



## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Option: IRRIGATION ET DRAINAGE**

**THEME :**

**ETUDE DU PERIMETRE OUED ATHMANIA (250 ha) A  
PARTIR D'UN PIQUAGE-OUED ATHMANIA- (W.MILA)**

**Présenté par :**

**FERRAH SOHEYB**

**Devant les membres du jury**

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
ABDELAZIZ RASSOUL	Professeur	Président
OUAHIBA AZEIZ	M.C.B	Examinatrice
KERID RACHID	M.C.B	Examineur
ABDEL MADJID BOUFEKANE	M.C.A	Promoteur

**Session décembre 2021**

## الملخص

الهدف من هذه المذكرة

يندرج ضمن طبيعة السياسة الحالية لإدارة المساحات المروية في منطقة وادي العثمانية بولاية ميلة. إنها مسألة زيادة المحصول الزراعي ، باستخدام أفضل أنظمة السقي ، وإدارة أفضل للموارد المائية ، وذلك من خلال اعتماد أنظمة السقي الحديثة التي فرضت موثوقيتها ، وهي: السقي الموضعي ، وهو الأسلوب الأفضل تطوراً مع تطور العلم والتكنولوجيا. يتمتع هذا النظام بالعديد من المزايا ، مثل توفير المياه.

### Résumé :

L'objectif de mon mémoire entre dans le caractère de la politique actuelle de la gestion des périmètres irrigués de la zone d'Oued Athmania Wilaya de MILA. Il est question d'augmenter le rendement agricole, par l'utilisation des meilleurs systèmes d'irrigation, et une meilleure gestion des ressources en eau et cela en adoptant des systèmes d'irrigation modernes qui ont imposé leur fiabilité, à savoir : l'irrigation localisée qui est la technique la mieux développée avec l'évolution de la science et de la technologie. Ce système présente de multiples avantages, comme l'économie d'eau.

### Abstract :

My present work has an aspect of the actual policy of the irrigated areas management of Oued Athmnia, wilaya of MILA, in order to increase its agricultural productivity. By using the most efficient irrigation system and the best management of water resources through the adoption of modern and reliable irrigation systems, such as : the highly advanced localized one .These systems have many advantages like the conservation of great quantities of water .

## DÉDICACE

Je dédie ce travail à mes deux chères amis

ABDE EL KADER MERRI

et

RIAD BENZINA

que dieu les prend dans son vaste paradis.

# REMERCIEMENT

Tout d'abord je remercie dieu tout puissant.

Je tiens à remercier mes chers parents, pour leur amour et soutien incontesté durant toute ma  
vie.

Je remercie énormément le jury d'avoir accepté d'examiner mon mémoire de fin d'études.

Je remercie mon Promoteur Mr. BOUFEKANE ABDELMADJID qui m'a suivi durant la  
rédaction de ce document.

*FERRAH SOHEIB*

## Sommaire

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude.....	- 3 -
Introduction .....	- 3 -
Situation géographique.....	- 3 -
1.1.1 Situation géographique de la wilaya de Mila .....	- 3 -
La climatologie.....	- 6 -
1.1.2 Choix de la Station météorologique .....	- 6 -
1.1.3 Pluviométrie .....	- 6 -
1.1.4 Températures de l'air .....	- 6 -
1.1.5 Humidité relative.....	- 7 -
1.1.6 Le vent.....	- 8 -
1.1.7 Le sirocco .....	- 9 -
1.1.8 Insolation .....	- 9 -
1.1.9 Gel .....	- 10 -
Classification du climat.....	- 10 -
1.1.10 Indice de Martonne.....	- 10 -
1.1.11 Classification du climat selon le diagramme d'Emberger.....	- 11 -
1.1.12 Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gausson.....	- 11 -
Conclusion.....	- 12 -
Chapitre II : Ressource en sol .....	- 14 -
Introduction .....	- 14 -
Etude pédologique.....	- 14 -
Caractéristiques physiques du sol .....	- 14 -
1.1.13 Texture du sol.....	- 15 -
1.1.14 Structure du sol.....	- 15 -
1.1.15 Les sols calcimagnésiques.....	- 15 -
1.1.16 Les sols peu évolués .....	- 17 -

Caractéristiques hydrodynamiques des sols du périmètre.....	- 18 -
1.1.17 Perméabilité.....	- 18 -
1.1.18 Densité apparente, densité réelle et porosité des sols.....	- 19 -
1.1.19 Propriétés hydrodynamiques des sols .....	- 19 -
Etude des aptitudes culturales .....	- 20 -
1.1.20 Cultures céréalières et fourragères .....	- 20 -
1.1.21 Cultures maraichères .....	- 20 -
1.1.22 Cultures industrielles.....	- 21 -
1.1.23 Cultures arboricoles.....	- 21 -
1.1.24 Conclusion.....	- 22 -
Etude hydrologique et ressources en eau .....	- 23 -
Chapitre III : Etude hydrologique et ressources en eau .....	- 24 -
Introduction .....	- 24 -
Ressources en eaux superficielles (Barrage : Béni Haroun, Oued Athmania).....	- 24 -
Caractéristiques hydrauliques du Barrage d'Oued Athmania .....	- 24 -
1.1.25 Analyse de la qualité de l'eau d'irrigation .....	- 24 -
1.1.26 Le SAR (Sodium Absorption Ration) .....	- 26 -
1.1.27 La conductivité électrique .....	- 27 -
Etude climatologique.....	- 28 -
1.1.28 Introduction .....	- 28 -
1.1.29 Etude des pluies annuelles.....	- 29 -
1.1.30 Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique .....	- 30 -
1.1.31 Ajustement statistique des pluies .....	- 33 -
1.1.32 Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale.....	- 33 -
1.1.33 Test de validité d'un ajustement.....	- 36 -
1.1.34 Détermination de l'année de calcul .....	- 38 -
Conclusion.....	- 39 -

Chapitre IV : Calcul des besoins en eau des cultures.....	- 41 -
Introduction .....	- 41 -
Estimation des besoins en eau des cultures dans le périmètre .....	- 41 -
L'évapotranspiration .....	- 41 -
1.1.35 L'évapotranspiration maximale ( $ET_M$ ).....	- 41 -
Calcul de l'évapotranspiration potentielle de référence ( $ET_o$ ).....	- 42 -
Méthodes directes.....	- 43 -
Méthodes indirectes.....	- 44 -
Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures ( $B_i$ ).....	- 46 -
Calcul de la pluie efficace .....	- 47 -
Choix des cultures .....	- 48 -
L'évapotranspiration réelle (ETR) .....	- 49 -
Calcul des besoins en eau des céréales.....	- 49 -
Calcul des besoins en eau des maraichages .....	- 50 -
Calcul des besoins en eau arboriculture .....	- 52 -
Calcul des besoins en eau d'abricotier .....	- 53 -
1.1.36 Récapitulatif des besoins nets des différentes cultures (en mm).....	- 54 -
Calcul du débit spécifique ( $q_s$ ).....	- 55 -
Évaluation du débit caractéristique ( $Q_{car}$ ) .....	- 55 -
Estimation des volumes d'eau d'irrigation.....	- 55 -
Besoins en eau totaux en $m^3$ .....	- 56 -
Conclusion.....	- 56 -
Dimensionnement de réseau d'adduction et distribution .....	- 57 -
Chapitre V : Dimensionnement de réseau d'adduction et distribution .....	- 58 -
Introduction .....	- 58 -
Découpage des îlots d'irrigation .....	- 58 -
Taille des îlots d'irrigation .....	- 58 -

Le plan de bornage .....	- 59 -
Choix du tracé .....	- 59 -
Calcul du Débits aux bornes.....	- 59 -
Choix du diamètre et du type des bornes .....	- 60 -
Schéma d'aménagement hydro-agricole .....	- 61 -
Schéma d'adduction .....	- 62 -
Dimensionnement du réseau de distribution .....	- 62 -
Caractéristiques des conduites du réseau de distribution par refoulement.....	- 62 -
Vitesses admissibles .....	- 62 -
Choix du matériau des conduites .....	- 62 -
Caractéristiques des canalisations .....	- 63 -
Calcul des diamètres.....	- 63 -
Calcul des pertes de charge :.....	- 64 -
Etablissement des profils en long .....	- 68 -
1.1.37 Pièces spéciales .....	- 68 -
1.1.38 Vannes de sectionnement .....	- 68 -
1.1.39 Ventouses .....	- 68 -
1.1.40 Vidange .....	- 68 -
Conclusion.....	- 69 -
Chapitre VI : Choix de la technique d'irrigation.....	- 71 -
Introduction .....	- 71 -
Choix des techniques d'irrigation .....	- 71 -
Différentes techniques d'arrosages .....	- 71 -
Irrigation gravitaire .....	- 71 -
1.1.41 Irrigation par ruissellement .....	- 72 -
1.1.42 Irrigation par bassins (submersion) .....	- 72 -
1.1.43 Irrigation à la raie (sillons) .....	- 72 -

1.1.44	Irrigation en planches .....	- 73 -
	Avantages et inconvénients de l'irrigation gravitaire.....	- 73 -
1.1.45	Les avantages : .....	- 73 -
1.1.46	Les inconvénients : .....	- 73 -
	Irrigation sous pression .....	- 74 -
1.1.47	Irrigation par aspersion.....	- 74 -
1.1.48	Cultures recommandées .....	- 74 -
1.1.49	Pentes adéquates.....	- 74 -
1.1.50	Types de sol appropriés.....	- 74 -
	Les avantages et les inconvénients de l'irrigation par aspersion.....	- 75 -
1.1.51	Les avantages .....	- 75 -
1.1.52	Les inconvénients .....	- 75 -
1.1.53	Types d'installation à la parcelle.....	- 75 -
1.1.54	Irrigation localisée (Goutte à goutte) .....	- 75 -
1.1.55	Cultures recommandées .....	- 76 -
1.1.56	Pentes adéquates.....	- 76 -
1.1.57	Type de sols appropriés.....	- 76 -
	Les avantages et les inconvénients de l'irrigation localisée.....	- 76 -
1.1.58	Les avantages .....	- 76 -
1.1.59	Les inconvénients .....	- 76 -
	Choix de la technique d'arrosage .....	- 77 -
	Conclusion.....	- 78 -
	Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle.....	- 80 -
	Introduction .....	- 80 -
	Dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte .....	- 80 -
1.1.60	Données générales.....	- 80 -
1.1.61	Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée .....	- 80 -

1.1.62	Calculs hydrauliques .....	- 83 -
1.1.63	Dimensionnement des canalisations du réseau .....	- 85 -
	Dimensionnement du réseau d'irrigation par aspersion .....	- 87 -
1.1.64	Données générales .....	- 87 -
1.1.65	Dimensionnement théorique .....	- 88 -
1.1.66	Dimensionnement hydraulique des rampes / portes rampes .....	- 90 -
1.1.67	Calcul de la pression en tête du réseau : .....	- 92 -
	Conclusion .....	- 93 -
	Chapitre VIII : Calcul technico-économique .....	- 95 -
	Introduction .....	- 95 -
	Différents travaux à entreprendre .....	- 95 -
1.1.68	Travaux concernant le réseau distribution .....	- 95 -
1.1.69	Calcul des volumes des travaux de l'adduction et de distribution : .....	- 96 -
✓	Largeur du fond de la tranchée .....	- 96 -
✓	Profondeur de la tranche .....	- 96 -
✓	Section de la tranchée : .....	- 97 -
✓	Volume de lite du sable : .....	- 97 -
✓	Volume du Déblai : .....	- 97 -
✓	volume de Remblai : .....	- 97 -
✓	Chemin critique (C.C) : .....	- 102 -
	Conclusion : .....	- 103 -

## Table figures

Figure 1 Carte de situation géographique de la zone d'étude. ....	- 4 -
Figure 2: Carte de situation géographique de la zone d'étude dans La wilaya de Mila.....	- 5 -
Figure 3 Répartition des températures moyennes interannuelles.....	- 7 -
Figure 4 Représentation de l'humidité relative. ....	- 8 -
Figure 5: Représentation des vitesses du vent.....	- 9 -
Figure 6 Diagramme bioclimatique d'Emberger. ....	- 11 -
Figure 7 Diagramme Ombrothermique. ....	- 12 -
Figure 8: Diagramme de classification des eaux d'irrigation.....	- 28 -
Figure 9: Les résultats de l'ajustement des pluies annuelles à la loi normal. ....	- 35 -
Figure 10: Le graphe de l'ajustement des pluies annuelles à loi normal. ....	- 35 -
Figure 11: Les caractéristiques de l'ajustement des pluies annuelles à la loi normale. ....	- 36 -
Figure 15: Résultat de calcul de L'Evapotranspiration de référence (ET <sub>o</sub> ). ....	- 46 -
Figure 16: Irrigation par submersion.....	- 72 -
Figure 17: Irrigation à la raie.....	- 73 -
Figure 18: Irrigation par aspersion. ....	- 74 -
Figure 19: Irrigation par goutte à goutte. ....	- 76 -
Figure 20: Schéma d'une tranchée.....	- 96 -

## Tableaux

Tableau 1 : Les caractéristiques de la station météorologique (ONM, Alger).....	- 6 -
Tableau 2 Les pluies moyennes mensuelles pour la période 1975-2011 (ONM, Alger). ....	- 6 -
Tableau 3 Les Températures moyennes interannuelles pour la période 1975-2011 (ONM, Alger). ....	- 7 -
Tableau 4 Humidité relative moyenne interannuelle pour la période 1990-2016.....	- 8 -
Tableau 5 :Vitesse du vent moyenne (ONM Alger). ....	- 8 -
Tableau 6: Nombre de jours moyens de sirocco (ONM Alger). ....	- 9 -
Tableau 7: Moyenne mensuelle de l'insolation (ONM Alger). ....	- 9 -
Tableau 8: Nombre moyen de jours de gelée (ONM Alger).....	- 10 -
Tableau 9: Classification du climat selon de Martonne. ....	- 10 -
Tableau 10: Résultats des analyses physico-chimiques (B.E ELBEHJA). ....	- 17 -
Tableau 11: Résultats des analyses physico-chimiques (B.E ELBEHJA). ....	- 18 -
Tableau 12: Valeurs de perméabilité.....	- 19 -
Tableau 13:Propriétés hydrodynamiques des sols. ....	- 20 -
Tableau 14: Cultures céréalières et fourragères. ....	- 20 -
Tableau 15: Cultures maraîchères .....	- 21 -
Tableau 16: Cultures industrielles.....	- 21 -
Tableau 17: Aptitudes culturales pour espèces arboricoles. ....	- 21 -
Tableau 18: Résultats des analyses physicochimiques des eaux du barrage d'oued Athmania (Source : ANRH Alger).....	- 25 -
Tableau 19: Caractéristiques de l'eau d'irrigation .....	- 26 -
Tableau 20: Classification des eaux en fonction du S.A.R. ....	- 26 -
Tableau 21: Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.....	- 27 -
Tableau 22:Pluies moyennes mensuelles observées (1975-2011) (ANRH Alger). ....	- 29 -
Tableau 23: Test d'homogénéité de la série pluviométrique de Bou Malek.....	- 31 -
Tableau 24: Table de Pearson de $\chi^2$ .....	- 37 -
Tableau 25: Test de validité de l'ajustement. ....	- 38 -
Tableau 26: Détermination de l'année de calcul. ....	- 38 -
Tableau 27: . Détermination des pluies moyennes mensuelles de fréquence de 80% ( [ P ] _ (i,80% ) ). ....	- 39 -
Tableau 28:Les coefficients culturaux (Kc) des différentes cultures. ....	- 42 -
Tableau 29: Les profondeurs d'enracinement des différentes cultures. ....	- 47 -

Tableau 30: Précipitation efficace dans la zone d'étude.....	- 48 -
Tableau 31: Occupation de l'aire d'étude. ....	- 48 -
Tableau 32: Calcul des besoins en eau du Blé. ....	- 49 -
Tableau 33: Calcul des besoins en eau de l'orge en vert. ....	- 50 -
Tableau 34: Calcul des besoins en eau de la pastèque. ....	- 50 -
Tableau 35: Calcul des besoins en eau de pomme de terre. ....	- 52 -
Tableau 36: Calcul des besoins en eau d'olivier. ....	- 52 -
Tableau 37: Calcul des besoins en eau d'abricotier. ....	- 53 -
Tableau 38: Calcul des besoins en eau d'avoine. ....	- 53 -
Tableau 39: Récapitulatif des besoins nets des différentes cultures (en mm).....	- 54 -
Tableau 40: Besoins en eau totaux (en m3). ....	- 56 -
Tableau 41: Type de bornes en fonction de superficies des ilots.....	- 60 -
Tableau 42: Calcul des débits des ilots et choix du type de bornes. ....	- 61 -
Tableau 43: Les paramètres de perte de charge .....	- 64 -
Tableau 44: Calculs hydrauliques du réseau de distribution.....	65
Tableau 45: Choix de la ventouse. ....	- 68 -
Tableau 46: Choix de la vidange.....	- 69 -
Tableau 47: Analyses multicritères de choix de technique d'arrosage. ....	- 77 -
Tableau 48: Tableau récapitulatif.....	- 87 -
Tableau 49: Résultat du calcul pratique d'aspersion. ....	- 92 -
Tableau 50: Quantité des travaux de terrassement.....	- 98 -
Tableau 51: Coût des travaux des terrassements.....	- 98 -
Tableau 52: Facture des différents types de conduites du réseau de distribution. ....	- 99 -
Tableau 53: Fourniture de pose des pièces spéciales. ....	- 100 -
Tableau 54: Symboles des opérations. ....	- 101 -
Tableau 55: Les paramètres du réseau à nœud.....	- 101 -
Tableau 56: détermination du chemin critique par la méthode du tableau. ....	- 102 -

## Liste des planches

Planche n°01 : plan de situation de la zone d'étude

Planche n°02 : plan de bornage

Planche n°03 : plan du profil en long du réseau de distribution

Planche n°04 : plan de schéma linéaire du réseau de distribution

# Introduction Générale

L'agriculture, une activité traditionnelle et fondamentalement vitale, est à l'origine de l'émergence des civilisations et donc du développement qui s'en est suivi. Elle s'était développée là où les conditions hydro-pédologiques étaient naturellement aptes à la culture. Ainsi les anciens peuples se sont sédentarisés en pratiquant l'irrigation pour subvenir à leurs besoins vitaux de plus en plus croissants et se prémunir des éventuelles années de « vaches maigres ».

Aujourd'hui, la sécheresse qui a commencé à sévir depuis plusieurs décennies (Les années 80) et une pluviométrie capricieuse rendent le problème de l'eau particulièrement difficile.

En effet, les ressources en eau sont relativement limitées et se réduisent progressivement, au détriment de l'agriculture.

La situation de l'agriculture en Algérie reste très délicate, la production agricole est étroitement liée à l'intensification de l'agriculture qui ne peut se faire qu'à partir des systèmes d'irrigation modernes.

Une grande partie de la superficie irrigable n'est pas actuellement suffisamment approvisionnée en eau pour permettre des cultures sensibles ou délicates. Le développement de l'agriculture est encore loin et va dépendre de la réalisation d'infrastructures hydrauliques, du renouvellement des populations agricoles et de la gestion des secteurs agricoles.

Le développement nécessite la mise en valeur du potentiel hydraulique, ainsi qu'une politique et une planification des ressources en eau de toutes les infrastructures de mobilisation de l'eau (barrages, réseaux d'irrigation et l'épuration des eaux usées...).

Le présent travail a pour objectif du dimensionnement du réseau d'irrigation de zone d'Oued Athmania Wilaya de MILA, et afin de répondre à cet objectif, on est appelé à faire premièrement des études détaillées de l'hydrologie et la pédologie du site, ainsi que faire par la suite une analyse des ressources en eau et les besoins en eau des cultures, ce qui permettra de dimensionner le réseau d'irrigation dans notre site et au même temps en utilisant les systèmes d'irrigation par aspersion et goutte à goutte.

A la fin, une analyse technico économique sera nécessaire pour évaluer le cout de projet de dimensionnement du réseau d'irrigation.

# **Chapitre 01**

## **Présentation de la zone d'étude**

# Chapitre I : Présentation de la zone d'étude.

## Introduction

Avant tout projet d'irrigation, l'étude du site est nécessaire pour connaître toutes les caractéristiques du milieu notamment le périmètre irrigué, et les facteurs qui influent sur la conception du projet, parmi eux, nous citons : les données climatiques, ainsi que les paramètres agronomiques de la zone d'étude qui vont nous permettre de prendre les dispositions nécessaires lors de la réalisation du réseau d'irrigation. Le site d'étude est situé dans la commune d'Oued Athmania (wilaya de Mila) qui est une région à vocation agricole.

## Situation géographique

### 1.1.1 Situation géographique de la wilaya de Mila

La wilaya de Mila se situe au Nord-Est de l'Algérie et occupe une superficie de 3480 km<sup>2</sup> soit 0,14 % de la superficie du pays. Le chef-lieu de la wilaya est distant de 50 km de Constantine, de 100 km de Jijel et de 450 km de la capital "Alger". Elle est limitée :

- Au nord, par la wilaya de Jijel.
- Au Nord-Est, par la wilaya de Skikda.
- A l'Ouest, par la wilaya de Sétif.
- A l'Est, par la wilaya de Constantine.
- Au Sud-Est, par la wilaya d'Oum El Bouagh.
- Au Sud, par la wilaya de Batna.

Administrativement la wilaya de Mila est composée de 13daïras et 32 communes.

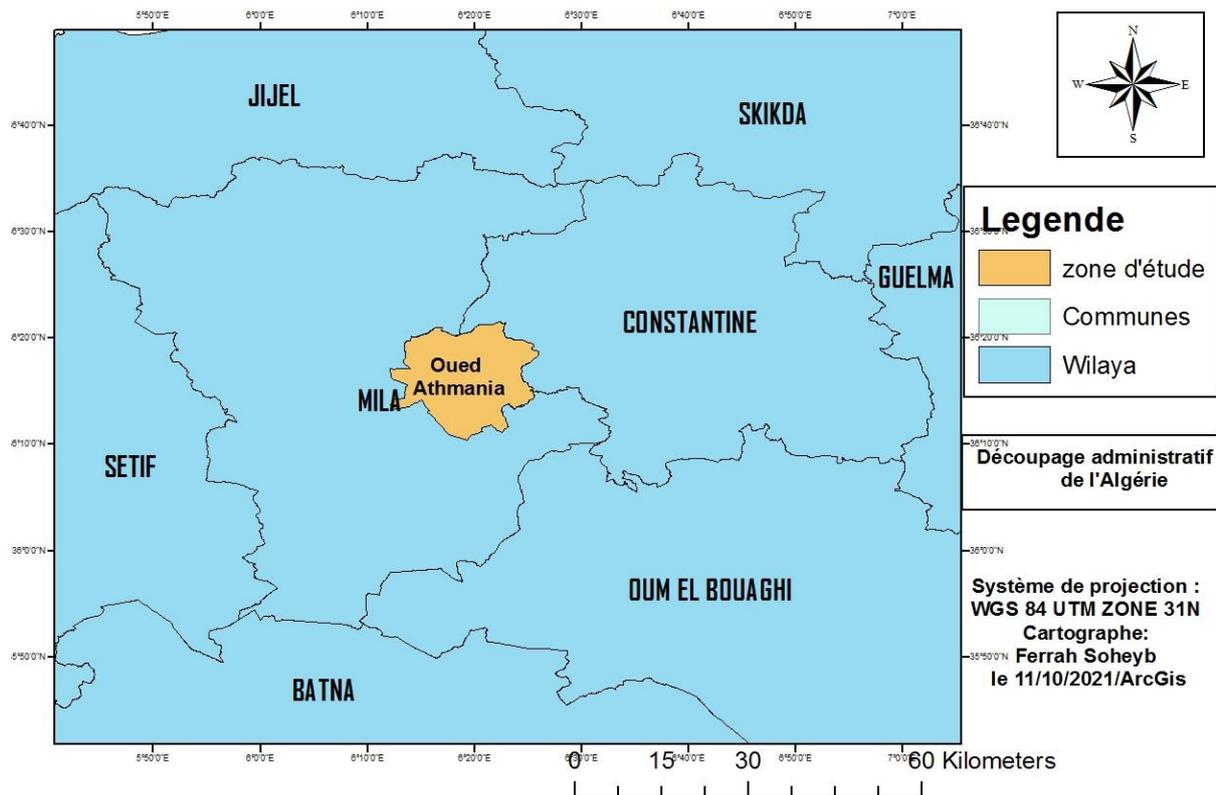
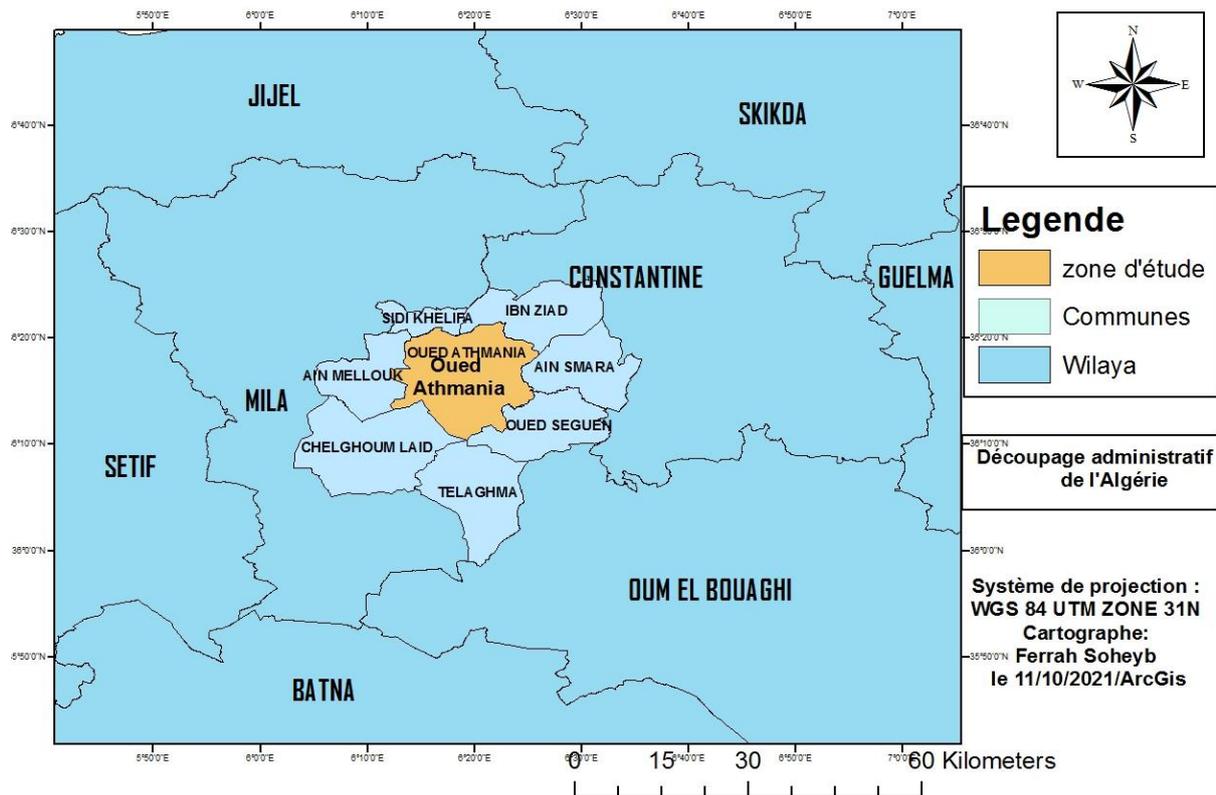


Figure 1 Carte de situation géographique de la zone d'étude.

La région d'étude est située dans la partie Nord-Est du barrage Oued Athmania. La ferme pilote d'Oued Athmania qui couvre une superficie de 250 ha et se situe dans la wilaya de Mila, commune d'Oued Athmania. Ce périmètre est limité par :

1. Au Nord-Est, par la commune d'Ibn zaid.
2. Au Sud, par la commune deTelaghma.
3. Au Sud-ouest, par la commune de Chelghoum Laid.
4. A l'Est, par la commune d'Aind Mellout.
5. Au Nord-Est, par la commune de Sidi Khelifa.
6. Au Sud-Est, par la commune d'Oued Seguen
7. A l'Est, par la commune d'Ain Smara.



Contrairement aux régions de l'Atlas Occidental, les formations du Crétacé supérieur est largement répandues dans la région d'étude. Les formations du Quaternaires et du Néogène sont moins développées.

## La climatologie

L'étude du climat, est une étape primordiale dans les projets hydro-agricoles, puisqu'elle permet de quantifier les paramètres intervenant dans le choix des cultures et le dimensionnement des réseaux d'irrigation. Les différents éléments caractérisant le climat, sont principalement : les précipitations, la température, le vent, l'humidité relative de l'air, l'insolation.

### 1.1.2 Choix de la Station météorologique

Dans ce qui suit nous présentons les paramètres météorologiques sur la base des données obtenues au niveau de la station d'Ain Melouk qui de par sa situation géographique, qui représente le mieux la région d'étude. Les caractéristiques de la station de Ain Melouk sont détaillées ci-dessous.

Tableau 1 : Les caractéristiques de la station météorologique (ONM, Alger).

Code station	Nom station	Coordonnés Lambert	Altitude
100401	Ain Melouk	X : 817,15 km Y : 337,00 km	Z : 830 m

### 1.1.3 Pluviométrie

Le tableau ci-après présente la pluviométrie mensuelle moyenne. Les valeurs moyennes mensuelles de pluviométrie correspondante à la période 1975 à 2011 de la station pluviométrique de Bou Malek.

Tableau 2 Les pluies moyennes mensuelles pour la période 1975-2011 (ONM, Alger).

Mois	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juil	Aout	sep	Oct	nov	dec	tot
Pluie (mm)	78.1	58.0	54.8	61.9	43.7	18.9	5.8	13.6	36.8	37.1	54.4	81.1	544.2

### 1.1.4 Températures de l'air

La température est un facteur climatique très important qui joue un rôle dans les projets d'irrigation, car elle conditionne l'évapotranspiration des cultures, et donc le développement des plantes.

Les températures de l'air moyennes et extrémales sur le territoire envisagé sont données par le tableau ci-dessous.

Tableau 3 Les Températures moyennes interannuelles pour la période 1975-2011 (ONM, Alger).

Mois	jan	Fev	Mar	avr	mai	juin	juil	aout	sep	oct	nov	Dec
<b>Tmax (°C)</b>	11.8	13.4	16	19	25.4	31.2	34.4	34.5	28.8	23.4	16.9	12.8
<b>Tmin (°C)</b>	2.3	2.6	4.6	6.2	10.9	15.2	17.8	18.4	14.8	11.4	6.6	3.4
<b>Tmoy (°C)</b>	7.1	8.0	10.6	12.6	18.2	23.2	26.1	26,5	21.8	17.4	11.8	8.1

Avec :

**Tmax (°C)** : Moyenne de tous les maxima observés pour chaque mois.

**Tmin (°C)** : Moyenne de tous les minima observés pour chaque mois.

**Tmoy (°C)** : Moyenne mensuelle.

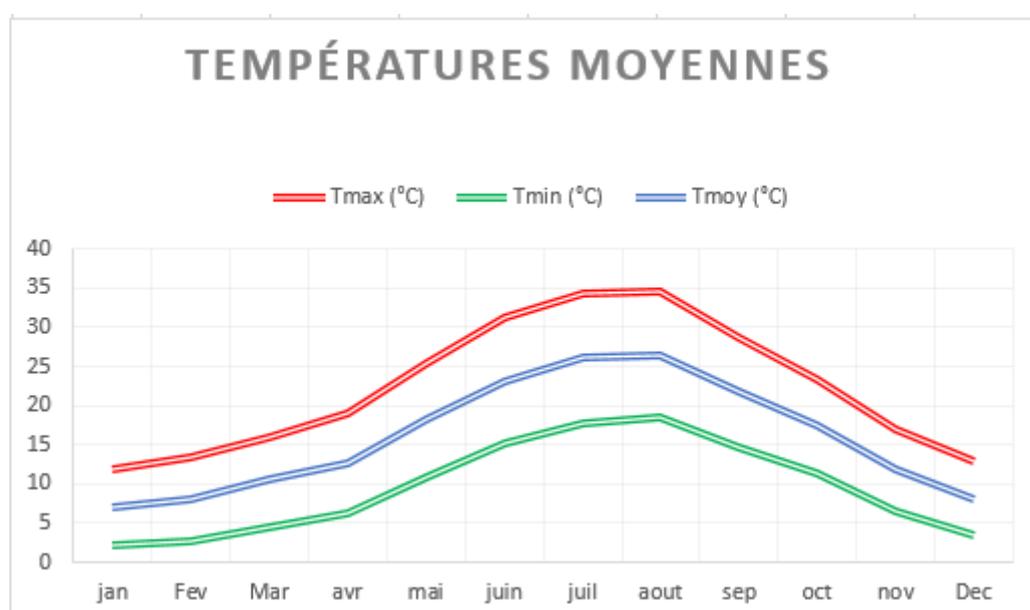


Figure 3 Répartition des températures moyennes interannuelles

### - Interprétation :

L'examen des données relatives aux températures (Tableau 1.3) révèle que le régime thermique se caractérise par des températures élevées en été et modérées en hiver. Les températures maximales sont enregistrées en Août (34.5 °C). Les basses températures se manifestent en janvier (2.3 °C).

#### 1.1.5 Humidité relative

Il faut noter que l'humidité relative est un élément climatique très important dans le cycle hydrologique contrôlant entre autres l'évaporation du sol et le couvert végétal. L'humidité relative mensuelle moyenne est présentée au tableau suivant :

Tableau 4 Humidité relative moyenne interannuelle pour la période 1990-2016

Mois	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juil	aout	sep	oct	nov	dec
<b>Humidité (%)</b>	78.6	76.3	71.2	69.3	63.5	53.5	47.6	50.0	64.3	69.3	74.1	78.5

L'humidité relative est caractérisée par une moyenne annuelle (66.35 %). Les valeurs minimales peuvent atteindre 47.6%. Elles sont observées en Juillet. Les valeurs maximales sont observées aux mois de Janvier et peuvent atteindre 76.3 %.

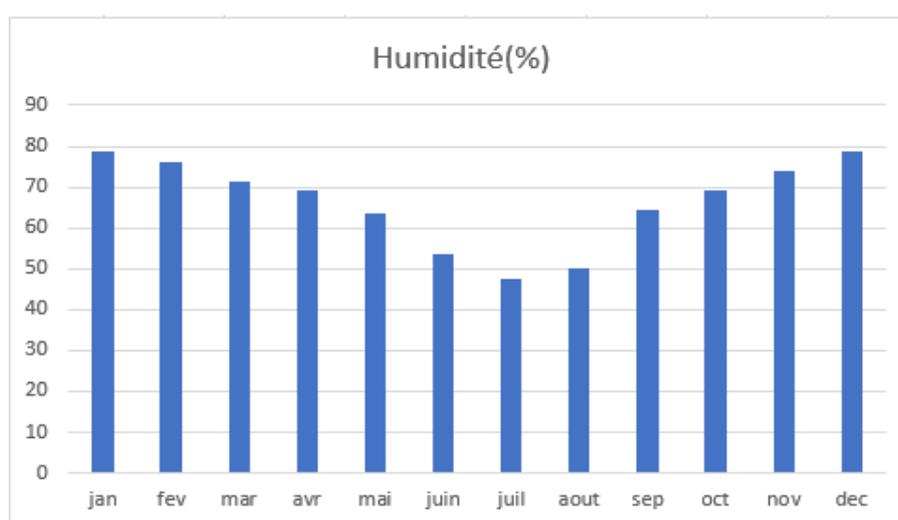


Figure 4 Représentation de l'humidité relative

### 1.1.6 Le vent

Les directions dominantes des vents sont celles de l'Ouest au Nord-Est. Les vents de l'Ouest sont dominants pendant l'automne, l'hiver et le début du printemps. La vitesse des vents est donnée par le tableau :

Tableau 5 :Vitesse du vent moyenne (ONM Alger).

Mois	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juil	aout	sep	oct	nov	dec
<b>V (m/s)</b>	1.7	1.7	1.7	1.6	1.3	1.2	1.1	1.1	1.2	1.5	1.5	1.7

L'analyse du tableau montre des vitesses relativement homogènes tout le long de l'année avec une moyenne annuelle oscillant autour de 1.44 m/s, cette valeur est relativement faible.

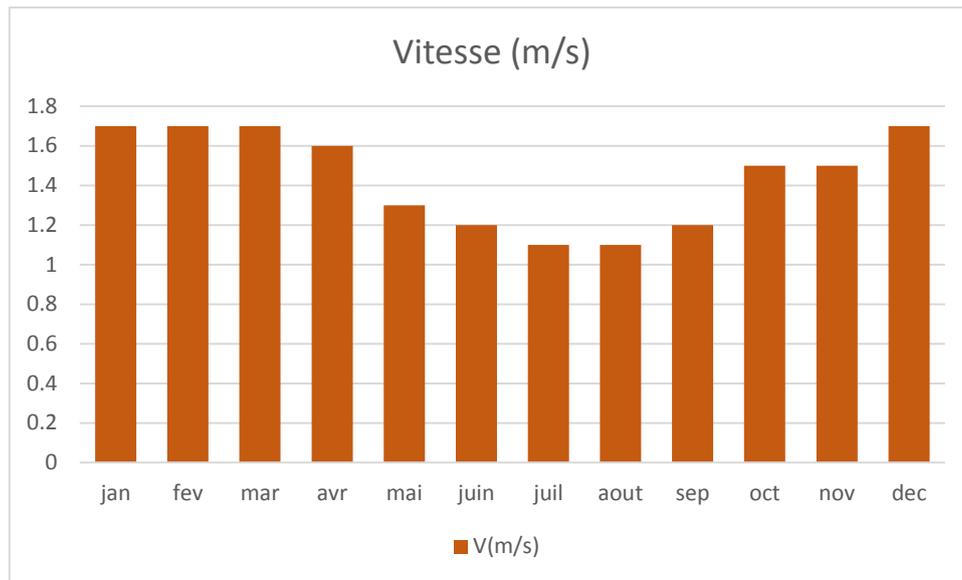


Figure 5: Représentation des vitesses du vent

### 1.1.7 Le sirocco

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

Tableau 6: Nombre de jours moyens de sirocco (ONM Alger).

Mois	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juil	aout	sep	oct	nov	Dec
jours	0.1	0.5	1.1	1.8	1.9	1.2	3.8	6.0	2.6	1.0	1.1	0.1

### 1.1.8 Insolation

L'insolation est un paramètre climatique que l'on utilise pour le calcul de l'évapotranspiration potentielle. La durée moyenne mensuelle de l'insolation est présentée dans le tableau suivant :

Tableau 7: Moyenne mensuelle de l'insolation (ONM Alger).

Mois	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juil	aout	sep	oct	nov	dec
Moy(h/j)	5.2	6.1	7.8	8.3	9.6	10.6	11.6	9.85	8.1	7.4	5.62	9.8
)	3	9	8	6	4	1	9	2	6	3	5	

### 1.1.9 Gel

Les gelées apparaissent à partir du mois de novembre jusqu'au mois d'avril. Le nombre de jour de gelée enregistré est du maximum se trouve en janvier.

Tableau 8: Nombre moyen de jours de gelée (ONM Alger).

Mois	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juil	aout	sep	oct	nov	dec
jours	3.4	2.0	1.5	0.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.7	1.8

### Classification du climat

Pour la classification du climat, on utilise généralement les paramètres agro-météorologiques, qui se basent essentiellement sur la température et la pluviométrie de la zone.

#### 1.1.10 Indice de Martonne

L'indice d'aridité de Martonne est un paramètre qui permet la classification du climat en fonction d'un rapport de température sur la pluviométrie annuelle, cet indice nous renseigne sur la nécessité d'introduction de l'irrigation par rapport au climat :

$$I_A = \frac{P}{T + 10} \dots (I.1)$$

**Avec :**  $I_A$  : indice climatique.

**P** : précipitation moyenne annuelle (mm).

**T** : température moyenne annuelle (°C).

Tableau 9: Classification du climat selon de Martonne.

Valeurs de I	Type de climat	Irrigation
$I < 5$	Désertique	Indispensable
$5 < I < 10$	Très sec	Indispensable
$10 < I < 20$	Sec	Souvent Indispensable
$20 < I < 30$	Relativement humide	Parfois utile
$I > 30$	Humide	Inutile

Dans notre cas, nous avons :

$$I_A = \frac{542}{15 + 10} = 21.68$$

On a  $I_A = 21.68$  donc :  $20 < I < 30$ .

D'où notre climat est à la limite de la classe **relativement humide**, on conclue que l'irrigation est souvent indispensable.

### 1.1.11 Classification du climat selon le diagramme d'Emberger

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

$$Q = \frac{1000 \cdot p}{\frac{M + m}{2} \cdot (M - m)} = \frac{2 \cdot 1000 \cdot p}{M^2 - m^2} \dots\dots\dots (I.2)$$

**Avec :**

**Q :** coefficient pluviométrique d'Emberger.

**P :** précipitation moyenne annuelle (mm).

**M :** maximum des températures maximales (Kelvin).

**m :** minimum des températures minimales (Kelvin).

→ **Pour :** P = 542.87 mm ; M = 34.5 °C et m = 2.6 °C

$$Q = \frac{2 * 1000 * 542.87}{(34.5 + 273)^2 - (2.6 + 273)^2} = 50.64$$

On trouve : Q = 50.64

D'après le diagramme bioclimatique d'Emberger, on peut dire que le climat de notre région est **un climat semi-aride**.

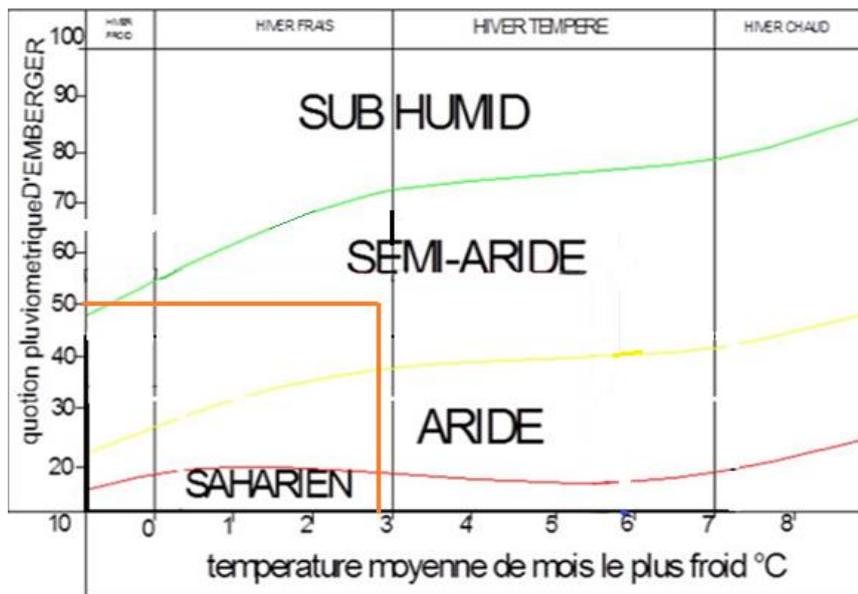


Figure 6 Diagramme bioclimatique d'Emberger.

### 1.1.12 Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen

Dans cet indice, on considère qu'un mois est sec quand le cumul des précipitations exprimées en millimètre est inférieur au double de la température, c'est-à-dire quand le rapport P/T > 2, ce diagramme ombrothermique permet la détermination de la période sèche.

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

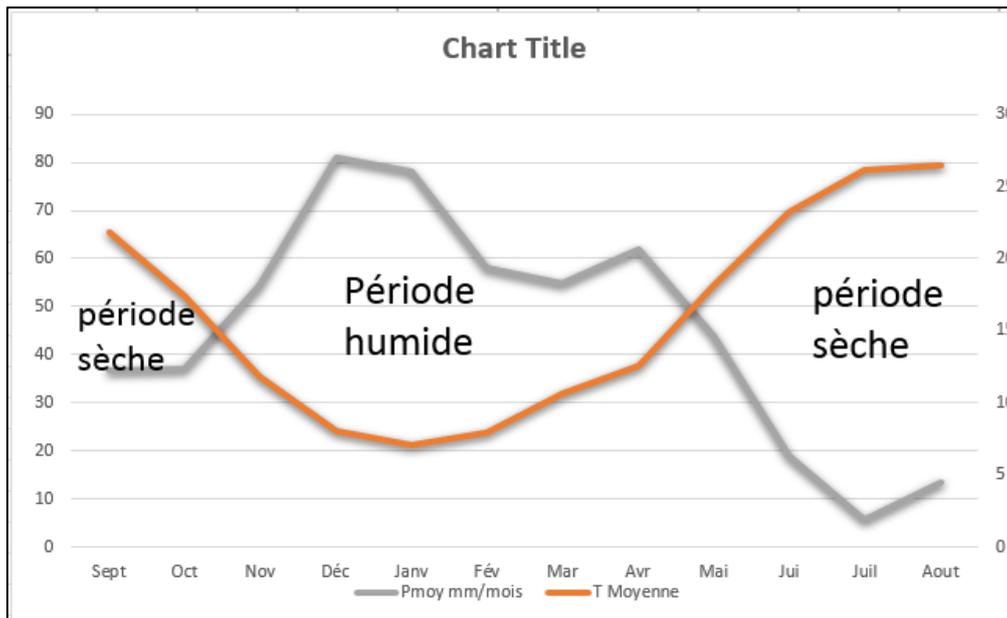


Figure 7 Diagramme Ombrothermique.

### Conclusion

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

De l'examen des données, il ressort que la région d'étude jouit d'un climat **semi-aride** avec un régime pluviométrique variable en volume et en répartition dans le temps. L'année est caractérisée par un hiver froid et un été sec et chaud.

## **Chapitre 02**

### **Présentation de la zone d'étude**

# Chapitre II : Ressource en sol

## Introduction

L'étude pédologique est l'une des étapes essentielles pour prendre en compte la nature, les caractéristiques et les contraintes relevant du sol dans tout aménagement hydro-agricole.

Pour l'irrigation, plusieurs caractéristiques doivent être prises en considérations. On peut citer notamment :

- La profondeur du sol qui commande l'épaisseur des couches accessibles aux racines et par suite la réserve en eau disponible.
- La texture ou granulométrie de la terre fine et la charge caillouteuse qui jouent sur les possibilités de rétention en eau.
- La structure et la porosité des horizons qui commandent la perméabilité du milieu et, globalement, la plus ou moins grande facilité de conduite des arrosages.
- Les caractéristiques chimiques (pH, CE) qui influent sur l'éventail des possibilités culturales de la zone à irriguer.

La bonne connaissance du sol permet le bon choix des cultures les plus adaptées aux agriculteurs.

## Etude pédologique

La pédologie est une science qui étudie les caractéristiques du sol, elle est donc une phase primordiale dans tout projet d'aménagement agricole.

L'étude pédologique a pour objectif de :

- Evaluer la capacité des sols du secteur étudié à assurer un bon développement des cultures envisagées et à valoriser économiquement l'investissement.
- Estimer le degré de contribution des sols du périmètre à l'alimentation hydrique des plantes à irriguer.
- Choisir les techniques d'arrosage les plus adaptées aux conditions du sol et de culture (aspersion, goutte à goutte; submersion).
- Fixer les règles à respecter pour une conduite des arrosages dans le système.

## Caractéristiques physiques du sol

Les propriétés physiques du sol sont liées à deux notions fondamentales : la texture et la structure.

### 1.1.13 Texture du sol

La texture d'un sol, soit la répartition de la taille de ses éléments constitutifs. Elle est caractérisée par une courbe granulométrique. Cette courbe représente, en fonction du diamètre apparent, les proportions pondérales d'éléments de tailles inférieures et s'obtient en appliquant successivement diverses techniques de séparation (tamisage, sédimentation...) à un échantillon de sol.

### 1.1.14 Structure du sol

La structure d'un sol peut être appréhendée sous l'angle du mode d'arrangement de ses particules élémentaires ou, de façon plus quantitative, par le réseau d'espaces lacunaires issus de cet arrangement.

L'état de structure est contrôlé par la porosité, qui est le rapport du volume des vides du sol et le volume total, exprimé en (%). Elle dépend de la texture des sols, et est déterminée par la formule suivante:

$$P = \frac{D-Da}{D} \times 100 \dots\dots(\text{II.1})$$

Avec: **D** : Densité réelle.

**Da** : Densité apparente.

La connaissance et l'analyse des unités pédologiques qui composent la zone d'étude constituent une étape charnière de l'étude pédologique car elle fournit un diagnostic détaillé des différents constituants du sol, met en lumière toutes les contraintes possibles et susceptibles de limiter le type d'utilisation des terres et détermine avec d'autres facteurs du milieu (climat, topographie...) l'aptitude culturale du sol.

La prospection pédologique sur la zone d'étude est de procéder à la prise d'échantillons pour les analyser au laboratoire.

L'objectif de l'étude de sol est d'apprécier les potentialités des terres vis-à-vis de l'irrigation en fournissant les données fondamentales caractérisant les relations entre le sol, l'eau et la plante, qui conditionnent la conduite et l'organisation des apports d'eau.

D'après l'étude qui a été faite dans cette région et qui est établie par l'**ANRH**, on a résumé les caractéristiques physico-chimiques de notre profil dans le suivant :

### 1.1.15 Les sols calcimagnésiques

Les roches calcaires ou magnésiennes, quand elles libèrent des quantités suffisantes de calcaire actif, sont à l'origine des sols calcimagnésiques, encore appelés sols calcimorphes.

On peut rappeler que le calcaire actif a quatre effets principaux sur les sols : il stimule fortement l'activité des lombrics, des bactéries et des autres composantes de la pédofaune ou de la pédoflore ; il provoque un blocage précoce de l'humification avec la formation de mull carbonaté (l'humus est fortement lié à l'argile par un pont calcique) ; le complexe argilo humique est très fortement floclé, ce qui donne aux sols une structure grumeleuse très caractéristique ; le fer est retenu dans les horizons supérieurs qui apparaissent très colorés (*Typologie des sols*). Ces sols sont représentés par le profil 1.

- Profil type N°1 :

- Coordonnées : X = 252140.406 m ; Y = 4018080.884 m.
- Occupation du sol : céréaliculture.
- Géomorphologie : glacis.
- Etat de la surface : 5 % fragments calcaires.
- Relief : pente 3-6 % vers l'est.

Les horizons de profil : Sols calcimagnésiques, carbonatés, bruns calcaires différenciés, à caractère verticale.

**0-30 cm** : Horizon brun (7.5 YR 4/4), à l'état sec, structure polyédrique fine, texture limono argileuse, présence de fentes de retrait, peu compact, enracinement très nombreuses, charge 1 % de fragments calcaires et cailloux, vive effervescence à Hcl, transition nette.

**33-80 cm** : Horizon brun foncé (7.5 YR 3/3), à l'état sec, structure polyédrique moyenne, texture Limoneuse, porosité moyenne, peu d'enracinement, charge 2% de fragments calcaires, vive Effervescence à Hcl, transition nette.

**80-110 cm** : Horizon brun noirâtre (7.5 YR 3/2), à l'état frais, structure moyenne, texture limono-argileuse, peu poreux, enracinement faible, charge 1 % de fragments calcaires et cailloux, vive effervescence à Hcl.

Tableau 10: Résultats des analyses physico-chimiques (B.E ELBEHJA).

<b>Profondeur (cm)</b>	<b>00-30</b>	<b>30-80</b>	<b>80-110</b>
<b>Argiles (%)</b>	30.7	19	<b>35.8</b>
<b>Limons (%)</b>	46.2	70	<b>49</b>
<b>Sables (%)</b>	23.1	11	<b>15.2</b>
<b>Conduct.P.S (mmhos/cm)</b>	1.2	1.4	<b>0.32</b>
<b>Matière organique (%)</b>	2.8	2.2	<b>1.7</b>
<b>Calcaire total (%)</b>	26	23	<b>19</b>
<b>Calcaire actif (%)</b>	16	14	<b>15</b>
<b>C/N</b>	10.4	9.8	<b>9.6</b>
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilable (ppm)</b>	60	30	<b>15</b>
<b>pH</b>	<b>7.9</b>	<b>9.8</b>	<b>8</b>

### **1.1.16 Les sols peu évolués**

Les sols de cette classe présentent un horizon humifère net, parfois assez important. L'altération de la roche-mère est poussée mais il est souvent difficile, sur la simple observation du profil, de déterminer un sens d'évolution par suite d'une grande jeunesse du sol ou bien en raison de climat ne permettant pas des processus d'évolution bien tranchés.

Dans les zones méditerranéenne et intertropicale, les sols peu évolués correspondent surtout à des zones rajeunies par l'érosion (sols peu évolués d'érosion) ou des sols résultants d'apports par les cours d'eau et très souvent il s'agit de sols d'origine alluviale, par les volcans (cendres ou coulées). La faible évolution des sols se traduit en général par une richesse chimique considérable (Ségalen et al,1970) , ces sols sont représentés par le profil 2.

- Profil type N°2 :

- Coordonnées : X = 253598.774 m ; Y = 4017557.079 m.

- Occupation du sol : céréaliculture.
- Géomorphologie : terrasse colluviale élevée.
- Etat de la surface : 1 % de gravier.
- Relief : pente 12-15 % vers le nord.

Les horizons de profil :

**0-27 cm** : Horizon brun (7.5 YR 4/3), a l'état sec, structure polyédrique fine, texture argilo- sablo- limoneuse, présence de quelques fentes de retrait, peu compact, enracinement très nombreuses, charge caillouteuse 10% de gravier et cailloux, vive effervescence a Hcl, transition nette.

**27-55 cm**: Horizon brun noirâtre (7.5 YR 3/2), a l'état sec, structure polyédrique moyenne, texture argilo-limono-sableuse, compact, enracinement moyen, charge caillouteuse 15% de gravier cailloux et blocs, vive effervescence a Hcl, transition peu nette.

**Supérieur à 55 cm** : Horizon brun (7.5 YR 6/3), a l'état sec, structure massive, texture sablo- argilo- limoneuse, peu compact, très faible enracinement, charge caillouteuse 1% de gravier, vive effervescence a Hcl.

Les caractéristiques physico-chimiques du profil sont comme suit :

Tableau 11: Résultats des analyses physico-chimiques (B.E ELBEHJA).

Profondeur (cm)	00-27	27-55	Sup à 55
<b>Argiles (%)</b>	34	36	<b>27</b>
<b>Limons (%)</b>	21	32	<b>23</b>
<b>Sables (%)</b>	45	32	<b>60</b>
<b>Conduct.P.S (mmhos/cm)</b>	0.9	0.9	<b>0.7</b>
<b>Matière organique (%)</b>	2.1	0.3	<b>0.2</b>
<b>Calcaire actif (%)</b>	15	14	<b>16</b>
<b>Calcaire total (%)</b>	29	24	<b>26</b>
<b>C/N</b>	10.4	7	<b>9.8</b>
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilable (ppm)</b>	20	10	<b>5</b>
<b>pH</b>	<b>8.1</b>	<b>8.1</b>	<b>8.1</b>

## Caractéristiques hydrodynamiques des sols du périmètre

### 1.1.17 Perméabilité

La perméabilité est principalement influencée par les propriétés physiques des sols, tels que la texture, la porosité, la structure et la compacité, coefficient K de la loi de Darcy. Selon les différentes valeurs de K, on peut classer les sols comme suit :

Tableau 12: Valeurs de perméabilité.

Valeur Perméabilité	Type de sel en fonction de K
$K < 10^{-6}$ m/s	Sol imperméable
$10^{-6} < K < 5 \times 10^{-6}$ m/s	Sol peu perméables
$5 \times 10^{-6} < K < 5 \times 10^{-5}$ m/s	Sol perméable

. Dans notre périmètre, les valeurs enregistrées montrent que la majorité des sols présentent des perméabilités entre  $2.3 \times 10^{-6}$  et  $3 \times 10^{-6}$  m/s, faisant partie de la gamme moyenne.

#### 1.1.18 Densité apparente, densité réelle et porosité des sols

La porosité est une mesure indirecte de la structure. Elle est définie comme étant le volume des vides du sol (ces vides sont occupés par l'air, l'eau) en % de son volume total.

La densité apparente est la densité du sol sec, concernant l'ensemble : la fraction et les pores. Une densité apparente spécifie l'une des densités de masse par unité de volume (y compris les pores) du sol, de substrat ou de particule ayant été séchés à **105°C** jusqu'à l'obtention d'un poids constant.

La densité réelle d'un corps s'exprime par le rapport entre la masse d'un certain volume de ce corps et la masse du même volume d'eau (dans des conditions identiques de température et de pression). Il s'agit d'une propriété propre à chaque matériau.

Les essais faits dans notre périmètre indiquent que la densité apparente des profils est comprise entre **1,03** et **1,27** et la densité réelle est comprise entre **2,58** et **3,62** d'où la vitesse d'infiltration varie entre **20** et **25 cm/j**.

#### 1.1.19 Propriétés hydrodynamiques des sols

Les propriétés hydrodynamiques sont résumées dans le tableau suivant

Tableau 13: Propriétés hydrodynamiques des sols.

<b>Texture</b>	<b>Argilo-limoneux</b>
<b>Capacité au champ (%)</b>	23-31 %
<b>Point de flétrissement (%)</b>	12,9-20,2 %
<b>Vitesse de perméabilité (mm/h)</b>	6,7-9,9
<b>Densité apparente</b>	1,7-1,9

### **Etude des aptitudes culturales**

Les aptitudes culturales des différentes unités pédologiques définies ont été établies en tenant comptes des paramètres édaphiques suivants :

- La profondeur du sol ;
- La texture du sol (selon la profondeur des racines de la culture) ;
- La structure des horizons en fonction de l'enracinement de la culture ;
- Présence d'éléments grossiers dans le profil ;
- L'hydromorphie ;
- La salinité du sol ;
- Le calcaire actif.

Étant donné la nature des sols de notre périmètre, représentée par des sols peu évolués d'apports alluviaux argileux et calcaires, les aptitudes culturales ont été analysées comme suit :

#### **1.1.20 Cultures céréalières et fourragères**

Le sol convient bien pour certaines céréales (orge...), de même pour les fourrages (avoine, ray-grass, fétuque...), mais convient moyennement pour la luzerne, bersim, sorgho, maïs.

Tableau 14: Cultures céréalières et fourragères.

<b>N°</b>	<b>Cultures</b>	<b>N°</b>	<b>Cultures</b>
<b>1</b>	Luzerne	<b>5</b>	Vesce-Avoine
<b>2</b>	Bersim	<b>6</b>	Ray- Grass
<b>3</b>	Sorgho	<b>7</b>	Orge
<b>4</b>	Mais	<b>8</b>	Fétuque

#### **1.1.21 Cultures maraichères**

Les sols conviennent moyennement pour les cultures d'artichaut, le chou et le chou-fleur qui paraissent plus indiqués et, à un degré moindre, l'ail, l'oignon, la tomate, le piment, le poivron et les cucurbitacées. La texture fine et le mauvais drainage dans ces sols participe fortement à la prolifération des maladies fongiques racinaires.

Tableau 15: Cultures maraîchères

N°	Cultures	N°	Cultures
1	Artichaut	6	Laitue
2	Tomate	7	Ail
3	Oignon	8	Aubergine
4	Pomme de terre	9	Pastèque
5	Carotte	10	Melon

### 1.1.22 Cultures industrielles

Ces des sols qui convient moyennement aux cultures industrielles (tomate, tabac...) pouvant rencontrées les mêmes contraintes édaphiques notés pour les cultures maraîchères, les travaux du sol : de labours profonds et d'amendements organiques s'imposent.

Tableau 16: Cultures industrielles.

N°	Cultures
1	Betterave à sucre
2	Coton
3	Tournesol
4	Tabac

### 1.1.23 Cultures arboricoles

L'aptitude culturale arboricole est indiquée en quatrième position pour ces sols, la texture lourde et le taux de calcaire actif élevé associé au mauvais drainage limitent fortement les possibilités d'installation de vergers. L'olivier peut être cultivé avec des aptitudes moyennes.

Tableau 17: Aptitudes culturales pour espèces arboricoles.

N°	Cultures	N°	Cultures
1	Agrumes	6	Pommier sur douçain
2	Pêcher - Abricotier sur Pêcher	7	Poirier sur franc
3	Amandier - pêcher - Abricotier sur amandier	8	Figuier
4	Oliviers	9	Prunier

5	Pommier sur franc	10	Cerisier sur merisier
---	-------------------	----	-----------------------

Pour les autres cultures arboricoles fruitières, seules les variétés de pommier greffées sur porte greffe résistant au calcaire peuvent s'adapter moyennement sur sols dont la profondeur dépasse 1,4 m. Notant bien que la pourriture des racines et le chancre du collier par les genres *Armillaria* et *Phytophthora* seraient considérables causant le dépérissement plus ou moins rapide de l'arbre.

#### **1.1.24 Conclusion**

Le présent chapitre a été consacré à l'étude pédologique dans laquelle nous avons présenté les principales caractéristiques du sol, les unités pédologiques recensées et les contraintes de mise en valeur définies.

Les sols présentent généralement une texture argilo-limoneuse avec une perméabilité adéquate à l'irrigation.

## **Chapitre 03**

### **Etude hydrologique et ressources en eau**

# Chapitre III : Etude hydrologique et ressources en eau

## Introduction

Avant d'entamer une étude en irrigation, il faut d'abord localiser et quantifier l'eau nécessaire aux différents besoins des cultures. Pour cela et à travers ce chapitre on va présenter les ressources en eau qui peuvent alimenter la ferme pilote et détailler l'étude hydrologie afin de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données.

## Ressources en eaux superficielles (Barrage : Béni Haroun, Oued Athmania)

L'objectif principal de la construction du barrage de Béni Haroun est la fourniture d'eau potable pour 6 wilayas (Batna, Khenchela, Mila, Oum El Bouaghi, Constantine et Jijel) et pour l'irrigation d'une partie des terrains des régions de Mila permettant une intensification de son développement agricole. Mais ça position est de 26 km au Nord de notre périmètre. Le barrage réservoir d'Oued Athmania est juste à côté de notre périmètre environ 4 km de loin. Les eaux du barrage d'Oued Athmania seront affectées à l'arrosage des 3 000 hectares de terres agricoles situés sur les territoires des communes de Chelghoum Laïd (2000 ha), Oued Athmania (600 ha) et Aïn M'louk (400 ha).

## Caractéristiques hydrauliques du Barrage d'Oued Athmania

- Situation : wilaya de Mila
- Cordonnées :  $36^{\circ} 13' 38''$  Nord,  $6^{\circ} 16' 35''$  Est ;
- Apports de barrage : oued Rhumel ;
- Hauteur du Barrage : 49.5 m ;
- Longueur en crête : 772 m ;
- Apport annuels :  $30 \text{ Hm}^3/\text{an}$  ;
- Capacité totale :  $45 \text{ Hm}^3$  ;
- Apport régularisé :  $15.77 \text{ hm}^3/\text{an}$  ;
- Volume prévu pour l'irrigation :  $12 \text{ Hm}^3$ .

### 1.1.25 Analyse de la qualité de l'eau d'irrigation

L'analyse de la qualité de l'eau d'irrigation est un paramètre important. En effet, le respect des normes de qualité des eaux d'irrigation :

- Permet de préserver la santé du consommateur.
- Préserver les ressources en eau souterraines, superficielles.
- Préserver l'environnement contre certains risques en particulier la salinisation de sol.

Suivant l'analyse physico-chimique effectuée sur des échantillons prélevés à la station hydrométrique du barrage d'Oued Athmania les caractéristiques de l'eau d'irrigation sont

données dans les tableaux ci-après.

Tableau 18: Résultats des analyses physicochimiques des eaux du barrage d'oued Athmania (Source : ANRH Alger).

Date prél	T°C eau	pH	CE à 25°Cmmhos / cm	Composition des sels dissous (mg/l)							S.A.R
				Ca mg/ l	Mg mg/l	Na mg/ l	K mg/l	Cl mg/ l	SO <sub>4</sub> mg/l	HCO <sub>3</sub> mg/l	
01/08/2010	29	8,1	0,80	139,7	105,2	35	30	265	240	586	3,16
18/10/2010	17,5	7,6	0,87	3036,0	3002	200		255	298	390	3,64
15/11/2010	16	7,7	0,58	785,9	752	160	15	250	222	433	5,77
16/05/2011	24,5	8,2	0,76	2872,3	2838,1	140	11	230	298	427	2,62
29/06/2011	26	8,6	0,68	1037,7	1003,4	200	13	255	332	451	6,26
20/11/2011	14	7,9	0,90	1836,1	1802,1	177	11	250	230	494	4,15
07/03/2012	14	7,7	0,98	869,2	835,8	195	11	215	272	482	6,68
06/05/2012	25	7,8	0,75	907,4	873	205	13	250	269	537	6,87
11/06/2012	20	7,6	0,68	1254,7	1220,1	184	16	250	280	500	5,23
14/08/2012	9	7,9	0,58	544,1	510,1	104	11	45	500	395	4,53
23/09/2012	25	8,0	0,85	2244,0	2210	210	17	285	430	433	4,45
18/11/2012	14	7,5	0,97	1336,2	1302	154	16	210	376	378	4,24
04/12/2012	13	8,2	0,48	2398,2	2364,1	142	14	225	394	366	2,91
16/01/2013	11	8,1	0,68	1451,1	1417,4	128	7	160	268	336	3,38
10/02/2013	10	7,8	0,78	161,2	127,5	70	6	145	370	2440	5,83
11/03/2013	20	7,9	0,71	1318,0	1284,2	145	10	175	360	403	4,02
07/04/2013	20	8,3	0,73	2714,6	2680,1	134	131	185	324	427	2,58
12/05/2013	20	8,0	0,69	1057,6	1023,7	180	14	225	292	421	5,58
16/06/2013	26	7,9	0,65	2201,8	2167,3	208	16	275	308	525	4,45
14/07/2013	29	8,1	0,70	1213,9	1179,5	210	16	305	500	451	6,07
28/08/2013	29	8,1	0,82	2307,9	2273,5	280	10	480	324	153	5,85
11/12/2013	11	8,4	0,76	483,0	448,7	98	16	215	290	470	4,54
07/01/2014	10	8,4	0,74	721,8	687,8	180	16	240	308	561	6,78
05/02/2014	14	8,6	0,90	690,8	656,3	122	10	145	680	268	4,7
06/05/2014	19	8,6	0,84	8481,0	8446,5	230	2	210	312	549	2,5

09/07/2014	29	8,7	0,66	1197,9	1163,4	200	17	350	390	427	5,82
13/10/2014	18	8,0	0,64	254,2	220,1	69	6	100	258	146	4,48
09/12/2014	10	7,8	0,60	133,3	99,3	62	4	85	236	189	5,75
Sommes	2567	1219	20,8	43649	42694,4	23307	3221	35768	40801	53662	132,8
Moyens	17,83	8,24	0,74	1558,9	1521,9	157,48	21,91	241,68	275,68	362,58	4,78

Tableau 19: Caractéristiques de l'eau d'irrigation

L'eau du barrage Oued Athmania	Teneur (mg/l)									PH	CE (ds/m) 25°C
	Ca	Mg	Na	K	Cl	So4	CO3H	NO3			
	1558,9	1521,9	157,48	21,91	241,68	275,68	362,58	0,25	7,5		

### 1.1.26 Le SAR (Sodium Absorption Ration)

Si l'eau est riche en Sodium, celui-ci peut se fixer sur le complexe du sol et exercer alors une action défoulant. Pour apprécier le risque alcalin, on compare donc la concentration en ions Na<sup>+</sup> et celle en ions Ca<sup>++</sup> et Mg<sup>++</sup>, il est défini comme suit :

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

$$D'où : S.A.R = \frac{157,48}{\sqrt{(1558,9+1521,9)/2}}$$

$$S.A.R = 4,01$$

Tableau 20: Classification des eaux en fonction du S.A.R.

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

D'après les valeurs du tableau 3.3, on voit que les eaux de barrage d'Oued Athmania ne présentent pas un risque alcalin pour le sol.

### 1.1.27 La conductivité électrique

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

Tableau 21: Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.

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

La qualité de l'eau d'irrigation est associée aux classes suivantes :

- C1 : convient pour toutes les cultures.
- C2 : convient pour les plantes moyennement tolérantes.
- C3 : ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes.
- C4 : eau difficilement utilisable sur sol bien drainé.

Selon cette classification l'eau de barrage Oued Athmania comporte des risques alcalins faibles (S1) et un risque moyen de salinité (C2).

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

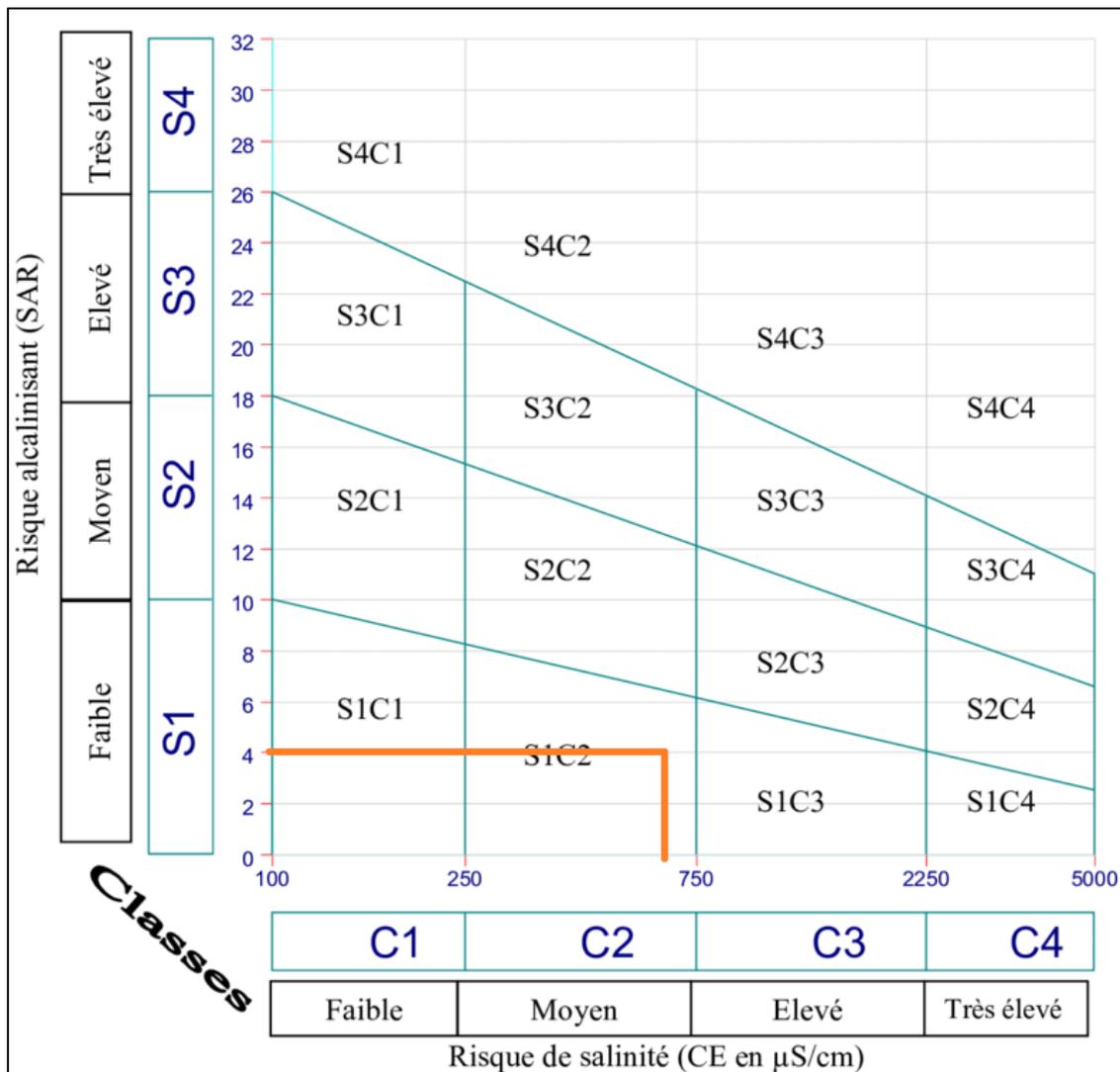


Figure 8: Diagramme de classification des eaux d'irrigation.

D'après ces valeurs moyennes de la conductivité électrique CE et le rapport d'absorption du sodium SAR, les eaux de barrage d'Oued Athmania appartiennent à la classe (C2.S1) cela implique un risque de salinité. Mais peut être utilisée ces eaux pour l'irrigation avec certaines restrictions pour certaines cultures.

## Etude climatologique

### 1.1.28 Introduction

L'étude hydrologique a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies annuelles de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro-agricole, tels que : le calcul des besoins des cultures projetés dans le périmètre, ainsi que le dimensionnement du réseau d'irrigation. La connaissance de ces pluies est nécessaire au dimensionnement du réseau d'irrigation.

### 1.1.29 Etude des pluies annuelles

Pour l'étude des pluies, nous avons exploré un échantillon de données pluviométriques de la station de Bou Malek, cette station est caractérisée par le code : 100401.

Les données d'observation ont été collectées sur une période de 36 ans. Les pluies sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 22:Pluies moyennes mensuelles observées (1975-2011) (ANRH Alger).

Année	Sep	oct	nov	déc	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juillet	aout	Ann
1975	45.1	7.1	110.6	30.1	46.1	65.8	110.7	123.7	120.9	65.2	21.8	14.7	761.8
1976	43.4	106.9	111	51.4	67.2	3.6	11.8	73.4	85.5	0	0	2.3	556.5
1977	17	6.1	93.5	2.4	84.1	52.8	43.8	93.3	41.6	0	0	38.7	473.3
1978	0	43.4	52.3	18.3	41.4	87.5	42.7	176.3	16.9	31.5	2.6	0	512.9
1979	110.8	14.5	53	17	54.1	39.8	71.4	57.3	58	9.1	0	0	485
1980	77.3	6.5	53.2	185.6	52.6	63.4	36.2	29.3	7.4	26.2	0	55.4	593.1
1981	15.3	18	20.9	70.2	132.9	46.4	103.9	63.9	79.6	9.4	1.5	0	562
1982	16.6	64.3	59	127	9.4	13.2	51.7	7.4	16	16.9	6.9	29.4	417.8
1983	3.4	36.9	40.7	33	124.2	147.9	28.6	30	17.1	10.6	0	1.2	473.6
1984	22.7	118.8	2.4	243.8	92.9	29	203.1	17.5	52.6	2.2	0	0	785
1985	29.6	34.7	21	32.2	70.1	58.7	43.2	32.6	18.1	17.5	0	2	359.7
1986	60.2	9	26.6	85.9	47.6	78.3	39.2	21	9.2	11.4	13.7	6.7	408.8
1987	4.6	48.3	30.5	9.3	25.4	39.9	48.5	26.6	65.7	21.1	30.1	24.1	374.1
1988	0	0	18.6	114.7	10	53.3	44.7	25.8	10.3	0	0	14.2	291.6
1989	37.3	29.9	5.9	8.7	79.4	0	34.2	30.4	0	0	0	0	225.8
1990	6.7	0	40.5	121.1	5.2	78.2	40.6	86.9	75	46	0	0	500.2

1991	58.3	42	25.2	34.7	95.3	21.8	48.7	117. 7	42.3	0	5.2	0	491.2
1992	9.4	4.6	45.9	79.1	80.7	77.2	45.4	10.4	7.7	3.5	0	6.3	370.2
1993	7.2	12.6	13.6	30.5	50.1	34.1	7.4	35.5	6.8	0	0	5.7	203.5
1994	21	73.7	6.3	65.6	196. 6	15.8	82.7	25.5	1.9	71.6	0	14.7	575.4
1995	44.9	30.1	45.3	29.1	39	91.1	35.5	44.3	67.8	44	3	22.2	496.3
1996	9.5	19.2	19.5	55.1	51.9	11.4	20.6	53.9	26.4	29.4	6.6	33.5	337
1997	80.2	50.2	111. 4	76.9	25.4	55.1	34.5	89.7	78.7	12	0	12.9	627
1998	66.4	45.8	153. 2	36.3	90.3	60.5	46.1	20.4	15.4	31.1	8.1	24.4	598
1999	96.5	37.3	85.3	149. 1	50	11.2	32.2	54.8	69.9	43	0	9.7	639
2000	14.6	30.8	27.2	90.6	173. 3	49.9	15.1	89.4	60.9	18.5	1	17.8	589.1
2001	88.3	31.2	63.7	53.2	60.8	70.2	59	36.8	38.7	11.4	46. 7	50.4	610.4
2002	26.5	23.9	238. 4	332. 9	352. 3	231. 1	69.9	129. 4	66.6	48.8	12. 8	24.7	1557. 3
2003	16.1	106. 8	50.3	225. 3	112	23.8	116.4	141. 1	68.1	38.1	5.5	30.9	934.4
2004	36.2	52.4	120. 6	200. 5	106. 5	104. 2	91.9	169. 9	8	6.5	23. 2	22	941.9
2005	45.8	31.6	89.2	135. 5	218. 6	54.4	31.8	32	92.4	0	0	0	731.3
2006	43.3	8.1	4.8	61.7	17.5	29.2	42.9	57.5	21.8	0.4	1.2	3.6	292
2007	40	20.7	26.6	53.8	8.9	16.6	81	10.4	62.8	12.5	9.7	5.8	348.8
2008	64.7	34.2	53.4	23.6	94.3	49.9	53.9	66.4	49.2	9.4	5.6	13.1	517.7
2009	52.6	19.6	12.6	24.8	40.9	34	45.5	61.9	56.3	18.8	0	8.4	375.4
2010	19.3	37.6	59.7	29.1	6.6	154. 4	45.9	71.6	33.5	15.1	1	10	483.8
2011	15	97.7	22.6	62.2	75	93.8	53.8	76.3	69.1	17.1	3	0	582.6

### 1.1.30 Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique

En générale, l'homogénéisation des données hydrologiques est indispensable, avant toute exploitation hydrologique de ces données, car les mesures ne sont pas menées souvent avec soin. En effet, outre la possibilité de données défectueuses ou sujette à caution, il arrive fréquemment qu'une station pluviométrique présente des interruptions dans les relevés, rendant

difficile son utilisation. Il convient dans ce cas de procéder à une vérification de l'homogénéité des données recueillies, afin d'éliminer, puis de combler les lacunes des relevés défectueux. A l'effet de l'existence de plusieurs tests, notre cas est effectué suivant le test des (rangs) ou test de **Wilcoxon** car il est supposé être le plus puissant des tests non paramétriques.

➤ **Test de Wilcoxon**

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de Wilcoxon. La vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé suivant :

- On divise la série complète en deux sous séries : X et Y tel que : N1 et N2 représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement  $N_1 > N_2$
- On constitue par la suite, la série X union Y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang tout en précisant à quelle sous séries appartient elle.

Wilcoxon a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95% (Touaibia, 2004), si la relation ci-dessous est vérifiée.  **$W_{min} < W_x < W_{max}$** .

Avec :

$$W_x = |Rang|_x$$

$W_x$  : Somme des rangs de sous-séries.

$$W_{min} = \left( \frac{(N_1 + N_2 + 1)N_1 - 1}{2} \right) - 1.96 \left( \frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{1/2} \quad (III-2)$$

$$W_{max} = \left[ \left( \frac{N_1 + N_2 + 1}{2} \right) N_1 - W_{min} \right] \quad (III-3)$$

Les résultats du test de Wilcoxon sont détaillés comme suit :

Tableau 23: Test d'homogénéité de la série pluviométrique de Bou Malek.

Rang	Série d'origine	Série Y(mm)	Série X(mm)	TRI(mm)	Xunion Y
1	761.8	496.3	761.8	203.5	X
2	556.5	337	556.5	225.8	X
3	473.3	627	473.3	291.6	X
4	512.9	598	512.9	292	Y
5	485	639	485	337	Y
6	593.1	589.1	593.1	348.8	Y
7	562	610.4	562	359.7	X

<b>8</b>	417.8	1557.3	417.8	<b>370.2</b>	X
<b>9</b>	473.6	934.4	473.6	<b>374.1</b>	X
<b>10</b>	785	941.9	785	<b>375.4</b>	Y
<b>11</b>	359.7	731.3	359.7	<b>408.8</b>	X
<b>12</b>	408.8	292	408.8	<b>417.8</b>	X
<b>13</b>	374.1	348.8	374.1	<b>473.3</b>	X
<b>14</b>	291.6	517.7	291.6	<b>473.6</b>	X
<b>15</b>	225.8	375.4	225.8	<b>483.8</b>	Y
<b>16</b>	500.2	483.8	500.2	<b>485</b>	X
<b>17</b>	491.2		491.2	<b>491.2</b>	X
<b>18</b>	370.2		370.2	<b>496.3</b>	Y
<b>19</b>	203.5		203.5	<b>500.2</b>	X
<b>20</b>	575.4		575.4	<b>512.9</b>	X
<b>21</b>	496.3			<b>517.7</b>	Y
<b>22</b>	337			<b>556.5</b>	X
<b>23</b>	627			<b>562</b>	X
<b>24</b>	598			<b>575.4</b>	X
<b>25</b>	639			<b>589.1</b>	Y
<b>26</b>	589.1			<b>593.1</b>	X
<b>27</b>	610.4			<b>598</b>	Y
<b>28</b>	1557.3			<b>610.4</b>	Y
<b>29</b>	934.4			<b>627</b>	Y
<b>30</b>	941.9			<b>639</b>	Y
<b>31</b>	731.3			<b>731.3</b>	Y
<b>32</b>	292			<b>761.8</b>	X
<b>33</b>	348.8			<b>785</b>	X
<b>34</b>	517.7			<b>934.4</b>	Y
<b>35</b>	375.4			<b>941.9</b>	Y
<b>36</b>	483.8			<b>1557.3</b>	Y

En se basant sur le test de Wilcoxon, on obtient :

$W_x = 312$ ;  $W_{min} = 307.93$ ;  $W_{max} = 337.5$ .

Donc :  $307.93 < W_x < 337.5$

La condition de **Wilcoxon** est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelles de la station **Bou Malek** est **homogène**.

### 1.1.31 Ajustement statistique des pluies

Les données de pluies annuelles sont souvent ajustables à des lois statistiques nombreuses, ceci est dû à la faible variabilité interannuelle pour certaines stations. Dans notre cas, on utilise pour celle qui garantit le meilleur ajustement possible. Les lois d'ajustement les plus communément employées dans le cas de pluies annuelles sont les suivantes :

- **Loi de Gauss ou loi normale.**

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

On dit qu'une variable appartient à la distribution normale lorsque sa fonction de répartition est de la forme :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} du \text{ (Fréquence au non dépassement)} \quad (\text{III-4})$$

$$u \text{ Est la variable réduite de Gauss. Elle est donnée par } u = \frac{x-\bar{x}}{\sigma} \quad (\text{III-5})$$

Le procédé d'ajustement consiste à :

- Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant.
- Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.
- Calculer la fréquence expérimentale
- Variable réduite de gauss  $u$
- Calcul des caractéristiques empiriques de loi  $\bar{x}, \sigma ; Cv ; Cs$
- Tracer la droite de Henry sur papier de probabilité gaussien.

Avec :

$$L'équation de la droite de Henry est : x_{p\%} = \bar{x} + \sigma \cdot u_{p\%} \quad (\text{III-6})$$

- $\bar{x}$  : Moyenne arithmétique ;
- $x_{p\%}$  : Précipitation de probabilité P% ;
- $\sigma$  : Écart type ;
- $Cv$  : Coefficient de variation ;
- $Cs$  : Coefficient d'asymétrie.

Pour le calcul on a utilisé le logiciel HYFRAN, dans ce cas, nous avons :

**Station** : Bou Malek, Mila.

Résultat de l'ajustement à la loi normale (maximum de vraisemblance)

**Nombre d'observation** : 36 (1975-2011)

q= F(x) (probabilité au non dépassement)

La formule de **Hazen** pour  $a=0.5$  :  $F[x(k)] = (k-0.5)/n \dots \dots \dots (III-7)$

La période de retour sur la formule :  $T = 1 / (1-q) \dots \dots \dots (III-8)$

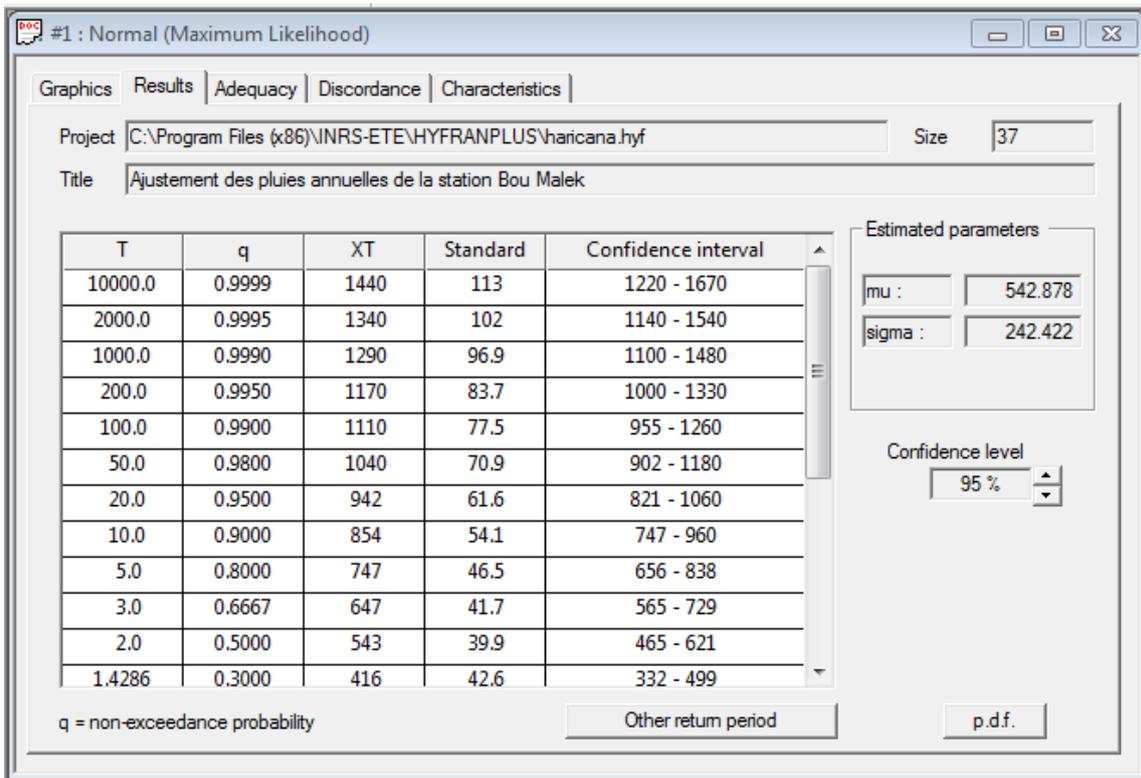


Figure 9: Les résultats de l'ajustement des pluies annuelles à la loi normal.

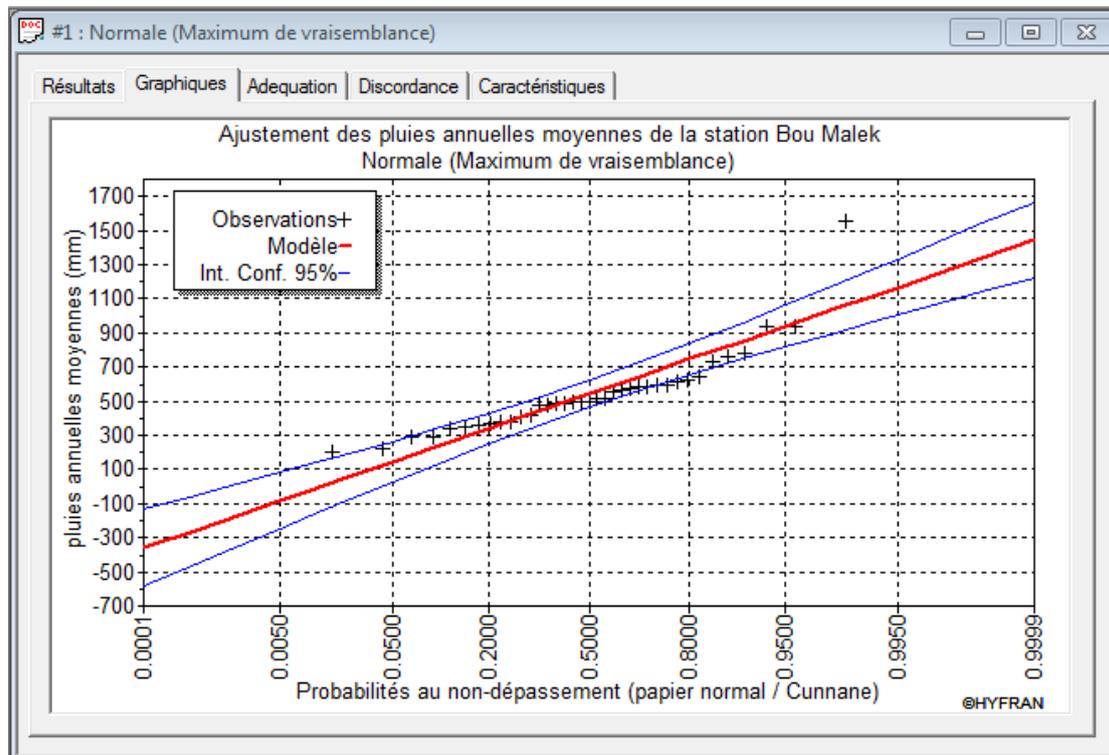


Figure 10: Le graphe de l'ajustement des pluies annuelles à loi normal.

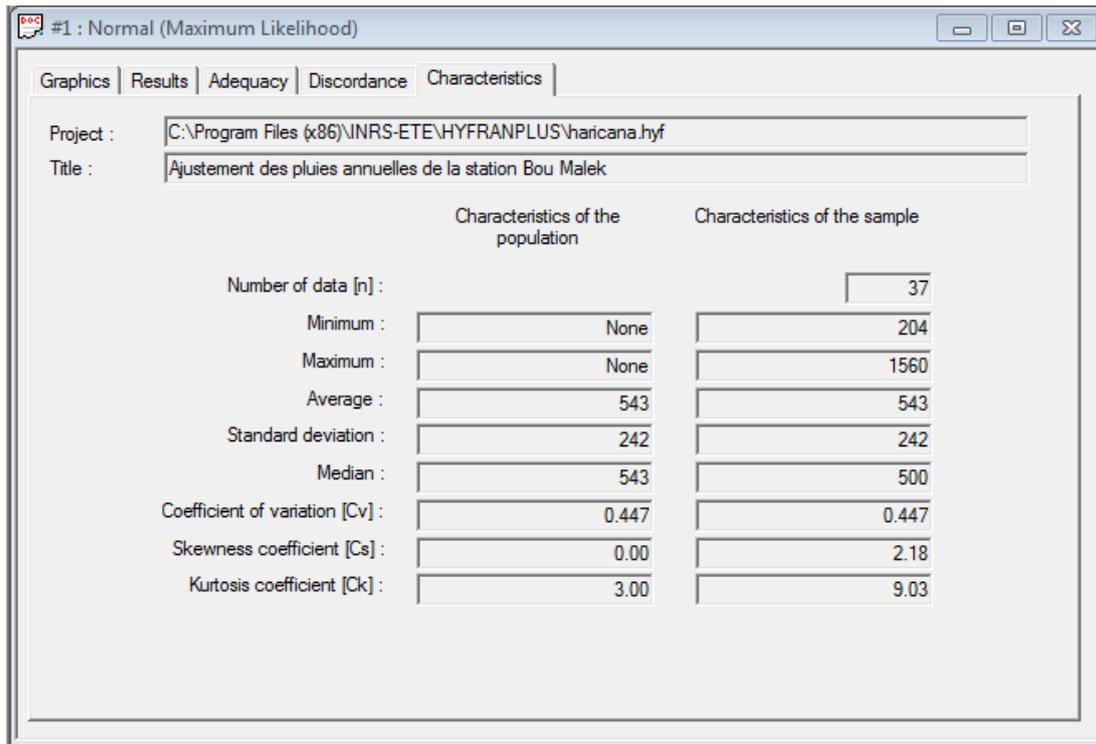


Figure 11: Les caractéristiques de l'ajustement des pluies annuelles à la loi normale.

### 1.1.33 Test de validité d'un ajustement

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

Ce test permet de juger la qualité de l'ajustement d'une distribution théorique à une distribution expérimentale.

Comme critère de comparaison, la variable  $\chi^2$  est utilisée pour un risque  $\alpha = 5\%$  et un nombre de degré de liberté  $\gamma = k - 1 - m$

Avec :

k : nombre de classes.

m : nombre de paramètres de la loi.

$$\chi^2_{\text{cal}} = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - \mu_i)^2}{\mu_i} \dots \dots \dots \text{(III.11)}$$

Où :

$n_i$  : nombre d'observations contenues dans la classe i

$\mu_i$  : nombre d'observations théoriques calculées dans la classe i .Ce nombre doit être supérieur ou égal à 5

$\chi^2$  : est une variable aléatoire qui peut varier de  $[0 \text{ à } \infty]$ .

On pose l'hypothèse nulle  $H_0$  : Est que la loi de distribution de fréquence théorique  $P$  ajuste la courbe ou droite expérimentale  $F$  ?

$H_0 : P = F$  contre  $H_1 : P \neq F$

Pour que  $P = F$  soit vérifiée, il faut que :

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

Une autre interprétation du  $\chi^2_{\text{calculée}}$  peut être faire :

- Si  $\chi^2_{\text{calculée}} = 0$  c'est-à-dire si le nombre de valeurs observées est égal au nombre de valeurs théoriques, l'ajustement est parfait et la loi théorique suit exactement la répartition des fréquences.
- Si  $P(\chi^2_{\text{calculée}}) > 5\%$ , l'ajustement est à considérer.
- Si  $P(\chi^2_{\text{calculée}}) < 1\%$ , l'ajustement est à rejeter, la loi considérée n'est pas adéquate.
- Si  $1\% < P(\chi^2_{\text{calculée}}) < 5\%$ , on ne peut rien conclure, il faut refaire le calcul en modifiant le nombre de classes.

Dans notre cas, nous avons utilisé le teste de Khi carrée  $\chi^2$ . La loi est adéquate pour une erreur  $\alpha=0.05$  si et seulement si :  $\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$  (pour les deux lois).

A partir du tableau de Pearson on peut tirer la valeur de  $\chi^2_{\text{théorique}}$ , tel que :  $\chi^2_{\text{théorique}} = f(\gamma, \alpha)$ .

Tableau 24: Table de Pearson de  $\chi^2$ .

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

Pour les calculs nous avons utilisé le logiciel HYFRAN, alors à partir du logiciel on obtient les résultats suivants :

Tableau 25: Test de validité de l'ajustement.

	<b>Loi normal</b>
<b><math>\chi^2</math> calculée</b>	7.50
<b><math>\chi^2</math> théorique</b>	9.488
<b>Degré de risque <math>\alpha</math></b>	0.1117
<b>Degré de liberté <math>\gamma</math></b>	4
<b>Nombre de classes k</b>	7

Pour la loi normale : sur la table de Pearson khi-deux ( $\chi^2$ ) théorique = 9.488, pour :  $\alpha = 0.05$  et  $\gamma = 4$  ;

Pour la loi normale : sur la table de Pearson khi-deux ( $\chi^2$ ) théorique = 5.991, pour :  $\alpha = 0.05$  et  $\gamma = 2$  ; Donc :  **$\chi^2$  calculée <  $\chi^2$  théorique** (pour les deux lois)

L'adéquation de la loi est bien définie, ce qui résulte que l'ajustement est correct avec une certaine probabilité :  $1-\alpha$  soit 95%.

Après l'ajustement sur la loi, ce qui résulte que la loi normale s'ajuste mieux à la série des pluies annuelles pour la station de Bou Malek, Mila.

#### 1.1.34 Détermination de l'année de calcul

Le but principal de la détermination de l'année de calcul, est de connaître la quantité de pluie qui peut être utilisée par la plante, c'est une fraction de la pluie efficace (pluie de probabilité 80%). Pour trouver la pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 80% on utilise la loi suivante :

$$P_{i,80\% \text{ de chaque mois}} = P_{i,\text{moy de chaque mois}} \times \frac{P_{\text{théorique } 80\% (\text{annuel})}}{P_{\text{théorique } 50\% (\text{annuel})}} \dots \dots \dots \text{(III.12)}$$

D'après le tableau d'ajustement à la loi log normale on trouve :

Tableau 26: Détermination de l'année de calcul.

<b>T = 1/q</b>			
<b>Période de Retour</b>	Fréquence <b>(q)</b>	Quantile <b>(Xt)</b>	Ecart-type <b>(<math>\delta</math>)</b>
5.0	0.8	700	53.4
2.0	0.5	501	32.7
1.25	0.2	399	29.4

$$P_{80\%} = 700 \text{ mm}$$

$$P_{50\%} = 501 \text{ mm}$$

$$\text{d'où : } \frac{P_{80\%}}{P_{50\%}} = 1.4$$

On remarque que :  $\frac{P_{80\%}}{P_{50\%}} > 1$  donc l'année de calcul sera obtenue par la loi suivante :

$$P_{i,80\% \text{ de chaque mois}} = P_{i,\text{moy de chaque mois}} \times \frac{P_{\text{théorique } 20\%(\text{annuel})}}{P_{\text{théorique } 50\%(\text{annuel})}} \dots\dots\dots \text{(III.13)}$$

A partir du tableau de l'ajustement à la loi log normal :

$$P_{20\%} = 399 \text{ mm} \qquad \text{donc :} \qquad \frac{P_{20\%(\text{annuel})}}{P_{50\%(\text{annuel})}} = 0.79$$

Donc  $P_{i,80\%}$  de chaque mois est donnée dans le tableau suivant :

Tableau 27: . Détermination des pluies moyennes mensuelles de fréquence de 80%( [ P ] \_ (i,80% ) ).

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Ma r	Av r	Ma i	Juin	Juil	Aout
<b>P<sub>moy</sub>mm/mois</b>	36. 8	37. 1	54.4	81.1	78. 1	58. 0	54.8	61. 9	43. 7	18.9	5.8	13.6
<b>P<sub>moy80%</sub>mm/mois</b>	29. 4	29. 7	43.5 2	64.8 8	62. 5	46. 4	43.8	49. 5	35	15.1 2	4.6 4	10.8 8

### Conclusion

Dans ce chapitre, nous sommes intéressés à la problématique des ressources en eau, puisque c'est le premier élément indispensable dans tout projet d'irrigation.

Les analyses chimiques des eaux de barrage d'Oued Athmania, effectuées au niveau de l'ANRH, ont montré que la qualité de ses eaux comporte des risques alcalins faibles et un risque moyen de salinité.

Quant à l'ajustement des séries des pluies moyennes annuelles, il faut signaler que le test de Khi carré a montré un ajustement meilleur avec la loi racine-normale. Ce qui nous a conduits à prendre en considération cette loi pour l'estimation des pluies servant au dimensionnement du réseau d'irrigation de la zone d'étude.

# **Chapitre 04**

## **Calcul des Besoins En eau des cultures**

# Chapitre IV : Calcul des besoins en eau des cultures.

## Introduction

Dans les zones, où les pluies sont insuffisantes. Il est nécessaire d'évaluer les besoins en eau des cultures, afin de déterminer les volumes d'eau à apporter par l'irrigation au cours de la saison de croissance pour assurer aux plantes un approvisionnement hydrique adéquat et continu. Ces besoins doivent être minutieusement calculés pour éviter tous sur dimensionnement ou sous-dimensionnement des réseaux d'irrigation.

## Estimation des besoins en eau des cultures dans le périmètre

Selon **Doorenbos** et **Pruitt** le besoin en eau d'une culture est la quantité d'eau en mm, nécessaire pour compenser l'évapotranspiration d'une culture en bon état sanitaire, établit dans un champ de grande superficie, dans des conditions de sol non limitant du point de vue de la disponibilité de l'eau et de la fertilité, et conduisant au rendement cultural potentiel dans des conditions climatiques données.

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

## L'évapotranspiration

L'évapotranspiration représente la quantité d'eau perdue sous forme de vapeur à partir d'une surface couverte de végétation. Cette quantité est généralement exprimée par unité de surface et par unité de temps, **m<sup>3</sup>/ha/jour**, en **m<sup>3</sup>/ha/mois**, ou en **m<sup>3</sup>/ha/an**. Bien entendu, l'évapotranspiration peut également s'écrire en **mm/jours** ou par **mois** ou par **an**.

On distingue :

L'évapotranspiration de référence ( $ET_0$ ).

L'évapotranspiration maximale ( $ET_M$ ).

### 1.1.35 L'évapotranspiration maximale ( $ET_M$ )

L'évapotranspiration maximale ( $ET_M$ ) est la valeur maximale de l'évapotranspiration d'une culture donnée, à un stade végétatif, dans des conditions climatiques données. Elle dépend de la culture considérée, du stade phénologique de la culture et des conditions météorologiques observées. C'est une correction de l'ETP( $ET_0$ ) en fonction du couvert végétal. L'évapotranspiration maximale ( $ET_M$ ) est mesurée comme suit :

$$ET_M = K_c \cdot ET_0 \dots (IV-1)$$

$K_c$ , étant le coefficient cultural, est un rapport de consommation de l'eau en fonction du stade végétatif de la culture. Il varie essentiellement avec les caractéristiques propres de la culture (activité physiologique, taux de recouvrement du sol...etc.) et avec un degré moindre le climat.

### 1.1.35.1 Le coefficient culturel (Kc)

Les valeurs du coefficient culturel (**Kc**) de chaque culture ont été ressorties, en fonction du stade végétatif de la plante, de la force du vent et de la valeur moyenne de l'humidité de l'air régnant au niveau de notre périmètre d'étude, à partir du bulletin FAO « irrigation et drainage ».

Tableau 28: Les coefficients culturaux (Kc) des différentes cultures.

Cultures	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout
Blé	-	-	0.70	0.75	0.85	0.9	1.00	1.15	1.15	0.6	-	-
Orge	-	-	0.30	0.60	0.85	0.90	1.15	1.15	0.80	0.60	-	-
Orge en vert	-	0.3	0.5	0.6	0.9	0.95	1	0.9	0.7	-	-	-
P.de terre	-	-	-	-	-	0.45	0.80	1.05	0.70	-	-	-
Olivier	0.85	0.85	0.75	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.8	0.9	0.9
Avoine	-	0.4	0.4	0.65	0.8	0.9	1.05	1.05	0.8	0.6	-	-
Pastèque	-	-	-	-	-	-	-	0.6	0.85	1.15	0.9	-

### Calcul de l'évapotranspiration potentielle de référence (ET<sub>0</sub>)

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

On distingue généralement deux (02) types de méthodes pour évaluer l'évapotranspiration potentielle de référence (ET<sub>0</sub>) :

- Méthodes directes
- Méthodes indirectes

## Méthodes directes

### ➤ L'évapotranspiromètre ou cuve lysimétrique

L'évapotranspiromètre est un appareil qui sert à mesurer l'évapotranspiration dans un sol nu ou généralement sur un lieu planté (couvert végétal). C'est un dispositif qui empêche les mouvements latéraux et permet de mesurer l'infiltration profonde.

La détermination de l'**ETP** à partir des mesures de l'évapotranspiration se fait par la différence entre les apports et les pertes selon la formule suivante :

$$\Delta S = (P_{\text{eff}} + I) \pm R - D - ET \dots\dots\dots (IV-2)$$

Si :  $\Delta S = 0$  et  $R = 0$  ; on aura donc :

$$ET = (P_{\text{eff}} + I) - D \dots\dots\dots (IV-3)$$

Avec :

**ET** : L'évapotranspiration (mm).

**P<sub>eff</sub>** : La pluie efficace (mm).

**I** : Dose d'irrigation (mm).

**D** : Eau drainée (mm).

$\Delta S$  : Variation de la réserve du sol (mm).

**R** : Eau de ruissellement (mm).

### ➤ Le bac d'évaporation (bac de classe A)

Le bac de classe « A » est recommandé par l'Organisation météorologique mondiale (**OMM**). Il s'agit d'une cuve ronde de **1220 mm** de diamètre et **254 mm** de hauteur, rempli jusqu'à **50** à **75 mm** de son bord. Le bac d'évaporation est surélevé du sol (en général **15 cm**) sur une palette en bois ajouré afin que l'air puisse circuler sous celui-ci. Cela empêche la transmission d'énergie thermique entre le sol et le bac qui pourrait fausser les résultats.

L'évapotranspiration peut être grossièrement approchée par des mesures réalisées avec un bac d'évaporation rempli d'eau. En l'absence de pluie, la variation du niveau d'eau dans le bac est supposée proportionnelle à l'évapotranspiration, car l'eau du bac est soumise aux mêmes conditions climatiques que les plantes et le sol : rayonnements (solaires), vent, température et humidité. Elle est donnée par la relation suivante :

$$ETP = K_{\text{bac}} \cdot E_{\text{bac}} \dots\dots\dots (IV-4)$$

Avec :

**ETP** : L'évapotranspiration potentielle (mm);

**E<sub>bac</sub>** : L'évaporation dans le bac (mm);

**K<sub>bac</sub>**: Coefficient dépend du bac.

Selon la **FAO**, la méthode des bacs d'évaporation donnerait des estimations acceptables, avec un emplacement pertinent des bacs et pour des estimations sur des périodes supérieures à **10 jours**.

### **Méthodes indirectes**

Vu la complexité de la mise en œuvre d'un dispositif de mesure de l'évapotranspiration potentielle et à défaut de mesures directes, il est toujours préférable d'utiliser des formules empiriques suffisamment variées, et adaptées à différents climats.

Pour estimer l'évapotranspiration de référence on se base sur des méthodes indirectes, utilisant des formules empiriques en s'appuyant sur des variables climatiques.

Il existe plusieurs formules de calcul dont les principales sont :

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

#### **a. Formule de Turc 1960, basée sur la température et le rayonnement**

Pour le calcul de ETP mensuelles nous pouvons utiliser la formule de Turc donnée par :

$$ETP = 0.013 j \times (I_g + 50) \times \frac{t}{t+15} \times k \text{ (IV-5)}$$

Avec :

ETP : Evapotranspiration mensuelle (mm).

T : Température moyenne mensuelle (°C).

I<sub>g</sub> : Radiation globale mensuelle (cal/cm<sup>2</sup>/jour).

#### **b. Formule de Blaney- Criddle 1959**

Elle utilise des paramètres facilement accessibles et introduit des coefficients culturels susceptibles d'ajustement aux données locales éventuelles.

Le facteur f (en mm) de cette formule s'exprime comme suit :

$$f = (0,46 \times T + 8,13) \times P \quad \text{(IV-6)}$$

Où :

T : (° C) est la température moyenne.

P : le pourcentage de la durée d'éclairement pendant la période considérée.

#### **c. Formule de Thornthwaite 1948**

C'est une formule qui utilise un seul paramètre qui est la température :

$$ETP = 16 \left( \frac{10 \times t}{I} \right)^a \times k \quad \text{(IV-7)}$$

Où :

t : est la température moyenne mensuelle (°C),

a : est fonction de l'indice thermique mensuel et K : coefficient d'ajustement mensuel.

#### d. Formule de Penman 1948

La méthode utilisée pour calculer les valeurs de l'évapotranspiration de référence  $ET_0$  est celle qui est exposée dans les bulletins FAO série « d'irrigation et drainage n° 24 des besoins en eau des cultures ».

$$ET = C[W \times Rn + (1 - W) \times f(u) \times (ea - ed)]$$

Avec :

$ET_0$  : représente l'évapotranspiration de référence, exprimée en mm/jour.

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

$Rn$  : rayonnement net évaporation équivalente exprimé en mm/j.

$F(u)$  : fonction liée au vent.

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

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

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

- La formule de **Penman** est la meilleure manière d'estimation de l'ETP sous tous les climats. Son seul inconvénient est qu'elle nécessite un nombre important d'informations climatiques, rarement toutes disponibles sur une même station.
- Les experts de la FAO, recommandent la méthode de **Penman-Monteith (modifiée)** comme méthode privilégiée d'estimation de  $ET_0$ .

#### &- Formule Modifiée de Penman\_Monteith

La formule la plus employée aujourd'hui est la formule de **Penman-Monteith** modifiée :

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(Rn-G) + \gamma \frac{C_{ste}}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1+0.34u_2)} \quad (IV-9)$$

Avec :

$ET_0$  : évapotranspiration de référence [mm jour<sup>-1</sup>],

$Rn$  : rayonnement net à la surface de la culture [MJ m<sup>-2</sup> jour<sup>-1</sup>],

$G$  : densité de flux de chaleur dans le sol [MJ m<sup>-2</sup> jour<sup>-1</sup>],

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

$u_2$  : vitesse du vent à une hauteur de 2 m [m s<sup>-1</sup>],

$e_s$  : pression de vapeur saturante [kPa],

$e_a$  : pression de vapeur réelle [kPa],

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

$\Delta$  : pente de la courbe de pression de vapeur saturante [kPa °C<sup>-1</sup>],

$\gamma$  : constante psychrométrique [kPa °C<sup>-1</sup>].

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

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

Les résultats de l'évapotranspiration de référence  $ET_0$  calculés à l'aide du logiciel (**CROPWAT 8.0**), Les résultats trouvés pour la station de Bou Malek sont récapitulés dans le tableau ci-après :

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind km/day	Sun hours	Rad MJ/m²/day	ET <sub>0</sub> mm/day
January	2.3	11.8	79	147	5.1	8.9	1.09
February	2.6	13.4	76	147	6.6	12.5	1.56
March	4.6	16.6	71	147	7.7	16.8	2.43
April	6.2	19.0	69	138	8.4	20.4	3.19
May	10.9	25.4	64	112	9.3	23.3	4.24
June	15.2	31.2	54	103	10.6	25.7	5.36
July	17.8	34.4	48	95	11.3	26.3	5.83
August	18.4	34.5	50	95	9.5	22.4	5.25
September	14.8	28.8	64	104	8.1	18.1	3.87
October	11.4	23.4	69	130	7.2	14.0	2.70
November	6.6	16.9	74	130	5.6	9.8	1.59
December	3.4	12.8	78	147	5.2	8.4	1.10
<b>Average</b>	<b>9.5</b>	<b>22.4</b>	<b>66</b>	<b>125</b>	<b>7.9</b>	<b>17.2</b>	<b>3.19</b>

Figure 12: Résultat de calcul de L'Evapotranspiration de référence (ET<sub>0</sub>).

### Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures (B<sub>i</sub>)

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

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

$$B_i = ET_M - (P_{eff} + K \cdot RFU_{i-1}) \dots \dots \dots (IV-10)$$

Avec :

ET<sub>M</sub> : évapotranspiration potentielle de référence en (mm/mois).

P<sub>eff</sub> : pluie efficace en mm.

RFU : Réserve du sol assimilée à la réserve facilement utilisable disponible au début de la période, **K** est un coefficient généralement égal à 1/2 ou 1/3.

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

Le calcul de la RFU se fait comme suit :

$$RFU = Y \times (H_{cc} - H_{pf}) \times Da \times Z \dots\dots\dots (IV-11)$$

Avec :

**H<sub>cc</sub>** : Humidité a la capacité aux champs (31 %).

**H<sub>pf</sub>** : Humidité au point de flétrissement (15 %).

**Da** : Densité apparente (1.7).

**Y** : Degré de tarissement (2/3).

**Z** : Profondeur d'enracinement en mm.

Tableau 29: Les profondeurs d'enracinement des différentes cultures.

Cultures	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout
<b>Blé</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.3</b>	<b>0.5</b>	<b>0.5</b>	<b>0.6</b>	<b>0.7</b>	<b>0.8</b>	<b>0.9</b>	<b>0.9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Orge</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.3</b>	<b>0.5</b>	<b>0.5</b>	<b>0.6</b>	<b>0.6</b>	<b>0.6</b>	<b>0.6</b>	<b>0.6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>P de terre</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.4</b>	<b>0.5</b>	<b>0.6</b>	<b>0.6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

### Calcul de la pluie efficace

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

La pluie efficace est estimée comme suit :

$$P_{eff} = 0,8 \times P_{sec80\%} \dots\dots\dots (IV-12)$$

Avec : **A** : coefficient estimé à 0.8

Les valeurs moyennes mensuelles de **P<sub>eff</sub>** sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau 30: Précipitation efficace dans la zone d'étude.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
<b>P<sub>sec80%</sub>(mm/mois)</b>	29.4	29.7	43.52	64.88	62.5	46.4	43.8	49.5	35	15.12	4.64	<b>10.88</b>
<b>P<sub>eff</sub> (mm/mois)</b>	23.5	23.8	34.81	51.9	50	37.1	35.0	39.6	28	12.1	3.71	8.7

### Choix des cultures

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

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

La répartition des cultures dans notre périmètre est détaillée dans le tableau ci-après :

Tableau 31: Occupation de l'aire d'étude.

Les cultures	Surface occupé en %	Surface occupée en Ha
<b>Céréales</b>	<b>44.32</b>	<b>110</b>
Blé	24.17	60
Orge en vert	20.15	50
<b>Maraichères</b>	<b>30.22</b>	<b>75</b>
Pomme de terre	18.14	45
Pastèque	12.08	30
<b>Arboricultures</b>	<b>21.36</b>	<b>60</b>
Olivier	14.12	35
Abricotier	7.24	18
<b>Fourragères</b>	<b>4.10</b>	<b>10.18</b>
Avoine	4.10	10.18

<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>248.18</b>
--------------	------------	---------------

### L'évapotranspiration réelle (ETR)

L'évapotranspiration réelle (ETR) d'une région représente l'eau réellement perdue par celle-ci sous forme de vapeur. Elle est définie comme l'évapotranspiration de la culture lorsque l'humidité du sol est inférieure à la capacité au champ, c'est la valeur dans le cas d'une alimentation en eau insuffisante de la plante.

Pendant une période déterminée (jour, mois, cycle végétatif complet), chaque parcelle va perdre, par transpiration et évaporation directe, une certaine quantité d'eau appelée évapotranspiration réelle (ETR): celle-ci pourra bien sûr être inférieur ou égal à l'ETP selon que les conditions de celle-ci sont réunies ou non.

### Calcul des besoins en eau des céréales

Tableau 32: Calcul des besoins en eau du Blé.

<b>Blé</b>									
<b>Mois</b>	<b>Pmoy (mm)</b>	<b>Peff (mm)</b>	<b>ETP (mm/mois)</b>	<b>Z (m)</b>	<b>RFU_ THE</b>	<b>RFU_ REEL</b>	<b>KC</b>	<b>ETM</b>	<b>B (mm)</b>
<b>sep</b>	<b>29.4</b>	23.5	119.97	0	0.00	0.00	0	0.00	0.0
<b>oct</b>	<b>29.7</b>	23.8	81	0.3	22.28	7.83	0.3	24.30	0.0
<b>nov</b>	<b>43.52</b>	34.81	49.29	0.5	37.13	0.00	0.7	34.50	0.0
<b>Déc</b>	<b>64.88</b>	51.9	34.1	0.5	37.13	0.00	0.85	28.99	0.0
<b>jan</b>	<b>62.5</b>	50	33.79	0.6	44.55	0.00	0.95	32.10	0.0
<b>fév</b>	<b>46.4</b>	37.1	43.68	0.6	44.55	0.00	0.95	41.50	0.0
<b>mar</b>	<b>43.8</b>	35	75.33	0.6	44.55	14.85	1	75.33	25.5
<b>avr</b>	<b>49.5</b>	39.6	95.7	0.6	44.55	14.85	0.85	81.35	26.9
<b>Mai</b>	<b>35</b>	28	131.44	0.6	44.55	0.00	0.7	92.01	64.0
<b>jui</b>	<b>15.12</b>	12.1	160.8	0.6	44.55	0.00	0.45	72.36	60.3
<b>juil</b>	<b>4.64</b>	3.71	180.73	0	0.00	0.00	0	0.00	0.0
<b>Août</b>	<b>10.88</b>	8.7	157.5	0	0.00	0.00	0	0.00	0.0

Tableau 33: Calcul des besoins en eau de l'orge en vert.

Mois	P 80% (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_i- 1	KC	ETM	B (mm)
Septembre	29.4	23.5	119.97	0	0.00	0.00	0	0.00	0.0
Octobre	29.7	23.8	81	0	0.00	0.00	0.3	24.30	0.0
Novembre	43.52	34.81	49.29	0.3	22.28	0.00	0.5	24.65	0.0
Décembre	64.88	51.9	34.1	0.5	37.13	0.00	0.6	20.46	0.0
Janvier	62.5	50	33.79	0.5	37.13	0.00	0.9	30.41	0.0
Février	46.4	37.1	43.68	0.6	44.55	0.00	0.95	41.50	0.0
Mars	43.8	35	75.33	0.6	44.55	14.85	1	75.33	25.5
Avril	49.5	39.6	95.7	0.6	44.55	14.85	0.9	86.13	31.7
Mai	35	28	131.44	0.6	44.55	14.85	0.7	92.01	49.2
Juin	15.12	12.1	160.8	0	0.00	14.85	0	0.00	0.0
Juillet	4.64	3.71	180.73	0	0.00	0.00	0	0.00	0.0
Août	10.88	8.7	157.5	0	0.00	0.00	0	0.00	0.0

### Calcul des besoins en eau des maraichages

Tableau 34: Calcul des besoins en eau de la pastèque.

Mois	P 80% (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	Rs_i- 1	KC	ETM	B (mm)
Septembre	29.4	23.5	119.97	0	0.00		0	0.00	
Octobre	29.7	23.8	81	0	0.00		0	0.00	
Novembre	43.52	34.81	49.29	0	0.00		0	0.00	
Décembre	64.88	51.9	34.1	0	0.00		0	0.00	
Janvier	62.5	50	33.79	0	0.00		0	0.00	
Février	46.4	37.1	43.68	0	0.00		0	0.00	
Mars	43.8	35	75.33	0	0.00		0	0.00	
Avril	49.5	39.6	95.7	0.4	19.80	11.67	0.6	57.42	6.15

<b>Mai</b>	<b>35</b>	28	131.44	0.6	29.70	0.00	0.85	111.72	83.72
<b>Juin</b>	<b>15.12</b>	12.1	160.8	0.6	29.70	0.00	1.15	184.92	172.82
<b>Juillet</b>	<b>4.64</b>	3.71	180.73	0.6	29.70	0.00	0.9	162.66	158.95
<b>Août</b>	<b>10.88</b>	8.7	157.5		0.00	0.00	0	0.00	0.00

Tableau 35: Calcul des besoins en eau de pomme de terre.

<b>Pomme de terre</b>									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_TH	RFU_RE	KC	ETM	B (mm)
Sep	29.4	23.5	119.97	0	0.00				
Oct	29.7	23.8	81	0	0.00				
nov	43.52	34.81	49.29	0	0.00				
Déc	64.88	51.9	34.1	0	0.00				
jan	62.5	50	33.79	0	0.00				
Fév	46.4	37.1	43.68	0.4	19.80	16.67	0.5	21.84	0.00
mar	43.8	35	75.33	0.6	29.70	6.60	0.75	56.50	0.00
Avr	49.5	39.6	95.7	0.6	29.70	9.90	1.05	100.49	31.19
Mai	35	28	131.44	0.6	29.70	9.90	0.75	98.58	40.88
juin	15.12	12.1	160.8	0	0.00				
juil	4.64	3.71	180.73	0	0.00				
Août	10.88	8.7	157.5	0	0.00				

### Calcul des besoins en eau arboriculture

Tableau 36: Calcul des besoins en eau d'olivier.

<b>Olivier</b>									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_ THE	RFU_ REEL	KC	ETM	B (mm)
sep	29.4	23.5	119.97	1.5	148.50	0.00	0.85	101.97	78.47
oct	29.7	23.8	81	1.5	148.50	0.00	0.85	68.85	45.05
nov	43.52	34.81	49.29	1.5	148.50	49.50	0.75	36.97	0.00
Déc	64.88	51.9	34.1	1.5	148.50	49.50	0.65	22.17	0.00
jan	62.5	50	33.79	1.5	148.50	49.50	0.65	21.96	0.00
fév	46.4	37.1	43.68	1.5	148.50	49.50	0.65	28.39	0.00
mar	43.8	35	75.33	1.5	148.50	49.50	0.65	48.96	0.00
avr	49.5	39.6	95.7	1.5	148.50	49.50	0.65	62.21	0.00
Mai	35	28	131.44	1.5	148.50	0.00	0.65	85.44	57.44
juin	15.12	12.1	160.8	1.5	148.50	0.00	0.8	128.64	116.54
juil	4.64	3.71	180.73	1.5	148.50	0.00	0.9	162.66	158.95
Août	10.88	8.7	157.5	1.5	148.50	0.00	0.9	141.75	133.05

## Calcul des besoins en eau d'abricotier

Tableau 37: Calcul des besoins en eau d'abricotier.

<b>Abricotier</b>									
<b>Mois</b>	<b>Pmoy (mm)</b>	<b>Peff (mm)</b>	<b>ETP (mm/mois)</b>	<b>Z (m)</b>	<b>RFU_ THE</b>	<b>RFU_ REEL</b>	<b>KC</b>	<b>ETM</b>	<b>B (mm)</b>
<b>sep</b>	<b>29.4</b>	23.5	119.97	1.5	148.50	0.00	0.5	59.99	36.49
<b>oct</b>	<b>29.7</b>	23.8	81	1.5	148.50	7.83	0.5	40.50	8.87
<b>nov</b>	<b>43.52</b>	34.81	49.29	1.5	148.50	49.50	0.7	34.50	0.00
<b>Déc</b>	<b>64.88</b>	51.9	34.1	1.5	148.50	49.50	0.75	25.58	0.00
<b>jan</b>	<b>62.5</b>	50	33.79	1.5	148.50	49.50	0.75	25.34	0.00
<b>fév</b>	<b>46.4</b>	37.1	43.68	1.5	148.50	49.50	0.8	34.94	0.00
<b>mar</b>	<b>43.8</b>	35	75.33	1.5	148.50	49.50	0.7	52.73	0.00
<b>avr</b>	<b>49.5</b>	39.6	95.7	1.5	148.50	49.50	0.6	57.42	0.00
<b>Mai</b>	<b>35</b>	28	131.44	1.5	148.50	0.00	0.5	65.72	37.72
<b>jui</b>	<b>15.12</b>	12.1	160.8	1.5	148.50	0.00	0.5	80.40	68.30
<b>juil</b>	<b>4.64</b>	3.71	180.73	1.5	148.50	0.00	0.5	90.37	86.66
<b>Août</b>	<b>10.88</b>	8.7	157.5	1.5	148.50	0.00	0.5	78.75	70.05

Tableau 38: Calcul des besoins en eau d'avoine.

<b>Mois</b>	<b>P 80% (mm)</b>	<b>Peff (mm)</b>	<b>ETP (mm/mois)</b>	<b>Z (m)</b>	<b>RFU_THEO</b>	<b>Rs i-1</b>	<b>KC</b>	<b>ETM</b>	<b>B (mm)</b>
<b>Septembre</b>	<b>29.4</b>	<b>23.5</b>	<b>119.97</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>Octobre</b>	<b>29.7</b>	<b>23.8</b>	<b>81</b>	<b>0.3</b>	<b>14.85</b>	<b>0.00</b>	<b>0.4</b>	<b>32.40</b>	<b>8.60</b>
<b>Novembre</b>	<b>43.52</b>	<b>34.81</b>	<b>49.29</b>	<b>0.5</b>	<b>24.75</b>	<b>4.95</b>	<b>0.4</b>	<b>19.72</b>	<b>0.00</b>
<b>Décembre</b>	<b>64.88</b>	<b>51.9</b>	<b>34.1</b>	<b>0.6</b>	<b>29.70</b>	<b>8.25</b>	<b>0.65</b>	<b>22.17</b>	<b>0.00</b>
<b>Janvier</b>	<b>62.5</b>	<b>50</b>	<b>33.79</b>	<b>0.8</b>	<b>39.60</b>	<b>9.90</b>	<b>0.8</b>	<b>27.03</b>	<b>0.00</b>

Février	46.4	37.1	43.68	1	49.50	13.20	0.9	39.31	0.00
Mars	43.8	35	75.33	1	49.50	16.50	1.05	79.10	27.60
Avril	49.5	39.6	95.7	1	49.50	16.50	1.05	100.49	44.39
Mai	35	28	131.44	1	49.50	0.00	0.8	105.15	77.15
Juin	15.12	12.1	160.8	1	49.50	0.00	0.6	96.48	84.38
Juillet	4.64	3.71	180.73	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Août	10.88	8.7	157.5	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00

### 1.1.36 Récapitulatif des besoins nets des différentes cultures (en mm).

Tableau 39: Récapitulatif des besoins nets des différentes cultures (en mm).

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Aout
Blé	0	0	0	0	0	0	25.5	26.9	64	60.3	0	0
Orge en vert	0	0	0	0	0	0	25.5	31.7	49.2	0	0	0
P de terre	0	0	0	0	0	0	0	31.19	40.88	0	0	0
La pastèque	0	0	0	0	0	0	0	6.15	83.72	172.82	158.95	0
Olivier	78.47	45.05	0	0	0	0	0	0	57.44	116.54	158.95	133.05
Avoine	0.0	8.60	0.0	0.0	0.0	0.0	27.60	44.39	77.15	84.38	0.0	0.0
Abricotier	36.49	8.87	0	0	0	0	0	0	37.72	68.30	86.66	70.05
Bmax	78.47	45.05	0	0	0	0	27.60	44.39	83.72	172.82	158.95	133.05
Total (mm)	144.95	77.95	0	0	0	0	96.55	202.21	661.28	787.68	527.36	312.53

### Calcul du débit spécifique ( $q_s$ )

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

$$q_s = \frac{B_{net} \cdot 10 \cdot 1000}{K \cdot N_h \cdot n_j \cdot 3600} \quad (IV-13)$$

Avec :

- $B_{net}$  : Besoins de pointe (mm/mois).
- $q_s$  : Débit spécifique (l/s/ha).
- $K$  : Coefficient d'efficacité globale du système d'irrigation ( $k = 0,75$ ).
- $N_h$  : nombre des heures d'irrigation = 22 h.
- $n_j$  : nombre de jours par mois = 26 jours.

Dans notre cas, les besoins de pointe correspondent au mois de **Juin** (mois de pointe) dont  **$B_{max} = 172.82 \text{ mm}$**  ; On a donc :  **$q_s = 1.12 \text{ l/s/ha} < 1.5 \text{ l/s/ha}$** .

### Évaluation du débit caractéristique ( $Q_{car}$ )

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

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

Avec :

**$q_s$**  : Débit spécifique de mois de pointe en (l/s/ha) ;  **$q_s = 1.12 \text{ l/s/ha}$**   
 **$S$**  : La superficie nette à irriguer ;  **$S = 248.18 \text{ ha}$**

$$Q_{car} = 277.96 \text{ l/s}$$

### Estimation des volumes d'eau d'irrigation

La connaissance des volumes totaux d'irrigation est indispensable, elle permet de prévoir les volumes d'eau stockés dans la retenue et d'effectuer un meilleur calendrier d'arrosage.

Le volume des besoins en eau égale le besoin de la culture en  $\text{m}^3$  multiplié par la surface de la culture.

## Besoins en eau totaux en m<sup>3</sup>

Tableau 40: Besoins en eau totaux (en m<sup>3</sup>).

Culture	Surface (ha)	Besoins nets (mm)	Besoins nets (m <sup>3</sup> /ha)	Efficienc	Besoins bruts (m <sup>3</sup> /ha)	Besoin en eau totaux (m <sup>3</sup> )
<b>Blé</b>	60	176.6	1766	0,75	2354.66	259013.33
<b>Orge en vert</b>	50	106.3	1063	0,75	1417.33	92126.45
<b>P de terre</b>	45	72.07	720.7	0,75	960.93	28828
<b>La pastèque</b>	30	421.64	4216.4	0,75	5621.86	112437.33
<b>olivier</b>	35	589.5	5895	0,75	7860	196500
<b>Avoine</b>	10.18	242.11	2421.1	0.75	3228.13	33604.868
<b>abricotier</b>	18	308.08	3080.8	0.75	4107.73	53400.53
<b>Total</b>	<b>248.18</b>	<b>1916.3</b>	<b>19163</b>	<b>0.00</b>	<b>25550.64</b>	<b>775910.5</b>

D'après les résultats du tableau ci-dessus, les besoins en eau totaux bruts pour l'irrigation du périmètre sont estimés à environs **775910.5m<sup>3</sup>** soit de **0.775 Mm<sup>3</sup>**.

### Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé, la phase la plus importante d'un projet d'irrigation, il s'agit de la détermination des besoins en eau des cultures. Après les calculs théoriques, nous avons estimé les besoins de chaque culture, et déduit par la suite le volume total des besoins en eau d'irrigation de notre périmètre qui est de l'ordre de **775910.5 m<sup>3</sup>** soit de **0.776 Mm<sup>3</sup>**. De ce résultat ont conclue que la capacité du barrage de l'**Oued Athmania** » qui est de l'ordre de **45 Mm<sup>3</sup>** suffit largement à irriguer la surface d'étude (**248.18 ha**).

Après avoir déterminé les besoins en eau d'irrigation des cultures, on est arrivé à calculer le débit spécifique en tenant compte de la culture la plus exigeante (**la pastèque**) pendant le mois de pointe (**juin**), et calculer par la suite le débit caractéristique arrêté à **Q<sub>car</sub> = 277.96 l/s**.

## **Chapitre 05**

# **Dimensionnement de réseau d'adduction distribution**

# Chapitre V : Dimensionnement de réseau d'adduction et distribution

## Introduction

Dans tout aménagement hydro-agricole d'une certaine taille, on peut distinguer trois types d'équipement.

- **Les ouvrages de transports** transitent l'eau d'irrigation depuis la prise d'eau jusqu'aux périmètres à desservir. Ces ouvrages transitent des débits importants sur de longues distances.
- **Les réseaux de distribution** répartissent à l'intérieur du périmètre et jusqu'aux prises d'irrigation propres à chaque agriculteur, l'eau amenée par les ouvrages ramifiés.
- **Les équipements à la parcelle** conduisent l'eau des prises d'irrigation jusqu'aux plantes.

Ce chapitre est spécifiquement consacré aux ouvrages de transport et réseaux de distribution pour lesquels nous examinerons facteurs essentiels qui conduisent à définir l'organisation spatiale des ouvrages et les débits à transiter par tronçon.

L'objet du présent chapitre est la détermination des caractéristiques techniques et du gabarit des différents éléments dont l'ensemble constitue le réseau de distribution de l'eau depuis le lieu de prélèvement jusqu'aux lieux d'utilisation à des fins agricoles.

## Découpage des îlots d'irrigation

Le terme « îlot d'irrigation » décrit l'unité hydro-agricole alimenté par une borne d'irrigation. Cette borne comporte une ou plusieurs sorties ou « prises » suivant le nombre d'arrosages qu'elle doit assurer simultanément, en particulier lorsqu'elle se trouve en limite de plusieurs exploitants. Chaque borne doit assurer toutes les fonctions d'une prise c'est-à-dire :

- Régler le débit, ou plus exactement le limiter au module.
- Régler la pression.
- Assurer le comptage de l'eau livrée.
- Encaisser les suppressions accidentelles.

Le réseau d'irrigation de la ferme pilote est de type ramifié. La ferme est partagée en îlots d'irrigation, chaque îlot est desservi par une borne d'irrigation. Les bornes sont alimentées par des conduites secondaires, en suite le réseau secondaire est alimenté par un réseau principale jusqu'au point de picage.

## Taille des îlots d'irrigation

La taille de l'îlot est déterminée en fonction des modèles d'exploitations élaborés suivant plusieurs critères : fonciers, topographiques, hydro-agricoles.

Dans certains cas, la taille de l'îlot dépend du débit d'équipement de prise en relation avec le débit fictif continu maximum au niveau de l'îlot.

En outre, le débit fourni par la prise d'irrigation doit correspondre à une main d'eau compatible avec la méthode d'irrigation adoptée au niveau de l'exploitation.

## **Le plan de bornage**

Le plan de bornage est le résultat d'un compromis entre l'intérêt des utilisateurs (qui souhaiteraient disposer d'une borne chacun, idéalement située par rapport à leur champ) et celui de l'organisme d'aménagement qui cherche à en limiter le nombre (de manière à diminuer le coût du réseau collectif).

En effet une forte densité améliore les conditions de travail des agriculteurs en diminuant les longueurs de canalisation mobile de surface, mais il en résulte une augmentation importante des frais d'installation du réseau fixe. Une trop faible densité accroît le travail de montage et de transport de canalisation mobiles.

La base du regroupement des parcelles sur une même borne est le découpage des propriétés.

Dans le cas de petites propriétés morcelées :

- Une prise par îlot d'exploitations ;
- Quatre (04) prises maximum sur une même borne ;
- Bornes implantées en limites d'îlots ;
- Dénivelée maximum de 5 m entre les points les plus hauts et les plus bas du bloc d'îlots.

Pour les grandes propriétés :

- La borne se situe au centre de la parcelle ;
- 4 prises sur la même borne.

## **Choix du tracé**

Le tracé du réseau est projeté suivant le principe de proximité : plus courte distance pour relier l'ensemble des bornes au réseau de conduites principales, en tenant compte des contraintes du terrain qui limitent fortement les possibilités de choix : les règles générales suivies sont les suivantes :

- La recherche d'un tracé au plus court et avec le minimum de changement de direction concerne principalement la conduite maîtresse ;
- Eviter dans la mesure du possible de faire passer des conduites en plein champs ;
- Essayer de positionner la borne le plus proche de chaque parcelle à desservir afin d'éviter de pénaliser des exploitants par des têtes mortes trop longues ;
- Les conduites suivront au maximum (dans la mesure du possible) les routes et pistes et éviterons les plantations et zones bâties.

## **Calcul du Débits aux bornes**

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

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

$$Q_b = q_s \cdot S \quad (V-1)$$

Avec :

$Q_b$  : Débit caractéristique de chaque borne (l/s) ;

$q_s$  : Débit spécifique (l/s/ha) ;

$S$  : Superficie de l'îlot (ha).

### Donné de base du dimensionnement (chapitre IV)

Le débit spécifique est évalué à **1.12 l/s/ha**.

La surface de la ferme à irrigée est **248.18 ha**

Donc le débit caractéristique est :

$$Q_c = 1.12 \times 248.18 = \mathbf{277.96 \text{ l/s}}$$

Les caractéristiques des bornes et les ilots d'irrigation desservie sont donnés par le tableau ci-après.

### Choix du diamètre et du type des bornes

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

Généralement on admet :

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

Pour les ilots qui ont deux parcelles et dont la superficie est inférieure à **15 ha**, on prend la borne à deux prises (borne de **type A2**).

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

Tableau 41: Type de bornes en fonction de superficies des ilots.

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

Tableau 42: Calcul des débits des ilots et choix du type de bornes.

<b>Ilots</b>	<b>Bornes</b>	<b>Nombre des parcelles</b>	<b>Superficie ilot (ha)</b>	<b>Débit (l/s)</b>	<b>Matériel</b>	<b>Type de bornes</b>
<b>I1</b>	01	01	6.30	7.056	PEHD	<b>A2</b>
<b>I2</b>	02	01	19.47	21.8064	PEHD	<b>B</b>
<b>I3</b>	03	03	2.25	2.52	PEHD	<b>A2</b>
<b>I4</b>	04	01	18.67	20.9104	PEHD	<b>B</b>
<b>I5</b>	05	02	31.31	35.0672	PEHD	<b>C</b>
<b>I6</b>	06	02	9.49	10.6288	PEHD	<b>A2</b>
<b>I7</b>	07	01	18.95	21.224	PEHD	<b>B</b>
	07a	01	19.46	21.7952	PEHD	<b>B</b>
	07b	01	17.72	19.8464	PEHD	<b>B</b>
<b>I8</b>	08	02	32.59	36.5008	PEHD	<b>C</b>
<b>I9</b>	09	01	27.77	31.1024	PEHD	<b>C</b>
<b>I10</b>	10	01	1.9	2.128	PEHD	<b>A2</b>
	10a	01	8.67	9.7104	PEHD	<b>B</b>
<b>I11</b>	11	01	12.45	13.944	PEHD	<b>A2</b>
	11a	01	9.55	10.696	PEHD	<b>A2</b>
<b>I12</b>	69	03	5.92	6.6304	PEHD	<b>A2</b>
<b>I13</b>	73	01	4.78	5.3536	PEHD	<b>A2</b>
<b>TOTAL</b>		<b>24</b>	<b>248.16</b>	<b>277.92</b>	-	

### **Schéma d'aménagement hydro-agricole**

Une conduite de transfert des eaux du barrage Oued Athmania va alimenter le périmètre de Telaghma de 8000 ha à partir d'une station de pompage.

### **Schéma d'adduction**

Le périmètre est alimenté à partir d'un piquage direct sur la conduite de transfert de la station de pompage (Transfert barrage d'Oued Athmania- périmètre de Telaghma (8000 ha).

Dans ce cas, le périmètre d'irrigation projeté est constitué de :

D'un réseau de conduites en PEHD PN 10, alimentant les bornes d'irrigation comprenant une ou plusieurs sorties, chaque borne d'irrigation est conçue pour irriguer un ilot comprenant une ou plusieurs parcelles.

### **Dimensionnement du réseau de distribution**

#### **Caractéristiques des conduites du réseau de distribution par refoulement**

Après avoir calculé les débits de chaque ilot, et déterminé les critères hydrauliques de la conduite de refoulement, nous procédons à la deuxième étape de calcul celle du réseau de distribution, c'est-à-dire l'ouvrage vers les bornes.

#### **Vitesses admissibles**

La fixation d'un seuil de vitesse admissible dans les conduites, permet outre l'introduction d'un seuil raisonnable de diamètre maximum, un compromis technique :

- De faire une économie sur le coût des canalisations ;
- D'éviter les risques entraînés par des vitesses importantes (risque d'érosion) et les vitesses faibles (risque de dépôts solides).

La vitesse admissible est choisie entre 0.5 m/s, comme vitesse minimale, et 2.5 m/s comme vitesse maximale.

#### **Choix du matériau des conduites**

Le choix du matériau est l'un des compromis entre critères à voir :

- La satisfaction des conditions hydrauliques (débit, pression).
- La disponibilité sur le marché local.
- L'intérêt économique.
- Du type de sol.

## **Caractéristiques des canalisations**

### **a) Conduites en fonte**

Présentent plusieurs avantages :

- Bonne résistance aux forces internes ;
- Bonne résistance à la corrosion ;
- Très rigides et solides.

Leur inconvénient est :

- Coût relativement important.
- 

### **b) Conduite en acier**

- Les conduites en acier sont plus légères que les conduites en fonte, d'où l'économie sur le transport et la pose.
- Bonne résistance aux contraintes (choc et écrasement).

Leur inconvénient est

- La corrosion.

### **c) Conduite en PEHD**

Ils sont les plus utilisés car ils présentent des avantages importants :

- Bonne résistance à la corrosion.
- Disponible sur le marché.
- Une pose de canalisation facile.
- Leur coût est relativement faible.

Leur inconvénient est

- Le risque de rupture dans le cas d'une mauvaise soudure.

## **Calcul des diamètres**

Le calcul des diamètres est réalisé sur la base des débits véhiculés par le tronçon de conduite, et les vitesses. La formule de Bonin étant donné que le système est alimenté par pompage :

$$D = \sqrt{Q} = 526.31 \text{ mm} \quad (V-2)$$

Avec :

Q : débit, exprimé en l/s.

D : diamètre exprimé en mm.

V : vitesse qui donne le diamètre économique est de 1.5 m/s.

### Calcul des pertes de charge :

Pour la détermination du diamètre de la conduite de la bache vers le périmètre,

→ La perte de charge :

$$H_T = 1,1 \times \lambda \frac{L v^2}{D 2g} = 0,01 \times 1,1 \times \frac{1 \times 1,5^2}{0,526 \times 2 \times 9,81} = 0,002398 \text{ m} \quad (\text{V-3})$$

Pour chaque mètre linéaire.

Avec :

$$\lambda = [1,14 - 0,86 \ln (\mathcal{E}/D)]^{-2} = 0,0483$$

Q : débit en m<sup>3</sup>/s.

D : diamètre de la conduite considérée.

L, M et N : Paramètres en fonction de la rugosité absolue (Ks) des canalisations.

C : coefficient compris une majoration de 10 % pour les pertes de charge singulière.

$$J = L \times Q^M / D^N \quad (\text{V.4})$$

Tableau 43: Les paramètres de perte de charge

Perte de charge (mm)	L	M	N
0,1	1,2	1,89	5,01
0,5	1,4	1,96	5,19
1	1,6	1,975	5,25

Pour une conduite en fonte ou en PEHD, nous avons la rugosité  $K = 0,1$  mm, avec les paramètres suivants :  $L = 1.2$ ,  $M = 1.89$ ,  $N = 5.01$ .

En utilisant la loi de continuité, es résultats de calculs sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 44: Calculs hydrauliques du réseau de distribution.

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Débit Q (l/s)	Diamètre calculé (mm)	Diamètre Normalise (mm)	Vitesse V réelle (m /s)	Perte de charge linéaire $\Delta Hl$ (m)	Perte de charge totale $\Delta Ht$ (m)	Cote terrain aval Z (m)	Cote piézométrique (m)	Pression au point P(m)	Pression au point P (bars)
PP-N1	231.83	277.96	526.31	630	0.892137	0.555928	0.639318	675	729.360	54.36	5.436
N1-B7	184	62.85	231.032	250	1.281019	0.441232	0.507417	675	728.853	53.853	5.385
B7-B7a	334	43.01	191.1192	200	1.369745	0.800932	0.921072	675	727.932	52.932	5.293
B7a-B7b	440	19.84	129.8047	160	0.987261	1.05512	1.213388	675	726.718	51.718	5.171
N1-B6	190	215.11	427.4151	500	1.096102	0.45562	0.523963	677	726.194	49.194	4.919
B6-N2	222	204.48	416.7206	500	1.041936	0.532356	0.612209	677	725.582	48.582	4.858
N2-B5	35	35.06	172.5542	200	1.116561	0.08393	0.09652	677	725.486	48.486	4.848
N2-N3	355	169.42	379.3166	400	1.348885	0.85129	0.978984	682	724.507	42.507	4.250
N3-B9	302	36.50	176.0621	200	1.16242	0.724196	0.832825	684	723.674	39.674	3.967
N3-B8	270	31.10	162.5174	200	0.990446	0.64746	0.744579	683	722.929	39.929	3.992

<b>N3-N4</b>	60	101.82		315				678			
			294.0601		1.307201	0.14388	0.165462		722.764	44.764	4.476
<b>N4-B73</b>	153	96.47		315				680			
			286.2303		1.238516	0.366894	0.421928		722.342	42.342	4.234
<b>B73- B69</b>	146	89.84		315				678			
			276.2195		1.153397	0.350108	0.402624		721.939	43.939	4.393
<b>B69-N5</b>	112	84.49	267.8688	315	1.084712	0.268576	0.308862	677	721.630	44.630	4.463
<b>N5-N6</b>	148	84.49	267.8688	315	1.084712	0.354904	0.40814	677	721.222	44.222	4.422
<b>N6-B1</b>	122	7.056	77.41031	90	1.109696	0.292556	0.336439	674	720.886	46.886	4.688
<b>N6-B2</b>	81	21.8064	136.0854	160	1.085111	0.194238	0.223374	674	720.662	46.662	4.666
<b>N5-N7</b>	142	60.9736		250				677			
			227.5579		1.242774	0.340516	0.391593		720.271	43.271	4.327
<b>N7-B3</b>	30	2.52	46.26151	50	1.284076	0.07194	0.082731	677	720.188	43.188	4.318
<b>N7-B4</b>	32	20.9104	133.2603	160	1.040525	0.076736	0.088246	677	720.10	43.10	4.310
<b>N4-B10</b>	422	37.5396	178.5519	200	1.195529	1.011956	1.163749	685	718.936	33.936	3.393
<b>B10- B10a</b>	136			200				685			
		35.412	173.4182		1.127771	0.326128	0.375047		718.561	33.561	3.356
<b>B10- B11</b>	191			160				686			
		25.6996	147.7348		1.278842	0.458018	0.526721		718.034	32.034	3.203

<b>B11-</b>	134			110				685			
<b>B11a</b>		10.70	95.32601		1.126494	0.321332	0.369532		717.665	32.665	3.266

## Etablissement des profils en long

Les profils en long ont été établis à partir des levés sur site et au moyen du logiciel COVADIS. Cet outil informatique a pour objet :

- De calculer la position de la ligne du projet, c'est-à-dire l'axe des conduites successives constituant le profil en long des canalisations,
- De dessiner les profils en long du terrain naturel et du projet.
- De positionner les pièces spéciales (ventouses, vidanges, vannes de sectionnement, ...).

### 1.1.37 Pièces spéciales

#### 1.1.38 Vannes de sectionnement

- Elles sont nécessaires pour l'exploitation des réseaux et permettent d'en isoler une partie pour l'intervention sans arrêter totalement l'irrigation.
- Il est prévu d'installer des vannes de sectionnement au départ de toutes les branches et des sous branches importantes.

#### 1.1.39 Ventouses

- Elles sont destinées à évacuer les poches d'air et sont placées aux points hauts des adductions et systématiquement entre deux vannes.
- Le choix de la ventouse est fait directement en fonction du diamètre de la conduite.
- Elle est portée sur le profil en long et désignée par le diamètre de l'orifice assurant l'évacuation de l'air.
- La mise en place de ventouses à chaque point haut, espacées de 500 mètres au maximum, est également indispensable.
- Le tableau ci-après précise le choix de la ventouse en fonction du diamètre de la conduite.

Tableau 45: Choix de la ventouse.

DIAMETRE DE LA CONDUITE	TYPE DE VENTOUSE
$D < 500 \text{ mm}$	D 80 mm
$600 < D < 900 \text{ mm}$	D 100 mm
$900 < D < 1200 \text{ mm}$	D 150 mm
$D > 1200 \text{ mm}$	D 200 mm

#### 1.1.40 Vidange

- Les vidanges sont placées en des points bas pour permettre l'évacuation gravitaire de l'eau. Pour les branches extrêmes de petit diamètre la vidange sera faite par pompage vu les faibles volumes à évacuer ou par des bornes placées à des points bas.
- Le tableau ci-après précise le choix de la vidange en fonction du diamètre de la conduite.

Tableau 46: Choix de la vidange.

Diamètre de la conduite	Type de vidange
$100 < D < 500 \text{ mm}$	D 100 mm
$600 < D < 800 \text{ mm}$	D 150 mm

### **Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons abordé le réseau de distribution et détaillé les structures et facteurs régissant la conception et la gestion d'un réseau ainsi que les calculs relatifs aux bornes d'irrigation.

Dans le cadre de la réalisation du projet, la ferme pilote est découpé en 13 îlots d'irrigation, avec 24 bornes et une superficie totale de 248.16 ha.

En deuxième phase, nous avons entamé le calcul hydraulique des canalisations du réseau de distribution du périmètre d'étude qui présente une superficie de 248.16 ha.

# **Chapitre 06**

## **Choix de la technique d'irrigation**

# Chapitre VI : Choix de la technique d'irrigation

## Introduction

L'humidité du sol à l'état naturel est souvent insuffisante, et pour garantir un rendement optimum des cultures, on a recours à l'irrigation.

Les nécessités économiques et les demandes sociétales ont conduit depuis longtemps les agriculteurs à optimiser l'utilisation de l'eau. L'efficacité de l'irrigation a ainsi régulièrement progressé. Actuellement, il existe plusieurs méthodes d'irrigation pour la desserte en eau des cultures. Chaque méthode présente en même temps des avantages et des désavantages, qui doivent être pris en considération lors de la sélection de la méthode qui s'adapte le mieux aux conditions locales, c'est ce que on va détailler dans ce chapitre.

## Choix des techniques d'irrigation

Plusieurs facteurs sont à prendre en considération pour le choix des techniques d'irrigation :

- La topographie.
- Les ressources en eau.
- La nature de sol.
- Le type de cultures.
- L'automatisation et la télégestion.
- Le facteur économique.

## Différentes techniques d'arrosages

Il existe deux grandes classes des techniques, qui sont :

- L'irrigation gravitaire ou de surface.
- L'irrigation sous pression :
  - Irrigation par aspersion.
  - Irrigation localisé ou micro-irrigation (par goutte à goutte).

## Irrigation gravitaire

L'irrigation gravitaire regroupe l'ensemble des techniques d'arrosage, qui consiste à apporter aux champs de grande quantité d'eau à l'air libre où l'écoulement se fait gravitaire à travers des canaux ouverts se situant au niveau du sol. La totalité du champ peut être submergée, ou bien l'eau peut être dirigée vers des raies ou des planches d'irrigation. Le procédé de cette technique repose sur la distribution de l'eau en utilisant la pente topographique. Elle est subdivisée en :

#### **1.1.41 Irrigation par ruissellement**

Cette méthode consiste à apporter de grosses quantités d'eau et les faire couler sur la surface du sol. On laisse l'eau s'écouler pour s'y infiltrer verticalement jusqu'à atteindre la couche active du sol.

#### **1.1.42 Irrigation par bassins (submersion)**

Les bassins sont constitués de cuvettes en terre, à fond à peu près plat, entourées de diguettes de faible hauteur. Ces levées sont conçues pour empêcher le passage de l'eau aux champs adjacents. Ils peuvent être placés dans le sens de la pente ou selon les courbes de niveau. Cette technique est utilisée, d'une façon générale, pour l'irrigation des rizières. En général, cette technique d'irrigation s'applique à toutes les cultures qui peuvent tolérer la submersion par les eaux pour une longue durée. La forme et la taille d'un bassin sont essentiellement déterminées en fonction de la pente du terrain, du type du sol, du débit du courant d'eau disponible (faible, suffisant ou fort), de la dose d'irrigation à fournir, et des pratiques agricoles.



Figure 13: Irrigation par submersion.

Le débit unitaire est considérablement réduit et cette technique peut être pratiquée avec des pentes allant jusqu'à 12% si les raies sont placées selon les courbes de niveau avec un débit dimensionné pour être non érosif. Si les raies ne sont pas disposées selon les courbes de niveau, la pente maximale recommandée est de 3% ou moins.

#### **1.1.43 Irrigation à la raie (sillons)**

Les sillons sont des petites rigoles en terre, aménagées dans le sens de la pente du terrain, pour transporter l'eau entre les rangées de cultures. L'eau s'infiltré dans le sol, principalement par les côtés du sillon, tout le long de son trajet dans le sens de la pente du terrain. Cette technique est valable pour l'irrigation de toutes les cultures en lignes et pour toutes les cultures qui ne tolèrent pas la submersion par les eaux de leur feuillage ou de leur collet pour une longue durée. Les sillons sont alimentés par des prises d'eau aménagées sur les berges du canal d'amenée. Ces

ouvrages de prise peuvent être soit de simples ouvertures aménagées sur les berges du canal d'amenée, soit des siphons, ou bien des tuyaux d'alimentation passant à travers la berge du canal d'amenée.



Figure 14: Irrigation à la raie.

#### 1.1.44 Irrigation en planches

Les planches sont des bandes de terrain, aménagées en pente douce et séparées par des diguettes. L'alimentation en eau des planches est faite de plusieurs façons : soit à l'aide de prises d'eau aménagées sur le canal d'amenée et équipées d'une vannette, soit par des siphons, ou bien par des tuyaux d'alimentation passant à travers les berges du canal d'amenée.

### Avantages et inconvénients de l'irrigation gravitaire

#### 1.1.45 Les avantages :

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

#### 1.1.46 Les inconvénients :

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

## **Irrigation sous pression**

### **1.1.47 Irrigation par aspersion**

L'irrigation par aspersion consiste à fournir l'eau nécessaire aux cultures sous forme de pluie artificielle grâce à des distributeurs appelés asperseurs qui fonctionnent sous pression. L'eau est mise sous pression, généralement par pompage, pour être ensuite distribuée au moyen d'un réseau de canalisations généralement enterrées. La distribution d'eau est faite au moyen de rampes d'arrosage équipées d'asperseurs. L'eau sort sous la forme d'un jet et se répartit en gouttelettes d'eau qui tombent sur le sol. Le choix du dispositif de pompage, des asperseurs et la bonne gestion de l'eau doivent garantir la distribution uniforme de l'eau d'irrigation.



Figure 15: Irrigation par aspersion.

### **1.1.48 Cultures recommandées**

Elle convient aux cultures en lignes, de plein champ et à l'arboriculture. La distribution de l'eau peut se faire sur ou sous frondaison. Cependant, les asperseurs géants sont à éviter dans le cas des cultures délicates telles que la salade, car les grosses gouttes d'eau risquent de provoquer le dépérissement des plantes.

### **1.1.49 Pentés adéquates**

L'irrigation par aspersion s'adapte à toutes les pentes des terrains cultivable, qu'elles soient uniformes ou irrégulières. Les rampes d'arrosage portant les asperseurs doivent suivre autant que possible les courbes de niveau. Cette disposition a l'avantage de minimiser les variations de pression le long de la rampe et de garantir un arrosage uniforme.

### **1.1.50 Types de sol appropriés**

C'est la meilleure technique pour les sols sableux à taux d'infiltration assez fort, sans ignorer qu'elle s'adapte parfaitement à la plupart des types du sol. La pluviométrie moyenne des asperseurs doit être inférieure au taux d'infiltration permanent du sol, pour éviter le ruissellement des eaux en surface.

## **Les avantages et les inconvénients de l'irrigation par aspersion**

### **1.1.51 Les avantages**

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

### **1.1.52 Les inconvénients**

- Elle nécessite au départ, pour chaque irrigant une dépense importante de premier établissement et elle exige souvent une nombreuse main d'œuvre d'explication.
- Elle favorise l'évaporation qui est d'autant plus intense que les gouttelettes sont plus fines et l'air plus sec.
- Elle favorise le développement des mauvaises herbes.
- Elle exige un choix judicieux des époques d'irrigation, car toute irrigation intempestive pouvant provoquer au printemps par refroidissement du sol un retard dans la végétation.
- Provoque un risque de salinité.
- Mal adaptée aux régions ventées.

### **1.1.53 Types d'installation à la parcelle**

En pratique, on distingue deux types d'installations : l'installation fixe et l'installation mobile.

- **Installation fixe** : Dans cette installation, l'ensemble des équipements (pompe, canalisation, asperseurs) sont fixés de façon permanente pendant l'arrosage, ce qui limite la main d'œuvre, mais occasionne des investissements très élevés.
- **Installation mobile** : Dans ce cas, l'ensemble des équipements (pompe, canalisation, asperseurs) se déplacent en permanence pendant l'arrosage.

### **1.1.54 Irrigation localisée (Goutte à goutte)**

L'irrigation goutte à goutte, consiste à délivrer l'eau en gouttes à la surface du sol avec une faible dose. L'eau est canalisée dans des tuyaux en plastique munis d'orifices appelés goutteur. L'eau est délivrée au voisinage immédiat de la plante de sorte que l'humidification soit limitée à la zone racinaire du sol. Ceci correspond à une utilisation plus efficace de l'eau qu'avec l'irrigation de surface ou par aspersion, où l'humidification concerne la totalité du sous-sol des plantations. En irrigation par goutte à goutte, la fréquence des arrosages est supérieure à celle des autres méthodes, ce qui maintient une forte humidité du sol, favorable à la croissance des cultures.



Figure 16: Irrigation par goutte à goutte.

#### **1.1.55 Cultures recommandées**

L'irrigation goutte à goutte convient surtout aux cultures en lignes (légumes, fruits), arboriculture et vigne. On peut utiliser un ou plusieurs goutteurs pour assurer une irrigation adéquate. A cause du coût d'installation élevé, cette technique d'irrigation est réservée pour l'irrigation des cultures à forte productivité et de haute qualité.

#### **1.1.56 Pentés adéquates**

Elle s'adapte à tout terrain irrigable. Les plantes sont cultivées le long d'une courbe de niveau et les canalisations de distribution d'eau (rampes en plastique) suivent elles aussi les courbes de niveau. Cette pratique a l'avantage de réduire les variations de pression de service des goutteurs résultant de l'irrégularité de la pente du terrain.

#### **1.1.57 Type de sols appropriés**

Cette méthode d'irrigation s'adapte presque à tous les types du sol. En sols argileux, le débit des goutteurs ou distributeurs est faible pour éviter la stagnation de l'eau ou bien l'écoulement par ruissellement. En sols sableux, les goutteurs doivent avoir un débit fort pour que l'infiltration latérale des eaux soit suffisante.

### **Les avantages et les inconvénients de l'irrigation localisée**

#### **1.1.58 Les avantages**

- Meilleur développement et meilleur rendement des cultures dû à l'humidification permanente de la couche active de sol.
- Excellente efficacité d'arrosage à la parcelle.
- Economie d'eau et main d'œuvres (système fixe) éducation des mauvaises herbes.
- Réduction de l'évaporation.

#### **1.1.59 Les inconvénients**

- Coût très élevé du matériel.
- Risque d'obstruction des goutteurs.
- Nécessité d'une main d'œuvres spécialisés.

## Choix de la technique d'arrosage

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

Tableau 47: Analyses multicritères de choix de technique d'arrosage.

Contraintes	Irrigation de surface		Irrigation par Aspersion	Irrigation localisée
	Par Rigole	Par Planche		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Contraintes naturelle</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Évaporation</b>                    +                    +                    + +                    + +</li> <li>▪ <b>Vent</b>                                    + + +                    + + +                    + +                    + + +</li> <li>▪ <b>Texture (limono-argileuse)</b>                    + +                    + +                    + +                    + + +</li> <li>▪ <b>Perméabilité (moy)</b>                    + +                    + +                    + + +                    + +</li> <li>▪ <b>Pente (&lt;0.5%)</b></li> <li>▪ <b>Qualité d'eau d'irrigation (bonne)</b></li> </ul> </li> <li>• <b>Contraintes agronomique</b>                    + + +                    + + +                    + + +                    + + +           <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Maraîchage</b></li> <li>▪ <b>céréales</b>                            + + +                    + +                    + +                    + + +</li> <li>▪ <b>arbres</b>                                x                        x                        + + +                    x</li> </ul> </li> <li>• <b>C. technique</b>                            + + +                    +                        x                        + + +</li> <li>▪ <b>Personnel qualifié</b></li> <li>• <b>économie d'eau</b>                        + + +                    + + +                    + + +                    + + +</li> </ul>				
	x	x	+ +	+ + +

### Remarque :

x: Déconseillé ; +: Adapté avec réserve;

+ + : Adapté ;      + + + : Très Adapté .

### **Conclusion**

En tenant compte des conditions climatiques de la région d'étude, de la nature du sol, de l'aptitude culturale et du volume d'eau disponible ; on peut choisir les techniques d'irrigation par aspersion et par goutte à goutte, ces deux techniques présentent beaucoup d'avantage par rapport à la technique d'irrigation de surface, qui exigent des volumes d'eau importants, et aboutissent à des rendements agricoles faibles.

Donc pour l'irrigation des cultures céréalières et maraichères on opte pour l'irrigation par aspersion, pour l'arboriculture on opte pour l'irrigation goutte à goutte.

# Chapitre 07

## Dimensionnement à la parcelle

# Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle

## Introduction

L'irrigation est l'application de l'eau au sol dans le but de combler le déficit en eau, pour cela il faut réaliser les conditions les plus favorables pour la croissance des plantes.

Quel que soit l'origine de l'eau (nappe souterraine, eau de barrage) et son mode de transport (canaux, conduite sous pression), il faut bien la répartir sur le sol de façon à ce que les plantes en tirent le maximum de profit. Cependant on doit envisager un choix minutieux du mode d'irrigation et de la technique d'arrosage en compatibilité avec les contraintes de la région d'étude.

L'objectif du présent chapitre, est le calcul des installations d'irrigation à la parcelle, pour l'irrigation par aspersion et l'irrigation localisée dont les calculs vont être portés sur une parcelle type.

## Dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte

Le dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte appelé aussi système d'irrigation localisé, nous avons choisis d'étudier la culture du pommier et cela par l'intermédiaire des caractéristiques calculées précédemment.

### 1.1.60 Données générales

Le dimensionnement du réseau d'irrigation localisée nécessite la connaissance de données de base comme la surface de la parcelle, les besoins journaliers et le temps maximum journalier de travail.

Le réseau d'irrigation sera installé sur l'ilot N° 10 alimentés par la borne **B10a** et dont les pressions calculées sont de l'ordre de **3.36 bars**, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de **8.67 hectares**.

- **Culture** : Olivier.
- **Besoins de pointe** : **158.95 mm**.
- **Culture** : Olivier.
  - Espacement entre arbres : 4 m.
  - Espacements entre rangs : 4 m.
- **Caractéristique du goutteur** :
  - Débit nominal : 04l/h.
  - Pression nominal : 10 m.c.e.
  - Espacement des goutteurs : 02 m.
  - Le nombre de goutteurs par arbre : 02.

### 1.1.61 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée

#### 1.1.61.1 Les besoins journaliers

Les besoins en eau journaliers (**B<sub>j</sub>**) d'irrigation localisée pour l'olivier sont calculés par les formules suivantes :

$$B_j = \frac{\text{besoin du mois de point}}{\text{Nombre de jours}} \quad (\text{VII-1})$$

$$B_j = \frac{158.95}{31} = 5.13 \text{ mm/j}$$

### 1.1.61.2 Besoin journalier entenant comptedela réduction $K_r$

En micro-irrigation, les apports d'eau étant localisés sur une portion très faible de la surface du sol située au voisinage des plantes, donc à l'ombre du feuillage, la part d'évaporation directe à partir du sol est réduite :

On applique alors à L'ETM un coefficient de réduction :  $K_r$

$K_r$  dépend du taux de couverture du sol ( $C_s = 60\%$ ) par les plantes et peut être calculé par diverses formules proposées ci-après [Ollier et Poirre, 1983] :

1. Keller et Karmeli (1974) :

$$K_r = \frac{C_s}{0.85} \quad \dots\dots\dots (\text{VII.2})$$

2. La formule de Freeman et Garzoli :

$$K_r = C_s + 0.5(1 - C_s) \quad \dots\dots\dots (\text{VII.3})$$

3. La formule de Decroix (CTGREF) :

$$K_r = 0.1 + C_s \quad \dots\dots\dots (\text{VII.4})$$

On prévoit un taux de couverture égale à 60% (pour les arbres adultes) donc :

$K_r = 0.70$  Selon Keller et Karmeli.

$K_r = 0.80$  Selon Freeman et Garzoli.

$K_r = 0.70$  Selon Decroix (CTGREF).

On prendra un coefficient  $K_r = 0.70$

$$B_{JL} = B_j * K_r = 5.13 * 0,7 = 3.59 \text{ mm/j}$$

### 1.1.61.3 Dose nette (dose pratique)

La deuxième étape en micro-irrigation, est la détermination d'une fraction ou pourcentage d'humidification du bulbe humide dans la zone racinaire. La différence par rapport aux autres systèmes (goutte à goutte ou par aspersion) est qu'il ne s'agit plus d'humidifier uniformément la totalité du sol sur une même profondeur h :

La dose pratique (nette) qui correspond à la RFU étant calculée comme suit :

$$D_p = RFU * P = (H_{cc} - H_{pf}) * Y * D_a * Z * P \quad (\text{VII-5})$$

Tel que :

$H_{cc}$  : humidité a la capacité au champ (27%).

$H_{pf}$  : humidité au point de flétrissement (16 %).

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

$Z$  : profondeur d'enracinement en (1500 mm).

$D_a$  : densité apparente du sol ( $D_a = 1,8$ ).

$$RFU = [(27-16) / 100] * (2/3) * (1,8) * (1500) \Rightarrow RFU = \mathbf{198 \text{ mm}}$$

$P$  : Pourcentage du sol humidifié, il est calculé comme suit :

$$P\% = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot S_h}{S_a \cdot S_r} \quad (\text{VII-6})$$

Avec :

$P$  : Volume du sol humidifié.

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

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

$S_h$  : Largeur de la bande humidifiée (1 m).

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

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

$P = 25\%$ .

Donc la dose nette :  $D_P = RFU \times P = 198 \times 0,25 = \mathbf{49.5 \text{ mm}}$ .

#### 1.1.61.4 Fréquence des arrosages

La fréquence des arrosages est fonction d'une part du besoin journalier qu'il faut satisfaire et d'autre part de la dose réelle net dont profite les plantes. Elle est donnée par la formule suivante :

$$Fr = \frac{\text{Dose nette}}{B_{jl}} \quad (\text{VII-7})$$
$$= \frac{49.5}{3.59} = 13.78 \text{ jours}$$

Donc, on prend  $Fr = \mathbf{14}$  jours.

Après détermination de la fréquence d'arrosage, on recalcule :

- **La dose réelle :**

$$D_r = Fr * B_{jl} = 14 * 3.59 = \mathbf{50.26 \text{ mm}}$$

- **La dose brute :**

$$D_{brute} = \frac{D_r}{C_u * E_{ff}} = \frac{50.26}{0.9 * 0.9} = \mathbf{62.05 \text{ mm}}$$

$C_u$  : coefficient d'uniformité  $C_u = 90 \%$ .

$E_{ff}$  : efficacité du réseau d'irrigation  $E_{ff} = 90 \%$ .

#### 1.1.61.5 La durée d'arrosage par heures

$$\theta = \frac{D_{brute} \times S_d \times S_r}{n \times Q_g} \dots \dots \dots (\text{VII.8})$$

Avec :

$S_d$  : Espacement entre les distributeurs = 2 m ;

$S_r$  : Espacement entre les rangs = 4 m ;

$n$  : le nombre des goutteurs = 2 ;

$Q_g$ : Débit des goutteurs = 4 L/h.

$$\theta = \frac{62.05 \times 2 \times 4}{4 \times 2} = \mathbf{62.05 \text{ heures}}$$

#### 1.1.61.6 Durée d'arrosage journalier

$$D_j = \frac{\text{Durée d'arrosage}}{F_r} \dots\dots\dots (\text{VII.9})$$

$$D_j = \frac{62.05}{14} = \mathbf{4.43}$$

Donc :  $D_j = 4.5$  heures.

#### 1.1.61.7 Nombre de poste

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} \dots\dots\dots (\text{VII-10})$$

$$= \frac{22}{4.5} = 5 \text{ postes}$$

#### 1.1.61.8 Surface de la parcelle arrosée par un (01) poste

$$S_p = \frac{\text{Surface totale}}{\text{Nombre de poste}} \dots\dots\dots (\text{VII-11})$$

$$= \frac{8.67}{5} = 1.73 \text{ Ha}$$

### 1.1.62 Calculs hydrauliques

#### 1.1.62.1 Condition hydraulique

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

$$\frac{\Delta q}{q} = 10\% \dots\dots\dots (\text{VII.12})$$

La variation maximale de la pression :

$$q = K \times H^X \dots\dots\dots (\text{VII.13})$$

Avec :

$K$  : constante dimensionnelle donnée par le fabricant.

$H$  : la pression dans la rampe en mètre colonne d'eau.

$X$  : exposant caractérisant le goutteur.

( $X=0.3$  à  $8$ ) pour les goutteurs non autorégulant, pour les goutteurs autorégulant  $X$  est voisin de 0.

Dans notre cas, on prend :  $X = 0.5$ .

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

Avec :

$q(g)$  : Débit nominal du goutteur ;

$H(n)$ : Pression nominale = 10 m.c.e.

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

$$\Delta H (\text{max}) = \frac{1}{0.5} = \mathbf{2 \text{ m.c.e}}$$

Donc selon la règle de Christiansen :

- Les pertes de charges singulières ( $\Delta h_{\text{sin}}$ ) sont estimées à **10 %** de la variation maximale de pression ( $\Delta H$ ). Donc :  $\Delta h_{\text{sin}} = \mathbf{0.2 \text{ m}}$ .
- L'ensemble de la variation maximale de pression est considéré comme des pertes de charges linéaires ( $\Delta h_{\text{lin}}$ ). Donc :  $\Delta h_{\text{sin}} = \mathbf{1.8 \text{ m}}$ .

### 1.1.62.2 Le débit

$$Q_r = Q_g \times N_g \dots\dots\dots (\text{VII.14})$$

$$Q_{pr} = Q_r \times N_r \dots\dots\dots (\text{VII.15})$$

Avec :

$Q_r$  : débit de la rampe (L/h).

$Q_{pr}$ : débit du porte rampe (L/h).

$Q_g$ : débit du goutteur (L/h).

$N_r$  : nombre de rampes.

$N_g$ : nombre de goutteurs.

Les deux porte rampe coupe la surface du terrain au milieu et à l'extrémité de la parcelle, et chaque porte rompe j'ai divisé entre deux zone donc on a :

La longueur de la rampe est de :  $L_r = 112 \text{ m}$ .

La longueur de la porte rampe est de :  $L_{pr} = 217 \text{ m}$ .

### 1.1.62.3 Le nombre d'arbres par rampe

$$N_{\text{arbres/rampe}} = \frac{L_r}{E_R} = \frac{112}{4} = \mathbf{30 \text{ arbres}} \dots\dots\dots (\text{VII.16})$$

### 1.1.62.4 Le nombre de goutteurs par rampe

$$N_{\text{goutteurs/rampe}} = N_{\text{arbres}} \times n = 30 \times 2 = \mathbf{60 \text{ goutteurs}} \dots\dots\dots (\text{VII.17})$$

### 1.1.62.5 Le nombre des rampes :

$$N_r = \frac{L_{pr}}{E_r} = \frac{217}{4} = 54.25 = \mathbf{54 \text{ rampes}} \dots\dots\dots (\text{VII.18})$$

### 1.1.62.6 Débit de la rampe :

Les débits des goutteurs sont de 1 à 8 L/h et ils ont une pression de 1 bar. En pratique, on utilise le plus souvent 2 L/h pour les cultures maraîchères et 4 L/h pour les cultures pérennes.

$$Q_r = Q_g \times N_g \dots\dots\dots (\text{VII.19})$$

$$Q_r = 4 \times 60 = \mathbf{240 \text{ l/h}}$$

### 1.1.62.7 Débit de la porte rampe

$$Q_{pr} = Q_r \times N_r \dots\dots\dots (\text{VII.20})$$

$$Q_{pr} = 240 \times 54 = \mathbf{12960 \text{ L/h}}$$

### 1.1.62.8 Le nombre de porte rampe :

$$N_{pr} = \mathbf{2 \text{ porte rampe}}$$

## 1.1.63 Dimensionnement des canalisations du réseau

Les rampes et les portes rampes sont généralement fabriquées en polyéthylène de basse densité (PEBD) ou bien en polyéthylène de haute densité (PEHD), et qui sont conçues pour résister à des pressions nominales de 4 à 6 bars.

### 1.1.63.1 Porte-rampes

C'est la conduite qui alimente les rampes d'un seul côté ou des deux côtés. Ils peuvent être soit en polyéthylène moyenne densité (PEMD), soit en chlorure de polyvinyle rigide (PVC).

### 1.1.63.2 Les rampes

Qui sont toujours en PEBD (polyéthylène basse densité), à l'exception de quelques installations où l'on a utilisé du PVC rigide de petit diamètre.

### 1.1.63.3 Le diamètre

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

$$\varnothing r(\text{cal}) = \left[ \frac{P.d.c(r) \cdot 2.75}{0.478 \cdot Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots (\text{VII.21})$$

$$\varnothing pr(\text{cal}) = \left[ \frac{P.d.c(pr) \cdot 2.75}{0.478 \cdot Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots (\text{VII.22})$$

Avec :

- $Q(r)$  : le débit de la rampe en L/h, ( $Q_r = 240 \text{ L/h}$ ).
- $Q(pr)$  : le débit de la rampe en L/h, ( $Q_{pr} = 12960 \text{ L/h}$ ).
- $L(r)$  : la longueur de la rampe en m, ( $L_r = 112 \text{ m}$ ).
- $L(pr)$  : la longueur de la porte rampe en m, ( $L_{pr} = 217 \text{ m}$ ).
- $\varnothing r(\text{cal})$  : le diamètre de rampes.
- $\varnothing pr(\text{cal})$  : le diamètre de porte rampe.

La répartition de la perte de charge est :

D'après le calcul précédant on a la perte de charge maximale est égale à  $\Delta H (\text{max}) = 2 \text{ m.c.e}$

On prend que les pertes de charges singulières sont de 10% alors = 0,2 m.c.e.

Et les pertes ce charges linéaires = 1,8 m.c.e.

On n'admit que 2/3 de pertes de charges linéaires pour la porte rampe et 1/3 de pertes de charges pour la rampe

- Pdc(r) : la perte de charge dans la rampe =  $(1,8 * 1/3 = 0,6 \text{ m.c.e})$ .
- Pdc(pr) : la perte de charge dans la porte rampe =  $(1,8 * 2/3 = 1,2 \text{ m.c.e})$ .

Donc le résultat calcul des diamètres pour les deux cas c'est comme suite :

- $\varnothing_r (\text{cal}) = 15.67 \text{ mm}$ .
- $\varnothing_{pr} (\text{cal}) = 67.67 \text{ mm}$ .

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation après choix du diamètre, On recalcule les pertes de charges pour les diamètres normalisées de la rampe  $\varnothing_r (\text{normal})$  et le port rampe  $\varnothing_{pr} (\text{normal})$  selon **Hazen-Williams**.

$$\Delta H = 0,178 * D^{(-4,75)} * Q^{1,75} \dots\dots\dots (\text{VII.23})$$

Avec :

L: longueur de la conduite (m) ;

Q : débit en (l/h) ;

D : diamètre intérieur de a canalisation (mm) ;

C<sub>w</sub> = 140 PEBD.

➤ **Pour la Rampes**

$$\varnothing_r (\text{cal}) = 15.67 \text{ mm}$$

$$\varnothing_r (\text{normal}) = 16 \text{ mm}$$

$$L_r = 112 \text{ m}$$

$$Q_r = 240 \text{ L/h}$$

$$\Delta H (\text{rampes}) = 0.00497 \text{ m/m}$$

$$\Delta H (\text{rampes})_{\text{totale}} = 0,004 * 112 = 0,5566 \text{ m}$$

➤ **Pour la porte Rampes**

$$\varnothing_{pr} (\text{cal}) = 67.67 \text{ mm}$$

$$\varnothing_{pr} (\text{normal}) = 75 \text{ mm}$$

$$L_{pr} = 217 \text{ m}$$

$$Q_{pr} = 12960 \text{ L/h}$$

$\Delta H$  (porte-rampes) = 0.0034 m/m

$\Delta H$  (porte-rampes) totale = 0,0035 x 217 = 0.7595 m

- Les pertes de charges totales dans le réseau sont de **1.316 m.c.e** sont inférieure à **1.8 m.c.e** on remarque que la perte de charge totale ne dépasse pas la limite imposé par la règle de Christiansen.

#### 1.1.63.4 La pression d'eau a la borne de distribution

La pression d'eau que doit fournir la borne de distribution a la parcelle est égale à la somme de la pression nominale (10 m.c.e) plus la somme des pertes de charges de cheminement de la borne d'irrigation jusqu'au goutteur le plus défavorable (éloigné ou élevé).

Les pertes de charge de la borne jusqu'au le goutteur le plus défavorable :

Tableau 48: Tableau récapitulatif.

Conduites	Rampe	Porte rampe
Longueur(m)	112	217
Diamètre(m)	16	75
Débit (L/h)	240	12960
Pertes de charge(m)	0.5566	0.7595

A partir du tableau on peut déterminer la perte de charge totale entre la borne d'irrigation jusqu'à le goutteur le plus défavorable.

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

$$P(m) = 10 + 0.556 + 0.759 = 11.316 \text{ m} \dots \dots \dots \text{ (VII.24)}$$

- Les pertes de charges ainsi que la pression calculée est de l'ordre de 1.1 bars ce qui est suffisant pour effectuer le système goutte à goutte dans cette parcelle.

#### Dimensionnement du réseau d'irrigation par aspersion

Le dimensionnement par aspersion, nécessite au préalable la quantification de certains paramètres nécessaires à la mise en œuvre de cette technique.

##### 1.1.64 Données générales

1. **Choix de la culture** : étant donné les cultures mises en places sont très appréciées dans la région, nous avons choisi l'irrigation du blé par aspersion.
2. **Choix de la parcelle** : Le réseau d'irrigation sera installé sur la parcelle **N°05** alimentée par la borne **B05** et dont les pressions calculées sont de l'ordre de **4.85 bars**, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de **31.31 ha** et présente une forme relativement rectangulaire.
3. **Choix du mode de couverture** : pour des raisons économiques, on adopte pour la couverture totale.
4. **Temps de travail** : 20 heures par jour, et 26 jours par mois

5. **Besoins en eau de pointes** : 64 mm pour le mois mai.
6. **Perméabilité du sol** : le sol est de type limoneux-argileux avec une perméabilité estimée de :  $K = 9 \text{ mm/h}$ .

### 1.1.64.1 Calcul de la Dose pratique

La RFU est calculée comme suit :

$$\text{RFU} = Y \times (\text{Hcc} - \text{Hpf}) \times \text{Da} \times Z \dots\dots\dots (\text{VII.25})$$

Avec :

- Y : degré de tarissement : égal à  $2/3$ .
- Da : densité apparente : égale à 1.8.
- Z : profondeur d'enracinement mm (0,6 m pour Le blé).
- Hcc : humidité à la capacité au champ (27 %).
- Hpf : humidité au point de flétrissement (16 %).

$$\text{RFU} = \frac{(27-16)}{100} \times 1.8 \times 0.6 \times \frac{2}{3} \times 1000 = \mathbf{79.2 \text{ mm}}$$

### 1.1.65 Dimensionnement théorique

#### 1.1.65.1 Calcul du diamètre de l'ajutage

La perméabilité du sol  $K = 9 \text{ mm/h}$   
 On pose  $p \leq k$  tel que p est la pluviométrie de la buse.  
 Le diamètre de la buse se calcul, par la relation suivante :

$$P = \frac{1.5 \times d}{1.04} \dots\dots\dots (\text{VII.26})$$

D'où : 
$$d = \frac{1.04 \times 9}{1.5} = \mathbf{6.24 \text{ mm}}$$

D'après la fiche technique d'un arroseur de type (caractéristique de l'asperseur circulaire **PERROT ZF 30**), le diamètre de la buse normalisé le plus proche est de **6 mm**.

#### 1.1.65.2 calcul de la porté du jet (L)

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

$$L = 3 \cdot d^{0.5} \cdot h^{0.25} \dots\dots\dots (\text{VII.27})$$

Tel que :

d : diamètre de la buse en (mm).

h : pression de la buse en (m), dans notre cas  $h = 3.0 \text{ bars} = 30 \text{ m}$ .

$$L = 3 \times 6^{0.5} \times 30^{0.25} = \mathbf{17.2 \text{ m}}$$

- Théoriquement, cette formule est valable, mais demande encore plus de précision en fonction du diamètre choisi et recommandé par le fournisseur. D'après le catalogue du fournisseur **PERROT** pour le diamètre de la buse de **6 mm** à une pression de service minimale de **3.0 bars** la portée calculée est de **17,2 m**.

### 1.1.65.3 Ecartement entre les rampes et les arroseurs

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

1. L'écartement  $E_l$  entre les lignes d'arrosage est égal à 1,25 L pour un vent faible et à 1,02 L pour un vent fort.
2. L'écartement  $E_a$  entre les arroseurs sur la rampe est égal à 0,8 L pour un vent faible et à 0,5 L pour un vent fort.

Notre zone d'étude présente des vitesses de vents une moyenne annuelle oscillant autour de 1.45 m/s, cette valeur est relativement faible. Donc on prend les valeurs suivantes :

$$E_l = 1.25 \times 17.2 = \mathbf{21.5\ m}$$

$$E_a = 0.8 \times 17.2 = \mathbf{13.76\ m}$$

On prend les valeurs normalisées des écartements, d'où :

$$E_l = \mathbf{21\ m}$$

$$E_a = \mathbf{13\ m}$$

### 1.1.65.4 Calcul du débit de l'asperseur

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

$$q = 0.95 \times \frac{\pi \cdot d^2}{4} \times \sqrt{2gh} \dots \dots \dots (\text{VII.28})$$

$$q = 0.95 \times \frac{\pi \times (6)^2}{4} \times \sqrt{2 \times (9.81) \times 30} = 6.52 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = \mathbf{2.35 \text{ m}^3/\text{h}}$$

### 1.1.65.5 Verification de la pluviométrie de la buse :

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

$$p = \frac{q}{E_a \times E_l} \dots \dots \dots (\text{VII.29})$$

$$p = \frac{\mathbf{2.35 \times 1000}}{\mathbf{13 \times 21}} = \mathbf{8.61\ mm/h}$$

Donc le diamètre de la buse choisi va assurer une pluviométrie  $P \leq K = \mathbf{9\ mm/h}$ .

### 1.1.65.6 Calcul du tour d'eau

$$T_{eau} = \frac{\text{Dose}_{RFU} \times NJ}{B_{pointe}} \dots \dots \dots (\text{VII.30})$$

Avec :

$$\text{Dose}_{RFU} = 79.2 \text{ mm}$$

$$NJ = 26 \text{ jours/mois}$$

$$B_{pointe} = 64.0 \text{ mm}$$

$$T_{eau} = \frac{79.2 \times 26}{64} = 32.18 \text{ jours}$$

Donc le nombre d'irrigation sera égal à 2 irrigations par mois,  $F_i = 2 \text{ fois/mois}$ .

Efficiéce d'irrigation = **0.75**.

Besoin journalier =  $64/30 = \mathbf{2.13\ mm}$ .

La nouvelle dose réelle =  $32 \times 2.13 = \mathbf{68.16\ mm}$ .

La nouvelle dose brute =  $68.16/0.75 = \mathbf{90.88\ mm}$ .

Le temps d'arrosage par position sans dépasser la capacité d'infiltration :

$$T_a = \frac{\text{dose brute}}{P} \dots\dots\dots (\text{VII.31})$$

Pour : P = 9 mm/h on aura :

Ta = 90.88 / 9 le temps d'arrosage est de **10.10 heures**.

Donc on pourra adopter deux positions par jour pour chaque asperseur.

### 1.1.65.7 Calcul de l'unité d'arrosage $S_u$

La surface unitaire arrosée ou unité de surface se calcule comme suit :

$$S_u = \frac{S}{T \times n} \dots\dots\dots (\text{VII.32})$$

$$S_u = \frac{31.31}{10 \times 2} = \mathbf{1.56 \text{ Ha}}$$

### 1.1.65.8 Nombre d'asperseurs requis

$$N_{asp} = \frac{\text{Surface a arroser (m}^2\text{)}}{\text{Implantation}} \dots\dots\dots (\text{VII.33})$$

$$N_{asp} = \frac{1.56 \times 10000}{21 \times 13} = 57 \text{ asperseurs}$$

### 1.1.65.9 Calcul du volume fourni par un asperseur par mois

$$V = \text{Nbre de position par jour} \times \text{Nbre d'irrigation par mois} \times \text{dose} \times E_1 \times E_a \dots\dots (\text{VII.34})$$

$$V = \frac{2 \times 2 \times 79.2 \times 21 \times 13}{1000} = \mathbf{86.49 \text{ m}^3}$$

### 1.1.66 Dimensionnement hydraulique des rampes / portes rampes

Cette étape de dimensionnement diffère d'une parcelle à une autre car elle basée sur les dimensions de la parcelle ainsi que la façon dont on projette le réseau d'aspersion, dans notre cas nous avons : la longueur du terrain est de **269 m**, la largeur du terrain est de **400 m**.

#### 1.1.66.1 La longueur de la rampe / porte rampe :

$$L_r = \frac{\text{Largeur du terrain}}{2} - \frac{E_a}{2} \text{ Et } L_{pr} = \frac{\text{Longueur du terrain}}{2} - \frac{E_l}{2} \dots\dots\dots (\text{VII.35})$$

$$L_r = \frac{223}{2} - \frac{13}{2} = \mathbf{105 \text{ m}}$$

On prend :  $L_r = \mathbf{105 \text{ m}}$

$$L_{pr} = \frac{409}{2} - \frac{21}{2} = \mathbf{194 \text{ m}}$$

On prend :  $L_{pr} = \mathbf{194 \text{ m}}$

#### 1.1.66.2 Le nombre d'asperseurs par rampe

$$N_{asp/rampe} = \frac{L_r}{E_a} \dots\dots\dots (\text{VII.36})$$

$$N_{asp/r} = \frac{105}{13} = \mathbf{8.08 = 8 \text{ asperseurs}}$$

### 1.1.66.3 Nombre de rampes

$$N_{rampes} = \frac{N_{asp}}{N_{asp/r}} = \frac{57}{8} = 7.125 = 7 \text{ rampes} \dots\dots\dots (\text{VII.37})$$

Donc on travaille avec **7 rampes**

### 1.1.66.4 Débit des rampes :

$$Q_{rampe} = Q_{asp} \times \text{nbre d'asperseur par rampe} \dots\dots\dots (\text{VII.38})$$

$$Q_{rampe} = 2.35 \times 8 = \mathbf{18.8 \text{ m}^3/\text{h}}$$

### 1.1.66.5 Débit de la porte rampe

$$Q_{porte \text{ rampe}} = Q_{rampe} \times N_{rampes} \dots\dots\dots (\text{VII.39})$$

$$Q_{porte \text{ rampe}} = \mathbf{18.8 \times 7 = 131.6 \text{ m}^3/\text{h}}$$

### 1.1.66.6 Dimensionnement de la rampe et du porte-rampe

Pour l'estimation du diamètre des canalisations on prend une vitesse où :  $V \leq V_{ADM}$ ,

$$V_{adm} \in [0.5 \div 2.5] \text{ m/s}$$

On suppose que :  $V = 1.5 \text{ m/s}$  et on calcule le diamètre des canalisations :

$$D_r = \sqrt{\frac{4 \times Q_r}{\pi \times V}} = \sqrt{\frac{4 \times \left(\frac{18.8}{3600}\right)}{\pi \times 1.5}} = 0.066 \text{ m} = 66 \text{ mm}$$

On prend :  $D_r = \mathbf{75 \text{ mm}}$

$$D_{pr} = \sqrt{\frac{4 \times Q_{pr}}{\pi \times V}} = \sqrt{\frac{4 \times \left(\frac{131.6}{3600}\right)}{\pi \times 1.5}} = 0.176 \text{ m} = 176 \text{ mm}$$

On prend :  $D_{pr} = \mathbf{200 \text{ mm}}$

### 1.1.66.7 Calcul des pertes de charge

L'expression générale des pertes de charges linéaire dans les conduites est calculée généralement par une formule de type Hazen Williams :

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{C_H}\right)^{1.852} \frac{Q^{1.852}}{D^{4.87}} \dots\dots\dots (\text{VII.40})$$

Avec :

$\Delta H$  : Perte de charge unitaires (m/m).

$Q$  : Débit de la conduite en  $\text{m}^3/\text{s}$ .

$C_H$  : coefficient équivalent à 140.

Pour **la rampe** on a :  $L_r = 105$  m,  $D_r = 75$  mm,  $Q_r = 18.8$  m<sup>3</sup>/h.

Pour **la porte rampe** on a :  $L_{pr} = 194$  m,  $D_{pr} = 200$  mm,  $Q_{pr} = 131.6$  m<sup>3</sup>/h.

On trouve :

$$\Delta H_{pr} = 0.0626 \text{ m/m}$$

Les pertes de charge totale de la porte rampe :  $\Delta H_{pr} \text{ totale} = 12.14$  m

$$\Delta H_r = 0.020 \text{ m/m}$$

Les pertes de charge totale de la rampe :  $\Delta H_r \text{ totale} = 2.1$  m

On a une grande perte de charge dans la rampe, pour cela on doit augmenter le diamètre à **90 mm** et on recalcule la perte de charge :

$$\Delta H_r = 0.0083 \text{ m/m.}$$

Pour  $D_{rampe} = 90$  mm, on trouve Les pertes de charge totale de la rampe suivantes :

$$\Delta H_r \text{ totale} = 0.8715 \text{ m.}$$

Pour  $D_{pr} = 250$  mm, on trouve Les pertes de charge totale de la rampe suivantes :

$$\Delta H_r \text{ totale} = 4.071 \text{ m}$$

L'application de la règle de **Christiansen** conduit à imposer une perte de charge maximale de 20% de la pression de fonctionnement ( $P = 3$  bars = 30 m) entre le premier asperseur et l'asperseur le plus défavorisé, soit  $\Delta H = 6$  m.

Pour une perte de charge totale de 4.942 m, la règle de Christiansen est donc respectée. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 49:Résultat du calcul pratique d'aspersion.

Paramètres	Porte Rampe	Rampe
Longueur (m)	194	105
Diamètre (mm)	250	90
Débit (m <sup>3</sup> /h)	131.6	18.8
Vitesse (m/s)	0.74	0.82
Perte de charge totale(m)	4.071	0.871

### 1.1.67 Calcul de la pression en tête du réseau :

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

$$H = H_1 + H_2 + H_3 \dots\dots\dots (\text{VII.41})$$

$H$  : pression à la tête de la parcelle.

$H_1$ : Pression nécessaire pour le bon fonctionnement d'un asperseur (3bar).

$H_2$ : Perte de charge totale de la rampe.

$H_3$  : La dénivelée 1 m.

$$H = 30 + 0.871 + 4.072 = 35.94 \text{ m.}$$

$H = 3.59$  bars, ce qui est largement suffisant vu la pression aux bornes qui est de plus de 4.85 bars.

## **Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons abordé le dimensionnement de l'irrigation a la parcelle, deux systèmes ont été étudiés : l'aspersion et le goutte à goutte.

En ce qui concerne le réseau d'irrigation par aspersion deux paramètres doivent être pris en considération la perméabilité du sol et la vitesse du vent.

Dans notre cas, nous avons choisi d'irriguer la culture du blé par le système d'aspersion.

Pour L'irrigation localisée, nous avons une efficience de l'eau d'irrigation très élevé, ce qui permettra d'intensifier les cultures arboricultures dans cette région.

# Chapitre 08

## Calcul technico-économique

# Chapitre VIII : Calcul technico-économique

## Introduction

L'étude du devis quantitatif et estimatif nous permet d'avoir une idée sur le coût de réalisation du projet d'irrigation projeté, ce calcul consiste à déterminer les quantités de tout le matériel ainsi que les différentes opérations à effectuer sur le terrain, et cela par la mise en œuvre des moyens nécessaires pour la réalisation et l'exécution des travaux dans les meilleures conditions et dans les plus brefs délais. A travers ce chapitre on fera une estimation du cout global du projet de l'aménagement hydro-agricole de la ferme pilote oued athmania. Pour se faire il est important de quantifier l'ensemble des travaux à entreprendre et qui sont, dans notre projet :

- Réseau de distribution.
- Travaux divers.

## Différents travaux à entreprendre

### 1.1.68 Travaux concernant le réseau distribution

Les tâches constituant les travaux à faire pour la mise en place de l'adduction et le réseau distribution sont :

#### A) Exécution des tranches

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

#### B) Pose du lit de sable

Cette opération consiste à poser un lit de sable au fond de la tranchée, ce lit aura une épaisseur de 12 cm dans notre cas.

#### C) Pose des conduits

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

#### D) Epreuve de joint et de la canalisation

Pour plus de sécurité, l'essai de pression des conduites et des joints se fait avant le remblaiement, on l'effectue à l'aide d'une pompe d'essai qui consiste au remplissage en eau

de la conduite sous une pression de 1,8 fois la pression de service à laquelle sera soumise la conduite lors du fonctionnement. Cette épreuve doit durer 30 minutes environ où la variation ne doit pas excéder 0.2 bar.

### E) Remblayage des tranches

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

### F) Nivellement et compactage :

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

## 1.1.69 Calcul des volumes des travaux de l'adduction et de distribution :

### 1.1.69.1 Calcul du volume de terrassement :

#### ✓ Largeur du fond de la tranchée

Largeur de la tranchée sera calculée en fonction du diamètre de la conduite on laisse 30 cm d'espace de chaque côté de la conduite.

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

$$B = D + 0.6 \text{ (m)} \dots\dots\dots \text{(VIII.1)}$$

Avec :

B : largeur de la tranchée (m)

D : diamètre de la conduite (m)

#### ✓ Profondeur de la tranche

La profondeur de la conduite doit permettre la réalisation correcte des branchements particuliers, et d'empêcher toute intercommunication avec les autres conduites.

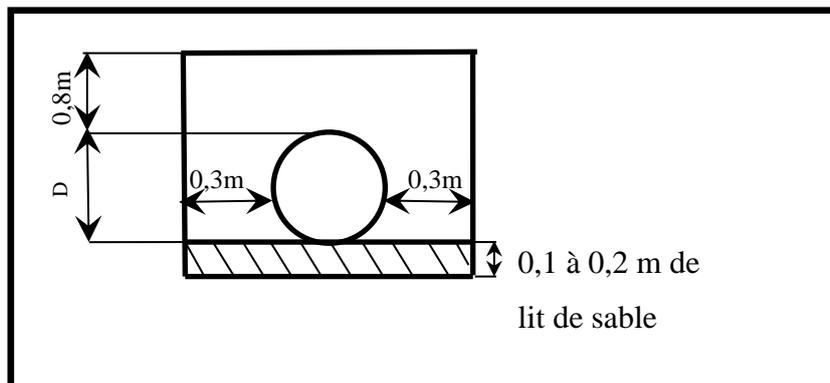


Figure 17: Schéma d'une tranchée.

$$H_{tr} = e + D + h \quad (\text{m}) \quad \dots\dots\dots (\text{VIII.2})$$

Avec

e : hauteur du lit de pose. (0,12 m)

D : diamètre de la conduite. (m)

h : la hauteur du remblai au-dessus de la conduite. (0,8 m).

✓ Section de la tranchée :

Les sections des tranchées sont :

$$S_{tr} = B \times H_{tr} \dots\dots\dots (\text{VIII.3})$$

Avec :

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

B : Largeur du fond de la tranchée (m).

✓ Volume de lite du sable :

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

$$V_{sable} = e \times L \times B \dots\dots\dots (\text{VIII.4})$$

Avec :

e : hauteur du lit du sable (0,12 m).

L : Longueur de la tranchée (m).

B : Largeur de la tranchée (m).

✓ Volume du Déblai :

Le volume des déblaiements sera alors égal à :

$$V_{deblai} = L \times H_{tr} \times B \dots\dots\dots (\text{VIII.6})$$

Avec :

L : Longueur de la tranchée (m).

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

B : Largeur de la tranchée (m).

✓ volume de Remblai :

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

$$V_{remblai} = V_{deblai} - V_{conduite} \dots\dots\dots (\text{VIII.7})$$

Tell que :  $V_{\text{conduite}} = \left(\pi \frac{D^2}{4}\right) \cdot L \dots \dots \dots$  (VIII.8)

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

Tableau 50: Quantité des travaux de terrassement.

Conduites (PEHD)	L (m)	B (m)	H <sub>tr</sub> (m)	S <sub>tr</sub> (m <sup>2</sup> )	V <sub>sable</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>déblai</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>conduite</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>remblai</sub> (m <sup>3</sup> )
Ø75	217	0.675	0.995	0.67	17.57	145.74	0.958	144.78
Ø90	122	0.69	1.01	0.69	10.10	85.02	0.775	84.246
Ø110	134	0.71	1.03	0.73	11.41	97.99	1.272	96.721
Ø160	744	0.76	1.08	0.82	67.85	610.67	14.95	595.72
Ø200	1499	0.8	1.12	0.89	143.90	1343.10	47.068	1296.03
Ø250	326	0.85	1.17	0.994	33.25	324.20	15.99	308.21
Ø315	619	0.915	1.235	1.13	67.96	699.48	48.214	651.27
Ø400	355	1	1.32	1.32	42.6	468.6	44.58	424.01
Ø500	412	1.1	1.42	1.56	54.38	643.54	80.855	562.68
Ø630	232	1.23	1.55	1.90	34.24	442.30	72.283	370.02
<b>Total</b>					483.29	4860.68	326.962	4533.72

Tableau 51: Coût des travaux des terrassements.

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
Déblai en terrain	m <sup>3</sup>	4860.68	300,00	1458204
Lit de sable	m <sup>3</sup>	483.29	800,00	386632
Remblai	m <sup>3</sup>	4533.72	200,00	906744
<b>Total 1 (HT)</b>				2751580
<b>TVA 1 (19%)</b>				3274380
<b>Montant TTC 1</b>				20497620

Tableau 52: Facture des différents types de conduites du réseau de distribution.

<b>Pièces (PEHD)</b>	<b>Unité de mesure</b>	<b>Quantité</b>	<b>Prix unitaire (DA)</b>	<b>Montant (DA)</b>
Tube Ø75	ml	217	289,41	62801.97
Tube Ø90	ml	122	381,88	46589.36
Tube Ø110	ml	134	568,93	76236.62
Tube Ø160	ml	744	1 181,58	879095.52
Tube Ø200	ml	1499	1 848,65	2771126.35
Tube Ø250	ml	326	2354.62	767606.12
Tube Ø315	ml	619	4 322,93	2675893.67
Tube Ø400	ml	355	6 936,23	2462361.65
Tube Ø500	ml	412	10 783,03	4442608.36
Tube Ø630	ml	232	17 077,20	3961910.4
Goutteur auto-régulant	U	60	25	1500
Asperseurs	U	57	350.39	19972.23
<b>Total 2 (HT)</b>				18167702.25
<b>TVA 2 (19%)</b>				21619565.68
<b>Montant TTC 2</b>				135338481.1

Tableau 53: Fourniture de pose des pièces spéciales.

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
Fourniture pose de borne d'irrigation type A2 PN 10	U	8	300000	2400000
Fourniture pose de borne d'irrigation type C PN 10	U	3	450000	1350000
Fourniture pose de borne d'irrigation type B PN 10	U	6	360000	2160000
Fourniture et pose de Vannes Ø 630 PN 10	U	1	416270.4	416270.4
Fourniture et pose de Vannes Ø 500 PN 10	U	2	295601.3	591202.6
Fourniture et pose de Vannes Ø 400 PN 10	U	1	64 783.27	64783.2
Fourniture et pose de Vannes Ø 315 PN 10	U	2	29 684.30	59368.6
Fourniture et pose de Vannes Ø 200 PN 10	U	6	16 737.18	100423.2
Fourniture et pose de Vannes Ø 160 PN 10	U	4	11 098.26	44393.2
Fourniture et pose de Vannes Ø 110 PN 10	U	1	9 334.92	9334.92
			<b>Total 3 (HT)</b>	7195776
			<b>TVA 3 (19%)</b>	8562974
			<b>Montant TTC 3</b>	53604215

Alors le cout total du projet en rapport à toutes les opérations financières est de l'ordre de :

$$CT = 20\,497\,620 + 135\,338\,481.1 + 53\,604\,215$$

$$CT = 209\,440\,316.1 \text{ Da}$$

### 1.1.69.2 La composition du projet :

Le tableau ci-après nous donne les différentes opérations qui compose le projet ainsi que leur temps de réalisation.

Tableau 54: Symboles des opérations.

<b>Travaux</b>	<b>Opération</b>	<b>Durée (Jours)</b>
Installation du chantier	A	15
Terrassement	B	45
Exécution des tranches	C	90
Pose du lit de sable	D	20
Raccordement des conduites	E	90
Pose des conduites	F	60
Pose du remblai	G	40
Déménagement du chantier	H	15

### 1.1.69.3 Planification avec réseau a nœud :

Cette méthode consiste à faire le calcul aller et retour en utilisant les paramètres de la grille suivante :

Tableau 55: Les paramètres du réseau à nœud.

<b>DCP</b>	<b>TR</b>
<b>DFP</b>	<b>DCPP</b>
<b>DFPP</b>	<b>MT</b>

Avec :

TR : temps de réalisation.

DCP : date de commencement au plus tôt.

DCPP : date de commencement au plus tard.

DFP : date de finition au plus tôt.

DFPP : date de finition au plus tard.

MT : marge totale.

$$\text{Et : } \begin{cases} \text{DFP} = \text{DCP} + \text{TR} \\ \text{DCPP} = \text{DFPP} - \text{TR} \\ \text{MT} = \text{DFPP} - \text{DFP} \\ \text{DCP}_i + \text{TR} = \text{DFP}_i \\ \text{DFP}_i = \text{DCP}_{i+1} \end{cases}$$

✓ **Chemin critique (C.C) :**

C'est le chemin qui donne la durée totale du projet (DTR) reliant les opérations possédant la marge totale nulle (0). Donc pour retrouver un chemin critique il suffit de vérifier la double condition suivante :

$$C.C \Leftrightarrow \begin{cases} \text{MT} = 0 \\ \sum \text{TR}_{C.C} = \text{D.T.P} \end{cases}$$

**Note :** Le réseau à nœud est représenté dans la planche planning des travaux.

**1.1.69.4 Planification avec la méthode de tableau :**

Elle s'applique à base du réseau à flèche.

Les résultats de calcul par cette méthode sont donné dans le tableau ci-après :

Tableau 56: détermination du chemin critique par la méthode du tableau.

Opération	TR	D.P		D.F.P		MT
		D.C.P	D.F.P	D.C.P.P	D.F.P.P	
<b>A-B</b>	15	0	15	0	15	0
<b>B-C</b>	45	15	60	15	60	0
<b>B-D</b>	90	60	150	60	150	0
<b>D-E</b>	20	60	80	130	150	70
<b>C-E</b>	90	150	150	150	240	0
<b>E-F</b>	60	240	300	240	300	0
<b>F-G</b>	40	300	340	300	340	0
<b>G-H</b>	15	340	355	340	355	0

D'après le tableau ci-avant le temps de réalisation est de **355 jours**.

**Conclusion :**

L'estimation du coût total du projet a donné un montant global de **deux cent neuf million quatre cent quarante mille trois cent saies virgule un Dinars Algérien.**

Avec un temps de réalisation de **11 mois et 25 jours.**

## Conclusion Générale

Le dimensionnement du réseau d'irrigation de la zone d'Oued Athmania Wilaya de MILA qui s'étend sur une superficie nette de **248 ha** irrigué à partir du barrage de **Oued El Ahtmania** a fait l'objet de ce mémoire de fin d'études qui comporte plusieurs chapitres.

Premièrement, il a été question d'identifier les ressources en sol et en eau disponibles dans notre région afin de les exploiter au mieux dans la réalisation du projet et mettre en évidence la détermination de l'année de calcul en passant par l'étude hydrologique.

Puis vient alors l'estimation et le calcul des besoins en eau des cultures mise en place dans l'objectif de leur assurer une bonne alimentation en eau car les rendements en dépendent.

Pour compléter notre travail, un choix des techniques d'irrigation s'est imposé tout en veillant à ce que l'économie et la gestion de l'eau soit une priorité.

Après avoir opté pour les techniques d'irrigation par goutte à goutte et aspersion, étant donné les multiples avantages qu'elle offre, on est passé au dimensionnement de la parcelle.

A la fin on a calculé les différents volumes des travaux et on a estimé le cout total du projet à un montant d'environ **(209 440 307 DZD°) deux cent neuf millions quatre cent quarante mille trois cent septes Dinars Algérien.**

# Références sitographique

[13] North Africa 1:250,000 /Series P502, U.S. Army Map Service,  
1954 ([http://www.lib.utexas.edu/maps/ams/north\\_africa/](http://www.lib.utexas.edu/maps/ams/north_africa/)) site de  
l'université de TEXAS

Consulté le 23/05/2015

(<http://eau-agro-1.wikispaces.com/Irrigation>) Consulté le 15/06/2015

(<http://www.asgq.org/index.html>) Consulté le 19/07/2015

BOULET, Gilles. Calcul de l'évapotranspiration de référence  
ET0 selon la méthode FAO Allen et al., 1998. 2003. pp. 42.

SÉGALEN, Pierre. La classification des sols. . pp. 22.

SÉGALEN, Pierre, DABIN, Bernard, MAIGNIEN, Roger, COMBEAU,  
André, BACHELIER, Georges, SCHMID, Maurice, BOSSER,  
Jean, GUINARD, M et VERDIER, P, [sans date]. Pédologie et  
développement. . pp. 280.

Dimensionnement du réseau d'irrigation du périmètre ain malouk  
(w.mila) d'une superficie de 400 ha à partir du barrage (hammam  
grouz)", BEZTOUT ABDELHAKIM 2016-2017

Étude du périmètre d'irrigation Kramis (secteur Est) à partir  
du barrage de KRAMIS (Wilaya de Mostaganem), IDIR  
Naima 2016-2017

Bureau d'étude hydraulique EL-BAHDJA.

M<sup>ME</sup> Bénina Touaibia(2004) Manuel pratique d'hydrologie pp166.