + 4 + 4 * 1,5 = 23$. **$L_b = 29$ m**

d) Distance entre les ranges des pompes et les groupes électrique :

Si $U < 1000$ volts $\Rightarrow L' < 1$ m

Si $U > 1000$ volts $\Rightarrow L' > 1,2$ m

Dans notre cas $U = 400$ volts $\Rightarrow L < 1$ m on prend : $L = 1$ m

e) Dimension de la Marche des escaliers:

Hauteur : 15cm-16,5cm-17,3cm on prend $H = 16,5$ cm

Largeur : 30cm-29,26cm on prend $l = 30$ cm

Longueur : 90cm-220cm on prend $L = 180$ cm

Pente : 1/1,75 ou bien 1/1,15 on prend $i = 1/1,175$ cm

f) Bureau du chef d'exploitation:

H : hauteur du bureau $H = 3$ m H : hauteur du bureau $H = 3$ m

S : surface du bureau $S = 12$ m² (4*3)

g) Bureau du personnel (magazine):

S : surface du bureau $S = 15$ m² (5*3)

h) Plateforme de montage:

Elle sert à l'entretien du groupe électropompes

Sa longueur de plat forme = largeur de la salle des machines

$L_{\text{plat forme}} = \text{Longueur de la plateforme de montage} = 1,5 * \text{distance entre les groupes}$

$L_{\text{plat forme}} = 1,5 * 1 = 1,5 \text{ m}$

VI.7 Dimensionnement du réservoir de distribution :

VI.7.1 Forme de réservoir :

La section circulaire est généralement adoptée pour les réservoirs de capacité inférieure à 10000 m³, ce qui permet de choisir cette forme pour tous les réservoirs terminaux.

La hauteur d'eau utile est limitée généralement entre 3 et 8 mètres.

VI.7.2 Dimensionnement du réservoir par la méthode de bilan d'eau :

Le débit entrant le réservoir de stockage (R.S) pendant 16h est :

$Q_{\text{jour}} = 1314 \text{ m}^3/\text{h}$ pendant 16h ou $0,365 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tableau VI.11: Le bilan de Distributions et l'apport journalier d'eau.

Heur (h)	Apporte (%)	distribution (%)	Stockage (%)	Déstocage (%)	Volume (%)
1	5	4.17	0,83	-	0
2	5	4.17	0,83	-	0,83
3	5	4.17	0,83	-	0
4	5	4.17	0,83	-	0,83
5	5	4.17	0,83	-	1,66
6	5	4.17	0,83	-	2,49
7	5	4.17	0,83	-	3,32
8	5	4.17	0,83	-	4,15
9	5	4.17	0,83	-	4,98
10	5	4.17	0,83	-	5,81
11	5	4.17	0,83	-	6,64
12	5	4.17	0,83	-	7,47
13	5	4.17	0,83	-	8,3
14	5	4.17	0,83	-	9,13
15	5	4.17	0,83	-	9,96
16	5	4.17	0,83	-	10,79
17	5	4.17	0,83	-	11,62
18	5	4.17	0,83	-	12,45

VI.7.3 Le diamètre de la cuve :

On calcule le diamètre de la cuve moyennant la formule

$$S = \frac{V_n}{h} \Rightarrow \frac{\pi * D^2}{4} = \frac{V_n}{h} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4 * V_n}{\pi * h}}$$

V_n : capacité normalisée du réservoir (m^3) ;

S : section du réservoir (m^2) ;

D : diamètre de la cuve (m) ;

h : hauteur utile optimale d'eau (m), $3 < h < 8$ m

Le volume du réservoir sera égal :

$$V_u = \frac{11 * 31536}{100} = 3467 \text{ m}^3$$

D'où la capacité normalisée du réservoir (m^3) sera : $V_n = 3467 m^3$.

Les dimensions du réservoir sont de 6m de hauteur.

$$D = \sqrt{\frac{4 * 3467}{\pi * 7}} = 25 \text{ m}$$

Conclusion :

D'après notre étude nous avons abouti à une conduite gravitaire de diamètre **DN=500 mm** qui permet de véhiculer le débit jusqu'aux bache de reprise **700 m³**. Et conduite de refoulement de diamètre **DN=630 mm** qui transfert l'eau vers un réservoir de stockage avec une hauteur manométrique **HMT=86m**, et nous avons pu déterminée le nombre et le type de pompe favorable aux conditions de refoulement ainsi que les dimensions des différents équipements en amont et en aval de la pompe.

CHAPITRE VII: DIMENSIONNEMENT A LA PARCELLE

Introduction :

Le choix du mode d'irrigation dépend de certains facteurs techniques et sociologiques. Les facteurs techniques englobent le type de culture, le type de sol, la structure parcellaire, la topographie et la qualité d'eau.

Les facteurs sociologiques incluent la structure des exploitations, les coûts d'investissement, les frais de fonctionnement et d'entretien et les besoins en main d'œuvre. La disponibilité en matériel sur le marché national constitue un facteur important en ce qui concerne le choix de la méthode d'irrigation.

VII.1 Les procédés d'irrigation :

Les procédés d'irrigation qu'on peut appliquer dans le périmètre de TAGHARIST sont :

- Irrigation par aspersion.
- Irrigation localisée goutte à goutte.

VII.1.1 Irrigation par aspersion :

Dans cette méthode l'eau parvient aux cultures sous forme de pluie artificielle grâce à des appareils alimentés en eau sous pression appelés (Asperseurs).

Plusieurs dispositifs peuvent être envisagés. Parmi ces dispositifs, les plus répandus et qui conviennent le mieux pour le périmètre de TAGHARIST sont :

VII.1.1.1 Equipement classique : Rampes rigides déplaçables (mobiles):

Les rampes sont constituées principalement par des tuyaux métalliques en alliage léger, disposés sur le sol équipés de raccords rapides et débitables. Ces rampes portent des asperseurs montés sur des rallonges hauteurs adaptées aux cultures à irriguer.

VII.1.1.2 Equipement Semi Mobile avec rampes souples et asperseurs sur traîneaux :

Les rampes sont identiques à celles utilisées dans l'équipement classique mais alimentant des batteries de traîneaux porte asperseurs par l'intermédiaire de tuyaux souples en matière plastique. La partie mobile est constituée par les traîneaux. Les rampes n'interviennent en déplacement qu'après avoir balayer toute la superficie irrigable par l'ensemble des asperseurs.

VII.1.1.3 Equipement Semi fixe avec rampes souples et asperseur sur traîneaux :

C'est un équipement identique au précédent, sauf que la seule intervention consiste à déplacer les traîneaux portes asperseurs en les tractant par l'intermédiaire de tuyaux souples.

VII.1.2 Irrigation goutte à goutte (Micro-irrigation) :

L'eau est distribuée à la surface du sol, ou dans des rigoles, par de nombreux (goutteurs) qui fournissent chacun un débit très faible, mais chaque fois, pendant une longue durée pouvant aller jusqu'à un arrosage quasi continu.

De plus on humecte non la totalité du sol, mais simplement une fraction correspondant à celle occupé par les racines des plantes.

VII.2 Les contraintes intervenants dans le choix de la technique d'irrigation

Le choix de la technique d'irrigation parmi celles citées précédemment se fait sur la base de l'analyse des différents modes d'irrigation et leur adaptation à certaines contraintes naturelles, agronomiques, techniques et socio-économiques.

VII.3 Analyse des différents modes d'irrigation :

Après l'analyse multicritères des différents modes d'irrigation, il ressort que :

VII.3.1 Irrigation par aspersion :

- **Les avantages :**

- Adaptable aux cultures prévues (céréales, fourrages et maraîcher).
- Economie d'eau importante. (Pas de pertes par ruissellement).
- Elle met à la disposition des agriculteurs des conditions d'arrosage très souples.
- Nécessite moins de main d'œuvre.
- Possibilité d'automatisation du système.
- Assure une forte oxygénation de l'eau.

Mais cette méthode présente des inconvénients :

- Coûts des investissements très élevés.
- Favorise le développement des mauvaises herbes.
- Nécessité d'équipement supplémentaire.
- Mauvaise adaptation pour les eaux salées.

VII.3.2 Irrigation goutte à goutte :

- Adaptable aux cultures prévues (arboriculture, et le maraîcher).
- Economie d'eau totale. (Irrigation par plants).
- Elle met à la disposition des agriculteurs des conditions d'arrosage très souples.
- Nécessite moins de main d'œuvre.
- Possibilité d'automatisation du système.

Mais cette méthode présente des inconvénients :

- Coûts des investissements très élevés.
- Favorise le développement des mauvaises herbes.
- Nécessité d'équipement supplémentaire.
- Mauvaise adaptation pour les eaux salées.
- Bouchage de goutteur et colmatage des gaines d'irrigation à cause du calcaire.

VII.4 Projection d'un système d'irrigation par aspersion classique sur une parcelle de Blé dur :

On va projeter une installation d'aspersion semi mobile comprenant des canalisations principales fixes et des rampes mobiles. De ce fait on prend un îlot qui va servir de modèle pour tous les autres. Aléatoirement on a pris le numéro I22 qui s'étend sur une superficie égale à 10 ha.

VII.4.1 Le diamètre de l'ajutage :

La texture du sol étant liomono-argileuse la perméabilité du sol est donc de $K= 20\text{mm/h}$.

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

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

$$p = \frac{1.5 \cdot d}{0,6}$$
$$d = \frac{20 \times 0,6}{1,5} = 8 \text{ mm}$$

D'après la fiche technique d'un arroseur Figure annexe (5), le diamètre de la buse normalisé le plus proche est de **7mm**.

VII.4.2 la portée du jet (L) :

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

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

Tel que d : diamètre de la buse (mm)

h : pression à la buse (40m)

$$L = 3 * (7)^{0.5} \times (40)^{0.25} = 19 \text{ m}$$

Comme cette formule demande encore plus de précision on va prendre la valeur du catalogue Figure annexe (5), pour le diamètre de la buse de 7mm et une pression de 4 bars la portée est de **19m**.

VII.4.3 Calcul des écartements entre les rampes et arroseurs :

Les normes recommandent l'écartement maximum suivant :

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

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

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

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

Notre zone d'étude présente des vitesses maximales de vent de l'ordre de 3 m/s = 10,8 Km/h, donc on prend les valeurs maximales :

$$E_l = 1,02 \times 19 = 19m$$

$$E_a = 0,5 \times 19 = 9,5 m$$

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

VII.4.4 Calcul du débit de l'asperseur :

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

$$q = m \times \frac{\pi \times d^2}{4} \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = 0,95 \times \frac{3,14 \times (7 \times 10^{-3})^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot 40} = 3,45 m^3 / h$$

h : pression à la buse (40m)

m=0,95

Ou bien à partir du tableau annexe on trouve $q = 3,48 m^3/h$.

VII.4.5 Vérification de la pluviométrie de la buse :

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

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

Donc le diamètre d de la buse assurera une pluviométrie $P \leq K=20mm/h$.

VII.4.6 Le temps nécessaire pour donner une dose par 1 asperseur :

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

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

La dose est la réserve facilement utilisable RFU en mm.

RFU = 70mm = la Dose

Dose réelle = 70*0,9= 63mm

Dose brut = 63/0,75=84mm , avec 0,75 et c'est l'efficience de l'asperseur.

$$T = \frac{D_{brut}}{P} = \frac{84}{6} = 14 \text{ h}$$

Donc on pourra adapter un (1) position par jour pour un asperseur, ce qui donne un temps de fonctionnement d'un asperseur par jour égal à 14h.

VII.4.6.1 Nombre D'irrigation :

$$N_i = \frac{B_{net}}{Dose} = \frac{158,6}{70} = 3 \text{ fois/mois.}$$

$$D_r = \frac{B_{net}}{3} = 53 \text{ mm}$$

VII.4.6.2 La durée d'une rotation d'irrigation :

$$D(jr) = \frac{24}{3} = 8 \text{ j}$$

VII.4.7 volume fourni par 1 asperseur pendant 1 mois :

V = nombre de positions par jour × nombre de jour par mois × dose × E₁ × E_a

$$v = 1 \times 24 \times 0,07 \times 24 \times 24 = 967,7 \text{ m}^3.$$

VII.4.8 Volume à épandre en 1 mois sur toute la parcelle :

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

Pour le mois de pointe :

$$B_{\text{mensuel}} = 158,6 \text{ mm} = 158,6 \times 10 = 1586 \text{ m}^3/\text{ha}, \text{ et } S = 10 \text{ ha (la surface de blé).}$$

$$V_t = 1586 \times 10 = 15860 \text{ m}^3$$

VII.4.9 Le nombre d'asperseurs :

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

$$N_{asp} = \frac{V_t}{V_{asp}} = \frac{15860}{967,7} = 15 \text{ asp}$$

Donc le nombre d'asperseurs qu'on va utiliser est de $N=15$.

VII.4.10 calcul du nombre de rampes :

La longueur de la rampe :

$$\frac{\text{largeur}}{2} - \frac{E_a}{2} = \frac{216}{2} - \frac{24}{2} = 96 \text{ m}$$

Donc la longueur de la rampe est égal **96m**.

Nombre d'asperseurs par rampe :

$$N_a = \frac{\text{largeur}}{E_a} + 1 = \frac{96}{24} + 1 = 4 \text{ asp}$$

Nombre de rampes :

$$N_R = \frac{N}{N_a} = \frac{16}{4} = 4 \text{ rampe}$$

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

$$Q_r = 3,48 \times 4 = 13,92 \text{ m}^3/\text{h}.$$

debit total $13.92 * 4 = 55.69 \text{ m}^3/\text{h}$

Nombre de position de rampes :

$$N_r = \frac{L}{E_l} = \frac{463}{24} = 20$$

VII.4.11 Nombre de poste :

$$N_{\text{poste}} = N_{\text{posit}} \frac{N_{\text{bonde}}}{N_r} = 20 \frac{2}{4} = 10 \text{ poste}$$

VII.4.12 Surface de chaque poste

$$S_{\text{poste}} = \frac{S}{N_{\text{poste}}} = \frac{10}{10} = 1 \text{ ha}$$

Le débit total par nombre de rampes : $13,92 \times 4 = 55.68 \text{ m}^3/\text{h}$

VII.4.13 Dimensionnement des canalisations :

VII.4.13.1 calcul des pertes de charge :

L'expression générale des pertes de charges linéaire dans les tubes est calculée généralement par une formule de type Manning :

$$j = a \frac{Q^b}{D^c}$$

Avec : j : perte de charge unitaire en m/m

Q : débit en m^3/s .

D : diamètre de la canalisation en m.

La formule de Manning correspond aux paramètres suivants :

$$a=10.294 n^2; \quad b=2; \quad c=5.333$$

Soit une rampe équipée de m asperseurs, implantés à un écartement E, avec un asperseur disposé à une distance E du début de la rampe. La perte de charge totale dans la rampe est :

$$\Delta H = \left[\frac{a \cdot Q^b}{D^c} \right] \cdot E \cdot \frac{1}{m^b} \sum_{i=1}^m i^b$$

Le premier terme entre crochets représente la perte de charge unitaire j provoqué par le débit Q entrant dans la rampe de diamètre D.

Le deuxième terme peut définir une longueur fictive de la rampe L_f , par laquelle il suffit de multiplier la perte de charge unitaire j pour obtenir la perte de charge totale de la rampe.

$$\Delta H = j \cdot L_f$$

$$L_f = E \frac{1}{m^{b+1}} \sum_{i=1}^m i^b$$

Avec : $b=2$

$$\Rightarrow \frac{1}{m^2} (1^2+2^2+3^2+4^2+\dots+n^2) = \frac{1}{m^2} \cdot \frac{m(m+1) \cdot (2m+1)}{6} = \frac{(m+1) \cdot (2m+1)}{6m}$$

En effet, du point de vue perte de charge, chacune des rampes de notre réseau est équivalente à une conduite portant un débit de 13,92 m³/h sur une longueur fictive égale à 45 m.

Pour l'asperseur le plus défavorisé, le trajet le plus long est donc de (93 – 24) + 45 = 114 m en longueur fictive.

La pression de fonctionnement de l'asperseur est de 4 bars. L'application de la règle de **Christiansen** conduit à imposer une perte de charge maximale de 0.8 bars (8m .c. e) entre l'asperseur le plus défavorisé (à l'extrémité du trajet de 114 m) et l'asperseur le plus favorisé (au voisinage de la desserte). La perte de charge unitaire moyenne sur ce trajet serait donc :

$$i = \frac{8}{114} = 0,07 \quad m/m$$

VII.4.13.2 Diamètre de la conduite d'approche :

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

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

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \times 27,84}{3,14 \times 1,8 \times 3600}} = 74 \quad mm$$

Seules les conduites de diamètre 68,9 à 201,5 mm respectent cette condition.

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

88 mm \square D_{éco} \square 75 mm.

Cette condition fait apparaître que le diamètre 75,1 mm est le plus approprié.

Le diamètre pour lequel on admet une perte de charge maximale unitaire de 0.07m/m sera :

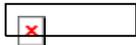
$$D = \sqrt[5.333]{\frac{0.00103 \cdot Q^2}{J}} = \sqrt[5.333]{\frac{0,00103 \times (27,84)^2}{0,07 \cdot (3600)^2}} = 73 \text{ mm}$$

Seules les conduites de diamètre 75,1 à 201.5 mm respectent cette condition.

Les pertes de charge réelles dans la conduite d'approche, pour le diamètre **75.1 mm** sont :

$$i = 0,00103 \times \frac{(27,84)^2}{(0,075)^2 \cdot 3600^2} = 0,06 \text{ m/m}$$

Le diamètre de la conduite d'approche est D = 75,1mm



$$\Delta h = 0,06 \times 114 = 6,84 \text{ m}$$

La perte de charge totale sur la conduite d'approche est : 6,84m.

VII.4.13.3 Diamètre de la rampe :

$$i = \frac{a \times n^2 \times Q^2}{D^{5.333}} = \frac{10,294 \times (0,010)^2}{(0,0689)^{5.333}} \times \left(\frac{13,92}{3600}\right)^2 = 0,024 \text{ m/m}$$

$$\Delta h = i \times L_r = 0,024 \times 45 = 1,08 \text{ m}$$

La perte de charge disponible pour la rampe la plus défavorisée sera donc de : 8 – 1.08= 6,92 m.

La longueur fictive de la rampe étant de 45 m, la perte de charge unitaire disponible sera égale à :

$$i = \frac{6,92}{45} = 0,15 \text{ m/m}$$

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

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \times 13,92}{\pi \times 1,8 \times 3600}} = 52 \text{ mm}$$

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

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

Pour $1,25 < v < 1,5 \text{ m/s}$ on a $62 > D_{\text{éco}} > 57 \text{ mm}$.

Donc le diamètre le plus approprié est d = 68,9mm.

Le diamètre pour lequel on admet une perte de charge maximale unitaire de 0.15m/m est :

$$D_t = \sqrt[5.333]{\frac{0,00103 \times Q^2}{i}} = \sqrt[5.333]{\frac{0,00103 \times (13,92)^2}{0,15 * (3600)^2}} = 49mm$$

Les diamètres qui correspondent à la condition sont ceux allant de 49,9mm jusqu'à 201.5mm.

Le diamètre retenu pour la rampe et qui satisfait ces trois conditions est celui de **49.9mm**.

La perte de charge unitaire provoquée sur la rampe sera :

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

$$i = 0,00103 \frac{(13,92)^2}{(0,068)^{5.333} \times (3600)^2} = 0,0$$

Les pertes de charge sur la rampe :

$$\Delta h = i \cdot L = 0,013 \times 45 = 0,57 m$$

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

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

$$\Delta H_t = 6,84 + (2 \times 0,57) = 7,98m.$$

Remarque :

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

VII.5 Projection d'un système d'irrigation goutte à goutte :

VII.5.1 Composition d'une installation d'irrigation goutte à goutte :

VII.5.1.1 Point de fourniture d'eau :

Une crépine filtrante peut être nécessaire si la ressource en eau, constituée par un petit barrage (lac collinaire) ou un cours d'eau, contient de la matière organique ou des particules en suspension, mais non si elle est relativement propre.

VII.5.1.2 La conduite principale :

C'est la conduite qui relie au point de fourniture d'eau les divers portes rampes. Elle est en PVC rigide ou en acier galvanisé comme en irrigation par aspersion. Pour les petites installations, du polyéthylène haute densité peut également être utilisé.

VII.5.1.3 Porte rampes :

C'est la conduite qui alimente les rampes d'un seul côté ou des deux côtés. Ils peuvent être soit en polyéthylène moyenne densité (PE), soit en chlorure de polyvinyle rigide (PVC).

VII.5.1.4 Les rampe :

Qui sont toujours en PE_{BD} (polyéthylène basse densité), à l'exception de quelques installations où l'on a utilisé du PVC rigide de petit diamètre. Les distributeurs y sont fixés avec un espacement prédéterminé. Il existe d'autres types de rampes qui assurent à la fois le transport et la distribution de l'eau, par exemple les rampes (ou gaines) poreuses ou perforées (à simple ou double section).

VII.5.1.5 Les distributeurs :

Les distributeurs constituent la partie essentielle de l'installation. C'est à partir d'eux que l'eau sort, à la pression atmosphérique, en débits faibles et réguliers. Ils peuvent être des goutteurs à très faible débit (quelques l/h), dont il existe de très nombreux types différents, des ajutages ou des minis diffuseurs dont le débit est un peu plus important (quelques dizaines de l/h).

VII.5.2 Les besoins en eau de la parcelle de pommier:

Les données de base :

- Texture moyenne.
- Surface totale de pommier est égal 15ha.
- S_a : espacement entre les arbres sur la ligne est égal 4m.
- S_r : espacement entre les lignes de range d'arbre est égal 6m.
- Débit de goutteur est égal 4l/h.
- rayon d'action de chaque goutteur $R = 0,5m$.
- Débit spécifique $q_s = 1,4l/s/ha$.
- Débit caractéristique $Q_c = q_s * S = 1,4 * 15 = 21l/s$.
- Temps de travail maximal par jour est égal 22 heures.
- Surface humidifiée pour un goutteur: $S_h = 3,14 * (R)^2 = 3,14 * (0,5)^2 = 0,785m^2$

$$\Rightarrow \text{Les besoins journaliers } p = \frac{288}{31} = 9,3mm / j$$

• Calcul du K_r :

$$K_r = C_s + 0,5 * (1 - C_s) = 0,6 + 0,5 * (1 - 0,6) = 0,8 \quad C_s : \text{couverture du sol en\%}$$

K_r : coefficient de réduction

Les besoins seront réduits sont : $B_{nette} = 9,3 * 0,8 = 7,44mm$.

• Calcul des besoins bruts :

$$B_{brut} = \frac{B_{net}}{R_p} = \frac{7,44}{0,85} = 8,75mm.$$

Tel que : 0,85 est l'efficience du système d'irrigation localisé

- **Pourcentage du sol humidifié :**

D'après l'abaque de guide d'estimation : P=30%.

- **La dose nette pratique:**

$$Dp_{net} = RFU = 70mm * 0,3 = 21mm$$

- **La dose réelle :**

$$Dr = 21 * 0,9 = 18,9mm$$

- **La dose brute pratique :**

$$Db = \frac{Dp_{net}}{Rp} = \frac{18,9}{0,85} = 22,23mm$$

- **Fréquence des arrosages**

Espacement entre deux arrosages :

$$F = \frac{D_{net}}{B_{net}} = \frac{21}{7,44} = 3j.$$

- **La durée d'arrosage :**

$$t = \frac{D_{brut} * Sa * Sr}{Ng * Qg} = \frac{22,23 * 6 * 4}{4 * 4} = 33h$$

- **La durée d'arrosage journalier:**

$$Dj = \frac{Durée(t)}{F} = \frac{33}{3} = 11h$$

- **Nombre de poste :**

$$N_p = \frac{F * t}{Dj} = \frac{3 * 33}{11} = 9 postes$$

- **Surface de la parcelle :**

$$S_p = \frac{St}{N_p} = \frac{15}{9} = 1,67 \text{ ha}$$

- **Nombre de poste en marche par jour :**

$$N_{p/jour} = N_p / F = 9/3 = 3 \text{ poste pour un jour.}$$

- **Surface de la rampe :**

$$Al = L_r * S_p = 100 * 6 = 600m^2$$

- **Nombre de rampe par poste :**

$$N_r = \frac{Surface_{poste}}{AL} = \frac{1,67 * 10^4}{600} = 28 rampe.$$

- **Nombre de goutteurs par rampe :**

Le nombre de goutteurs par disposition sera calculé comme suit :

$$N_g = \frac{L_{rampe}}{Sa}$$

Tel que L : longueur de la rampe L = 100 m

E : espacement entre ponts de distribution.

$$N_g = \frac{100 * 4}{4} = 100 \text{ Goutteurs.}$$

- **Le débit moyen par rampe :**

$$Q_r = N_g \times Q_g$$

Tel que : N_g = nombre de goûteurs

Q_g = Débit d'un goûteur

$$Q_r = 4 * 100 = 400 \text{ l/h}$$

- **Le débit de toutes les rampes ou de la porte rampe :**

Le débit demandé pour le fonctionnement simultané des 34 rampes est de :

$$Q_{porte}^{rampe} = Q^{rampe} \times N^{rampe}$$

$$Q = 400 \times 28 = 11200 \text{ l/h.}$$

VII.5.3 Calcul hydraulique :

VII.5.3.1 Calcul des diamètres des portes rampes ,des rampes et de la conduite principale :

Le diamètre de toutes ces conduites de part la condition de vitesse maximale est :

La vitesse maximale admise est de 1.8m/s, ce qui donne

Le diamètre des conduites selon la condition des pertes de charges :

Si on admet que pour chaque rampe on a besoin d'une pression égale à 1bar. Et qu'on assimile les portes rampes à des rampes cas de l'aspersion classique, la règle de Christiansen nous indique que les pertes de charges ne doivent pas dépasser 20% de la pression de service ce qui correspond à (2 m.c.e). Pour cette assimilation on doit introduire la notion de la longueur équivalente déjà vue dans le dimensionnement de l'aspersion classique.

VII.5.3.2 Conditions hydrauliques

Variation maximale de débit entre goutteurs

Variation maximale de la pression

$$q = K \times H^x ; x=0.5$$

$$\frac{\Delta q}{q_g} = x \times \frac{\Delta H}{H_n}$$

H_n : Pression nominale

H=10mce

Règle de christiansen :

$$\Delta q / q = 10\% = 0,1 \quad \text{ou} \quad \Delta H / H = 0,2$$

$$\Delta q / q = 0,5 * \Delta H / H \implies 0,1 = 0,5 * \Delta H / 10 \implies \Delta H = 1 / 0,5 = 2 \text{ mce}$$

Perte de charge singulière : 10% de ΔH

Perte de charge linéaire : $1/3 \implies$ dans porte rampe, et $2/3 \implies$ dans la rampe.

Perte de charge linéaire : $\Delta H - 0,10 \Delta H = 1,8 \text{ mce}$

Pour la porte rampe : $\Delta H = 1,8 * 1/3 = 0,6 \text{ mce}$

Pour la rampe : $\Delta H = 1,8 * 2/3 = 1,2 \text{ mce}$

VII.5.3.3 Canalisation :

- **Le diamètre de la rampe :**

$$D = \left[\frac{P_{dc}^r \times 2,75}{0,478 \times Q_r^{1,75} \times L_r} \right]^{(-1/4,75)}$$

$$D = \left[\frac{1,2 \times 2,75}{0,478 \times (400)^{1,75} \times 100} \right]^{(-1/4,75)} = 16 \text{ mm}$$

Si on recalcule les pertes de charge :

$$j_{PVC} = \left[\frac{0,478 \times D^{-4,75} \times Q^{1,75} \times L}{2,75} \right]$$

$$j_{PVC} = \left[\frac{0,478 \times (16)^{-4,75} \times (400)^{1,75} \times 100}{2,75} \right] = 1,18 \text{ mce}$$

$j_{PVC} = 1,18 \text{ m} < 1,2 \text{ m} \implies$ la condition est vérifiée

- **La vitesse de la rampe :**

$$V = \frac{4 * Q_r}{3,14 D r^2} = \frac{4 * 0,00011}{3,14 * (0,016)^2} = 0,54 \text{ m/s}$$

- **Diamètre de la porte rampe :**

$$D = \left[\frac{P_{dc}^r \times 2,75}{0,478 \times Q_r^{1,75} \times L_r} \right]^{(-1/4,75)}$$

$$D = \left[\frac{0,6 \times 2,75}{0,478 \times (11200)^{1,75} \times 167} \right]^{(-1/4,75)} = 70 \text{ mm}$$

$$j_{PVC} = \left[\frac{0,478 \times (70)^{-4,75} \times (11200)^{1,75} \times 167}{2,75} \right] = 0,57 \text{ mce}$$

- **Les pertes de charge :**

$j_{PVC} = 0,57 \text{ m} < 0,6 \text{ m} \implies$ la condition est vérifiée

- La vitesse de la porte rampe :

$$V = \frac{4 * Q_{pr}}{3,14 D_{pr}^2} = \frac{4 * 0,003}{3,14 * (0,07)^2} = 0,8 \text{ m/s}$$

Tableau VII.1 : Les besoins en eau et calcul hydraulique de la parcelle de pommier, olivier:

calcul des paramètres hydrauliques	unité	Olivier	Pommier
surface totale	ha	20	15
la distance entre les rampes	m	6	6
la distance entre les cultures	m	5	4
débit de gouteur	l/heur	4	4
temps maximal de travail	heur	18	18
besoin nette	mm	206,8	288
besoin journalier	mm/j	6,67	9,3
Kr		0,85	0,8
besoin*kr	mm	5,67	7,44
besoin brut	mm	6,67	8,75
dose pratique	mm	34,2	21
dose réelle	mm	30,78	18,9
la dose brute	mm	36,2	22,23
fréquence d'arrosage	j	6	3
la durée d'arrosage	heur	64	33
la durée d'arrosage	heur	10,67	11
nombre de poste	poste	36	9
surface de porte rampe (poste)	ha	0,55	1,67
Nombre de poste par jour		6	3
surface de rampe	m ²	330	600
nombre de la rampe	rampe	17	28
largeur de poste	m	100	167
nombre de goutteurs par rampe	goutteur	55	100
Q par rampe	l/h	220	400
Q par portes rampe	l/h	3740	11200
diamètre de la rampe	mm	16	16
diamètre de porte rampe	mm	50	70
j _{pvc} de la rampe	m	0,89	1,18
j _{pvc} de porte rampe	m	0,26	0,57
Vitesse de rampe	m/s	0,55	0,54
Vitesse de porte rampe	m/s	1	0,8

- **Le diamètre de la conduite secondaire :**

$$Q = V \times S \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}}$$

La vitesse maximale admise est de 1.8 m/s, ce qui donne

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0,01}{\pi \times 1,8}} = 80 \text{ mm}$$

- **Les pertes de charge dans la conduite secondaire (418 m):**

$$j_{PVC} = \left[\frac{0,478 \times D^{-4,75} \times Q^{1,75} \times L}{2,75} \right]$$

$$j_{PVC} = \left[\frac{0,478 \times (80)^{-4,75} \times (33600)^{1,75} \times 418}{2,75} \right] = 5,53 \text{ mce}$$

- **Dans une canalisation assurant un débit en route :**

La perte de charge est calculée par la formule suivante :

$$J = \frac{L}{2,75} = 0,036 \frac{418}{2,75} = 5,47$$

VII.5.3.4 La pression dans le goûteur le plus défavorisé :

- **Pour l'ilot de Pommier (I-7) :**

$$P = 1,18 + 0,57 + 5,53 + 10 = 17,22 \text{ m} = 1,7 \text{ bar}$$

- **Pour les l'ilot d'Olivier (I-33) :**

$$P = 0,89 + 0,26 + 3 + 10 = 14,15 \text{ m} = 1,4 \text{ bar}$$

VII.5.3.5 La pression nécessaire en tête des ilots du périmètre :

- **Pour l'ilot de Pommier (I-7) :**

$$\Delta H = 1245 - 1180 = 65 \text{ m} = 6,5 \text{ bar}$$

- **Pour l'ilot d'Olivier (I-7) :**

$$\Delta H = 1245 - 1205 = 40 \text{ m} = 4 \text{ bar}$$

Donc la pression en tête des ilots est assurant les goûteurs les plus défavorisé.

VII.5.3.6 La pression nécessaire en tête du périmètre :

On a : Le diamètre à la sorti de Bassin de stockage et le nœud N₅ est 630mm (diamètre donnée)

$$\text{Donc : } Q = V \times S = (V \times \pi \times D^2) / 4$$

Q : débit maximal pour une journée.

V : la vitesse maximale

S : section de la conduite

$$V = 4 \times Q / \pi \times D^2 = 4 \times 0,365 / 3,14 \times (0,63)^2 = 1,17 \text{ m/s}$$

Le point le plus défavorable est situé au 1227m, et la cote radier de Bassin de stockage est 1245m.

$$C_{pN-5} = 1227 + 10 = 1237 \text{ m}$$

$$\Delta H_t = \frac{K' \times L \times Q^\beta}{D_{av}^m}$$

$$\Delta H_t = \frac{0,00179 \times 84 \times (0,365)^2}{(0,63)^{5,3}} = 0,23 \text{ m}$$

Donc :

$$C_r - \Delta H_t = 1245 - 0,23 = 1244,77 \text{ m.}$$

Donc la pression en tête du périmètre est assurée.

Conclusion :

Dans le présent dossier et après avoir donné les différents modes d'irrigation par taille et type d'exploitation en se basant sur les données de l'enquête foncière, et la situation développée.

En opte par un mode d'irrigation mixte (aspersion+ goutte à goutte).

Ce mode sera exploité dans les phases qui suivent.

- Le système Goutte à goutte est orienté pour l'arboriculture et les cultures maraichères.
- Le système aspersion est proposé pour la céréaliculture et les cultures maraichères.

CHAPITRE VIII : ORGANISATION DE CHANTIER

Introduction :

L'importance économique de l'ensemble des ouvrages hydrauliques sera pour une part, fonction d'une organisation qui consiste à la détermination, la coordination et à la mise en œuvre des moyens nécessaires pour la réalisation et l'exécution des travaux dans les meilleures conditions et dans les plus brefs délais.

VIII.1 Les actions reçues par les conduites :

La Pose des conduites demeure un facteur très important pour une protection des conduites celles-ci peuvent être posés de différentes manières selon le lieu et les obstacles rencontrés s'ils existent

- Les conduites enterrées sont soumises à des actions qui sont les suivantes :
- Le tassement différentiel du terrain
- Les chocs lors de la mise en œuvre
- Action des racines des arbres
- La pression verticale due au remblai
- La pression résultant des charges roulantes
- La pression résultant des charges permanentes de surface
- La pression hydrostatique extérieure due à la présence éventuelle d'une nappe phréatique

Le poids propre de l'eau véhiculée

VIII. 2 Exécution des travaux :

Les principales étapes à exécuter pour la pose des canalisations sont :

- Vérification, manutention des conduites
- Emplacement des jalons des piquets
- Aménagement du lit de pose
- La mise en place des canalisations en tranchée
- Assemblage des tuyaux
- Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints
- Remblai des tranchées

VIII.2.1 Vérification manutention des canalisations :

Les produits préfabriqués font l'objet sur chantier de vérification portant sur :

- Les quantités
- L'aspect et le contrôle de l'intégrité
- Le marquage en cas de défaut

- **Précautions :**

Les conduites sont posées sans brutalité sur le sol où dans le fond des tranchées et ne doivent pas être roulées sur des pierres ou sur le sol rocheux, mais sur des chemins de roulement.

- **Largeur du fond de la tranchée :**

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

$$B = d + (0.5 \div 1.2)$$

B : largeur de la tranchée (m)

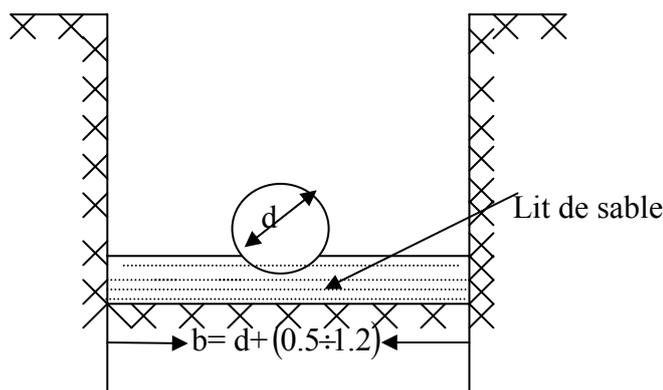
d : diamètre de la conduite (m)

- **profondeur de la tranchée :**

La profondeur de la conduite doit permettre la réalisation correcte des branchements particuliers, empêcher toute intercommunication avec les autres conduites.

La profondeur de la tranchée est :

- ✓ Profondeur de la tranchée H_{tr}
- ✓ Largeur de la tranchée b
- ✓ Distance de la mise de la cavalière.



FigVIII.1: Schéma d'une tranchée

$$H = e + d + h \quad (\text{m})$$

H : profondeur de la tranchée. (m)

e : hauteur de lit de pose. (m)

d : diamètre de la conduite. (m)

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

VIII.2.2 Aménagement du lit de pose :

Les conduites doivent être posées sur un lit de pose de 0,1 m d'épaisseur qui se compose généralement de sable bien nivelé suivant les côtes du profil en long.

VIII.2.3 Lamise en place des canalisations :

La mise en place des conduites répond aux opérations suivantes :

- Les éléments sont posés à partir de l'aval et l'emboîture des tuyaux est dirigée vers l'amont ;
- Chaque élément doit être posé avec précaution dans la tranchée et présenté dans l'axe de l'élément précédemment posé ;
- Avant la mise en place, il faut nettoyer le lit des tranchées ;
- Le calage soit définitif par remblai partiel, soit provisoire à l'aide des cales ;
- A chaque arrêt de travail, les extrémités des tuyaux non visitables sont provisoirement obturées pour éviter l'introduction des corps étrangers

VIII.2.4 Remblais des tranchées :

- L'enrobage de (10 : 15 cm) au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite,
- A l'aide des engins on continue à remblayer par des couches successives. Pour cette étape on utilise la terre des déblais ;

VII.2.5 Surveillance et entretien du réseau :

Détection des fuites d'eau :

- 1- conduites placées où il y a risque de gel
- 2- terrain agressif ou instable
- 3- caractéristiques de la conduite non adaptées à la pression de distribution
- 4- protection insuffisante par rapport au trafic de surface
- 5- mauvaise qualité du matériau
- 6- appui de la conduite sur un point dur
- 7- diverses observations permettent de déceler la présence des fuites à savoir

VIII.3 Les différents Matériel nécessaire :

Les différents engins nécessaires au chantier peuvent dans certains cas travailler simultanément, et dans d'autres d'une opération à une autre, et ceci selon le planning d'exécution des travaux



Figure VIII.2: Pelle hydraulique Figure VIII.3: Bulldozer équipée en rétro



Figure VIII.4: Compacteur a rouleau Lisse.

VIII.4 Calcule des volumes des terrassements :

VIII 4.1 Pour le canal principale (Adduction):

- **Calcul du volume de déblai :**

La surface à calculer est la surface rectangulaire

$$S = B * H ; H = 1 \text{ m}$$

$$B = d + (0.5 \div 1.2)$$

Donc: $B = 1 + \emptyset$

Tableau VIII.1 : calcul du volume de déblai

Diamètre (mm)	Longueur de la conduite (m)	H	largueur d'une tranchée b :(m)	Volume de déblai (m ³)
630	5651	2	1,6	18083,2
500	3658	2	1,5	10974
400	893	1,5	1,4	1875,3
315	4465	1,3	1,3	7545,85
250	2139	1,3	1	2780,7
200	3589	1,2	1	4306,8
160	2005	1,2	1	2406
125	1374	1,1	1	1511,4
110	342	1,1	1	376,2
90	484	1,1	1	532,4
Total				49859,45

Donc le volume total de déblai : $V_{\text{deblai}} = 1341,65 \text{ m}^3$

VIII 4.2 Calcule du volume de lit de sable :

$$V = e * b * L$$

e : épaisseur

b : largeur de tranchée

Tableau VIII.2 : calcul du volume de sable

Diamètre (mm)	Longueur de la conduite L (m)	e (m)	largeur d'une tranchée b :(m)	Volume de sable (m ³)
630	5651	0,1	1,6	904,16
500	3658	0,1	1,5	548,7
400	893	0,1	1,4	125,02
315	4465	0,1	1,3	580,45
250	2139	0,1	1	213,9
200	3589	0,1	1	358,9
160	2005	0,1	1	200,5
125	1374	0,1	1	137,4
110	342	0,1	1	34,2
90	484	0,1	1	48,4
Total				3151,63

Donc le volume total du lit de sable : $V_{\text{sable}}=134,175\text{m}^3$

VIII 4.3 Calcul du volume de remblai :

$$V_r = V_d - (V + V_s)$$

V_r : Volume du remblai compacté (m³) ;

V_d : Volume du déblai (m³) ;

V_s : Volume du sable

V : Volume occupé par la conduite (m³) ; $V = L * \frac{\pi * D^2}{4}$

Tableau VIII.3: calcul du volume de remblai

Diamètre (mm)	Longueur de la conduite (m)	Volume de déblai (m ³)	Volume de sable (m ³)	Volume occupé par la conduite (m ³)	Volume du remblai (m ³)
630	5651	18083,2	904,16	1760,662	15418,38
500	3658	10974	548,7	717,8825	9707,418
400	893	1875,3	125,02	112,1608	1638,119
315	4465	7545,85	580,45	347,7861	6617,614
250	2139	2780,7	213,9	104,9447	2461,855
200	3589	4306,8	358,9	112,6946	3835,205
160	2005	2406	200,5	40,29248	2165,208
125	1374	1511,4	137,4	16,85297	1357,147
110	342	376,2	34,2	3,248487	338,7515
90	484	532,4	48,4	3,077514	480,9225
TOTAL					43488,22

Donc le volume total du remblai : $V_{\text{ramblai}}=1140,4\text{m}^3$

VIII.5 Devis estimatif pour

VIII.5.1 Devis estimatif pour L'adduction

Tableau VIII.4: Volumes et coût des travaux total

N°	Désignation de travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant(m)
1	Déblai	m ³	49859,45	300	14957835
2	Lit de sable (sable)	m ³	3151,63	800	2521304
3	Remblai compacté	m ³	53014,08	200	10602816
4	Conduite (630mm)	mL	5651	15738,79	88939902,29
5	Conduite (500mm)	mL	3658	10152,51	37137881,58
6	Conduite (400mm)	mL	893	6698,74	5981974,82
7	Conduite (315mm)	mL	4465	4093,57	18277790,05
8	Conduite (250mm)	mL	2139	2595	5550705
9	Conduite (200mm)	mL	3589	1650,84	5924864,76
10	Conduite (160mm)	mL	2005	1142,25	2290211,25
11	Conduite (125mm)	mL	1374	680,13	934498,62
12	Conduite (110mm)	mL	342	540,5	184851
13	Conduite (90mm)	mL	484	359,09	173799,56
				Total	193478433,9

VIII.5.2 Devis estimatif pour la galerie :

Le prix d'un mètre linière égale à 294,375 DA

Notre galerie coûte : $294,375 \times 100 = 29437,5$ DA

VIII.5.3 Devis estimatif pour les accessoires :

On prend le prix des accessoires (les vannes, les raccords unions, bouchons, goutteurs, réduction)

= 0,15 du prix total de réseau d'irrigation

= $0,15 \times 19347843 = 2902176,45$ DA

Tableau VIII.5 : Devis estimatif pour la station de pompage:

N°	DESIGNATION	MONTANT(DA)
1	LOT GENIE CIVIL	8 137 500,00
2	LOT ELECTROMECHANIQUE	36 480 000,00
3	LOT EQUIPEMENT HYDRAULIQUE	11 889 250,00
TOTAL (DA)		56 506 750,00

Tableau VIII.6 : Devis estimatif pour le Bassin de stockage:

N°	DESIGNATION	MONTANT HT
1	LOT GENIE CIVIL	12 289 000,00
3	LOT EQUIPEMENT HYDRAULIQUE	619 500,00
TOTAL (DA)		12 908 500,00

$$D_{\text{ouvrages}} = D_{\text{réservoir}} + S_{\text{station de pompage}} = 12\,908\,500 + 56\,506\,750 = 69\,415\,250 \text{ DA}$$

VIII.5.4 Devis estimatif hors taxe du projet :

$$D_T = D_{\text{adduction}} + D_{\text{accessoir}} + D_{\text{ouvrages}} + D_{\text{galerie de protection}}$$

$$= 19\,347\,843,4 + 29\,437,5 + 69\,415\,250 + 7\,474\,500$$

$$D_{\text{hors tax}} = 270\,397\,621,5 \text{ DA}$$

VIII.5.5 Devis estimatif Total avec TVA de notre projet :

$$TVA = 17\% D_T = 0,17 * 270\,397\,621,5 = 45\,967\,595,66 \text{ DA}$$

$$\text{Prix TTC} = \text{prix hors taxe} + TVA = 270\,397\,621,5 + 45\,967\,595,66$$

$$\text{Prix TTC} = 316\,365\,217,2 \text{ DA}$$

VIII.6 Symboles des différentes opérations :

Ces symboles sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau VIII.7: symboles des opérations

Note	Opération	TR (jours)
A	Préparation de l'espace de travail	05
B	Décapage de la couche supérieure le long de l'adduction	25
C	Décapage de la couche de végétation pour la station de pompage	5
D	Exécution des tranchées	230
E	Exécution des fouilles pour les regards	25
F	La mise en place des canalisations en tranchée	140
G	Construction des regards en béton armé	45
H	Construction de la station de pompage	120
I	Remblaiement des tranchées	30
J	Faire des vérifications et des finitions du projet	7

Tableau VIII.8: Détermination des chemins critiques

N°	Opération	TR (jours)	Précède	Succède
01	A	05	B-C	----
02	B	25	D-E	A
03	C	5	H	A
04	D	230	F	B
05	E	25	G	B
06	F	140	I	D
07	G	45	I	E
08	H	120	J	C
09	I	30	J	F-G
10	J	7	----	H-I

Après avoir pris en considération tous les éléments cités on obtient le diagramme suivant :

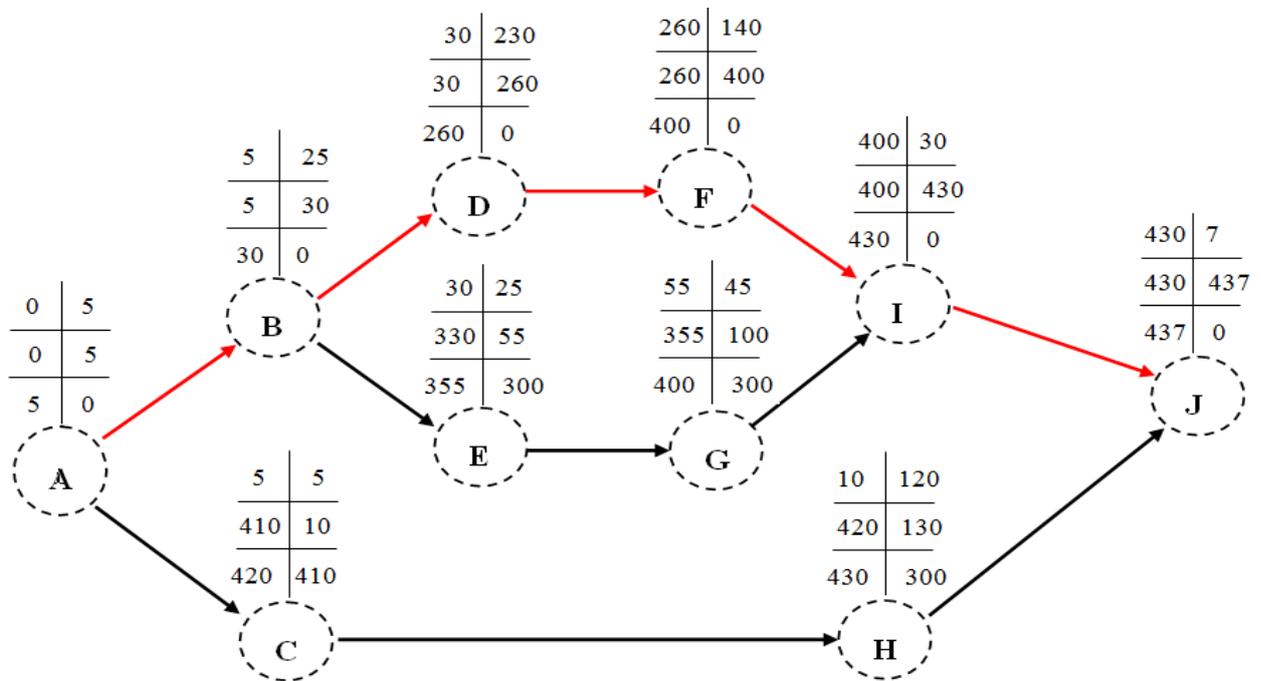


Figure VIII.6 : Réseaux à nœuds (méthode CPM).

Conclusion:

D'après l'étude de ce projet, un devis estimatif a été établi pour une somme totale de **316365217,2 DA**.

Ce coût est considéré rentable si le périmètre fonctionne correctement et chaque agriculteur (fellah) exploite le réseau à bon escient.

Tableau VIII.7 :programme des travaux pour la réalisation du périmètre Tagharist

N°	Opérations	TR	Temps (jours)																																Obs.
			15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	175	190	205	220	235	250	265	280	295	310	325	340	355	370	385	400	415	430	445			
01	A	5	[Red step function: starts at 0, drops to 5 at day 15, stays at 5 until day 30, then drops to 0]																																
02	B	25	[Red step function: starts at 0, drops to 25 at day 15, stays at 25 until day 45, then drops to 0]																																
03	C	5	[Black horizontal bar: from day 15 to day 30, at TR=5]																																
04	D	230	[Red step function: starts at 0, drops to 230 at day 45, stays at 230 until day 265, then drops to 0]																																
05	E	25	[Black horizontal bar: from day 45 to day 60, at TR=25]																																
06	F	140	[Red step function: starts at 0, drops to 140 at day 265, stays at 140 until day 415, then drops to 0]																																
07	G	45	[Black horizontal bar: from day 75 to day 105, at TR=45]																																
08	H	120	[Black horizontal bar: from day 15 to day 135, at TR=120]																																
09	I	30	[Red step function: starts at 0, drops to 30 at day 415, stays at 30 until day 445, then drops to 0]																																
10	J	7	[Red step function: starts at 0, drops to 7 at day 445, stays at 7 until day 445, then drops to 0]																																

CONCLUSION GENERALE :

La zone d'étude se situe au niveau de Khenchela chef lieu de wilaya, de Daïra de Bouhmama, la commune de l'Yabous, elle est située à l'EST de l'Algerie.

L'objectif de ce mémoire de fin d'étude, est dimensionner le périmètre d'irrigation de **TAGHARIST** (adduction et distribution) dans le but d'assurer une répartition de l'eau de façon uniforme et économique, facteur le plus essentiel dans une telle étude.

L'étude du climat (précipitation-température), montre que notre région a un climat semi-aride; et l'analyse du sol nous donne un sol moyenne, pas salé avec une quantité de matière organique moyenne ; et assez perméable.

L'étude hydrologique nous a permis de choisir la série pluviométrique annuelle qu'on doit prendre pour le calcul, cette étude a permis de reconstituer l'année de pluie mensuelle de probabilité 80% pratiquement. Et l'analyse de l'eau d'irrigation indique que l'eau utilisée à une salinité faible.

Suivant les résultats caractérisant la région, nous avons choisi les cultures adaptées avec les données climatique et agro pédologiques.

La détermination des besoins en eau d'irrigation se fait à partir de la détermination de l'évapotranspiration par la méthode de **Penman**.

À la fin de ce travail on a arrivé à :

1-Projeter une conduite d'adduction gravitaire de diamètre DN500 sur une longueur de 400m transportant un débit de 0.2m³/s.

2-Dimensionner une bache d'eau de volume 700m³ a partir de laquelle les eaux seront refoulées vers réservoir de distribution.

3-Dimensionner une station de pompage contenant quatre (4) pompes avec deux(2) pompe de secours avec une HMT=86m et un débit de 0,365m³ /s.

4-Projeter une conduite de refoulement de diamètre DN630 avec une longueur 5571m, transportant un débit de 0,365m³/s avec une protection contre le phénomène de coup de bélier.

5-Dimensionner un réservoir de distribution d'eau d'irrigation de volume 3467m³.

6-Projeter et dimensionner un réseau collectif ramifié sous pression avec une longueur total de 4988m, et des diamètres allant de 90mm à 630mm.

La simulation du fonctionnement hydraulique du réseau a été faite par le logiciel **Water CAD**.

En fin, et comme tous les projets, on a fait une estimation du coût de la projection, elle se monte à **316365217,2 DA** ce qui représente un investissement considérable d'où la nécessité de faire des calculs hydraulique minutieux et précis afin d'assurer un fonctionnement correct et optimal.

Recommandations :

- Adaptation des bornes par rapport aux exploitations (ex : changement des bornes de type B avec type A) ;
- Mise en place d'unités de travaux pour gérer les différents entretiens ;
- Un entretien général surtout au niveau des bornes, les hydrants et les chambres de vannes sans oublier les conduites car ils sont cachées au sous de sol ce qui facilite les cassures de ces dernier et qui implique de grandes fuites non visibles.

Les perspectives de l'ingénieur :

- Mise en place de structures nécessaires pour assurer un bon fonctionnement du réseau ; et mettre la responsabilité de ces équipements entre les mains des agriculteurs ;
- Entretien des pannes du réseau d'irrigation ;
- A défaut de mise en place de compteur par exploitation, amélioration de la facturation en la basant sur le type de culture et non pas sur la surface ;
- Mise en place du contrôle et de la surveillance du réseau : police des eaux ;
- Sensibiliser les agriculteurs à une gestion responsable du réseau.

Annexe -1

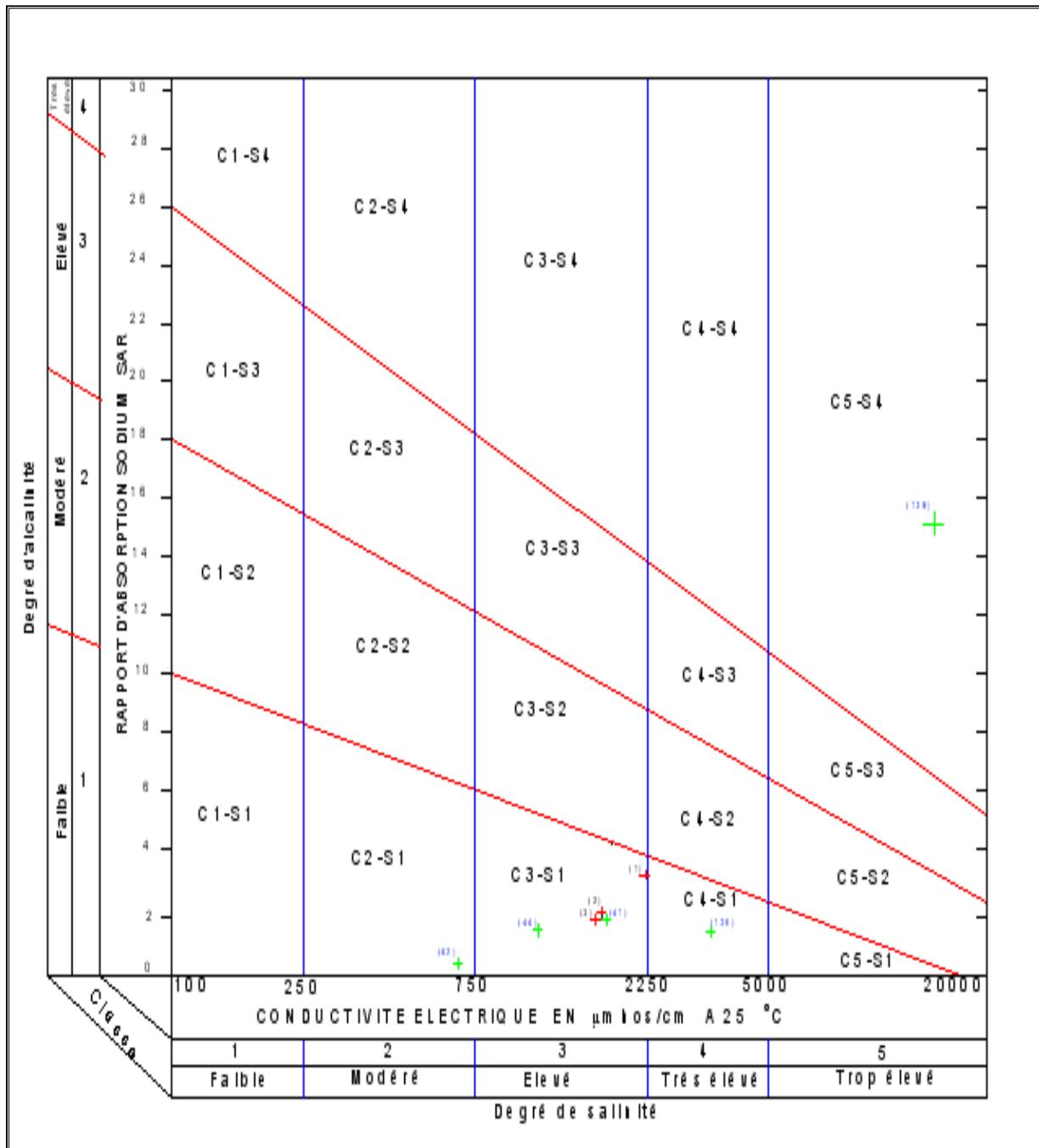


Diagramme de salinité selon la classification de l'USDA

Annexe-2

2. COEFFICIENTS CULTURAUX (Kc)

CULTURE	Stades de développement de la culture					Durée totale de la période végétative
	Initial	Développement	Mi-saison	Arrière saison	Récolte	
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 doux	0.3-0.5	0.7-0.9	1.05-1.2	1.0-1.15	0.95-1.1	0.8-0.95
Maïs grain	0.3-0.5*	0.7-0.85*	1.05-1.2*	0.8-0.95	0.55-0.6*	0.75-0.9*
Oignon sec	0.4-0.6	0.7-0.8	0.95-1.1	0.85-0.9	0.75-0.85	0.8-0.9
Oignon vert	0.4-0.6	0.6-0.75	0.95-1.05	0.95-1.05	0.95-1.05	0.65-0.8
Pois, frais	0.4-0.5	0.7-0.85	1.05-1.2	1.0-1.15	0.95-1.1	0.8-0.95
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 sans sarclage						0.65-0.75 0.85-0.9
Olivier						0.4-0.6

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

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

Annexe-3

5 RESERVE D'HUMIDITE FACILEMENT UTILISABLE (RFU)

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

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

Quand $E_{T_{max}} < 3$ mm/jour, augmenter les valeurs de 30 % ; quand $E_{T_{max}} > 8$ mm/jour, réduire les valeurs de 20 %. Ceci suppose des conditions non salines ($CE < 2$ ds/m).

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

Sources: Taylor (1965), Stuart et Hagan (1912), Salter et Goode (1967), Rijtema (1965), etc.

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

Annexe-4
Calcul des besoins :
Annexe-4.1

Blu dur	Phase	Kc	Eto mm/mois	ETM mm/mois	Peff mm/mois	RFU mm/m	B=ETM- (Peff+RFU)
SEP		-	210,3	-	24	0	-
OCT		-	161,2	-	18,1	70	-
NOV	Init	0,3	122,1	37	22,1	70	0
DEC	Crois	0,35	105,71	37	20,8	70	0
JAN	Crois	0,52	85,56	44	20	70	0
FIV	Crois	0,71	75,32	54	17,3	70	0
MAR	Crois	0,88	111,29	98	26,4	70	0
AVR	Mi-sais	1,07	132,6	142	24,8	50	67,2
MAI	Mi-sais	1,15	191,58	220	26,4	35	158,6
JUN	Arr-sais	0,9	223,8	201	13	0	188
JUL	Arr-sais	0,35	267,22	93	6	0	0
AOU		-	261,64		10,4	0	
TOTAL		-	1948,32	926	229,3	-	240,8

Annexe-4.2

Orge	Phase	Kc	Eto mm/mois	ETM mm/mois	Peff mm/mois	RFU mm/m	B=ETM- (Peff+RFU)
SEP		-	210,3		24	0	-
OCT		-	161,2		18,1	105	-
NOV	Init	0,3	122,1	37	22,1	105	0
DEC	Crois	0,35	105,71	37	20,8	105	0
JAN	Crois	0,52	85,56	44,5	20	105	0
FIV	Crois	0,71	75,32	53,5	17,3	105	0
MAR	Mi-sais	0,9	111,29	98	26,4	105	0
AVR	Mi-sais	1,1	132,6	145,86	24,8	105	16,06
MAI	Arr-sais	0,9	191,58	172,5	26,4	70	76,1
JUN	Arr-sais	0,35	223,8	78	13	0	0
JUL		-	267,22	-	6	0	
AOU		-	261,64	-	10,4	0	
TOTAL		-	1948,32	-	229,3	-	90,2

Annexe-4.3

poivron	Phase	Kc	Eto mm/mois	ETM mm/mois	Peff mm/mois	RFU mm/m	B=ETM- (Peff+RFU)
SEP		-	210,3	-	24	0	-
OCT		-	161,2	-	18,1	45	-
NOV		-	122,1	-	22,1	45	-
DEC		-	105,71	-	20,8	45	-
JAN		-	85,56	-	20	45	-
FIV		-	75,32	-	17,3	45	-
MAR		-	111,29	-	26,4	45	-
AVR	Init	0,6	132,6	79,5	24,8	22,5	32,2
MAI	Crois	0,77	191,58	147,5	26,4	22,5	98,6
JUN	Mi-sais	1,03	223,8	230,5	13	0	217,5
JUL	Mi-Arr	1,03	267,22	275,2	6	0	269,2
AOU	Arr-sais	0,93	261,64	243,3	10,4	0	232,9
TOTAL		-	1948,32	976	229,3	-	850,4

Annexe-4.4

tomte	Phase	Kc	Eto mm/mois	ETM mm/mois	Peff mm/mois	RFU mm/m	B=ETM- (Peff+RFU)
SEP		-	210,3	-	24	0	-
OCT		-	161,2	-	18,1	60	-
NOV		-	122,1	-	22,1	60	-
DEC		-	105,71	-	20,8	60	-
JAN		-	85,56	-	20	60	-
FIV		-	75,32	--	17,3	60	-
MAR		-	111,29	-	26,4	60	-
AVR	Init	0,6	132,6	79,5	24,8	30	24,7
MAI	Crois	0,81	191,58	155,2	26,4	30	98,8
JUN	Mi-sais	1,13	223,8	252,8	13	0	239,8
JUL	Mi-Arr	1,08	267,22	288,6	6	0	282,6
AOU	Arr-sais	0,9	261,64	235,5	10,4	0	225,1
TOTAL		-	1948,32	1011,6	229,3	-	846,3

Annexe-4.5

pommier	Phase	Kc	Eto mm/mois	ETM mm/mois	Peff mm/mois	RFU mm/m	B=ETM- (Peff+RFU)
JAN		0,5	85,56	42,78	20	70	0
FIV		0,5	75,32	37,66	17,3	70	0
MAR	Init	0,7	111,29	77,9	26,4	70	0
AVR	Init-Crois	0,75	132,6	99,4	24,8	35	39,6
MAI	Crois	1	191,58	191,6	26,4	35	130,2
JUN	Mi-sais	1,15	223,8	257,4	13	0	244,4
JUL	Mi-sais	1,1	267,22	294	6	0	288
AOU	Mi-Arr	1,05	261,64	274,2	10,4	0	263,8
SEP	Arr-sais	0,65	210,3	136,6	24	0	112,6
OCT		0,6	161,2	96,72	18,1	70	0
NOV		0,55	122,1	67,155	22,1	70	0
DEC		0,5	105,71	52,855	20,8	70	0
TOTAL		-	1948,32	-	229,3	-	1078,6

Annexe-4.6

pêche	Phase	Kc	Eto mm/mois	ETM mm/mois	Peff mm/mois	RFU mm/m	B=ETM- (Peff+RFU)
SEP		0,5	210,3	105	24	0	40
OCT		0,55	161,2	88,66	18,1	70	0
NOV		0,5	122,1	61	22,1	70	0
DEC		0,5	105,71	53	20,8	70	0
JAN		0,5	85,56	43	20	70	0
FIV	int	0,54	75,32	41	17,3	70	0
MAR	Init	0,6	111,29	67	26,4	70	0
AVR	Crois	0,78	132,6	103	24,8	50	28
MAI	Mi-sais	1,1	191,58	210	26,4	50	134
JUN	Arr-sais	0,8	223,8	179	13	0	166
JUL		0,55	267,22	147	6	0	50
AOU		0,55	261,64	144	10,4	0	50
TOTAL		-	1948,32	851	229,3	-	428

Annexe-4.7

Olivier	Phase	Kc	Eto mm/mois	ETM mm/mois	Peff mm/mois	RFU mm/m	B=ETM- (Peff+RFU)
JAN		0,83	85,56	71,0148	20	114	0
FIV		0,73	75,32	54,9836	17,3	114	0
MAR	Init	0,5	111,29	55,6	26,4	114	0
AVR	Init-Crois	0,5	132,6	66,3	24,8	57	0
MAI	Crois	0,5	191,58	95,8	26,4	57	0
JUN	Crois	0,54	223,8	120,8	13	0	107,8
JUL	Crois	0,68	267,22	181,7	6	0	175,7
AOU	Crois-Mi	0,83	261,64	217,2	10,4	0	206,8
SEP	Mi-sais	0,95	210,3	199,8	24	0	175,8
OCT	Mi-sais	0,95	161,2	153,1	18,1	114	21
NOV	Arr-sais	0,95	122,1	116	22,1	114	0
DEC		0,93	105,71	98,3103	20,8	114	0
TOTAL			1948,32	1304,6103	229,3		687,1

Annexe-5

Tableau : Coefficients K', m, B pour différents types du tuyau.

Tuyau	K'	m	β
fonte et Acier	0,00179-0,001735	5,1 - 5,3	1,9 - 2
Amiante-ciment	0,00118	4,89	1,85
Plastique	0,001052	4,772	2

Annexe-6
Caractéristique de l'asperseur circulaire

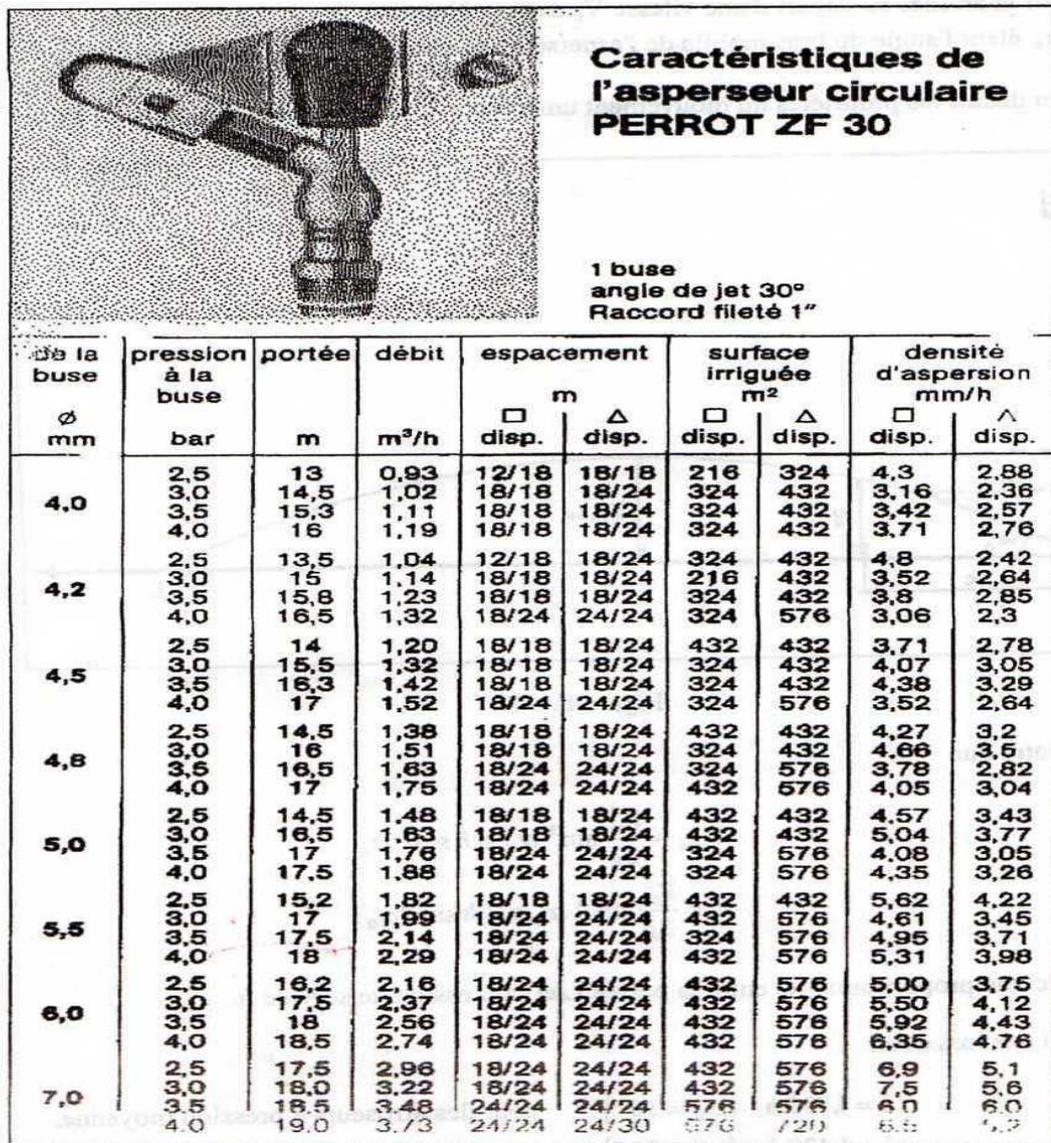


Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur

- Débit de l'asperseur

On le calcule par la relation (IV.9)

Annexe-7

Tableau 5

GUIDE D'ESTIMATION DE P

(P = pourcentage de sol humidifié pour divers débits de distributeurs et divers espacements - entre rampes et entre distributeurs - dans le cas d'une seule rampe, rectiligne, équipée de distributeurs uniformément espacés délivrant une dose de 40 mm par arrosage sur l'ensemble de la surface)

Ecartement entre rampes S_x en m	Débit des distributeurs														
	moins de 1,5 l/h			2 l/h			4 l/h			8 l/h			plus de 12 l/h		
	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F
0,8	38	88	100	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1,0	33	70	100	40	80	100	80	100	100	100	100	100	100	100	100
1,2	25	58	92	33	67	100	67	100	100	100	100	100	100	100	100
1,5	20	47	73	26	53	80	53	80	100	80	100	100	100	100	100
2,0	15	35	55	20	40	60	40	60	80	60	80	100	80	100	100
2,5	12	28	44	16	32	48	32	48	64	48	64	80	64	80	100
3,0	10	23	37	13	26	40	26	40	53	40	53	67	53	67	80
3,5	9	20	31	11	23	34	23	34	46	34	46	57	46	57	68
4,0	8	18	28	10	20	30	20	30	40	30	40	50	40	50	60
4,5	7	16	24	9	18	26	18	26	36	26	36	44	36	44	53
5,0	6	14	22	8	16	24	16	24	32	24	32	40	32	40	48
6,0	5	12	18	7	14	20	14	20	27	20	27	34	27	34	40

Pourcentage en sol humidifié P %

Espacement recommandé des distributeurs sur la rampe, Sd en m en sol de texture grossière (G), moyenne (M), fine (F)

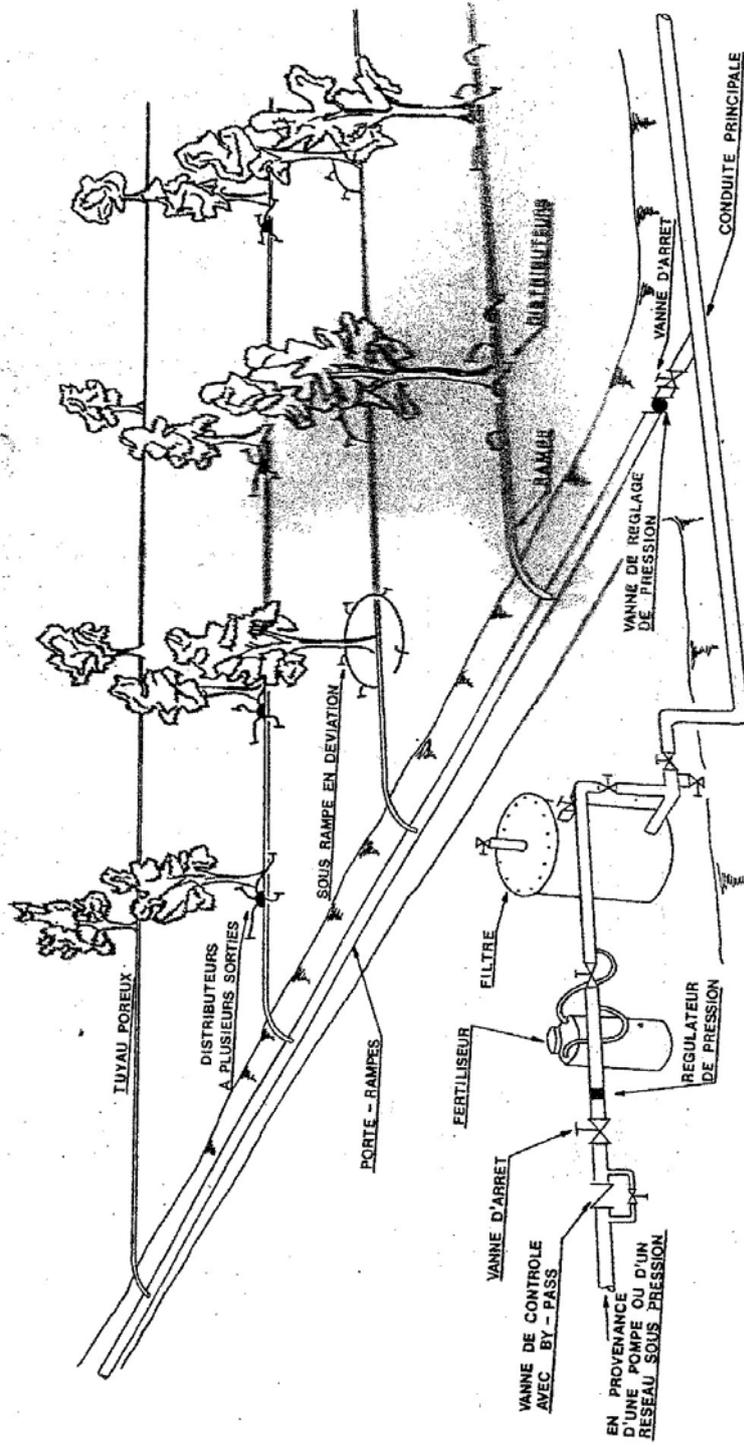


Fig. 1
Parties essentielles d'un réseau d'irrigation localisée

Annexe-9

Prix des conduites en acier Algérien (Anabib).

Diamètres (mm)	Prix de mètre linéaire (DA)
100	1250.05
125	1650.54
150	2050.86
200	3137,08
250	3749,30
300	4455,52
350	5249,74
400	6125,96
450	7078,18
500	8100,40
550	9186,62
600	10272.84
650	11527,06
700	12769,28
800	15367,72
900	18078,16
1000	20852,60
1100	23643,04
1200	26401,48
1400	31630,36
1500	34004,80

Annexe-10



GROUPE K-PLAST

FABRICATION DE TUBES PVC et PE



UNITE TUBE

GAMME DE PRIX

TUBES PEHD EAU (PE80 & PE100)

(Prix Valable à compter du : 01 AVRIL 2010)

Selon la Norme ISO 4427

TUBES PEHD : PN 06				
Code	Diam. Ext	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
-	Ø20	-	-	-
13003	Ø25	-	36,28	42,45
13006	Ø32	-	48,35	56,57
13009	Ø40	2.0	64,6	75,58
13012	Ø50	2.4	98,25	114,95
13015	Ø63	3.0	160,25	187,49
13018	Ø75	3.6	225,21	263,49
13022	Ø90	4.3	296,03	346,35
13025	Ø110	4.0	357,86	418,70
13040	Ø125	-	473,08	553,50
13030	Ø160	5.8	770,85	901,89
13044	Ø200	7.2	1 163,39	1 361,17
13050	Ø250	9.1	1 950,00	2 281,5
13042	Ø315	11.4	3 080,00	3 603,6
3039	Ø400	14.5	5 134,24	6 007,06
3051	Ø500	19.1	6 938,13	8 117,61
3052	Ø630	24.1	12 682,50	14 838,53

TUBES PEHD : PN 10				
Code	Diam. Ext	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
P3513000	Ø20	-	29,07	34,01
P3513004	Ø25	2.5	38,28	44,79
P3513007	Ø32	2.5	55,48	64,91
P3513010	Ø40	3.0	84,10	98,40
P3513013	Ø50	3.7	135,26	158,25
P3513016	Ø63	4.7	209,69	245,34
P3513019	Ø75	5.6	300,50	351,59
P3513023	Ø90	5.4	359,09	420,14
P3513026	Ø110	6.6	540,50	632,39
P3513028	Ø125	7.4	660,13	772,35
P3513031	Ø160	9.5	1 142,25	1 336,43
P3513033	Ø200	11.9	1 650,84	1 931,48
P3513035	Ø250	14.8	2 595,00	3 038,16
P3513041	Ø315	18.7	4 093,57	4 789,47
P3513038	Ø400	23.7	6 698,74	7 837,53
P3513049	Ø500	29.7	10 152,51	11 878,44
P3513048	Ø630	37.4	15 738,79	18 414,38

TUBES PEHD : PN 16				
Code	Diam. Ext	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
001	Ø20	2.3	32,18	37,66
005	Ø25	2.8	50,85	59,49
008	Ø32	3.6	78,51	91,86
011	Ø40	4.5	120,95	141,51
014	Ø50	5.6	188,28	220,29
017	Ø63	7.1	297,95	348,60
020	Ø75	8.4	407,8	477,13
024	Ø90	8.2	510,71	597,53
027	Ø110	10.0	757,19	885,91
029	Ø125	11.4	967,90	1 132,44
032	Ø160	14.6	1 560,00	1 825,20
034	Ø200	18.2	2 472,00	2 892,24
036	Ø250	22.7	3 815,00	4 463,55
038	Ø315	28.6	5 850,00	6 844,50
040	Ø400	36.3	9 320,00	10 904,40
042	Ø500	45.4	14 911,00	17 445,87
044	Ø630	57.2	23 123,50	27 054,50

TUBES PEHD : PN 20				
Code	Diam. Ext	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
P3513101	Ø20	2.3	38,01	44,47
P3513102	Ø25	3.0	53,29	62,35
P3513103	Ø32	3.6	82,22	96,20
P3513104	Ø40	4.5	128,15	149,94
P3513105	Ø50	5.6	200,7	234,82
P3513106	Ø63	7.1	338,73	396,31
P3513107	Ø75	8.4	447,35	523,40
P3513108	Ø90	10.1	627,09	733,70
P3513109	Ø110	12.3	948,86	1 110,17
P3513110	Ø125	14.0	1 202,75	1 407,22
P3513111	Ø160	17.9	1 947,59	2 278,68
P3513112	Ø200	22.4	3 121,70	3 652,39
P3513113	Ø250	27.9	4 846,33	5 670,21
P3513114	Ø315	35.2	7 585,88	8 875,48
P3513115	Ø400	44.7	12 110,03	14 168,74
P3513054	Ø500	55.8	19 063,81	22 304,66
-	Ø630	-	-	-

* Longueur de Tubes : du Diamètre 25 mm au 110 mm sont des Couronnes (Rouleaux) de 100 ML.

* Longueur de Tubes : du Diamètre 125 mm au 400 mm sont des tubes de 12 ML.

* Longueur de Tubes : du Diamètre 500 mm au 630 mm sont des tubes de 06 ML.

Industriel setif TEL: 036 92 41 12/93 01 80 FAX:036 93 58 60

SARL K - PLAST
Transformation de Plastique
Cité du 1^{er} Novembre 1954
Boulevard SETIF 6
Un "K" à retenir...

HICHEM FEUKADJI : 05.61.60.00.27

Annexe-11
Méthode de billon d'eau

Heures	Refoulement station p ₁	Refoulement station p ₂	Arrivée d'eau au réservoir de stockage	Départ d'eau au réservoir de stockage	Reste
0 - 1	4,17	2,5	1,67	-	1,67
1 - 2	4,17	2,5	1,67	-	3,34
2 - 3	4,17	2,5	1,67	-	5,01
3 - 4	4,17	2,5	1,67	-	6,68
4 - 5	4,17	4,5	-	0,33	6,35
5 - 6	4,17	4,5	-	0,33	6,02
6 - 7	4,17	4,5	-	0,33	5,69
7 - 8	4,17	4,5	-	0,33	5,36
8 - 9	4,17	4,5	-	0,33	5,03
9 - 10	4,17	4,5	-	0,33	4,70
10 - 11	4,17	4,5	-	0,33	4,37
11 - 12	4,17	4,5	-	0,33	4,04
12 - 13	4,17	4,5	-	0,33	3,71
13 - 14	4,17	4,5	-	0,33	3,38
14 - 15	4,17	4,5	-	0,33	3,05
15 - 16	4,17	4,5	-	0,33	2,72
16 - 17	4,17	4,5	-	0,33	2,39
17 - 18	4,17	4,5	-	0,33	2,06
18 - 19	4,17	4,5	-	0,33	1,73
19 - 20	4,17	4,5	-	0,33	1,40
20 - 21	4,17	4,5	-	0,35	1,05
21 - 22	4,17	4,5	-	0,35	0,70
22 - 23	4,17	4,5	-	0,35	0,35
23 - 24	4,17	4,5	-	0,35	0

Le volume résiduel V_r est égal à :

$$V_r = \frac{a(\%) \times Q_{\max,j}}{100} \text{ en } [m^3], \text{ avec } a = 6,68 \%$$

La capacité totale du réservoir est :