

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abderrahmane MIRA de Bejaia



Faculté de Technologie
Département d'Hydraulique
Laboratoire de Recherche en Hydraulique Appliquée et Environnement (LRHAE)

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par :

M^r AMMOUR AMAR

En vue de l'obtention du diplôme de **MASTER en Hydraulique**

Option : **ouvrage et aménagement hydraulique**

INTITULE :

Détermination des besoins en eau des cultures et
Dimensionnement de réseau d'irrigation dans la
Région el adjiba, Wilaya de Bouira

Soutenu le . . . / **10/2021** devant le jury composé de :

- Président : **M^r Bedjou Abdelhamid**
- Promoteur (s) : **M^{me} BOUNAB Nadia**
- Examineur (s) : **M^{me} BENSLIMANE Malika**

Année Universitaire : 2020/2021

Remerciement

Avant tout, je remercie, le bon Dieu tout puissant d'avoir me donné le courage, la force, la volonté et la patience pour réaliser ce travail.

Tout d'abord, mes plus sincères remerciements vont à mes parents qui m'ont toujours encouragé de la poursuite de mes études, ainsi que pour leur aide, leur compréhension et leur soutien. de plus, je remercie mes deux frères et ma sœur pour leurs généreux conseils

*Je remercie **Mr ZEMMOUR SAID** d'avoir m'aidé de réaliser ce modeste travail.*

*Je tiens à remercier infiniment et avec gratitude **Mme BOUNAB N.** d'avoir accepté de m'encadrer, de diriger ce travail, et pour son aide très précieuse, et ses corrections sérieuses, qu'il m'apportées et sa patience.*

*Mes vifs et sincères remerciements vont à **Mr. BEDJOU.H** pour son aide et pour avoir accepté de présider ce jury.*

*Je remercie **Mme. BENSLIMANE M** d'avoir accepté, d'examiner ce modeste travail.*

Je tiens à exprimer nos remerciements:

A tous les étudiants de la promotion 2016 - 2021.

A tous les enseignants des départements d'hydraulique.

Mes remerciements vont également à tout le personnel de l'exploitation universitaire.

Enfin, nos remerciements vont à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Dédicaces

Dédicaces

*Je rends un grand hommage à travers ce modeste travail,
En signe de respect et de reconnaissance envers :*

*Ma mère ;
Mon père.*

*Pour tous les sacrifices et leur soutien morale dont ils
ont fait preuve pour que je réussisse.*

Je dédie ce modeste travail également à :

Mes chères frères fares, salah et ma sœur

Les citoyens d'adekar et du chorfa et taqerboust.

*Tous mes ami(e)s sans exception : bali aliane ,youcef, moumoh
arbane, massi ihaddaden, bousse3d, rayane, savas,
merzouk, khaldi, rahim, slimane, et tous les autres*

A tous ceux que j'aime et qui m'aime.

Et à tous les hydrauliciens

Liste des figures

Figure 1. Délimitation de la zone d'étude (Google Earth).....	1
Figure 2. Photo de barrage TILES DIT.....	5
Figure 3. Fonctionnement projet El Asnam.	10
Figure 4. Schéma explicatif de l'adduction projet El Asnam.	11
Figure 5. Périmètre d'irrigation vallée ouest.....	12
Figure 6. Irrigation de surface (à la raie).....	15
Figure 7. Pomme de terre.	16
Figure 8. L'aspersion.....	17
Figure 9. Blé mur.	17
Figure 10. Goutte à goutte.....	18
Figure 11. Tomate.	19
Figure 12. Pivot central.	20
Figure 13. Sorgho.....	20
Figure 14. Coefficient cultural.	35
Figure 15. Illustration d'un réseau ramifié.....	45
Figure 16. Présentation d'un réseau maillé.	46
Figure 17. Réseau mixte.....	46
Figure 18. Borne à quatre sorties.	49
Figure 19. schéma de simulation épanet vitesse et pression.....	55

Liste des Tableaux

Tableau 1. Paramètres climatique.	3
Tableau 2. Répartition annuelle des précipitations (station m'chedallah)	4
Tableau 3 surfaces irriguée et équipée plateau d'el Asnam	8
Tableau 4. Ajustement des précipitations moyennes à la loi normale	28
Tableau 5. Précipitation moyenne mensuelle	29
Tableau 6. précipitation en année humide $P_{80\%}$	30
Tableau 7. Les principales caractéristiques des ETO	31
Tableau 8. données texture du sol	32
Tableau 9. profondeur d'enracinement	33
Tableau 10. surfaces équipée par les cultures	33
Tableau 11. période de semis et récolte	34
Tableau 12. Synthèses des données liées aux cultures	36
Tableau 13. Pluies efficaces	37
Tableau 14. Evapotranspiration de référence	40
Tableau 15. besoin en eau tomate en mm	41
Tableau 16. besoin en eau oignon sec en mm	41
Tableau 17. besoin en eau laitue en mm	41
Tableau 18. besoin en eau pomme de terre en mm	42
Tableau 19. besoin en eau blé d'hiver en mm	42
Tableau 20. besoin en eau sorgho en mm	42
Tableau 21. besoin en eau culturale en mm	43
Tableau 22. paramètres des bornes	50
Tableau 23. États des nœuds	56
Tableau 24. État des Arcs du Réseau	58

Liste des symboles

- $P_{ip\%}$: Pluie mensuelle de l'année de probabilité de dépassement de P%, du mois i, en (mm).
- P_{iMoy} : Pluie moyenne mensuelle du mois i, en (mm).
- $P_{P\%}$: Pluie annuelle à une probabilité de dépassement de P%, en (mm).
- P_{Moy} : Pluie moyenne annuelle en (mm).
- B_i : besoin en eau de la plante au mois considéré (i);
- $P_{eff, i}$: pluie efficace de mois (i);
- RFU_{i-1} : réserve facilement utilisable du mois précédent;
- ETR_i : évapotranspiration réelle du mois (i);
- ET_o : l'évapotranspiration standard définie par Penman
- Δ : pente de la courbe de pression de vapeur, a la température moyenne de l'air (mbar/°C);
- R_n : rayonnement net exprime en évaporation équivalente (mm/j);
- G : flux de chaleur dans le sol (mm/j); fréquemment néglige;
- γ : constante psychrométrique (0.66 mbar/°C);
- e_a : pression de vapeur saturante a la température moyenne de P_{air} (mbar);
- e_d : pression de vapeur moyenne dans P_{air} , a 2 m de hauteur (mbar);
- EU : est la teneur en eau utile du sol (mm/m).
- Z_r (m), la profondeur d'enracinement des cultures.
- RU (mm) est l'eau accessible aux végétaux dans le volume de sol exploité par leurs racines.
- RFU : La réserve facilement utilisable
- q_s : le débit spécifique du model considéré (il doit être : $0.6 \text{ l/s/ha} < q_s < 1.5 \text{ l/s/ha}$);
- B : les besoins de pointe du model;
- T : le nombre de jour de travail pendant le mois; $T = 30$
- t : le temps de travail en seconde pendant la journée; $t = 86400$
- eff : efficience,
- C : coefficient de rugosité de Hazen-Williams.

- **d** : diamètre du tuyau (m).
- **ϵ** :coefficient de rugosité de Darcy-Weisbach (m).
- **L** : longueur de tuyau (m).
- **f** : facteur de friction (dépend de ϵ , d et q).
- **Q** : débit (m³/s) .
- **n** : coefficient de rugosité de Manning.
- **K_c** : correspond au coefficient cultural
- **P** : la pression (m)

SOMMAIRE

I-1- Introduction	1
I-2- Situation de la zone d'étude	1
I-2-1- Situation géographique.....	1
I-2-2- Situation topographique	1
I-2-3- Situation géologique	2
I-2-4- Situation climatologique	2
I-2-4-1 Temperature de l'air :	2
I-2-4-2 L'humidité relative:	2
I-2-4-3 L'insolation:	2
I-2-4-4 Les vents:	3
I-2-4-5 La pluviométrie	3
I-2-5- Situation hydraulique actuelle et ressources en eau :.....	4
I-2-6-Barrage de Tilesdit	4
I-2-6-1- Localisation du barrage	4
I-2-6-2- caractéristiques du barrage :	5
I-3- Conclusion.....	6
II-1-Introduction.....	8
II-2-Présentation du projet	8
II-2-1-Fonctionnement de projet	8
II-2-1-1-Le transfert :	8
II-2-1-2-L'irrigation.....	9
II-3-Généralité sur l'irrigation :.....	11
II-3-1 L'irrigation	11
II-3-2-Périmètre d'irrigation.....	11
II-3-3-Réseau d'irrigation.....	12
II-3-4- Diverses méthodes de la distribution pour l'irrigation :.....	12
II -3-4-1-Réseau de distribution continué :	13
II -3-4-2-Réseau de distribution par rotation :	13
II -3-4-3-Réseau de Distribution à la demande	13
II-4-1 Irrigation par rigole	15
II-4-1-1- Définition :	15

II-4-1-2- Culture choisie :	16
II-4-2- Irrigation par aspersion	16
II-4-2-1 Définition	16
II-4-2-2 Culture choisie.....	17
II-4-3- Irrigation localisée (goutte à goutte)	18
II-4-3-1 Définition :	18
II-4-3-2 Culture choisie :	19
II-4-4- Irrigation par pivot	19
II-4-4-1- Définition :	19
II-4-4-2- Culture choisie	20
II-5-2-Irrigation par aspersion :	21
II-5-3 Irrigation localisée (goutte à goutte) :	22
II-5-4-Irrigation par pivot :	23
II-6- Impacts des réseaux d'irrigation	23
III-1- Introduction :	26
III-2- Reconstitution de l'année hydrologique de P=80%	27
III-2-1Ajustement loi normale :.....	27
III-2-2 Précipitation moyenne mensuelle	29
III-2-3-Précipitation en année humide, normale ou sèche :	29
III-3- Calcul des besoins en eau des cultures :	30
III-3-1 Logiciel cropwat	30
III-3-2Données utilisées pour le calcul :	31
III-3-2-1 Les données climatiques	31
III-3-2-2 Traitement des données pluviométriques.....	31
III-3-2-6-Date de semis ou de plantation	34
III-3-2-7. Les phases de développement	35
III-3-2-8 Le coefficient cultural (kc).....	35
III-3-3 Le choix des critères de la conduite des irrigations :	36
III-3-3-1- La pluie efficace P_{eff}	36
III-3-4- Besoins en eau d'irrigation	38
III-3-5- L'évapotranspiration réelle	39
III-3-6- La réserve facilement utilisable	40
III-4-Besoin en eau culture.....	41

III-5-Conclusion	43
IV.1 Introduction	45
IV.2 Classification des réseaux	45
IV.2.1 Réseau ramifiés	45
IV.2.2 réseau maillé	46
IV.2.3 Réseau mixte	46
IV.3 Choix du type des conduites	46
IV.4 Equipements du réseau de distribution	47
IV.4.1. les canalisations :	47
IV.4.2 Organes accessoires	47
IV-5- Dimensionnement du réseau :	48
IV-5-1- Tracé du réseau :	48
IV-5-3- calcul du débit spécifique	49
IV-5-4-Débit aux bornes	50
IV-5-5-Altitude des nœuds :	50
IV.4. Dimensionnement du réseau d'irrigation d'el Ajiba	51
IV.4.1. EPANET	52
IV.4.1.1.Présentation de logiciel EPANET :	52
IV.4.1.2. Les étapes classiques de l'utilisation d'EPANET :	52
IV.4.2.Longueur des conduites	53
IV.4.3.Formule Coefficient de résistance	53
IV.4.4. Détermination des diamètres approximatifs des conduites :	54
IV-5-Shéma de simulation :	55
IV-6-Etats des nœuds et des bornes :	56
IV-7- Etats des arcs :	58
IV.8.Modélisation du réseau	61
IV.9. Conclusion	62
Conclusion Générale	64
Bibliographie	67
Logiciels utilisés	69

**INTRODUCTION
GENERALE**

Introduction générale

L'eau demeure une source de vie des êtres vivants et de leurs développements dans les différentes catégories telles que l'agriculture, l'industrie et autres domaines.

Cette ressource devient insuffisante dans le monde entier ; cela est dû à son inégale répartition, aux faibles précipitations et la forte croissance démographique, auxquelles s'ajoutent l'effet de pollution des ressources en eau et les graves sécheresses. Toutes ces raisons rendu le problème d'eau très crucial ces dernières décennies. [1]

Depuis la nuit des temps l'homme n'a pas cessé de chercher des méthodes moins contraignante et plus rentable de s'assurer une quantité de nourriture. L'irrigation existe déjà à l'époque des Pharaons on utilisant l'eau de l'oued Nil en 2400 avant JC.

L'irrigation est défini comme étant un apport d'eau artificiel d'eau dans périmètre pour assurer un rendement optimum durable dans le temps.

Les systèmes d'irrigations ont fortement augmenté la surface de terres arables et la production alimentaire dans le monde.

Leurs superficies sont passées de 8,1 millions d'hectares en 1800 à 41 millions en 1900, 105 millions en 1950 et plus de 231 millions d'hectares aujourd'hui. [2]

Mais cet accroissement va sans doute ralentir au cours du prochain quart de ce siècle parce que les possibilités économiquement d'irrigation à grande échelle ont déjà été exploitées. D'autre part, comme la demande s'accroît pour des ressources hydriques limitées, l'utilisation judicieuse des surfaces disponibles et des ressources souterraines est aujourd'hui fondamentale. En conséquence, l'irrigation est devenue un domaine très technique nécessitant la compilation de nombreuses données sur les ressources globales, la qualité du sol et l'état des nappes phréatiques, une tâche qui dépasse souvent les moyens d'une exploitation agricole privée. Un des grands domaines de recherche aujourd'hui est le développement de nouvelles techniques qui préservent les terres déjà irriguées.

Le travail que nous allons présenter concerne le dimensionnement et l'installation de réseau d'irrigation dans une parcelle agricole de 500ha de la région d'elajiba.

Nous débuterons le travail par une présentation globale de la région d'étude et la description générale du périmètre à irriguer, dans le deuxième chapitre nous allons présenter

les techniques d'irrigation utilisées.

Au cours du chapitre trois, nous calculerons les besoins en eau des cultures utilisées. Dans le chapitre quatre, nous allons choisir la technique d'irrigation appropriée à chaque culture et dimensionné le réseau de distribution à l'aide du logiciel Epanet. Et enfin on terminera par une conclusion générale.

CHAPITRE I

Caractéristique générales de la zone d'étude

I-1- Introduction

Avant tout projet d'irrigation ou d'alimentation en eau potable, l'étude du site est nécessaire pour connaître toutes les caractéristiques du lieu et les facteurs qui influent sur la conception du projet. Parmi ces facteurs, nous citons :

La situation de la zone d'étude et la situation climatologique ainsi que la connaissance de la géologie et la topographie du site qui nous permettront de prendre les dispositions nécessaires lors de la réalisation des travaux,

I-2- Situation de la zone d'étude [3]

I-2-1- Situation géographique

Notre projet se situe à la commune d'Adjiba, daïra de Bechloul, wilaya de Bouira. La situation géographique exacte du périmètre est défini comme suit :

- Du nord : Semmache
- Du sud : El Adjiba chef lieux
- De l'Est : Oued El bared (commune M'chedallah)
- De l'Ouest : commune de Bechloul

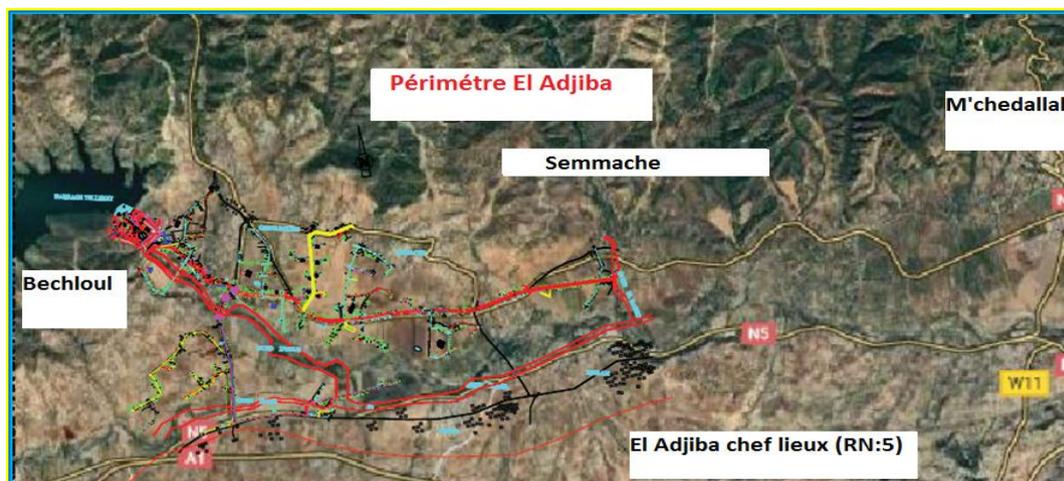


Figure 1. Délimitation de la zone d'étude (Google Earth)

I-2-2- Situation topographique [3]

La commune d'el adjiba se trouve à 31 km en est de chef-lieu de la wilaya de Bouira Située à :

388 mètres d'altitude et elle a pour coordonnées géographiques :

Latitude: 36° 19' 33" nord, Longitude: 4° 09' 01est.

I-2-3- Situation géologique [3]

De point de vu physique, le relief de la commune de el adjiba présente une hétérogénéité au front une diversité importante de paysage, elle comprend deux zones bien distinctes :

- Zone de montagne occupée essentiellement par l'arboriculture rustique (olivier, figuier).
- Zone de plaine, occupée en majorité par les cultures maraichères

I-2-4- Situation climatologique [4]

Le climat se définit comme étant l'ensemble des phénomènes météorologiques qui caractérisent l'état de l'atmosphère et de son évolution en un lieu donné.

Les éléments climatiques sont les paramètres de base indispensables à connaître pour conduire une réflexion sur l'optimisation de l'eau disponible pour les couverts. Les différents éléments caractérisant le climat, sont principalement : la pluviométrie, la température, le vent, l'humidité relative de l'air, et l'insolation,... Tous ces facteurs climatiques conditionnent d'une manière particulière le développement des végétaux. (Le **tableau 1** résulte les données requises à chaque paramètre)

I-2-4-1 Temperature de l'air : [4]

La température est une grandeur physique qui traduit la sensation du chaud ou du froid ; est généralement conditionnée par des facteurs physiologiques régionaux et particulièrement le relief (altitude et exposition), la nature du sol et de son revêtement, la proximité des grandes superficies d'eau et par le régime des vents. Pour les besoins agricoles, la température est généralement relevée à l'aide d'un thermomètre à liquide (mercure, alcool...) ou de thermomètre (voir **Tableau 1**).

I-2-4-2 L'humidité relative: [4]

L'humidité relative est le rapport de la quantité d'humidité réellement présente dans l'atmosphère sur la plus grande quantité de vapeur d'eau possible à la même température. Elle joue un rôle important sur l'évapotranspiration. Dans notre cas, la proximité du périmètre au rivage, sa bordure Est montagneuse qui constitue plus ou moins une barrière naturelle à la circulation des courants d'air ont fait que l'air est couramment saturé en vapeur d'eau, par conséquent une humidité relative élevée comme le montre le (voir **Tableau 1**).

I-2-4-3 L'insolation: [4]

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

Le tableau 1-1 nous donne la durée d'insolation moyenne journalière en heures par jour au cours de l'année. (Voir **Tableau 1**).

I-2-4-4 Les vents: [4]

Le vent représente le mouvement de l'air et est caractérisée par sa direction donnée par la girouette et par sa vitesse en Km/jour mesurée à l'aide d'un anémomètre. La connaissance de sa direction peut aider le projeteur à avoir une idée avant l'installation du réseau d'irrigation (cas de l'irrigation par aspersion). Le vent est aussi un paramètre qui peut jouer sur l'évaporation de la retenue d'eau, l'état d'humidité du sol. (Voir **Tableau 1**).

I-2-4-5 La pluviométrie [5]

C'est l'ensemble des particules d'eau liquide qui ou solide qui tombent en chute libre dans l'atmosphère. Selon l'état physique de l'eau et la dimension de particules, on distingue plusieurs types de précipitations (pluie, neige, grêle), Les tableaux ci-dessous récapitules la pluie moyenne interannuelle estimée à partir de la série d'observation de la station pluviométrique M'Cheddalah (150301) de l'ANRH (voir **Tableau 2**). Et les Pluies mensuelles de l'année 2008 (voir **Tableau 1**)

Tableau 1. Paramètres climatique.

Mois	Température (C°)	Humidité (%)	Vitesse du vent (Km/jour)	Insolation (heures)	Précipitations mensuelle (mm)
Janvier	7.53	80.33	198.72	4.94	54.3
Février	8.15	72.33	191.8	6.38	34.2
Mars	12.67	75	204.76	6.98	38.5
Avril	14.53	75.33	248.83	7.67	35.1
Mai	18.68	66.66	209.08	8.80	29.2
Juin	25.1	59	205.63	9.98	10.7
Juillet	27.73	50	198.72	10.76	5.1
Août	26.77	55.33	162.43	9.62	7
Septembre	22.58	66.66	162.43	7.8	31
Octobre	20.07	69.33	171.07	6.96	23.5
Novembre	12.62	75.66	175.39	5.32	33.2
Décembre	8.9	78	191.8	4.77	52.9

Tableau 2.Répartition annuelle des précipitations (station m'chedallah) [5]

Année hydrologique	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Précipitations annuelles (mm)	440.3	410.2	401.5	372.9	433	504	368.7	502.5	513.9	393	481.5	628.3	575.1
Année hydrologique	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Précipitations annuelles (mm)	308.4	385.2	256.4	334.4	397	251	273	285.7	88.4	138.1	233.4	381.8	252.1
Année hydrologique	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Précipitations annuelles (mm)	212.2	399.5	277.9	213.4	315	184	528.6	461.8	308.4	264.9	528.6	461.8	353.2

I-2-5- Situation hydraulique actuelle et ressources en eau :

La zone présente divers sources, les ressources en eaux souterraines et superficielles. Ses ressources s'articulent autour :

- Des eaux de surface (oueds, barrage tilesdit) ;
- Des eaux souterraines (nappes et sources), elles sont destinées pour l'irrigation et la consommation en eau potable.

I-2-6-Barrage de Tilesdit [3]**I-2-6-1- Localisation du barrage**

Barrage de Tilesdit est un barrage de type remblai, situé dans la commune de Bechloul dans la wilaya de Bouira.

Il est à signaler que l'étude de l'avant-projet détaillé du barrage de Tilesdit, effectuée par un Bureau d'étude soviétique en 1988, aboutit à une digue en matériaux meubles à noyau étanche, L'image de barrage est illustrée dans la figure 2 *ci-dessous* :



Figure 2. Photo de barrage TILES DIT.

I-2-6-2- caractéristiques du barrage : [3]

- hauteur du barrage : 62m ;
- volume de la retenue : 167,2 hm³ ;
- volume utile de la retenue : 146,4 hm³ ;
- cote de retenue normale : 454,30 m NGA ;
- cote PHEE : 458,90 m NGA ;
- cote du couronnement du barrage : 460,80 m NGA ;
- cote eau morte : 424,50 m NGA ;
- superficie du bassin versant d'Eddous : 843 km²
- surface du lac au NRN : 810 ha ;
- apports moyens : 83 hm³
- volume annuel régularisé par la retenue avec les apports d'Eddous seul : 65 hm³

I-3- Conclusion

Dans ce chapitre, une analyse de site d'étude localisé dans la wilaya de Bouira, ainsi que la zone d'étude, nous avons eu des informations sur les caractéristiques de la région d'étude à savoir :

La géographie, la géologie, les ressources en eau, et les caractéristiques climatologies (la température, la pluviométrie... etc.).

Ces différentes caractéristiques vont nous permettre de procéder à choisir la technique d'irrigation de notre périmètre.

Après avoir défini les données nécessaires de notre périmètre d'étude concernant les situations citées ci-dessus, nous passerons au deuxième chapitre la présentation du projet et les systèmes d'irrigation.

CHAPITRE II :

**PROJET ET
SYSTEMES
D'IRRIGATION**

II-1-Introduction :

Le projet de périmètre irrigué du plateau d'El Asnam-vallée d'Oued Sahel a été engagé en 2011, les travaux ont été lancés en 21/05/ 2012 pour un délai de réalisation de 30 mois. Ce projet en question consiste en l'installation d'un réseau d'irrigation qui alimentera les terres agricoles à partir des deux barrages hydrauliques de Tillesdit à Bechloul (w.Bouira), et celui de TichiHaf à Akbou(w.Béjaïa).

II-2-Présentation du projet [6]

Le projet consiste en :

- Le transfert d'eau de barrage TICHHAFT (wilaya BEJAIA) vers le barrage TELLESDIT(Wilaya de BOUIRA) en hiver.
- L'irrigation en période d'été de plateau d'el Asnam et la vallée de OUED SAHEL. les secteurs d'irrigation et leur surface sont présentés dans le tableau 3 suivant :

Tableau 3 surfaces irriguée et équipée plateau d'el Asnam[6]

Secteur	Surface géographique (ha)	Surface a équipée (ha)	Surface a irriguée (ha)
ADJIBA	1300	1280	1157
M'CHEDALLAH	1800	1600	1440
CHORFA	450	420	381
TAZEMALT	2750	2365	2142
AKBOU	850	755	685
TOTAL	7150	6420	5805

II-2-1-Fonctionnement de projet [6] :

Le projet fonctionne en deux modes selon la disponibilité d'eau à savoir :

II-2-1-1-Le transfert :

S'effectue en hiver à partir de barrage TICHHAFT vers le barrage TELLESDIT selon les étapes suivantes :

- ✓ L'eau s'écoule gravitaire de barrage TICHHAFT vers la station de pompage BOUSSELAM, qui pompe cette eau vers le réservoir de BOUSSELAM dans des conduites en Acier et BPAT (D=1100).
- ✓ L'eau s'écoule gravitaire de réservoir BOUSSELAM vers la station de pompage de CHORFA dans des conduites de BPAT (D=1200, 1100,1000) et d'Acier (D=1250,1100)
- ✓ La station de pompage de CHORFA pompe l'eau vers le réservoir de VHORFA (1800 m³) dans des conduites de BPAT (D=1000)
- ✓ L'eau s'écoule gravitaire de réservoir de CHORFA vers la station de pompage de OUED BARED dans des conduite d'Acier et BPAT (D=1100)
- ✓ La station de pompage de OUED BARED pompe directement l'eau vers le barrage TELLESDIT dans des conduites de BPAT (D=1100)

II-2-1-2-L'irrigation:

S'effectue en été et elle se partage en deux parties :

- L'irrigation à partir de barrage TICHHAFT :

Se fait de barrage TICHHAFT jusque a la vanne de sectionnement à OUED OUAQOUR selon les étapes suivante :

- ✓ L'eau s'écoule gravitaire de barrage de TICHHAFT vers la station de pompage de BOUSSELAM avec l'ouverture de l'adduction d'irrigation d'AKBOU qui se partage en deux parties (AKBOU A ET AKBOU B).
 - ✓ La station de pompage BOUSSELAM pompe l'eau vers le réservoir BOUSSELAM qui permet le transfert de cette eau par gravitation vers la station de pompage CHORFA avec l'ouverture des picages d'irrigation à TAZMALT (t 01jusque à t 16).
 - ✓ La station de pompage de CHORFA pompe l'eau jusqu'au réservoir Chorfa et depuis vers les zones irrigables à l'Est de OUED OUAQOUR ou la vanne de sectionnement est fermé, avec l'ouverture des picages d'irrigation qui se trouve entre le réservoir de CHORFA et la vanne de sectionnement.
- **L'irrigation à partir de barrage TELLESDIT :**
se fait de réservoir TELLESDIT bas jusque à OUED OUAQOUR (AD7) ou la vanne de sectionnement est fermé selon les étapes suivantes :
 - ✓ L'eau s'écoule gravitaire de réservoir TELLESDIT bas vers le réservoir d'OUED BARED (150 m³), avec l'ouverture des picages d'irrigation d'ADJIBA (AJ01 jusque à AJ 10) et l'arrête de la station de pompage d'OUED BARED dans toute la période d'irrigation

- L'eau s'écoule gravitaire de réservoir OUED BARED vers le secteur M'CHEDALLAH jusque à la vanne de sectionnement à OUED OUAQOUR, avec l'ouverture des picages d'irrigation. [6]

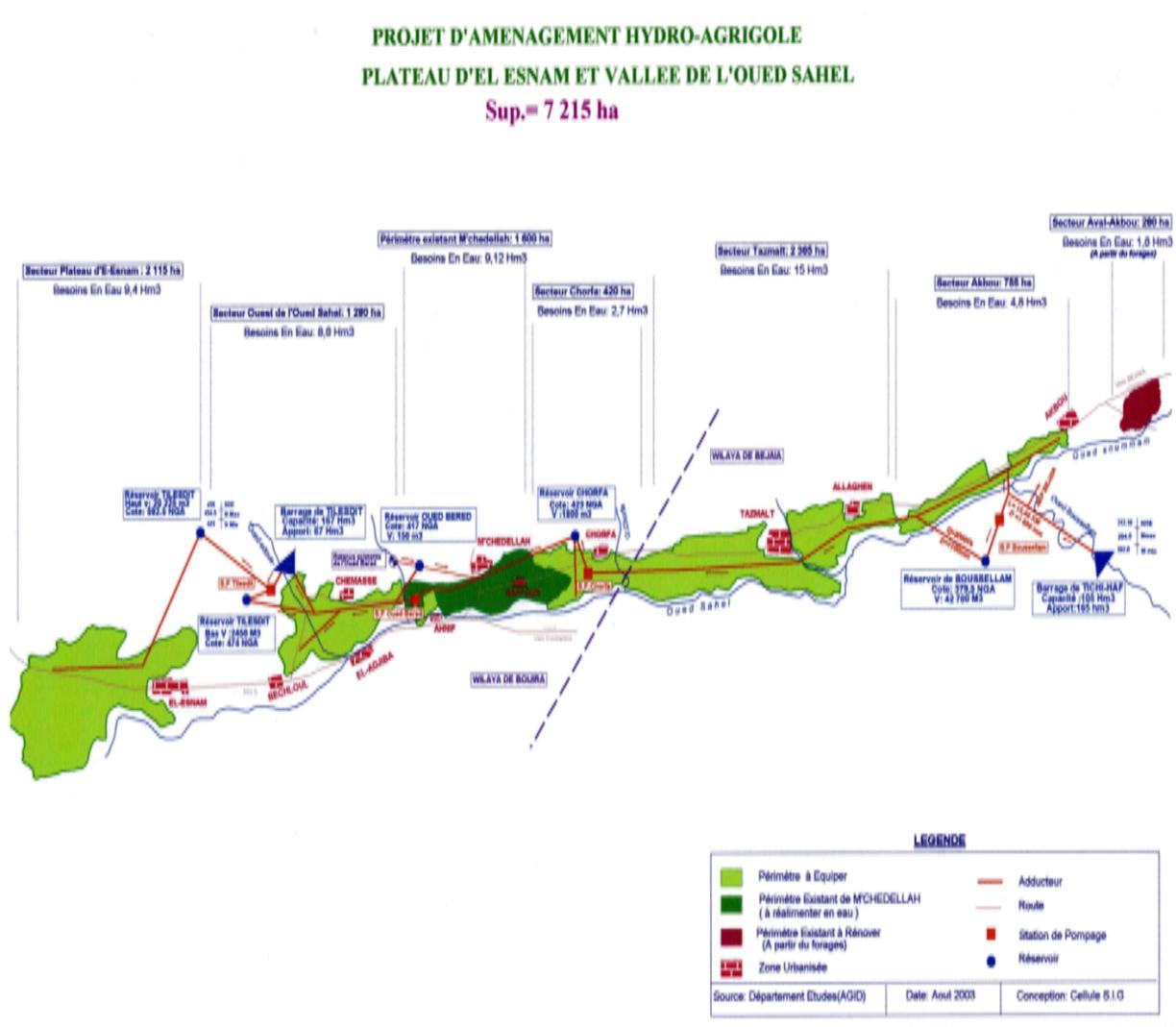


Figure 3. Fonctionnement projet El Asnam[6]

Le projet global consiste en deux modes de fonctionnement à savoir :

- Le transfert d'eau du barrage de TICHHAFT (wilaya BEJAIA) vers le barrage TELLEDIT (wilaya de BOUIRA) en hiver.
- Et l'irrigation en période d'été :

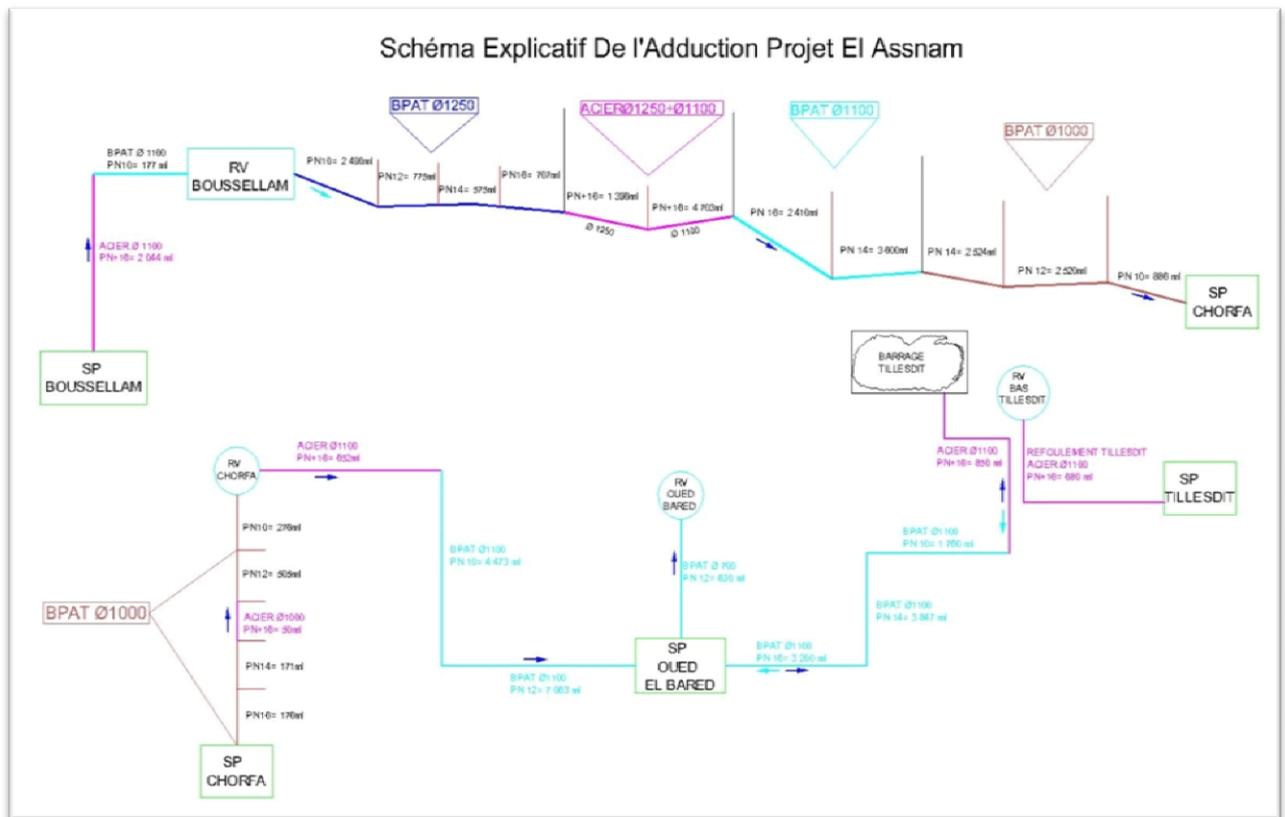


Figure 4. Schéma explicatif de l'adduction projet El Asnam. [6]

II-3-Généralité sur l'irrigation :

II-3-1 L'irrigation [7]:

L'irrigation est l'apport artificiel de l'eau au sol dans le but d'alimenter les plantes et de rafraîchir le sol et l'atmosphère, par ce moyen réaliser les conditions les plus favorables pour la croissance des plantes.

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

II-3-2-Périmètre d'irrigation [8]:

C'est l'ensemble des surfaces occupées ou non par les cultures, pouvant être arrosées avec de

l'eau d'irrigation. L'ensemble de ces surfaces est appelé aussi périmètre dominé lorsqu'il s'agit de l'irrigation gravitaire. En réalité ce terme a perdu son sens précis depuis que le développement du pompage et du re-pompage mécanique permet d'arroser des zones situées à des cotes plus élevées que le canal principal. Il vaudrait donc mieux parler maintenant de périmètre d'irrigation, quoique les termes périmètre dominé restent d'usage courant même dans leur sens élargi. La partie du périmètre d'irrigation susceptible d'être arrosée avec profit s'appelle le périmètre irrigable ; la fraction qui en est effectivement arrosée est le périmètre irrigué.

Dans notre projets le périmètre d-irrigation est définie par AJ1 AJ2 AJ3 avec une superficie de 500ha et une irrigation gravitaire. (figure :5)

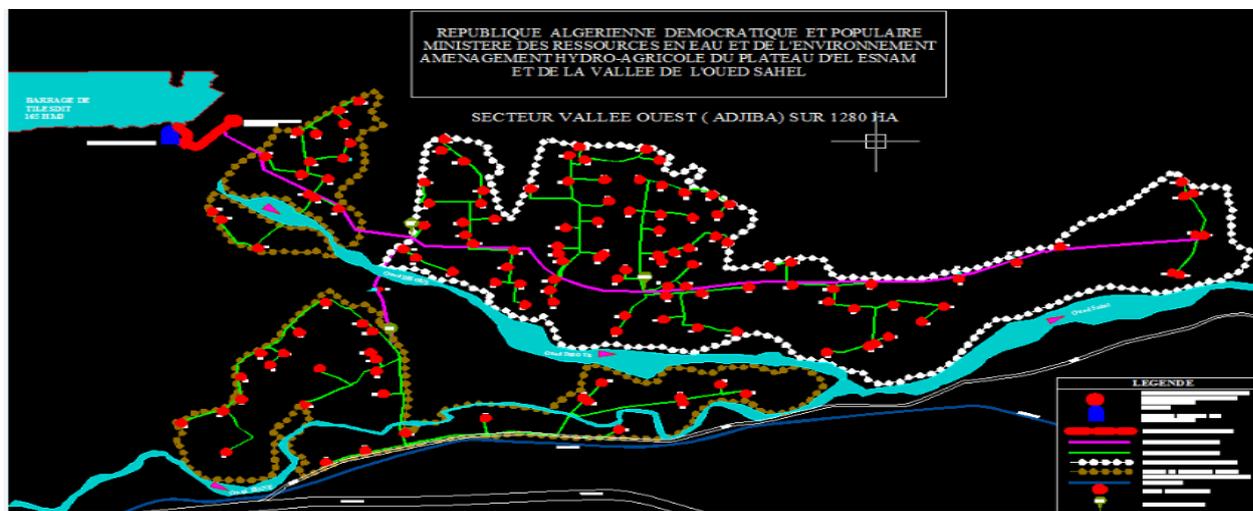


Figure 5. Périmètre d'irrigation vallée ouest. [6]

II-3-3-Réseau d'irrigation [7]:

Un réseau d'irrigation est l'ensemble d'organes, et appareils qui assurent le transport, la répartition et la distribution à chaque exploitation agricole, dans chaque parcelle, des eaux destinées à l'irrigation, sans oublier par ailleurs les organes qui doivent éventuellement évacuer les eaux en excès.

Après avoir été captées, les eaux doivent éventuellement être stockées et transportées sur les lieux d'utilisation qui se trouvent parfois du captage, en quantité voulue et au moment propice

Il s'agit donc résoudre un problème extrêmement vaste et complexe car les quantités d'eau à transporter sont le plus souvent très importantes et tous les irrigants désirent arroser en général à la même période, à toutes façons à des moments très voisins.

II-3-4- Diverses méthodes de la distribution pour l'irrigation [7]:

Une fois déterminé le débit qui doit être amené en tête de la zone à irriguer, le problème est de distribuer l'eau sur les parcelles qui vont les utiliser de façon que chacune d'elles reçoivent une

dose correcte au moment opportun.

C'est un problème délicat et complexe par suite de la variété des sols, des dimensions des parcelles et des cultures dans le périmètre irrigué.

II -3-4-1-Réseau de distribution continué [7]:

Le principe de cette méthode est de donner à chaque exploitation, d'une façon continue pendant toute la période des arrosages, le débit souscrit par elle.

- **Avantages :** Avant de voir comment les intéressés s'y prennent remarquant que ce système présente un certain nombre d'avantages d'abord les rigoles comme tous les anneaux sont régulièrement en eau et fonctionnent d'une manière continue, il en résulte que ces ouvrages ont une section minimale puisqu'un volume déterminé est apporté par eux sans interruption ceci est particulièrement avantageux lorsque l'eau est amenée par conduite souterraine car une réduction de la section des tuyaux permet une économie notable.
- **Inconvénients :** La distribution continue est un distributeur non économique l'eau est distribuée continuellement sans tenir compte des périodes successives du développement végétal et sa répartition est mal mesurée sur les zones d'irrigation.

II -3-4-2-Réseau de distribution par rotation [7]:

Cette méthode de distribution était la plus utilisée en France et dans tous les vieux pays d'arrosage, où la propriété est en générale très morcelée, elle repose sur le principe suivant : on ne fait venir l'eau dans chaque propriété qu'à des intervalles déterminés mais, avec un débit égal au module c'est-à-dire en générale beaucoup plus important que le débit continu nécessaire le temps pendant lequel cette propriété reçoit ainsi l'eau est réduit en proportion de façon qu'elle reçoive finalement le volume souvent et pas d'avantage.

- **Avantages :** Cette méthode de rotation permet à tous les irrigants d'en profiter sans perte d'eau.
- **Les inconvénients :** Cette méthode ne tient pas compte de la variation des besoins de la plante.

II -3-4-3-Réseau de Distribution à la demande [7]:

Cette méthode est la meilleure techniquement et la plus rationnelle, sinon la plus économique en ce qui concerne l'établissement du réseau, consiste donc à livrer l'eau à l'irrigant quand il la demande parce que les plantes en ont besoin à ce moment-là.

Mais cette méthode suppose que les agriculteurs connaissent très bien les besoins de

leurs plantes et suivent attentivement leur développement. Une vulgarisation des connaissances nécessaires est donc indispensable.

Par contre dans les nouveaux réseaux d'irrigation il est possible de calculer les conduites pour répondre à cette exigence, car la « loi des grands nombres » (calcul des probabilités) joue dans ce domaine comme ailleurs.

Parallèlement, la création de tels réseaux de distribution demande un effort intense de prospection du sol et de vulgarisation des techniques auprès des futurs irrigués est fait afin que l'eau soit utilisée dans les meilleures conditions

On peut trouver les bases de calcul détaillées pour la distribution méthode à la demande dans le chapitre IV.

II-4-Systèmes d'irrigation [9]:

Généralement on parle d'« arrosage » pour les petites surfaces (jardinage) réservant le terme d'« irrigation » pour les surfaces plus importantes (agriculture de plein champ, horticulture), mais il n'y a pas de norme en la matière.

Voyons maintenant de quelle manière il faut répartir cette eau sur le sol de façon que les plantes en tirent le meilleur profit. Les différentes techniques d'arrosage peuvent être rangées en cinq classes, que l'on nomme les cinq "systèmes d'arrosage", à savoir :

- L'irrigation par ruissellement : l'eau distribuée par les rigoles ruisselle sur le sol et s'y infiltre verticalement.
- L'irrigation par submersion : l'eau submerge le terrain et s'y infiltre complètement, à moins qu'on ne provoque, au bout d'un certain temps, l'écoulement de l'eau non encore infiltrée.
- L'irrigation par infiltration : l'eau ne ruisselle pas à la surface du sol, elle coule dans les fossés, rigoles ou raies et pénètre par infiltration latérale jusqu'aux racines des plantes.
- L'irrigation par aspersion : l'eau parvient alors aux cultures d'une façon qui imite la chute naturelle de la pluie, grâce à l'utilisation de divers appareils de projection alimentés en eau sous pression.
- L'irrigation localisée ou 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 occupée par les racines des plantes.

Dans notre projet, on va projeter les systèmes qui suivent : par raies, aspersion, localisé et par pivot, et à chacun on adoptera une culture appropriée.

La mise en place d'un système d'irrigation ne s'improvise pas. Une série d'éléments sont à prendre en considération, depuis la conception du projet jusqu'au processus de gestion à long terme des installations. Le choix se porte selon plusieurs critères :

- Irrigation et/ou protection contre le gel?
- Efficacité recherchée ;
- Culture ;
- Superficies ;

Lors de la mise en place d'un système d'irrigation, l'ordre logique des démarches à suivre est le suivant:

- évaluation des besoins en eau des plantes cultivées;
- détermination des doses et de la fréquence des arrosages;
- choix, dimensionnement et budgétisation du système d'irrigation.

II-4-1 Irrigation par rigole [9]:

II-4-1-1- Définition :

L'eau est acheminée par un réseau de canaux (des sillons séparés d'une distance de 0,6 m à 1,25 m) et répartie sur les parcelles sous l'effet des forces de gravité occasionnées par la pente (pente de 0,2 à 3 %) des ouvrages et du sol (Figure.6).



Figure 6. Irrigation de surface (à la raie).

II-4-1-2- Culture choisie :

On adopte pour ce système la culture de pomme de terre (Figure.7).

La pomme de terre ou patate (langage familier, québécois et français régional) est un tubercule produit par l'espèce *Solanum tuberosum*, appartenant à la famille des Solanacées. Il s'agit d'un des légumes les plus consommés dans les Amériques et en Europe. Outre ses vertus alimentaires, la pomme de terre est largement utilisée dans l'industrie,

On donne quelques indications de plantation :

- La pomme de terre apprécie les sols légers, assez profonds et bien pourvus en éléments nutritifs ;
- exigeante en engrais, de préférence organique par du fumier ou du compost, un engrais vert peut être utilisé (Ses besoins par tonne de pomme de terre sont de l'ordre de 3,2 kg d'azote, 1,6 kg de phosphore et 5,5 à 6 kg de potassium);
- Déposez les plants soigneusement, germes vers le haut, au fond d'un sillon de 8 à 10 cm de profondeur. Vous espacerez les plants de 30 à 40 cm sur des sillons distants de 55 à 60 cm ;
- Dès que les feuilles ont 15 à 20 cm de haut, remontez la terre autour des pieds. Ce buttage favorise la formation des tubercules et évite leur éventuel verdissement.
- La récolte pourra commencer dès le mois de juin pour les variétés précoces plantées en mars et se prolonger jusqu'en octobre avec les variétés tardives.

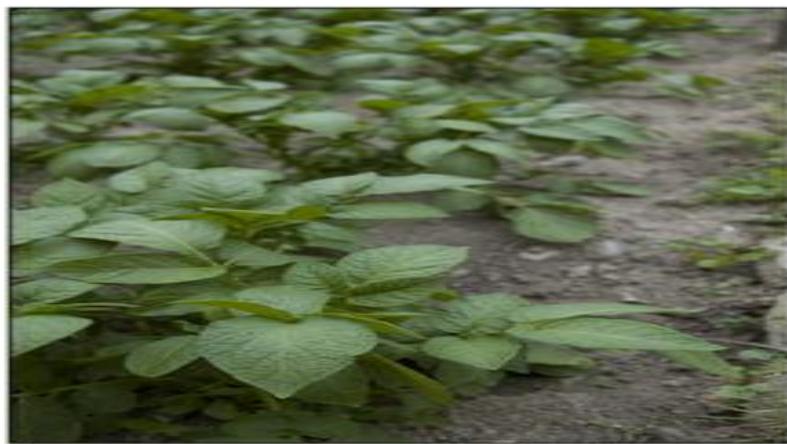


Figure 7. Pomme de terre.

II-4-2- Irrigation par aspersion [9]:**II-4-2-1 Définition**

L'irrigation par aspersion est une technique qui consiste à reproduire le phénomène naturel de la pluie avec une parfaite maîtrise de l'intensité et de la hauteur de la précipitation (Fig.8).

Seule l'aspersion à faible débit offre une protection contre le gel. Donc, si besoin de protéger contre le gel, le premier système à acquérir est l'aspersion.



Figure 8. L'aspersion.

II-4-2-2 Culture choisie :

. Le blé est une plante qui se développe bien dans une terre argileuse. La topographie du terrain doit être dégagée et légèrement onduleuse afin de fournir un drainage adéquat et faciliter l'utilisation de machines agricoles (Fig.9).



Figure 9. Blé mur.

Les systèmes de culture ont favorisé des types divers de blé:

- le blé d'hiver est semé à l'automne. Il caractérise les régions méditerranéennes et tempérées ;
- le blé de printemps est semé au printemps et signale les pays à hiver trop rude. La différence principale avec le blé d'hiver est que le blé de printemps supporte assez difficilement les températures basses.

Les systèmes de culture ont favorisé des types divers de blé:

- le blé d'hiver est semé à l'automne. Il caractérise les régions méditerranéennes et tempérées ;
- le blé de printemps est semé au printemps et signale les pays à hiver trop rude. La différence principale avec le blé d'hiver est que le blé de printemps supporte assez difficilement les températures basses. C'est grâce à lui que la Sibérie occidentale et le Canada sont devenus de gros producteurs.

Il existe en gros trois types de préparation de sol avant le semis :

- lors du labour, la terre est profondément retournée par un premier outil, puis émietée par un second. Cette technique tend à déstructurer les sols, à parfois les tasser et créer ce qu'on appelle une croûte de battance;
- la technique du faux semis consiste à faire lever les adventices durant l'interculturel (août par exemple) puis à les détruire, ensuite, avec le passage d'un déchaumeur;
- dans le cas du semis direct, un seul outil assure la création de la rainure de semis, le dépôt puis le recouvrement de la graine. Cette technique est de plus en plus utilisée car est plus respectueuse de la structure et de la vie du sol. Elle limite par exemple les phénomènes d'érosion des sols.

II-4-3- Irrigation localisée (goutte à goutte) [9]:

II-4-3-1 Définition :

L'apport d'eau, à faible débit et à intervalles fréquents, est limité aux zones occupées par les racines des végétaux; le système "goutte à goutte" est le plus utilisé. Les débits d'eau utilisés sont faibles, qu'ils soient continus ou répétés. Seule la surface du sol strictement nécessaire aux végétaux est humectée; les surfaces exemptes de plantes sont "économisées". Figure .10



Figure 10. Goutte à goutte.

II-4-3-2 Culture choisie :

Parmi les cultures choisies, on trouve l'oignon sec et la tomate qui est la plus exigeante en eau, et sensible aux sècheresses, de ce fait le goutte à goutte lui conviendra mieux, de plus réduire les pertes au maximum. (Figure.11)

La tomate doit être cultivée dans un endroit ensoleillé, exposé au sud et à l'abri du vent, ci possible près d'une haie. Des températures inférieures à 10°C lors de la floraison provoquent la déformation des fruits et des plantes

La tomate préfère les terrains légers, frais et bien drainés. Ce qui compte, c'est la matière organique qui va être incorporée au sol. Les tomates aiment un sol humide mais pas détrempé. Un manque d'eau perturbera l'absorption du calcium et des éléments nutritifs du sol

En moyenne, les tomates doivent recevoir environ 3 cm d'eau par semaine mais tout dépend du temps, du sol... Dans les sols légers, il faudra arroser plus souvent que dans les sols lourds. Arroser de préférence le matin, ci possible avec de l'eau non glacée et en évitant de mouiller le feuillage.



Figure 11. Tomate.

II-4-4- Irrigation par pivot [9]:

II-4-4-1- Définition :

L'irrigation à pivot central est une méthode d'irrigation de cultures par aspersion, où les buses (asperseurs) tournent autour d'un pivot. Une surface circulaire centrée sur le

pivot est alors irriguée, créant sur les vues aériennes un motif circulaire caractéristique.(figure.12)

Le système est composé de plusieurs travées : segments de tuyaux (en acier galvanisé ou aluminium) d'une longueur variant de 30 à 60m. Les travées sont assemblées les unes à la suite des autres et supportées par un châssis à roues. Des arroseurs ou buses sont disposés le long du tuyau. Le système est alimenté en eau par le pivot central, autour duquel il tourne.



Figure 12. Pivot central.

II-4-4-2- Culture choisie :

Le laitue et sorgho ,On a opté pour le sorgho pour ce type de système, qui est le plus adéquat. Le sorgho commun (Sorghum bicolor), ou sorgho à sucre, est une plante herbacée annuelle de la famille des Poaceae (Graminées).C'est une plante d'origine africaine, cultivée soit pour ses graines, le sorgho grain, soit comme fourrage, le sorgho fourrager. Le sorgho est la cinquième céréale mondiale, après le maïs, le riz, le blé et l'orge.



Figure 13. Sorgho.

II-5-Les avantages et les inconvénients [7]:

II-5-1- Irrigation par rigole :

➤ Les avantages:

- coût d'investissement est relativement faible
- besoin en énergie faible ou nul
- technique éprouvée
- insensibilité au vent
- bonne adaptation à l'épandage d'eaux usées
- possibilités d'utiliser les eaux salées (en pratiquant le lessivage de sol)
- les végétaux ne sont pas mouillés, ce qui est favorable sur le plan phytosanitaire

➤ Inconvénients :

- besoin important en main d'œuvre (sauf système moderne)
- efficacité d'arrosage à la parcelle généralement faible sauf système sophistiqué avec

Recyclage des eaux de colature

- inadaptation aux sols très filtrants
- planage nécessaire à la parcelle
- desserte de la parcelle en générale assurée par des canaux, qui viennent cloisonner et

figer les parcelles. (Cet inconvénient disparaît dans le cas des dessertes par

canalisations enterrées à basse pression)

- pertes d'eau dans les réseaux de canaux (dépendant de la présence ou l'absence de

revêtement et la qualité de régulation de niveau et débit).

- Surface consommée par les canaux et rigoles.

II-5-2-Irrigation par aspersion :

➤ Avantage:

- possibilité d'arroser tous les types de sols
- possibilités de réaliser des installations mobiles, susceptible de déplacer suivant de la

nature des cultures, ce qui facilite la rotation culturale

- avec les matériels entièrement automatiques, possibilité de réaliser des arrosages à

faible dose et à cadence rapide

- possibilités de réaliser des installations de protection contre les gelées radiatives au

Printemps

- oxygénation de l'eau projetée en pluie, favorable dans le cas d'utilisation d'eaux

Résiduaire réductrices;

➤ **Inconvénients:**

- dépenses énergétiques élevées, parfois prohibitives dans les pays où l'énergie est chère.
- difficultés d'utilisation et efficacité réduite en région ventées
- -obligation de multiplier les traitements phytosanitaires en raison de lavage des appareils foliaires
- mouillage des feuilles favorisant les maladies cryptogamiques chez certaines espèces végétales.
- mauvaise adaptation aux sols
- possibilités réduites pour l'arrosage avec des eaux résiduaires (formation des aérosols)
- déplacement des matériels difficile dans les zones à culture haute
- ne convient pas aux eaux salées sur beaucoup de cultures (risque de brûlure des feuillages)

II-5-3 Irrigation localisée (goutte à goutte) :➤ **Les Avantages:**

- excellente efficacité d'arrosage à la parcelle (à condition que la technique soit parfaitement maîtrisée);
- excellent rendement des cultures,
- bonne adaptation à l'utilisation des eaux salées,
- très faible besoin en main d'œuvre,
- coût d'entretien réduit,
- insensibilité au vent,
- ne mouille pas le feuillage, ce qui est favorable de point de vue phytosanitaire,
- ne mouille que le sol que très partiellement, ce qui est favorable aux façons culturales,
- limite la prolifération des adventices,
- raccourcit le cycle végétatif de la culture,

➤ **Inconvénients:**

- coût globalement élevé qui fait réserver cette technique aux cultures à forte valeur

Ajoutée,

- exige un haut degré de compétence à tous les niveaux conception de l'installation,

Conduites des arrosages par l'irrigant,

- nécessite une maintenance rigoureuse, en raison de risque liés à une éventuelle

Interruption des arrosages,

- nécessite la filtration de l'eau d'irrigation,
- fonctionne avec des matériels délicats à durée de vie relativement faible.

II-5-4-Irrigation par pivot :

➤ **Avantage :**

- économie potentielle d'énergie élevée.
- neutre pour la main d'œuvre.

➤ **Inconvénients :**

- Baisse des portées.
- Risque accru de ruissellement.

II-6- Impacts des réseaux d'irrigation [10]:

L'impact majeur réside dans le sol, qui se trouve en face d'une altération multiple, on cite :

- Hydromorphie : c'est l'engorgement des sols par l'eau, causé par : irrigation excessive, drainage déficient ou remontée de la nappe à proximité de la surface. Ces effets sont :
 - dégradation de la structure du sol ;
 - rendement à la baisse ;
 - accès aux parcelles difficile ou retardé ;
 - propagation des maladies hydriques ;
- Lessivage : un excès d'irrigation peut être aussi nuisible qu'un déficit en eau, spécialement en irrigation gravitaire, sur des sols très perméables, à faible capacité de rétention en eau et à CEC réduite.
- Altérations diverses : compactage du sol lors d'irrigation sous submersion, apparition d'une croûte de battance en sols limono-sableux, spécialement en irrigation par aspersion, extraction d'horizons stériles lors des opérations de planage des terres et risque d'acidification.
- Salinisation : les risques de salinisation dépendent de
 - concentration et type de sels contenus dans l'eau d'irrigation ;
 - quantité d'eau appliquée conditions climatiques ;
 - capacité de drainage interne du sol ;
 - profondeur de la nappe ;

II-7-Conclusion :

Dans ce chapitre, j'ai expliqué les fonctionnements du notre projet d'irrigation et le transfert d'eau à partir des deux barrages « tilesdit et tichyhaf ».

Après j'ai cité les systèmes d'irrigation avec leurs avantages et inconvénients

Et nous avons cité les cultures a irriguées par ces derniers.

Après avoir toutes les données nous passerons à l'estimation des besoins en eau des cultures dans le chapitre trois.

CHAPITRE III :
ESTIMATION
DES
BESOINS

III-1- Introduction :

Dans un premier temps, 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.

Selon Doorenbos et Pruitt (1975) le climat est l'un des facteurs qui influe le plus sur le volume d'eau que la culture perd par évapotranspiration. Les pratiques agronomiques, les techniques d'irrigation, les engrais, les infestations dues aux insectes et aux maladies peuvent aussi influencer le taux d'évapotranspiration.

➤ Pourquoi déterminer les besoins en eau des cultures ?

Connaître la valeur des besoins en eau des cultures est à la base de :

- projet d'irrigation : conception des réseaux d'irrigation (calcul du débit de dimensionnement des ouvrages),
- gestion des réseaux d'irrigation : prévision à court terme (programmation des apports d'eau), - pilotage des irrigations,
- planification de l'utilisation des ressources hydrauliques : volume d'eau nécessaire pour l'irrigation, surfaces irrigables au vu des ressources, etc.

➤ Comment déterminer les besoins en eau des cultures ?

D'après Doorenbos et Pruitt (1975) l'estimation de l'évapotranspiration en vue de la programmation de l'irrigation doit se faire en se fondant sur le calcul de l'évapotranspiration maximale et de la pluie efficace (P_{eff})

On présente ici une succession de réflexions, qui permettent de guider un raisonnement technique dans le cas du développement d'un réseau collectif de distribution, relevant d'une importance majeure; principalement lié à la rationalisation de la ressource en eau et particulièrement aux méthodes d'irrigation requises. Cependant, deux modes de distribution sont à distinguer:

- la distribution au tour d'eau généralement associée à l'irrigation gravitaire;
- la distribution à la demande, généralement associée à l'irrigation sous pression;

Cette dernière sera retenue pour l'aménagement de ce périmètre, qui sera alimenté d'un ouvrage

de restitution implanté au pied du barrage de tilesdit. Il est à rappeler que la distribution à la demande offre à l'exploitant une disponibilité de l'eau 24h/24h, peut être dimensionnée de manière restrictive pour ce qui est du nombre d'heure d'irrigation. Ce type de dimensionnement revêt deux aspects :

- il impose de manière pratique aux exploitants l'équipement de leurs parcelles en matériel d'irrigation automatique et notamment en goutte à goutte de manière à pouvoir irriguer réellement sans être effectivement disponible pendant 24h.
- il limite les possibilités de dérapage localisé des consommateurs.

Le dimensionnement d'un tel réseau, revêt d'un accouplement de plusieurs étapes indispensables de différents calculs (hydrauliques, hydrologiques, économiques, ...etc), réparties en :

- reconstitution de l'année hydrologique de probabilité 80% ;
- calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures ;
- plan de bornage et tracé du réseau ;
- dimensionnement du réseau de distribution ;

Ces critères seront détaillés dans ce qui suit.

III-2- Reconstitution de l'année hydrologique de P=80% [11]:

Le but principal de l'étude hydrologique est de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquence donnée (de probabilité au dépassement égale à 80%), qui permettront de calculer les besoins en eau des cultures implantées.

La pluviométrie est souvent ajustable à des lois statistiques très nombreuses, celles qui garantissent le meilleur ajustement possible et les plus communément employées sont les suivantes:

- Loi de Gauss ou loi Normale;
- Loi de Galton ou loi Log -Normal;

III-2-1 Ajustement loi normale :

Cela se fait par la loi normale d'ajustement, d'où on utilise le logiciel **hydrolab**, en tenant compte des précipitations moyenne pour la région d'el adjiba.

L'étude de la série s'effectue par le logiciel de l'hydrologie hydrolab, ainsi que son diagramme de dispersion et son traitement. Le logiciel fait son ajustement, et donne les résultats sous forme d'un tableau, tableau 4

Cet ajustement travaille en probabilité au non dépassement, et les valeurs sont classées en ordre croissant, on s'intéresse à la probabilité 20% et 50% pour le calcul

de l'année de projet :

Tableau 4. Ajustement des précipitations moyennes à la loi normale

Taille n=39		Moyenne=360,728205		Ajustement à une loi de Gauss				
		Ecart-type=124,809168			I.C. à (en%)=80		U Gauss=1,2817	
Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
440,3	88,4	1	0,0128	-1,472	88,4	161,2833	82,5906	207,14
410,2	138,1	2	0,0385	-1,181	138,1	189,5709	122,375	230,8176
401,5	184	3	0,0641	-1,011	184	206,1727	145,306	245,131
372,9	212,2	4	0,0897	-0,880	212,2	218,8917	162,598	256,3734
433	213,4	5	0,1154	-0,770	213,4	229,6089	176,942	266,0729
504	227,9	6	0,1410	-0,672	227,9	239,1036	189,447	274,8682
368,7	233,4	7	0,1667	-0,583	233,4	247,7816	200,688	283,0958
502,5	251	8	0,1923	-0,500	251	255,8847	211,002	290,9601
513,9	252,1	9	0,2179	-0,421	252,1	263,571	220,609	298,5975
393	256,4	10	0,2436	-0,345	256,4	270,9511	229,657	306,106
481,5	264,9	11	0,2692	-0,272	264,9	278,1068	238,256	313,5604
628,3	273	12	0,2949	-0,200	273	285,1014	246,488	321,0203
575,1	285,2	13	0,3205	-0,129	285,2	291,9861	254,418	328,5359
352,5	285,7	14	0,3462	-0,059	285,7	298,804	262,099	336,1503
385,2	308,4	15	0,3718	0,011	308,4	305,5927	269,577	343,9024
256,4	308,4	16	0,3974	0,080	308,4	312,3863	276,892	351,8282
334,4	315	17	0,4231	0,151	315	319,2166	284,081	359,9623
397	334,4	18	0,4487	0,221	334,4	326,1144	291,179	368,3392
251	352,2	19	0,4744	0,293	352,2	333,1107	298,22	376,9939
273	368,7	20	0,5000	0,367	368,7	340,237	305,238	385,9639
285,7	381,8	21	0,5256	0,441	381,8	347,5272	312,267	395,2895
88,4	385,2	22	0,5513	0,518	385,2	355,0175	319,344	405,0161
138,1	393	23	0,5769	0,598	393	362,7485	326,509	415,1953
233,4	397	24	0,6026	0,680	397	370,7661	333,804	425,8874
381,8	399,5	25	0,6282	0,766	399,5	379,1234	341,277	437,1639
252,1	401,5	26	0,6538	0,856	401,5	387,8834	348,982	449,111
212,2	410,2	27	0,6795	0,951	410,2	397,1218	356,984	461,8345
399,5	433	28	0,7051	1,052	433	406,9318	365,36	475,4666
227,9	440,3	29	0,7308	1,159	440,3	417,4307	374,205	490,1755
213,4	461,8	30	0,7564	1,276	461,8	428,7698	383,638	506,1803
315	461,8	31	0,7821	1,403	461,8	441,1495	393,818	523,7733
184	481,5	32	0,8077	1,544	481,5	454,8445	404,959	543,357
528,6	502,5	33	0,8333	1,702	502,5	470,2466	417,361	565,508
461,8	504	34	0,8590	1,884	504	487,9436	431,477	591,0937
308,4	513,9	35	0,8846	2,099	513,9	508,8781	448,028	621,5081
264,9	528,6	36	0,9103	2,364	528,6	534,7096	468,279	659,2085
528,6	528,6	37	0,9359	2,714	528,6	568,7997	494,788	709,1779
461,8	575,1	38	0,9615	3,239	575,1	619,8332	534,155	784,3016
308,4	628,3	39	0,9872	4,350	628,3	728,0598	616,902	944,3539

III-2-2 Précipitation moyenne mensuelle [4]:

Moyenne déterminée mathématiquement pour une série de relevés pluviométriques. Elle est utilisée pour le calcul des besoins eau des cultures lorsque nous voudrions représenter les conditions climatiques moyennes.

Tableau 5. Précipitation moyenne mensuelle

mois	jan	fev	mar	avril	may	juin	juil	aout	sept	oct	nov	dec
P _{mensuelle}	54.3	34.2	38.5	35.1	29.2	10.7	5.1	7	31	23.5	33.2	52.9

III-2-3-Précipitation en année humide, normale ou sèche :

Une année humide, normale ou sèche est définie par la pluie ayant une probabilité de dépassement respective de : **20**, **50** et **80%**. Les précipitations en année normale (probabilité de 50%) sont, d'une manière générale représentée par les précipitations moyennes.

La quantité de précipitations sur laquelle on peut compter quatre années sur cinq, correspond à une probabilité de **80%** et représente une année "normale" sèche. La précipitation ayant une probabilité de dépassement de **80%** est utilisée dans le dimensionnement d'un réseau d'irrigation, appelé souvent précipitation de projet.

➤ **Calcul de la précipitation en année humide, normale ou sèche :**

Concernant notre projet, on s'est référé aux données de pluies de la station de M'cheddalah, représentant la région de BOUIRA, pour la détermination de la pluie des années : sèche, normale et humide, par un calcul de probabilités, nous a permis la détermination des valeurs mensuelles pour les années : sèche **80%**, normale **50%** et humide **20%**.

$$P_{iP\%} = P_{iMoy} * \frac{P_{P\%}}{P_{Moy}}$$

Dans la quelle :

- $P_{ip\%}$: Pluie mensuelle de l'année de probabilité de dépassement de P%, du mois i, en (mm).
- P_{iMoy} : Pluie moyenne mensuelle du mois i, en (mm).
- $P_{P\%}$: Pluie annuelle à une probabilité de dépassement de P%, en (mm).
- P_{Moy} : Pluie moyenne annuelle en (mm).

Les valeurs annuelles correspondantes aux probabilités de dépassements de : **80%**, **50%** et **20%** sont :

$$\begin{aligned} F(20\%) &= 251,2 \text{ mm,} \\ F(50\%) &= 368,7 \text{ mm,} \\ F(80\%) &= 476,2 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$P_{mens,80\%} = P_{mens,moy} \times \frac{P_{annuelle20\%}}{P_{annuelle50\%}} \quad [\text{mm}]$$

Tableau 6.precipitation en année humide P_{80%}

mois	jan	fev	mar	avril	may	juin	juil	aout	sept	oct	nov	dec
P _{mensuelle} [mm]	54.3	34.2	38.5	35.1	29.2	10.7	5.1	7	31	23.5	33.2	52.9
P _{mens, 80%} [mm]	37	23,3	26,23	29,91	19,89	7,92	3,47	4,76	21,12	16,01	22,61	36,04

III-3- Calcul des besoins en eau des cultures :

III-3-1 Logiciel cropwat [12]:

Le Cropwat est un logiciel d'aide à la gestion de l'irrigation, il a été mis au point par la FAO en 1992, basé sur la formule de Penman - Monteith modifiée. Il permet le calcul des besoins en eau des cultures et des quantités d'eau d'irrigation ; basés sur les Bulletins d'irrigation et de drainage FAO-24 et 33. Il offre également la possibilité de développer un calendrier d'irrigation en fonction de diverses pratiques culturales, et d'évaluer les effets du manque d'eau sur les cultures et l'efficience de différentes pratiques d'irrigation.

Le logiciel Cropwat est disponible gratuitement sur le site de la FAO, plusieurs versions existent (sous MS-DOS ; Windows). Actuellement il est à sa version Cropwat sous Windows 7.0.

Pour notre étude nous avons utilisé la version Cropwat sous Windows 4.3 qui présente quelques lacunes, parmi lesquelles :

- cette version ne comporte pas les fichiers pour les arbres fruitiers (fichier crop), de ce fait elle ne peut pas calculer leurs besoins sauf pour les agrumes, et nous avons été obligés de créer nous-même ces fichiers de cultures.
- Cropwat accepte d'entrer jusqu'à 30 cultures au même temps, existants dans une même parcelle d'un hectare pour donner les besoins en eau d'un hectare moyen (All crop) et le graphe cropping pattern de l'ensemble des cultures entrées. Mais si l'assolement des cultures entrées est complexe, le cropping pattern obtenue sera faux.

III-3-2 Données utilisées pour le calcul :**III-3-2-1 Les données climatiques**

Le logiciel Cropwat exige 5 données climatiques d'une station météorologique normalisée, pour que cette dernière soit représentative elle doit être la plus proche de la zone agricole, les stations comme celle des aéroports ou dans les zones urbaines sont à éliminer (Doorenbos et Kassam, 1987). En cas où la station la plus représentative ne donne pas les 5 données climatiques il est conseillé de les estimer, la FAO propose les méthodes d'estimation de l'humidité relative, rayonnement, et la vitesse de vent dans son Bulletin-56 (1998).

III-3-2-2 Traitement des données pluviométriques

Les pluies représentent un facteur déterminant pour estimer les besoins en eau d'irrigation, mais cette donnée reste variable dans le temps (d'une année à l'autre) et dans l'espace comme montre la figure suivante

des relevés des pluies mensuelles de ces stations, nous avons calculé la pluviométrie moyenne mensuelle représentative de la région, et effectué l'analyse fréquentielle des pluies pour déterminer la valeur des pluies mensuelle en année sèche et année humide.

La station maîtresse que nous avons considéré est celle de m'cheddalah caractérisée par :

- Latitude: 36° 19' 33" nord,
- Longitude: 4° 09' 01est.
- altitude : 388 m.

Tableau 7. Les principales caractéristiques des ET0

Mois	Température (C°)	Humidité (%)	Vitesse du vent (Km/jour)	Insolation (heures)
Janvier	7.53	80.33	198.72	4.94
Février	8.15	72.33	191.8	6.38
Mars	12.67	75	204.76	6.98
Avril	14.53	75.33	248.83	7.67
Mai	18,68	66.66	209.08	8.80
Juin	25.1	59	205.63	9.98
Juillet	27.73	50	198.72	10.76

Août	26.77	55.33	162.43	9.62
Septembre	22,58	66.66	162.43	7.8
Octobre	20.07	69.33	171.07	6.96
Novembre	12.62	75.66	175.39	5.32
Décembre	8.9	78	191.8	4.77

Concernant les pluies, pour plus de précision nous avons utilisé les pluies moyennes mensuelles

L'ensemble de données climatiques entrées dans le logiciel Cropwat sont synthétisés dans le

III-3-2-3 Les données liées au sol [12]:

Les données de sol sont nécessaires dans le pilotage des irrigations pour la détermination de la réserve utile (RU) qu'est liée à deux facteurs :

➤ la texture

Les valeurs de RU selon les différentes textures de sol considérées généralement sont d'après la FAO (1987):

- sol grossier : 60 mm/m,
- sol sableux : 100 mm/m,
- sol limoneux : 140 mm/m,
- sol argileux : 180 mm/m.

Tableau 8.données texture du sol

Texture	Moyen	Lourd
Eau utilisable	140 mm/m	180 mm/m
Taux maximum d'infiltration de pluie	40 mm/jour	40 mm/jour
Profondeur racinaire max d'enracinement	0,6 ou 1,2 m	0,6 ou 1,2 m
Tarissement initial de l'humidité de sol (% de d'eau utilisable)	0%	0%
Humidité de sol initial disponible	140 mm/m	180 mm/m

- On opte pour le sol argileux .car la région de el ajiba la plupart de ces terres sont moyen.

- les profondeurs d'enracinement à prendre en compte pour les calculs d'irrigation sont données dans le tableau 9 :

Tableau 9.profondeur d'enracinement

Cultures	Profondeur d'enracinement en m
Cultures maraîchères	0,3 à 0,6
Céréales	0,3 à 1,4

III-3-2-4 Les données liées à la culture [12]:

➤ 1. Type de culture

Pour recenser les cultures pratiquées généralement dans la wilaya de bouira, nous avons eu recours à la « série B » du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural et aux rapports de la DSA de bouira, de la période 1993 - 2004. La comparaison des deux sources a révélé quelques légères différences entre les données qui ne sont pas de taille à influencer sur notre étude.

Nous avons considéré 6 cultures généralement irriguées, les tableaux 10 et 12 donnent les détail de ces cultures.

Tableau 10.surfaces équipée par les cultures

Cultures irriguées		Superficie (ha)	% de Sup.
maraîchères	pomme de terre	75	15%
	Tomate	50	30%
	Oignon sec	50	10%
	Laitue	50	10%
céréales	Blé d'hiver	175	15%
	Sorgho	100	20%
Total		500	100%

III-3-2-5 Choix des cultures [12]:

Le choix des productions envisagées a toujours été un casse-tête pour l'agriculteur car cela suppose la prise en compte de plusieurs paramètres fondamentaux, aussi importants les uns que les autres mais pas forcément conciliables. Pour faire un bon tri des cultures, on doit convenablement appliquer les quatre règles suivantes qui réunissent l'ensemble des facteurs régissant sur le choix judicieux des productions, il s'agit de :

- Profiter des dons de la nature : choisir les productions en fonction de l'emplacement naturel de l'exploitation ;
 - Profiter des rentes de situation : choisir les productions en fonction de l'emplacement économique de l'exploitation ;
 - Prendre le vent en poupe : choisir les productions en fonction de la situation économique ;
- Tenir compte des possibilités de l'exploitation ;

III-3-2-6-Date de semis ou de plantation [12]:

Nous avons adapté les dates de semis (ou de plantation) des brochures des cultures de l'ITCMI (2001) et du calendrier du centre national pédagogique agricole (1988) qui regroupe les dates de semis et travaux culturaux de toutes les cultures (au Nord de l'Algérie).

En tenant compte des types d'exploitation et les principales cultures occupant la superficie du périmètre dans la situation de référence, l'occupation des sols retenue pour ce projet est donnée par le tableau suivant : (S, R sont respectivement les dates de semis et de la récolte) voir le tableau 11.

Tableau 11.periode de semis et récolte

Cultures	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Maraîchage :												
Tomate				S				R				
Oignon sec				S				R				
Pomme de terre			R								S	
Céréale :												
Blé d'hiver						R					S	
Sorgho			R								S	

III-3-2-7. Les phases de développement

Les 4 phases de développement considérées sont :

- la phase initiale,
- la phase de développement,
- la phase de mi- saison,
- la phase d'arrière-saison.

Il est difficile de déterminer avec précision la durée de chaque phase. Le seul moyen d'avoir les informations locales est le contact direct avec les agriculteurs et les agents de vulgarisation.

III-3-2-8 Le coefficient cultural (kc)

Cropwat exige l'entrée de 3 valeurs de kc (initiale, mi- saison, récolte), nous avons utilisé les kc des Bulletins de FAO-24 et 56, qui sont des kc standards et valides pour l'utilisation de la formule de Penman - Monteith.

Le choix du kc a été fait en considérant que le climat est méditerranéen, sans fortes gelées ($HR_{min} \sim 45\%$ et vitesse de vent modérée de l'ordre de 2 m/s), et que le sol est non couvert. Les valeurs de kc du Bulletin FAO-56 (1998) ont été actualisés par Allen et al sur la base des kc proposés par Doorenbos et Pruitt dans le Bulletin FAO-24 (1975).

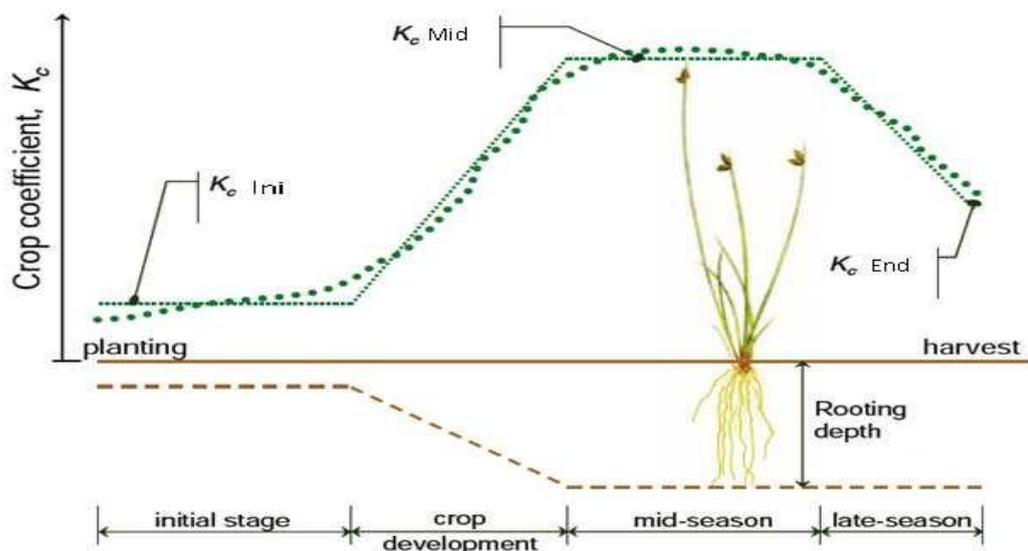


Figure 14. Coefficient cultural.

L'ensemble des données liées aux cultures entrées dans le logiciel Cropwat est résumé dans le tableau 12.

Tableau 12. Synthèses des données liées aux cultures

Cultures	Durée de phases de développement (jour)					Coefficient Cultural Kc			Date de semis ou plantation
	ini.	dev.	mi-sai	arri-sai	durée du cycle	Kc ini	Kc mid	Kc end	
Céréales fourragères	40	60	60	40	200	0.3	1.15	0.25	01-nov
Trèfle et luzerne	150	30	150	35	365	0.4	0.95	0.90	01-mars
Blé	30	140	40	30	240	0.3	1.15	0.25	01-nov
Orge	40	60	60	40	200	0.3	1.15	0.25	01-nov
Arbres fruitiers à noyaux	30	40	80	40	190	0.50	0.80	0.60	01-mars
Arbres fruitiers à pépins	30	50	110	30	220	0.50	0.80	0.60	01-avr
Autres arbres	30	40	80	40	190	0.55	0.80	0.60	01-mars
Olivier	10	20	150	90	270	0.60	0.60	0.55	23-févr
Pomme de terre	25	30	45	30	130	0.5	1.15	0.75	01-mars
Carotte	20	30	30	20	100	0.7	1.05	0.95	01-mars
Tomate	30	40	45	30	145	0.6	1.15	0.80	01-janv
Ail et oignon	15	25	70	40	150	0.7	1.05	0.85	01-févr
Piment poivron	30	40	40	20	130	0.6	1.05	0.90	01-mars
Melon pastèque	25	35	40	30	130	0.4	1.05	0.75	01-avr
Concombre et courgette	25	35	25	15	100	0.6	0.90	0.70	01-mai
Aubergine	30	45	40	25	140	0.4	1.15	0.8	01-mai
Choux	40	60	50	15	165	0.7	1.05	0.95	01-sept
Navet	25	35	50	50	160	0.5	1.05	0.95	01-févr
Fève et haricot	20	30	30	10	90	0.4	1.05	0.90	20-déc
Laitue	20	30	15	10	75	0.7	1.05	0.95	01-avr

III-3-3 Le choix des critères de la conduite des irrigations :

III-3-3-1- La pluie efficace P_{eff} [13]:

Le Cropwat propose plusieurs modèles de calcul de la pluie efficace qui sont détaillés dans le Bulletin FAO-25, nous avons choisi de travailler avec la méthode l'USDA pour tenir compte des

pertes dues au ruissellement de surface et à la percolation profonde, c'est une formule recommandée par United States Département of Agriculture - Soil Conservation Service.

La pluie efficace (P_{eff}), représente la fraction des précipitations qui est effectivement utilisée par la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface et par percolation profonde. Le choix de la méthode appropriée pour le calcul des précipitations efficaces demande une réflexion sérieuse. Différentes méthodes ont ainsi été développées, chacune prenant en compte le climat de la région où doivent s'effectuer les mesures. Le logiciel CROPWAT en propose 4.

La première formule propose un pourcentage fixe : $P_{\text{eff}} = A * P_{\text{moy}}$

Dans laquelle A est une fraction donnée par l'utilisateur.

En général, A est compris entre 0.7 et 0.9.

La deuxième formule a été développée à partir de données provenant de zones arides et semi-arides :

$$P_{\text{eff}} = 0.6 * P_{\text{moy}} - 10 \quad \text{pour } P_{\text{moy}} < 70 \text{ mm/mois}$$

$$P_{\text{eff}} = 0.8 * P_{\text{moy}} - 25 \quad \text{pour } P_{\text{moy}} > 70 \text{ mm/mois}$$

La troisième est une formule empirique développée localement. Les coefficients utilisés sont déterminés à partir d'une analyse des données climatiques locales :

$$P_{\text{eff}} = A * P_{\text{moy}} + B \quad \text{pour } P_{\text{moy}} < x \text{ mm/mois}$$

$$P_{\text{eff}} = C * P_{\text{moy}} + D \quad \text{pour } P_{\text{moy}} > x \text{ mm/mois}$$

La quatrième formule a été mise au point par le département américain de l'agriculture (USDA) :

$$P_{\text{eff}} = P_{\text{moy}} * (1 - 0.2 * P_{\text{moy}} / 125) \quad \text{pour } P_{\text{moy}} < 250 \text{ mm/mois}$$

$$P_{\text{eff}} = 125 + 0.1 * P_{\text{moy}} \quad \text{pour } P_{\text{moy}} > 250 \text{ mm/mois}$$

Des pluies efficaces sont regroupées dans le tableau suivant (tableau 13) :

Tableau 13. Pluies efficaces

	Rain	Eff. rain
	mm	mm
January	37.0	29.6
February	23.3	18.6
March	26.2	21.0
April	29.9	23.9
May	19.9	15.9
June	7.9	6.3
July	3.5	2.8
August	4.8	3.8

September	21.1	16.9
October	16.0	12.8
November	22.6	18.1
December	36.0	28.8

III-3-3-2- Calendrier d'irrigation[13]:

Nous avons fixé les critères de la conduite d'irrigation comme suit :

- irriguer quand la RFU est épuisée à 100% pour les cultures maraîchères et irriguer quand 50 mm de l'humidité du sol sera tarit pour les céréales,
- remplir la RFU à 100% (ramener la RFU à la capacité au champ),
- début de pilotage : la première date de plantation de chaque culture. Sur cette base l'irrigation se fait sans restriction imposée sur les fréquences d'irrigation et la disponibilité en eau, donc c'est une irrigation du confort hydrique

III-3-3-3 Efficience d'irrigation [12]:

Le Cropwat considère une efficience globale fixée à 70%, on peut varier cette efficience selon le système d'irrigation utilisée et la nature du sol.

III-3-4- Besoins en eau d'irrigation [13]:

Basé sur un bilan hydrique dans la zone racinaire et sur une période donnée (jour, décade, mois). On compare la quantité d'eau disponible naturellement pour les végétaux et les prélèvements de ces mêmes végétaux placés dans des conditions optimales d'approvisionnement en eau.

Plusieurs critères s'imposent de leur détermination des besoins en eau des végétaux :

- planification de l'utilisation des ressources hydrauliques ;
- conception des réseaux d'irrigation: calcul du débit de dimensionnement des ouvrages {prédiction} ;
- gestion des réseaux d'irrigation: prévision à court terme ;

Eau disponible:

- fraction des précipitations stockée dans la zone racinaire: P_{eff} (pluie efficace) ;
- éventuelle réserve R ;

Prélèvements:

- évapotranspiration max. ETM

Le bilan se présente comme suit :

$$B_i = P_{eff,i} + RFU_{i-1} - ETR_i$$

Avec :

B_i : besoin en eau de la plante au mois considéré (i);

$P_{eff,i}$: pluie efficace de mois (i);

RFU_{i-1} : réserve facilement utilisable du mois précédent;

ETR_i : évapotranspiration réelle du mois (i);

III-3-5- L'évapotranspiration réelle [13]:

Elle s'obtient en multipliant l'évapotranspiration standard par le coefficient cultural :

$$ETR = ET_0 * Kc$$

Avec :

- Kc : correspond au coefficient cultural, fonction du type de culture et de son état végétatif.
- ET_0 : l'évapotranspiration standard définie par Penman (1956) comme étant la quantité d'eau transpirée par unité de temps par une végétation courte et verdoyante, recouvrant complètement le sol, de hauteur uniforme et qui ne manque jamais d'eau. Elle se calcule à partir de la formule de Penman-Monteith et des données climatiques de la région comme suit :

$$ET_0 = \frac{\Delta(Rn - G) + \gamma(ea - ed) f(U_2)}{\Delta + \gamma}$$

Avec :

- Δ : pente de la courbe de pression de vapeur, à la température moyenne de l'air (mbar/°C);
- Rn : rayonnement net exprimé en évaporation équivalente (mm/j);

G : flux de chaleur dans le sol (mm/j); fréquemment négligé;

- γ : constante psychrométrique (0.66 mbar/°C);
- ea : pression de vapeur saturante à la température moyenne de l'air (mbar);
- ed : pression de vapeur moyenne dans l'air, à 2 m de hauteur (mbar);

Les données climatiques (moyennes mensuelles) à fournir pour déterminer l'évapotranspiration sont reprises ci-dessous :

Tableau 14.Evapotranspiration de référence

Month	Avg Temp	Humidity	Wind	Sunshine	Radiation	ETo
	°C	%	km/day	hours	MJ/m ² /day	mm/day
January	7.5	80	199	4.9	8.8	1.01
February	8.2	72	192	6.4	12.3	1.57
March	12.7	75	205	7.0	15.9	2.33
April	14.5	75	249	7.7	19.5	3.06
May	18.7	67	209	8.8	22.6	4.26
June	25.1	59	206	10.0	24.8	5.76
July	27.7	50	199	10.8	25.6	6.52
August	26.8	55	162	9.6	22.8	5.41
September	22.6	67	162	7.8	17.9	3.72
October	20.1	69	171	7.0	13.9	2.70
November	12.6	76	175	5.3	9.6	1.42
December	8.9	78	192	4.8	8.0	1.03

III-3-6- La réserve facilement utilisable[13] :

Elle est estimée à partir des formules suivantes :

$$EU = (\theta_{FC} - \theta_{WP})$$

$$RU = EU * Z_r = (\theta_{FC} - \theta_{WP}) * Z_r$$

$$RFU = RU * f$$

- EU est la teneur en eau utile du sol (mm/m).
- EU est la différence entre le contenu en eau à la capacité au champ (θ_{FC}) et la teneur en eau au point de flétrissement (θ_{WP}).
- Z_r (m), la profondeur d'enracinement des cultures.
- RU (mm) est l'eau accessible aux végétaux dans le volume de sol exploité par leurs racines.
- La réserve facilement utilisable (RFU) est la quantité d'eau qu'une plante peut extraire d'un sol sans que sa production ne soit affectée de façon notable.

Elle est définie par l'introduction d'un coefficient empirique, f. Ce coefficient

représente le risque potentiel de soumettre la plante à un stress hydrique et est fonction de la culture. Il est généralement admis de lui donner une valeur de 2/3.

III-4-Besoin en eau culture[13]:

Les besoins en eau des différentes cultures cultivées estimés par le CROPWAT sont représentés dans les tableaux ci-après :

➤ **TOMATE:**

Tableau 15.besoin en eau tomate en mm

Mois	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
K_C	0.6	0.81	1.15	1.05	0.90
ETR	11.22	29.7	73.83	79.65	34.38
ETP	18.7	36.63	64.2	75.86	38.2
B_{net}	32.2	92.9	186.2	225.1	147.4

➤ **OIGNON SEC :**

Tableau 16.besoin en eau oignon sec en mm

Mois	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
K_C	0.7	0.8	0.93	0.95	0.82
ETR	24	34	46	50	37
ETP	34.3	42.5	49.46	52.63	45.1
B_{net}	44.4	87.1	135.4	148.9	110.7

➤ **LAITUE :**

Tableau 17.besoin en eau laitue en mm

Mois	Janvier	Février	NOV	DICEM
K_C	0.4	1.15	1.15	0.5
ETR	31	42	74.4	99

ETP	77.5	36.5	64.7	198
B_{net}	5	0	0	8.5

➤ **POMME DE TERRE:**

Tableau 18.besoin en eau pomme de terre en mm

Mois	Novembre	Décembre	Janvier	Février	MARS
K_C	3.03	0.9	1.15	1.05	0.82
ETR	6.06	8.88	12.88	14.84	12.92
ETP	17	9.86	13.04	14.13	15.76
B_{net}	5.3	2.2	8.7	27.2	10.6

➤ **Blé D'HIVER:**

Tableau 19.besoin en eau blé d'hiver en mm

Mois	Novembre	Décembre	Janvier	Février	MARS	Avril	Mai	Juin
K_C	0.3	0.36	0.58	0.75	0.92	1.10	1.13	0.6
ETR	1.37	1.54	3.8	7.95	19	38.2	57.24	20.82
ETP	4.56	4.3	6.56	10.6	20.65	34.37	50.66	34.7
B_{net}	0.2	0	0	15.5	47	80.3	135.6	102.1

➤ **SORGHO:**

Tableau 20.besoin en eau sorgho en mm

Mois	Novembre	Décembre	Janvier	Février	MARS
K_C	0.5	0.9	1.15	1.05	0.82
ETR	2.5	7.77	12.82	9.24	7.92

ETP	5	8.63	11.15	8.8	9.66
B_{net}	0.2	0.7	4	17	5.7

Après avoir calculer les Besoins en eau des cultures (mm) les résultats sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau 21. besoin en eau culturelle en mm

Mois	Jan	fev	mars	avril	mai	juin	juillet	aout	sep	oct	nov	dec
Plantes												
Tomate				32.2	92.9	186.2	225.1	147.4				
Oignon sec				44.4	87.1	135.4	148.9	110.7				
Laitue	0	8.5									5	0
Pomme de terre	8.7	27.2	10.6								5.3	2.2
Blé d'hiver	0	15.5	47	80.3	135.6	102.1					0.2	0
Sorgo	4	17	5.7								0.2	0.7
TOTAL	12.4	68.2	63.3	156.9	315.6	423.7	374	268.8	0	0	10.7	2.9

III-5-Conclusion

Après avoir déterminé les besoins en eau de nos cultures à l'aide du logiciel **Cropwat** qui sont illustrés dans le tableau précédant. On remarque que le mois de juin correspond au besoin max, B=423.7mm, donc le mois de pointe c'est juin.

Nous passons dans ce chapitre suivant pour le dimensionnement du notre réseau dans le chapitre suivant.

CHAPITRE IV :

DIMENSIONNEMENT

IV.1 Introduction :

La distribution de l'eau à partir du réservoir sera assurée par un réseau de canalisation sur lequel des branchements sont piqués en vue de l'alimentation en eau des abonnés.

Une étude préliminaire doit être faite afin d'attribuer un diamètre adéquat à la canalisation pour pouvoir assurer le débit maximal avec des pressions suffisantes pour atteindre les points les plus défavorables.

IV.2 Classification des réseaux [14]:

On distingue plusieurs types de réseau de distribution

- Réseaux ramifiés.
- Réseaux maillés.
- Réseau mixte.

IV.2.1 Réseau ramifiés [14]:

Le réseau ramifié est constitué par une conduite principale et des conduites secondaires (Branches) tout le long de la conduite principale. **fig15**

On opte pour ce réseau dans notre projet :

➤ **Avantage :**

- C'est un réseau arborescent. Il est caractérisé par une alimentation à sens unique.
- Ce réseau présente l'avantage d'être économique à cause du linéaire réduit des canalisations posées.

➤ **Inconvénient :**

il manque de souplesse et de sécurité, Il suffit qu'une panne se produise sur la conduite principale, Les usagers avals se trouveront Privés d'eau.

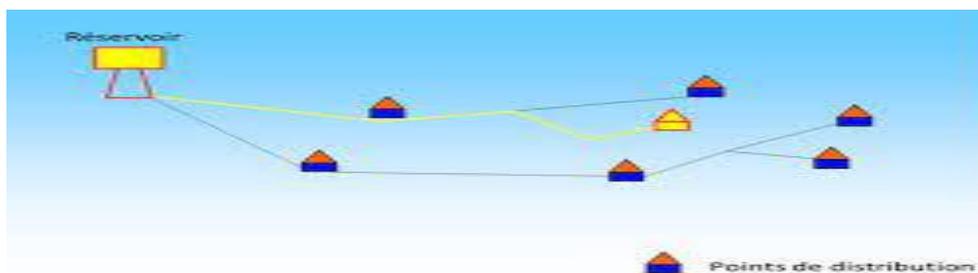


Figure 15. Illustration d'un réseau ramifié.

IV.2.2 réseau maillé [14]:

Un réseau maillé est constitué d'une série des tronçons disposés de telle manière qu'il soit possible de décrire une ou plusieurs boucles fermées en suivant son trace. Contrairement aux réseaux ramifiés.

Le réseau maillé assure une distribution de retour. Il est utilisé généralement dans les zones urbaines. Figure (16).

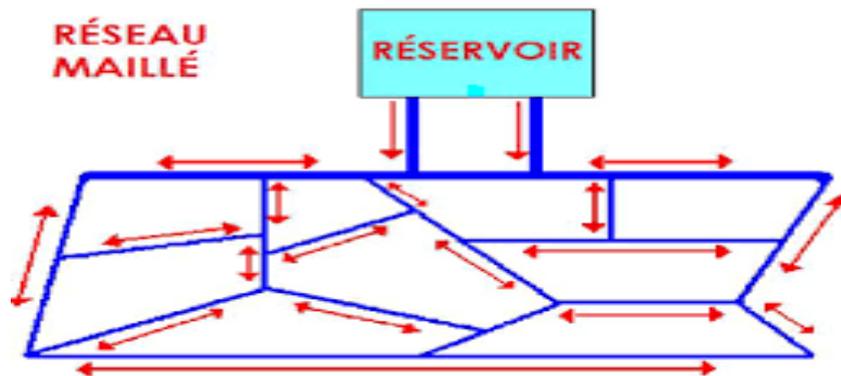


Figure 16. Présentation d'un réseau maillé.

IV.2.3 Réseau mixte [14] :

Ce sont des réseaux constitués d'une partie ramifiée et d'une autre maillé, il est utilisé pour des agglomérations présentant des endroits plats et d'autres accidentés.

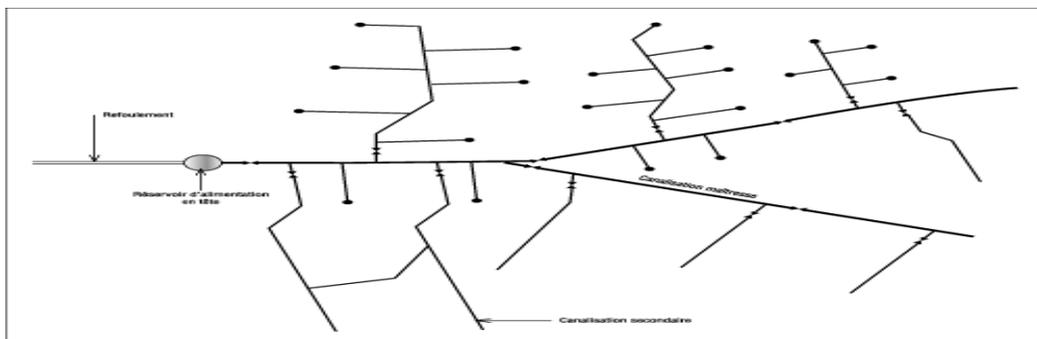


Figure 17. Réseau mixte.

IV.3 Choix du type des conduites [14]:

Le réseau sera réalisé avec des conduites en PEHD, pour les avantages dont elles disposent :

- Facilité de pose.
- Longue durée de vie.
- Rugosité très faible.
- Répond parfaitement aux normes de potabilité

- Résiste à l'entartage et à la corrosion interne et externe.
- Bonne résistance aux hautes températures.

IV.4 Equipements du réseau de distribution [14] :

IV.4.1. les canalisations :

Les réseaux de distribution sont constitués de :

- Conduites principales.
- Conduites secondaire.

IV.4.2 Organes accessoires

Le réseau de distribution comporte des équipements permettant son fonctionnement qui sont

Les suivants :

➤ **Robinets**

Ils permettent l'isolement de divers tronçons de canalisation en vue de leurs

Réparations en cas de panne

➤ **Ventouses**

Ce sont des appareils qui sont placés aux points les plus hauts du réseau pour chasser l'air

Contenu dans la conduite.

➤ **Robinets de vidange**

Ils sont placés aux points bas du réseau pour permettre la vidange

➤ **Clapets**

Ils empêchent le retour de l'eau au sens inverse de l'écoulement prévu

➤ **Poteaux d'incendie**

Ils sont placés dans les bordures des trottoirs, espacés de 200 à 300 m.

IV.4.3 les raccords [14] :

- Coudes Changement de direction
- Cône de réduction Diminution de diamètre
- Manchon Assemblage en ligne de 02 éléments cylindrique
- Té : Raccordement à l'équerre d'une conduite à une autre
- Boue d'extrémité ou bride d'extrémité : Permet à l'extrémité d'une conduite de
Changer de type d'assemblage

IV-5- Dimensionnement du réseau :

IV-5-1- Tracé du réseau :

Il est structuré en blocs hydrauliques géographiques en étage de pression et éventuellement en quartiers dans un même étage. Ce réseau peut être généralement exploité par des associations d'agricultures, cela permettant de réduire tant la charge de l'administration que de réduire les coûts globaux de gestion de maintenance au plan micro économique. Le réseau de distribution est porteur de l'ensemble des branchements destinés aux exploitants.

Le tracé du réseau se repose sur les Principes suivants:

- relier par le trajet le plus rationnel (le plus court et/ou celui présentant le moins de contraintes de passage et/ou celui qui correspond à la meilleure répartition hydraulique des charges) les différentes bornes d'irrigation de chaque étages pris séparément jusqu'au raccordement à la conduite principale d'alimentation.
- Eviter autant que possible les zones d'habitations ou de passages difficiles.
- Suivre autant que possible les pistes ou routes existantes.
- Enfin relier les conduites principales aux ouvrages de départ du quartier.

Le réseau de distribution sera constitué de conduites en polyéthylène haute densité PEHD et de pression nominale PN 10 bars. La gamme de diamètres des canalisations en PEHD retenue englobe les diamètres suivants : 1800mm.....50 mm.

IV-5-2- Le principe de bornage :

Le principe de base retenu pour le BORNAGE est de respecter strictement la structure du parcellaire actuel. Chaque parcelle ou groupe de parcelles sera doté d'une borne équipée de compteur et de limiteur de débit. Et comme les tailles des parcelles sont variables, il sera important de prévoir plusieurs types de bornes en ce qui concerne le débit nominal fourni.

La borne est constituée d'un corps comprenant les fonctions de raccordé au réseau collectif et vannage ainsi que des sorties permettant de recevoir les tubulures. Les tubulures comprennent les fonctions de comptage, régulation/stabilisation de pression, limitation du débit et raccordement au réseau individuel. Voir **figure 18**



Figure 18. Borne à quatre sorties.

IV-5-3- calcul du débit spécifique :

Les modèles assolement étant déjà fixés et affectés pour chaque bloc de superficie connue; on calcule le débit spécifique continu à partir des besoins de pointe des cultures des chaque model, par la formule suivante :

$$q_s = \frac{B * 10 * 1000}{T * t * eff}$$

Avec :

q_s : le débit spécifique du model considéré (il doit être : $0.6 \text{ l/s/ha} < q_s < 1.5 \text{ l/s/ha}$);

B : les besoins de pointe du model;

T : le nombre de jour de travail pendant le mois; $T = 30$

t : le temps de travail en seconde pendant la journée; $t = 86400$

eff : efficacité, $eff = 0.70$

$$q_s = \frac{423,7 * 10 * 1000}{30 * 86400 * 0,70} = 2,33 \text{ l/s/ha}$$

Si $q_s > 1.5 \text{ l/s/ha}$ on prend, B = besoins de la plante la plus exigeante pendant le mois de pointe.

$$q_s = \frac{225,1 * 10 * 1000}{30 * 86400 * 0,70} = 1,22 \text{ l/s/ha}$$

IV-5-4-Débit aux bornes :

A présent il ne reste qu'à déterminer le débit à acheminer vers chaque borne pour avoir le débit qui transite dans chaque tronçon de la canalisation du réseau et pouvoir par la suite dimensionner le dernier et déterminer son diamètre;

- Le débit caractéristique de chaque parcelle est déterminé selon les cas suivants :

Pour notre périmètre le débit caractéristique pour chacune d'elles est $q_i = q_s = 1,22$ l/s/ha; le débit au niveau d'une borne est calculé en multipliant le débit caractéristique de la parcelle qu'elle irrigue par la superficie de cette dernière, les débits de chaque borne sont donnés dans le **tableau 22**

Les altitudes sont extraites dans le plan de masse de plateau d'elnam.

IV-5-5-Altitude des nœuds : [16]

C'est la première caractéristique à saisir pour un nœud, nous avons pu

Déterminer ces cotes au sol en se basant sur un fichier **Covadis** sur lequel on a

Reporté le levé topographique du site de l'étude. Son unité est le mètre. Le

Tableau 22 suivant donne les altitudes en m des bornes :

Tableau 22.paramètres des bornes

N* borne	conduite	surface (ha)	q_i (l/s/ha)	débits	altitude
201	AJ01	3,5	1,22	4,27	398,32
202	AJ01	3,8	1,22	4,636	398,18
203	AJ01A	7,5	1,22	9,15	398,31
204	AJ01	8	1,22	9,76	394,4
205	AJ01	10,4	1,22	12,688	405,08
206	AJ01	3,5	1,22	4,27	408,41
207	AJ02	3,7	1,22	4,514	408,25
208	AJ02A	5,3	1,22	6,466	405,11
209	AJ02A	12,5	1,22	15,25	397,09
210	AJ02	1,3	1,22	1,586	412,43
211	AJ02B	6,8	1,22	8,296	411,79
212	AJ02B	1,5	1,22	1,83	419,05
213	AJ02	9,9	1,22	12,078	421,13
214	AJ02C	6,8	1,22	8,296	419
215	AJ02D	6,4	1,22	7,808	425,16
216	AJ02	5,9	1,22	7,198	432,68

217	AJ02	1,9	1,22	2,318	433,25
218	AJ03A	4,6	1,22	5,612	398,46
219	AJ03B	2	1,22	2,44	390,34
220	AJ03B	2	1,22	2,44	390,73
221	AJ03B	3,8	1,22	4,636	387,06
222	AJ03	90	1,22	109,8	412,97
223	TRA223	8	1,22	9,76	418,36
224	TRA224	7,3	1,22	8,906	421,56
225	AJ03C	12,2	1,22	14,884	432,3
226	AJ03C1	1,1	1,22	1,342	422,91
227	AJ03C2	16,2	1,22	19,764	425,14
228	AJ03C2	3,9	1,22	4,758	427,29
229	AJ03C	8	1,22	9,76	432,64
230	AJ03C	6,7	1,22	8,174	428,71
231	AJ03C	18,5	1,22	22,57	425,67
232	AJ03C	8,1	1,22	9,882	428,71
233	AJ03C	9	1,22	10,98	424,51
234	AJ03C3	20	1,22	24,4	409,88
235	AJ03D1	5,2	1,22	6,344	407,47
236	AJ03D1	3,8	1,22	4,636	411,45
237	TRA237	9,1	1,22	11,102	403,83
238	AJ03D2	4,2	1,22	5,124	416,04
239	AJ03D	11,7	1,22	14,274	409,26
240	AJ03E	5,7	1,22	6,954	397,57
241	AJ03	12,7	1,22	15,494	390,49
242	AJ03F	16,3	1,22	19,886	393,91
243	AJ03F	5,9	1,22	7,198	393,79
244	AJ03G	14,1	1,22	17,202	386,15
245	AJ03H	10,1	1,22	12,322	380,72
246	AJ03J	12,2	1,22	14,884	382,38
247	AJ03J	10	1,22	12,2	382,72
248	AJ03J	4,4	1,22	5,368	377,41
249	AJ03	10,4	1,22	12,688	377,7
250	AJ03	14,9	1,22	18,178	377,7
251	AJ03K	15	1,22	18,3	376,19
252	AJ03	14,2	1,22	17,324	374,85

IV.4. Dimensionnement du réseau d'irrigation d'el Ajiba [14]

Nous sommes maintenant dans la phase finale du projet, Nous avons choisi le PEHD

Comme type de conduite pour notre réseau, ce choix du PEHD est justifié par sa gamme assez

Large, sa résistance et sont étanchéité. le calcul de dimensionnement sera effectué par

Simulation sur le logiciel **EPANET**.

Les applications des systèmes de canalisations en polyéthylène haute densité (PEHD) sont Variées ; elles concernent les industries du gaz, des eaux, du drainage et de l'assainissement. Le PEHD est le plus inerte chimiquement de tous les matériaux brutes en plastique, et est par conséquent extrêmement résistant aux produits chimiques et à la corrosion. Les eaux Aggressives issues des sols à haute teneur en sulfate et celles à faible dureté n'attaqueront pas Les tubes en PEHD.

Les coefficients de rugosité pour les conduites PEHD d'après la catalogue de groupe CHIALI sont comme suit :

$\varepsilon = 0.01\text{mm}$ pour $D < 200\text{mm}$

$\varepsilon = 0.02\text{mm}$ pour $D > 200\text{mm}$

IV.4.1. EPANET : [15]

IV.4.1.1. Présentation de logiciel EPANET :

Le logiciel EPANET est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et de Simulation de la qualité de l'eau dans les réseaux d'eau potable. Un réseau d'eau potable sur Un logiciel se définit par des tuyaux (tronçons sur le logiciel), des nœuds (intersection de deux Tuyaux et extrémité d'une antenne) mais également d'autres organes (réservoirs, pompes, Clapets, différents types de vannes,...).

Le logiciel permet de calculer le débit parcourant chaque tuyau, la pression à chacun des Nœuds mais également le niveau de l'eau à n'importe quel moment de la journée et quelle que Soit la période de l'année où on se situe. Le moteur de calcul hydraulique intégré permet de Traiter des réseaux de taille illimitée. Il dispose de plusieurs formules de calcul de pertes de Charges, il inclut les différentes pertes de charge singulières et modélise les pompes à vitesse fixe et variable. En résumé, le logiciel présente tous les outils pour remplir les objectifs Suivants :

- Régulation des pressions dans le réseau
- Détection des zones de fonctionnement déficitaire
- Dimensionnement de réseaux
- Amélioration de la gestion des équipements d'eau

IV.4.1.2. Les étapes classiques de l'utilisation d'EPANET :

Pour modéliser un système de distribution d'eau sous EPANET les étapes sont les suivantes:

- Dessin d'un réseau représentant le système de distribution
- Saisie des propriétés des éléments du réseau

- Sélection d'un ensemble d'options de simulation
- Lancement d'une simulation hydraulique ou d'une analyse de la qualité
- Visualisation des résultats d'une simulation

Chaque formule utilise un coefficient de rugosité différent qui doit être déterminé

Empiriquement.. Il est important de noter que le coefficient de rugosité d'un tuyau peut changer considérablement avec son âge.

IV.4.2.Longueur des conduites [16] :

L'unité de longueur utilisée pour les tuyaux est le mètre. La construction du

Réseau a été facilité par le fait qu'il m'a été possible d'importer un fichier

Comme fond d'écran représentant mon réseau. Ainsi, nous avons pu plus

Facilement représenter le réseau. Ensuite, il a fallu entrer la longueur de chaque

Tronçon, récupéré depuis un fichier **Auto CAD** qui montre le plan de situation de

La zone d'étude.

Le tableau ci-dessus (tableau 24) récapitule les longueurs des tronçons de notre réseau

IV.4.3.Formule Coefficient de résistance[16] :

Formule de Hazen-Williams :

$$\Delta H = 0,674 \frac{Q^{1,852} * L}{C^{1,852} * D^{4,871}}$$

Darcy-Weisbach

$$\Delta H = 0,0827 \frac{\lambda * Q^2 * L}{D^5}$$

Chezy-Manning

$$\Delta H = 10,294 \frac{n^2 * Q^2 * L}{D^{5,33}}$$

- C : coefficient de rugosité de Hazen-Williams.
- d : diamètre du tuyau (m).
- ε:coefficient de rugosité de Darcy-Weisbach (m).
- L : longueur de tuyau (m).
- f : facteur de friction (dépend de ε, d et q).
- Q : débit (m3/s) .

- n coefficient de rugosité de Manning.

Remarque:

Dimensionnement concernera unique la variante adopté (variante 2) D-W.

IV.4.4. Détermination des diamètres approximatifs des conduites :

Le débit de chaque conduite étant connus, son diamètre peut être déterminé par la relation

Suivante:
$$D_i = \sqrt{\frac{4 * Q_i}{\pi * V}}$$

Nous prendrons en première approche $V=1.5$ m/s, et ont déterminera une première Répartition des diamètres approximatifs ces diamètres seront choisi dans une gamme Normalisée.

Dans les tableaux suivants sont représentés les diamètres approximatifs des différents Tronçons du réseau.

IV-5-Shéma de simulation :

Le schéma du réseau de distribution après simulation est donné dans la figure 19 ci-dessous :

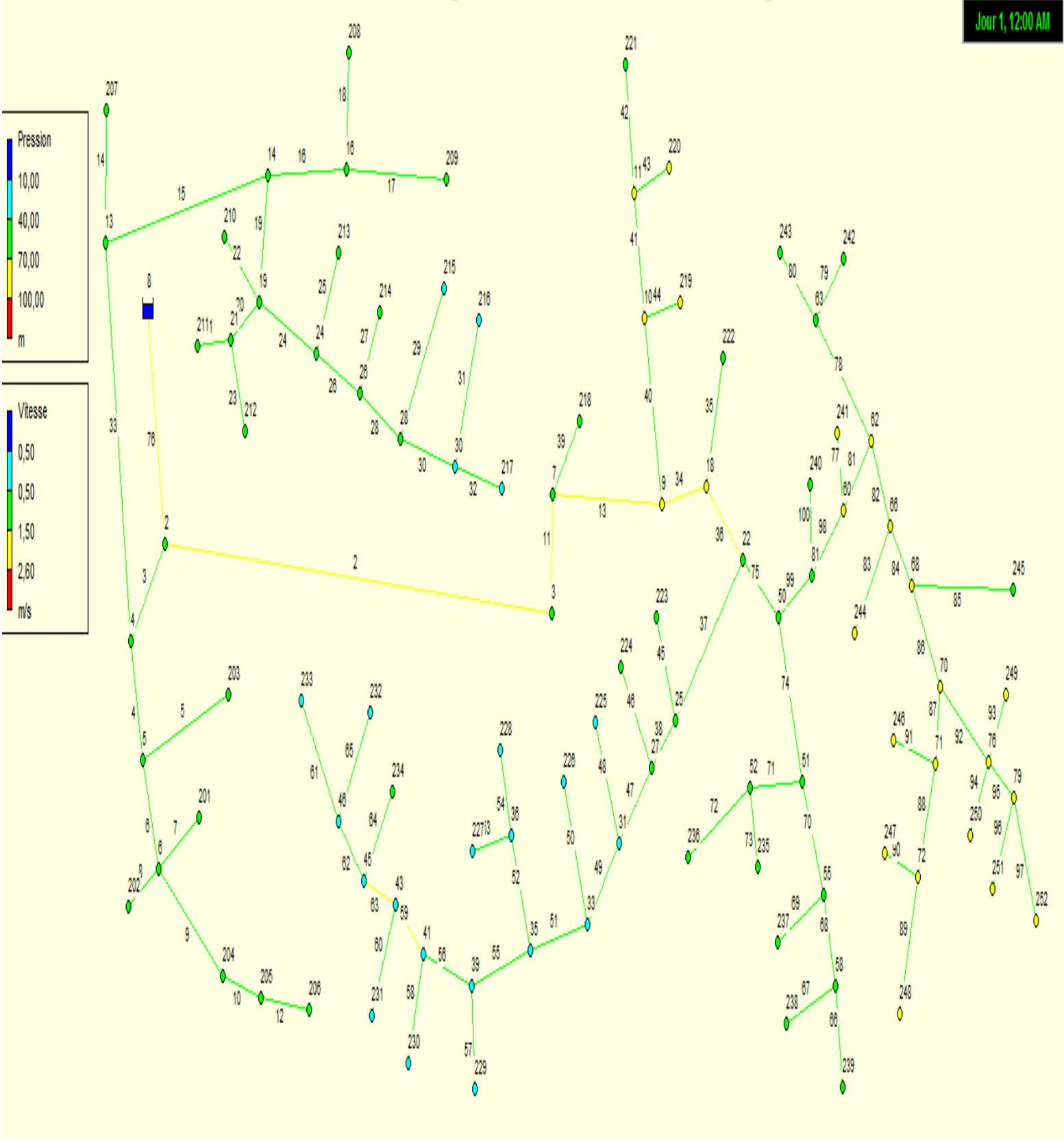


Figure 19.shéma de simulation épanet vitesse et pression

IV-6-Etats des nœuds et des bornes :

Tableau 23. États des nœuds

nœuds	Altitude	Demande Base	Charge	Pression
ID Nœud	m	LPS	m	m
Nœud 2	402,17	120,8	467,28	65,11
Nœud 3	398,14	478,53	465,71	67,57
Nœud 4	402,25	120,36	467,28	65,03
Nœud 5	398,85	44,76	467,01	68,16
Nœud 6	398,25	35,61	466,91	68,66
borne 201	398,32	4,27	466,71	68,39
borne 202	398,18	4,63	466,62	68,44
borne 204	394,4	9,76	458,75	64,35
borne 206	408,41	4,27	451,95	43,54
borne 205	405,08	12,68	456,31	51,23
borne 203	398,31	9,15	458,59	60,28
Nœud 13	408,55	75,6	466,8	58,25
Nœud 14	407,35	71,08	466,34	58,99
borne 207	408,25	4,51	466,75	58,5
Nœud 16	399,1	21,71	466,08	66,98
borne 208	405,11	6,46	465,85	60,74
borne 209	397,09	15,25	461,21	64,12
Nœud 19	413,1	49,38	466,25	53,15
borne 210	412,43	1,586	465,86	53,43
Nœud 21	412,12	10,12	463,38	51,26
borne 211	411,79	8,29	463,23	51,44
borne 212	419,05	1,83	459,47	40,42
Nœud 24	419,52	37,67	465,47	45,95
borne 213	421,13	12,07	463,54	42,41
Nœud 26	420,5	25,6	465,3	44,8
borne 214	419	8,29	463,75	44,75
Nœud 28	424,18	17,31	464,2	40,02
borne 215	425,16	7,8	462,91	37,75
Nœud 30	432,8	9,51	464,12	31,32
borne 216	432,68	7,19	464,07	31,39
borne 217	433,25	2,318	461,77	28,52
Nœud 7	398,25	478,53	465,67	67,42
borne 218	398,46	5,61	464,88	66,42
Nœud 9	392,22	472,92	465,57	73,35

Nœud 10	390,25	9,51	465,15	74,9
Nœud 11	390,9	7,07	461,85	70,95
borne 221	387,06	4,63	444,64	57,58
borne 220	390,73	2,44	461,08	70,35
borne 219	390,34	2,44	464,71	74,37
Nœud 18	390,83	463,41	464,75	73,92
borne 222	412,97	109,8	464,68	51,71
Nœud 22	413	353,61	464,16	51,16
borne 223	418,36	9,76	464,06	45,7
Nœud 25	418,45	144,95	464,11	45,66
Nœud 27	421,45	135,19	464,08	42,63
borne 224	421,56	8,9	464,04	42,48
Nœud 31	432,2	126,29	464,01	31,81
borne 225	432,3	14,88	463,97	31,67
Nœud 33	427,4	111,41	463,96	36,56
borne 226	422,91	1,34	462,29	39,38
Nœud 35	429,61	110,07	463,92	34,31
Nœud 36	428,02	24,51	463,44	35,42
borne 228	427,29	4,75	462,22	34,93
Nœud 39	432,64	85,56	463,87	31,23
borne 227	425,15	19,76	463,37	38,22
borne 229	432,64	9,76	463,52	30,88
Nœud 41	428,51	75,8	463,77	35,26
borne 230	428,71	8,17	463,61	34,9
Nœud 43	425,2	67,63	462,36	37,16
borne 231	425,67	22,57	462,3	36,63
Nœud 45	428,2	45,06	460,76	32,56
Nœud 46	428,3	20,86	460,76	32,46
borne 233	424,51	10,98	459,43	34,92
borne 234	409,88	24,4	453,26	43,38
borne 232	428,71	9,88	460,73	32,02
Nœud 50	407,25	208,66	463,96	56,71
Nœud 51	404	41,46	462,89	58,89
Nœud 52	407,39	10,97	461,48	54,09
borne 236	411,45	4,63	460,65	49,2
borne 235	407,47	6,34	461,41	53,94
Nœud 55	403,59	30,49	462,71	59,12
borne 237	403,83	11,1	462,57	58,74
borne 239	409,26	14,27	455,38	46,12
Nœud 58	406,8	19,39	460,35	53,55
borne 238	416,04	5,12	459,34	43,3
Nœud 60	389,09	160,25	462,76	73,67
borne 241	390,49	15,49	462,7	72,21
Nœud 62	390,08	144,76	462,61	72,53

Nœud 63	392,19	27,07	459,83	67,64
borne 242	393,91	19,88	459,71	65,8
borne 243	393,79	7,19	457,75	63,96
Nœud 66	387,25	117,69	461,35	74,1
borne 244	386,15	17,2	459,45	73,3
Nœud 68	384,1	100,49	460,21	76,11
borne 245	380,72	12,32	450,45	69,73
Nœud 70	381,69	88,17	459,68	77,99
Nœud 71	382,34	26,34	458,48	76,14
Nœud 72	382,1	11,46	456,94	74,84
borne 248	377,41	5,36	453,42	76,01
borne 246	382,38	14,88	458,34	75,96
borne 247	382,72	6,1	456,56	73,84
Nœud 76	377,65	61,83	455,91	78,26
borne 249	377,77	12,68	455,87	78,1
borne 250	377,77	18,17	455,85	78,08
Nœud 79	376,255	30,98	454,17	77,91
borne 251	376,19	13,42	453,08	76,89
borne 252	374,85	17,56	449,05	74,2
Nœud 81	395,5	167,2	463,57	68,07
borne 240	397,57	6,95	463,14	65,57
Bâche 8	469,69	Sans Valeur	469,69	0

IV-7- Etats des arcs :

Tableau 24.État des Arcs du Réseau

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Rugosité	Débit LPS	Vitesse m/s
Tuyau 50	105	50	0,01	1,34	0,68
Tuyau 22	17,82	50	0,01	1,59	0,81
Tuyau 23	131,5	50	0,01	1,83	0,93
Tuyau 44	8,29	50	0,01	2,44	1,24
Tuyau 43	14,52	50	0,01	2,44	1,24
Tuyau 12	92,17	63	0,01	4,27	1,37
Tuyau 32	168,95	63	0,01	2,32	0,74
Tuyau 42	310	63	0,01	4,63	1,49
Tuyau 7	4,07	63	0,01	4,27	1,37
Tuyau 8	5,2	63	0,01	4,63	1,49
Tuyau 90	10,05	75	0,01	6,1	1,38
Tuyau 89	120	75	0,01	5,36	1,21
Tuyau 21	5,86	90	0,01	8,29	1,3
Tuyau 72	100	90	0,01	4,63	0,73
Tuyau 54	140	90	0,01	4,75	0,75

Tuyau 73	3,98	90	0,01	6,34	1
Tuyau 18	14,01	90	0,01	6,46	1,02
Tuyau 14	5,6	90	0,01	4,51	0,71
Tuyau 5	260	90	0,01	9,15	1,44
Tuyau 29	160	110	0,01	7,8	0,82
Tuyau 39	190	110	0,01	5,61	0,59
Tuyau 31	6,33	110	0,01	7,19	0,76
Tuyau 41	124,5	110	0,01	14,14	1,49
Tuyau 67	290	110	0,01	5,12	0,54
Tuyau 25	100	110	0,01	12,07	1,27
Tuyau 85	485	110	0,01	12,32	1,3
Tuyau 69	8,86	110	0,01	11,1	1,17
Tuyau 58	18,46	110	0,01	8,17	0,86
Tuyau 27	170	110	0,01	8,29	0,87
Tuyau 80	303	110	0,01	7,19	0,76
Tuyau 17	312	125	0,01	15,25	1,24
Tuyau 96	90	125	0,01	13,42	1,09
Tuyau 66	364	125	0,01	14,27	1,16
Tuyau 97	247,6	125	0,01	17,56	1,43
Tuyau 91	9,77	125	0,01	14,88	1,21
Tuyau 100	135	125	0,01	6,95	0,57
Tuyau 46	12	140	0,01	8,9	0,58
Tuyau 48	5,6	140	0,01	14,88	0,97
Tuyau 71	80	140	0,01	21,94	1,43
Tuyau 53	4,7	140	0,01	19,76	1,28
Tuyau 57	100	140	0,01	9,76	0,63
Tuyau 61	299,71	140	0,01	10,98	0,71
Tuyau 77	6,63	140	0,01	15,49	1,01
Tuyau 83	175	140	0,01	17,2	1,12
Tuyau 88	80	140	0,01	22,92	1,49
Tuyau 93	8,45	140	0,01	12,68	0,82
Tuyau 94	5,18	140	0,01	18,17	1,18
Tuyau 45	12,44	140	0,01	9,76	0,63
Tuyau 65	7,7	140	0,01	9,88	0,64
Tuyau 20	276,36	150	0,01	20,24	1,15
Tuyau 64	497	150	0,01	24,4	1,38
Tuyau 60	6,65	160	0,01	22,57	1,12
Tuyau 40	34,7	160	0,01	26,09	1,3
Tuyau 9	636,28	160	0,01	26,71	1,33
Tuyau 79	16,54	160	0,01	19,88	0,99
Tuyau 10	473	160	0,01	16,95	0,84
Tuyau 30	12,51	160	0,01	19,02	0,95
Tuyau 68	287,5	200	0,01	38,78	1,23
Tuyau 78	325	225	0,02	54,14	1,36

Tuyau 28	193,15	225	0,02	44,13	1,11
Tuyau 16	48,1	225	0,02	43,42	1,09
Tuyau 95	273,3	250	0,02	61,96	1,26
Tuyau 87	175	250	0,02	64,14	1,31
Tuyau 6	12	250	0,02	71,22	1,45
Tuyau 52	120	250	0,02	49,02	1
Tuyau 62	3,4	280	0,02	41,72	0,68
Tuyau 63	206,15	300	0,02	111,18	1,57
Tuyau 70	56,1	315	0,02	80,37	1,03
Tuyau 26	104,18	350	0,02	78,02	0,81
Tuyau 74	203,5	355	0,02	143,77	1,45
Tuyau 4	66,5	355	0,02	125,13	1,26
Tuyau 92	1161,02	400	0,02	154,64	1,23
Tuyau 59	255,7	400	0,02	201,38	1,6
Tuyau 35	37,49	400	0,02	109,8	0,87
Tuyau 24	354,21	400	0,02	127,76	1,02
Tuyau 86	248,5	560	0,02	306,95	1,25
Tuyau 15	206	560	0,02	313,46	1,27
Tuyau 19	95,88	560	0,02	198,96	0,81
Tuyau 33	197,81	600	0,02	393,57	1,39
Tuyau 84	538,54	630	0,02	419,76	1,35
Tuyau 82	643,48	710	0,02	554,65	1,4
Tuyau 56	347	800	0,02	285,35	0,57
Tuyau 81	78,4	800	0,02	753,55	1,5
Tuyau 3	5,9	800	0,02	639,06	1,27
Tuyau 55	200	900	0,02	380,67	0,6
Tuyau 98	525,49	900	0,02	929,29	1,46
Tuyau 99	313,9	1000	0,02	1103,44	1,4
Tuyau 51	258	1100	0,02	539,76	0,57
Tuyau 75	239,5	1200	0,02	1455,87	1,29
Tuyau 49	308	1200	0,02	652,51	0,58
Tuyau 37	181,5	1300	0,02	1092,48	0,82
Tuyau 38	120	1300	0,02	937,77	0,71
Tuyau 47	412	1300	0,02	793,68	0,6
Tuyau 34	582,5	1500	0,02	3475,17	1,97
Tuyau 36	589	1500	0,02	2901,96	1,64
Tuyau 11	16,25	1500	0,02	4458,32	2,52
Tuyau 13	52,17	1500	0,02	3974,18	2,25
Tuyau 76	1665	1800	0,02	5696,71	2,24
Tuyau 2	1450	1800	0,02	4936,85	1,94

IV.8.Modélisation du réseau [14]

Le réseau sera modélisé à l'aide du logiciel EPANET ayant les caractéristiques suivantes :

- La taille du réseau est illimitée;
- Il dispose des formules de Hazen-williams, Darcy-Weisbach et Chézy-Manning pour Calculer les pertes de charge ;
- Il inclut les pertes de charge singulières;
- Il peut modéliser des pompes à vitesse fixe ou variables, leur énergie consommé ainsi que leur coût ;
- Il peut modéliser différents type de vanne, clapet anti-retour, ... etc ;
- Le fonctionnement de la station de pompage peut être contrôlé par des commandes Simples.

Les étapes à suivre pour modéliser sur EPANET sont :

- Dessiner ou importer un réseau représentant le système de distribution;
- Saisir les propriétés des éléments du réseau;
- Décrire le fonctionnement du système;
- Sélectionner un ensemble d'options de simulation;
- Lancer une simulation hydraulique;
- Visualiser les résultats.

Il faut que la vitesse soit compris entre : $0,5 < V < 2.5$ m/s.

Il faut que la pression soit compris entre : $10m < P < 100m$

Pour procéder à la modélisation de notre réseau on doit introduire les différentes données du Réseau au niveau des nœuds et des conduites

Au niveau des nœuds :

- L'altitude du nœud par rapport à un plan de référence.
- La demande en eau.

Au niveau des conduites :

- Les nœuds initial et final.
- Le diamètre.
- La longueur.
- Le coefficient de rugosité
- L'état (ouvert, fermé, ou avec un clapet anti-retour)

Au niveau des réservoirs :

- L'altitude du radier (où le niveau d'eau est nul).
- Le diamètre (ou sa forme s'il n'est pas cylindrique).
- Les niveaux initial, minimal et maximal de l'eau.

IV.9. Conclusion

A travers ce chapitre nous avons pu faire le dimensionnement de notre réseau d'irrigation avec le logiciel EPANET qui donne des résultats très clairs.

Il faut savoir que les diamètres utilisés pour notre réseau varient entre 50 mm et 1800 mm et les Pressions varient entre 28,52 m et 78,26 m.

**CONCLUSION
GENERALE**

Conclusion Générale

On sait que pour déterminer les besoins en eau des cultures, il faut tenir compte de tout l'élément ci-après : climat, culture, système agronomique et intensité culturale, milieu et exposition, sol, eau disponible dans le sol, fertilité du sol, méthode et pratiques de culture d'irrigation.

Après avoir estimé les besoins en eau de chaque culture .notre réseau qui est alimenter gravitaire à partir du barrage tilesdit. Le réseau d'irrigation du plateau d'el Asnam (secteur el adjiba) qui s'étend sur une Superficie de 1280 ha, une partie de 500ha a été entièrement dimensionné en utilisant le logiciel **EPANET**.

Après une étude statistique des précipitations et estimation de L'évapotranspiration par le logiciel (Cropwat) de calculer les besoins en d'irrigation des Cultures, grâce a des bilans hydriques mensuels (mois par mois). L'étude montre que :

Le mois nécessitant plus d'eau d'irrigation étant juin avec **B=423,7mm**. Et Le mois nécessitant moins d'eau d'irrigation étant décembre avec **B=2,9mm**, et pas d'irrigation au mois de septembre et octobre.

Après l'estimation des besoins, j'ai calculé le débit spécifique à l'aide des besoins en eau de culture la plus exigeant « tomate », et pour avoir satisfaire les besoins d'autres cultures, j'ai faisais mon dimensionnement avec les besoins de ce dernier .on multipliant Q_s avec la surface de chaque borne.

Nous avons utilisé Pour la distribution le réseau ramifié et des tuyaux de type PEHD

Nous avons conclue après la simulation **Epanet**

Les diamètres utilisés pour notre réseau varient entre **50 mm et 1800 mm** et les Pressions varient entre **28,52 m et 78,26 m**. et les vitesses varient entre 0.5m/s et 2.5m/s

À la fin de notre travail on peut dire que l'irrigation occupe une place très importante

vue les technique quelle comporte et un facteur de puissance pour beaucoup de pays .

Enfin, ce projet de fin d'étude nous à permis de mettre en pratique toutes les connaissances acquises dans le domaine d'hydraulique durant notre cycle de formation et nous espérons avoir répondu à l'objectif du projet et que ce modeste travail, aidera les promotions à venir.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie

- [1] **FAO**, Rome (1995), The National Agricultural Research Systems of West and Central Africa
- [2] **Jean-Robert Tiercelin**, (2006), traité d'irrigation
- [3] **BEN YUCEF. F(2020)** Etude d'adduction en eau potable des communes : El Adjiba, Ahnif, Ath Mansour, M'Chedeallah et Chorfa de la wilaya de Bouira à partir de la station de traitement du barrage Tilesdit. Mémoire de master-université akli mouhad oulhaj de bouira
- [4] **Données** recueillie au niveau du site : [www. infoclimat.fr](http://www.infoclimat.fr).
- [5] **Données** recueillie au niveau de la station de m'cheddalah .
- [6] **Données** : Données recueillie au niveau de L'ONID de rafour wilaya de bouira
- [7] **CHIKH HAMZA .A** ETUDE DE POSSIBILITE DE CREATION D'UN PERIMETRE D'IRRIGATION A AIN EL HOUTZ Mémoire de master- Université ABOU BEKR BELKAID
- [8] **Johnny Louis jean** Etude de faisabilité de l'aménagement hydro agricole de la plaine de Lhomond dans la 11ème section communale d'Aquin : zone frangipagne. mémoire Université d'état d'haiti/ FAMV - Ingenieur agronome 2008
- [9] **Clément Mathieu, Jean-Claude Chossat** Les divers modes d'irrigation de la source à la parcelle Lavoisier-Tec & Doc., 2018
- [10] **A.mermoud(2006)** cours (aménagement et équipement du territoire)« notions fondamentales d'irrigation » ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE
- [11] **C. Brouwer** Méthodes d'irrigation Institut international pour l'amélioration et la mise en valeur des terres

[12] **M. MOKHTARI(2011)** Calcul de l'eau virtuelle agricole de la wilaya de M'Sila en vue de la détermination de l'efficience d'utilisation de l'eau. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magister en Sciences Agronomiques.

[13] **boudjelal.a** Détermination des besion en eau des cultures à l'aide de logiciel cropwat 4.3 dans la wilaya de tipaza. Ecole nationale supérieure agronomique EL- Harrach - ingénieur hydraulique 2007

[14] **LEZOUL, B. CHEKAOUI, L, K.** : « alimentation en eau potable des six commues sud de la Wilaya de Béjaia et distribution du chef-lieu de Tazmalt ». Mémoire de fin d'étude Master en hydraulique, Université de Béjaia, 2015.

[15] **Santiago arnaliche** Epanet et Coopération.: Conception et dimensionnement de réseaux d'eau potable par ordinateur

[16] **Ben Charhi.O ,Bouljalil .H, Makhloufi .A** Etuded'Alimentation en Eau Potable EPANET mémoire fin d'étude Ecole Nationale des Sciences Appliquées –Hoceima.

Logiciels utilisés

- **AUTO CAD**
- **Covadis**
- **Epacad**
- **Word 2007**
- **Exel 2007**
- **Epanet**
- **Cropwat 4.3**
- **Hydrolab**

Résumé

Dans le cadre de ce projet de fin d'étude, j'ai établi les différentes étapes nécessaires pour l'irrigation du périmètre d'el adjiba (Wilaya de bouira) à partir du barrage de tilesdit.

Ensuite j'ai présenté le fonctionnement du notre projet et j'ai introduire les différentes méthodes d'irrigation et le système efficace pour irriguer chaque cultures.

Après avoir présenté le site du projet, nous avons entamé l'estimation des besoins en eau du nos cultures à l'aide du logiciel cropwat.

Le mois de pointe est juin avec un $B=423.7\text{mm}$.et on a considéré la culture la plus exigeante avec $B=252.1\text{mm}$ pour le calcul du débit spécifique.

A la fin nous avons procédé au dimensionnement de notre périmètre d'irrigation à l'aide du logiciel Epanet. Avec $50\text{ mm} < d < 1800\text{ mm}$ et $28,52\text{m} < p < 78,26\text{ m}$.

Mots clés : culture ; irrigation ; barrage de Tilesdit ; périmètre d'irrigation, cropwat

Abstract

As part of this end-of-study project, I established the different stages necessary for the irrigation of the perimeter of el adjiba (Wilaya de Bouira) from the tilesdit dam.

Then I presented the operation of our project and I introduced the different irrigation methods and the efficient system to irrigate each crop.

After presenting the project site, we started estimating the water needs of our crops using cropwat software.

The peak month is June with a $B = 423.7\text{mm}$. And we considered the most demanding crop with $B = 252.1\text{mm}$ for the calculation of the specific flow.

At the end we proceeded to the sizing of our irrigation perimeter using the Epanet software. With $50\text{ mm} < d < 1800\text{ mm}$ and $28.52\text{m} < p < 78.26\text{ m}$.

Key Word ; crop ; irrigation; Tilesdit dam; irrigation perimeter, cropwat