



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : Irrigation et Drainage

THEME :

**ETUDE DU PERIMETRE D'IRRIGATION DE BENI
SLIMANE (SECTEUR 1) 404 HA, A PARTIR DU
BARRAGE DE BENI SLIMANE, WILAYA DE MEDEA**

Présenté par :

Mr. DJEBBAR MOHAMMED

Devant les membres du jury

| Nom et Prénoms | Grade | Qualité |
|---------------------------|--------------|----------------|
| Mr. HACHEMI Abdelkader | MCB | Président |
| Mr. BENKACI Ali Tarik | MCB | Examinateur |
| Mme. MAZOUZI Sabra | MAA | Examinatrice |
| Mr. BOUFEKANE Abdelmadjid | MCA | Promoteur |

Session : Octobre 2020

Remerciement

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

Et « quiconque ne remercie pas les gens, ne remercie pas Dieu»

Ma reconnaissance va plus particulièrement à:

Mon promoteur M^r BOUFEKANE pour sa disponibilité et son aide.

A L'ensemble des enseignants M^r HACHEMI, M^{me} MAZOUZI, et M^r BENKACI qui m'ont enseigné et honoré le jury.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à toutes les personnes qui m'ont aidé tout au long de mon travail.

ملخص

لقد قمنا في هذا العمل بدراسة التربة الزراعية الواقعة في منطقة بني سليمان، ولاية المدية. يندرج هذا العمل في إطار دراسة و متابعة استغلال المساحة المسقية، التابعة لبلدية بني سليمان بولاية المدية، و هذا باستعمال تقنيات حديثة للسقي كالسقي بالتقطير أو بالرش و ذلك وفقا لخصائص التربة و المناخ التي نجدها في هذه المنطقة و لتجنب طريقة السقي التقليدية التي ينتج عنها ضياع كبير للمياه. اقترحنا استعمال هذه التقنيات الحديثة في السقي من أجل الوصول الى استغلال نسبة اكبر من الأراضي الفلاحية و بكمية محدودة من المياه، و هدفنا من كل هذا هو الوصول إلى مردود معتبر من المنتج الفلاحي.

Résumé

A travers de ce mémoire nous avons effectué une étude hydro-agricole d'un périmètre situé dans la région de Beni Slimane wilaya de Medea.

Notre but consiste à projeter un réseau d'irrigation sur une parcelle située au secteur 1 qui est à l'est de la commune de Beni Slimane; ce qui implique l'introduction des nouvelles techniques d'irrigation les plus utilisées au monde en irrigations et qui sont plus économiques, parmi ces techniques nous serons intéressés par le système goutte à goutte et la méthode d'irrigation d'aspersion. Notre but global est d'utiliser les techniques d'irrigation modernes et de maîtriser la quantité d'eau à utiliser en irrigation et limiter ainsi le taux de pertes en eau.

Enfin, nous conseillons les agriculteurs d'utiliser ces nouvelles techniques d'irrigation afin d'optimiser les parcelles d'irrigation et d'augmenter les rendements des cultures en régions arides et semi arides.

Abstract

Through this work, we will make a study on the area of Beni Slimane w- Medea ,where we carries out our project.

Thus, the main goal consists in projecting a network of irrigation a piece located at the sector 1 of the area Beni Slimane, in this zone where precipitation is insufficient and irregular what implies the introduction of new techniques of irrigation to control the quantity of water to be used in the irrigation and thus limit the rate of loss.

In the end, we advise farmers to use this new method of irrigation in order to achieve a maximum exploitation of agricultural areas and increasing yields of crops, in particular in arid zone like our zone Beni Slimane.

SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| SOMMAIRE | 17 |
| INTRODUCTION GENERALE | 26 |
| CHAPITRE I : ANALYSE DES CONDIONS NATURELLES DE LA ZONE D'ETUDE | 27 |
| I.1. LA RÉGION DE BENI SLIMANE | 27 |
| I.2. RELIEF | 27 |
| I.3. HYDROGRAPHIE | 28 |
| I.4. CLIMATOLOGIE | 29 |
| <i>1.4.1. Les précipitations</i> | 29 |
| <i>1.4.2. Les températures</i> | 30 |
| <i>1.4.3. Le diagramme Ombro-thermique (pluies et températures)</i> | 31 |
| <i>1.4.4. Les autres facteurs climatiques</i> | 32 |
| I.5. INDICE DE MARTONNE | 34 |
| I.6. CLASSIFICATION DU CLIMAT SELON LE DIAGRAMME D'EMBERGER | 34 |
| 1.7. LE CADRE SOCIO-ECONOMIQUE | 35 |
| <i>1.7.1. La population</i> | 35 |
| <i>1.7.3. La main – d'œuvre agricole</i> | 37 |
| I.8. CONCLUSION | 38 |
| CHAPITE II : ETUDE AGRO-PEDOLOGIQUE | 39 |
| II.1. INTRODUCTION | 39 |
| II.2. CLASSIFICATION ET CARACTÈRES MORPHOLOGIQUE DES SOLS | 39 |
| II.3. DESCRIPTION DES SOLS LES PLUS REPRÉSENTATIFS (SOLS A SESQUIOXYDE DE FER) : | 17 |
| II.4. ZONES HOMOGENES | 19 |
| II.5. CARACTÉRISTIQUES HYDRODYNAMIQUES DU SOL : | 30 |
| II.6. CONCLUSION | 30 |
| CHAPITRE III : ANALYSE DEE RESSOURCES EN EAU | 31 |
| III.1. INTRODUCTION | 31 |
| III.2. RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE | 31 |
| III.3. GÉOMORPHOLOGIE | 31 |
| III.4. PRÉSENTATION DU BARRAGE DE BENI SLIMANE | 33 |
| III.5. HYDROLOGIE | 34 |
| <i>III.5.1. Estimation des apports au barrage</i> | 34 |
| <i>III.5.2. Précipitation</i> | 35 |
| III.5.2.1. pluies annuelles | 35 |
| III.5.2.2. Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique | 37 |
| III.5.2.3. Ajustement statistique des pluies annuelles | 39 |
| III.5.2.4. Pluies annuelles fréquentielles | 42 |
| III.5.2.5. Test de validité d'un ajustement | 42 |
| III.5.2.6. Détermination de l'année de calcul | 44 |
| III.6. QUALITÉ DE L'EAU | 44 |
| <i>III.6.1 Relation SAR – Conductivité</i> | 44 |
| <i>III.6.2. Relation concentration des matières minérales - écoulement</i> | 47 |
| III.7. CONCLUSION | 66 |
| CHAPITRE–IV-EVALUATION DES BESOINS EN EAU DES CULTURES | 67 |
| IV.1. INTRODUCTION | 67 |
| IV.2. MÉTHODOLOGIE DE CALCUL DE L'ÉVAPOTRANSPIRATION | 67 |
| IV.3. MÉTHODE D'ÉVALUATION DE L'ÉVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE | 67 |
| <i>IV.3.1. Méthodes directes</i> | 67 |
| <i>IV.3.2. Méthodes indirectes</i> | 67 |

| | |
|--|------------|
| IV.4. CALCUL DE L'ÉVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE (ETP) | 69 |
| IV.5. OCCUPATION DES SOLS | 71 |
| IV.6. CULTURES PROPOSÉES | 71 |
| IV.7. ASSOLEMENT ET ROTATION DES CULTURES | 72 |
| IV.8. CALCUL DES BESOINS EN EAU DES CULTURES D'ASSOLEMENT | 74 |
| IV.8.1. <i>Les besoins en eau des céréales</i> | 74 |
| IV.8.2. <i>Les besoins en eau des cultures fourragères</i> | 75 |
| IV.8.3. <i>Les besoins en eau des maraichères</i> | 76 |
| IV.8.4. <i>Les besoins en eau des arboricultures</i> | 78 |
| IV.9. CALCUL DU DÉBIT SPÉCIFIQUE | 80 |
| IV.10. EVALUATION DU DÉBIT CARACTÉRISTIQUE | 80 |
| IV.11. ESTIMATION DES BESOINS EN EAU TOTAUX DU PREMIER SECTEUR | 81 |
| IV.12. CONCLUSION | 82 |
| CHAPITRE –V-ETUDE DE SYSTEME D'ADDUCTION ET DE DISTRIBUTION | 83 |
| V.1. INTRODUCTION | 83 |
| V.2. BARRAGE DE BENI SLIMANE | 83 |
| V.3. DÉLIMITATION DE PÉRIMÈTRE | 84 |
| V.5. CRITÈRES DE CHOIX DES ÎLOTS TYPES | 85 |
| V.7. SCHÉMA D'AMÉNAGEMENT | 86 |
| V.7.1. <i>Description du schéma d'aménagement retenue</i> | 86 |
| V.8. BASE DE CALCUL HYDRAULIQUE | 88 |
| V.8.1. <i>Bornes d'irrigation</i> | 88 |
| V.8.1.1. Définition | 88 |
| V.8.1.2. Calcul du débit aux bornes | 88 |
| V.8.2. <i>Dimensionnement du réseau de distribution</i> | 98 |
| V.8.2.1. Méthodologie utilisée | 98 |
| V.8.2.1.1. Calcul du diamètre | 98 |
| V.8.2.1.2. Calcul des pertes de charge | 98 |
| V.8.2.1.3. Détermination des pressions disponibles à l'îlot | 99 |
| V.8.2.2. Présentation des résultats | 100 |
| V.9. MATÉRIAUX DES CONDUITES | 105 |
| V.9.1. <i>Conduites du réseau primaire</i> | 105 |
| V.9.2. <i>Conduites du réseau secondaire</i> | 105 |
| V.10. ÉTABLISSEMENT DES PROFILS EN LONG | 106 |
| V.11. CONCLUSION | 106 |
| CHAPITRE-VI- LE CHOIX DE SYSTEME D'IRRIGATION | 107 |
| VI.1. INTRODUCTION | 107 |
| VI.2. CHOIX DE TECHNIQUE D'IRRIGATION | 107 |
| VI.3. MODES D'IRRIGATION | 107 |
| VI.3.1. <i>Aspersion classique</i> | 107 |
| VI.3.2. <i>Système fixe-couverture totale</i> | 108 |
| VI.3.3. <i>Aspersion mécanisée (enrôleur)</i> | 109 |
| VI.4. LA MÉTHODE D'IRRIGATION A DÉCONSEILLÉE « L'IRRIGATION GRAVITAIRE » | 111 |
| VI.5. LES SYSTÈMES D'IRRIGATION ET L'EFFICIENCE DU RÉSEAU D'IRRIGATION | 111 |
| VI.6. CONCLUSION | 113 |
| CHAPITRE –VII-DIMENSSIONNEMENT A LA PARCELLE | 114 |
| VII.1. INTRODUCTION | 114 |
| VII.2. DIMENSIONNEMENT D'UN RÉSEAU D'IRRIGATION PAR ASPERSION | 114 |
| VII.2.1. <i>Données générales</i> | 114 |
| VII.2.2. <i>Dimensionnement théorique</i> | 115 |
| VII.2.3. <i>Dimensionnement hydrauliques des rampes</i> | 118 |

| | |
|---|------------|
| VII.2.4. <i>Calcul de la pression à la tête de la parcelle</i> | 121 |
| VII.3. DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE D'UN RÉSEAU GOUTTE À GOUTTE | 121 |
| VII. 3.1. <i>Données générales</i> | 121 |
| VII.3.2. <i>le dimensionnement</i> | 122 |
| VII.3.3. <i>Calculs hydrauliques</i> | 118 |
| VII.3.3.1. <i>Condition hydraulique</i> | 118 |
| VII.3.4. <i>Dimensionnement des différentes parties du réseau:</i> | 119 |
| VII.3.4.1. <i>Vérification des pertes de charges</i> | 119 |
| VII.3.4.2. <i>Calculs hydrauliques de la rampe</i> | 120 |
| VII.3.4.3. <i>Calculs hydrauliques de la porte rampe</i> | 121 |
| VII.3.4.4. <i>Calcul des diamètres de la conduite secondaire :</i> | 121 |
| VII.3.4.5. <i>Calcul de caractéristique de conduites secondaires :</i> | 122 |
| VII.4. CONCLUSION | 122 |
| CHAPITRE –VIII-EVALUATION ECONOMIQUE ET FINANCIERE DU PROJET | 123 |
| VIII.1. INTRODUCTION | 123 |
| VIII.2. DEVIS DU RÉSEAU D'IRRIGATION | 123 |
| VIII.3. FACTURES PRO FORMA DE RÉSEAU D'IRRIGATION CONDUITE PRINCIPALE ET RÉSEAU DE DISTRIBUTION | 124 |
| VIII.3.1. <i>Calcul du volume de terrassement</i> | 124 |
| VIII.3.2. <i>La conduite principale</i> | 125 |
| VIII.4. DEVIS ESTIMATIF TOTAL | 127 |
| VIII.5. CONCLUSION | 127 |
| CONCLUSION GENERALE | 129 |
| RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES | 130 |
| annexes | 132 |

| | |
|---|----|
| Tableau III.6. Série pluviométrique de la station de Beni Slimane (030902) | 39 |
| Figure III.5. Ajustement à une loi Normale Station Beni Slimane..... | 40 |
| Figure III.6. Ajustement à une loi Log- Normale Station Beni Slimane | 41 |
| Tableau III.7 Table de Pearson | 43 |
| Tableau III. 8. Test de validité des deux ajustements..... | 43 |
| Tableau III.9. Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul..... | 44 |
| Tableau III.10. Paramètres hydro chimiques moyens mensuels à la station de Beni Slimane | 45 |
| Tableau III.11. Classification agricole des USA..... | 46 |
| Tableau III.12. Classification selon la FAO pour la qualité de l'eau d'irrigation | 47 |

Chapitre IV: Evaluation Des Besoins En Eau Des Cultures

| | |
|--|----|
| Tableau IV.1. Evapotranspiration potentielle (ETP) concernant la zone d'étude..... | 69 |
| Tableau IV.2. Les pluies efficaces concernant la zone d'étude..... | 71 |
| Tableau IV.3. Scénarios d'occupation du sol par l'ensemble de l'exploitation du périmètre d'étude..... | 71 |
| Tableau IV.4. Gamme de cultures proposées à la zone d'étude de Beni Slimane..... | 72 |
| Tableau IV.5. Assolement proposé pour le périmètre du Beni Slimane..... | 73 |
| Tableau IV-6 : Le cycle végétatif des cultures envisagées | 73 |
| Tableau IV.7. Calcul des besoins en eau du blé/avoine..... | 74 |
| Tableau IV.8. Calcul des besoins en eau de l'orge grain..... | 74 |
| Tableau IV.9. Calcul des besoins en eau de l'orge en vert | 75 |
| Tableau IV.10. Calcul des besoins en eau du luzerne | 75 |
| Tableau IV.11. Calcul des besoins en eau de la p de terre..... | 76 |
| Tableau IV.12. Calcul des besoins en eau de la tomate..... | 76 |
| Tableau IV.13. Calcul des besoins en eau de l'ognion/ail | 77 |
| Tableau IV.14. Calcul des besoins en eau de la courgette..... | 77 |
| Tableau IV.15. Calcul des besoins en eau du pêcher (à noyau)..... | 78 |
| Tableau IV.16. Calcul des besoins en eau de l'olivier (à noyau)..... | 78 |
| Tableau IV.17. Calcul des besoins en eau du pommier (à pépin) | 79 |
| Tableau IV.18. Récapitulatif des besoins en eau mensuels des cultures | 79 |
| Tableau IV.25. Besoin en eau d'irrigation des cultures | 81 |

Chapitre V: Etude Du Système D'adduction Et Du Distribution

| | |
|---|-----|
| Tableau V.1. Superficie, cote de la tête du secteur, cote maximale, cote minimale et cote moyenne par secteur d'irrigation..... | 85 |
| Tableau V.2. Débits de chaque ilot et prise parcelaires et le type des bornes | 88 |
| Tableau V.4 : Diamètres, vitesse, perte de charge et pressions..... | 101 |

Chapitre VII: Le Dimensionnement A La Parcelle

| | |
|---|-----|
| Tableau VII.1. Résultat de calcul pratique d'aspersion | 121 |
| Tableau VII.1. Caractéristique de la conduite de la rampe..... | 120 |
| Tableau VII.2. Caractéristiques de la conduite de la porte rampe..... | 121 |
| Tableau VII.5 Caractéristique de la conduite secondaire : | 122 |

Chapitre VIII: Evaluation Economique Et Financière Du Projet

| | |
|---|-----|
| Tableau VIII.1: Factures pro-forma des pièces du réseau d'irrigation..... | 123 |
| Tableau VIII.2. Calcul du volume de déblai, de sable et de remblai..... | 126 |
| Tableau VIII.3. Coût total des travaux sur le réseau d'irrigation | 127 |

Liste des figures

Chapitre I: Analyse Des Conditions Naturelles De La Zone D'étude

| | |
|--|----|
| Figure I.1. Situation géographique du périmètre étudié | 27 |
| Figure I.2. Modèle Numérique de la zone d'étude..... | 28 |
| Figure 3. Extrait de la carte des ressources en eau souterraines du centre de l'Algérie..... | 29 |
| Figure I.4. Histogramme des précipitations mensuelles à la région de Beni Slimane | 30 |
| (Période : 1999-2018) | 30 |
| Figure I.5. Températures maximales, minimales et moyennes à la station de Beni Slimane | 31 |
| (Période : 1999-2018) | 31 |
| Figure I.6. Diagramme Ombro-thermique à la station de Beni Slimane | 31 |
| (Période : 1999-2018) | 31 |
| Figure I.7. Diagramme bioclimatique d'Emberger | 35 |

Chapitre I: L'étude Agro-Pédologique

| | |
|---|----|
| Figure II.1. Extrait de la carte pédologique au 1/50 000 de l'étude | 40 |
| de la plaine de Béni Slimane- Aribis (ANRH, 1976)..... | 40 |
| Figure 2 : Répartition de la superficie entre les classes de sols..... | 19 |
| Figure 3 :La carte des zones homogènes réalisée au 1/50.000ème | 20 |

Chapitre III: Analyse Des Ressources En Eau

| | |
|--|----|
| Figure III.1. Réseau hydrographique de la région d'étude | 31 |
| Figure III.2. Extrait de la carte géomorphologique de 1/50 000 de la plaine de Beni Slimane (ANRH, 1974) | 32 |
| Figure III.3. Barrage de Beni Slimane..... | 34 |
| Figure III. 4 : Réseau d'observation hydro-climatologique du bassin de l'oued mellah (bassin d'ISSER). | 35 |
| Tableau III.6. Pluies annuelles fréquentielles à la station de Beni Slimane..... | 42 |
| Figure III.7. Variations mensuelles du SAR et de la conductivité à la station de Beni Slimane | 45 |
| (Période : 1984-1989) | 45 |
| Figure. III. 8. Classification de SAR selon REVERSIDE | 46 |

Chapitre V: Etude Du Système D'adduction Et Du Distribution

| | |
|--|-----|
| Figure V.1. Délimitation du périmètre d'irrigation (zone à équipée)..... | 84 |
| Figure V.2. Schéma du système d'adduction de la retenue | 87 |
| Figure VI.1. Système d'aspersion fixe (couverture totale)..... | 109 |
| VI.3.4. Système d'irrigation localisée | 110 |
| Figure VI.3. Irrigation goutte à goutte | 111 |

Chapitre VII: Le Dimensionnement A La Parcelle

Figure VII.1. Dispositifs d'installation des asperseurs sur la rampe.....118

Chapitre VIII: Evaluation Economique Et Financière Du Projet

FigVII.1 : Schéma d'une tranchée125

Liste des planches

PLANCHE 1 : PLAN DE SITUATION DU PERIMETRE D'ETUDE (SECTEUR 1), W. MEDEA.

PLANCHE 2 : PLAN DU RESEAU D'ADDUCTION ET DE DISTRIBUTION DU PERIMETRE D'ETUDE (SECTEUR 1) W. MEDEA.

PLANCHE 3 : PROFIL EN LONG DE LA CONDUITE PRINCIPALE DU RESEAU D'ADDUCTION.

PLANCHE 4 : PLAN DU SYSTEME D'IRRIGATION PAR ASPERSION L'ILOT 20 ET PAR GOUTTE A GOUTTE L'ILOT 17.

INTRODUCTION GENERALE

Notre pays a connu de longues périodes de sécheresse, en particulier dans les régions à climat semi aride où la pluviométrie est déjà insuffisante, une grande quantité des pluies tombe en hiver et presque nulle durant les saisons d'été, une partie de ces pluies qui tombe est stocker dans les barrages et les retenues afin de les utiliser après dans différentes domaines (AEP, génie civil, agricole...)

On a effectué l'étude du périmètre d'irrigation de Beni Slimane pour bien exploiter l'eau du barrage de Beni Slimane qui est destinée en premier lieu à irriguer un périmètre de 1267.59 ha. Pour une meilleure exploitation de cette eau de barrage nous devons étudier et analyser toutes les données collectées qui concerne la zone d'étude (hydrologique, climatique, hydrogéologique, pédologique, agricole, ...), ces données nous aident à choisir les cultures à mettre en place et à calculer les besoins en eau.

Dans cette phase d'étude, nous avons déterminé le mois de pointe puis calculé le débit spécifique qui est le paramètre essentiel pour le dimensionnement hydraulique du réseau de distribution et d'adduction.

En dernier lieu on va choisir et dimensionner un système d'irrigation après la sélection d'une parcelle type sur le premier secteur qui nous intéresse dans cette étude.

Enfin, nous allons établir un devis estimatif quantitatif global pour notre projet.

CHAPITRE I : ANALYSE DES CONDIONS NATURELLES DE LA ZONE D'ETUDE

I.1. La région de Beni Slimane

La plaine de Beni Slimane présente une superficie irrigable de 22 250 ha. Cependant, en raison de ressources hydriques limitées, une surface de 2 000 ha a été retenue pour être mise en valeur par l'irrigation. La zone d'étude est limitée :

- A l'Est, par une piste reliant Kheddachet à la route nationale n° 76, traversant l'oued en passant entre le cimetière et le douar Meharzia ;
- A l'Ouest, par le point topographique 616 à El M'tahib jusqu'à la route menant de Sidi Slimane à Bouskène;
- Au Nord, par la route nationale n° 76.
- Au Sud, par la piste reliant respectivement : Tagmount, Sidi Mohamed, Rouaïhia, Goum sidi Lakhdar, Sidi AEK.

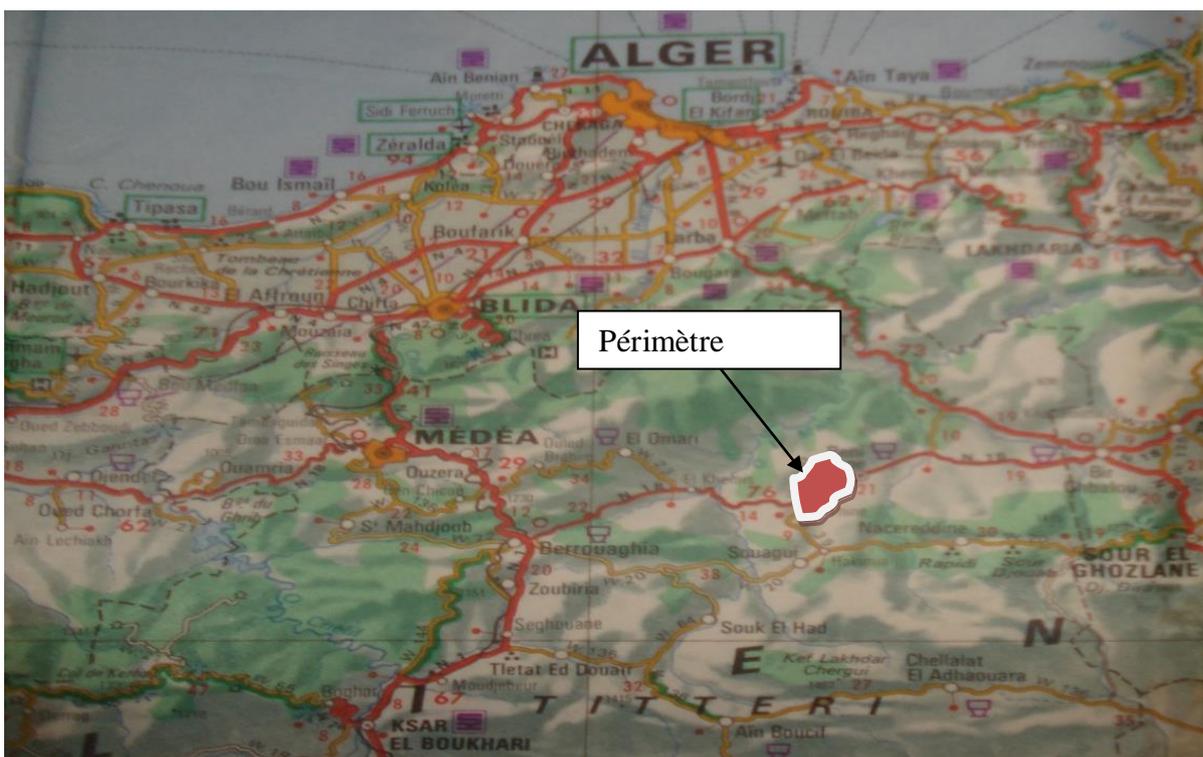


Figure I.1. Situation géographique du périmètre étudié

I.2. Relief

La région d'étude se situe dans la partie amont du bassin de l'oued Isser. Elle est située dans l'anticlinal des Arib, partie intégrante du vaste anticlinorium des Bibans qui s'étend sur 150 km et formant l'alignement des montagnes qui se succèdent de Sétif à Berouaghia.

La plaine de Beni Slimane et celle des Arib sont considérées comme le prolongement occidental de la dépression de la Soummam. La plaine de Beni Slimane est limitée au Nord par la chaîne littorale et au sud par la chaîne de Sour El Ghozlane. Les altitudes moyennes varient de 550 m à 700 m.

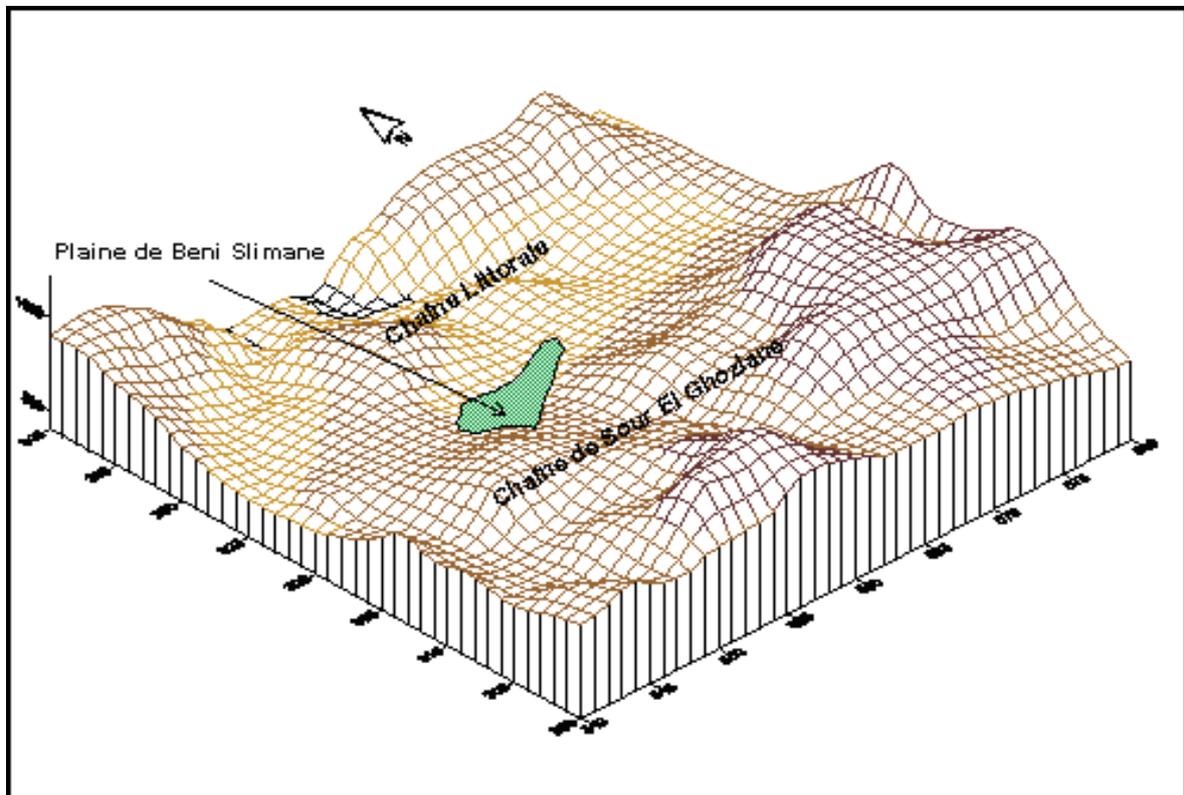


Figure I.2. Modèle Numérique de la zone d'étude

I.3. Hydrographie

L'aquifère alluvial n'est alimenté que par son impluvium direct. Les oueds qui traversent la plaine entaillent les alluvions et une partie du substratum barrémo-aptien. En pratique seul le substratum crétacé est exploitable par forages mais les débits unitaires de ces forages sont faibles.

Le périmètre de Beni Slimane est limité au Sud-Est par l'oued Mellah. Au Nord, l'oued Benloulou, qui est un affluent de l'oued Mellah, longe le périmètre d'Est en Ouest. Au sud de Beni Slimane, les affluents : oued Lekehal et oued Bou Draa traversent le périmètre.

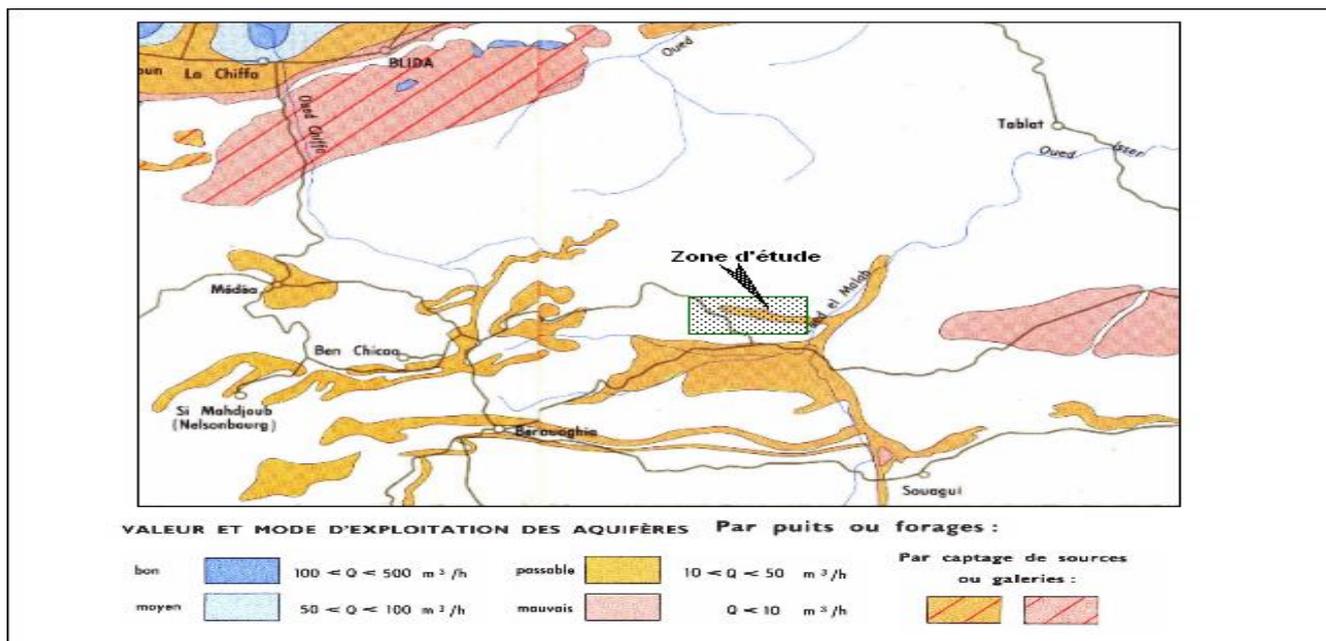


Figure 3. Extrait de la carte des ressources en eau souterraines du centre de l'Algérie

I.4. Climatologie

I.4.1. Les précipitations

Les données collectées proviennent de la station météorologique de la commune de Beni Slimane. Les relevés pluviométriques observés sur lesquels se base notre étude ont couvert la période allant de 1999 à 2018, soit une série statistique d'une vingtaine d'années.

Tableau I.1. Pluies moyennes mensuelles à la station de Beni Slimane (Période : 1999-2018)

| Station | Beni Slimane (090320) | |
|-----------|----------------------------|---------------------------|
| Mois | Précipitation Moyenne (mm) | Précipitation Moyenne (%) |
| Septembre | 29,6 | 8 |
| Octobre | 31,0 | 8 |
| Novembre | 43,4 | 11 |
| Décembre | 37,3 | 10 |
| Janvier | 50,8 | 13 |
| Février | 47,4 | 12 |
| Mars | 45,5 | 12 |
| Avril | 40,9 | 11 |
| Mai | 35,8 | 9 |
| Juin | 12,3 | 3 |
| Juillet | 3,9 | 1 |
| Août | 8,8 | 2 |

Source : ANRH Blida, 2020

Les données (cf. tableau 1) indiquent une moyenne annuelle faible qui ne dépasse pas en général les 400 mm. On voit que l'agriculture, dans ces conditions, est limitée par le facteur pluviométrique tout en remarquant une variation saisonnière moyenne des précipitations durant les mois de l'année sauf pour la période estivale (juin, juillet, août) où il ne pleut presque pas.

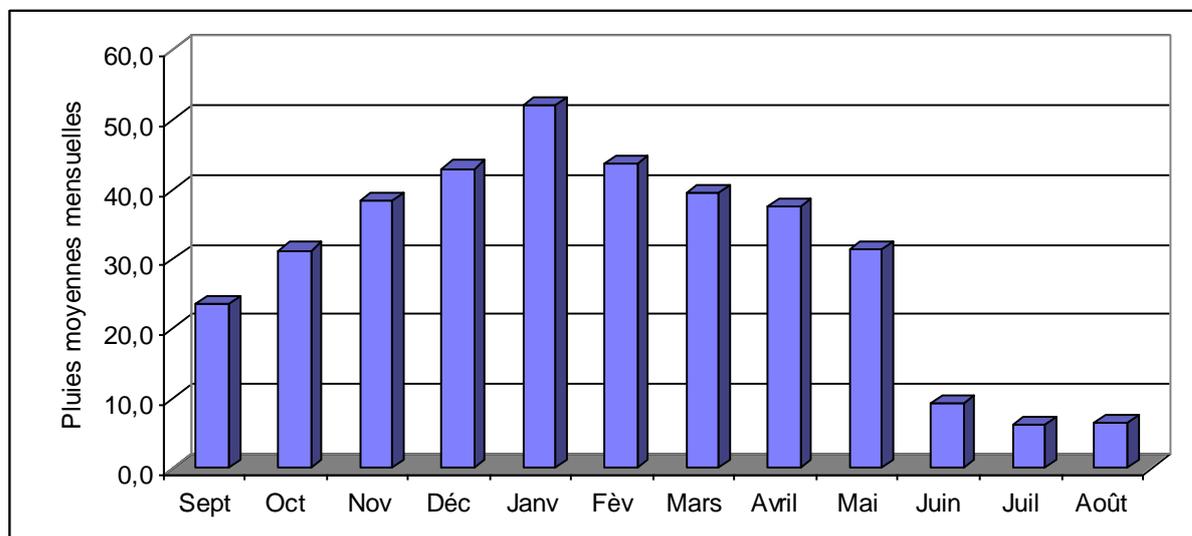


Figure I.4. Histogramme des précipitations mensuelles à la région de Beni Slimane (Période : 1999-2018)

Le maximum de précipitations est observé en janvier et le minimum en juillet. Aussi on observe (cf. fig. 4) que pratiquement, il existe deux saisons l'une humide d'octobre à Mai et l'autre quasiment sèche de juin à septembre.

Quant aux jours de pluies ils ne sont que de 70 jours soit 19% de l'année ce qui montre que la pluie tombe, souvent, sous forme d'averse ce qui rend la durée de précipitation éphémère.

1.4.2. Les températures

Le relevé des températures s'est fait au niveau de la station météorologique de Beni Slimane sur une durée de 20 années pour établir une moyenne des températures minimales, maximales et moyennes pour chaque mois.

Tableau I.2. Moyennes mensuelles des températures à la station de Beni Slimane (Période : 1999-2018)

| Mois | S | O | N | D | J | F | M | A | M | J | J | A |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| T _{min} (°C) | 15,3 | 11,4 | 7,0 | 4,3 | 3,4 | 3,4 | 5,1 | 7,0 | 10,8 | 15,4 | 17,9 | 18,8 |
| T _{max} (°C) | 30,0 | 24,8 | 18,8 | 14,1 | 13,2 | 14,6 | 18,0 | 20,2 | 25,9 | 32,0 | 36,1 | 36,4 |
| T _{moy} (°C) | 22,6 | 18,0 | 13,0 | 9,2 | 8,3 | 9,0 | 11,4 | 13,5 | 18,3 | 23,6 | 27,0 | 27,6 |

Source : ONM, 2020

La série statistique étudiée sur une période de 20 ans montre que les températures sont relativement clémentes. Les mois les plus froids sont janvier et février et les mois les plus chauds sont juillet et août. Quant à l'amplitude thermique moyenne, elle varie entre 10 et 15

°C pour les saisons automnale, hivernale et printanière et entre 17 et 20 °C pour la saison estivale.

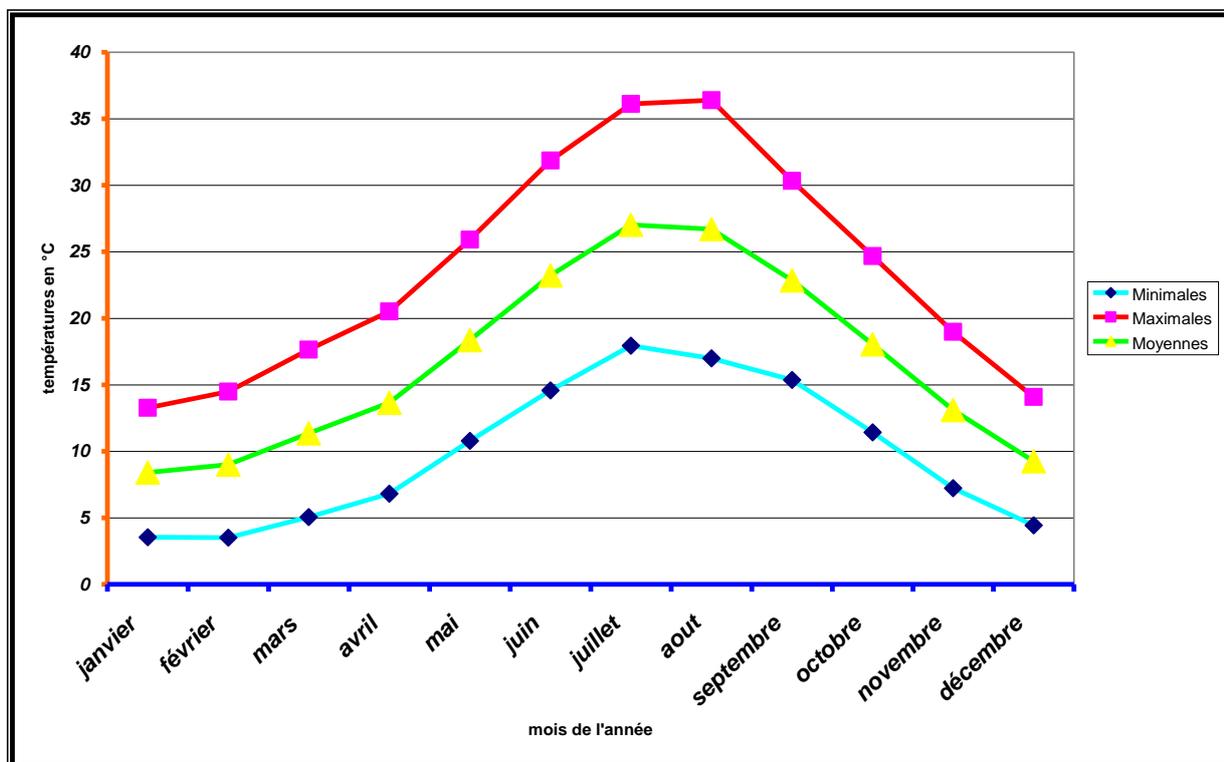


Figure I.5. Températures maximales, minimales et moyennes à la station de Beni Slimane (Période : 1999-2018)

I.4.3. Le diagramme Ombro-thermique (pluies et températures)

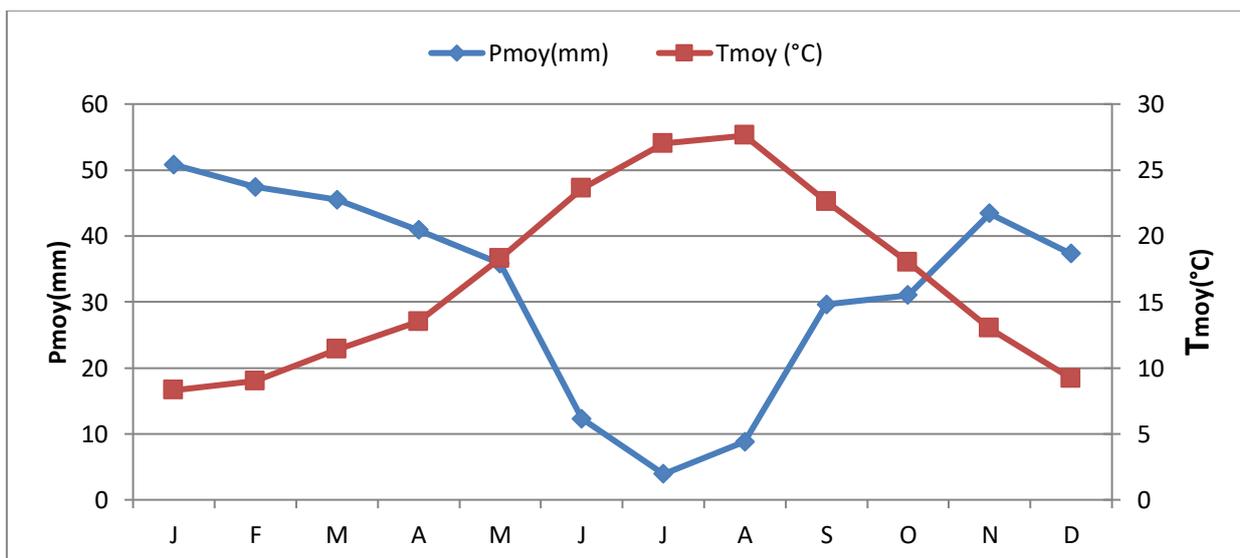


Figure I.6. Diagramme Ombro-thermique à la station de Beni Slimane (Période : 1999-2018)

Ce diagramme (Fig. 6) donne un meilleur aperçu entre la saison humide et froide qui pratiquement concerne les mois allant de novembre à avril et la saison sèche qui va de mai à octobre. Cette répartition des pluies et des températures dans le temps indique la nécessité d'irriguer les cultures durant la période allant du mois d'avril au mois d'octobre.

1.4.4. Les autres facteurs climatiques

Les facteurs climatiques (gelée, neige, orages, grêle et sirocco) ont été observés à la station météorologique de Beni Slimane sur une période de 20 années. Il a été relevé le nombre de jours d'apparition par mois du phénomène observé.

a) La gelée

**Tableau I.3. Fréquence des gelées à la station de Beni Slimane
(Période : 1999-2018)**

| Mois | S | O | N | D | J | F | M | A | M | J | J | A | Tot |
|------------|---|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|---|---|------------|
| Nbre Jours | 0 | 0 | 1 | 6 | 10 | 7 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 29 |
| (%) | 0 | 0,70 | 4,89 | 20,24 | 36,13 | 24,43 | 8,90 | 2,62 | 1,92 | 0,17 | 0 | 0 | 100 |

Source : ONM, 2020

On remarque que le nombre de jours de gelées par année est de 29 jours avec de fortes fréquences pour les mois de janvier, février et décembre.

b) La neige

**Tableau I.4. Fréquence de la neige à la station de Beni Slimane
(Période : 1999-2018)**

| Mois | S | O | N | D | J | F | M | A | M | J | J | A | Tot |
|------------|---|----|---|-------|-------|-------|-------|---|---|---|---|---|------------|
| Nbre Jours | 0 | 0 | 0 | 5 | 6 | 7 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21 |
| (%) | 0 | 00 | | 23,81 | 28,56 | 33,33 | 14,29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 |

Source : ONM, 2020

Le nombre de jours de neige est très faible sur l'année. On peut dire qu'il neige rarement sur la plaine de Beni Slimane.

c) Orages

**Tableau I.5. Fréquence des orages à la station de Beni Slimane
(Période : 1999-2018)**

| Mois | S | O | N | D | J | F | M | A | M | J | J | A | Tot |
|------------|-------|-------|------|------|-----|------|------|------|-------|-------|------|-------|------------|
| Nbre Jours | 28 | 34 | 7 | 7 | 13 | 7 | 3 | 12 | 39 | 26 | 13 | 35 | 224 |
| (%) | 12,50 | 15,18 | 3,13 | 3,13 | 5,8 | 3,13 | 1,34 | 5,36 | 17,41 | 11,61 | 5,80 | 15,63 | 100 |

Source : ONM, 2020

On remarque que les orages sont fréquents en période estivale et le début de la période printanière.

d) La grêle

**Tableau I.6. Fréquence de la grêle à la station de Beni Slimane
(Période : 1999-2018)**

| Mois | S | O | N | D | J | F | M | A | M | J | J | A | Tot |
|------------|-------|------|---|------|------|------|------|------|------|------|---|---|------------|
| Nbre Jours | 9 | 1 | 0 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 21 |
| (%) | 42,86 | 4,76 | 0 | 9,52 | 4,76 | 9,52 | 9,52 | 9,52 | 4,76 | 4,76 | 0 | 0 | 100 |

Source : ONM, 2020

La région de Beni Slimane n'a connu que 21 jours par année de grêle, ce qui est insignifiant. Cependant en termes de fréquence c'est le mois de septembre qu'il y a le plus grand risque de grêle.

e) le sirocco

**Tableau I.7. Fréquence du sirocco à la station de Beni Slimane
(Période : 1999-2018)**

| Mois | S | O | N | D | J | F | M | A | M | J | J | A | Tot |
|------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------------|
| Nbre Jours | 3,4 | 2,55 | 0,1 | 0,25 | 0,55 | 0,2 | 1,15 | 0,75 | 1,17 | 2,85 | 3,45 | 3,85 | 21 |
| (%) | 16,35 | 12,26 | 0,48 | 1,20 | 2,64 | 0,96 | 5,53 | 3,61 | 8,17 | 13,70 | 16,59 | 18,51 | 100 |

Source : ONM, 2020

Dans l'année, on dénombre, en moyenne 21 jours de sirocco avec une forte fréquence s'étale du mois de juillet au mois de septembre.

f) Les vents

Tableau I.8. vitesse moyenne du vent

| Mois | Jan | Fév | Mars | Avr | Mai | Juin | Juil | Août | Sept | Oct | Nov | Déc |
|-----------------------------------|-----|-----|------|-----|-----|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| La vitesse de vent m/s | 2.9 | 2.1 | 2.9 | 2.7 | 3.0 | 2.5 | 2.9 | 2.5 | 2.6 | 2.1 | 2.2 | 2.8 |

Source : Subdivision agricole de Beni Slimane

Les vents à la station de Beni Slimane ont une direction dominante Est-Ouest. Les mois d'été (juillet et août) et septembre, les vents ont une direction Nord-Ouest. En avril, mai et juin on note que les vents ont une direction Ouest, Nord et Est.

I.5. 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 le degré de sécheresse de la région et donc la nécessité d'introduction de l'irrigation par rapport au climat :

$$I = \frac{P}{(10 + T)}$$

$$I = \frac{386.7}{(10 + 16.79)} = 14,43$$

Avec :

Ia : Indice d'aridité.

P : Précipitations moyennes annuelles (Σ pluies moy mensuelles) : 386,7 mm.

T : Températures moyennes annuelles : 16,79 °C.

Tableau I.9. Classement de l'Indice 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 |
| $20 < I < 30$ | Relativement humide | Parfois utile |
| $I > 30$ | Humide | Inutile |

➤ Interprétation des résultats :

D'après la valeur de l'indice climatique qui est égale à 14,43 on voit que la région se caractérise par un climat sec, alors l'irrigation est souvent **Indispensable**.

I.6. Classification du climat selon le diagramme d'Emberger

Le quotient pluviométrique indique l'étage bioclimatique de la région étudiée.

$$Q = \frac{2000P}{M^2 - m^2}$$

Avec :

Q : coefficient pluviométrique d'Emberger.

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

M : moyenne des températures maximales (Kelvin).

m : moyenne des températures minimales (Kelvin).

$$Q = 2000 \frac{386.7}{(36.4 + 273)^2 - (3.4 + 273)^2} = 40$$

La station de Beni slimane aura un Q = 40 et Tmoy (moins plus froids) = 3.4 °C.

D'après le diagramme bioclimatique d'Emberger (Figure au dessous), le climat de notre région est un climat semi-aride.

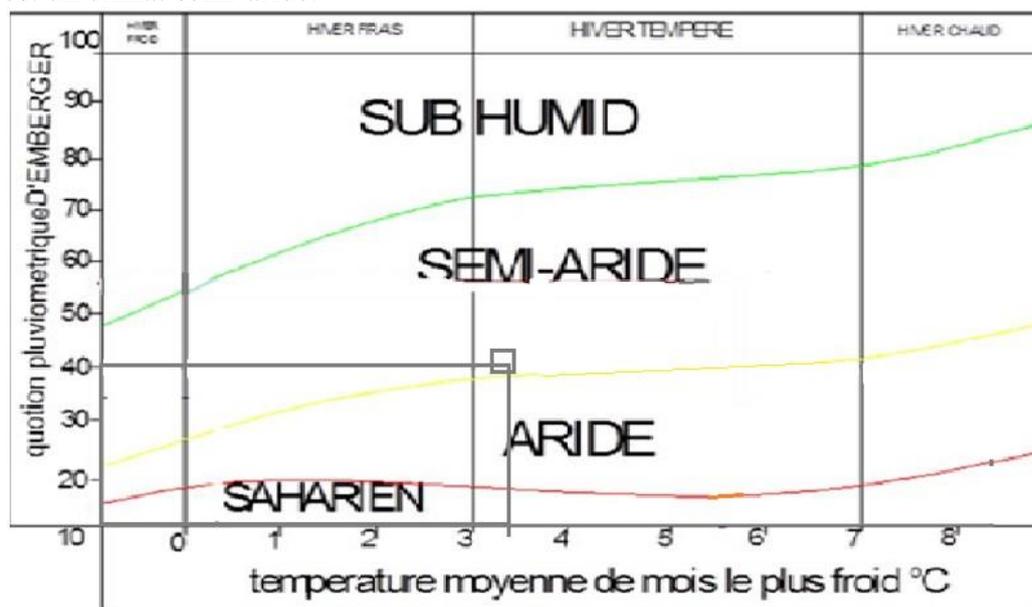


Figure I.7. Diagramme bioclimatique d'Emberger

1.7. Le cadre socio-economique

La connaissance de la situation sociale et démographique et de la base économique de la région d'étude permet d'apprécier les atouts et les contraintes de développement qui militent pour le lancement du projet d'irrigation.

1.7.1. La population

L'étude de la population humaine de la wilaya de Médéa qui regroupe 64 communes présente une superficie totale de 8740 km².

Tableau I.10. Recensement de la population de Médéa en tranches d'âge et par sexe

| Tranches d'âge | Masculin | Féminin | Total |
|----------------|----------|---------|----------------|
| 0 à 4 | 50 678 | 48 091 | 98 769 |
| 5 à 9 | 60 116 | 57 589 | 117 705 |
| 9 à 10 | 63 215 | 60 865 | 124 080 |
| 10 à 14 | 59 376 | 56 864 | 116 240 |
| 15 à 19 | 46 423 | 44 476 | 90 899 |
| 20 à 24 | 38 522 | 37 748 | 76 270 |

| | | | |
|--------------|----------------|----------------|----------------|
| 25 à 29 | 29 028 | 28 672 | 57 700 |
| 30 à 34 | 24 022 | 23 680 | 47 702 |
| 35 à 39 | 19 713 | 19 754 | 39 467 |
| 40 à 44 | 15 734 | 14 805 | 30 539 |
| 45 à 49 | 11 262 | 10 902 | 22 164 |
| 50 à 54 | 10 761 | 9 695 | 20 456 |
| 55 à 59 | 8 834 | 8 887 | 17 721 |
| 60 à 64 | 7 433 | 6 917 | 14 350 |
| 70 à 74 | 4 956 | 4 191 | 9 147 |
| 75 à 79 | 3 356 | 2 606 | 5 962 |
| 80 et plus | 3 564 | 2 952 | 6 516 |
| N D | 402 | 764 | 1 166 |
| Total | 457 395 | 439 458 | 896 853 |

Source : DPAT de la wilaya de Médéa, 2020

On observe que la population de la wilaya de Médéa est jeune. En effet 76% de sa population au moins de 30 ans. Ce potentiel, constitue un atout pour la wilaya pour la multiplication de projets de développement

La densité de population moyenne de la wilaya est de 102 habitants par km² avec de fortes variations dans les communes qui la composent. Pour la commune de Beni Slimane présentant une superficie de 92 km² avec une forte densité de population qui est de 399 hab/ km².

La commune de Beni Slimane a connu une forte évolution démographique durant la période allant de 1977 à 2005. En 28 ans sa population a presque triplé.

On enregistre sur cette période un accroissement de la population de 64% soit un taux d'accroissement annuel de la population de 2,28%.

En ce qui concerne la population active et selon la DPAT de Médéa, elle est estimée à 195 465 individus et la population occupée à 154 500, ce qui donne une population sans travail de 40 965 personnes soit un taux de chômage de 20,96%.

On constate que le taux de chômage est fort surtout dans les communes qui présentent peu d'activités comme la commune de Beni Slimane qui est essentiellement à vocation agricole. Pour la commune de Beni Slimane la population occupée dans l'agriculture selon la subdivision agricole est de 8967 personnes (cf. tableau 10) ce qui montre un faible taux d'occupation.

1.7.3. La main – d'œuvre agricole

Dans le cadre du recensement général de l'agriculture (RGA, 2001) auprès des exploitations agricoles, une estimation de la main d'œuvre employée selon sa qualité (permanente ou saisonnière) a été faite et actualisée par la subdivision agricole de Beni Slimane en 2006.

Tableau I.11. Emploi de la main d'œuvre agricole dans la commune de Beni Slimane

| Secteur | Nombre d'exploitations | Main d'œuvre permanente | Main d'œuvre saisonnière |
|------------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Privé | 1 507 | 3 113 | 5 500 |
| EAC | 18 | 95 | 60 |
| EAI | 6 | 10 | 50 |
| EURL | 2 | 14 | 49 |
| Jeune investisseur | 1 | 1 | 0 |
| Eleveurs sans terre | 25 | 50 | 25 |
| Total | | 3 283 | 5 684 |
| Main d'œuvre agricole | | 8967 | |

Source : Subdivision agricole de Beni Slimane

On remarque que la main d'œuvre permanente ne représente que 37% de la main d'œuvre totale agricole. Il est vrai qu'avec le système extensif pratiqué la main d'œuvre permanente ne peut être que réduite. Le recrutement de la main d'œuvre temporaire se fait pratiquement à la saison de récolte. Pour l'opération de récolte, on constate un pic en travail d'où une offre de travail supérieure aux disponibilités des exploitations agricoles.

Tableau I.12. Main d'œuvre occupée par hectare pour les différents secteurs juridiques

| Secteurs | Superficies (ha) | MOP/ HA | MOS/ HA |
|----------|------------------|-------------|-------------|
| Privé | 5415 | 0,57 | 1,02 |
| EAC | 1530 | 0,06 | 0,04 |
| EAI | 75 | 0,13 | 0,67 |
| EURL | 1131 | 0,01 | 0,04 |
| | 8151 | 0,40 | 0,69 |

Source : (calculs de ratios) Subdivision agricole de Beni Slimane

Le calcul de ratios sur la main d'œuvre montre que le secteur privé présente un rapport élevé par rapport au secteur public.

I.8. Conclusion

La plaine de Beni Slimane est caractérisée par un climat méditerranéen à hiver frais de type semi continental. Cette continentalité est due à l'altitude qui est comprise entre (500 à 700 mètres).

L'amplitude thermique est assez élevée (Le régime des précipitations est caractéristique pour les régions méditerranéennes, grande quantité de précipitations tombent pendant la période froide. Les précipitations augmentent régulièrement avec l'altitude de l'Ouest à l'Est. Elles sont influencées par l'exposition des pentes.

Dans la plaine et au bas des pentes, la neige est enregistrée presque chaque année et est accompagnée par une température basse.

Puisque la plaine est caractérisée par un été sec et chaud l'introduction de l'irrigation est donc indispensable pour un développement des cultures et une intensification de l'agriculture et donc un bon rendement pour cette zone.

CHAPITE II : ETUDE AGRO-PEDOLOGIQUE

II.1. Introduction

La principale classification pédologique en usage par les pédologues en Algérie est inspirée de la classification française – travaux de la commission de pédologie et de cartographie des sols de France (C.P.C.S), édition de 1967.

Le levé cartographique a été facilité et sa précision augmentée grâce aux relations qui ont pu être établies entre niveau géomorphologique et pédo-morphologique.

La prospection pédologique de la plaine de Béni Slimane a été réalisée à l'échelle 1/50 000, aussi bien pour les travaux de terrain que pour la cartographie des sols.

L'élaboration de la carte des sols, qui est un document de base pour les autres cartes (Aptitude des sols aux cultures en irrigué, zones homogènes) a été établie après plusieurs phases.

II.2. Classification et caractères morphologique des sols

La classification des sols utilisée est basée essentiellement sur les caractères morphogénétiques. La classification est conçue comme un système de référence qui permet d'ordonner les sols décrits dans une étude et les unités d'une carte suivant un plan commun.

Cette classification comprend deux unités :

- Unités majeures : Classe - Sous classe - Groupe - Sous groupe.
- Unités mineures: Famille- Série- Type.

A travers les unités majeures on arrive à fixer la filiation génétique d'un sol ou sa pédogenèse (le climat, les différents remaniements et organisations des couches terrestres, les diverses altérations géologiques constituent).

La prospection pédologique confrontée aux résultats analytiques des sols a permis de mettre en évidence 03 classes de sols réparties comme suit :

- Classe des sols peu évolués.
- Classe des sols calcimagnésiques.
- Classe des sols à sesquioxyde de fer (prennent la majorité du sol dans la zone).

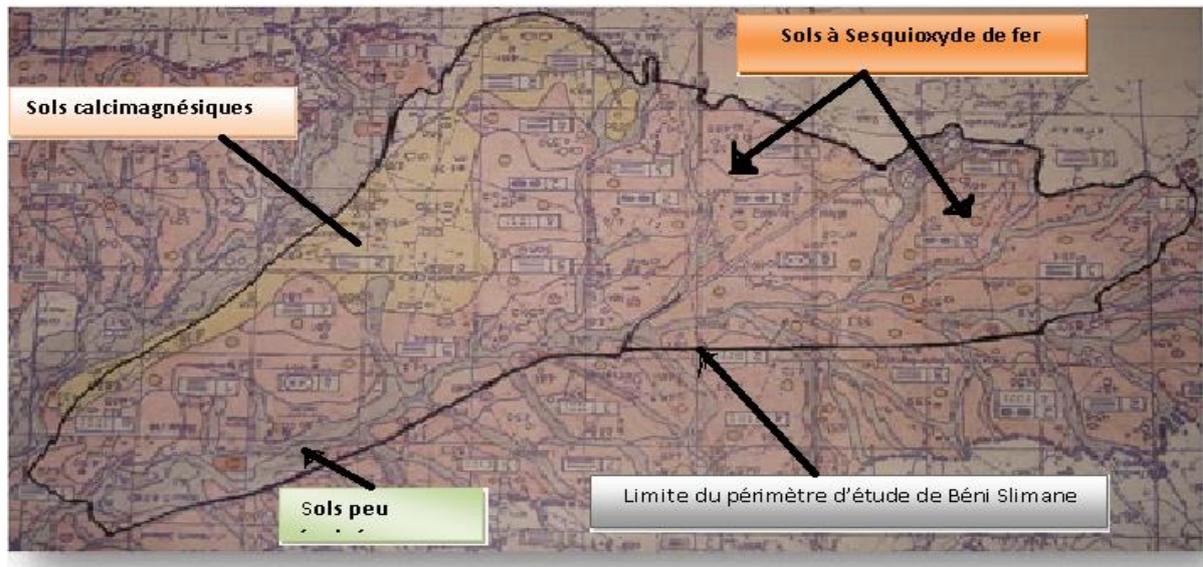


Figure II.1. Extrait de la carte pédologique au 1/50 000 de l'étude de la plaine de Béni Slimane- Aribs (ANRH, 1976)

Le mode et le processus d'évolution des sols ainsi que leur intensité déterminent le type de développement du profil pédologique.

Au niveau supérieur de la classification, les différents types reconnus dans la région étudiée, se répartissent entre les classes indiquées au tableau 9 :

Tableau II.1. Classification des sols

| Classes | Sous-classe | Groupe | Sous-groupe | Famille | Série | Type |
|------------------------------|---|---|--|--------------------------------|------------------------|------------------------------------|
| Sols peu évolués | Non climatiques | Alluvial | Modal | Sur alluvions | Profond | Limono-argileux Argilo-limoneux |
| Sols calcimagnésiques | Carbonatés | Rendzine | Modale | Sur croûte | Peu profond | Limono-argileux Argileux |
| Sols à sesquioxyde de fer | Sols rouges formés sous un climat de type méditerranéen | Sols à réserves calciques et le plus souvent peu lessivés | Avec ou sans horizons Cca Modaux | Sur colluvions et alluvions | Moyennement profond | Argileux |
| | | | A caractères vertiques | Sur croûte et encroûtement | Profond | Très argileux |
| | | | Recalcarifiés | | Moyennement profond | Limono-argileux Argilo-limoneux |

II.3. Description des sols les plus représentatifs (sols a sesquioxyde de fer) :

Cette classe qui est la plus représentative des sols étudiés porte sur une superficie de : **1494,21 ha (56,55%)**, caractérisé dans le cadre climatique de l'étude par la sous classe des sols rouges ou sols fersialitiques.

Dans cette sous classe, la fraction argileuse prend génétiquement et morphologiquement une importance prépondérante tandis que l'influence des oxydes de fer se limite à une action d'accompagnement de l'argile.

a) Description du profil n° 03

Localisation : Ouest de Béni Slimane

Drainage : Bon

Occupation du sol : Jachère

Relief : Légère pente

Etat de la surface : Cailloux roulés en surface

Géomorphologie : Glacis

Coordonnées Lambert : X = 555,600 km

Y = 322,750 km

Tableau II.2 Granulométrie et Matières Organiques

| Horizon | Granulométrie % | | | | | Matières Organiques % | | | |
|---------|-----------------|-----|------|-----|-----|-----------------------|------|------|-----|
| | A | Lf | Lg | Sf | Sg | MO | C | N | C/N |
| 0-50 | 62 | 8,7 | 13,3 | 14 | 1,6 | 0,25 | 1,46 | 0,16 | 9 |
| 50-100 | 77 | 4,7 | 10,9 | 6,5 | 0,6 | 0,13 | 0,78 | 0,1 | 8 |
| 100-120 | 73,5 | 6,7 | 11,6 | 7,3 | 0,9 | 0,10 | 0,62 | 0,1 | 6 |

Tableau II.3 réserves minérales et solution du sol

| Horizon en cm | CaCO ₃ Total % | CaCO ₃ actif % | P ₂ O ₅ total (ppm) | P ₂ O ₅ assimilable (ppm) | K ₂ O total | PH | C.E en mmhos /cm |
|---------------|---------------------------|---------------------------|---|---|------------------------|-----|------------------|
| 0-50 | 2,4 | --- | --- | 15,08 | 0,25 | 8,4 | 0,13 |
| 50-100 | 2,4 | --- | --- | 25,41 | 0,25 | 8,2 | 0,13 |
| 100-120 | 2,4 | --- | --- | 15,08 | 0,23 | 8,2 | 0,15 |

Tableau II.4

CEC

| Horizon (cm) | Complexe Absorbant meq/100g | | | | |
|--------------|-----------------------------|------------------|-----------------|----------------|-------|
| | Ca ⁺⁺ | Mg ⁺⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | S |
| 0-50 | 22,18 | 9,79 | 0,64 | 1,07 | 33,68 |
| 50-100 | 26,69 | 8,56 | 0,69 | 1,59 | 37,53 |
| 100-120 | 27,17 | 11,68 | 0,33 | 0,89 | 40,07 |

b).DESCRIPTION ET INTERPRITATION

0-50cm : Horizon de labour (Ap) brun rouge (2,5 YR 4/4) – frais- texture Argileuse- structure grumeleuse- porosité très bonne- bon enracinement - activité biologique assez bonne- consistance dure- cohésion forte- transition nette- Hcl 0

50-100cm : Horizon brun rouge (2,5 YR 4/5) - texture Argileuse - structure polyédrique fine à moyenne - porosité très bonne - faces lisses - activité biologique faible - consistance dure - cohésion forte - Limite inférieure nette - Hcl 0

100-120cm : Horizon brun rouge (2,5 YR 4/5) - frais - texture Argileuse - structure prismatique avec une sous structure en polyèdres grossiers - faces lisses - porosité faible - activité biologique faible - consistance dure - cohésion forte - faces lisses bien développées - Hcl 0

120cm< : croûte

Le profil décrit présente 03 horizons de haut en bas :

1^{er} Horizon de 0 à 50cm

2^{ème} Horizon de 50 à 100cm

3^{ème} Horizon de 100 à 120 cm

La pédogénèse de ces sols est liée aux fluctuations de la nappe temporaire et artificielle dû aux mauvais drainages, la Structure de ces sols est grumeleuse dans l'horizon de labour (Ap) du fait des fréquents travaux, la structure en plaquette gauchies (faces lisses) dans la partie moyenne (2^{ème} Horizon) et dans la partie profonde.

Les sols sont de couleurs foncées, surtout dans l'horizon « B » la structure est prismatique grossière avec des faces lisses (brillance des faces) ,ces faces lisses sont moins prononcées que dans les Vertisols.

Actuellement, ces sols de texture fine et très fine sont utilisés pour les céréales, pour les légumineuses et les légumes secs, rarement ces sols sont utilisés pour les cultures maraichères.

L'arboriculture, à par le vignoble et les arbres rustiques (amandiers, oliviers, etc.) Peuvent trouver leur place dans la région. le développement des arbres devient ralenti dès que les racines atteignent les parties basses.

Les résultats analytiques du profil N°3, portées dans les tableaux ci-dessus, montrent que la texture est très argileuse avec un taux d'argile qui varie de 62% pour le premier horizon, de 77% dans le deuxième et 73,5% en profondeur.

La teneur en matière organique est très faible, elle est de l'ordre de 0,1 à 0,16%, le C/N oscille entre 9 (satisfaisant) en surface et 6 en profondeur (la minéralisation se trouve ralentie).

Le calcaire total faible (en dessous de 2,4%), les horizons recalcarifiés, le calcium, lessivé, s'accumule en profondeur.

La salinité est insignifiante (inférieure à 0,13mmhos/cm).

Le PH est compris entre 8,2 et 8,4 (légèrement alcalin).

Le complexe absorbant est saturé en Calcium et en magnésium.

c). PROPRIETES AGRONOMIQUES DES SOLS ROUGES

Ces sols à texture fine et très fine en profondeur, sont d'aptitude moyenne aux cultures arboricoles, en irrigué.

L'aptitude est bonne pour les cultures industrielles, les cultures céréalières et fourragères et les cultures maraîchères adaptées aux textures fines.

L'aptitude en irrigué dépend de la profondeur des sols qui varie suivant la présence d'une croûte ou d'un encroûtement et de leur niveau d'apparition.

Le système d'irrigation pour ces sols est l'aspersion pour les cultures céréalières fourragères et maraîchères à cause de la texture argileuse et du relief légèrement ondulé au Sud Est du périmètre et plat sur les parties basses du périmètre.

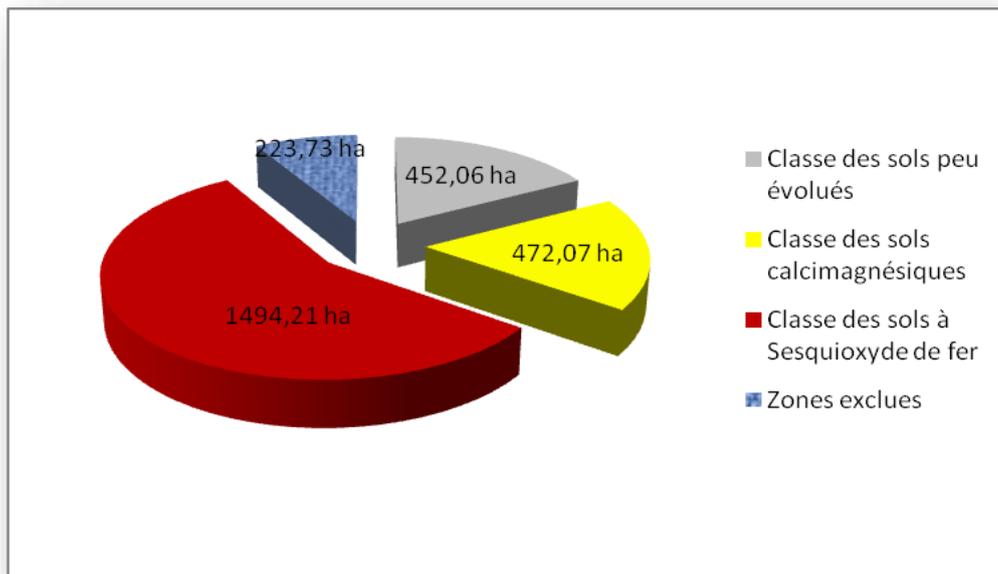


Figure 2 : Répartition de la superficie entre les classes de sols

II.4. Zones homogènes

La carte des zones homogènes réalisée au 1/50.000^{ème} a distinguée 05 zones:

Zone I : Très bons sols, fertiles, profonds et bien structuré ; cette catégorie de sols convient à toutes les cultures possibles sous le climat de la région, elle occupe une superficie de 1930 ha, soit 4,6% ;

Zone II : profonds à moyennement profonds et peu humifères, structure favorable, les sols de cette catégorie conviennent à diverses cultures après la réalisation de certains travaux (léger nivellement et épierrage) ; la superficie est de 5740 ha (13,6%) ;

Zone III : cette catégorie de sols a été scindée en trois parties (IIIA : 4270 ha, IIIB : 2950 ha et IIIG : 7360 ha), les sols de cette zone moyennement aptes à l'irrigation sont souvent et soumis à l'érosion, les deux premières sous zones sont aptes aux cultures céréalières et fourragères et la IIIG aux cultures céréalières, fourragères, maraichères, industrielles et arboricoles après des travaux d'amélioration (épierrage, nivellement et localement drainage).

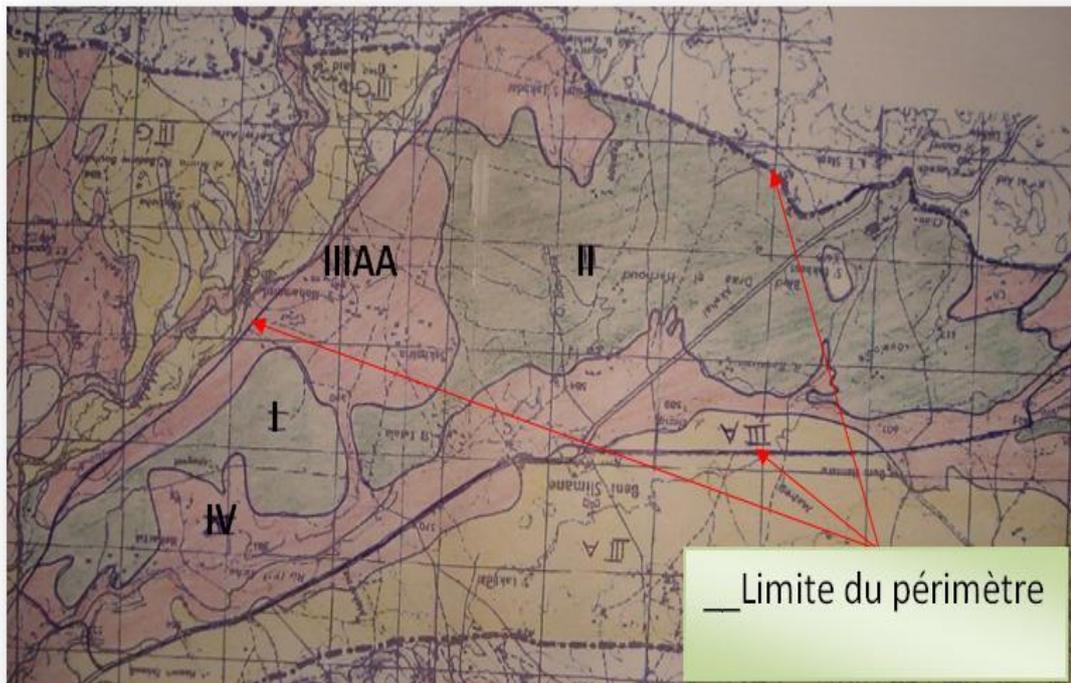


Figure 3 :La carte des zones homogènes réalisée au 1/50.000ème

II.5. Caractéristiques hydrodynamiques du sol :

Tableau Error! No text of specified style in document..5 : Propriétés hydrodynamiques des sols

| Texture | Argileux-limoneux |
|--------------------------------|-------------------|
| Capacité au champ (%) | 29.3 |
| Point de flétrissement (%) | 19.2 |
| Vitesse de perméabilité (mm/h) | 6 -7 |
| Densité apparente | 1.4 - 1.6 |

II.6. Conclusion

Ce chapitre a été consacré à l'analyse agro-pédologique de la zone d'étude. Cette prospection pédologique, a fait ressortir trois classes du sol :

- Les sols peu évolués
- Les sols calcimagnésiques
- Les sols à sesquioxyde de fer

Quant aux sols rouges elles sont les plus représentatifs, occupent les terrasses et s'étendent sur une superficie de : 1494,21ha

La plaine de Béni Slimane présente des sols homogènes, caractérisés par une texture fine à très fine sur tous profils décrits et analysés, tandis que la profondeur des sols est variables (0-50cm/ 0-80cm et 120 cm à 160cm), les sols reposent soit sur des croûtes ou encroûtement à des niveaux variables, en fonction de la topographie.

La connaissance des caractères physico-chimiques des sols permettra par cette occasion l'introduction de nouvelles cultures dans la plaine.

CHAPITRE III : ANALYSE DEE RESSOURCES EN EAU

III.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous étudions tous ce qui concerne les ressources en eau dans notre zone d'étude, telles que les sources d'eau et leurs qualités, les pluies et l'évapotranspiration.

L'irrigation de ce périmètre, d'une superficie de 2000 ha est assurée à partir du barrage de Beni Slimane avec un volume annuel régularisé de 8,0 Hm³.

Ce travail a pour but de faire un ajustement statistique des pluies par les lois statistiques et déterminer une année de calcul à la fin.

III.2. Réseau hydrographique

Le périmètre de Beni Slimane est limité au Sud-Est par l'oued Mellah. Au Nord, l'oued Bennloulou, qui est un affluent de l'oued Mellah, longe le périmètre d'Est en Ouest. Au sud de Beni Slimane les affluents : oued Lekehal et oued Bou Draa traversent le périmètre.

Les cours d'eau peu importants ont une direction Sud-Est. Les lits des oueds sont profonds et stables, signe de l'arrêt de la sédimentation fluviale. Les pentes, généralement inclinées vers le Nord, oscillent de 1 à 3 %.

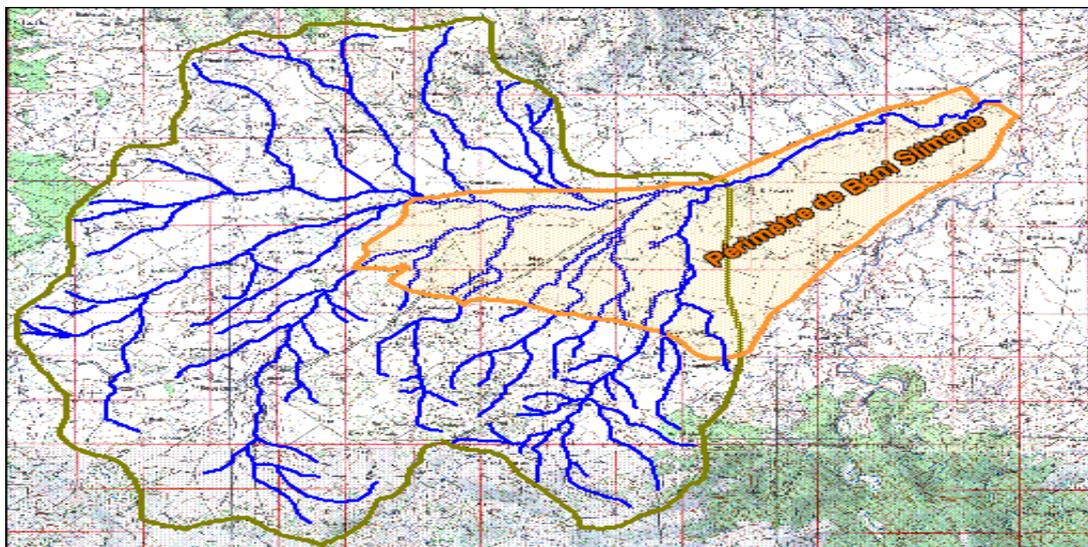


Figure III.1. Réseau hydrographique de la région d'étude

III.3. Géomorphologie

Une carte géomorphologique a été élaborée par l'ANRH au 1/50 000 (les Aribis, Beni Slimane, Melle Abada) en 1974.

D'après l'extrait (voir figure ci dessous) de cette carte, dans laquelle, a été prise en considération uniquement la zone qui fait partie de l'étude, on peut distinguer les formations quaternaires suivantes :

a) Cône de déjection

- A l'Ouest du périmètre, à la limite Est du périmètre et englobe la localité de Tam gout, Sidi Mohamed, douar Skhairia ;
- A la limite Sud Ouest de la plaine, au niveau de Koudiat Oum El Fekhoum ;
- Au Sud du chef lieu de Béni Slimane sur les piémonts de Rouaihia ;

Cette unité est constituée de gros galets de 10 à 50 cm, les sols peu profonds sont de texture Argilo Limoneuse, la matrice est calcaire marneux et de croûte démantelée.

b) glacis d'épandage

Petite superficie situé à la limite Ouest du Périmètre, formé par l'épandage des eaux de ruissellement, les sols sont très peu profonds reposant sur une croûte démantelée qui s'accumule vers l'aval ;

c) Quaternaire moyen

Formé par le glacis d'épandage, les sols sont de texture fine et sableuse en surface avec de petits cailloux par endroit, croûte friable recouverte par des sols de 15 cm ; ces sols sont situés à gauche de la route qui traverse obliquement le périmètre et va du chef lieu de la commune de Béni Slimane vers Sidi Lakhdar.

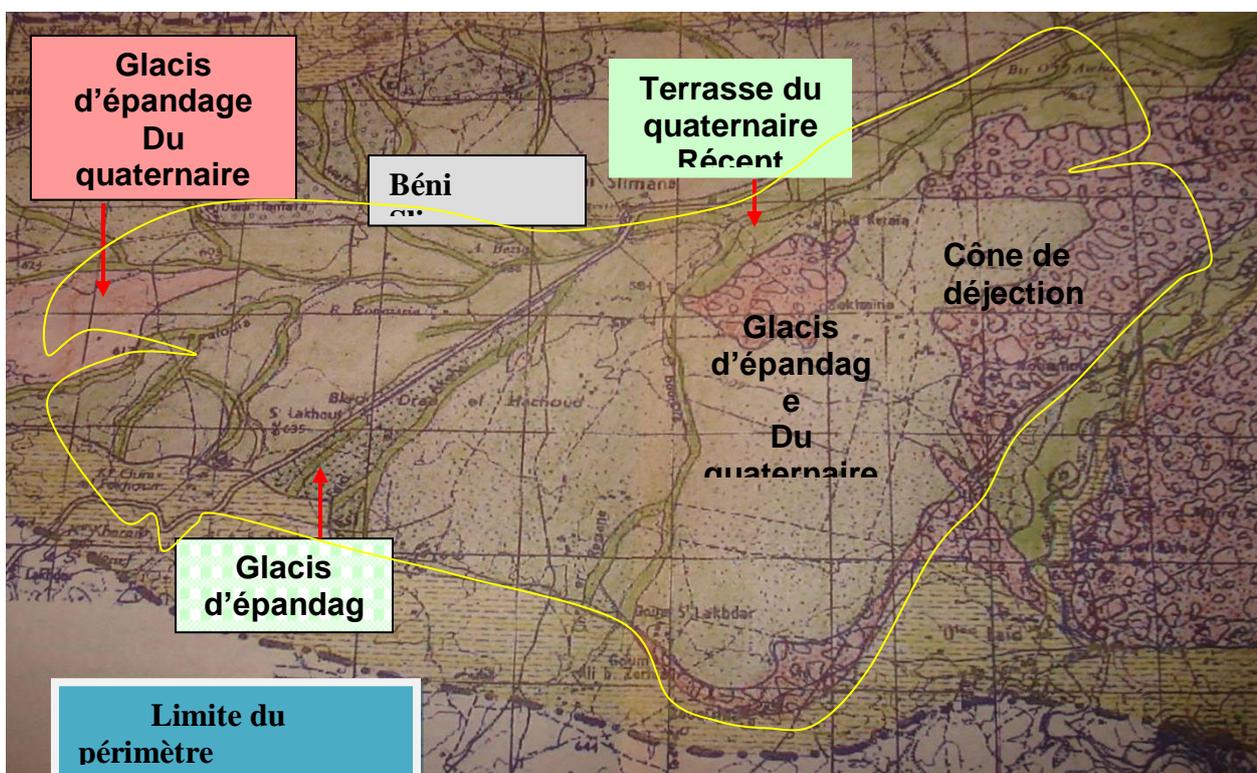


Figure III.2. Extrait de la carte géomorphologique de 1/50 000 de la plaine de Beni Slimane (ANRH, 1974)

d) Quaternaire récent : correspondant à la partie centrale du périmètre, les sols sont profonds avec présence de croûte calcaire et galets répartis en surface et en profondeur.

Les sols sont de texture argilo limoneuse, faible encroûtement en profondeur avec de rares cailloutis.

Les sols de glaciis d'épandage formés par le quaternaire récent sont très fins, limoneux, déposés par le ruissellement diffus.

Les sols longent l'oued Ben loulou, sur la rive droite et gauche ils sont de couleur brun foncé avec des caractères vertiques.

Les lits des oueds forment la terrasse alluviale du périmètre avec des sols profonds et présence de galets alluviaux et profonds.

III.4. Présentation du barrage de Beni Slimane

Selon l'étude de faisabilité réalisée par le bureau d'étude NINHAM SHAND pour le compte de l'Agence Nationale des Barrages et Transferts (ANBT) en 2005, le site du barrage de Beni Slimane est situé à environ 7 km au Sud de la ville de Beni Slimane. Il englobe la partie amont du bassin versant de l'oued Mellah.

Le bassin versant du barrage est entouré de montagnes dont leurs élévations changent de 1300 m NGA, dans les hauteurs du bassin versant, à environ 670 m NGA au site du barrage (zone très élevée).

Tableau III.1. Caractéristiques hydrologiques du bassin du barrage Mellah

| Composante | Unité | Valeur |
|---|--------------------|--------|
| Nom de l'oued | - | Mellah |
| Superficie du Bassin Versant | km ² | 178 |
| Elévation maximale | m NGA | 1373 |
| Elévation minimale | m NGA | 657 |
| Elévation moyenne | m NGA | 946 |
| Cours d'eau plus Long | Km | 28,9 |
| Distance au centroïde du bassin versant | Km | 13,8 |
| Pente du cours d'eau principale | % | 1,3 |
| Pente du bassin versant | % | 20,4 |
| Densité de drainage | km/km ² | 2,47 |
| Périmètre du bassin versant | Km | 70 |

Source : Etude de faisabilité réalisée par le bureau d'étude NINHAM SHAND, 2005

- Caractéristiques techniques du barrage de Beni Slimane :

- Coordonnées du site du barrage :
 $X = 530\ 686\ m$; $Y = 4002\ 225\ m$; $Z = 657\ m$
- Bassin versant (S) : $178\ Km^2$
- Capacité du barrage : $23\ Hm^3$
- Hauteur du barrage : $58\ m$
- Volume régularisé : $8\ Hm^3$
- Volume mort : $4\ Hm^3$
- Volume utile : $19\ Hm^3$



Figure III.3. Barrage de Beni Slimane

III.5. Hydrologie

III.5.1. Estimation des apports au barrage

Les données de la station hydrométrique de Beni Slimane sont utilisées pour évaluer les apports du bassin versant de l'oued Mellah, et par transposition on obtient les apports du bassin barrage de Beni Slimane.

La formule utilisée est la suivante :

$$Abge = \left(\frac{Sbge}{Sbv} \right) * Abv$$

- Abge : Apports au barrage
- Abv : Apports du bassin versant
- Sbge : Superficie du barrage
- Sbv : Superficie du bassin versant

Les résultats obtenus pour le bassin du barrage de Beni Slimane sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau III.2.: Apports liquides au barrage de Beni Slimane

| Paramètre | Valeur | Période |
|--|--------|-----------|
| Superficie du bassin en Km ² | 178 | - |
| Pluie moyenne annuelle en mm | 362, 4 | 1970-2006 |
| Apport annuel moyen observé en Hm ³ | 8,04 | 1974-1996 |
| Apport annuel moyen estimé en Hm ³ | 8,75 | 1970-2006 |

En conclusion, l'apport moyen interannuel au barrage de Beni Slimane est estimé à 8,75 Hm³ pour la période 1970-2006.

III.5.2. Précipitation

III.5.2.1. pluies annuelles

L'estimation des pluies moyennes annuelles dans la région d'étude s'est effectuée sur la base des données de trois (03) stations pluviométriques (données de ANRH) situées dans la région d'étude. La période d'observations de ces stations va de 1970 à 2006.

Les stations pluviométriques retenues pour l'estimation des précipitations dans le bassin versant ont été sélectionnées sur la base de l'emplacement géographique de ces stations et la période d'observation de ces dernières.

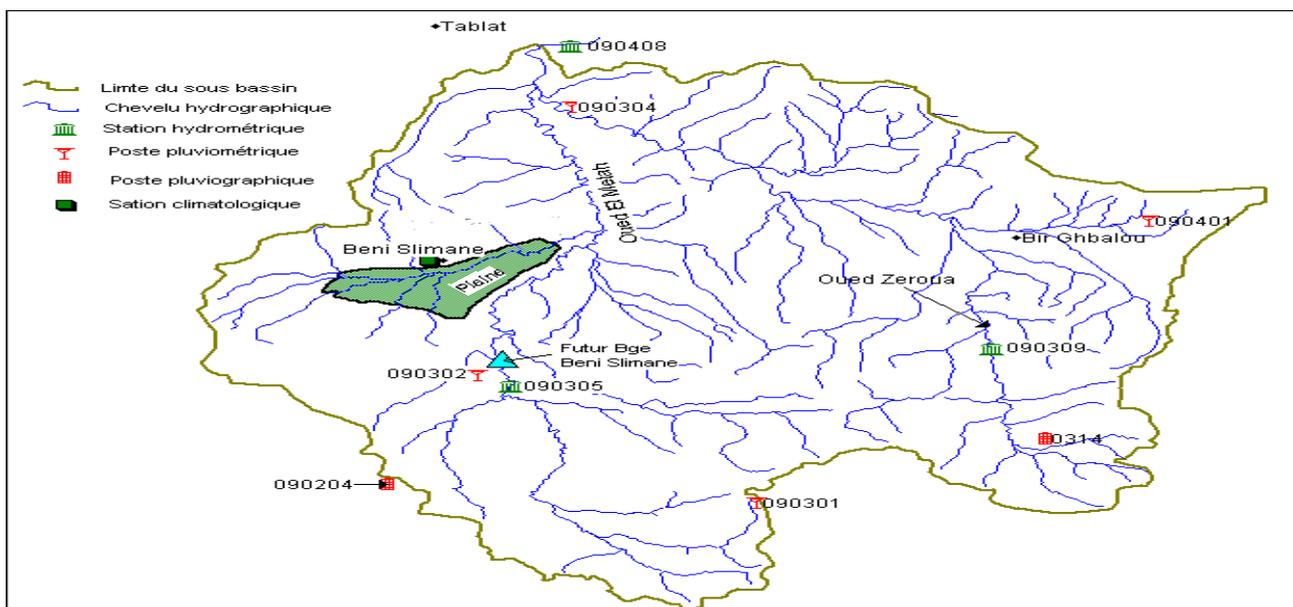


Figure III. 4 : Réseau d'observation hydro-climatologique du bassin de l'oued mellah (bassin d'ISSER).

Pluies moyennes annuelles obtenues :
Tableau III.3. Pluies annuelles moyennes

| Nom de la station | Code | Pluie moyenne annuelle en mm |
|-------------------|--------|------------------------------|
| Beni Slimane | 090302 | 362,4 |
| Djouab | 090301 | 496,4 |
| Dechmya | 090304 | 429,0 |

On constate un écart pluviométrique moyen annuel important entre la station de Beni Slimane et ceux de Djouab et Dechmya, ceci s'explique par le fait que les stations de Djouab et Dechmya sont plus à l'amont du bassin de l'oued Mellah par rapport à celle de Beni Slimane et par conséquent plus en altitude donc une pluviométrie plus importante.

➔ Pluie moyenne annuelle retenue

Vu la position géographique de la plaine de Beni Slimane par rapport aux postes pluviométriques disponibles, il est évident que la station de Beni Slimane représente mieux ce périmètre. Les deux autres postes sont plus en altitude par rapport au périmètre, par conséquent nous retenons seulement les données de la station de Beni Slimane tel que la moyenne pluviométrique sur la période 1989-2018 est de 401,8 mm pour cette région.

Dans ce qui suit, nous traiterons donc les données de la station de Beni Slimane pour donner un aperçu sur les valeurs des pluies annuelles fréquentielles,

Tableau III.4. Pluies moyennes mensuelles, pour la période 1989-2018, à la station de Beni Slimane (090302)

| | Sept | oct | Nov | Dec | janv | Fev | mars | avril | mai | juin | juil | Aout | annual |
|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|--------|
| 1989 | 20.4 | 4.5 | 11.6 | 10 | 39.4 | 0 | 61.7 | 38.4 | 96.3 | 22.4 | 54 | 0 | 358.7 |
| 1990 | 22 | 15.3 | 14.9 | 48.1 | 36 | 65.7 | 66.3 | 20 | 14.8 | 4.3 | 3.2 | 0 | 310.6 |
| 1991 | 5.5 | 70.8 | 6.9 | 4.8 | 83 | 8.7 | 57.5 | 61.8 | 77.4 | 19.4 | 21.7 | 0 | 417.5 |
| 1992 | 16.1 | 36 | 62.7 | 22.8 | 16.5 | 45.3 | 8.6 | 38.1 | 91.3 | 13.5 | 0 | 7.2 | 358.1 |
| 1993 | 49.7 | 12.3 | 18.8 | 29.8 | 40.1 | 38 | 0 | 46.4 | 2.5 | 0 | 0 | 3.7 | 241.3 |
| 1994 | 53.4 | 51.5 | 25.8 | 33 | 138 | 31 | 78.2 | 3.3 | 0 | 19 | 0 | 12.6 | 445.8 |
| 1995 | 15.6 | 33.1 | 10 | 8 | 30.7 | 77.7 | 29.6 | 80 | 43.7 | 51.2 | 12 | 9.7 | 401.3 |
| 1996 | 16.3 | 8.3 | 15.5 | 32.4 | 36.9 | 14.8 | 2.5 | 58.8 | 20.1 | 2.4 | 0 | 21.2 | 229.2 |
| 1997 | 47.1 | 42.6 | 53.3 | 55.9 | 13 | 59.6 | 7.8 | 18.1 | 144.2 | 4.5 | 0 | 11.5 | 457.6 |
| 1998 | 57 | 29.8 | 63.4 | 21 | 59.5 | 47.4 | 76.2 | 0.6 | 22.8 | 0.8 | 0.9 | 3.6 | 383 |
| 1999 | 24.9 | 30.1 | 57.4 | 26.1 | 64 | 45.9 | 75.7 | 1.6 | 28.8 | 11.2 | 0.9 | 7.4 | 374 |
| 2000 | 44.4 | 21.9 | 31 | 36.2 | 94.2 | 28.7 | 0 | 40 | 9.3 | 4.7 | 0 | 5.2 | 315.6 |
| 2001 | 33 | 2.2 | 24.9 | 14.9 | 23.8 | 23.6 | 9.7 | 8.4 | 2 | 0 | 15.9 | 39.6 | 198 |
| 2002 | 25.4 | 11.2 | 75.4 | 69.5 | 92.6 | 67.8 | 5.5 | 74 | 35.6 | 0.2 | 0 | 32.3 | 489.5 |
| 2003 | 78.6 | 89.2 | 50.2 | 93.9 | 38.5 | 9.9 | 28.6 | 36.9 | 92.1 | 0.4 | 20.9 | 15.4 | 554.6 |
| 2004 | 7.7 | 24 | 28.6 | 78.9 | 51.6 | 63.2 | 10.7 | 8.1 | 83.6 | 4.7 | 14.5 | 0 | 375.6 |
| 2005 | 12.8 | 52 | 55 | 51 | 70.4 | 72 | 25.5 | 46.2 | 43.8 | 6.9 | 0 | 0 | 435.6 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|--------|
| 2006 | 47.9 | 4.5 | 30 | 58.2 | 5.1 | 48.1 | 135.9 | 69.7 | 24.7 | 8.7 | 9 | 2.8 | 444.6 |
| 2007 | 141.1 | 54.8 | 74.6 | 19.6 | 8 | 35.6 | 45.6 | 6.9 | 104.5 | 18.4 | 0.6 | 0.5 | 510.2 |
| 2008 | 41.8 | 35.4 | 37.1 | 61.7 | 53.8 | 20.2 | 52.7 | 66.5 | 27.2 | 0 | 0 | 10 | 406.4 |
| 2009 | 83 | 19.3 | 70 | 60.5 | 48.1 | 80.6 | 62.7 | 10.8 | 44.7 | 2.5 | 0 | 45.4 | 527.6 |
| 2010 | 4.6 | 50.8 | 68.7 | 32.6 | 29.9 | 83.5 | 29.5 | 74.7 | 76.7 | 26.6 | 0 | 7.8 | 485.4 |
| 2011 | 23.2 | 50.3 | 71.1 | 30.8 | 9.2 | 85 | 73.9 | 84.6 | 22.5 | 0 | 0 | 0.8 | 451.4 |
| 2012 | 2.5 | 43.7 | 55.6 | 4.3 | 67.7 | 86.1 | 40.9 | 65.8 | 64.2 | 1.7 | 0.3 | 23.2 | 456 |
| 2013 | 30.8 | 2.2 | 61.8 | 51.3 | 41 | 32.6 | 67.4 | 4.1 | 3.5 | 76.6 | 0 | 11.2 | 382.5 |
| 2014 | 19.1 | 4.2 | 33.4 | 103.2 | 45.9 | 78.6 | 13.1 | 0 | 12.3 | 16 | 0 | 5.8 | 331.6 |
| 2015 | 45.4 | 26.7 | 14.5 | 0 | 40.7 | 57.2 | 57.1 | 39.7 | 75.9 | 6.5 | 0 | 0 | 363.7 |
| 2016 | 22.8 | 3.2 | 22.4 | 41.9 | 154.6 | 6.2 | 25.1 | 19.4 | 25 | 12.9 | 0 | 3.5 | 337 |
| 2017 | 19.9 | 12.6 | 44.8 | 60.7 | 24.5 | 25.4 | 78.9 | 96 | 44.9 | 50.8 | 0 | 56.4 | 514.9 |
| 2018 | 41.4 | 68.2 | 70.1 | 76.4 | 86.3 | 26.4 | 47 | 54 | 18.3 | 6.2 | 0 | 3.1 | 497.4 |
| Moyenne | 35.11 | 30.36 | 41.98 | 41.25 | 51.43 | 45.49 | 42.46 | 39.10 | 45.09 | 13.08 | 5.13 | 11.33 | 401.82 |

III.5.2.2. Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique

Le test d'homogénéité consiste à vérifier que K ($K \geq 2$) échantillons (groupes) proviennent de la même population ou que la distribution de la variable d'intérêt est la même dans les K échantillons.

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de Wilcoxon qui repose sur le procédé ci-dessous :

On divise la série complète en deux sous séries: x et y tel que : N_1 et N_2 .

Représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement $N_2 > N_1$.

On constitue par la suite, la série x unions y après savoir classer la série de pluie d'origine par ordre décroissant. à ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang, tout en précisant à quels sous série elle appartient.

Wilcoxon a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95%, si la relation ci-dessous est vérifiée.

Avec : $W_{min} < W_y < W_{max}$

W_y : Somme des rangs des sous séries

$$W_{min} = \left[\left(\frac{(N_1 + N_2 + 1) * N_1 - 1}{2} \right) - 1.96 \left(\frac{N_1 * N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{0.5} \right]$$

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

$N_1 = 12$ et $N_2 = 18$.

Le tableau suivant détaille le procédé de test d'homogénéité des pluies de notre station :

Tableau III.5. Test d'homogénéité de Wilcoxon

| Rang | La Série P (mm) | Séries Y (mm) | séries-X (mm) | Décroissant (mm) | Y union X | RANG |
|------|--------------------|------------------|------------------|---------------------|-----------|------|
| 1 | 358.7 | 358.7 | 510.2 | 554.6 | Y | |
| 2 | 310.6 | 310.6 | 406.4 | 527.6 | X | 2 |
| 3 | 417.5 | 417.5 | 527.6 | 514.9 | X | 3 |
| 4 | 358.1 | 358.1 | 485.4 | 510.2 | X | 4 |
| 5 | 241.3 | 241.3 | 451.4 | 497.4 | X | 5 |
| 6 | 445.8 | 445.8 | 456 | 489.5 | Y | |
| 7 | 401.3 | 401.3 | 382.5 | 485.4 | X | 7 |
| 8 | 229.2 | 229.2 | 331.6 | 457.6 | Y | |
| 9 | 457.6 | 457.6 | 363.7 | 456 | X | 9 |
| 10 | 383 | 383 | 337 | 451.4 | X | 10 |
| 11 | 374 | 374 | 514.9 | 445.8 | Y | |
| 12 | 315.6 | 315.6 | 497.4 | 444.6 | Y | |
| 13 | 198 | 198 | | 435.6 | Y | |
| 14 | 489.5 | 489.5 | | 417.5 | Y | |
| 15 | 554.6 | 554.6 | | 406.4 | X | 15 |
| 16 | 375.6 | 375.6 | | 401.3 | Y | |
| 17 | 435.6 | 435.6 | | 383 | Y | |
| 18 | 444.6 | 444.6 | | 382.5 | X | 18 |
| 19 | 510.2 | | | 375.6 | Y | |
| 20 | 406.4 | | | 374 | Y | |
| 21 | 527.6 | | | 363.7 | X | 21 |
| 22 | 485.4 | | | 358.7 | Y | |
| 23 | 451.4 | | | 358.1 | Y | |
| 24 | 456 | | | 337 | X | 24 |
| 25 | 382.5 | | | 331.6 | X | 25 |
| 26 | 331.6 | | | 315.6 | Y | |
| 27 | 363.7 | | | 310.6 | Y | |
| 28 | 337 | | | 241.3 | Y | |
| 29 | 514.9 | | | 229.2 | Y | |
| 30 | 497.4 | | | 198 | Y | |

Après les calculs, on a trouvé que : $W_{min} = 139,2N$; $W_{max} = 232,8$; $W_x = 143$

Et donc : $139,2 < W_x < 232,8$.

Alors comme la condition est vérifiée selon WILXON, on peut conclure que la série pluviométrique de la station de Beni Slimane est homogène.

III.5.2.3. Ajustement statistique des pluies annuelles

Les pluies annuelles de la station de Beni Slimane ont été ajustées à la loi Normale et la loi log-normale.

**Tableau III.6. Série pluviométrique de la station de Beni Slimane (030902)
(Période : 1989 – 2018)**

| Années | Pluies | Années | Pluies |
|--------|--------|--------|--------|
| 1989 | 358,7 | 2004 | 375,6 |
| 1990 | 310,6 | 2005 | 435,6 |
| 1991 | 417,5 | 2006 | 444,6 |
| 1992 | 358,1 | 2007 | 510,2 |
| 1993 | 241,3 | 2008 | 406,4 |
| 1994 | 445,8 | 2009 | 527,6 |
| 1995 | 401,3 | 2010 | 485,4 |
| 1996 | 229,2 | 2011 | 451,4 |
| 1997 | 457,6 | 2012 | 456,0 |
| 1998 | 383,0 | 2013 | 382,5 |
| 1999 | 374,0 | 2014 | 331,6 |
| 2000 | 315,6 | 2015 | 363,7 |
| 2001 | 198,0 | 2016 | 337,0 |
| 2002 | 489,5 | 2017 | 514,9 |
| 2003 | 554,6 | 2018 | 497,4 |

a) 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 :

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

Tel que u est la variable réduite de Gauss .Elle est donnée par $u = \frac{x-\bar{x}}{\sigma}$

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 la loi \bar{x} , σ ; Cv ; Cs .
- Tracer la droite de Henry sur papier de probabilité gaussien.

Avec :

L'équation de la droite de Henry est : $x_{p\%} = \bar{x} + \sigma \cdot u_{p\%}$

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

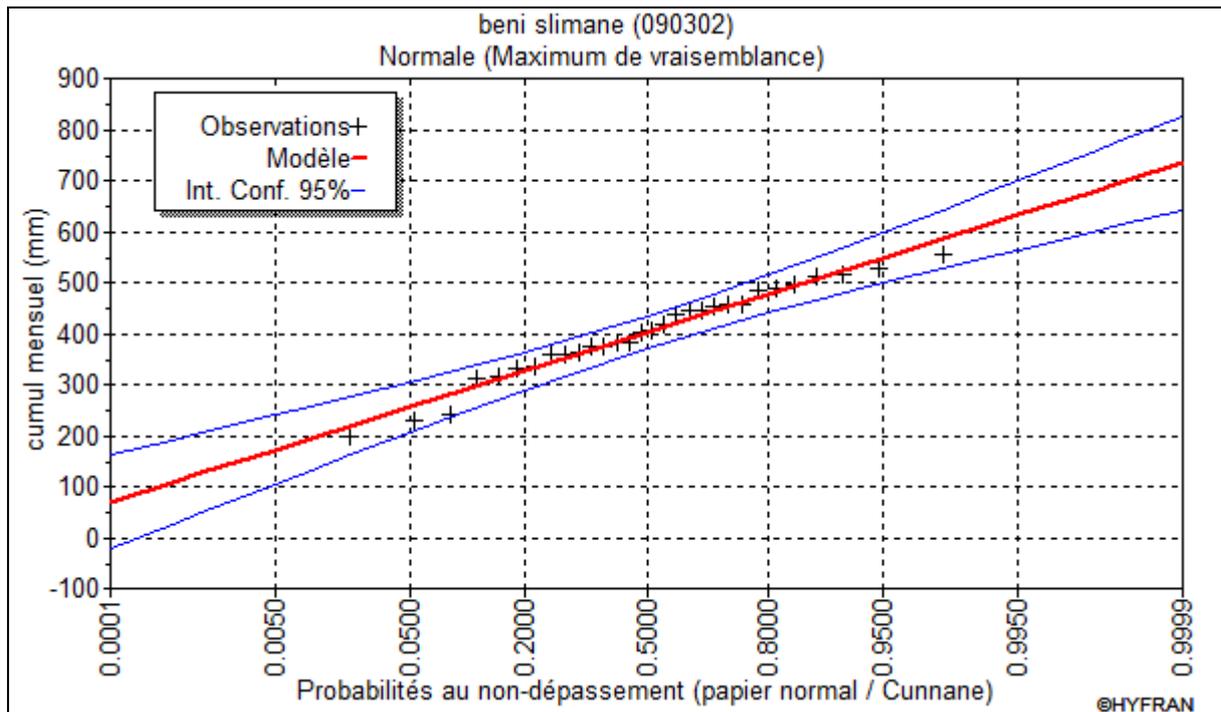


Figure III.5. Ajustement à une loi Normale Station Beni Slimane

b) Ajustement des pluies annuelles à la loi du log-normale (loi de Galton)

L'ajustement par la loi log-normale se fait comme suit :

- Les données statistiques des pluies sont rapportées à une autre échelle à savoir l'échelle du log normale.

Nous avons l'équation de la droite de Galton qui s'écrit comme suit :

$$\ln(X_{p\%}) = \overline{\ln(X)} + \delta \ln * U_p$$

Avec :

Ln : symbole de l'opérateur mathématique correspondant au logarithme népérien.

Xp% : précipitation probable à :

$\overline{\ln(X)}$: Moyenne arithmétique du log des précipitations observées.

δLn : la variance, calculée pour les précipitations observées sous l'échelle logarithmique sa formule s'écrit comme suit :

$$\delta \text{Ln} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} [\text{Ln}(X_i) - \overline{\text{Ln}(X)}]^2} \quad \text{Si } n < 30$$

$$\delta \text{Ln} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} [\text{Ln}(X_i) - \overline{\text{Ln}(X)}]^2} \quad \text{Si } n \geq 30$$

Up%: variable réduite de Gauss.

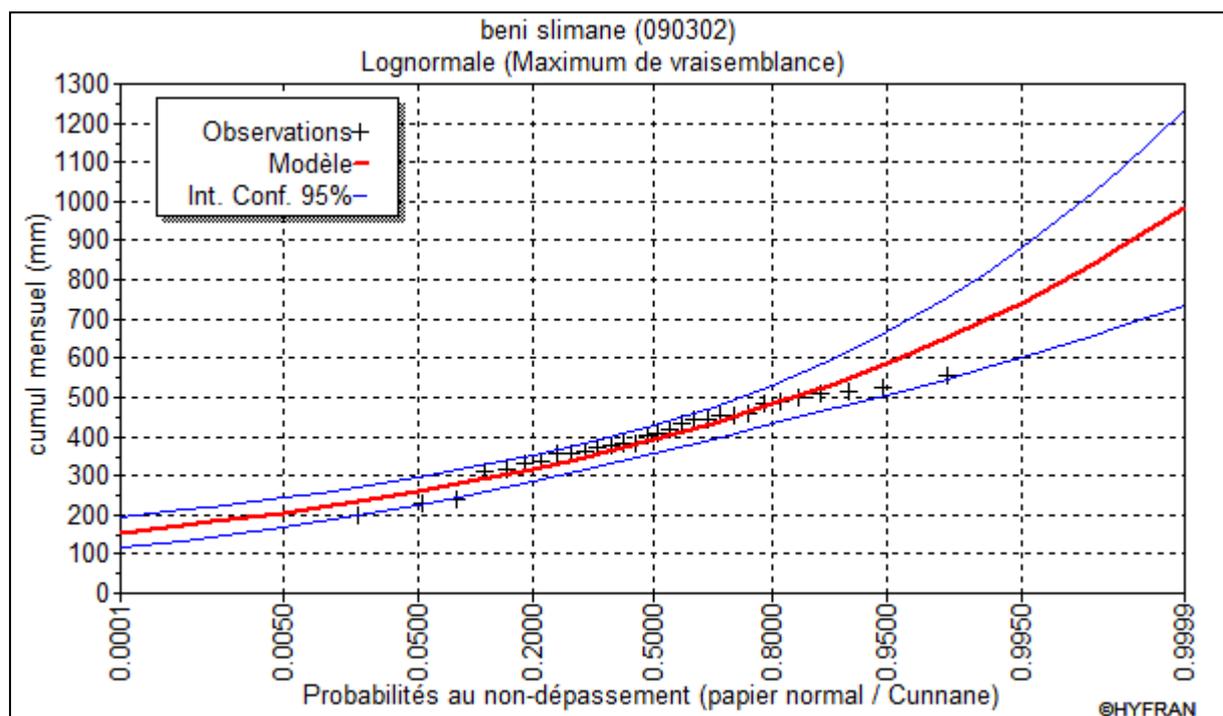


Figure III.6. Ajustement à une loi Log- Normale Station Beni Slimane

Après examen des ajustements obtenus, il ressort que la loi Log-normale ajuste mieux la série des pluies annuelles à la station de Beni Slimane.

III.5.2.4. Pluies annuelles fréquentielles

Nous présentons ci-après des valeurs de pluies annuelles fréquentielles obtenues en utilisant la distribution log-normale.

Tableau III.6. Pluies annuelles fréquentielles à la station de Beni Slimane

| Fréquence | Période de Retour | Pluies annuelles fréquentielles (Mm) |
|-----------|-------------------|--------------------------------------|
| 0,95 | 20 | 588 |
| 0,90 | 10 | 537 |
| 0,67 | 5 | 437 |
| 0,50 | 2 | 391 |
| 0,20 | 1,25 | 317 |

Les pluies annuelles fréquentielles ont été calculées pour des périodes de retour allant de 2 à 20 ans. Les valeurs obtenues varient de 391 à 588 mm.

Notant que la loi de distribution est du type Log-normale qui n'est pas une loi symétrique et par conséquent la pluie annuelle fréquentielle de période de retour de 2 ans est légèrement différente de la moyenne annuelle. Elle est égale à la moyenne annuelle dans le cas où la série de données suit une loi normale.

III.5.2.5. Test de validité d'un ajustement

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

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

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

$$v_i = N \int_{x_{i+1}}^x f(X) dX = N[F(X_i) - F(X_{i+1})].$$

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

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(n_i - n'_i)^2}{n_i} \quad \text{(III-8)}$$

I.1 $\gamma : \gamma = k - 1 - m$

Avec :

m : Nombre de paramètres de la loi, dont dépend la loi de répartition (m = 2).

On calcule χ^2 , on calcule le nombre de degré de liberté $\gamma : \gamma = k - 1 - m$. On détermine χ^2 théorique sur la table de Pearson.

Avec : χ^2 théorique = g(γ, α)

Tableau III.7 Table de Pearson

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

La loi est adéquate pour une erreur $\alpha = 0,05$ si : $\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$.

Pour les calculs, nous avons utilisé le logiciel HYFRAN.

Tableau Error! No text of specified style in document.. 8. Test de validité des deux ajustements

| Loi normale | Loi log normale |
|------------------------------------|------------------------------------|
| $\chi^2_{\text{calculé}} = 2,67$ | $\chi^2_{\text{calculé}} = 2,2$ |
| $\chi^2_{\text{théorique}} = 9,88$ | $\chi^2_{\text{théorique}} = 9,88$ |
| Degré de liberté $\gamma = 4$ | Degré de liberté $\gamma = 4$ |

D'après le teste d'adéquation de khi carrée, les deux ajustements sont valides pour cette série de pluie, pour la station de Beni Slimane, cependant selon le résultat affiché dans le tableau au dessus la loi log-normale ajuste mieux à la série de données que la loi normale.

III.5.2.6. Détermination de l'année de calcul

Puisque la loi log-normale est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluie moyenne mensuelle représentative de la région. On déduit les résultats suivants :

P_{théorique 80%} = 317 mm.

P_{théorique 50%} = 391 mm.

L'estimation de l'année sèche de fréquence sec 80%; on utilise la formule suivante

:

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

Avec : i : mois.

Les pluies mensuelles servant au calcul et au dimensionnement du réseau de notre périmètre sont présentées comme suit :

Tableau III.9. Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul

| Mois | Sept | Oct | Nov | Déc | Jan | Fév | Mars | Avr | Mai | Juin | Juil | Aout |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| P _{i,moy} (mm) | 35.11 | 30.36 | 41.98 | 41.25 | 51.43 | 45.49 | 42.46 | 39.10 | 45.09 | 13.08 | 5.13 | 11.33 |
| P _{sec80%} (mm) | 28.47 | 24.61 | 34.04 | 33.44 | 41.70 | 36.88 | 34.43 | 31.70 | 36.56 | 10.61 | 4.16 | 9.19 |

III.6. Qualité de l'eau

Pour donner un aperçu sur la qualité de l'eau qui sera emmagasinée au barrage de Beni Slimane, nous avons utilisé les données des analyses réalisées à l'ANRH sur des prélèvements effectués à la station hydrométrique de Beni Slimane (090305) située à environ 06 Km en aval du site du barrage. Signalons que ces prélèvements ont été effectués uniquement sur la période de 05 ans allant de 1984-1989.

III.6.1 Relation SAR – Conductivité

L'appréhension de la qualité de l'eau pour l'irrigation nécessite la connaissance du SAR (Sodium-Absorption-Rapport) et la salinité de l'eau.

Le SAR exprime l'activité relative des ions de sodium dans les réactions d'échange dans les sols. Cet indice mesure la concentration relative du sodium par rapport au calcium et au magnésium.

Le SAR est défini par l'équation suivante :
$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

D'autre part, à un SAR donné, le taux d'infiltration augmente avec la conductivité de l'eau donc le SAR et la conductivité devraient être utilisés en combinaison pour évaluer des problèmes potentiels.

Nous avons donc retenu les valeurs du sodium, calcium, magnésium et la conductivité de l'eau sur une période de cinq ans (voir annexes 6). Les moyennes mensuelles ont été calculées pour ces quatre paramètres et nous avons obtenu les valeurs moyennes mensuelles du SAR.

Tableau III.10. Paramètres hydro chimiques moyens mensuels à la station de Beni Slimane (Période : 1984-1989)

| | Jan | Fév | Mars | Avr | Mai | Juin | Juil | Août | Sept | Oct | Nov | Déc |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| Ca mg/l | 95,8 | 95,7 | 91,9 | 97,3 | 121,8 | 145,8 | 162,0 | 320,0 | 168,3 | 124,3 | 87,0 | 106,0 |
| Mg mg/l | 50,5 | 39,7 | 48,7 | 58,2 | 78,6 | 123,8 | 106,3 | 192,0 | 70,4 | 53,9 | 54,0 | 38,6 |
| Na mg/l | 202,0 | 153,0 | 186,5 | 265,0 | 385,4 | 700,0 | 547,7 | 1050,0 | 591,1 | 274,3 | 156,8 | 257,6 |
| Conductivité mmOhms/cm | 1,84 | 1,67 | 1,76 | 2,15 | 2,92 | 4,74 | 3,97 | 7,60 | 4,19 | 2,34 | 1,68 | 1,95 |
| SAR mgéquiv/dm ³ | 4,14 | 3,31 | 3,9 | 5,23 | 6,67 | 10,3 | 8,18 | 11,4 | 9,62 | 5,15 | 3,24 | 5,42 |

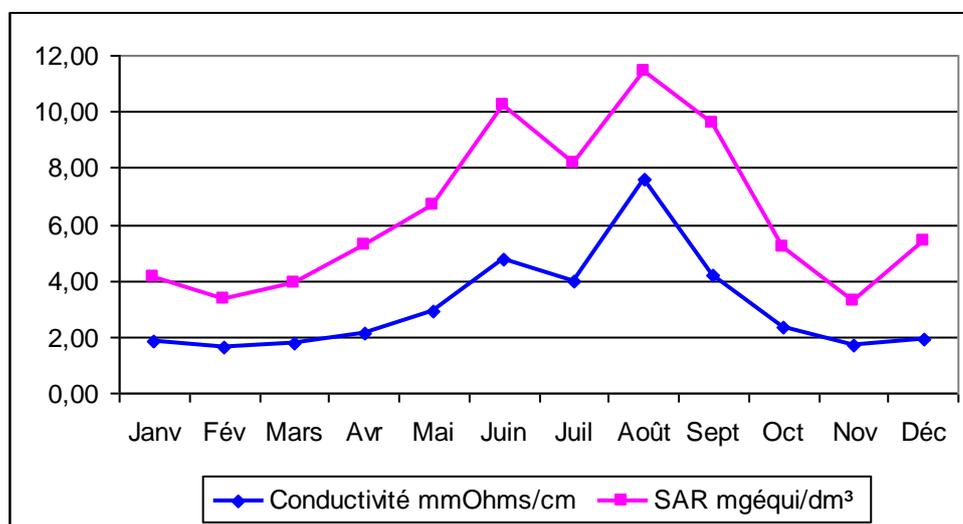


Figure III.7. Variations mensuelles du SAR et de la conductivité à la station de Beni Slimane (Période : 1984-1989)

Du mois d'octobre au mois de mai la conductivité varie de 1,67 à 2,92 mmOhms/cm pour un SAR compris entre 3,24 et 5,42 mgéquiv/dm³. La conductivité est maximale au mois d'août (7,60) pour un SAR de 11,4 mgéquiv/dm³.

On a calculé le SAR moyen annuel et on l'a comparé à la conductivité moyenne annuelle : SAR moyen: 6,38 mgéquiv/dm³

Conductivité moyenne: 3.07 mmOhms/cm

Tableau III.11. Classification agricole des USA

| SAR en Mgéquiv/dm ³ | | (CE) en mmOhms/cm | |
|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------|------------------------------------|
| 0 – 10 | S1 : risque alcalin faible | $\geq 0,25$ | C1 : risque faible de salinité |
| 10 – 18 | S2 : risque alcalin moyen | $0,25 < CE \leq 0,75$ | C2 : risque moyen de salinité |
| 18 – 26 | S3 : risque alcalin élevé | $0,75 < CE \leq 2,25$ | C3 : risque élevé de salinité |
| > 26 | S4 : risque alcalin très élevé | $CE > 2,25$ | C4 : risque très élevé de salinité |

Selon cette classification l'eau de l'oued Mellah comporte des risques alcalins faibles (S1) et un risque très élevé de salinité.

➔ **Abaque de REVERSIDE**

Les valeurs moyennes annuelles du SAR et de la conductivité ont été situées par rapport à l'abaque de REVERSIDE.

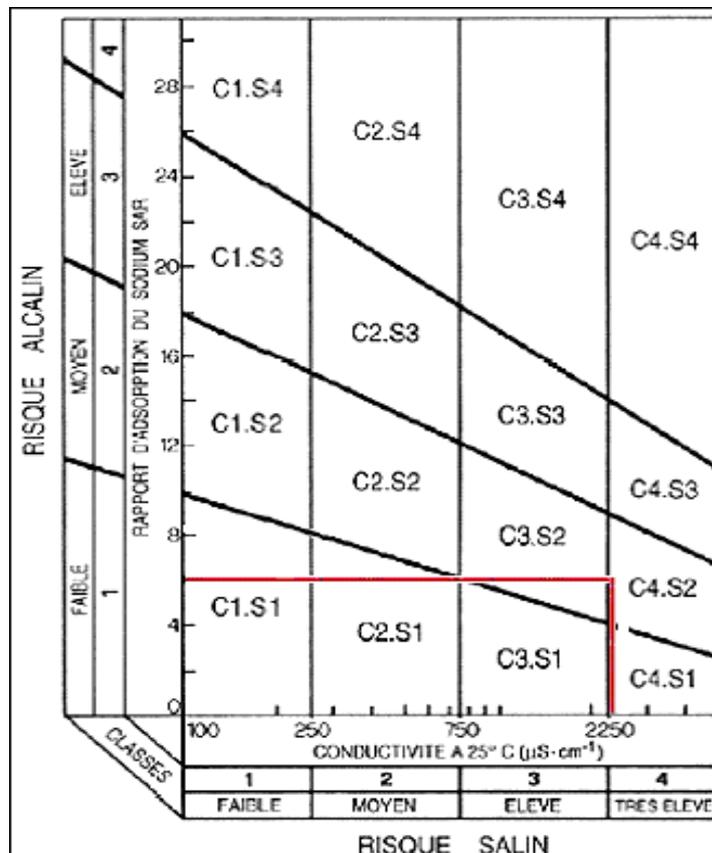


Figure. III. 8. Classification de SAR selon REVERSIDE

Selon l'Abaque de REVERSIDE, l'eau à la station de Beni Slimane serait à la limite de la classe C3S2 et donc l'eau du barrage est peut être bonne

D'autre part, on s'est intéressé au mois où les apports en eau sont importants et de vérifier la classification de cette pour cette période. En effet durant la période octobre- mai on enregistre en moyenne 86 % des apports annuels. Pour cette période la conductivité de l'eau est de 2,04 mmOhms/cm et le SAR est de 4,63 mgéqui/dm³, ce qui correspond à une classification C3S1 c'est à dire un risque élevé de salinité et un risque alcalin faible.

III.6.2. Relation concentration des matières minérales - écoulement

Une relation entre la concentration des matières minérales et les débits d'écoulement a été développée par l'ANRH :

$$CMM = a \cdot Q^b$$

CMM : concentration des matières minérales en g/l.

Q : Débit m³/s.

a et b : coefficients (a = 1,04 et b = 0,31 pour la région de l'oued Mellah).

Si on utilise les débits observés à la station de Beni Slimane sur la période 1973-1996, nous avons obtenu un débit moyen annuel de 0,399 m³/s, ce qui correspond selon la formule ANRH à une concentration des matières minérales de 782 mg/l.

Tableau III.12. Classification selon la FAO pour la qualité de l'eau d'irrigation (Ayers & Westcot, 1985)

| Problème d'irrigation éventuel: Matières Minérales (Incidence sur la disponibilité de l'eau pour la plante) | Degré de restriction sur l'utilisation de l'eau | | |
|---|---|----------------|--------|
| | Aucun | Léger à modéré | Sévère |
| Elément | | | |
| Conductivité Electrique (EC _w) en dS/m | < 0,7 | 0,7 – 3,0 | >3,0 |
| Matières totales dissoutes (MTD) mg/l | < 450 | 450 – 2000 | >2000 |

Selon cette classification et d'après les résultats obtenus pour la concentration des matières minérales (782 mg/l), la restriction de l'utilisation l'eau de l'oued Mellah pour l'irrigation est légère à modérée.

III.7. Conclusion

Les données de la station hydrométrique de Beni Slimane ont été utilisées pour évaluer les apports du bassin versant de l'oued Mellah, et par transposition on a obtenu un apport interannuel moyen de 8,75 Hm³ pour le bassin du barrage de Beni Slimane ,
En principe le barrage de Beni Slimane, avec une capacité de 23 Hm, permet de répondre aux besoins du périmètre.

A partir de l'ajustement des séries des pluies mensuelles, on constate que la loi de GALTON (log-normale), adoptée dans notre projet, présente une bonne adéquation.

Les analyses réalisées à l'ANRH sur des prélèvements effectués à la station hydrométrique de Beni Slimane durant une période de cinq ans on a obtenu un SAR moyen de 6,38 mgéqui/dm³ et une conductivité moyenne de 3,07 mmOhms/cm, et en utilisant une formule reliant la concentration des matières minérales au débit d'écoulement, on a obtenu une concentration des matières minérales de 782 mg/l

Il ressort que de l'eau de l'oued Mellah n'est pas conforme à cent pour cent aux normes de l'irrigation (classée C3S2) mais peut être considérée comme bonne (concentration des matières minérales < 2000) avec une légère restriction sur l'utilisation.

Par ailleurs, il est recommandé de réaliser un programme régulier d'analyse de l'eau du barrage de Beni Slimane lors de son exploitation pour répondre à certaines incertitudes concernant la salinité.

CHAPITRE-IV-EVALUATION DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

IV.1. Introduction

Les orientations de développement agricole, en matière de choix des cultures et de dimension des activités, sont limitées par les disponibilités des ressources en eau allouées, en année moyenne, au périmètre de Beni Slimane.

Pour cela, les calculs des besoins en eau des cultures seront effectués pour la gamme de cultures proposée comme activités agricoles possibles dans le périmètre

IV.2. Méthodologie de calcul de l'évapotranspiration

Les besoins en eau du périmètre d'irrigation comportent deux facteurs essentiels :

- Evaporation potentielle et transpiration « évapotranspiration» (ETP) ; pluie effective ;
- Coefficient de consommation d'eau des cultures agricoles.

IV.3. Méthode d'évaluation de l'évapotranspiration potentielle

Il n'est pas question ici de présenter en détail toutes les méthodes utilisées pour le calcul de l'évapotranspiration des cultures. On distingue généralement deux types :

- Les méthodes directes.
- Les méthodes indirectes.

IV.3.1. Méthodes directes

La détermination de l'ET₀ en utilisant les méthodes directes se fait à l'aide des instruments et les appareils comme :

- Evapotranspiromètre ou cuve lysimétrique
- Le bac d'évaporation

IV.3.2. Méthodes indirectes

Méthodes indirectes sont des formules empiriques suffisamment variée et adaptées à différents climats.

1) Formule de Blaney et Criddle 1959 Elle utilise les paramètres facilement accessibles et introduit des coefficients culturaux susceptibles d'ajustement aux données locales éventuels.

$$ETP = (0,46t + 8,13) P$$

2) Formule de Turc 1960

- Si l'humidité relative est supérieur à 50%, l'évapotranspiration potentielle est donnée par :

$$ETP = 0,40j (I_g + 50) \cdot k \cdot \frac{T}{T+15} \text{ en (mm/mois)}$$

3) Formule de Thornthwaite 1948

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

$$ETP = 16 \left(\frac{10 \times T}{I} \right)^a \times K$$

4) Formule de Penman

La formule donne les meilleures estimations de l'ETP, et ceci sous tous les climats. Son seul inconvénient est de nécessiter un nombre assez important d'informations climatiques, rarement toutes disponibles sur une même station.

La formule de Penman&Montheit, modifiée, se présentant comme suite :

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{cste}{T + 273} u_2 (es - ea)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)}$$

Où :

ET₀ : Représente l'évapotranspiration de référence, exprimée en mm/jour.

R_n : Rayonnement net a la surface de la culture (MJ m⁻² j⁻¹).

G : Densité de flux de chaleur dans le sol (MJ m⁻² j⁻¹).

T : Température moyenne journalière de l'air à une hauteur de 2 m (°C).

u₂ : Vitesse de vent à une hauteur de 2m (m/s).

es : Pression de vapeur saturante (Kpa).

ea : Pression de vapeur réelle (Kpa).

es-ea : Déficit de pression de vapeur saturante (Kpa).

γ : Constante psychrométrique (Kpa °C⁻¹)

Cste : 900 coefficient pour la culture de référence (Kj Kg K).

Δ : Pente de la courbe de la pression de vapeur saturante pour la température (Kpa°C⁻¹).

0.34 : Coefficient du vent.

IV.4. calcul de l'évapotranspiration potentielle (ETP)

Le premier facteur qu'il faut le savoir pour estimer les besoins en eau, est la restitution de l'eau évaporée par la surface du sol recouvert de végétation. Cette composante dépend entièrement du climat où se trouve le périmètre d'irrigation, et s'appelle l'évapotranspiration potentielle (ETP) et elle appelée aussi l'évapotranspiration de référence **ET₀**.

L'**ETP** indique la consommation de l'eau résultant de l'évaporation de la surface du sol, et de la transpiration des feuilles des plantes recouvrant la parcelle. Ce facteur est considéré comme facteur purement climatique, et on le trouve par les calculs.

Le calcul de l'**ETP** s'est fait à l'aide du logiciel recommandés par la FAO, et utilisé dans le milieu Windows CropWat 8.0. Cette méthode, tient compte plus complètement des facteurs climatiques de la zone d'irrigation qui sont :

- ❖ la température maximale (°C).
- ❖ la température minimale (°C).
- ❖ la vitesse de vent (m/s).
- ❖ l'humidité relative de l'aire par pourcentage %.

Le résultat obtenu par logiciel CROPWAT 8.0 est présentée en jaune sur le tableau suivant :

Tableau IV.1. Evapotranspiration potentielle (ETP) concernant la zone d'étude

| Pays : Alerie | | station : Beni Slimane | | | | | | |
|------------------|-------------|------------------------|------------|------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--|
| Altitude : 600m. | | latitude : 36.00°N | | | Longitude : 3.00 °E | | | |
| Mois | Temp Min °C | Temp Max °C | Humidité % | Vent m/s | Insolation heures | Ray. MJ/m ² /jour | ET ₀ mm/mois | |
| Janvier | 3.4 | 13.2 | 73 | 3.9 | 6.5 | 10.3 | 53.04 | |
| Février | 3.4 | 14.6 | 74 | 3.1 | 7 | 13 | 54.48 | |
| Mars | 5.1 | 18 | 78 | 3.9 | 7.5 | 16.6 | 82.22 | |
| Avril | 7 | 20.2 | 73 | 3.7 | 7.5 | 19.2 | 103.48 | |
| Mai | 10.8 | 25.9 | 65 | 4.5 | 8 | 21.5 | 157.11 | |
| Juin | 15.4 | 32 | 61 | 3.5 | 11 | 26.3 | 196.83 | |
| Juillet | 17.9 | 36.1 | 48 | 3.1 | 10 | 24.5 | 230.37 | |
| Août | 18.8 | 36.4 | 49 | 3.2 | 9.5 | 22.5 | 224.93 | |
| Septembre | 15.3 | 30 | 57 | 3.4 | 8 | 18.1 | 160.76 | |
| Octobre | 11.4 | 24.8 | 73 | 4.3 | 7 | 13.8 | 108.31 | |
| Novembre | 7 | 18.8 | 75 | 3.2 | 7 | 11.2 | 63.66 | |
| Décembre | 4.3 | 14.1 | 81 | 3.8 | 6 | 9.1 | 43.74 | |
| Moyenne | 10 | 23.7 | 67 | 3.6 | 7.9 | 17.2 | 1478.93 | |

L'Evapotranspiration potentielle (ETP) est assez élevée de mai à septembre. Elle atteint son maximum en juillet et son minimum en décembre, janvier et février. On a enregistré un cumul annuel de 1478,93 mm.

Les besoins totaux en eau de chaque culture par phases végétatives, sont calculés par la formule suivante :

$$ETM = K_c * ETP$$

Où:

ETM : Besoins en eau maximale de la culture.

K_c : Coefficient cultural.

ETP : Evapotranspiration potentielle en mm pour la période de calcul.

La quantité de l'eau qui doit être fournie sur la parcelle d'irrigation (lame d'eau en mm) est calculée comme une différence entre les besoins totaux en eau et les pluies effectives, au début de la période d'irrigation, et pour certains régimes d'irrigation, on introduit dans les calculs la valeur de la réserve d'eau facilement utilisable, par la tranche de sol explorée par les racines (RFU).

$$B = K_c * ETP - (P_{eff} + x * RFU)$$

Où :

B : Lamme d'eau à fournir sur la parcelle (mm).

K_c : Coefficient cultural.

ETP : Evapotranspiration potentielle (mm).

x : Coefficient d'utilisation de RFU (si $P_{eff} > ETM$ donc $RFU_{réelle} = RFU_{théorique}$ et si $P_{eff} < ETM$, $x = 0$).

RFU : Réserve d'eau facilement utilisable par le sol.

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

Avec :

Y : degré de tarissement (il est égale à 1/2 pour les céréales et 2/3 pour les autre cultures)

Da : densité apparente la densité apparente est presque homogène, du fait des de la texture des sols qui est fine à très fine pour tous les sols du périmètre étudié, elle varie de 1,4 à 1,6 avec une dominance : 1,5.

Z : profondeur d'enracinement mm.

H_{cc} : humidité à la capacité au champ, dans notre cas. On prend (25.3%) qui correspond à (pf3)

H_{pf} : humidité au point de flétrissement, dans notre cas. On prend (19.24%) correspond à (pf 4.2).

P_{eff} : pluie effective (mm) : C'est la fraction des pluies totales réellement utilisée par la culture, elle dépend des caractéristiques du sol, et de l'intensité des pluies. Pour notre zone d'étude toute les pluies de 80% sont inférieurs à 75 mm, donc selon la méthode de FAO il suffi de les multiplier fois 0.6 pour obtenir les pluies efficace.

Tableau IV.2. Les pluies efficaces concernant la zone d'étude

| Mois | Sept | Oct | Nov | Déc | Jan | Fév | Mar | Avr | Mai | Juin | Juil | Aout | MOY |
|-----------------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Psec 80%(mm) | 28.5 | 24.6 | 34 | 33.4 | 41.7 | 36.9 | 34.4 | 31.7 | 36.6 | 10.6 | 4.2 | 9.19 | 27.2 |
| Peff (mm) | 17.1 | 14.8 | 20 | 20.1 | 25 | 22.1 | 20.7 | 19 | 21.9 | 6.37 | 2.5 | 5.51 | 16.3 |

IV.5. Occupation des sols

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

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

Tableau Error! No text of specified style in document..1. Scénarios d'occupation du sol par l'ensemble de l'exploitation du périmètre d'étude

| Scénario | Céréales | Fourrages | MaraichaRe | Arboriculture | Total |
|----------|----------|-----------|------------|---------------|-------|
| | % | % | % | % | % |
| 1 | 70 | 15 | 10 | 5 | 100 |
| 2 | 40 | 15 | 35 | 10 | 100 |
| 3 | 35 | 15 | 40 | 10 | 100 |

IV.6. Cultures proposées

L'élection des cultures s'est réalisée en base à deux critères économiques :

- La marge nette attendue par un hectare de culture.
- La valorisation du mètre cube d'eau d'irrigation par un hectare de culture.

Tableau IV.4. Gamme de cultures proposées à la zone d'étude de Beni Slimane

| CULTURES | |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| Céréaliculture | Blé dur |
| | Blé tendre |
| | Orge grain |
| Cultures fourragères | Orge en vert |
| | Luzerne |
| | Avoine |
| Légumes secs | Fève sèche |
| Maraîchage | Pomme de terre saison |
| | Pomme de terre arrière saison |
| | Tomate |
| | Oignon sec |
| | Oignon vert |
| | Ail |
| | Petit pois |
| Cultures arboricoles à noyaux | Pêcher (pleine production) |
| | Olivier (pleine production) |
| Cultures arboricoles à pépins | Pommier (pleine production) |

On préfère d'élaborer un modèle d'occupation selon le scénario n°1 où les céréales sont les cultures dominants par un pourcentage d'occupation de 70% sur lesquels généralement les citoyens algériens est basés dans leurs consommation et d'après la tradition culturelles de la zone , dans ce scénario l'occupation de maraîchères presque équilibrée avec les cultures fourragères et cela vu les modèles d'exploitation et les vocations agricoles de la région.

IV.7. Assolement et rotation des cultures

L'assolement est la répartition des cultures au cours d'une campagne culturale donnée sur les différentes parcelles d'une exploitation agricole.

Donc on peut définir la rotation comme une succession des cultures sur un même sol pendant un nombre d'année correspondant au type d'assolement adopté.

La répartition des cultures dans le périmètre de Beni Slimane est détaillée comme suit :

Tableau Error! No text of specified style in document..2. Assolement proposé pour le périmètre du Beni Slimane

| Assolement 1 | Assolement 2 |
|------------------------|------------------------|
| Blé-avoine | Orge en vert |
| Fève de saison | Orge grain |
| Pomme de terre | Blé -Avoine |
| Luzerne | Luzerne |
| Blé-avoine | Pomme de terre |
| tomate | Ail + Oignon vert |
| Ail+oignon vert | Tomate |
| courgette | Petits pois |
| Arboriculture | Arboriculture |
| Olivier+pécher+pommier | Olivier+pécher+pommier |

tableau IV-6 : Le cycle végétatif des cultures envisagées

| MOIS | CALENDRIER D'OCCUPATION DES SOLS | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|----------------------------------|--------|-----|--------|-----|------|-----|-----|-----|------|------|-----|--|--|
| | OCT | NOV | DEC | JAN | FEV | MARS | AVR | MAI | JUI | JUIL | AOUT | SEP | | |
| CULTURES ↓ | | | | | | | | | | | | | | |
| BLE | ←————→ | | | | | | | | | | | | | |
| ORGE GRAIN | | ←————→ | | | | | | | | | | | | |
| ORGE EN VERT | | ←————→ | | | | | | | | | | | | |
| AVOINE | ←————→ | | | | | | | | | | | | | |
| LUZERNE | ←————→ | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| P DE TERRE | | | | ←————→ | | | | | | | | | | |
| TOMATE | | | | ←————→ | | | | | | | | | | |
| OINON/ AIL | ←————→ | | | | | | | | | | | | | |
| COURGETTE | | | | ←————→ | | | | | | | | | | |
| FEVE SECHE | | ←————→ | | | | | | | | | | | | |
| PETITS POIS | | ←————→ | | | | | | | | | | | | |
| PICHER | ←————→ | | | | | | | | | | | | | |
| POMMIER | ←————→ | | | | | | | | | | | | | |
| OLIVIER | ←————→ | | | | | | | | | | | | | |

IV.8. Calcul des besoins en eau des cultures d'assolement

IV.8.1. Les besoins en eau des céréales

Tableau IV.7. Calcul des besoins en eau du blé/avoine

| Blé/avoine | P 80%(mm) | Peff(mm) | ET0(mm/mois) | Z (m) | RFU_THEO | RFU_REEL | KC | ETM | Bnet(mm) |
|-------------------|----------------------|-----------------|---------------------|------------------|-----------------|-----------------|-------------|---------------|-----------------|
| Septembre | 28.47 | 17.08 | 160.76 | | | | | | |
| Octobre | 24.61 | 14.77 | 108.31 | | | | | | |
| Novembre | 34.00 | 20.40 | 63.66 | 0.30 | 22.64 | 7.55 | 0.40 | 25.46 | 0.00 |
| Décembre | 33.44 | 20.06 | 43.74 | 0.50 | 37.73 | 22.64 | 0.70 | 30.62 | 0.00 |
| Janvier | 41.70 | 25.02 | 53.04 | 0.50 | 37.73 | 37.73 | 0.85 | 45.08 | 0.00 |
| Février | 36.88 | 22.13 | 54.48 | 0.60 | 45.27 | 30.18 | 0.95 | 51.76 | 0.00 |
| Mars | 34.43 | 20.66 | 82.22 | 0.60 | 45.27 | 30.18 | 1.00 | 82.22 | 41.84 |
| Avril | 31.70 | 19.02 | 103.48 | 0.60 | 45.27 | 30.18 | 1.05 | 108.65 | 79.27 |
| Mai | 36.56 | 21.94 | 157.11 | 0.60 | 45.27 | 30.18 | 1.03 | 161.82 | 146.28 |
| Juin | 10.61 | 6.37 | 196.83 | 0.60 | 45.27 | 30.18 | 0.50 | 98.42 | 82.49 |
| Juillet | 4.16 | 2.50 | 230.37 | | | | | | |
| Août | 9.19 | 5.51 | 224.93 | | | | | | |

Tableau IV.8. Calcul des besoins en eau du l'orge grain

| orge grain | P 80%(mm) | Peff(mm) | ET0(mm/mois) | Z (m) | RFU_THEO | RFU_REEL | KC | ETM | Bnet(mm) |
|-------------------|----------------------|-----------------|---------------------|------------------|-----------------|-----------------|-------------|---------------|-----------------|
| Septembre | 28.47 | 17.08 | 160.76 | | | | | | |
| Octobre | 24.61 | 14.77 | 108.31 | | | | | | |
| Novembre | 34.00 | 20.40 | 63.66 | 0.3 | 22.64 | 7.55 | 0.5 | 31.83 | 5.18 |
| Décembre | 33.44 | 20.06 | 43.74 | 0.5 | 37.73 | 12.58 | 0.7 | 30.62 | 0.00 |
| Janvier | 41.70 | 25.02 | 53.04 | 0.5 | 37.73 | 12.58 | 0.85 | 45.08 | 9.99 |
| Février | 36.88 | 22.13 | 54.48 | 0.6 | 45.27 | 15.09 | 0.95 | 51.76 | 19.38 |
| Mars | 34.43 | 20.66 | 82.22 | 0.6 | 45.27 | 15.09 | 0.85 | 69.89 | 45.52 |
| Avril | 31.70 | 19.02 | 103.48 | 0.6 | 45.27 | 15.09 | 0.75 | 77.61 | 58.00 |
| Mai | 36.56 | 21.94 | 157.11 | 0.6 | 45.27 | 15.09 | 0.75 | 117.83 | 107.74 |
| Juin | 10.61 | 6.37 | 196.83 | | | | | | |
| Juillet | 4.16 | 2.50 | 230.37 | | | | | | |
| Août | 9.19 | 5.51 | 224.93 | | | | | | |

IV.8.2. Les besoins en eau des cultures fourragères

Tableau IV.9. Calcul des besoins en eau de l'orge en vert

| orge en vert | P 80%(mm) | Peff(mm) | ET0(mm/mois) | Z (m) | RFU_THEO | RFU_REEL | KC | ETM | Bnet(mm) |
|---------------------|------------------|-----------------|---------------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------|---------------|-----------------|
| Septembre | 28.47 | 17.08 | 160.76 | | | | | | |
| Octobre | 24.61 | 14.77 | 108.31 | | | | | | |
| Novembre | 34.00 | 20.40 | 63.66 | 0.3 | 30.18 | 0.00 | 0.3 | 19.10 | 0.00 |
| Décembre | 33.44 | 20.06 | 43.74 | 0.5 | 50.30 | 0.00 | 0.3 | 13.12 | 0.00 |
| Janvier | 41.70 | 25.02 | 53.04 | 0.5 | 50.30 | 16.77 | 0.5 | 26.52 | 0.00 |
| Février | 36.88 | 22.13 | 54.48 | 0.6 | 60.36 | 20.12 | 0.5 | 27.24 | 0.00 |
| Mars | 34.43 | 20.66 | 82.22 | 0.6 | 60.36 | 20.12 | 1 | 82.22 | 55.26 |
| Avril | 31.70 | 19.02 | 103.48 | 0.6 | 60.36 | 20.12 | 1.15 | 119.00 | 106.48 |
| Mai | 36.56 | 21.94 | 157.11 | 0.7 | 70.42 | 23.47 | 1 | 157.11 | 148.93 |
| Juin | 10.61 | 6.37 | 196.83 | | | | | | |
| Juillet | 4.16 | 2.50 | 230.37 | | | | | | |
| Août | 9.19 | 5.51 | 224.93 | | | | | | |

Tableau IV.10. Calcul des besoins en eau du luzerne

| luzerne | P 80%(mm) | Peff(mm) | ET0(mm/mois) | Z (m) | RFU_THEO | RFU_REEL | KC | ETM | Bnet(mm) |
|----------------|------------------|-----------------|---------------------|--------------|-----------------|-----------------|------------|---------------|-----------------|
| Septembre | 28.47 | 17.08 | 160.76 | 0.4 | 40.24 | 13.41 | 0.5 | 80.38 | 66.51 |
| Octobre | 24.61 | 14.77 | 108.31 | 0.4 | 40.24 | 13.41 | 0.65 | 70.40 | 49.08 |
| Novembre | 34.00 | 20.40 | 63.66 | 0.7 | 70.42 | 23.47 | 0.7 | 44.56 | 0.92 |
| Décembre | 33.44 | 20.06 | 43.74 | 0.9 | 90.54 | 30.18 | 0.8 | 34.99 | 0.00 |
| Janvier | 41.70 | 25.02 | 53.04 | 1 | 100.60 | 33.53 | 0.9 | 47.74 | 0.00 |
| Février | 36.88 | 22.13 | 54.48 | 1.2 | 120.72 | 40.24 | 0.95 | 51.76 | 0.00 |
| Mars | 34.43 | 20.66 | 82.22 | 1.2 | 120.72 | 40.24 | 1.05 | 86.33 | 22.95 |
| Avril | 31.70 | 19.02 | 103.48 | 1.2 | 120.72 | 40.24 | 1.05 | 108.65 | 65.86 |
| Mai | 36.56 | 21.94 | 157.11 | 1.2 | 120.72 | 40.24 | 1.15 | 180.68 | 137.05 |
| Juin | 10.61 | 6.37 | 196.83 | 1.2 | 120.72 | 40.24 | 1.2 | 236.20 | 239.66 |
| Juillet | 4.16 | 2.50 | 230.37 | 1.2 | 120.72 | 40.24 | 1.05 | 241.89 | 234.82 |
| Août | 9.19 | 5.51 | 224.93 | 1.2 | 120.72 | 40.24 | 1.05 | 236.18 | 223.91 |

IV.8.3. Les besoins en eau des maraichères

Tableau IV.11. Calcul des besoins en eau de la p de terre

| p de terre | P 80%(mm) | Peff(mm) | ET0(mm/mois) | Z (m) | RFU_THEO | RFU_REEL | KC | ETM | Bnet(mm) |
|-------------------|----------------------|-----------------|---------------------|------------------|-----------------|-----------------|------------|--------------|-----------------|
| Septembre | 28.47 | 17.08 | 160.76 | | | | | | |
| Octobre | 24.61 | 14.77 | 108.31 | 0.4 | 40.24 | 13.41 | 0.5 | 54.16 | 34.63 |
| Novembre | 34.00 | 20.40 | 63.66 | 0.6 | 60.36 | 20.12 | 0.7 | 44.56 | 5.39 |
| Décembre | 33.44 | 20.06 | 43.74 | 0.6 | 60.36 | 20.12 | 1 | 43.74 | 4.74 |
| Janvier | 41.70 | 25.02 | 53.04 | 0.6 | 60.36 | 20.12 | 0.75 | 39.78 | 0.00 |
| Février | 36.88 | 22.13 | 54.48 | | | | | | |
| Mars | 34.43 | 20.66 | 82.22 | | | | | | |
| Avril | 31.70 | 19.02 | 103.48 | | | | | | |
| Mai | 36.56 | 21.94 | 157.11 | | | | | | |
| Juin | 10.61 | 6.37 | 196.83 | | | | | | |
| Juillet | 4.16 | 2.50 | 230.37 | | | | | | |
| Août | 9.19 | 5.51 | 224.93 | | | | | | |

Tableau IV.12. Calcul des besoins en eau de la tomate

| tomate | P 80%(mm) | Peff(mm) | ET0(mm/mois) | Z (m) | RFU_THEO | RFU_REEL | KC | ETM | Bnet(mm) |
|---------------|----------------------|-----------------|---------------------|------------------|-----------------|-----------------|------------|---------------|-----------------|
| Septembre | 28.47 | 17.08 | 160.76 | | | | | | |
| Octobre | 24.61 | 14.77 | 108.31 | | | | | | |
| Novembre | 34.00 | 20.40 | 63.66 | | | | | | |
| Décembre | 33.44 | 20.06 | 43.74 | | | | | | |
| Janvier | 41.70 | 25.02 | 53.04 | | | | | | |
| Février | 36.88 | 22.13 | 54.48 | | | | | | |
| Mars | 34.43 | 20.66 | 82.22 | 0.7 | 70.42 | 23.47 | 0.5 | 41.11 | 0.00 |
| Avril | 31.70 | 19.02 | 103.48 | 0.9 | 90.54 | 30.18 | 0.85 | 87.96 | 51.68 |
| Mai | 36.56 | 21.94 | 157.11 | 1.2 | 120.72 | 40.24 | 1.15 | 180.68 | 158.00 |
| Juin | 10.61 | 6.37 | 196.83 | 1.2 | 120.72 | 40.24 | 0.9 | 177.15 | 174.05 |
| Juillet | 4.16 | 2.50 | 230.37 | | | | | | |
| Août | 9.19 | 5.51 | 224.93 | | | | | | |

Tableau IV.13. Calcul des besoins en eau de l'ognion/ail

| ognon/ail | P 80%(mm) | Peff(mm) | ET0(mm/mois) | Z (m) | RFU_THEO | RFU_REEL | KC | ETM | Bnet(mm) |
|------------------|----------------------|-----------------|---------------------|------------------|-----------------|-----------------|-------------|--------------|-----------------|
| Septembre | 28.47 | 17.08 | 160.76 | | | | | | |
| Octobre | 24.61 | 14.77 | 108.31 | 0.4 | 40.24 | 13.41 | 0.5 | 54.16 | 34.63 |
| Novembre | 34.00 | 20.40 | 63.66 | 0.4 | 40.24 | 13.41 | 0.75 | 47.75 | 18.58 |
| Décembre | 33.44 | 20.06 | 43.74 | 0.4 | 40.24 | 13.41 | 0.95 | 41.55 | 10.77 |
| Janvier | 41.70 | 25.02 | 53.04 | 0.4 | 40.24 | 13.41 | 0.95 | 50.39 | 15.94 |
| Février | 36.88 | 22.13 | 54.48 | 0.4 | 40.24 | 13.41 | 0.95 | 51.76 | 21.62 |
| Mars | 34.43 | 20.66 | 82.22 | | | | | | |
| Avril | 31.70 | 19.02 | 103.48 | | | | | | |
| Mai | 36.56 | 21.94 | 157.11 | | | | | | |
| Juin | 10.61 | 6.37 | 196.83 | | | | | | |
| Juillet | 4.16 | 2.50 | 230.37 | | | | | | |
| Août | 9.19 | 5.51 | 224.93 | | | | | | |

Tableau IV.14. Calcul des besoins en eau de la courgette

| courgette | P 80%(mm) | Peff(mm) | ET0(mm/mois) | Z (m) | RFU_THEO | RFU_REEL | KC | ETM | Bnet(mm) |
|------------------|----------------------|-----------------|---------------------|------------------|-----------------|-----------------|------------|---------------|-----------------|
| Septembre | 28.47 | 17.08 | 160.76 | | | | | | |
| Octobre | 24.61 | 14.77 | 108.31 | | | | | | |
| Novembre | 34.00 | 20.40 | 63.66 | | | | | | |
| Décembre | 33.44 | 20.06 | 43.74 | | | | | | |
| Janvier | 41.70 | 25.02 | 53.04 | | | | | | |
| Février | 36.88 | 22.13 | 54.48 | 0.7 | 70.42 | 0.00 | 0.4 | 21.79 | 0.00 |
| Mars | 34.43 | 20.66 | 82.22 | 0.7 | 70.42 | 23.47 | 0.6 | 49.33 | 6.93 |
| Avril | 31.70 | 19.02 | 103.48 | 0.8 | 80.48 | 26.83 | 0.8 | 82.78 | 49.25 |
| Mai | 36.56 | 21.94 | 157.11 | 1.2 | 120.72 | 40.24 | 0.9 | 141.40 | 105.63 |
| Juin | 10.61 | 6.37 | 196.83 | 1.2 | 120.72 | 40.24 | 1.2 | 236.20 | 252.79 |
| Juillet | 4.16 | 2.50 | 230.37 | | | | | | |
| Août | 9.19 | 5.51 | 224.93 | | | | | | |

IV.8.4. Les besoins en eau des arboricultures

Tableau IV.15. Calcul des besoins en eau du pêcher (à noyau)

| pêcher | P 80%(mm) | Pe_{eff}(mm) | ET₀(mm/mois) | Z (m) | RFU_THEO | RFU_REEL | KC | ETM | B_{net}(mm) |
|------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------|---------------|----------------------------|
| Septembre | 28.47 | 17.08 | 160.76 | 1.5 | 150.90 | 0.00 | 0.55 | 88.42 | 95.11 |
| Octobre | 24.61 | 14.77 | 108.31 | 1.5 | 150.90 | 30.18 | 0.55 | 59.57 | 19.50 |
| Novembre | 34.00 | 20.40 | 63.66 | 1.5 | 150.90 | 50.30 | 0.55 | 35.01 | 0.00 |
| Décembre | 33.44 | 20.06 | 43.74 | 1.5 | 150.90 | 50.30 | 0.75 | 32.81 | 0.00 |
| Janvier | 41.70 | 25.02 | 53.04 | 1.5 | 150.90 | 50.30 | 0.75 | 39.78 | 0.00 |
| Février | 36.88 | 22.13 | 54.48 | 1.5 | 150.90 | 50.30 | 0.75 | 40.86 | 0.00 |
| Mars | 34.43 | 20.66 | 82.22 | 1.5 | 150.90 | 50.30 | 0.75 | 61.67 | 0.00 |
| Avril | 31.70 | 19.02 | 103.48 | 1.5 | 150.90 | 50.30 | 0.55 | 56.91 | 0.00 |
| Mai | 36.56 | 21.94 | 157.11 | 1.5 | 150.90 | 50.30 | 0.55 | 86.41 | 18.90 |
| Juin | 10.61 | 6.37 | 196.83 | 1.5 | 150.90 | 50.30 | 0.55 | 108.26 | 68.79 |
| Juillet | 4.16 | 2.50 | 230.37 | 1.5 | 150.90 | 0.00 | 0.55 | 126.70 | 165.61 |
| Août | 9.19 | 5.51 | 224.93 | 1.5 | 150.90 | 0.00 | 0.55 | 123.71 | 157.60 |

Tableau IV.16. Calcul des besoins en eau de l'olivier (à noyau)

| olivier | P 80%(mm) | Pe_{eff}(mm) | ET₀(mm/mois) | Z (m) | RFU_THEO | RFU_REEL | KC | ETM | B_{net}(mm) |
|------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------|---------------|----------------------------|
| Septembre | 28.47 | 17.08 | 160.76 | 1.5 | 150.90 | 0.00 | 0.85 | 136.65 | 159.42 |
| Octobre | 24.61 | 14.77 | 108.31 | 1.5 | 150.90 | 30.18 | 0.85 | 92.06 | 62.82 |
| Novembre | 34.00 | 20.40 | 63.66 | 1.5 | 150.90 | 50.30 | 0.75 | 47.75 | 0.00 |
| Décembre | 33.44 | 20.06 | 43.74 | 1.5 | 150.90 | 50.30 | 0.65 | 28.43 | 0.00 |
| Janvier | 41.70 | 25.02 | 53.04 | 1.5 | 150.90 | 50.30 | 0.65 | 34.48 | 0.00 |
| Février | 36.88 | 22.13 | 54.48 | 1.5 | 150.90 | 50.30 | 0.65 | 35.41 | 0.00 |
| Mars | 34.43 | 20.66 | 82.22 | 1.5 | 150.90 | 50.30 | 0.65 | 53.44 | 0.00 |
| Avril | 31.70 | 19.02 | 103.48 | 1.5 | 150.90 | 50.30 | 0.65 | 67.26 | 0.00 |
| Mai | 36.56 | 21.94 | 157.11 | 1.5 | 150.90 | 50.30 | 0.65 | 102.12 | 39.85 |
| Juin | 10.61 | 6.37 | 196.83 | 1.5 | 150.90 | 50.30 | 0.8 | 157.46 | 134.40 |
| Juillet | 4.16 | 2.50 | 230.37 | 1.5 | 150.90 | 0.00 | 0.85 | 195.81 | 257.76 |
| Août | 9.19 | 5.51 | 224.93 | 1.5 | 150.90 | 0.00 | 0.85 | 191.19 | 247.57 |

Tableau IV.17. Calcul des besoins en eau du pommier (à pépin)

| pommier | P 80%(mm) | Peff(mm) | ET0(mm/mois) | Z (m) | RFU_THEO | RFU_REEL | KC | ETM | Bnet(mm) |
|----------------|----------------------|-----------------|---------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------|------------|-----------------|
| Septembre | 28.47 | 17.08 | 160.76 | 1.5 | 150.90 | 0.00 | 0.7 | 112.53 | 127.27 |
| Octobre | 24.61 | 14.77 | 108.31 | 1.5 | 150.90 | 30.18 | 0.7 | 75.82 | 41.16 |
| Novembre | 34.00 | 20.40 | 63.66 | 1.5 | 150.90 | 50.30 | 0.7 | 44.56 | 0.00 |
| Décembre | 33.44 | 20.06 | 43.74 | 1.5 | 150.90 | 50.30 | 0.7 | 30.62 | 0.00 |
| Janvier | 41.70 | 25.02 | 53.04 | 1.5 | 150.90 | 50.30 | 0.7 | 37.13 | 0.00 |
| Février | 36.88 | 22.13 | 54.48 | 1.5 | 150.90 | 50.30 | 0.7 | 38.14 | 0.00 |
| Mars | 34.43 | 20.66 | 82.22 | 1.5 | 150.90 | 50.30 | 0.8 | 65.78 | 0.00 |
| Avril | 31.70 | 19.02 | 103.48 | 1.5 | 150.90 | 50.30 | 0.85 | 87.96 | 24.85 |
| Mai | 36.56 | 21.94 | 157.11 | 1.5 | 150.90 | 50.30 | 0.85 | 133.54 | 81.74 |
| Juin | 10.61 | 6.37 | 196.83 | 1.5 | 150.90 | 50.30 | 0.7 | 137.78 | 108.15 |
| Juillet | 4.16 | 2.50 | 230.37 | 1.5 | 150.90 | 0.00 | 0.7 | 161.26 | 211.68 |
| Août | 9.19 | 5.51 | 224.93 | 1.5 | 150.90 | 0.00 | 0.7 | 157.45 | 202.58 |

Tableau IV.18. Récapitulatif des besoins en eau mensuels des cultures

| mois | Culture | blé/avoine | orge grain | orge en vert | luzerne | p de terre | ognon/ail | tomate | courgette | olivier | pehcer | pommier | Total (mm) |
|-----------------------|---------|---------------|---------------|---------------|----------------|--------------|--------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|
| Septembre | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 66.51 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 159.42 | 95.11 | 127.27 | 448.31 |
| Octobre | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 56.30 | 34.63 | 34.63 | 0.00 | 0.00 | 62.82 | 19.50 | 41.16 | 249.05 |
| Novembre | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.92 | 5.39 | 18.58 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 24.88 |
| Décembre | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.74 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.74 |
| Janvier | | 0.00 | 9.99 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9.99 |
| Février | | 0.00 | 19.38 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 21.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 41.00 |
| Mars | | 41.84 | 45.52 | 55.26 | 33.91 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6.93 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 183.46 |
| Avril | | 79.27 | 58.00 | 106.48 | 65.86 | 0.00 | 0.00 | 51.68 | 49.25 | 0.00 | 0.00 | 24.85 | 435.39 |
| Mai | | 146.28 | 107.74 | 148.93 | 158.00 | 0.00 | 0.00 | 158.00 | 105.63 | 39.85 | 45.73 | 81.74 | 991.91 |
| Juin | | 82.49 | 0.00 | 0.00 | 252.79 | 0.00 | 0.00 | 174.05 | 252.79 | 134.40 | 68.79 | 108.15 | 1073.46 |
| Juillet | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 265.54 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 257.76 | 165.61 | 211.68 | 900.59 |
| Août | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 253.90 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 247.57 | 157.60 | 202.58 | 861.64 |
| Tot.net (mm) | | 349.88 | 240.63 | 310.67 | 1153.72 | 44.76 | 74.83 | 383.73 | 414.60 | 901.81 | 552.34 | 797.44 | 5224.42 |
| Tot.brute (mm) | | 437.35 | 300.79 | 388.34 | 1442.15 | 55.96 | 93.54 | 479.67 | 518.25 | 1127.27 | 690.42 | 996.80 | 6530.53 |

Remarque :

Le mois de pointe c'est le moi de **Juin**.

Les besoins bruts en eau d'irrigation ont été déterminés sur la base d'une efficience de 0.8

IV.9. Calcul du débit spécifique

$$qs = \frac{B_{net} * 10 * 1000}{N_j * N_i * 3600 * E_i} \text{ l/s/ha}$$

B_{net} : Besoin net du mois de pointe en mm/mois, pour notre cas il est égale à 1073,46 mm/mois pour le mois d'été juin.

N_i : Nombre des heures d'irrigation = 24 h.

N_j : Nombre de jours du mois de pointe =30 jours

E_i : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation.

A.N :

$$qs = \frac{1073,46 * 10 * 1000}{30 * 24 * 3600 * 0,8} = 5,18 \text{ l/s/ha.}$$

Notre débit spécifique à fournir au niveau de chaque parcelle sera de 5,18 l/s /ha.

Ce débit est très important (>>1,5 l/s/ha), ce qui risque d'aboutir à surdimensionnement de notre réseau.

Donc on prend le débit spécifique pour la culture la plus exigeante qu'est luzerne

$$qs = \frac{265,54 * 10 * 1000}{30 * 24 * 3600 * 0,8} = 1.28 \text{ l/s/ha.}$$

Le débit continu à la sortie du barrage de Beni Slimane est de 1.28 l/s/ha, résultat de diviser les besoins du mois de demande maximale de la culture la plus exigeante (luzerne) par 30 jours par mois et 24 heures par jour.

IV.10. Evaluation du débit caractéristique

Le calcul des débits caractéristiques 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.

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

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

S : la superficie nette à irriguer.

- Pour la superficie nette du périmètre $Q_{car} = 1.28 \times 1267,59 = 1622,52 \text{ l/s.}$

Le débit qui s'écoule dans la conduite de transport (la conduite qui sorte de barrage) est d- Pour le secteur 1 qui nous intéresse dans cette étude :

$$Q_{car} = 1,28 \times 404,42 = 517,66 \text{ l/s}$$

IV.11. Estimation des besoins en eau totaux du premier secteur

Nous avons besoin de savoir le volume d'eau total que doit le réservé dans le barrage de Beni Slimane pour dépenser les besoins de toutes les cultures occupées du sol au niveau de notre périmètre et qui sont citées précédemment,

Après qu'on a estimé le besoin en eau de chaque culture de notre assolement et dès qu'on a occupé les superficies concernant ces cultures il nous reste que savoir les volumes d'eau nécessaires pour le développement de chaque culture, qui sont montrés sur le tableau suivant.

Tableau Error! No text of specified style in document..3. Besoin en eau d'irrigation des cultures

| Type de Culture | besoins brutes (m ³ /ha) | superficies (ha) | besoin totaux (m ³) |
|-----------------|-------------------------------------|------------------|---------------------------------|
| Blé/avoine | 4374 | 521 | 2278854 |
| Orge en vert | 3883 | 219 | 850377 |
| Orge grain | 3008 | 266.2 | 800729.6 |
| Luzerne | 13009 | 18 | 234162 |
| P de Terre | 560 | 63 | 35280 |
| Ognon/ail | 1158 | 61.2 | 70869.6 |
| Tomate | 4797 | 34.5 | 165496.5 |
| Courette | 5183 | 54.2 | 280918.6 |
| Arboriculture | 28145 | 75.16 | 2115378.2 |
| TOTAL | 64117 | 1312.26 | 6832065.5 |

- Le volume total d'irrigation de ce périmètre est de l'ordre de 6,84 Hm³. On peut le garder comme il est inférieur au volume régularisé qu'est de 8 m³.

IV.12. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons été calculé l'évapotranspiration de référence ET_0 par le logiciel utilisé CROPWAT 8.0 dans lequel nous avons introduire les facteurs climatiques de la zone d'étude Beni Slimane, par ce résultat de ET_0 et avec les caractéristiques pédologiques de la zone nous avons calculer les besoins en eau des cultures proposées par l'outil de calcul EXCEL, tel que ces cultures sont proposées et choisies en tenant en compte les conditions climatiques et les facteurs pédologiques ainsi que les traditions culturelles de la zone concernée.

Le calcul des besoins bruts ont été calculé sur la base d'une efficacité globale de 0,8 D'après le tableau récapitulatif des besoins en eau des cultures le mois de pointe est le mois d'été juin et c'est logique.

Pour connaître le volume d'eau à réserver pour irriguer toutes les parcelles nous nous sommes donné pour chaque culture la superficie occupée, en fin nous avons abouti à un volume d'eau de $6,84 \text{ m}^3$ où il est très possible de le garantir à partir de barrage de Beni Slimane d'une capacité utile d'exploitation de 23 m^3 .

CHAPITRE –V-ETUDE DE SYSTEME D'ADDUCTION ET DE DISTRIBUTION

V.1. Introduction

Le présent chapitre est établi pour présenter les secteurs de notre périmètre d'irrigation et délimiter toutes les parcelles qui constituent chacun de ces secteurs, et de faire par la suite le dimensionnement du réseau d'adduction et de distribution et le calcul hydraulique, et il a pour but:

- ✚ Le tracé définitif des conduites du réseau primaire jusqu'aux stations de tête de secteur d'irrigation, et les profils en long tirés du plan.
- ✚ Le calcul optimisé des débits, pressions et diamètres de toutes les conduites.
- ✚ La nomenclature des diamètres, classes de conduites et pièces spéciales, établie en tenant en compte des caractéristiques et de la disponibilité des produits de fabrication locale.

V.2. Barrage de Beni Slimane

Le barrage de Beni Slimane est un barrage de type digue en enrochements avec noyau étanche en argile avec une cote de crête autour 715 m NGA. Le réservoir a une capacité utile d'exploitation de 23 hm³ et on a établi une cote minimale d'exploitation pour l'irrigation de 690 m. Cette cote a été établie pour garantir le volume de régularisation (8 hm³).

- Coordonnées du site du barrage (Système UTM) :

- X = 530 686 m
- Y = 4002 225 m
- Z = 657 mNGA

- Caractéristiques principales du barrage :

- Bassin versant = 178 km².
- Capacité du barrage = 23 Hm³.
- Hauteur du barrage = 58 m.
- Volume régularisé = 8 Hm³.
- Tranche morte = 4 Hm³.
- Volume utile = 19 Hm³.

On déduit de ces caractéristiques que la cote de la digue se situe autour de :

- Z + hauteur du barrage = 657 + 58 = 715 mNGA.
- Cote barrage à moitié capacité 705 volume 11,5 hm³.
- Cote maximale du barrage plein 715 volume 23 hm³.

V.3. Délimitation de périmètre

La superficie nette maximum pouvant être irriguée, est déterminée compte tenu des disponibilités en eau et des besoins moyens bruts en eau qui ont été calculés.

Ils considèrent, d'une part, le volume d'eau affectée disponible dans le périmètre à partir du barrage de Beni Slimane, de l'ordre de $8 \text{ hm}^3/\text{an}$ et, de l'autre, les besoins bruts annuels d'un hectare de la culture dominante (blé dur) de $5511,02 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{an}$. La superficie nette maximale du futur périmètre sera de : $8.000.000 / 5511,02 = \mathbf{1451,64 \text{ ha}}$.

La délimitation du périmètre irriguée, a été réalisée de façon à garder une superficie équipée inférieure à 1400 ha, plus exactement 1267,59 ha. Cette superficie a été délimitée à l'intérieur d'un périmètre brut de 2642,07 ha hectares (périmètre de l'étude agro-pédologie).

La superficie nette à équiper s'élève donc à **1267,59 ha**.

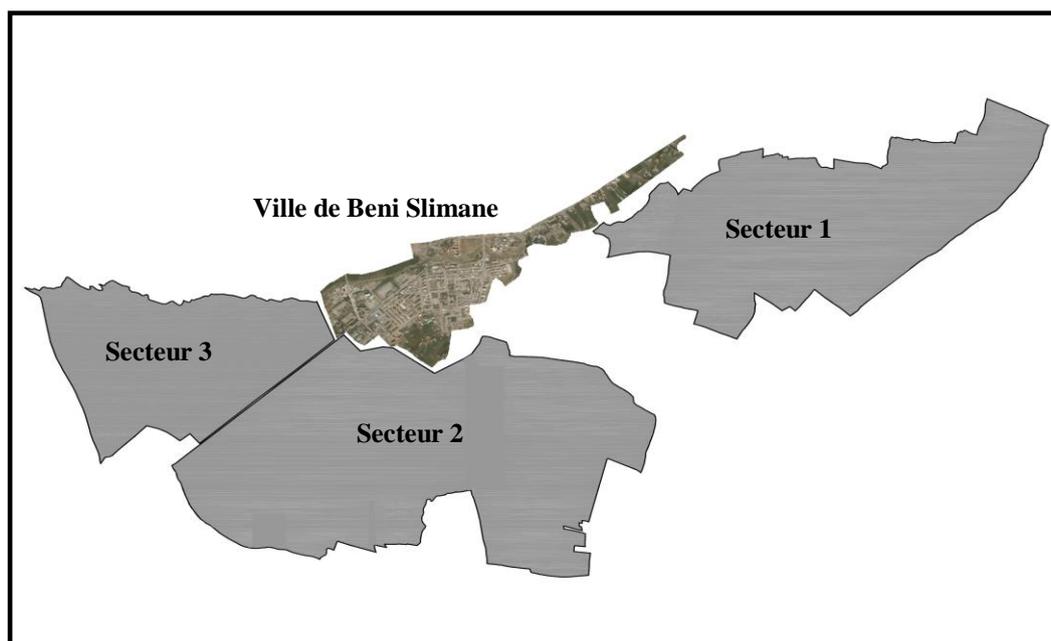


Figure V.1. Délimitation du périmètre d'irrigation (zone à équipée)

Le nombre de secteurs en ce que le périmètre d'irrigation a été divisé est de 3. Les superficies, cote de la tête, cote maximale, cote minimale et cote moyenne de chacun des secteurs sont montrées dans le tableau suivant :

Tableau V.1. Superficie, cote de la tête du secteur, cote maximale, cote minimale et cote moyenne par secteur d'irrigation

| SECTEUR | SUPERFICIE (ha) | COTE DE LA TÊTE DU SECTEUR (m) | COTE MAXIMALE (m) | COTE MINIMALE (m) | COTE MOYENNE (m) |
|---------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| 1 | 404,42 | 589 | 604,00 | 557,15 | 585,69 |
| 2 | 611,29 | 614 | 650,00 | 588,14 | 615,20 |
| 3 | 251,87 | 624 | 640,68 | 586,00 | 627,72 |

Compte tenu de la configuration du périmètre et de sa situation par rapport au barrage, et sur la base des critères d'exclusion exposés ci-dessus, on décrit les secteurs proposés:

- **Secteur 1 – EST** : entre la RN 18a et la limite Est du périmètre en suivant la courbe de niveau 650 mNGA. Ce secteur a une superficie de 404,42 ha ; il contient en grande partie les exploitations de l'ex-domaine Si Lakhdar. On exclut bien sûr la localité de Sidi El Akrouf, son cimetière et la zone périurbaine à l'Est de Sidi Slimane.

V.5. Critères de choix des îlots types

L'îlot d'irrigation est par définition une entité hydraulique desservie par une borne ou prise d'irrigation.

Le remembrement n'étant pas envisageable aujourd'hui et pour éviter toute tension entre agriculteurs, il est recherché de faire coïncider ces limites avec celles des parcelles et à défaut avec une limite facilement matérialisable sur le terrain.

L'élection des différents îlots types se base en les tailles des îlots, tel que la superficie de l'îlot est généralement comprise entre 3 et 20 ha. Cette limitation résulte des considérations ci-après :

1. Les îlots avec tailles comprises entre 3 et 20 ha, représentent approximativement 65,70% de la superficie du périmètre (superficie équipée) et 59,14% en nombre d'îlots.
2. La typologie des parcelles agricoles projetées.
3. La standardisation du matériel (choix des bornes commercialisées).
4. Le respect de la règle de Christiansen.

V.7. Schéma d'aménagement

Pour faire aménager le périmètre de Beni Slimane, il faut mieux de penser de proposer au moins deux variantes et tirer les avantages et les inconvénients de chaque variante, pour retenir à la fin la variante la plus adéquate et la plus avantageuse.

Les variantes d'aménagements proposées pour notre périmètre sont deux, résumées comme suit:

Variante 1 : on propose d'irriguer avec une conduite à pression tout le périmètre directement dès le barrage de Beni Slimane situé à environ 7 Km au Sud de la ville de Beni Slimane par la conduite qui passe par la limite extérieure du périmètre à irriguer et dans la zone de cote haute.

Variante 2 : on propose un pompage partiel au niveau de chaque secteur pour garantir la pression nécessaire pour certaines parcelles, qui par rapport à leur position haute, peuvent avoir de problèmes de charge hydraulique insuffisante. Cette variante a été écartée du fait de la différence de cote entre la bête du barrage et la cote de la tête du secteur. On retient donc la variante 1.

V.7.1. Description du schéma d'aménagement retenue

La variante d'aménagement retenue a l'avantage de permettre de profiter la pression naturelle que nous donne l'hauteur du barrage de Beni Slimane et éviter au maximum les pompes et aussi de passer le plus proche des parcelles du périmètre. Tout le système est irrigué par pression naturelle sauf le secteur 2, dans lequel la pression à la borne d'irrigation est insuffisante pour quelques îlots. Dans le secteur cité, une station de pompage sera nécessaire.

Le fonctionnement du système d'irrigation sera à la demande jusqu'à la borne d'irrigation en garantissant une pression de 2.5 bars à la tête de l'îlot.

Le réseau primaire amène l'eau à l'entrée des 3 secteurs d'irrigation, dans les stations de tête de secteur. On a prévu de réguler la pression à l'entrée de chaque secteur d'irrigation, avec la finalité de protéger toutes les installations qui se trouvent en aval de chaque entrée des secteurs.

Avec les vannes réductrices de pression avant d'entrer dans les réseaux de distribution, sera limité le niveau statique de l'eau de chaque secteur jusqu'à la cote qui permette, au moment de demande maximale, de garantir les 2.5 bars au point le plus défavorable dans les bornes de distribution des îlots.

Les conduites du réseau secondaire seront de diamètre moyen et devront supporter une pression plus réduite à celles du réseau primaire, sachant qu'elle sera limitée par les vannes régulatrices de pression qui seront installées.

Les principales caractéristiques hydrauliques de la dite variante, sont les suivantes :

- Longueur totale du réseau d'adduction: 12 466,37 m.
- Longueur totale du réseau de distribution: 32 173,37 m.
- Différence maximale de cote à l'intérieur de chaque secteur de 60 m, pour éviter la mise en place de conduites de PN supérieur à 16 bars.

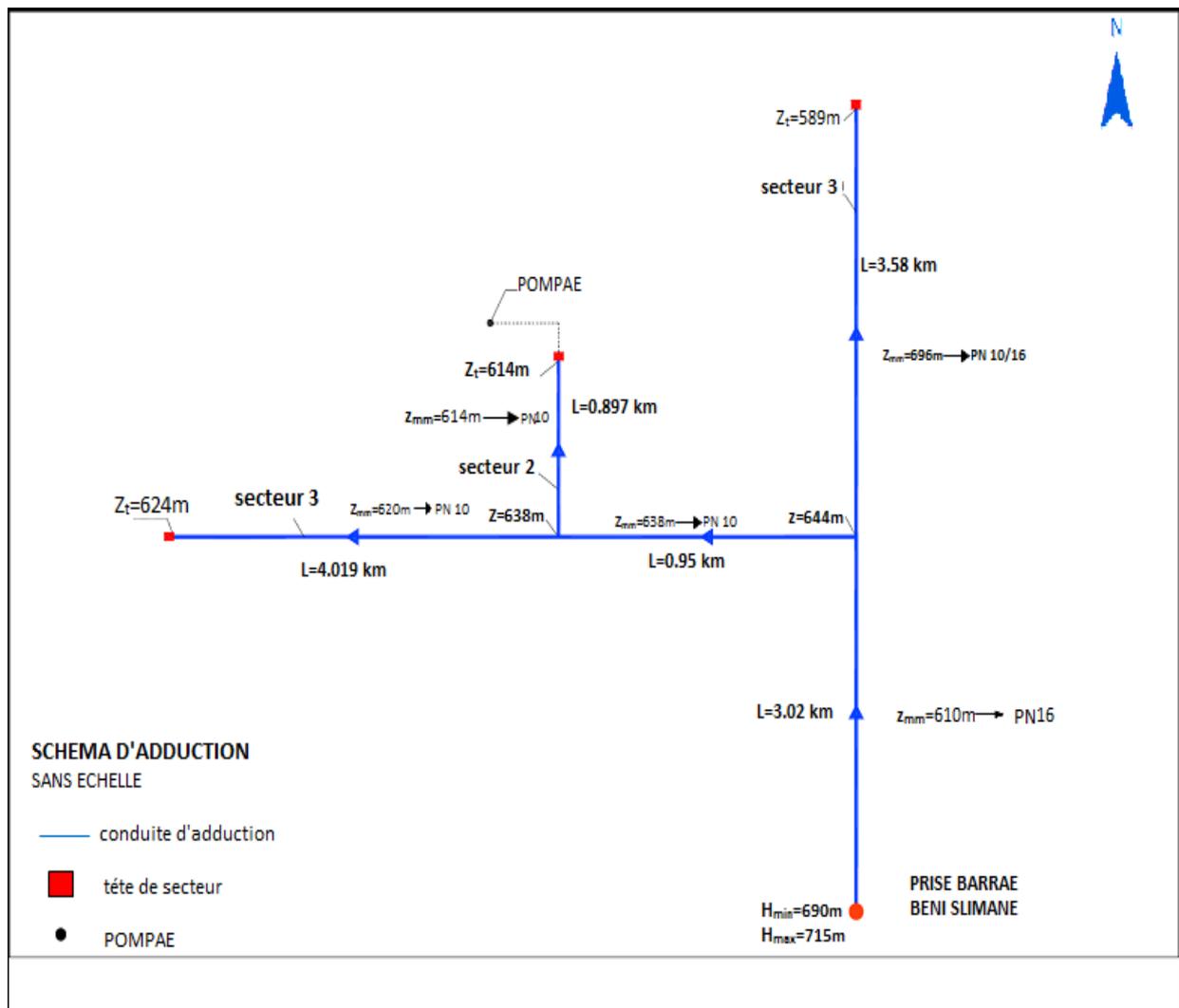


Figure V.2. Schéma du système d'adduction de la retenue

V.8. Base de calcul hydraulique

V.8.1. Bornes d'irrigation

V.8.1.1. Définition

Les bornes d'irrigation sont les éléments de connexion entre le réseau de distribution de chaque îlot. Elles sont constituées par deux corps; le premier intégré par la vanne d'isolement suivie d'une régulatrice de pression (pour limiter la pression de travail du réseau tertiaire en accord avec les caractéristiques de chaque îlot), et le deuxième correspondant à la batterie de raccordements parcellaires, avec leurs débitmètres correspondants. Les deux corps sont situés dans une seule enceinte, à laquelle ne peut accéder que le personnel d'entretien.

Les deux types basiques de bornes d'irrigation installées au périmètre de Beni Slimane au niveau des îlots sont des bornes d'irrigation les plus commercialisables en Algérie. Ce sont :

- Borne d'irrigation type (pour îlots de taille ≤ 20 ha)
- Borne d'irrigation télécontrôlée (pour îlots de taille > 20 ha)

V.8.1.2. Calcul du débit aux bornes

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

$$Q_b = q_s \times S$$

Q_b = Débit caractéristique de chaque îlot (l/s)

q_s = Débit spécifique moyen (l/s/ha)

S = Superficie de l'îlot (ha)

Les résultats du calcul du débit de chaque îlot d'irrigation sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau V.2. Débits de chaque îlot et prise parcellaires et le type des bornes

| Ilot | CODE_PARCELE | Superficie planimétrique (ha) | Débit (l/s) | Matériel | Corp de régulation (mm) | Type de borne et bec de sortie |
|---------|--------------|-------------------------------|-------------|----------|-------------------------|--------------------------------|
| ILOT 01 | Borne | 13.00 | 16.64 | FONTE | 125 | 1 x borne d'irrigation type b |
| | 09303a | 3.56 | 4.56 | | | |
| | 09302a | 4.55 | 5.83 | | | |
| | 09301a | 4.89 | 6.26 | | | |
| ILOT 02 | Borne | 3.81 | 4.88 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 09299a | 0.23 | 0.29 | | | |
| | 10176a | 1.01 | 1.29 | | | |
| | 10178a | 0.64 | 0.82 | | | |
| | 10179a | 0.64 | 0.82 | | | |
| | 10177a | 1.05 | 1.34 | | | |
| | 09293a | 0.24 | 0.31 | | | |
| ILOT03 | Borne | 3.28 | 4.20 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |

| | | | | | | |
|---------|--------|------|------|-------|-----|-------------------------------|
| | 10180a | 2.47 | 3.16 | | | |
| | 10181a | 0.81 | 1.04 | | | |
| ILOT 04 | Borne | 2.51 | 3.21 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10187a | 0.67 | 0.86 | | | |
| | 10184a | 0.55 | 0.71 | | | |
| | 10183a | 0.28 | 0.36 | | | |
| | 10182a | 1.00 | 1.28 | | | |
| ILOT 05 | Borne | 3.70 | 4.74 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10190a | 0.23 | 0.29 | | | |
| | 10192a | 0.62 | 0.80 | | | |
| | 10186a | 0.62 | 0.80 | | | |
| | 10191a | 0.66 | 0.85 | | | |
| | 10189a | 0.26 | 0.33 | | | |
| | 10193a | 0.70 | 0.90 | | | |
| | 10185a | 0.61 | 0.78 | | | |
| ILOT 06 | Borne | 2.88 | 3.68 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10196a | 0.13 | 0.16 | | | |
| | 10195a | 0.71 | 0.91 | | | |
| | 10197a | 1.25 | 1.60 | | | |
| | 10194a | 0.79 | 1.01 | | | |
| ILOT 07 | Borne | 6.29 | 8.05 | FONTE | 125 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10200a | 2.57 | 3.29 | | | |
| | 10199a | 0.23 | 0.30 | | | |
| | 10198a | 3.49 | 4.47 | | | |
| ILOT 08 | Borne | 2.33 | 2.98 | FONTE | 80 | 1x borne d'irrigation type a |
| | 10165a | 0.19 | 0.24 | | | |
| | 10163a | 0.20 | 0.25 | | | |
| | 10164b | 0.06 | 0.08 | | | |
| | 10164a | 0.19 | 0.24 | | | |
| | 10161a | 0.10 | 0.12 | | | |
| | 10167a | 1.51 | 1.93 | | | |
| | 10162a | 0.08 | 0.11 | | | |
| ILOT 09 | Borne | 5.59 | 7.15 | FONTE | 100 | |
| | 10166a | 0.31 | 0.39 | | | |
| | 10215a | 0.33 | 0.42 | | | |
| | 10216b | 0.14 | 0.17 | | | |
| | 10201b | 0.21 | 0.27 | | | |
| | 10216a | 0.50 | 0.64 | | | |
| | 10201a | 4.10 | 5.25 | | | |
| ILOT 10 | Borne | 5.68 | 7.27 | FONTE | 100 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10209a | 4.75 | 6.08 | | | |
| | 10202a | 0.49 | 0.63 | | | |
| | 10203a | 0.44 | 0.56 | | | |

| | | | | | | |
|---------|--------|-------|-------|-------|-----|--------------------------------------|
| ILOT 11 | Borne | 3.13 | 4.01 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10210a | 0.52 | 0.67 | | | |
| | 10212a | 0.46 | 0.58 | | | |
| | 10211a | 0.47 | 0.61 | | | |
| | 10213a | 0.44 | 0.56 | | | |
| | 10214b | 0.18 | 0.23 | | | |
| | 10214c | 0.74 | 0.95 | | | |
| | 10214a | 0.31 | 0.40 | | | |
| ILOT 12 | Borne | 1.97 | 2.52 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10219a | 0.21 | 0.27 | | | |
| | 10218a | 0.22 | 0.28 | | | |
| | 10220a | 0.24 | 0.30 | | | |
| | 10217a | 0.09 | 0.12 | | | |
| | 10234a | 0.42 | 0.53 | | | |
| | 10233a | 0.41 | 0.52 | | | |
| | 10232a | 0.38 | 0.49 | | | |
| ILOT 13 | Borne | 1.38 | 1.77 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10231a | 0.17 | 0.22 | | | |
| | 10229a | 0.34 | 0.44 | | | |
| | 10230b | 0.11 | 0.14 | | | |
| | 10221a | 0.65 | 0.83 | | | |
| | 10230a | 0.11 | 0.14 | | | |
| ILOT 14 | Borne | 1.43 | 1.83 | FONTE | 80 | 2 x borne d'irrigation type a |
| | 10228a | 0.17 | 0.22 | | | |
| | 10226a | 0.29 | 0.37 | | | |
| | 10227a | 0.12 | 0.16 | | | |
| | 10221b | 0.47 | 0.61 | | | |
| | 10223b | 0.37 | 0.47 | | | |
| ILOT 15 | Borne | 2.05 | 2.62 | FONTE | 80 | 2 x borne d'irrigation type a |
| | 10224a | 0.79 | 1.02 | | | |
| | 10222b | 0.18 | 0.23 | | | |
| | 10225b | 0.09 | 0.12 | | | |
| | 10222a | 0.55 | 0.71 | | | |
| | 10223a | 0.22 | 0.28 | | | |
| | 10225a | 0.21 | 0.27 | | | |
| ILOT 16 | Borne | 5.93 | 7.59 | FONTE | 100 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10022a | 5.93 | 7.59 | | | |
| ILOT 17 | Borne | 4.50 | 5.76 | FONTE | 100 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10022a | 4.50 | 5.76 | | | |
| ILOT 18 | Borne | 11.43 | 14.63 | FONTE | 125 | 1 x borne d'irrigation type b |
| | 10022a | 11.43 | 14.63 | | | |
| ILOT 19 | Borne | 21.23 | 27.18 | FONTE | - | 1 x borne d'irrigation combinée type |
| | 10022a | 21.23 | 27.18 | | | |

| | | | | | | |
|---------|--------|-------|-------|-------|-----|-------------------------------|
| ILOT 20 | Borne | 4.03 | 5.16 | FONTE | 100 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10022a | 4.03 | 5.16 | | | |
| ILOT 21 | Borne | 13.21 | 16.92 | FONTE | 125 | 1 x borne d'irrigation type b |
| | 10023a | 0.81 | 1.03 | | | |
| | 10024a | 0.72 | 0.93 | | | |
| | 10022a | 11.68 | 14.96 | | | |
| ILOT 22 | Borne | 11.52 | 14.75 | FONTE | 125 | 1 x borne d'irrigation type b |
| | 10022a | 11.52 | 14.75 | | | |
| ILOT 23 | Borne | 2.17 | 2.78 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 11060a | 0.76 | 0.98 | | | |
| | 11059a | 0.58 | 0.75 | | | |
| | 11058a | 0.50 | 0.64 | | | |
| | 11057a | 0.32 | 0.41 | | | |
| ILOT 24 | Borne | 2.10 | 2.68 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 11061b | 0.15 | 0.19 | | | |
| | 11061a | 0.16 | 0.20 | | | |
| | 11064a | 1.41 | 1.80 | | | |
| | 11063a | 0.24 | 0.30 | | | |
| | 11062a | 0.14 | 0.18 | | | |
| ILOT 25 | Borne | 1.50 | 1.92 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 11071a | 0.21 | 0.27 | | | |
| | 11072a | 0.06 | 0.08 | | | |
| | 11073a | 0.48 | 0.61 | | | |
| | 11074a | 0.41 | 0.53 | | | |
| | 11075a | 0.34 | 0.44 | | | |
| ILOT 26 | Borne | 0.99 | 1.26 | FONTE | 80 | 1x borne d'irrigation type a |
| | 11076a | 0.09 | 0.11 | | | |
| | 11077a | 0.11 | 0.14 | | | |
| | 11078a | 0.14 | 0.18 | | | |
| | 11079a | 0.19 | 0.24 | | | |
| | 11080a | 0.46 | 0.58 | | | |
| ILOT 27 | Borne | 2.54 | 3.25 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 11056b | 0.12 | 0.15 | | | |
| | 11056a | 0.49 | 0.63 | | | |
| | 11055a | 0.58 | 0.75 | | | |
| | 11054a | 0.69 | 0.88 | | | |
| | 11053a | 0.66 | 0.84 | | | |
| ILOT 28 | Borne | 3.04 | 3.89 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 11052a | 1.62 | 2.07 | | | |
| | 11051a | 0.73 | 0.94 | | | |
| | 11050a | 0.56 | 0.71 | | | |
| | 11049a | 0.13 | 0.16 | | | |
| ILOT 29 | Borne | 14.55 | 18.63 | FONTE | 150 | 1 x borne d'irrigation type b |

| | | | | | | |
|---------|--------|-------|-------|-------|-----|-------------------------------|
| | 11146a | 14.01 | 17.94 | | | |
| | 11081a | 0.29 | 0.37 | | | |
| | 11082a | 0.25 | 0.32 | | | |
| ILOT 30 | Borne | 7.82 | 10.01 | FONTE | 125 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10515a | 7.82 | 10.01 | | | |
| ILOT 31 | Borne | 6.74 | 8.63 | FONTE | 125 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10516a | 2.24 | 2.87 | | | |
| | 10515a | 4.50 | 5.76 | | | |
| ILOT 32 | Borne | 7.32 | 9.37 | FONTE | 125 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10515a | 7.32 | 9.37 | | | |
| ILOT 33 | Borne | 8.08 | 10.34 | FONTE | 125 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10515a | 8.08 | 10.34 | | | |
| ILOT 34 | Borne | 4.89 | 6.26 | FONTE | 100 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10515a | 4.89 | 6.26 | | | |
| ILOT 35 | Borne | 3.50 | 4.47 | FONTE | 80 | 1x borne d'irrigation type a |
| | 10518a | 0.58 | 0.75 | | | |
| | 10517a | 0.65 | 0.83 | | | |
| | 10522a | 0.19 | 0.25 | | | |
| | 10520a | 0.89 | 1.14 | | | |
| | 10519a | 0.93 | 1.19 | | | |
| | 10521a | 0.25 | 0.32 | | | |
| ILOT 36 | Borne | 3.03 | 3.88 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 11065a | 0.92 | 1.17 | | | |
| | 11066a | 0.47 | 0.60 | | | |
| | 11067a | 0.60 | 0.76 | | | |
| | 11070a | 0.46 | 0.59 | | | |
| | 11069a | 0.36 | 0.46 | | | |
| | 11068a | 0.22 | 0.28 | | | |
| ILOT 37 | Borne | 3.01 | 3.86 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 11083b | 0.23 | 0.29 | | | |
| | 11083c | 0.11 | 0.14 | | | |
| | 11083a | 2.68 | 3.43 | | | |
| ILOT 38 | Borne | 3.40 | 4.35 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 11084a | 0.34 | 0.43 | | | |
| | 11085a | 0.38 | 0.48 | | | |
| | 11086a | 0.34 | 0.44 | | | |
| | 11088a | 1.95 | 2.50 | | | |
| | 11087a | 0.39 | 0.49 | | | |
| ILOT 39 | Borne | 1.20 | 1.54 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 11098a | 0.32 | 0.41 | | | |
| | 11096a | 0.24 | 0.31 | | | |
| | 11095a | 0.08 | 0.11 | | | |
| | 11094a | 0.06 | 0.07 | | | |

| | | | | | | |
|---------|--------|------|------|-------|----|-------------------------------|
| | 11097a | 0.18 | 0.23 | | | |
| | 11099a | 0.32 | 0.41 | | | |
| ILOT 40 | Borne | 0.40 | 0.51 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 11093a | 0.09 | 0.12 | | | |
| | 11089a | 0.07 | 0.10 | | | |
| | 11090a | 0.08 | 0.10 | | | |
| | 11091a | 0.08 | 0.10 | | | |
| | 11092a | 0.08 | 0.10 | | | |
| ILOT 41 | Borne | 1.27 | 1.63 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 11100a | 0.25 | 0.31 | | | |
| | 11114a | 0.40 | 0.52 | | | |
| | 11102a | 0.14 | 0.19 | | | |
| | 11103a | 0.24 | 0.31 | | | |
| | 11101a | 0.24 | 0.31 | | | |
| ILOT 42 | Borne | 0.87 | 1.11 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 11105a | 0.11 | 0.14 | | | |
| | 11104a | 0.08 | 0.10 | | | |
| | 11106a | 0.16 | 0.21 | | | |
| | 11107a | 0.27 | 0.35 | | | |
| | 11108a | 0.24 | 0.31 | | | |
| ILOT 43 | Borne | 0.90 | 1.16 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 11109a | 0.24 | 0.30 | | | |
| | 11113a | 0.22 | 0.28 | | | |
| | 11110a | 0.19 | 0.24 | | | |
| | 11112a | 0.14 | 0.17 | | | |
| | 11111a | 0.12 | 0.16 | | | |
| ILOT 44 | Borne | 2.01 | 2.58 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 11119a | 0.71 | 0.91 | | | |
| | 11116a | 0.30 | 0.39 | | | |
| | 11117a | 0.08 | 0.11 | | | |
| | 11118a | 0.21 | 0.27 | | | |
| | 11115a | 0.70 | 0.89 | | | |
| ILOT 45 | Borne | 1.21 | 1.55 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 11123a | 0.23 | 0.29 | | | |
| | 11125a | 0.26 | 0.34 | | | |
| | 11125a | 0.20 | 0.26 | | | |
| | 11126a | 0.18 | 0.23 | | | |
| | 11136a | 0.17 | 0.22 | | | |
| | 11135a | 0.17 | 0.21 | | | |
| ILOT 46 | Borne | 1.12 | 1.43 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 11121a | 0.17 | 0.22 | | | |
| | 11138a | 0.20 | 0.25 | | | |
| | 11137a | 0.19 | 0.24 | | | |
| | 11122a | 0.35 | 0.45 | | | |

| | | | | | | |
|---------|--------|------|------|-------|----|-------------------------------|
| | 11120a | 0.21 | 0.27 | | | |
| ILOT 47 | Borne | 0.92 | 1.17 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 11127a | 0.23 | 0.29 | | | |
| | 11128a | 0.23 | 0.30 | | | |
| | 11134a | 0.20 | 0.26 | | | |
| | 11133a | 0.05 | 0.06 | | | |
| | 11132a | 0.08 | 0.10 | | | |
| | 11131a | 0.12 | 0.16 | | | |
| ILOT 48 | Borne | 3.55 | 4.54 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 11129a | 0.90 | 1.16 | | | |
| | 11130a | 1.38 | 1.76 | | | |
| | 11247a | 0.71 | 0.91 | | | |
| | 11248a | 0.55 | 0.71 | | | |
| ILOT 49 | Borne | 1.49 | 1.91 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 11249a | 0.12 | 0.15 | | | |
| | 11250a | 0.15 | 0.19 | | | |
| | 11251a | 0.21 | 0.27 | | | |
| | 11252a | 0.43 | 0.56 | | | |
| | 11253a | 0.57 | 0.73 | | | |
| ILOT 50 | Borne | 1.54 | 1.97 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 11254a | 0.65 | 0.83 | | | |
| | 11276a | 0.39 | 0.50 | | | |
| | 11277a | 0.25 | 0.32 | | | |
| | 11278a | 0.25 | 0.31 | | | |
| ILOT 51 | Borne | 0.46 | 0.59 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 11283a | 0.14 | 0.18 | | | |
| | 11285a | 0.08 | 0.10 | | | |
| | 11286a | 0.07 | 0.09 | | | |
| | 11287a | 0.06 | 0.07 | | | |
| | 11284a | 0.12 | 0.15 | | | |
| ILOT 52 | Borne | 0.46 | 0.59 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 11295a | 0.11 | 0.15 | | | |
| | 11292a | 0.15 | 0.19 | | | |
| | 11288a | 0.09 | 0.12 | | | |
| | 11289a | 0.05 | 0.06 | | | |
| | 11290a | 0.03 | 0.03 | | | |
| | 11291a | 0.04 | 0.05 | | | |
| ILOT 53 | Borne | 0.88 | 1.13 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 11280a | 0.09 | 0.12 | | | |
| | 11279a | 0.37 | 0.47 | | | |
| | 11281a | 0.27 | 0.35 | | | |
| | 11279b | 0.15 | 0.19 | | | |
| ILOT 54 | Borne | 1.26 | 1.61 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |

| | | | | | | |
|---------|--------|------|------|-------|-----|-------------------------------|
| | 11282a | 0.33 | 0.42 | | | |
| | 11309a | 0.21 | 0.27 | | | |
| | 11304a | 0.28 | 0.36 | | | |
| | 11310a | 0.15 | 0.19 | | | |
| | 11308a | 0.11 | 0.14 | | | |
| | 11296a | 0.18 | 0.23 | | | |
| ILOT 55 | Borne | 5.63 | 7.20 | FONTE | 100 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 11293a | 1.70 | 2.18 | | | |
| | 11294a | 1.34 | 1.72 | | | |
| | 11297a | 2.25 | 2.88 | | | |
| | 11298a | 0.11 | 0.14 | | | |
| | 11299a | 0.23 | 0.29 | | | |
| ILOT 56 | Borne | 2.87 | 3.67 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 11301a | 0.23 | 0.30 | | | |
| | 11302a | 0.45 | 0.58 | | | |
| | 11300a | 0.58 | 0.75 | | | |
| | 11303a | 0.22 | 0.29 | | | |
| | 11305a | 0.26 | 0.33 | | | |
| | 11306a | 1.12 | 1.43 | | | |
| ILOT 57 | Borne | 2.92 | 3.73 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 11307a | 1.13 | 1.45 | | | |
| | 11311a | 1.78 | 2.28 | | | |
| ILOT 57 | Borne | 4.88 | 6.25 | FONTE | 100 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10511a | 0.53 | 0.68 | | | |
| | 10512a | 0.93 | 1.19 | | | |
| | 10514a | 0.43 | 0.55 | | | |
| | 10513a | 0.35 | 0.45 | | | |
| | 11313a | 2.65 | 3.39 | | | |
| ILOT 58 | Borne | 1.50 | 1.91 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10507a | 0.12 | 0.16 | | | |
| | 10506a | 0.14 | 0.18 | | | |
| | 10510a | 0.18 | 0.23 | | | |
| | 10508a | 0.66 | 0.84 | | | |
| | 10509a | 0.39 | 0.50 | | | |
| ILOT 59 | Borne | 2.31 | 2.96 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10494a | 0.22 | 0.28 | | | |
| | 10504a | 0.06 | 0.08 | | | |
| | 10501a | 0.12 | 0.15 | | | |
| | 10502a | 0.23 | 0.30 | | | |
| | 10503a | 0.14 | 0.18 | | | |
| | 10505a | 1.54 | 1.98 | | | |
| ILOT 60 | Borne | 1.23 | 1.57 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10492a | 0.35 | 0.45 | | | |

| | | | | | | |
|---------|--------|-------|-------|-------|-----|-------------------------------|
| | 10495a | 0.05 | 0.07 | | | |
| | 10496a | 0.19 | 0.24 | | | |
| | 10491a | 0.21 | 0.26 | | | |
| | 10493a | 0.43 | 0.55 | | | |
| ILOT 61 | Borne | 0.90 | 1.15 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10500a | 0.06 | 0.08 | | | |
| | 10497a | 0.44 | 0.57 | | | |
| | 10498a | 0.33 | 0.43 | | | |
| | 10499a | 0.06 | 0.08 | | | |
| ILOT 62 | Borne | 0.63 | 0.80 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10490a | 0.11 | 0.14 | | | |
| | 10485a | 0.15 | 0.20 | | | |
| | 10486a | 0.16 | 0.21 | | | |
| | 10484a | 0.20 | 0.26 | | | |
| ILOT 63 | Borne | 17.29 | 22.13 | FONTE | 150 | 1 x borne d'irrigation type b |
| | 10515a | 17.29 | 22.13 | | | |
| ILOT 64 | Borne | 5.46 | 6.99 | FONTE | 100 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10515a | 5.46 | 6.99 | | | |
| ILOT 65 | Borne | 4.18 | 5.36 | FONTE | 100 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10487a | 1.75 | 2.24 | | | |
| | 10488a | 0.93 | 1.19 | | | |
| | 10489a | 1.51 | 1.93 | | | |
| ILOT 66 | Borne | 10.17 | 13.02 | FONTE | 125 | 1 x borne d'irrigation type b |
| | 10474a | 0.22 | 0.28 | | | |
| | 10515a | 9.95 | 12.74 | | | |
| ILOT 67 | Borne | 0.90 | 1.16 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10477a | 0.06 | 0.08 | | | |
| | 10455a | 0.11 | 0.13 | | | |
| | 10457a | 0.08 | 0.10 | | | |
| | 10456a | 0.13 | 0.16 | | | |
| | 10478a | 0.53 | 0.68 | | | |
| ILOT 68 | Borne | 0.81 | 1.04 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10481a | 0.07 | 0.09 | | | |
| | 10482a | 0.08 | 0.10 | | | |
| | 10483a | 0.21 | 0.27 | | | |
| | 10480a | 0.16 | 0.21 | | | |
| | 10479a | 0.29 | 0.37 | | | |
| ILOT 69 | Borne | 2.16 | 2.77 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10476a | 0.20 | 0.25 | | | |
| | 10472a | 0.06 | 0.07 | | | |
| | 10473a | 0.06 | 0.07 | | | |
| | 10471a | 0.14 | 0.18 | | | |
| | 10475a | 0.33 | 0.42 | | | |

| | | | | | | |
|---------|--------|-------|-------|-------|-----|-------------------------------|
| | 10470a | 0.36 | 0.46 | | | |
| | 10458a | 1.03 | 1.31 | | | |
| ILOT70 | Borne | 1.65 | 2.11 | FONTE | 80 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10460a | 0.08 | 0.10 | | | |
| | 10461a | 0.08 | 0.10 | | | |
| | 10462a | 0.14 | 0.18 | | | |
| | 10469a | 0.15 | 0.19 | | | |
| | 10468a | 0.17 | 0.21 | | | |
| | 10467a | 0.30 | 0.39 | | | |
| | 10459a | 0.74 | 0.94 | | | |
| ILOT 71 | Borne | 7.59 | 9.71 | FONTE | 125 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10463a | 0.33 | 0.42 | | | |
| | 10464a | 0.28 | 0.36 | | | |
| | 10465a | 0.25 | 0.31 | | | |
| | 10466a | 0.31 | 0.40 | | | |
| | 10515a | 6.42 | 8.22 | | | |
| ILOT 72 | Borne | 4.62 | 5.92 | FONTE | 100 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10515a | 4.62 | 5.92 | | | |
| ILOT 73 | Borne | 9.10 | 11.65 | FONTE | 125 | 1 x borne d'irrigation type b |
| | 10515a | 9.10 | 11.65 | | | |
| ILOT 74 | Borne | 13.41 | 17.17 | FONTE | 125 | 1 x borne d'irrigation type b |
| | 10515a | 13.41 | 17.17 | | | |
| ILOT 75 | Borne | 9.56 | 12.24 | FONTE | 125 | 1 x borne d'irrigation type b |
| | 10235a | 2.07 | 2.65 | | | |
| | 10236a | 1.86 | 2.38 | | | |
| | 10515a | 5.63 | 7.21 | | | |
| ILOT 76 | Borne | 6.43 | 8.23 | FONTE | 125 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10237a | 2.28 | 2.92 | | | |
| | 10238a | 0.52 | 0.66 | | | |
| | 10239a | 0.54 | 0.69 | | | |
| | 10240a | 2.33 | 2.98 | | | |
| | 10241a | 0.76 | 0.98 | | | |
| ILOT 77 | Borne | 5.07 | 6.49 | FONTE | 100 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10249a | 1.29 | 1.65 | | | |
| | 10246a | 1.70 | 2.18 | | | |
| | 10247a | 1.06 | 1.36 | | | |
| | 10248a | 1.02 | 1.30 | | | |
| ILOT 78 | Borne | 10.37 | 13.27 | FONTE | 125 | 1 x borne d'irrigation type b |
| | 10251a | 0.20 | 0.26 | | | |
| | 10252a | 0.21 | 0.27 | | | |
| | 10250a | 0.18 | 0.22 | | | |
| | 10188a | 9.78 | 12.51 | | | |
| ILOT 79 | Borne | 3.95 | 5.05 | FONTE | 100 | 1 x borne d'irrigation type a |

| | | | | | | |
|---------|--------|-------|-------|-------|-----|-------------------------------|
| | 10254a | 2.03 | 2.59 | | | |
| | 10255a | 0.81 | 1.03 | | | |
| | 10256a | 0.27 | 0.35 | | | |
| | 10257a | 0.31 | 0.39 | | | |
| | 10258a | 0.28 | 0.36 | | | |
| | 10259a | 0.25 | 0.32 | | | |
| ILOT 80 | Borne | 13.15 | 16.84 | FONTE | 125 | 1 x borne d'irrigation type b |
| | 10188a | 13.15 | 16.84 | | | |
| ILOT 81 | Borne | 16.75 | 21.44 | FONTE | 150 | 1 x borne d'irrigation type b |
| | 10188a | 16.75 | 21.44 | | | |
| ILOT 82 | Borne | 5.19 | 6.64 | FONTE | 100 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10188a | 5.19 | 6.64 | | | |
| ILOT 83 | Borne | 4.15 | 5.31 | FONTE | 100 | 1 x borne d'irrigation type a |
| | 10243a | 0.37 | 0.48 | | | |
| | 10244a | 0.43 | 0.55 | | | |
| | 10245a | 0.11 | 0.14 | | | |
| | 10242a | 3.23 | 4.13 | | | |

V.8.2. Dimensionnement du réseau de distribution

V.8.2.1. Méthodologie utilisée

V.8.2.1.1. Calcul du diamètre

Pour choisir les diamètres des conduites nous avons respecté le critère de la vitesse maximale de l'eau. Ces critères ont été :

- Vitesse maximale pour $\varnothing \leq 110 \text{ mm} = 0,8 \text{ m/s}$
- Vitesse maximale pour $\varnothing \leq 250 \text{ mm} = 1,0 \text{ m/s}$
- Vitesse maximale pour $\varnothing \leq 400 \text{ mm} = 1,5 \text{ m/s}$
- Vitesse maximale pour $400 < \varnothing \leq 800 \text{ mm} = 2 \text{ m/s}$
- Vitesse maximale pour $\varnothing > 800 \text{ mm} = 2,5 \text{ m/s}$

Une fois calculé le débit qui doit passer par la conduite à alimenter les différents secteurs, nous avons choisi les diamètres selon les critères de la vitesse et en fonction du matériel de la conduite. Avec ces critères, nous avons calculé la «j» avec la formule de Colebrook et multipliant par la longueur de la conduite, nous avons obtenu les pertes de charge.

V.8.2.1.2. Calcul des pertes de charge

Les pertes de charge (Δh) ont été calculées selon la formule suivante:

$$\Delta h = j \cdot L$$

Où:

Δh , perte de charge.

j, pertes de charge en m/km en fonction de la vitesse, le diamètre et des constantes données selon la formule de Colebrook.

L, longueur en km.

V.8.2.1.3. Détermination des pressions disponibles à l'îlot

La détermination des pressions disponible à l'îlot se réalise à l'aide de la formule de Bernoulli décrite ci-dessous.

$$\frac{V^2}{2 \cdot g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V^2}{2 \cdot g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \Delta h_L + \Delta h_S$$

Avec :

| | |
|----------------------|--|
| V [m/s] | La vitesse de l'écoulement dans la conduite. |
| p ₁ [atm] | La pression dans la conduite au point 1. |
| z ₁ [m] | La cote de la conduite au point 1. |
| p ₂ [atm] | La pression dans la conduite au point 2. |
| z ₂ [m] | La cote de la conduite au point 2. |
| Δh _L | Les pertes de charges linéaires. |
| Δh _S | Les pertes de charges singulières. |

Les pertes de charges linéaires se calculent avec la formule de Weissbach-Darcy.

$$\Delta h_L = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

Où :

| | |
|-----------------------|--|
| L [m] | La longueur de la conduite |
| V [m/s] | La vitesse de l'écoulement dans la $V = \frac{Q}{A}$ conduite, |
| Q [m ³ /s] | Le débit qui passe dans la $A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$ conduite |
| A [m ²] | La surface mouillée de la $A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$ conduite, |
| D [m] | Le diamètre de la conduite |
| f [-] | Le coefficient de frottement, qui se détermine à l'aide de la formule de Colebrook – White |

$$f = \left[\frac{1}{\left[-1.8 * \log_{10} \left(\left(\frac{e/D}{3.7} \right)^{1.11} + \frac{6.9}{Re_{pipe}} \right) \right]} \right]^2$$

Où :

K_s La rugosité équivalente qui dépend du matériau de la conduite

$Re = \frac{V \cdot D}{\nu}$ Le nombre de Reynolds, avec ν [m²/s] la viscosité cinématique qui est de $1 \cdot 10^{-6}$ pour l'eau

Les pertes de charges singulières se déterminent à l'aide de la formule suivante.

$$\Delta h_s = K \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

Pour notre cas, on va pas les calculer mais nous les estimer à 10% des pertes de charges linéaires.

V.8.2.2. Présentation des résultats

Quelque données qui nous aider dans le calcul

La cote de tête de secteur : **Côte TS1=589 m.**

La viscosité cinématique de l'eau : 1×10^{-6} .

Perte de charge à la tête de secteur $\Delta h_{TS} = 2$ m.

Perte de charge à la borne $\Delta h_b = 5$ m.

Les résultats obtenues (Diamètres, vitesse, perte de charge et pressions) qui concerne le réseau de distribution du secteur1 d'après ce calcul hydraulique sont présentées sur le tableau V.4 qui suivre.

Tableau V.4 : Diamètres, vitesse, perte de charge et pressions

| Îlot | Distance à la borne suivante, L [m] | Débit du trnçon de Clément, Qi (l/s) | Diamètre nominal, Dn (mm) | Vitesse réelle (m/s) | Vitesse maximale (m/s) | Re | f | P d C total(h _L + h _s) [m] | Pd C cumulée (m) | z [m] | Δz [m] | H _{PRESSION} [m] |
|---------|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|----------------------|------------------------|----------|-------|--|------------------|-------|--------|---------------------------|
| ILOT 28 | 194.330 | 3.89 | 90 | 0.790 | 0.8 | 6.25E+04 | 0.020 | 1.488 | 10.601 | 583.0 | 6.0 | 67.08 |
| ILOT 27 | 249.640 | 6.43 | 140 | 0.538 | 1.0 | 6.63E+04 | 0.019 | 0.562 | 9.113 | 584.0 | 5 | 67.57 |
| ILOT 25 | 42.780 | 1.92 | 90 | 0.390 | 0.8 | 3.09E+04 | 0.023 | 0.094 | 8.692 | 584.0 | 5 | 67.99 |
| ILOT 26 | 8.780 | 3.18 | 90 | 0.645 | 0.8 | 5.11E+04 | 0.021 | 0.047 | 8.598 | 585.0 | 4 | 67.08 |
| N4 | 114.040 | 9.61 | 140 | 0.804 | 1.0 | 9.92E+04 | 0.018 | 0.527 | 8.551 | 585.0 | 4 | 67.13 |
| ILOT 37 | 107.200 | 13.46 | 160 | 0.862 | 1.0 | 1.22E+05 | 0.017 | 0.478 | 8.024 | 586.0 | 3 | 66.66 |
| ILOT 38 | 29.540 | 17.82 | 180 | 0.902 | 1.0 | 1.43E+05 | 0.017 | 0.124 | 7.546 | 586.5 | 2.5 | 66.63 |
| ILOT 39 | 8.450 | 36.48 | 250 | 0.956 | 1.0 | 2.11E+05 | 0.015 | 0.027 | 7.422 | 586.6 | 2.4 | 66.66 |
| ILOT 43 | 104.310 | 1.16 | 90 | 0.235 | 0.8 | 1.86E+04 | 0.026 | 0.094 | 8.779 | 587.3 | 1.7 | 64.60 |
| ILOT 42 | 49.570 | 2.27 | 90 | 0.461 | 0.8 | 3.65E+04 | 0.022 | 0.146 | 8.685 | 586.6 | 2.4 | 65.40 |
| ILOT 40 | 23.620 | 2.78 | 90 | 0.564 | 0.8 | 4.47E+04 | 0.021 | 0.100 | 8.539 | 586.5 | 2.5 | 65.64 |
| ILOT 32 | 281.280 | 12.15 | 160 | 0.778 | 1.0 | 1.10E+05 | 0.017 | 1.044 | 8.439 | 586.5 | 2.5 | 65.74 |
| N3 | 48.220 | 48.63 | 315 | 0.803 | 1.5 | 2.23E+05 | 0.015 | 0.084 | 7.396 | 586.7 | 2.3 | 66.58 |
| ILOT 39 | 53.230 | 50.17 | 315 | 0.829 | 1.5 | 2.30E+05 | 0.015 | 0.098 | 7.312 | 587.2 | 1.8 | 66.17 |
| ILOT 41 | 95.400 | 50.68 | 315 | 0.837 | 1.5 | 2.32E+05 | 0.015 | 0.179 | 7.213 | 587.5 | 1.5 | 65.97 |
| ILOT 44 | 39.700 | 53.26 | 315 | 0.880 | 1.5 | 2.44E+05 | 0.015 | 0.082 | 7.034 | 588.0 | 1 | 65.65 |
| ILOT 46 | 29.500 | 54.69 | 315 | 0.904 | 1.5 | 2.51E+05 | 0.015 | 0.064 | 6.953 | 588.1 | 0.9 | 65.63 |
| ILOT 45 | 45.500 | 56.24 | 315 | 0.929 | 1.5 | 2.58E+05 | 0.015 | 0.103 | 6.889 | 588.2 | 0.8 | 65.59 |
| ILOT 47 | 86.010 | 57.41 | 315 | 0.949 | 1.5 | 2.63E+05 | 0.015 | 0.203 | 6.786 | 588.3 | 0.7 | 65.59 |
| ILOT 48 | 45.250 | 61.95 | 315 | 1.024 | 1.5 | 2.84E+05 | 0.014 | 0.122 | 6.583 | 588.3 | 0.7 | 65.80 |
| ILOT 49 | 321.240 | 63.86 | 315 | 1.055 | 1.5 | 2.93E+05 | 0.014 | 0.917 | 6.461 | 588.2 | 0.8 | 66.02 |
| ILOT 50 | 35.670 | 65.83 | 315 | 1.088 | 1.5 | 3.02E+05 | 0.014 | 0.108 | 5.543 | 591.6 | -2.6 | 63.54 |

ETUDE DU PERIMETRE D'IRRIGATION DE BENI SLIMANE SECTEUR 1 (404 ha) WILAYA DE MEDEA

| | | | | | | | | | | | | |
|---------|---------|--------|-----|-------|-----|----------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| ILOT 53 | 143.360 | 66.96 | 315 | 1.106 | 1.5 | 3.07E+05 | 0.014 | 0.446 | 5.436 | 592.2 | -3.2 | 63.04 |
| ILOT 51 | 56.000 | 67.55 | 315 | 1.116 | 1.5 | 3.10E+05 | 0.014 | 0.177 | 4.990 | 593.0 | -4 | 62.69 |
| ILOT 52 | 482.910 | 68.14 | 315 | 1.126 | 1.5 | 3.13E+05 | 0.014 | 1.551 | 4.813 | 594.5 | -5.5 | 61.37 |
| ILOT 55 | 91.120 | 75.34 | 315 | 1.245 | 1.5 | 3.46E+05 | 0.014 | 0.351 | 3.261 | 594.5 | -5.5 | 62.92 |
| ILOT 56 | 97.500 | 79.01 | 315 | 1.305 | 1.5 | 3.62E+05 | 0.014 | 0.410 | 2.910 | 594.0 | -5 | 63.77 |
| ILOT 57 | 15.680 | 82.74 | 315 | 1.367 | 1.5 | 3.79E+05 | 0.014 | 0.072 | 2.500 | 591.8 | -2.8 | 66.38 |
| ILOT 35 | 33.020 | 4.47 | 110 | 0.607 | 0.8 | 5.88E+04 | 0.020 | 0.124 | 4.115 | 590.0 | -1 | 66.57 |
| ILOT 54 | 138.190 | 6.08 | 140 | 0.508 | 1.0 | 6.27E+04 | 0.020 | 0.282 | 3.833 | 590.7 | -1.7 | 66.15 |
| ILOT 34 | 184.070 | 12.34 | 160 | 0.790 | 1.0 | 1.11E+05 | 0.017 | 0.702 | 3.131 | 592.0 | -3 | 65.55 |
| N2 | 219.310 | 95.08 | 400 | 0.974 | 1.5 | 3.43E+05 | 0.014 | 0.408 | 2.429 | 591.5 | -2.5 | 66.75 |
| ILOT 33 | 27.980 | 105.42 | 400 | 1.080 | 1.5 | 3.81E+05 | 0.014 | 0.063 | 2.021 | 588.7 | 0.3 | 69.96 |
| ILOT 58 | 49.870 | 111.67 | 400 | 1.144 | 1.5 | 4.03E+05 | 0.014 | 0.124 | 1.958 | 588.5 | 0.5 | 70.22 |
| ILOT 59 | 31.070 | 113.58 | 400 | 1.163 | 1.5 | 4.10E+05 | 0.014 | 0.080 | 1.834 | 588.1 | 0.9 | 70.75 |
| ILOT 60 | 254.220 | 116.54 | 400 | 1.193 | 1.5 | 4.21E+05 | 0.013 | 0.684 | 1.754 | 588.0 | 1 | 70.93 |
| ILOT 61 | 26.600 | 118.11 | 400 | 1.210 | 1.5 | 4.26E+05 | 0.013 | 0.073 | 1.070 | 588.3 | 0.7 | 71.31 |
| ILOT 64 | 15.710 | 140.24 | 400 | 1.436 | 1.5 | 5.06E+05 | 0.013 | 0.059 | 0.997 | 588.3 | 0.7 | 71.38 |
| ILOT 66 | 15.380 | 5.36 | 110 | 0.728 | 0.8 | 7.05E+04 | 0.019 | 0.080 | 1.017 | 588.3 | 0.7 | 71.36 |
| N1 | 13.470 | 145.60 | 400 | 1.491 | 1.5 | 5.26E+05 | 0.013 | 0.054 | 0.937 | 588.3 | 0.7 | 71.44 |
| ILOT 62 | 37.010 | 146.75 | 500 | 0.962 | 2.0 | 4.24E+05 | 0.013 | 0.052 | 0.883 | 588.3 | 0.7 | 71.50 |
| ILOT 63 | 205.750 | 147.55 | 500 | 0.967 | 2.0 | 4.26E+05 | 0.013 | 0.290 | 0.831 | 588.3 | 0.7 | 71.55 |
| ILOT 69 | 361.550 | 148.59 | 500 | 0.974 | 2.0 | 4.29E+05 | 0.013 | 0.516 | 0.541 | 588.5 | 0.5 | 71.64 |
| ILOT 68 | 17.320 | 149.75 | 500 | 0.981 | 2.0 | 4.33E+05 | 0.013 | 0.025 | 0.025 | 588.8 | 0.2 | 71.85 |
| ILOT 04 | 175.880 | 3.21 | 90 | 0.652 | 0.8 | 5.16E+04 | 0.021 | 0.957 | 6.951 | 580.9 | 8.1 | 72.83 |
| ILOT 05 | 64.240 | 7.95 | 140 | 0.665 | 1.0 | 8.20E+04 | 0.019 | 0.211 | 5.994 | 586.0 | 3 | 68.69 |
| ILOT 06 | 115.750 | 11.63 | 140 | 0.972 | 1.0 | 1.20E+05 | 0.017 | 0.753 | 5.783 | 586.0 | 3 | 68.90 |

ETUDE DU PERIMETRE D'IRRIGATION DE BENI SLIMANE SECTEUR 1 (404 ha) WILAYA DE MEDEA

| | | | | | | | | | | | | |
|---------|---------|-------|-----|-------|-----|----------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| ILOT 07 | 40.970 | 19.68 | 180 | 0.996 | 1.0 | 1.58E+05 | 0.016 | 0.206 | 5.031 | 584.0 | 5 | 71.65 |
| ILOT 09 | 12.070 | 26.83 | 250 | 0.703 | 1.0 | 1.55E+05 | 0.016 | 0.022 | 4.825 | 583.6 | 5.4 | 72.26 |
| ILOT 02 | 51.050 | 4.88 | 110 | 0.663 | 0.8 | 6.42E+04 | 0.020 | 0.224 | 6.854 | 577.0 | 12 | 76.83 |
| ILOT 03 | 56.350 | 9.08 | 140 | 0.759 | 1.0 | 9.37E+04 | 0.018 | 0.235 | 6.630 | 580.0 | 9 | 74.05 |
| ILOT 08 | 434.730 | 12.06 | 160 | 0.772 | 1.0 | 1.09E+05 | 0.018 | 1.592 | 6.395 | 580.0 | 9 | 74.29 |
| N9 | 144.370 | 38.89 | 315 | 0.643 | 1.5 | 1.78E+05 | 0.016 | 0.168 | 4.803 | 583.5 | 5.5 | 72.38 |
| ILOT 15 | 51.380 | 41.51 | 315 | 0.686 | 1.5 | 1.90E+05 | 0.016 | 0.067 | 6.583 | 583.0 | 6 | 71.10 |
| ILOT 14 | 72.210 | 42.89 | 315 | 0.709 | 1.5 | 1.97E+05 | 0.016 | 0.100 | 4.635 | 582.8 | 6.2 | 73.25 |
| ILOT 13 | 133.630 | 44.66 | 315 | 0.738 | 1.5 | 2.05E+05 | 0.015 | 0.200 | 6.516 | 582.8 | 6.2 | 71.36 |
| ILOT 12 | 15.710 | 47.18 | 315 | 0.780 | 1.5 | 2.16E+05 | 0.015 | 0.026 | 4.535 | 580.9 | 8.1 | 75.25 |
| ILOT 10 | 18.700 | 7.27 | 140 | 0.608 | 1.0 | 7.50E+04 | 0.019 | 0.052 | 6.316 | 579.0 | 10 | 75.36 |
| ILOT 11 | 177.810 | 11.28 | 140 | 0.943 | 1.0 | 1.16E+05 | 0.017 | 1.094 | 6.264 | 578.8 | 10.2 | 75.62 |
| ILOT 16 | 141.950 | 18.87 | 180 | 0.955 | 1.0 | 1.51E+05 | 0.016 | 0.661 | 5.169 | 580.2 | 8.8 | 75.31 |
| N8 | 310.830 | 66.05 | 315 | 1.091 | 1.5 | 3.03E+05 | 0.014 | 0.944 | 4.509 | 580.6 | 8.4 | 75.57 |
| ILOT 17 | 71.400 | 71.81 | 315 | 1.186 | 1.5 | 3.29E+05 | 0.014 | 0.252 | 3.565 | 583.0 | 6 | 74.11 |
| ILOT 23 | 78.600 | 2.78 | 90 | 0.564 | 0.8 | 4.47E+04 | 0.021 | 0.331 | 9.181 | 575.0 | 14 | 76.50 |
| ILOT 24 | 130.740 | 5.46 | 110 | 0.742 | 0.8 | 7.18E+04 | 0.019 | 0.702 | 8.849 | 575.0 | 14 | 76.83 |
| ILOT 36 | 432.820 | 9.34 | 140 | 0.781 | 1.0 | 9.64E+04 | 0.018 | 1.899 | 8.148 | 577.0 | 12 | 75.53 |
| ILOT 31 | 23.900 | 17.97 | 180 | 0.910 | 1.0 | 1.44E+05 | 0.017 | 0.102 | 6.249 | 586.0 | 3 | 68.43 |
| ILOT 22 | 146.490 | 32.72 | 250 | 0.858 | 1.0 | 1.89E+05 | 0.016 | 0.379 | 6.147 | 586.0 | 3 | 68.53 |
| ILOT 20 | 23.900 | 37.88 | 250 | 0.993 | 1.0 | 2.19E+05 | 0.015 | 0.080 | 5.768 | 586.0 | 3 | 68.91 |
| ILOT 30 | 15.350 | 47.89 | 315 | 0.791 | 1.5 | 2.20E+05 | 0.015 | 0.026 | 5.687 | 586.0 | 3 | 68.99 |
| ILOT 18 | 126.060 | 14.63 | 160 | 0.937 | 1.0 | 1.32E+05 | 0.017 | 0.653 | 5.745 | 583.5 | 5.5 | 71.44 |
| ILOT 28 | 249.120 | 31.55 | 250 | 0.827 | 1.0 | 1.82E+05 | 0.016 | 0.603 | 6.265 | 585.5 | 3.5 | 68.92 |
| N7 | 546.320 | 79.44 | 315 | 1.313 | 1.5 | 3.64E+05 | 0.014 | 2.318 | 5.661 | 586.0 | 3 | 69.02 |

ETUDE DU PERIMETRE D'IRRIGATION DE BENI SLIMANE SECTEUR 1 (404 ha) WILAYA DE MEDEA

| | | | | | | | | | | | | |
|---------|---------|--------|-----|-------|-----|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ILOT 19 | 13.200 | 106.62 | 400 | 1.092 | 1.5 | 3.85E+05 | 0.014 | 0.030 | 3.343 | 583.0 | 6 | 74.34 |
| N6 | 310.160 | 178.43 | 500 | 1.169 | 2.0 | 5.15E+05 | 0.013 | 0.618 | 3.313 | 583.0 | 6 | 74.37 |
| ILOT 65 | 110.050 | 185.03 | 500 | 1.212 | 2.0 | 5.34E+05 | 0.013 | 0.234 | 2.695 | 586.3 | 2.7 | 71.69 |
| ILOT 76 | 185.640 | 202.20 | 500 | 1.325 | 2.0 | 5.84E+05 | 0.013 | 0.465 | 2.461 | 587.0 | 2 | 71.22 |
| ILOT 74 | 112.470 | 208.12 | 500 | 1.364 | 2.0 | 6.01E+05 | 0.013 | 0.297 | 1.996 | 588.0 | 1 | 70.68 |
| ILOT 67 | 170.800 | 221.14 | 500 | 1.449 | 2.0 | 6.39E+05 | 0.013 | 0.503 | 1.699 | 588.0 | 1 | 70.98 |
| ILOT 01 | 236.500 | 16.64 | 180 | 0.842 | 1.0 | 1.34E+05 | 0.017 | 0.878 | 7.939 | 575.0 | 14 | 77.74 |
| ILOT 84 | 370.630 | 23.28 | 200 | 0.955 | 1.0 | 1.68E+05 | 0.016 | 1.519 | 7.061 | 580.5 | 8.5 | 73.12 |
| ILOT 83 | 300.450 | 44.72 | 315 | 0.739 | 1.5 | 2.05E+05 | 0.015 | 0.450 | 5.542 | 593.0 | -4 | 62.14 |
| ILOT 82 | 235.130 | 61.56 | 315 | 1.017 | 1.5 | 2.82E+05 | 0.015 | 0.628 | 5.092 | 602.2 | -13.2 | 53.39 |
| ILOT 81 | 134.140 | 66.61 | 315 | 1.101 | 1.5 | 3.06E+05 | 0.014 | 0.414 | 4.464 | 596.0 | -7 | 60.22 |
| ILOT 80 | 123.430 | 79.88 | 315 | 1.320 | 1.5 | 3.66E+05 | 0.014 | 0.529 | 4.050 | 591.8 | -2.8 | 64.83 |
| ILOT 79 | 99.400 | 86.37 | 315 | 1.427 | 1.5 | 3.96E+05 | 0.014 | 0.491 | 3.521 | 591.0 | -2 | 66.16 |
| ILOT 85 | 87.300 | 91.68 | 400 | 0.939 | 1.5 | 3.31E+05 | 0.014 | 0.152 | 3.030 | 590.0 | -1 | 67.65 |
| ILOT 78 | 153.470 | 99.91 | 400 | 1.023 | 1.5 | 3.61E+05 | 0.014 | 0.312 | 2.878 | 590.0 | -1 | 67.80 |
| ILOT 77 | 286.680 | 112.15 | 400 | 1.149 | 1.5 | 4.05E+05 | 0.014 | 0.720 | 2.566 | 589.0 | 0 | 69.11 |
| ILOT 75 | 224.250 | 123.80 | 400 | 1.268 | 1.5 | 4.47E+05 | 0.013 | 0.674 | 1.846 | 588.0 | 1 | 70.83 |
| N5 | 52.350 | 344.94 | 500 | 2.260 | 2.0 | 9.96E+05 | 0.012 | 0.348 | 1.173 | 588.0 | 1 | 71.51 |
| ILOT 73 | 67.630 | 354.65 | 500 | 2.324 | 2.0 | 1.02E+06 | 0.012 | 0.473 | 0.825 | 588.0 | 1 | 71.86 |
| ILOT 72 | 26.250 | 356.76 | 500 | 2.338 | 2.0 | 1.03E+06 | 0.012 | 0.185 | 0.352 | 588.0 | 1 | 72.33 |
| ILOT 70 | 23.250 | 359.53 | 500 | 2.356 | 2.0 | 1.04E+06 | 0.012 | 0.167 | 0.167 | 588.0 | 1 | 72.51 |

V.9. Matériaux des conduites

V.9.1. Conduites du réseau primaire

Le réseau primaire sera constitué par une canalisation télescopique de conduites de grand diamètre, de Ø 1000 mm jusqu'à Ø 400 mm. Dans ses différents tronçons, le réseau primaire sera soumis à des pressions internes pas très élevées, avec des cotes de terrains situées environ 90 - 110 m plus basses que celles du barrage de Beni Slimane.

Les matériaux plus habituels qui s'appliquent pour ces diamètres sont:

- Conduite métallique en acier soudé.
- Conduite de béton à âme en tôle.
- Conduite de plastique renforcée avec fibre de verre (PRV).

1) Conduites métalliques en acier soudé

Ce sont des conduites en acier au carbone, revêtues à l'extérieur avec des bandes de polypropylène et à l'intérieur avec du mortier de ciment alumineux.

Les conduites ont une longueur de 11 à 12 m. La liaison des conduites se fait normalement par soudure et pour les diamètres supérieurs à 1.200 mm la liaison est réalisée dès l'intérieure.

2) Conduites en béton précontraint à âme en tôle

Les conduites en béton précontraint à âme en tôle disposent d'une plaque d'acier au carbone, qui leurs garantit leur étanchéité et au même temps servent d'éléments de liaison, par soudure, entre les conduites.

V.9.2. Conduites du réseau secondaire

En prenant comme référence les conduites de diamètres inférieures à 500 mm, il est nécessaire d'aborder certaines considérations préalables.

- Les pressions d'approvisionnement sont sensiblement inférieures à celles du réseau primaire.
- Il est de préférence d'installer des matériaux légers, afin de faciliter le transport et la mise en place.
- A ce niveau de diamètres et de pressions, le béton précontraint est un matériel dont on ne tient pas compte dans les alternatives à analyser.

Par ces prémices, on évaluera la possibilité d'utiliser dans les conduites du réseau secondaire et tertiaire les suivants matériaux:

1. **PVC**. C'est un matériel également facile à acquérir en Algérie et il a aussi l'avantage de disposer de beaucoup d'éléments de liaison et de dérivation au marché. Son poids est encore plus favorable que l'amiante-ciment et la réalisation de réparations est plus aisée,
2. **PRV**. Il est possible que son approvisionnement en Algérie soit facile à court terme. Son poids est raisonnable pour sa manipulation. Cependant, ses joints sont fragiles face aux petites variations de position ou de consistance du terrain.

Par conséquent, tenant compte de la disponibilité de fabrication locale ou disponibilité au marché local et l'application de chaque matériel, les conduites recommandées sont en PVC pour les diamètres entre 500 mm et 200 mm et le PEHD pour diamètres inférieures à 200 mm.

V.10. 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...).

V.11. Conclusion

Dans ce périmètre, nous avons défini 3 secteurs d'irrigation parallèles, dont la tête de secteur est située à une cote élevée et la superficie irrigable ($S = 1267,59$ ha) descend jusqu'à la rive du fleuve

La variante d'aménagement préconisée pour l'irrigation des parcelles du périmètre d'étude est la variante qui concerne l'irrigation des parcelles directement depuis le barrage de Beni Slimane, ayant comme objectif de tirer profit au maximum de la pression naturelle du système, en garantissant une pression de 2 bars à la tête de l'îlot. Comme nous avons pu voir dans ce chapitre, le secteur 2 aura besoin d'une énergie additionnelle (pompages), et le secteur 1 n'aura pas besoin d'un pompage car nous avons vu d'après le tableau des pressions (tableau V.3) que toutes les pressions au niveau des bornes sont strictement supérieures à 2 bars.

Le système d'irrigation proposée est un système à la demande concertée. Il s'agit d'un système qui combine le système d'irrigation par tours et le système d'irrigation à la demande.

Pour éviter toute tension entre agriculteurs à cause des tours d'irrigation, on désignera un système de vannes contrôlées à distance qui permettront l'irrigation de chaque parcelle seulement les jours assignés à chaque agriculteur.

CHAPITRE-VI- LE CHOIX DE SYSTEME D'IRRIGATION

VI.1. Introduction

Le choix de techniques d'irrigation qu'il faut l'installer sur la parcelle d'irrigation n'est pas un choix arbitraire, par contre est un choix que doit se faire par les agriculteurs d'une façon raisonnée par ce que chaque méthode d'irrigation dépend d'un grand nombre de facteurs technico-économiques et sociologiques, pour cela, il est indispensable de bien connaître ces facteurs et les contraintes d'application de chacune de ces méthode ainsi que leurs avantages et leurs inconvénients.

Dans le présent chapitre on va étudier les meilleurs dispositifs d'irrigation et on montre les avantages et quelques inconvénients de chacun, en fin on va préciser les techniques d'irrigation adaptées au système de chaque type de culture.

VI.2. Choix de technique d'irrigation

Pour une exploitation particulière, le choix de la méthode d'irrigation dépend d'un grand nombre de facteurs techniques, économiques et sociologiques.

- Les facteurs techniques incluent le type de culture, le type du sol, la structure parcellaire, la topographie et la qualité de l'eau.
- Les facteurs socio économiques se rapportent à la structure de l'exploitation, les coûts d'investissement, les frais de fonctionnement et d'entretien, le niveau technique de l'exploitant et les besoins en main d'œuvre.

La disponibilité en matériel, y compris les pièces détachées fabriqués en Algérie, est un autre facteur important en ce qui concerne le choix des méthodes retenues.

VI.3. Modes d'irrigation

Quatre systèmes d'irrigation sont envisagés pour le périmètre des plaines de Beni Slimane :

- l'aspersion classique,
- La couverture intégrale,
- l'aspersion mécanisée (enrouleur),
- Micro irrigation ou irrigation localisée.

VI.3.1. Aspersion classique

L'aspersion classique est recommandée surtout pour les céréales et les fourrages. Son application tolère aussi un réseau saisonnier fixe ou des appareils d'arrosage si leur efficacité est bonne. D'après les résultats des études hydro pédologiques présentés dans le chapitre II « analyse des ressources en sols », les sols de Béni Slimane sont caractérisés par une texture fine à très fine et ont principalement une faible perméabilité d'eau – inférieure à 1 cm/h c'est à dire < à 10 mm/h.

Conformément aux recommandations techniques de l'aspersion, la pluviométrie admissible pour ce type de sols (sans ruissellement et stagnation d'eau pour une dose d'arrosage requise).

L'irrigation par aspersion présente les avantages et les inconvénients suivants par comparaison avec les méthodes d'irrigation en surface :

Avantages

- Elle ne demande ni nivellement, ni préparation des terres ;
- Elle ne nécessite pas de main d'œuvre spécialisée, et les besoins en main d'œuvre sont moins élevés ;
- Elle convient mieux à l'irrigation de nuit ;
- La dose d'irrigation peut être facilement variée ;
- La gestion de l'eau est plus facile ;
- Possibilité d'obtenir une efficacité d'irrigation plus élevée avec une main d'œuvre peu expérimentée ;
- Elle convient aux sols légers.

Inconvénients

- Les investissements et les frais de fonctionnement sont plus élevés ;
- Le système est sensible aux vents forts, qui peuvent perturber l'uniformité de la pluviométrie et augmenter les pertes d'eau par évaporation ;
- Il présente les risques de propagation des mauvaises herbes ;
- Il y a possibilité de tassement du sol.

En général, l'irrigation par aspersion s'adapte à une large gamme de cultures et de conditions physiques, mais elle est particulièrement appropriée lorsqu'elle est utilisée pour l'arrosage des cultures les plus diverses : cultures fourragères, maraîchères, florales, céréales, vergers, vigne...

Les techniques d'arrosage appliquées en irrigation par aspersion découlent directement du matériel utilisé. Elles se divisent en deux grandes catégories :

- L'aspersion simple (rampes perforées, asperseurs ou sprinklers, canons) ;
- Les machines à irriguer (rampes frontales, pivots, enrouleurs...).

VI.3.2. Système fixe-couverture totale

Avec les systèmes fixes ou permanents, la totalité de la parcelle à irriguer est maillée de rampes équipées d'asperseurs en ligne. Chaque rampe est munie d'une vanne de garde. Le passage de poste à poste ne nécessite que la manipulation des vannes.

Le système peut être installé de façon permanente, lorsqu'il s'agit des vergers ou de cultures pérennes. Les conduites sont généralement enterrées pour éviter qu'elles soient endommagées par les engins agricoles. Pour minimiser le diamètre des rampes, il est souhaitable d'adopter une pression de fonctionnement assez élevée, de 4 bars ou plus en tête de rampe.

Ce système, aussi, dénommé par couverture intégrale, entraîne des coûts d'investissement élevés, et en général, il ne peut être justifié que dans le cas où la main d'œuvre est rare, ou

lorsque la capacité de rétention d'eau des sols est faible et par conséquent la fréquence de l'irrigation est élevée.

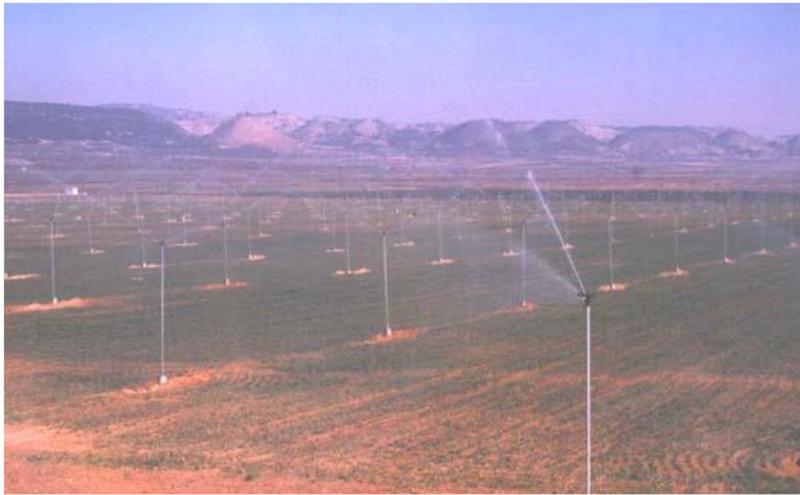


Figure VI.1. Système d'aspersion fixe (couverture totale)

VI.3.3. Aspersion mécanisée (enrôleur)

L'enrôleur, o canon motorisé, consiste en un asperseur de grande portée et d'apport important, ce pourquoi ils fonctionnent avec une pression élevée et forment des gouttes assez grandes. On l'utilise pour fournir des irrigations de support ou pour des cultures de faibles nécessités.

Le principal **avantage** vient du fait, qu'ils sont adaptés pour fournir des irrigations d'appui à des cultures avec de faibles nécessités d'irrigation. Assez utilisés en zones semi-humides. En outre, ce système requière peu de personnel, puisque le changement de position de la conduite d'un champ à un autre, est autopropulsé par une petite turbine hydraulique actionnée par l'eau, avant de parvenir à l'orifice de sortie.

Le principal **inconvenient** vient du fait que pour fonctionner correctement, le cañon doit avoir une pression considérable, variable entre 40 et 70 m de colonne d'eau. Ceci, ajouté au diamètre de l'orifice, fait que la taille des gouttes est assez grande.

Si ces gouttes sont reçues par un terrain, présentant peu de couverture végétale, elles peuvent détériorer la structure de la couche végétale et provoquer, entre autre, le compactage du terrain.



VI.3.4. Système d'irrigation localisée

L'irrigation localisée, ou micro irrigation, est une méthode qui regroupe plusieurs systèmes de distribution de l'eau à la parcelle. Elle se caractérise par :

La mise en place sur la parcelle d'un réseau dense de canalisations (rampes) couvrant totalement la surface à irriguer ;

L'apport de l'eau au voisinage de la plante : l'eau se localise en surface, pénètre dans le sol où elle se déplace verticalement par gravité, obliquement et horizontalement par capillarité dans une partie seulement de la zone pouvant être explorée par les racines.

L'utilisation de faibles débits unitaires, de faibles doses avec une fréquence d'apport élevée. Une partie du sol est ainsi maintenue à une humidité proche de la capacité au champ. C'est ainsi un système économe en eau : pertes minimales aussi bien au niveau de la distribution que de la parcelle. L'efficacité de l'irrigation localisée est théoriquement excellente. En pratique, les valeurs observées s'échelonnent de 70% à 95%.

Selon le type de distributeur utilisé, l'eau se localise par points (goutteurs, gaines), par lignes (tubes poreux), ou par surfaces plus ou moins grandes (mini diffuseurs, micro asperseurs).

L'irrigation localisée est surtout pratiquée en cultures maraîchères ou fruitières. Elle est peu utilisée sur grandes cultures du fait du très grand nombre de distributeurs que cela exige, et un coût d'installation élevé. L'eau d'irrigation est véhiculée le long des rangées de cultures par des conduites et elle est distribuée à proximité de la plante.

Cette dernière exige une eau propre. En général, les eaux prévues pour l'irrigation par goutte à goutte nécessitent un filtrage. En pratique on préconise deux schémas de filtration : pour les eaux de surface on propose des filtres à sable + des filtres à tamis.

En principe, l'irrigation localisée donne de meilleurs résultats en zone aride et semi aride : l'économie de l'eau y est maximale et les eaux assez chargées en sels peuvent être utilisées avec moins de difficultés.

Deux modes d'irrigation localisée sont rencontrés :

1. L'amenée d'eau jusqu'aux plantes est effectuée par des tuyaux en polyéthylène et la distribution de la dose d'irrigation par des goutteurs.
2. L'amenée et la distribution seront réalisées par un système de gaines ou de tuyau poreux.



Figure VI.3. Irrigation goutte à goutte

VI.4. La méthode d'irrigation a déconseillée « l'irrigation gravitaire »

L'irrigation de surface ou l'irrigation gravitaire est un système d'irrigation traditionnel qui exige une pente de terrain pour que l'eau s'écoule gravitairement de la tête de parcelle et se répartir sur la superficie jusqu'à sa limite inférieure

On classe généralement les différentes techniques d'irrigation de surface en trois groupes principaux : irrigations par submersion, irrigations par ruissellement, irrigations par rigoles d'infiltration.

Cette méthode d'irrigation est déconseillée à cause de ses inconvénients qui sont nombreuses :

- Pertes importantes d'eau (exige un grand volume d'eau).
- Tassement du sol.
- Nécessite une évacuation de l'eau.
- Erosion du sol.
- Diminution de la perméabilité du sol.
- Dégradation du sol.

VI.5. Les systèmes d'irrigation et l'efficacité du réseau d'irrigation

L'évaluation de l'efficacité des apports d'eau permet d'apprécier la performance des systèmes d'irrigation et de la technicité des agriculteurs.

Pour caractériser cette efficacité de la source d'eau à la plante, nous avons défini trois types d'efficacités qui sont :

- ❖ Ed : efficacité de distribution et d'adduction (du barrage à la borne d'irrigation) en tant que rapport du volume d'eau pompé de la source d'eau sur celui à la sortie des bornes d'irrigation. Cette efficacité est estimée à 0,95.
- ❖ Et : efficacité du réseau terminal en tant que rapport du volume d'eau de la sortie de la borne d'irrigation sur celui à l'entrée des parcelles. Elle varie en fonction de la longueur des canalisations. Cette efficacité dépend des techniques d'amenée d'eau de la borne à la parcelle utilisées par les exploitants agricoles.
- ❖ Ea : efficacité d'application en tant que rapport du volume d'eau directement utilisé par les plantes sur celui reçu à l'entrée des parcelles. Elle est estimée en moyenne à 0,85.

Ete : efficacité des techniques d'irrigation, en tant que rapport du volume d'eau directement utilisé par les cultures sur celui pompé au barrage, où $Ete = Ed \times Et \times Ea$.

Cependant, la mesure de l'efficacité technique du système d'irrigation n'est pas le seul critère de choix de l'exploitant. D'autres critères entrent en jeu.

Ainsi les critères économiques de choix d'un équipement d'irrigation au niveau d'une exploitation agricole sont en général complexes et nécessitent le plus souvent une étude approfondie, en fonction des objectifs et des contraintes. Un premier élément de choix consiste à comparer les résultats attendus de l'irrigation du point de vue de la production (rendements, qualité) au coût de l'irrigation. En outre la concurrence croissante pour l'usage des ressources en eau limitées conduit à accorder une grande importance à la performance des systèmes en ce qui concerne la consommation en eau.

Pour une économie d'eau, nous recommandons l'utilisation des techniques d'irrigation adaptées au système de cultures :

- ✓ L'irrigation localisée ou le goutte à goutte pour l'arboriculture fruitière et les cultures sous – serres. Cette technique est souvent employée en Algérie. Elle donne de bons résultats, mais elle nécessite la construction de bassins d'accumulation qui permettent une irrigation continue de la plante.
- ✓ L'irrigation par asperseurs est un système d'irrigation recommandé pour les cultures maraîchères plein champ et les soles fourragères et c céréalières de petites superficies
- ✓ L'irrigation par canon enrouleur est un système d'irrigation par aspersion qui est approprié pour irriguer des superficies importantes comme les céréales.

VI.6. Conclusion

Le choix de ces techniques par les agriculteurs doit se faire d'une façon raisonnée c'est-à-dire de tenir compte de tous les éléments de structure de leur exploitation. Pour cela, il est de leur intérêt de prendre attache avec les exploitations qui utilisent et maîtrisent ces techniques ainsi que les services agricoles chargés de la vulgarisation. Cela leur permettra dans un premier temps de se familiariser à ces techniques et dans un second temps à connaître leurs avantages et leurs inconvénients. Ainsi l'introduction de nouvelles techniques d'irrigation se base, essentiellement, sur la réduction des coûts d'irrigation et une meilleure efficacité agronomique.

Il est à noter que les techniques modernes d'irrigation en économisant l'eau (diminution des pertes) limitent l'assainissement qui n'est que le résultat d'un excès d'eau d'arrosage. En effet une conduite d'irrigation menée avec rationalité présente une forte efficacité. La plante utilise au maximum l'eau qui lui est délivrée. Les pertes par percolation sont minimales.

Cependant, pour éviter une stagnation des eaux ou une inondation du périmètre soit par un excès de pluies en saison hivernale et/ou par une intensité des arrosages, il faut prévoir un système d'assainissement.

CHAPITRE –VII-DIMENSSIONNEMENT A LA PARCELLE

VII.1. Introduction

De façon générale, les considérations techniques et économiques montrent que, à long terme, les méthodes d'irrigation dans les Plaines de Beni Slimane devraient évoluer vers l'adoption de l'aspersion pour les cultures annuelles et l'irrigation localisée pour l'arboriculture.

Dans le cas de l'aspersion, la méthode est déjà bien connue dans la région. L'irrigation est alors synonyme d'assurance sur la qualité des produits, pour en permettre l'utilisation industrielle (exemple de la pomme de terre et plus généralement des légumes de plein champ).

Il est recommandé de réaliser un programme régulier d'analyse de l'eau du barrage de Beni Slimane lors de son exploitation pour pouvoir évaluer la qualité de l'eau tout au long de l'années et répondre à n'importe quelles incertitudes concernant la salinité.

Les avantages de l'irrigation localisée sont assez significatifs, surtout en termes des économies d'eau possibles, pour justifier un effort concerté de l'Administration pour préparer et faciliter son introduction dans les Plaines de Beni Slimane.

VII.2. Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion

Avec l'aspersion, l'eau d'irrigation est amenée aux plantes sous forme de pluie artificielle, grâce à l'utilisation d'appareils d'aspersion alimentés en eau sous pression. Présentons sommairement le principe de la mise en œuvre de l'irrigation à la parcelle dans le cadre d'un équipement classique.

À partir de la prise d'irrigation, l'agriculteur dispose d'une canalisation d'approche (conduite tertiaire) alimentant les portes rampes qui alimentent à leurs tours les rampes sur lesquelles sont montés les asperseurs.

Le dimensionnement des ouvrages cités, nécessite au préalable de quantifier certains paramètres nécessaires à la mise en œuvre de cette technique, tels que le choix de la culture et les caractéristiques de la parcelle choisie.

VII.2.1. Données générales

Choix de la culture : nous avons choisi l'irrigation d'une culture maraichère qu'est la tomate.

Choix des parcelles : nous avons choisi l'ilot 20 qui contient une seule parcelle de forme rectangulaire et d'une superficie de 4,03 ha, leur dimensions est de 232,75 x 172 m, elle est alimentée par la borne 10022a qui dispose d'une pression de 4,9 bars.

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

Besoins en eau de pointe : 174.04mm/mois pour le mois de pointe.

Perméabilité du sol : le sol est de type argileux-limoneux avec une perméabilité estimée à:

$K = 7 \text{ mm/h}$.

Dose pratique : RFU est calculée comme suit :

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

Y : degré de tarissement : égal à 1/3.

Da : densité apparente : égale à 1,5.

Z : profondeur d'enracinement : 1,2 m pour la tomate.

Hcc: humidité à la capacité au champ (29,3%).

Hpf : humidité au point de flétrissement (19.24%).

RFU = (29,3-19,24)/100 x 1,2 x 1000 x 1,5 x 1/3 = 60,36 mm.

VII.2.2. Dimensionnement théorique

a) Calcul du diamètre de l'ajutage

La perméabilité du sol $K = 7 \text{ mm/h}$; On pose $p \leq k$ tel que p : pluviométrie de la buse.

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

$$p = \frac{1.5 \cdot d}{1.04}$$

D'où : $d = \frac{p \cdot 1,04}{1,5} = 4,51 \text{ mm}$

D'après la fiche technique d'un arroseur de type PERROT (**Annexe «4 »**), le diamètre normalisé de la buse est de **4,5 mm**.

b) Calcul de la portée du jet (L)

La portée du jet est la distance de l'appareil au point du rayon arrosé, permet de définir la surface circulaire arrosée par l'appareil, se calcule par l'équation suivante :

$$L = 3 \cdot d^{0,5} \cdot h^{0,25}$$

Avec :

d : le diamètre de la buse (mm)

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

$$L = 3 \cdot (4,80)^{0,5} \cdot 30^{0,25} = 14,89 \text{ m}$$

Théoriquement, cette formule est valable, mais demande encore plus de précisions en fonction du diamètre choisi et recommandé par le fournisseur.

D'après le catalogue (**annexe «4 »**), pour le diamètre de la buse de 4,80 mm à une pression minimale de 3 bars, la portée calculée est de 15.5 m.

c) Ecartements entre les rampes et arroseurs

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

EI : entre les lignes d'arrosage : 1,25L (vent faible) à 1,02 L (vent fort).

Ea : entre les arroseurs sur la rampe : 0,8 L (vent faible) à 0,5 L (vent fort).

Les valeurs maximales correspondent à des conditions de vent peu violent (< 10 Km/h). Notre zone d'étude présente des vitesses maximales de vents de l'ordre de 3 m/s = 10,8 Km/h, donc on prend les valeurs suivantes :

$$E_l = 1,25 \cdot 15,5 = 19,375m$$

$$E_a = 0,8 \cdot 15,5 = 12,4m$$

Les valeurs normalisées des écartements sont comme suit :

$E_l = 18 m$, $E_a = 12 m$ (parmis les écartement les plus utilisés en Algérie)

La surface mouillée (m^2) = $E_l \times E_a = 216 m^2$.

d) Débit de l'asperseur

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

$$q = 0,95 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

$$q = 0,95 \cdot \frac{3,14 \cdot (4,5 \cdot 10^{-3})^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 30} = 0,000366m^3/s$$

$$q = 1,32m^3/h$$

Avec q débit de l'asperseur (m^3/s).

e) Vérification de la pluviométrie de la buse

Si on admet que l'écartement est proportionnel à la portée, la pluviométrie horaire p en (mm/h)

peut être appréciée via la relation :

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

Q : est le débit de l'asperseur choisi, $q = 1,02 m^3/h$

$$D'où p = \frac{1,02}{18 \cdot 12} = 6,11mm/h$$

Donc le diamètre de la buse choisi assurera une pluviométrie $P \leq K = 6,5 mm/h$.

f) Calcul du tour d'eau

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

$$T_{eau} = \frac{Dose_{RFU} \cdot N_J}{B_{mp}}$$

Teau = $(60,36 \cdot 26) / 174,04 = 9,017$ jours.

On prend un tour d'eau égale à 9 jours.

Donc on irrigue 3 fois par mois.

g) La dose réelle

$D_r = T_{eau}$. la dose journaliere

Et la dose journalière = besoin de pointe/30 = 5,8 mm

Donc $D_r = 9 \times 5.8 = 52,212$ mm.

h) Calcul de la dose brute :

$D_b = \text{La dose réelle} / 0,75 = 52,212 / 0,75 = 69,62$ mm

Tel que 0,75 est l'efficience de système d'irrigation par aspersion.

i) Temps d'arrosage

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

$$T = \frac{\text{dose}_{\text{réelle}}_{\text{brute}}}{\text{pluviometrie}} = 69,62 / 6.5 = 10.7 \text{ h}$$

T = 10 h.

Donc on pourra adapter deux positions par jour pour un asperseur, ce qui donne un temps de fonctionnement d'un 22 h

j) Calcul du débit d'équipement (Q_{eq}) :

$$Q_{eq} = \frac{S(\text{ha}).B(\text{mm}).10}{T.n.N_j} = \frac{4,03 \times 163,5 \times 10}{10 \times 2 \times 26} = 12,67 \text{ m}^3/\text{h}$$

k) Calcul de l'unité d'arrosage (SU)

La surface unitaire arrosée : $SU = \frac{S(\text{ha})}{T_{eau}.n} = \frac{4,03}{10.2} = 0.2015 \text{ ha}$

l) Nombre d'asperseur requis (N_{asp})

$$N_{asp} = \frac{SU.10000}{El.Ea} = \frac{0.2015.10000}{18.12} = 9 \text{ asp}$$

m) Calcul du volume fourni par un asperseur par mois

V= nbr de position par jour . nbr d'irrigation par mois . Dose . Ea . El

$$V = 2 \cdot 26 \cdot 69,62 \cdot 10^{-3} \cdot 12 \cdot 18 = 782 \text{ m}^3$$

Volume à épandre en 1 mois sur toute la parcelle :

$V_t = \text{besoins mensuels} \times \text{surface}$

$$V_t = 174,04/1000 \times 232,75 \times 172 = 6967,34 \text{ m}^3.$$

VII.2.3. Dimensionnement hydrauliques des rampes

a) Longueur de la rampe

Le dimensionnement hydraulique des rampes diffère d'une parcelle à une autre car il est basé sur la forme et les dimensions de la parcelle à dimensionner ainsi que la façon de projection du réseau d'aspersion (le nombre et la longueur des rampes).

Il est envisagé deux dispositifs d'installation des asperseurs sur la rampe :

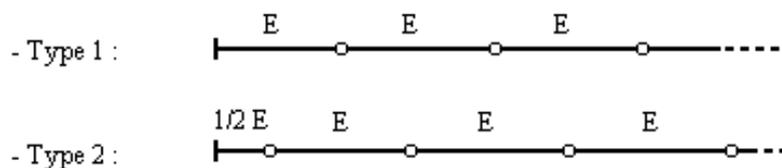


Figure Error! No text of specified style in document..1. Dispositifs d'installation des asperseurs sur la rampe

On va choisir le type 2 qui est le plus pratique dans l'irrigation que le type 1.

La longueur de la rampe pour le type 2 est donc :

$$L_r = (n - 0,5) \cdot E$$

d'où :

$$L_r = \text{largeur de terrain} / 2 - E/2 = 172/2 - 12 = 74 \text{ m}$$

b) Nbre asperseur/rampe (N)

$$N_a = \text{largeur} / E = 74/12 + 1 = 7 \text{ asperseurs}$$

c) Nombre de rampes (Nr)

$$N_r = N_{asp} / (\text{nbr asp/ rampe}) = 7/7 = 1 \text{ rampe.}$$

Donc on va travailler par une seule rampe.

d) Calcul du débit de la rampe (Qr)

$Q_r = \text{le débit de l'asperseur} \times \text{le nombre d'asperseur/ rampe.}$

Le débit de la rampe : $Q_r = 1,32 \times 7 = 9.24 \text{ m}^3/\text{h} = 0,0026 \text{ m}^3/\text{s}$

Nombre de position des rampes :

$$N_r = \frac{L}{E_l} = \frac{232,75}{18} = 12,9$$

L : longueur du terrain = 233 m, **E_l** : espacement entre les rampes (= 18 m).

Le nombre de poste égale à 13 postes.

Nous avons les données suivantes :

Longueur de la rampe $L_r = 74 \text{ m}$.

Nombre d'asperseur par rampe 7 asperseurs

Nombre de rampes = 1 rampe

Débit de la rampe = $9.24 \text{ m}^3/\text{h} = 0,0026 \text{ m}^3/\text{s}$.

e) Calcul du Diamètre de la rampe

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

Avec V : vitesse de l'écoulement à travers la rampe

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

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

$$D_R = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0026}{\pi \cdot 1.5}} = 0,047 \text{ m} = 47 \text{ mm},$$

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

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

Le diamètre normalisé ($D_r = 50 \text{ mm}$) et la vitesse qu'on a supposée c'est la vitesse vrai d'écoulement d'eau au niveau de chaque rampe.

f) Dimensionnement de la porte-rampe

La longueur de la porte-rampe est calculée par :

$$L_{pr} = 233 - 18/2 = 224 \text{ m}$$

On recalcule avec la porte-rampe

$$Q_{p_rampe} = Q_{asp} \cdot n_{asp} / \text{rampe} \cdot N_{rampe} = 1.32 \cdot 7 \cdot 2 = 18.48 \text{ m}^3/\text{h} = 0,0052 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

On suppose que $V = 1.5 m/s$ et on calcule D_{PR}

$$D_{pr} = \sqrt{\frac{4 \times 0,0052}{\pi \cdot 1,5}} = 0,099m = 99mm,$$

Alors le diamètre normalisé est de 90 mm

Donc on prend un diamètre de 90 mm pour la porte rampe et un diamètre de 50 mm concernant la rampe.

La nouvelle vitesse sera :

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 0,0052}{\pi \cdot (90 \cdot 10^{-3})^2} = 0,82m/s \text{ Ce qui est conforme pour la porte rampe}$$

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 0,0026}{\pi \cdot (50 \cdot 10^{-3})^2} = 1,32m/s$$

g) 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 :

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{C_H} \right)^{1.852} \frac{Q^{1.852}}{D^{4.87}}$$

Ou ΔH = Perte de charge unitaires (m/m).

Q : Debit de la conduite en m^3/s .

CH : coefficient equivaut à 130.

Pour la rampe on a : $L_r = 74 m$, $D = 50 mm$, $Q = 0,0026 m^3/s$

$\Delta H_{rampe} = 2,9m$.

Pour la porte rampe on a : $L_{pr} = 224 m$, $D = 90 mm$, $Q = 0,0052 m^3/h$

$\Delta H_{porte-rampe} = 0.6 m$.

Les pertes de charges totales pour les rampes sont de 2.9 m et 0.6 m pour la porte rampe.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau Error! No text of specified style in document..4. Résultat de calcul pratique d'aspersion

| Paramètres | Porte Rampe | Rampe |
|----------------------------|-------------|-------|
| Longueur (m) | 224 | 74 |
| Diamètre (mm) | 90 | 50 |
| Débit (m3/h) | 18.48 | 9.24 |
| Vitesse (m/s) | 0.82 | 1,32 |
| Perte de charge totale (m) | 0.6 | 2,9 |

$\Delta H_t = 0.6 + 1.32 = 1.92$ m de perte de charge, la règle de Christiansen est donc respectée.

VII.2.4. Calcul de la pression à la tête de la parcelle

C'est la pression nécessaire pour que le dernier asperseur soit marche en bon fonctionnement.

$$H = H_1 + H_2 + H_3$$

Avec :

H : pression à la tête de la parcelle.

H1 : pression nécessaire pour le bon fonctionnement d'un asperseur (3 bars).

H2 : perte de charge totale de la rampe.

H3 : la dénivelée. (0 m. terrain relativement plat).

$$H = 30 + 1.92 + 0 = 31,92 \text{ m.}$$

P=3,2 bar, ce qui est largement suffisant vu la pression à la borne qui alimente cet ilot est de 4,9 bars.

VII.3. Dimensionnement hydraulique d'un réseau goutte à goutte

VII. 3.1. Données générales

Le dimensionnement du réseau d'irrigation localisé nécessite la connaissance des 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'ilot17alimenté par la borne 10022E et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 5 bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de 4,5 hectares,

Culture : pommier

- Espacement entre arbres : 4 m.
- Espacements entre rangs : 4 m.
- Besoins de pointe : 211,68 mm

Caractéristiques du goutteurs :

- Débit nominal : 04 l/h.
- Pression nominal : 10 m.c.e.
- Espacement des goutteurs : 01 m.
- Le nombre de goutteurs par arbre : 02.

Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée

Pour le pommier:

D'après la quantification des besoins, le mois de pointe pour la culture du pommier reste le mois de juillet tel que $B_{irr} = 211,68$ mm.

VII.3.2. le dimensionnement

a) les besoins journaliers

En eau d'irrigation localisée pour le pommier sont calculés par la formule suivante :

B_j = Besoin du mois de pointe (mm).

B_j = Besoin du mois de pointe / Nombre de jours

▪ **Besoin journalier en tenant compte de la 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 adultes et peut être calculé par diverses formules proposées ci-après :

- KELLER et KARMELI (1974) :

$$K_r = \frac{C_s}{0,85}$$

| |
|---------------|
| $K_r = 0,705$ |
|---------------|

- La formule de Freeman et Garzoli :

$$K_r = C_s + 0,5(1 - C_s)$$

| |
|-------------|
| $K_r = 0,8$ |
|-------------|

- La formule de Decroix (CTGREF) :

$$K_r = 0,1 + C_s$$

| |
|-------------|
| $K_r = 0,7$ |
|-------------|

On prendra un coefficient $K_r = 0,80$

$$B_{jl} = B_j \times K_r$$

$$B_{jl} = 7,056 \times 0,8 = 5,645 \text{ mm/j}$$

b) La dose d'irrigation nette pratique

Le besoin d'irrigation, B_{net} , est le volume(ou la hauteur) d'eau d'irrigation théoriquement nécessaire pour obtenir une production normale sur l'ensemble de la surface cultivée (à l'exclusion des pertes et de la contribution des autres ressources).

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

Tel que :

Z : profondeur d'enracinement : 1,5 m.

H_{cc} : humidité à la capacité au champ (29,3%).

H_{pf} : humidité au point de flétrissement (19,24%).

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

D_a : est la densité apparente du sol ($D_a = 1,5$) **RFU** = 150,9 mm.

P : Pourcentage du sol humidifié

$$P\% = \frac{n \cdot Spd \cdot Sh}{Sa \cdot Sr}$$

P: Volume du sol humidifié.

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

Spd: Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre (2 m).

Sh : Largeur de la bande humidifiée (1 m).

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

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

On obtient alors : **P = 25%**.

La dose nette corrigée :

$$Dp = 150,9 \times 0,25 = \mathbf{37,725 \text{ mm}}$$

c) 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 nette dont profite les plantes.

Elle est donnée par la formule suivante:

$$Fr = \frac{Dosenette}{Bjl} = \frac{37,725}{5,645} = 6,68$$

Donc, on prend $Fr = 7$ jours.

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

La dose réelle :

$$Dr = Fr \times Bjl = 7 \times 5,645 = \mathbf{39,515 \text{ mm}}$$

La dose brute :

$$Dbrute = \frac{Dr}{Cu \cdot eff} = \frac{39,515}{0,9 \cdot 0,9} = 48,78 \text{ mm}$$

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

Eff : efficience du réseau d'irrigation $Eff = 90\%$

d) Durée d'arrosage par mois

$$\theta = \frac{48,78 \times 4 \times 4}{4 \times 2} = 97,57 \text{ heures/mois}$$

e) **Durée d'arrosage journalier**

$$Dj = \frac{\text{durrée d'arrosage}}{Fr} = \frac{97,57}{7} = 14 \text{ heures/jour}$$

f) **Nombre de poste**

Le nombre de poste par jour est défini comme suit:

$$N = \frac{\text{temps de travail}}{\text{durée d'arrosage journalier}}$$

$$N = \frac{22}{14} = 2 \text{ postes}$$

g) **Surface de la parcelle**

$$Sp = \frac{\text{surface totale}}{\text{nombre de poste}}$$

$$Sp = \frac{4,5}{2} = 2,25 \text{ ha}$$

VII.3.3. Calculs hydrauliques

VII.3.3.1. Condition hydraulique

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

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

La variation maximale de la pression

$q = K.H^x$ avec $x = 0,5$ (caractéristique du goutteur)

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

Telle que : $q(g)$: débit nominal du goutteur
 $H(n)$: pression nominale

$$0,1 = 0,5 \times \frac{\Delta H(\max)}{10} \rightarrow \Delta H(\max) = 1/0,5 = 2 \text{ m c e}$$

Le débit

$$Q_r = Q_g \times N_{g/r} \quad \Delta \text{ tel que : } Q_r \text{ débit de rampe}$$

$$Q_{pr} = Q_r \times N_r \quad m \quad Q_g \text{ débit des goutteurs}$$

$$\text{Avec:} \quad a$$

$$N_{g/r}: \text{ Nombre des goutteurs } \times \text{ par rampe}$$

$$N_r: \text{ Nombre des rampes } =$$

$$Q_{pr}: \text{ Débit de porte rampe } /$$

La longueur de la rampe ($L_r = L_{\text{parcelle}}/2$) : 165 m

$$L_R = L/2 = 330/2 = 165 \text{ m}$$

La longueur de la porte rampe ($L_{pr} = l_{\text{parcelle}}$): 133 m

La longueur de la conduite secondaire ($L_s = L_{\text{parcelle}}$): 330 m

a) Le nombre d'arbres par rampe:

$$N \text{ arbres} = L_r / E_r = 165 / 4 = 41 \text{ arbres}$$

b) Nombre de goutteurs par rampe

$$N_g = N_{\text{arbres}} * n = 41 * 2 = 82 \text{ goutteurs}$$

c) Le nombre de rampes:

$$N_r = L_{pr} / E_r = 133 / 4 = 33 \text{ rampes}$$

d) Débit de la rampe:

$$Q_r = N_g * Q_g$$

$$Q_r = 82 * 4 = 328 \text{ l/h}$$

e) Débit de la porte rampe:

$$Q_{pr} = Q_r * N_r = 328 * 33 = 10824 \text{ l/h}$$

Comme la longueur de porte rampe est la largeur de la parcelle donc le réseau est constitué de deux portes rampes en parallèle.

f) Débit de la conduite secondaire:

$$\text{Etant donné que nous avons 2 portes rampes : } Q_{cs} = Q_{pr} * N_{pr} = 10824 * 2 = 21648 \text{ l/h}$$

VII.3.4. Dimensionnement des différentes parties du réseau:

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

Comme la valeur de perte de charge singulière est estimée à 10% de la variation maximale de pression alors :

$$P_{dc}(\text{sing}) = 2 * 0,1 = 0,2 \text{ mce}$$

$$P_{dc}(\text{linéaire}) = 2 - 0,2 = 1,8 \text{ mce}$$

□ La répartition de la perte de charge est:

$$1/3 \text{ sur les porte-rampes } P.d.c(\text{pr}) = 1,8 * 1/3 = 0,6 \text{ mce};$$

$$2/3 \text{ sur les rampes } P.d.c(r) = 1,8 * 2/3 = 1,2 \text{ mce};$$

Le diamètre de rampes ainsi que de porte rampe est calculé d'après la formule suivante:

$$\varnothing r(\text{cal}) = \left[\frac{P.d.c(r) * 2,75}{0,478 * Q(r)^{1,75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4,75}}$$

$$\varnothing pr(\text{cal}) = \left[\frac{P.d.c(\text{pr}) * 2,75}{0,478 * Q(\text{pr})^{1,75} L(\text{pr})} \right]^{-\frac{1}{4,75}}$$

Avec :

- $P_{dc}(r)$: la perte de charge dans la rampe.
- $Q(r)$: le débit de la rampe en l/h.
- $L(r)$: la longueur de la rampe en m.
- $\varnothing r(\text{cal})$: le diamètre de rampes.
- $\varnothing pr(\text{cal})$: le diamètre de porte rampe.

VII.3.4.1. Vérification des pertes de charges

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation après choix du diamètre, on applique la formule de «Tison».

La perte de charge unitaire

$$i = \frac{0,478}{2,75} D^{-4,75} Q^{1,75}$$

La perte de charge le long de la conduite en(m)

$$h_{cal} = \frac{L}{2,75} \cdot i$$

Q : débit (l/h) ;
 D : diamètre intérieur de la canalisation ;
 L : longueur de canalisation.

VII.3.4.2. Calculs hydrauliques de la rampe

$$\varnothing r(cal) = \left[\frac{P. d. c (r) \times 2,75}{0,478 \times Q(r)^{1,75} \times L(r)} \right]^{\frac{1}{4,75}} = \left[\frac{1,2 \times 2,75}{0,478 \times 328^{1,75} \times 165} \right]^{\frac{1}{4,75}}$$

$\varnothing r = 16,49 \text{ mm}$; Alors on prend : **D_N = 20 mm**

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \times 0,328/3600}{\pi \times 0,02^2} = 0,29 \text{ m/s}$$

$$i = \frac{0.478}{2.75} \cdot D^{-4.75} \cdot Q^{1.75} = \frac{0.478}{2.75} \cdot 20^{-4.75} \cdot 328^{1.75} = 2,9$$

$$h_{cal} = \frac{L}{2.75} \cdot i = \frac{165}{2.75} \times 2.9 = 0,174 \text{ m}$$

Tableau VII.1. Caractéristique de la conduite de la rampe

| culture | Lr(m) | Ng | Qr(l/h) | hr(m) | Dcal (mm) | Dn (mm) | Vitesse m/s | hcal(m) |
|---------|-------|----|---------|-------|-----------|---------|-------------|---------|
| pommier | 165 | 82 | 328 | 1,2 | 16,49 | 20 | 0,29 | 0,174 |

VII.3.4.3. Calculs hydrauliques de la porte rampe

$$\phi_{pr(cal)} = \left[\frac{P. d. c (pr) * 2.75}{0.478 * Q(pr)^{1.75} * L(pr)} \right]^{\frac{1}{4.75}} = \left[\frac{0,6 * 2.75}{0.478 * 10828^{1.75} * 133} \right]^{\frac{1}{4.75}}$$

D_{pr}=66,11mm alors on prend : **D_N = 75 mm**

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 * 10,828/3600}{\pi * 0,075^2} = 0,68 \text{ m/s}$$

$$i = \frac{0.478}{2.75} \cdot D^{-4.75} \cdot Q^{1.75} = \frac{0.478}{2.75} \cdot 75^{-4.75} \cdot 10828^{1.75} = 2,5$$

hcal = i.L/2,75 = 0,12

Tableau VII.2. Caractéristiques de la conduite de la porte rampe

| Culture | L _{pr} (m) | Nr | Q _{pr} (l/h) | h _{pr} (m) | D _{cal} (mm) | D _n (mm) | Vitesse (m/s) | h _{cal} (m) |
|---------|---------------------|----|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------|----------------------|
| pommier | 133 | 33 | 10828 | 0,6 | 66,11 | 75 | 0,68 | 0,12 |

La valeur de la perte de charges calculée est inférieure à 0,6 m.c.e (h_{prmax}).

D'après les deux tableaux précédents, on voit que les pertes de charges totales n'ont pas dépassé la limite imposée par la règle de Christiansen.

VII.3.4.4. Calcul des diamètres de la conduite secondaire :

La conduite secondaire alimente les deux porte rampes, pour calculer le diamètre on doit fixer la Vitesse d'écoulement (valeur optimale) d'environ 1.05 m/s tel que :

$$D = \sqrt{\frac{4.Q}{\pi V}} \text{ avec : } Q : \text{débit de la conduite considérée (m}^3\text{/s);}$$

V : Vitesse d'écoulement (m/s).

VII.3.4.5. Calcul de caractéristique de conduites secondaires :

Tableau VII.5 Caractéristique de la conduite secondaire :

| Culture | L(m) | Q (l/h) | V supposée (m/s) | Dcal (mm) | Dn (mm) | Vcal (m/s) | hcal (m) |
|---------|------|---------|------------------|-----------|---------|------------|----------|
| Olivier | 330 | 21648 | 1.1 | 85 | 90 | 0.94 | 0.29 |

VII.4. Conclusion

Pour résumé nous avons étudié premièrement le dimensionnement d'un réseau surpression pour irriguer une culture maraichère usée qu'est la tomate et deuxièmement nous avons dimensionné un réseau goutte à goutte afin d'irriguer la pommier. Ayant dimensionné tous les organes du réseau localisé projeté sur la parcelle choisie, nous avons effectué une vérification de la pression à la sortie de la borne, et cela pour assurer le bon fonctionnement des asperseurs et des goutteurs.

CHAPITRE –VIII-EVALUATION ECONOMIQUE ET FINANCIERE DU PROJET

VIII.1. Introduction

Dans ce dernier chapitre on va faire un devis quantitatif et estimatif pour connaître le coût total de réalisation du notre projet d'irrigation projeté au niveau de Beni Slimane, ce calcul consiste à déterminer les quantités de tout le matériel acheté et posé dans le réseau ainsi que les différentes travaux et opérations à effectuer sur le terrain. Pour notre projet, on a les travaux suivants :

- ✚ Le réseau de distribution.
- ✚ Le réseau d'irrigation.
- ✚ La conduite d'adduction.

VIII.2. Devis du réseau d'irrigation

Le quantitatif total des pièces est présenté dans le tableau suivant :

Tableau VIII.1: Factures pro-forma des pièces du réseau d'irrigation

| Pièces | Unité de mesure | Quantité | Prix unitaire (DA) | Montant (DA) |
|-------------------|-----------------|----------|--------------------|--------------|
| TubeØ110 PEHD | m/l | 124,02 | 632,3 | 78417,846 |
| TubeØ130 PEBD | m/l | 57,59 | 1132,24 | 65205,7016 |
| TubeØ160 PEBD | m/l | 1329,67 | 1361,17 | 1809906,914 |
| TubeØ200 PEHD | m/l | 745,13 | 2932,06 | 2184765,868 |
| TubeØ250 PEHD | m/l | 1001,79 | 3519,72 | 3526020,299 |
| TubeØ315 PEBD | m/l | 788,26 | 4508,21 | 3553641,615 |
| TubeØ400 PEHD | m/l | 325 | 6007,06 | 1952294,5 |
| TubeØ500 PEHD | m/l | 1001,16 | 8117,61 | 8127026,428 |
| TubeØ600 PEBD | m/l | 1145 | 11980,53 | 13717706,85 |
| Vanne Ø110 | U | 1004 | 12000 | 12048000 |
| Vanne Ø150 | U | 82 | 14000 | 1148000 |
| Vanne Ø90 | U | 12 | 4500 | 54000 |
| Goutteur réglable | U | 6344 | 6,13 | 38888.72 |

| | | | | |
|----------------------------|---|----|------------|-----------------------|
| Asperseur | U | 12 | 600 | 7200 |
| Filtre à tamis métallique | U | 1 | 13500 | 31200 |
| Manomètre glycérine 10bars | U | 1 | 832,92 | 13500 |
| V de sectionnement | U | 1 | 310 523.81 | 310 523.81 |
| coude | U | 1 | 16309 | 16309 |
| Bouchon | U | 2 | 2391.07 | 4792.14 |
| Ventouses | U | 2 | 22020.36 | 4782.14 |
| Vidange | U | 2 | 13800 | 24 600 |
| Bornes d'irriation | U | 83 | 480 000 | 39 840 000 |
| TOTAL (HT) | | | | 88 568 673.33 |
| TVA (19%) | | | | 16 828 047.93 |
| TOTAL (TTC) | | | | 105 396 721.26 |

VIII.3. Factures pro forma de réseau d'irrigation conduite principale et réseau de distribution

VIII.3.1. Calcul du volume de terrassement

A) Largeur du fond de la tranchée

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

$$B = d + (2*0,3)$$

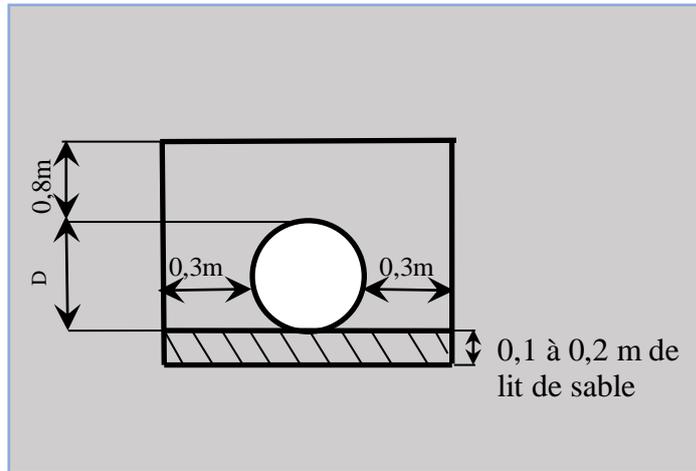
Avec :

B : largeur de la tranchée (m).

d : diamètre de la conduite (m).

B) profondeur de la tranchée

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



FigVIII.1 : Schéma d'une tranchée

$$H = e + d + h \quad (\text{m})$$

Avec :

H : profondeur de la tranchée. (m)

e : hauteur de lit de pose. (m)

d : diamètre de la conduite. (m)

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

VIII.3.2. La conduite principale

A) Calcul du volume de déblai

La surface à calculer est la surface rectangulaire.

$$S = B * H$$

$$B = d + 2 * 0,3$$

$$\text{Donc : } B = 0,6 + \emptyset \quad \rightarrow V_{\text{déblai}} = S * L$$

$$H = 0,95 + \emptyset \text{ m}$$

B) Calcul du volume de lit de sable

Ce lit correspond à une couche de sable de 12 cm sur le fond de la tranchée, donc c'est une surface constante le long de la tranchée, on calcule cette surface en utilisant la formule suivante

$$V = e * B * L$$

Où :

B : est la largeur du tranché.

L : est la longueur du tranché.

C) Calcul du volume de remblai

Ce volume est déduit à partir du volume du déblai, c'est le volume qu'occupe la conduite et le volume occupé par le lit de sable ;

$$V_r = V_d - (V_c + V_s).$$

V_r : Volume du remblai compacté (m³).

V_d : Volume du déblai (m³).

V_s : Volume du sable.

V_c : Volume occupé par la conduite (m³) ; $V = L * (\frac{\pi D^2}{4})$.

L : Longueur de la conduite.

D : Diamètre de la conduite.

Les résultats obtenus sont représentés dans le (tableau VII-2)

Tableau VIII.2. Calcul du volume de déblai, de sable et de remblai

| Type de conduite | Secteurs alimentés | Longueur (m) | Largeur r (m) | Hauteur (m) | V _{déblai} (m ³) | V _{conduit} (m ³) | V _{sable} (m ³) | V _{remblai} (m ³) |
|------------------|--------------------|--------------|---------------|-------------|---------------------------------------|--|--------------------------------------|--|
| A (PRV Ø1000) | Tous | 3021 | 1,6 | 1,95 | 9397 | 2372,7 | 580 | 6444.8 |
| A1 (PRV Ø600) | 1 | 3580 | 1,2 | 1,55 | 6659 | 1125,3 | 515,5 | 5018.2 |
| A23 (PRV Ø900) | 2,3 | 950 | 1,5 | 1,85 | 2636 | 604,4 | 171 | 1860.6 |
| A2 (PRV Ø800) | 2 | 897 | 1,4 | 1,75 | 2198 | 450,9 | 150,7 | 1596 |
| A3 (PRV Ø500) | 3 | 4019 | 1,1 | 1,45 | 6410 | 3156,5 | 530,5 | 2723.3 |
| La somme | | | | | 27300 | 7709.8 | 1948 | 17643 |

III.3.3. Devis estimatif pour le terrassement de la conduite principale

Tableau VIII.3. Coût total des travaux sur le réseau d'irrigation

| Désignation des travaux | Unité | Quantité | Prix unitaire DA | Montant DA |
|--------------------------------|-------|----------|------------------|------------|
| 1) Déblai en terrain | m3 | 27300 | 300 | 412200 |
| 2) Lit de sable | m3 | 1948 | 800 | 109920 |
| 3) Remblaiement de la tranchée | m3 | 17643 | 200 | 23310,4 |
| TOTAL =TOTAL 02+TVA | | | | 15 799 630 |

VIII.4. Devis estimatif total

$$D = \text{TOTAL 01} + \text{TOTAL} = 105\,396\,721.26 + 15\,799\,630 = 121\,196\,351.26 \text{ DA}$$

La référence des prix pour la projection du réseau d'irrigation a été fournie par le représentant commercial de S.T.P.M CHIALI.

VIII.5. Conclusion

On constate que le coût de la projection de ce réseau d'irrigation est évalué

à **121 196 351.26 D.**

D'après le coût de la projection des réseaux que nous avons obtenus, on remarque que l'estimation financière du projet est relativement importante. Cette élévation est due à l'importance des conduites et les équipements qui sont relativement onéreux pour mettre notre périmètre dans les bonnes conditions.

CONCLUSION GENERALE

Au terme de ce mémoire, où nous avons élaboré un projet d'irrigation dans le périmètre de Beni Slimane (wilaya de Medea), ceci à partir du barrage de Beni Slimane, le périmètre couvre une superficie de 2 000 ha et dans ce périmètre c'est le secteur 1 qui nous intéresse avec une superficie de 404 ha.

Selon les études réalisées pour ce périmètre, on peut résumer notre travail dans quelques points comme suite :

- La région est caractérisée par un climat méditerranéen à hiver frais de type semi continental, et puisque la plaine est caractérisée par un été sec et chaud l'introduction de l'irrigation est donc indispensable.

- L'analyse du sol montre que le périmètre est dominé par trois types de sol. Les sols peu évolués, les sols calcimagnésiques et les sols à sesquioxyde de fer, quant aux sols rouges. Elles sont les plus représentatifs, occupent les terrasses et s'étendent sur une superficie de 1 494,21 ha.

- Nous tenons compte l'aptitude cultural et l'occupation du sol, nous avons abordé le calcul des besoins en eau sur la base de la définition du bilan hydrique et ces composante.

-L'alimentation du réseau se fait directement de barrage de Beni Slimane, ayant comme objectif de tirer profit au maximum de la pression naturelle du système, en garantissant une pression de 2 bars à la tête de l'îlot. Sauf le secteur 2 qu'il aura besoin d'une énergie additionnelle (pompages).

-Nous avons utilisé deux méthodes d'irrigation modernes l'une par un réseau d'irrigation goutte à goutte, et l'autre par un réseau d'aspersion.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Gobat J.M, Agrano M, Matthey W, 2010** : Le sol vivant, base de pédologie biologie des sols. Presses universitaires et romandes, EPFL, Lausanne, Suisse.
2. **Dubost d.** 1992- aridité, agriculture et développement : le cas des oasis algériennes in sècheresse no 2. Vol. 3.
3. **FAO 1975.** Les besoins en eau des cultures. Bull Fao n° 24.
4. **FAO.** Agriculture et rareté de l'eau : une approche programmatique pour l'efficacité de l'utilisation de l'eau et la productivité agricole. COAG/2007/7, Rome, p 15 (2017).
5. Détection des œufs d'helminthes, Abwasser Wasserwirtschaft Wassertechnik, 16 ; 198-201 (1966).
6. **TOUAIBIA B.**(Manuel d'Hydrologie 3ème Année et Régularisation des débits 4ème année).
7. **Hillel, D. 1988.** L'eau et le sol: Principes et processus physiques. Ed Academia, 288p.
8. **Tiercelin.** 2006. Traité d'irrigation, Lavoisier tec & doc, paris .1011p.
9. **Laborde J., 2009** ELEMENTS D'HYDROLOGIE DE SURFACE. ECOLE POLYTECHNIQUE DE L'UNIVERSITE DE NICE - SOPHIA ANTIPOLIS.
10. NAIT MOHAND Abde latif 2013 :*Elaboration d'un code de calcul pour le dimensionnement des réseaux d'irrigation par aspersion en couverture mobile. ENSH 2013.*
11. **Ollier ch.et Poirée m.** (1981). Irrigation : les réseaux d'irrigation, théorie, technique et économie des arrosages. Ed. Eyrolles. paris.455p.

12. **René Clément et Alain Galand** : 1979, L'irrigation par aspersion et réseaux collectif de distribution sous pression, édition, Eyrolles, Paris, pp : 10-147.

13. **L.Rieul** : 1992, Guide pratique d'irrigation, édition, CEMAGRF Paris, pp : 219-223.

annexes

Annexe 1 Coefficients culturaux (Kc)

2. COEFFICIENTS CULTURAUX (Kc)

| CULTURE | Stades de développement de la culture | | | | | Durée totale de la période végétative |
|-------------------------------|---------------------------------------|---------------|-----------|----------------|-----------|---------------------------------------|
| | Initial | Développement | Mi-saison | Arrière saison | Récolte | |
| Banancier tropical | 0.4-0.5 | 0.7-0.85 | 1.0-1.1 | 0.9-1.0 | 0.75-0.85 | 0.7-0.8 |
| Banancier subtropical | 0.5-0.65 | 0.8-0.9 | 1.0-1.2 | 1.0-1.15 | 1.0-1.15 | 0.85-0.95 |
| Haricot vert | 0.3-0.4 | 0.65-0.75 | 0.95-1.05 | 0.9-0.95 | 0.85-0.95 | 0.85-0.9 |
| Haricot sec | 0.3-0.4 | 0.7-0.8 | 1.05-1.2 | 0.65-0.75 | 0.25-0.3 | 0.7-0.8 |
| Chou | 0.4-0.5 | 0.7-0.8 | 0.95-1.1 | 0.9-1.0 | 0.8-0.95 | 0.7-0.8 |
| Coton | 0.4-0.5 | 0.7-0.8 | 1.05-1.25 | 0.8-0.9 | 0.65-0.7 | 0.8-0.9 |
| Raisin | 0.35-0.55 | 0.6-0.8 | 0.7-0.9 | 0.6-0.8 | 0.55-0.7 | 0.55-0.75 |
| Arachide | 0.4-0.5 | 0.7-0.8 | 0.95-1.1 | 0.75-0.85 | 0.55-0.6 | 0.75-0.8 |
| Maïs doux | 0.3-0.5 | 0.7-0.9 | 1.05-1.2 | 1.0-1.15 | 0.95-1.1 | 0.8-0.95 |
| Maïs grain | 0.3-0.5* | 0.7-0.85* | 1.05-1.2* | 0.8-0.95 | 0.55-0.6* | 0.75-0.9* |
| Oignon sec | 0.4-0.6 | 0.7-0.8 | 0.95-1.1 | 0.85-0.9 | 0.75-0.85 | 0.8-0.9 |
| Oignon vert | 0.4-0.6 | 0.6-0.75 | 0.95-1.05 | 0.95-1.05 | 0.95-1.05 | 0.65-0.8 |
| Pois, frais | 0.4-0.5 | 0.7-0.85 | 1.05-1.2 | 1.0-1.15 | 0.95-1.1 | 0.8-0.95 |
| Poivron, frais | 0.3-0.4 | 0.6-0.75 | 0.95-1.1 | 0.85-1.0 | 0.8-0.9 | 0.7-0.8 |
| Pomme de terre | 0.4-0.5 | 0.7-0.8 | 1.05-1.2 | 0.85-0.95 | 0.7-0.75 | 0.75-0.9 |
| Riz | 1.1-1.15 | 1.1-1.5 | 1.1-1.3 | 0.95-1.05 | 0.95-1.05 | 1.05-1.2 |
| Carthame | 0.3-0.4 | 0.7-0.8 | 1.05-1.2 | 0.65-0.7 | 0.2-0.25 | 0.65-0.7 |
| Sorgho | 0.3-0.4 | 0.7-0.75 | 1.0-1.15 | 0.75-0.8 | 0.5-0.55 | 0.75-0.85 |
| Soja | 0.3-0.4 | 0.7-0.8 | 1.0-1.15 | 0.7-0.8 | 0.4-0.5 | 0.75-0.9 |
| Betterave sucrière | 0.4-0.5 | 0.75-0.85 | 1.05-1.2 | 0.9-1.0 | 0.6-0.7 | 0.8-0.9 |
| Canne à sucre | 0.4-0.5 | 0.7-1.0 | 1.0-1.3 | 0.75-0.8 | 0.5-0.6 | 0.85-1.05 |
| Tournesol | 0.3-0.4 | 0.7-0.8 | 1.05-1.2 | 0.7-0.8 | 0.35-0.45 | 0.75-0.85 |
| Tabac | 0.3-0.4 | 0.7-0.8 | 1.0-1.2 | 0.9-1.0 | 0.75-0.85 | 0.85-0.95 |
| Tomate | 0.4-0.5 | 0.7-0.8 | 1.05-1.25 | 0.8-0.95 | 0.6-0.65 | 0.75-0.9 |
| Pastèque | 0.4-0.5 | 0.7-0.8 | 0.95-1.05 | 0.8-0.9 | 0.65-0.75 | 0.75-0.85 |
| Blé | 0.3-0.4 | 0.7-0.8 | 0.95-1.2 | 0.65-0.75 | 0.2-0.25 | 0.8-0.9 |
| Luzerne | 0.3-0.4 | | | | 1.05-1.2 | 0.85-1.05 |
| Agrumes sarclés sans sarclage | | | | | | 0.65-0.75 0.85-0.9 |
| Olivier | | | | | | 0.4-0.6 |

Premier chiffre : avec forte humidité (HR_{min} > 70%) et vent faible (U < 5 m/sec).
 Second chiffre : avec faible humidité (HR_{min} < 20%) et vent fort (> 5 m/sec).

Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage n° 33, Tableau 18.

Annexe 2

Valeur minimale et maximale de Z pour diverses cultures

| CULTURES | Z (M) |
|---------------------------------------|-----------|
| Tomate | 1 – 1.2 |
| Cultures maraichères | 0.3 – 0.6 |
| Agrumes | 1 – 1.2 |
| Arbres fruitières à feuilles caduques | 1 – 2 |
| vignes | 1 - 3 |

Annexe 3

Caractéristiques hydriques de quelques sols

| Texture | Humidités pondérales en Z du poids sec | | | Réserve utile volumétrique mm/m |
|-------------------------|--|----------------------|----------------------|---------------------------------|
| | A la rétention HCC | Du flétrissement HPF | Disponible HCC - HPF | |
| Sableuse | 9 (6 - 12) | 4 (2 - 6) | 5 (4 - 6) | 85 (70 - 100) |
| Sablo-limoneuse | 14 (10 -18) | 6 (4 - 8) | 8 (6 - 10) | 120 (90 - 150) |
| Limoneuse | 22 (18 - 26) | 10 (8 - 12) | 12 (10 - 14) | 170 (140 - 190) |
| Limono-argileuse | 27 (26 - 31) | 13 (11 - 15) | 14 (15 - 16) | 190 (170 - 220) |
| Argilo-limoneuse | 31 (27 - 35) | 15 (13 - 17) | 16 (14 - 18) | 210 (180 - 230) |
| argileuse | 35 (31 - 39) | 17 (15 - 19) | 18 (16 - 20) | 230 (220 - 250) |

Annexe 4
Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT ZF 30



**Caractéristiques de
l'asperseur circulaire
PERROT ZF 30**

1 buse
angle de jet 30°
Raccord fileté 1"

| Ø de la buse mm | pression à la buse bar | portée m | débit m³/h | espacement m | | surface irriguée m² | | densité d'aspersion mm/h | |
|-----------------------|---------------------------------|-------------|---------------|-----------------|------------|---------------------------|------------|--------------------------------|------------|
| | | | | □ disp. | △ disp. | □ disp. | △ disp. | □ disp. | △ disp. |
| 4,0 | 2,5 | 13 | 0,93 | 12/18 | 18/18 | 216 | 324 | 4,3 | 2,88 |
| | 3,0 | 14,5 | 1,02 | 18/18 | 18/24 | 324 | 432 | 3,16 | 2,36 |
| | 3,5 | 15,3 | 1,11 | 18/18 | 18/24 | 324 | 432 | 3,42 | 2,57 |
| | 4,0 | 16 | 1,19 | 18/18 | 18/24 | 324 | 432 | 3,71 | 2,76 |
| 4,2 | 2,5 | 13,5 | 1,04 | 12/18 | 18/24 | 324 | 432 | 4,8 | 2,42 |
| | 3,0 | 15 | 1,14 | 18/18 | 18/24 | 216 | 432 | 3,52 | 2,64 |
| | 3,5 | 15,8 | 1,23 | 18/18 | 18/24 | 324 | 432 | 3,8 | 2,85 |
| | 4,0 | 16,5 | 1,32 | 18/24 | 24/24 | 324 | 576 | 3,06 | 2,3 |
| 4,5 | 2,5 | 14 | 1,20 | 18/18 | 18/24 | 432 | 432 | 3,71 | 2,78 |
| | 3,0 | 15,5 | 1,32 | 18/18 | 18/24 | 324 | 432 | 4,07 | 3,05 |
| | 3,5 | 16,3 | 1,42 | 18/18 | 18/24 | 324 | 432 | 4,38 | 3,29 |
| | 4,0 | 17 | 1,52 | 18/24 | 24/24 | 324 | 576 | 3,52 | 2,84 |
| 4,8 | 2,5 | 14,5 | 1,38 | 18/18 | 18/24 | 432 | 432 | 4,27 | 3,2 |
| | 3,0 | 16 | 1,51 | 18/18 | 18/24 | 324 | 432 | 4,66 | 3,6 |
| | 3,5 | 16,5 | 1,63 | 18/24 | 24/24 | 324 | 576 | 3,78 | 2,82 |
| | 4,0 | 17 | 1,75 | 18/24 | 24/24 | 432 | 576 | 4,05 | 3,04 |
| 5,0 | 2,5 | 14,5 | 1,48 | 18/18 | 18/24 | 432 | 432 | 4,57 | 3,43 |
| | 3,0 | 16,5 | 1,63 | 18/18 | 18/24 | 432 | 432 | 5,04 | 3,77 |
| | 3,5 | 17 | 1,76 | 18/24 | 24/24 | 324 | 576 | 4,08 | 3,05 |
| | 4,0 | 17,5 | 1,88 | 18/24 | 24/24 | 324 | 576 | 4,35 | 3,28 |
| 5,5 | 2,5 | 15,2 | 1,82 | 18/18 | 18/24 | 432 | 432 | 5,62 | 4,22 |
| | 3,0 | 17 | 1,99 | 18/24 | 24/24 | 432 | 576 | 4,61 | 3,45 |
| | 3,5 | 17,5 | 2,14 | 18/24 | 24/24 | 324 | 576 | 4,95 | 3,71 |
| | 4,0 | 18 | 2,29 | 18/24 | 24/24 | 432 | 576 | 5,31 | 3,98 |
| 6,0 | 2,5 | 16,2 | 2,18 | 18/24 | 24/24 | 432 | 576 | 5,00 | 3,75 |
| | 3,0 | 17,5 | 2,37 | 18/24 | 24/24 | 432 | 576 | 5,50 | 4,12 |
| | 3,5 | 18 | 2,56 | 18/24 | 24/24 | 432 | 576 | 5,92 | 4,43 |
| | 4,0 | 18,5 | 2,74 | 18/24 | 24/24 | 432 | 576 | 6,35 | 4,78 |
| 7,0 | 2,5 | 17,5 | 2,96 | 18/24 | 24/24 | 432 | 576 | 6,9 | 5,1 |
| | 3,0 | 18,0 | 3,22 | 18/24 | 24/24 | 432 | 576 | 7,5 | 5,8 |
| | 3,5 | 18,5 | 3,48 | 24/24 | 24/24 | 576 | 576 | 6,0 | 6,0 |
| | 4,0 | 19,0 | 3,73 | 24/24 | 24/30 | 576 | 720 | 6,5 | 6,7 |

Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur

- Débit de l'asperseur

On le calcule par la relation (IV.9)