

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

-A mes chers parents, essayant ainsi de vous exprimer toute ma gratitude pour tout ce que vous m'avez apporté.

-A ma sœur

-A mes frères

-A tous mes amis et collègues de l'Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique, en particulier MAIDIA et LECHAA.M avec lesquels j'ai été pendant mes études.

Remerciement

Au terme de ce projet de fin d'étude, fruit de mes années de labeur, je tiens à remercier sincèrement Allah, de m'avoir octroyé les moyens et les personnes qui m'ont aidé dans son élaboration, ainsi que ceux qui ont bien voulu l'évaluer :

J'adresse ma profonde gratitude et remerciement à ma promotrice Mme : DJOUDAR HALLAL Dabbia qui m'a acceptée de diriger mon travail. Elle s'est montrée Compréhensive et particulièrement Sensible Aux divers problèmes que j'ai rencontrée, son aide précieux et également pour son encadrement fructueux.

-À tous les membres du jury président et examinateurs : je tiens à présenter mes remerciements pour leurs minutieuses relectures de ce document, pour leurs critiques constructives qui ne feront qu'améliorer la qualité de ce travail.

- À Monsieur le chef de projet A.ZARA qui m'a accueilli dans son bureau et a bien voulu m'encadrer durant ce mémoire de fin d'études. Je lui exprime mes vifs remerciements.

- À Monsieur le chef de projet : M.KHABBEZ pour son aide, ses nombreuses consultations, conseils, assistance et qui a mis à ma disposition toute une documentation importante, souvent inédite.

- À Monsieur le Directeur Général de L'Office Nationale d'Irrigation et le Drainage (O.N.I.D), pour le stage qu'il m'a accordé au sein de son établissement. Je remercie aussi tout personnel, en particulier Madame, Nassira Responsable du Service de la Documentation, m'avoir ouvert les portes de la salle de documentation de l'O.N.I.D, durant ce projet.

- À L'ensemble du personnel et enseignants de l'Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique (ENSH), qui ont veillé à ma formation, en particulier Madame TOUAHIR.S pour son aimable indulgence et Madame MOKRANE, de m'aider dans le domaine de pompage.

- Au personnel de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H- Blida), qui ont mis à ma disposition les données pluviométriques récentes de la zone d'étude.

ملخص

في الآونة الأخيرة يشهد القطاع الزراعي 05 المتواجد بسهل الشلف الأوسط نقصاً في مردودية الإنتاج الزراعي وهذا بسبب نوعية المياه الجوفية المستعملة في سقيها التي تحتوي على نسبة كبيرة من الأملاح وتؤثر بدورها على نمو النباتات والمحاصيل الزراعية، الهدف من هذه المشروع هو دراسة التهيئة الزراعية للقطاع بتزويده بشبكة سقي ذات نوعية جيدة من سد أم الدروع إلى المزرعات. لأجل ذلك قمنا بجمع وتحليل البيانات اللازمة والعوامل الطبيعية والموارد المختلفة المتعلقة بدراستنا، وبناءً على دراسة تقديرية قمنا بتخطيط وتحديد حجم شبكة سقي تضمن وصول المياه بالتدفق والضغط الكافيين، ولضمان الاستخدام الأمثل للمياه، اقترحنا استخدام تقنيات السقي الحديثة التي تسمح بزيادة المردود والحد من ضياع المياه، كل هذا بأقل تكلفة ممكنة.

الكلمات المفتاحية: سهل الشلف الأوسط، شبكة سقي، تدفق.

Résumé

Ces dernières années, le secteur agricole 05 situé dans la plaine du Moyen Chélif a connu une baisse du rapport coût-efficacité de la production agricole, et ceci est dû à la qualité des eaux souterraines d'irrigation. Elles contiennent une proportion élevée de sels impacte négativement la croissance des plantes et des cultures agricoles. Dans le cadre du présent projet, l'objectif principal est d'étudier l'aménagement hydro-agricole du-secteur 05, en dimensionnant un réseau d'irrigations adéquates ou l'eau d'irrigation sera acheminée vers le secteur à partir du barrage d'Oum Drou. Pour cela, l'étude s'est basée sur la collecte et le traitement des données nécessaires. Afin d'assurer l'arrivée de l'eau avec un débit et une pression suffisants, et pour garantir une utilisation optimale des eaux ainsi on a suggéré l'utilisation des techniques modernes d'irrigation qui permet d'avoir plus de rendement et des pertes d'eau minimales, tout ça avec le moindre cout possible.

Mots clés : Moyen Chélif, réseau d'irrigation, débit.

Abstract

In recent years, the agricultural sector 05 located in the Middle Chélif plain has experienced a decline in the cost-effectiveness of agricultural production, and this is due to the quality of the groundwater used in its irrigation, which contains a large proportion of salts and in turn affects the growth of plants and agricultural crops. Relevant to this, the objective of this project is to study the hydro-agricultural development of this sector by providing it with a good quality irrigation network from the Oum Drou dam to the crops. For this, we collected and analyzed the necessary data, the natural factor and various resources related to our study, and based on an estimated study we planned and sized an irrigation network that ensures the arrival of water with sufficient flow and pressure. To guarantee an optimal use of water, we have suggested the use of modern irrigation techniques which allow to have more yield and minimal water losses, all this with the least possible cost.

Key words: Middle Cheliff, irrigation network, discharge.

Sommaire

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

CHAPITRE I

PRESENTATION ET ANALYSE DES CONDITION NATURELLES DE LA REGION D'ETUDE

Introduction.....	2
I.1. Situation et localisation de la zone d'étude.....	2
I.2. Analyse des conditions naturelles.....	3
I.2.1. Contexte géomorphologique.....	3
I.2.2. Contexte géologique.....	4
I.2.3. Etude du réseau hydrographique.....	5
I.3. Analyse des conditions climatologiques.....	5
I.3.1. La température de l'air.....	5
I.3.2. L'humidité relative.....	6
I.3.3. L'évaporation.....	7
I.3.4. Le vent.....	7
I.3.5. L'insolation.....	7
I.3.6. Analyse de la pluviométrie.....	8
I.4. Climogramme pluviométrique de Gaussen.....	9
I.5. Classification du climat.....	10
I.5.1. Classification du climat selon l'indice de De Martonne.....	10
I.5.2. Classification du climat selon le diagramme d'Emberger.....	10
I.6. Analyse du milieu socio-économique.....	11
I.6.1. La population dans la région.....	11
I.6.2. Emploi dans la région.....	11
I.6.3. Occupation du sol dans les conditions existantes.....	11
I.6.4. La production animale dans la région.....	12
Conclusion.....	13

CHAPITRE II :

ANALYSE DES RESSOURCES EN SOL & EN EAU

Introduction.....	30
II.1. Les ressources en sol de la région.....	30
II.2. Ressources en eau pour l'irrigation.....	32
II.2.1. Caractéristiques physico-chimiques de l'eau d'irrigation.....	32
II.2.2. Classification des eaux pour l'irrigation.....	32
II.2.2.1. La conductivité électrique.....	
II.2.2.2. Le SAR (Sodium Absorption Ration).....	33
Conclusion.....	34

CHAPITRE III :

ETUDE HYDROLOGIQUE

Introduction.....	44
III.1. Hydrologie de surface.....	44
III.1.1. caractéristiques morphologiques du sous bassin versant de l'O. Ras Ouahrane.....	44
III.1.2. Détermination de la lame d'eau précipitée.....	45
III.1.2.1. Méthode de THIESSEN.....	46
III.1.2.2. Méthode des isohyètes.....	47
III.1.2.3. Méthode arithmétique.....	47
III.1.3. Choix de la station représentative de la zone.....	48
III.2. Hydrologie statistique.....	48
III.2.1. Collecte des données.....	48
III.2.2. Etude des pluies moyennes annuelles.....	49
III.2.2.1. Tests d'homogénéités.....	49
III.2.2.2. Extension des séries pluviométriques moyennes annuelles.....	49
III.2.2.3. Reconstitution des séries des pluies annuelles moyennes.....	51

III.2.2.4. L'ajustement des pluies moyennes annuelles a loi normale.....	52
III.2.2.5. Test de validité de l'ajustement à la loi de gauss (Test de Khi carré).....	53
III.3. Interprétation les résultats	53
Conclusion	54

CHAPITRE IV :

REGIME D'IRRIGATION DU PERIMETRE

Introduction.....	77
IV.1. Les cultures envisageables	77
IV.1.1. Maraichages	77
IV.1.2. Vigne de table.....	78
IV.1.3. Agrumes et autres cultures arboricoles fruitiers	78
IV.1.4. Cultures fourragères.....	78
IV.1.5. Céréaliculture.....	78
IV.2. Calendrier d'occupation des sols	78
IV.3. Identification des principaux types d'assolement	79
IV.3.1. Assolement n°1	79
IV.3.2. Assolement n°2.....	80
IV.3.3. Assolement n°3.....	80
IV.3.4. Assolement n°4.....	80
IV.4. Typologie des exploitations et adaptation des assolements	80
IV.5. Les besoin en eau du périmètre	81
IV.5.1. L'évapotranspiration potentielle ou de référence (ETp ou ET ₀).....	81
IV.5.2. L'évapotranspiration réelle ou de culture (ETR ou ETC).....	81
IV.5.3. Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence.....	82
IV.5.4. Traitement des données pluviométriques.....	83
IV.5.5. La réserve utile (RU) et la réserve facilement utilisable (RFU)	86
IV.5.5-1. La réserve utile (RU).....	86
IV.5.5.2. La réserve facilement utilisable (RFU).....	86
IV.5.6. Efficience de l'irrigation	87
IV.5.7. Besoins nets en eau suivant le calendrier cultural :.....	87
Conclusion	88

CHAPITRE V:

RESEAU DE DISTRIBUTION COLLECTIF D'IRRIGATION SOUS PRESSION

Introduction.....	98
V.1. Calcul des débits à transiter par le réseau collectif.....	98
V.1.1. Débits spécifiques	98
V.1.2. Débits caractéristiques	99
V.2. Description et choix de la variante	99
V.3. Plan de bornage	101
V.3.1. Calcul du débit aux bornes.....	101
V.3.2. Choix du diamètre de la borne	101
V.3.3. Choix de type de borne	102
V.4. Optimisation des canalisations	104

V.4.1. La vitesse admissible	104
V.4.2. La perte de charge unitaire	105
V.4.3. Matériaux de construction des canalisations	105
V.4.4. La desserte par pompage	105
V.5. Pression demandée aux bornes d'irrigation	106
Conclusion	107

**CHAPITRES VI :
STATION DE POMPAGE & RESERVOIR**

Introduction	114
VI.1. Dimensionnement de la station de pompage (SPE)	114
VI.1.1. Débit nominal	114
VI.1.2. Hauteur manométrique totale.....	114
VI.1.3-Calcul la hauteur géométrique	
VI.1.4-Calcul des pertes de charge totales	
VI.1.5. le cout des investissements	115
VI.1.6. Les frais d'exploitation	115
VI.1.7. Bilan total des frais	116
VI.2. Détermination la variante de pompage.....	117
VI.2.1. Le choix du nombre de pompes principales	117
VI.3. Protection contre la cavitation.....	119
VI.5. Réservoirs de compensation.....	120
Conclusion	121

**CHAPITRES VII :
ETUDE COMPARATIVE A LA PARCELLE**

Introduction	123
VII.1. Choix de la culture à arroser	123
VII.2.Caractéristiques de la parcelle à équiper :	
VII.3. Interprétation des résultats	124
Conclusion	125

**CHAPITRE VIII :
EVALUATION ECONOMIQUE DU PROJET**

Introduction	156
VIII.1. Les aménagements connexes.....	156
VIII.1.1. Accès	156
VIII.1.2. Pistes	156
VIII.1.3. Brises vent.....	156
VIII.2. Evaluation des couts des investissements.....	157
VIII.2.1- Conduites d'adduction	157
VIII.2.1- Conduites de distribution.....	157
VIII.2.3. la station de pompage	157
VIII.2.4. Le réservoir	158
VIII.2.5. Les aménagements connexes.....	158
VIII.3. Cout total des aménagements projetés.....	159
Conclusion	159
CONCLUSION GENERALE	160
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	162

LISTE DES FIGURES

Figure I.1- Localisation de la zone d'étude Oum Drou (secteur 05)	3
Figure I.3- : carte géologique du Moyen Chélif Occidentale (Perrodon, 1957).....	4
Figure I.4- : Carte du réseau hydrographique du Moyen Chélif occidentale (MOKADAM, 2016)	5
Figure I.5- :Evaluation des Température mensuelles et annuelles de l'air de Chlef (°C) (Année 2015).....	6
Figure I.6- :Evaluation des Humidité relative mensuelle.....	6
Figure. I.5 : Vitesses moyennes mensuelles du vent à Chlef en (m/s) en 2015.....	7
Figure. I.8 : Variation d'Insolation moyenne mensuelle (heures).....	7
Fig. I. 9. Précipitations moyennes de la station de pontéba.....	8
Fig. I. 11. Occupation détaillée du sol par catégorie de culture (THOURYA, 2005).....	11
Figure I.12. Répartition de production animale dans la région.....	11
Figure II.1- carte pédologique de la zone d'étude (source ABH-CZ) établie par Scet Agri (1984 b).....	31
Figure II-2- carte de situation Oum Drou traversée par l'Oued Chélif	33
Figure III.1 : carte du bassin versant Oued Ras et Ouahran 0122.....	44
Figure III-2 : carte des polygones de Thiessen pour le bassin O. Ras Ouahrane.....	46
Figure III-3 : Carte des isohyètes pour le bassin O. Ras et Ouahrane.....	47
Figure III-4 : Régression linéaire simple entre la station (012229) et la station (012225).....	50
Figure III -5 : Régression linéaire simple entre la station (090510) et la station (090502).....	51
Figure III -6 : Régression linéaire simple entre la station (012219) et la station (012225).....	51
Figure III -7 : Ajustement de la station d'Oum Drou(012225) à la loi de Gauss.....	53
Fig. V.1. Schéma de la variante d'adduction retenue pour le périmètre étudié.....	100
Fig. V.2. Schéma du réseau de distribution du périmètre Oum Drou.....	103
Fig. VI.1. bilan totale des frais.....	116
Fig. VIII.1. Profil en travers type de la piste à projeter.....	156

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.2 : Humidité relative mensuelle à station de pontéba en %(2003/2014)	6
Tableau I.3 : Evaporation moyenne mensuelle ⁽¹⁾ à l'évaporomètre Piche (mm).....	6
Tableau I.6 : Insolation moyenne mensuelle (heur) pour chaque mois 2011	7
Tableau I.7 : Caractéristiques des stations pluviométriques ⁽¹⁾	7
Tableau I.8 : pluviométrie de la station de pontéba (Année 2015).....	8
Tableau I.12 : Classification du climat selon la classification de DE MARTONNE.....	9
Tableau II-1 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique	34
Tableau II-2 : Classification des eaux en fonction du SAR	35
tableau III-1, récapitule les caractéristiques morphologiques du sous bassin versant de l'O. Ras Ouahrane.	45
Tableau III-2 : Estimation de la lame d'eau précipitée sur le bassin de "O. Ras Ouahrane"	46
Tableau III-3 : Précipitations moyennes annuelles selon les trois méthodes de calculs.....	47
Tableau III.5 : résultat du teste de wilcoxon de la station Oum Drou	49
Tableau III.6 : résultat du teste de wilcoxon de la station Oued Fodda	50
Tableau III.7 : résultat du teste de wilcoxon de la station Chef Centre.....	50
Tableau III-8 : Combinaisons retenues pour reconstituer les séries des pluies moyennes annuelles	51
Tableau III-9 : séries fiables et complètes des pluies moyennes annuelles	52
*Fréquence au dépassement (année sèche).....	53
Tableau III -10 : Résultats d'ajustement de la station (012225) à la loi de Gauss	53
Tableau IV -1 : calendrier d'occupation des sols.....	79
Tableau IV -2 : Caracteristiques des modèles d'exploitations retenues	81
Tableau IV -3 : Evapotranspiration de référence de la zone de projet selon Penman&Monteith.....	83
Tableau IV -4 : Pluies totales et mensuelles moyennes pour l'année sèche, moyenne et humide	85
Tableau IV -5 : Précipitations efficaces dans la zone de projet CROPWAT 8.0.....	86
Tableau IV -6 : Besoins en eau d'irrigation du périmètre d'OUM DROU	88
Tableau V. 1 : Debits de pointe des modèles adoptés.....	98
Tableau V.2 : Diamètres des bornes en fonction de débit fourni.....	101
Tableau V.3 : Seuils des vitesses admissibles en fonction des diamètres (TEMZI, 2003)	104
Tableau V-4 : Linéaire des conduites de distributions.....	106
Tableau VI.1 : présente Annuité résultant de l'amortissement pour 8% et 10%.....	115
Tableau VI.2 : Caracteristiques de la conduite de refoulement	117
Tableau VI.3 : les variantes des pompes.....	117
Tableau VI.4 : Pression atmosphérique en fonction de la côte	119
Tableau VI.5 : Pression de vapeur en fonction de la température	119
Tableau VI.6 : Capacité de rétention des réservoirs	121

Tableau VI.6 : Capacité de rétention des réservoirs.....	121
Tableau VII.2 : Récapitulatif des coûts d'équipements des îlots type retenus à l'hectare.....	124
Tableau VIII.1 : Travaux de pistes envisagés dans le Secteur 05 (Oum Drou).....	156
Tableau VIII.2 : Estimation du cout de pose de canalisation de l'adduction.....	157
Tableau VIII.3 : Coût d'investissement du réseau de distribution.....	157
Tableau VIII.4 : caractéristiques de la SPE.....	157
Tableau VIII.5 : Coût d'investissement de la station de pompage.....	158
Tableau VIII.6 : Coût d'investissement des réservoirs.....	158
Tableau VIII.7 : Coût d'investissement des pistes et accès.....	158
Tableau VIII.8 : investissements de la réalisation des brises vent.....	159
Tableau VIII.9 : Récapitulatif des coûts d'investissements du périmètre.....	159
Tableau 2 : Résultats L'Analyse de l'eau brute de l'Oued Chélif (la station de pontéba).....	169
Tableau 01 : Test de Wilcoxon pour la station d'Oum Drou Barrage, code (012225).....	171
Tableau 02 : Test de Wilcoxon pour la station d'Oued Fodda Barrage, code (012208).....	171
Tableau 03 : Test de Wilcoxon pour la station de Chlef Centre, code (012219).....	172

LISTE DES PLANCHE

PLANCHE N°01 : LE PLAN DE SITUATION DU PERIMETRE OUM DROU.

PLANCHE N°02 LE PLAN D'IMPLANTATION DU RESEAU D'IRRIGATION.

PLANCHE N°03 : LE PLAN D'OCCUPATION DU SOL.

PLANCHE N°04 : PROFIL EN LONG DE LA CONDUITE PRINCIPALE

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1

Figure 01 : diagramme bioclimatique d'EMBERGER.

Figure 02 : Les zones homogènes du Moyen Chélif et l'Occupation du sol (O.N.I.D)

Figure 03 : diagramme de classification des eaux d'irrigation

Tableau 1 : Classification des zones homogène du périmètre moyen Chélif.

Tableau 2 : Résultats L'Analyse de l'eau brute de l'Oued Chélif (la station de pontéba)

Annexe 2

Tableau 01 : Test de Wilcoxon pour la station d'Oum Drou Barrage, code **(012225)**

Tableau 02 : Test de Wilcoxon pour la station d'Oued Fodda Barrage, code **(012208)**

Tableau 03 : Test de Wilcoxon pour la station de Chlef Centre, code **(012219)**

Tableau 04 : Fonction de répartition de la Loi Normale Réduite :

Tableau 05 : les valeurs de khi carré.

Tableau 06 : Caractéristiques hydriques de quelques sols

Tableau 07 : Exemple de calcul des besoins en eau des cultures.

Tableau 08 : Coefficients Cultureux, KC (FAO Bulletin N° 56, 33, 24)

Tableau 09 ; Valeurs minimales et maximales de Z pour diverses cultures

Tableau 10 : réserves d'humidité facilement utilisable

Annexe 3

1-Besoin net en eau : mensuelle et annuelle des cultures

2-Récapitulatif des besoins nets en eau

3-Besoin mensuelle net en eau des modèles

4-Débit spécifique des cultures et des modèles

5-Débit spécifique moyens des modelés

Annexe 4

Tableau 01 : Calculs hydraulique du réseau de distribution

Tableau 02-Calculs économique de la conduite de refoulement SPA-RE

Annexe 5

1-Equipement des parcelles de type 03 ha par l'aspersion classique.

2-Equipement des parcelles de type 03 ha par gout à gout.

3-shéma des parcelles type 03 ha équipée par l'aspersion classique.

4-shéma des parcelles type 03 ha équipée par gout à gout.

5-Characteristique de l'asperseur circulaire

INTRDUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

L'Algérie a connu durant les 30 dernières années, une période de sécheresse intense et persistante, caractérisée par un déficit pluviométrique important, évalué à près de 30%, sur l'ensemble du pays,

Cette sécheresse a eu un impact négatif sur les régimes d'écoulement des cours d'eau, le niveau de remplissage des réservoirs de barrages, et l'alimentation des nappes souterraines.

Dans le domaine de l'irrigation la solution consiste à identifier les futurs projets en adoptant les techniques et les procédés d'arrosage qui utilisent d'une façon rationnelle et efficace les volumes d'eau réservés.

Les besoins quantitatifs en eau d'irrigation pour la production végétale doivent être prévus avec précision quand on a bien traité les données climatiques, pédologiques, etc.....

Le périmètre du Moyen Cheliff qui fait l'objet de la présente étude couvre une superficie de 9676 ha regroupant 08 réseaux ; chaque réseau comporte plusieurs secteurs d'exploitations agricoles de taille variable avec différentes cultures. Ce projet rentre dans le cadre de la politique de développement rural durable, instaurée par les décideurs, afin de valoriser les potentialités naturelles (eaux et sols) et humaines disponibles pour une amélioration du niveau de vie des populations rurales en particulier et pour accroître le produit agricole national en général.

Le thème de notre travail intitulé : "étude d'aménagement hydro-agricole du périmètre d'irrigation de la plaine du Moyen Cheliff (secteur d'Oum Drou) à partir du barrage d'OUM DROU sur 878 ha (W-CHLEF)".

Le présent mémoire comporte huit chapitres, à savoir :

- une présentation sommaire du milieu physique tel que localisation de la zone d'étude et leur caractéristiques géologiques, morphologiques, climatologies... etc.,
- un aperçu socio-économique,
- définir les ressources en eau et en sol.
- une étude hydrologique,
- évaluation des besoins en eau d'irrigation,
- schémas d'aménagement hydraulique
- dimensionnement d'un réseau d'irrigation efficient et efficace, des ouvrages annexes et du réseau de distribution adéquat.
- Evaluation économique du projet.

Enfin, l'ensemble de ces différents résultats issus des différents chapitres constitue la synthèse qui fera l'objet de la conclusion générale à laquelle seront associés des recommandations.

CHAPITRE I :

***PRESENTATION ET ANALYSE DES
CONDITIONS NATURELLES DE LA ZONE
D'ETUDE***

Introduction

Le présent projet de fin d'étude porte sur l'aménagement hydro-agricole du périmètre d'irrigation (secteur 05) d'Oum Drou projeté dans la wilaya de CHLEF) dont les eaux seront acheminées, vers les périmètres à irriguer, à partir du barrage d'Oum Drou (Ex :Pontéba) dont la superficie est de **878 ha**.

On se base dans ce chapitre sur la mise en évidence et la détermination des facteurs et des paramètres conditionnant la mise en valeur de l'irrigation tels que ; la situation géographique, les conditions climatologiques, les aptitudes culturales des sols le caractère socio-économique et autres afin de déterminer les différents paramètres qui vont nous permettre de caractériser la zone d'étude et nous aider à connaître la nature du climat de la zone d'étude, ce qui est indispensable à tout projet d'intensification agricole.

I.1. Situation et localisation de la zone d'étude

La zone d'étude (Oum Drou) est située au Nord1Ouest de l'Algérie, environ 200 km à l'Ouest d'Alger et à 50 km de la méditerranée.

Elle est limitée géographiquement comme suit :

- ▶ -Au Nord : par le pont W151 qui relie Oum Drou et Labiod Madjaja,
- ▶ -A l'Est : par RN4 qui relie Oum Drou et Oued_Fodda et Ouled Abbes.
 - Au Sud : par la route nationale RN N° 04 au Harchoune.
- ▶ -A l'Ouest : la ville de Chlef par la route nationale RN4.

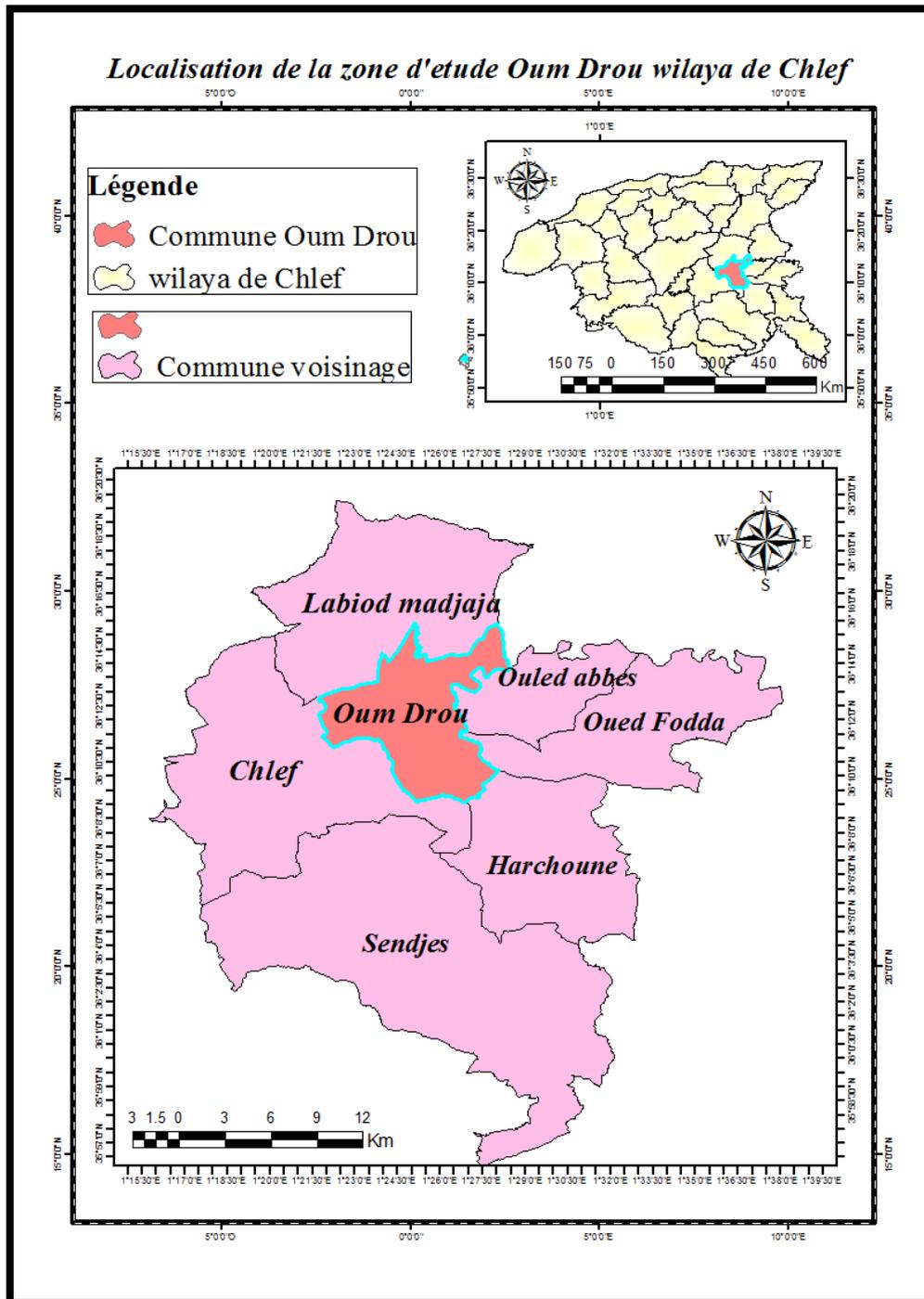


Figure I.1- Localisation de la zone d'étude Oum Drou (secteur 05)

I.2. Analyse des conditions naturelles

I.2.1. Contexte géomorphologique

Le relief du terrain est plat et par endroits accidenté ceci est lié à la massivité des reliefs calcaires que l'on rencontre dans ce secteur. La pente du terrain est généralement faible et convient à l'irrigation en particulier pour la partie centrale à la périphérie. La pente s'accroît et dépasse 3% dans certains endroits, (ELMEDDAHI, 2009)

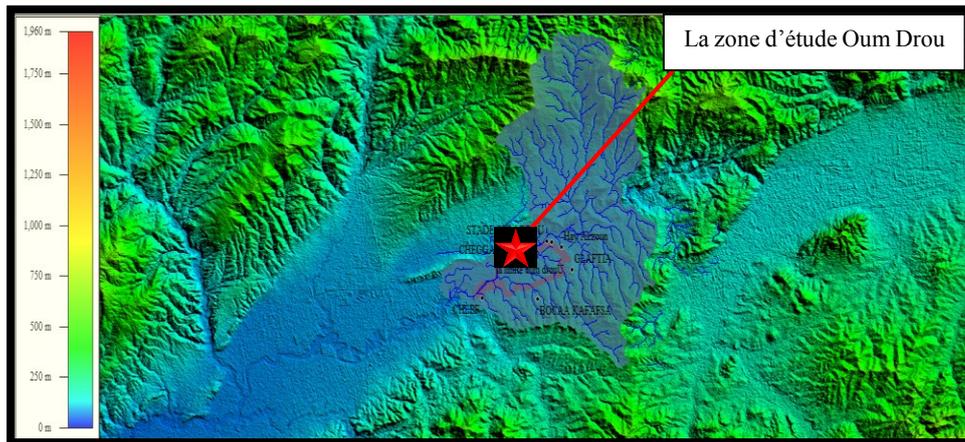


Figure 1.2- carte des altitudes de la zone d'étude 3D .

1.2.2. Contexte géologique

Les terrains de la zone étude qui correspond et au voisinage d'Oum Drou sont néogènes et quaternaires. Ainsi le substratum tellien anti-néogène. (Perrodon, 1957).

Les structures étant allongées Est-Ouest, la tectonique est complexe. Les principaux éléments de cette chaîne sont : Des noyaux autochtones : qui sont des massifs épis métamorphiques à Schistosité (O. Kirèche, 1977).

Des ensembles allochtones (nappes de charriage) recouvrant une grande surface. Ils forment la majeure partie des formations qui se sont mise en place lors des différentes phases tectoniques alpines (Éocène moyen et miocène inférieur). (O. Kirèche, 1977).

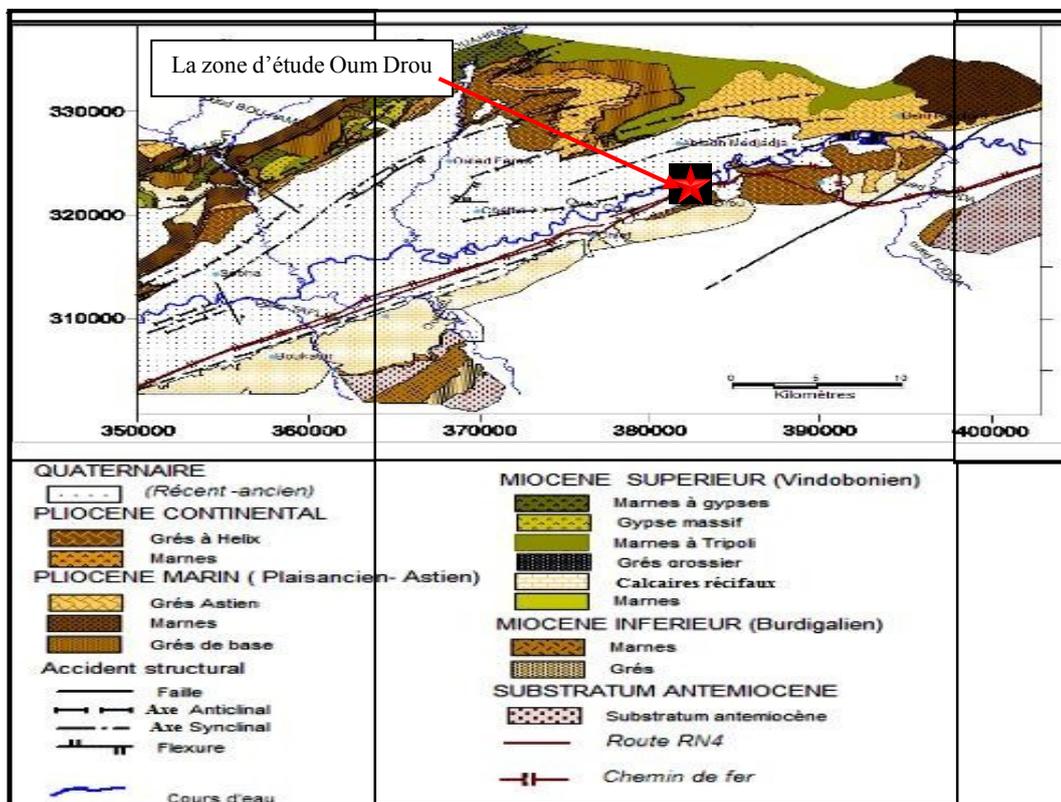


Figure 1.3- : carte géologique du Moyen Chélif Occidentale (Perrodon, 1957)

I.2.3. Etude du réseau hydrographique

Le réseau hydrographique de la zone d'étude est constitué par un chevelu dense d'oued Chélif représenté en majorité de cours d'eau temporaires.

L'oued principal : l'Oued Chélif qui résulte de la jonction de deux grands cours d'eau : l'oued Touil et Nahr Ouassel est parmi les grands oueds nord-africains ; c'est le seul qui possède le cours le plus long et le débit le plus élevé. (Voir la carte du réseau hydrographique). L'affluent le plus proche de notre secteur est l'Oued Tsighaout , petit affluent de l'oued Cheliff ; sa longueur est de 24 Km. (MOKADAM., 2016)

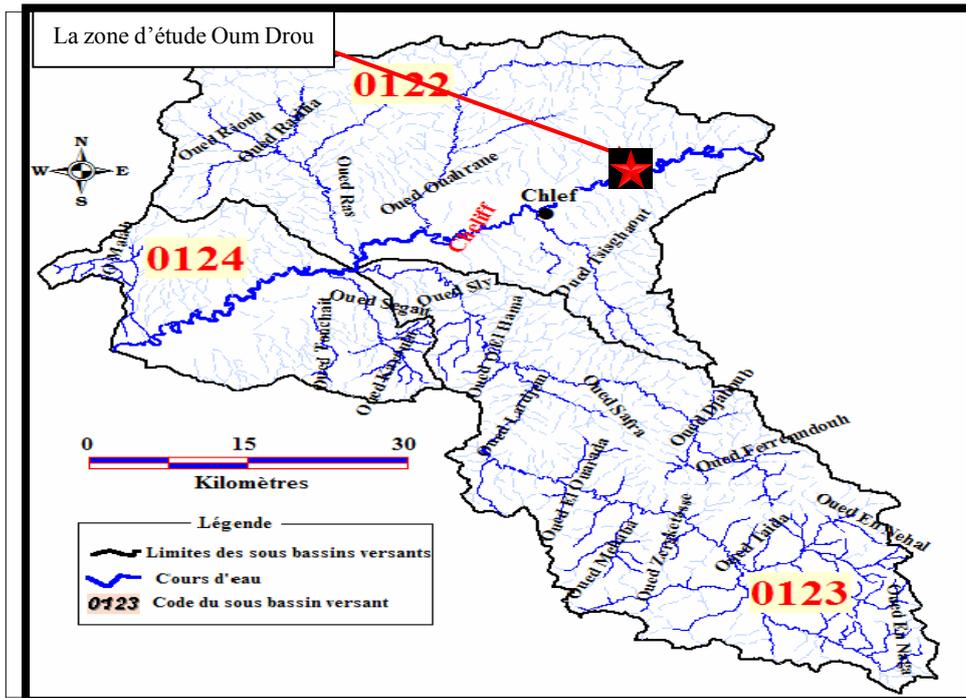


Figure I.4- : Carte du réseau hydrographique du Moyen Chélif occidentale (MOKADAM., 2016)

I.3. Analyse des conditions climatologiques

I.3.1. La température de l'air

Tableau I.1 : Températures moyenne annuelle de station de Chlef (°C) (Année 2015)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne Annuelle °C
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Max	15,6	14,6	20,6	26,5	31,4	33,7	40,9	37,7	32,3	27,9	22,2	20,6	27
Moy	10,6	10,7	14,2	19,7	23,9	26,4	32,6	31	25,9	22,1	16,4	14,3	21.55
Min	5,5	6,9	7,9	12,8	16,3	19	24,2	24,3	19,6	16,3	10,7	8,8	14.35

(Source : O.N.I.D)

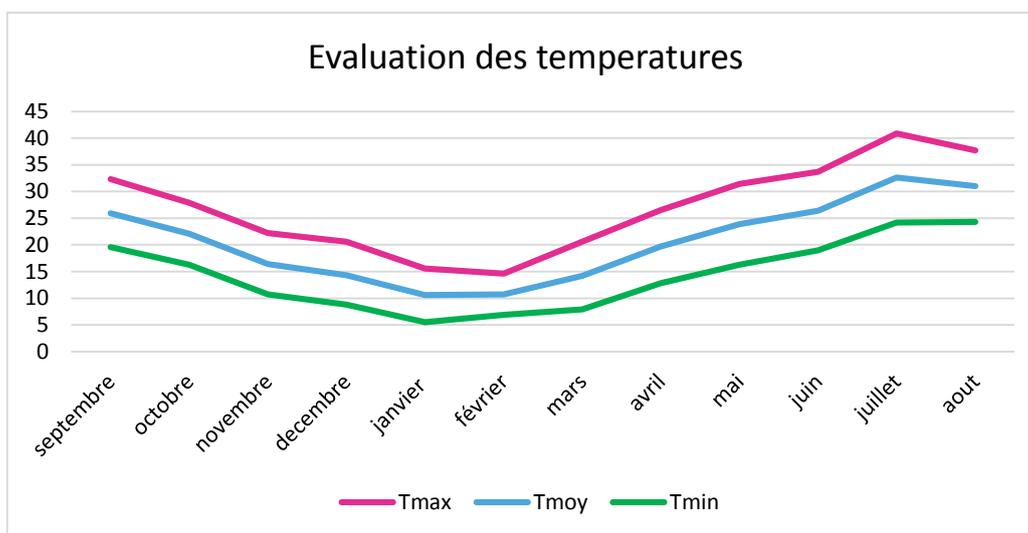


Figure I.5- :Evaluation des Température mensuelles et annuelles de l'air de Chlef (°C) (Année 2015)

I.3.2 .l'humidité relative

Tableau I.2 : Humidité relative mensuelle à station de pontéba en %(2003/2014)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Moyenne annuelle
Max	77	86	92	83	92	92	91	85	77	74	65	74	82.33
Moy	56	66	75	66	76	76	67	62	57	46	38	50	61.25
Min	31	45	53	46	56	52	47	34	28	27	26	29	39.5

(Source :O.N.I.D)

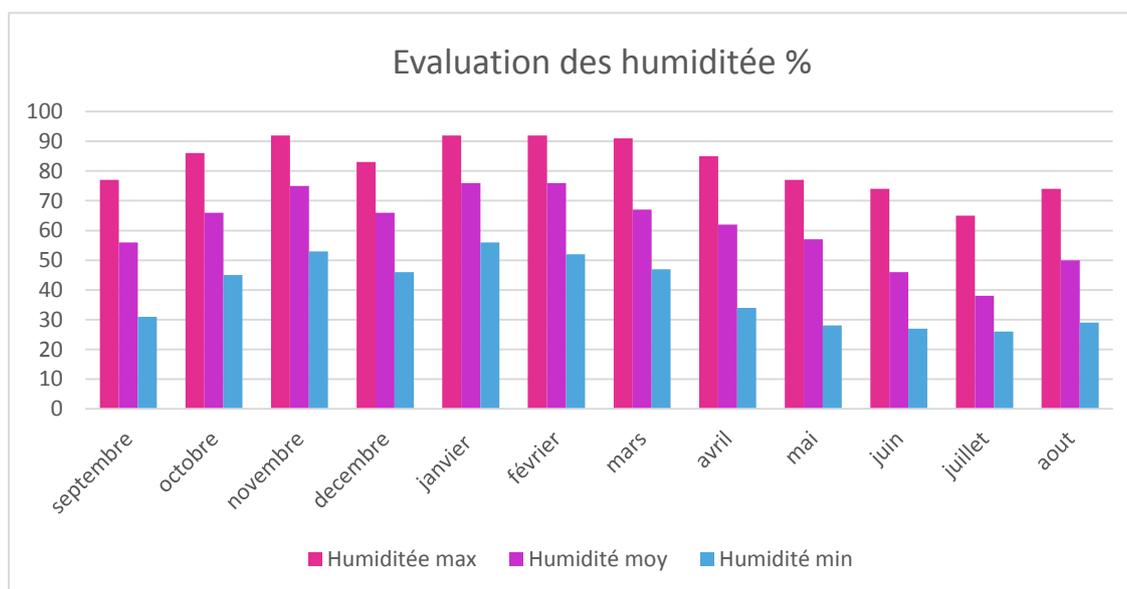


Figure I.6- :Evaluation de l'Humidité relative mensuelle.

I.3.3 .l'évaporation

Tableau I.3 : Evaporation moyenne mensuelle ⁽¹⁾ à l'évaporomètre Piche (mm).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total annuelle	Moyen annuelle (mm)
Chlef	161.3	111.7	70	64.4	53.8	56.8	90.3	136.4	187.5	234	226.4	226.3	1718,9	143,2

Source : Bureau assistance Météo-Chlef 2015 (O.N.M)

I.3.4.Le vent

Tableau I.4 : Vitesses moyennes mensuelles du vent dans la région du Chélif en (m/s) en 2015.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Moyenne annuelle
Station													
Chlef	2.7	1.9	1.7	1.9	2.5	4	2.3	2.8	2.9	3.1	2.5	2.3	2.6

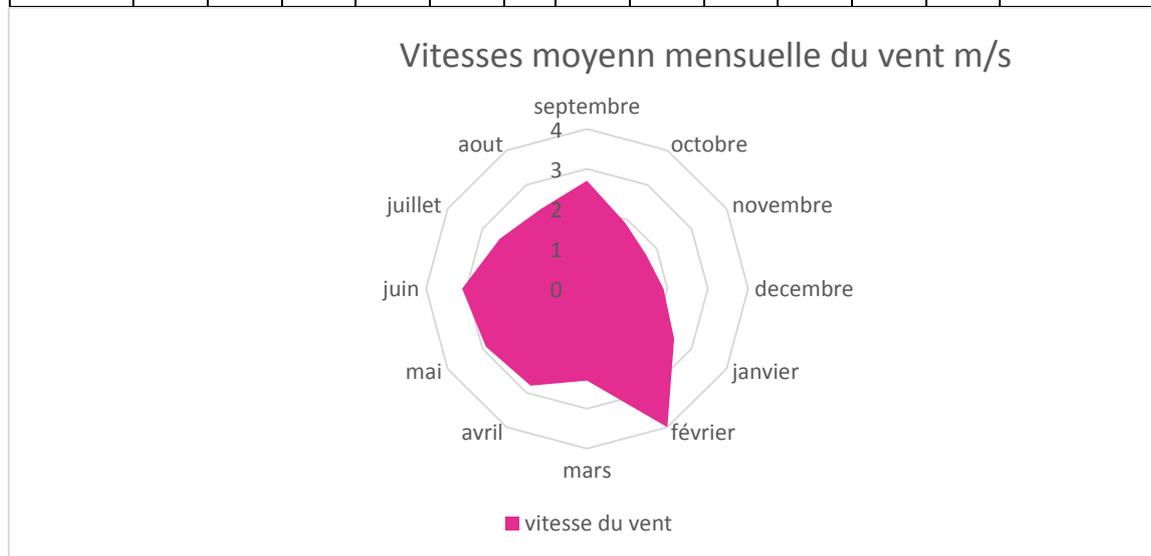


Figure. I.5 : Vitesses moyennes mensuelles du vent dans la région du Chélif en (m/s) en 2015.

I.3.5.L'insolation

Tableau I.6 : Insolation moyenne mensuelle (heure) pour chaque mois 2011

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Station												
Chlef (heure)	8.9	7.2	6.2	5.5	5.5	6.5	7.4	8.7	9.9	10.9	11.7	11.1

Source : Bureau assistance Météo-Chlef 2015 (O.N.M)

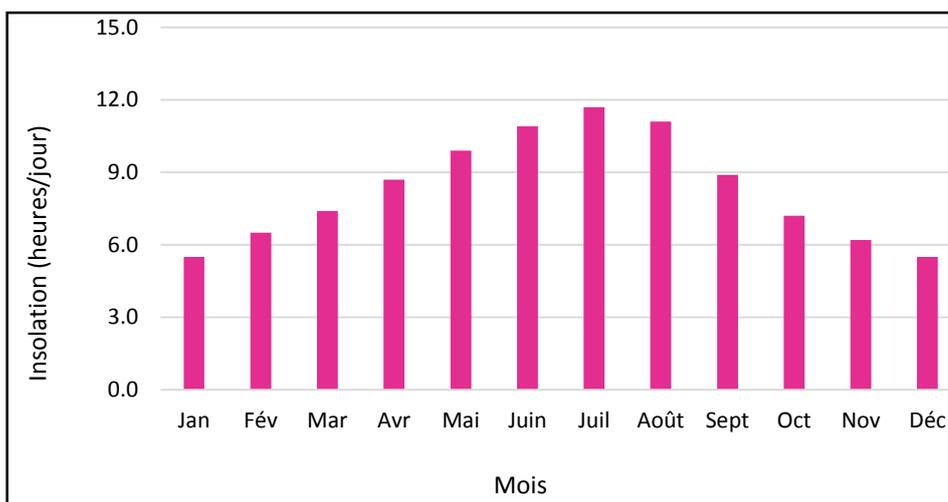


Figure I.8 : Variation d'Insolation moyenne mensuelle (heures)

I.3.6. Analyse de la pluviométrie

Le tableau I.7, décrit ci-dessous, nous indique les coordonnées de la station pluviométrie.

Tableau I.7 : Caractéristiques des stations pluviométriques ⁽¹⁾

Stations	Code	Coordonnée X (Km)	Lambert Y (Km)	Altitude (m)
Pontéba Bge	12203	393900	327400	320

Le tableau I.8 et la figure 1.9, nous montrent la répartition mensuelle des précipitations de la station pluviométrique (Pontéba),

Tableau I.8 : pluviométrie de la station de pontéba (Année 2015)

Unité	Pluviométrie De la station de Pontéba												Pluie
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annuelle
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
mm	58.9	108.7	35.4	40.1	5.4	2.7	0.8	1.3	9.5	17.2	41.6	50.1	371.7
%	2.55	4.627	11.19	13.47	15.84	29.24	9.52	10.78	1.45	0.72	0.21	0.3	100

Source : Bureau assistance Météo-Chlef 2015 (O.N.M)

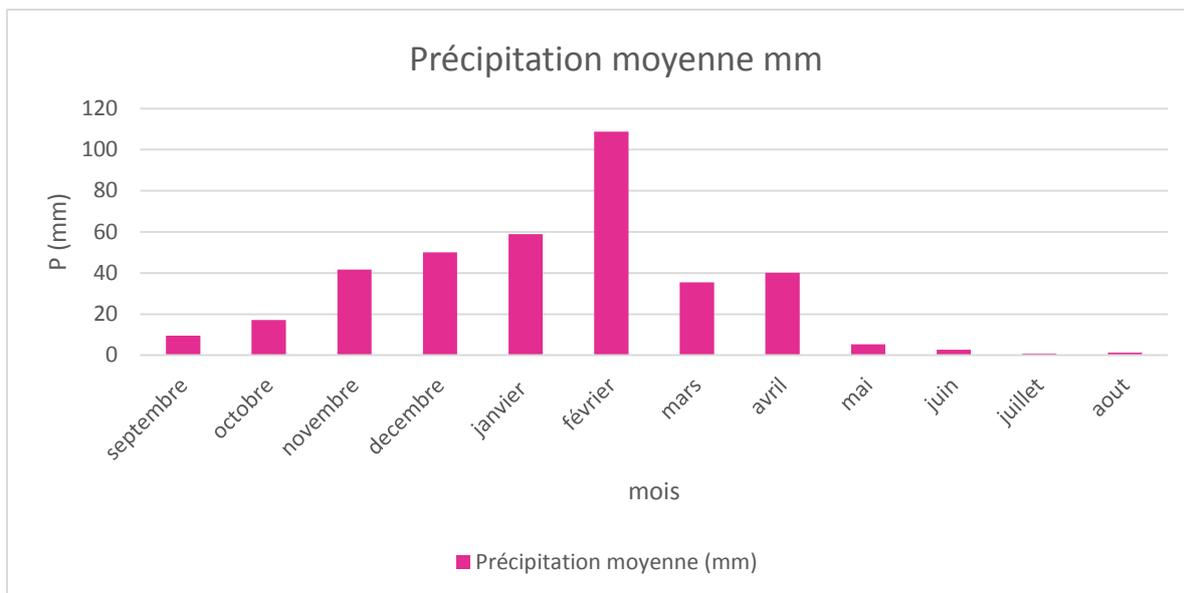


Fig. I. 9. Précipitations moyennes de la station de Pontéba.

I.4.Climogramme pluviométrique de Gausсен

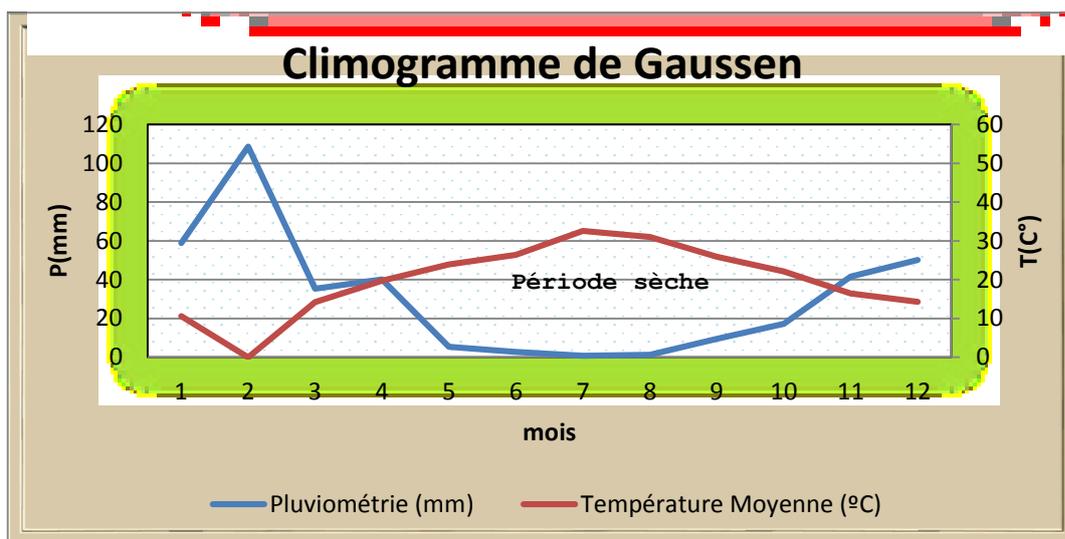


Figure. I.10. Diagramme pluviométrique de Gausсен.

Ce diagramme nous permettra donc d'évaluer l'intervalle de saisons sèche et humide, et sa position dans le temps, en faisant intervenir la pluviométrie et la température sur un même graphique tel que $P=2T$.

***Une saison sèche** : qui s'étale du mois d'Avril jusqu'au mois novembre, avec un minimum de pluviosité enregistré au mois de juillet presque nul. (0.8 mm°).

***Une saison humide** : qui correspond aux autres mois de l'année, dont la période Pluvieuse est assez importante pour les mois d'hiver (janvier, février) avec un maximum au mois de Février (108.7 mm).

*Le passage de la saison humide vers la saison sèche s'effectue brusquement au début du mois d'Avril, et la reprise de la saison humide, se fait au janvier. La pluviométrie atteint son maximum au mois de Février

avec 108.7mm en moyenne, tandis que les précipitations sont très faibles ou presque nulles aux mois de juillet.

I.5. Classification du climat

I.5.1. Classification du climat selon l'indice de De Martonne

*Formule utilisée est la suivante :

$$I_A = \frac{P}{T + 10} \text{----- (I-1)}$$

Avec :

P : Précipitation annuelle moyenne de la région en (mm/an)
T : Température moyenne annuelle moyenne en ($^{\circ}\text{C}$)

Tableau I.12 : Classification du climat selon la classification de **DE MARTONNE**

VALEURS	TYPE DE CLIMAT	IRRIGATION
$I_A < 5$	Désertique	Indispensable
$5 < I_A < 10$	Très sec	Indispensable
$10 < I_A < 20$	Sec	Souvent Indispensable
$20 < I_A < 30$	Relativement humide	Parfois utile
$I_A > 30$	Humide	Inutile

Pour notre cas :

$$P = 371.7 \text{ mm/an}$$

$$T = 21.55 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{On aura : } I_A = \frac{371.7}{21.55 + 10} \approx 11.78$$

D'après l'indice d'aridité calculé et selon le tableau de classification ci-dessus, on constate que la région est soumise à un régime de climat sec, et par conséquent que l'irrigation est indispensable.

I.5.2. CLASSIFICATION DU CLIMAT SELON LE DIAGRAMME D'EMBERGER

La technique est fondée sur la projection du quotient pluviométrique sur un diagramme dressé par **EMBERGER**, en fonction de la température moyenne minimale du mois le plus froid.

*Ce quotient est défini par la formule :

$$Q = \frac{1000 * P}{\left(\frac{M + m}{2}\right)(M - m)} \text{----- (I-2)}$$

Tels que :

Q : quotient pluviométrique d'EMBERGER

P : moyenne annuelle en (mm).

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

m : moyenne des minima du mois le plus froid en degré absolu (°K).

On reporte Q2 en fonction de la moyenne des minima du mois le plus froid en °C

Pour notre région :

M=40.9°C,

m=5,5°C

P=371.7 mm/an

On aura :

$$Q = \frac{2 * 1000 * 371.7}{(40.9 + 273)^2 - (5.5 + 273)^2} \approx 35.44$$

En portant la valeur de (Q) dans le diagramme bioclimatique d'EMBERGER (voir Figure 01 : annexe I) et en fonction de la température moyenne minimale du mois le plus froid, on peut confirmer que notre région se situe dans l'étage bioclimatique : **Aride et le sous étage : Hiver doux**

I.6. Analyse du milieu socio-économique

I.6.1 La population dans la région

Aujourd'hui, la population totale de la commune d'Oum Drou peut être évaluée à 10.589 habitants, avec un densité est passée à plus de 105 habitants par Km². (Selon R.G.P.H 2008).

I.6.2. Emploi dans la région

A signaler que durant l'année 2015, a été enregistré 49.813 demandes d'emploi contre 8.429 offres dont 6.196 placements soit un Taux de 73.50%.

Durant l'année 2015, 155 projets ont été déclarés au niveau de l'ANDI, avec un coût global de 21.865 millions DA permettant la création de 2380 postes d'emploi (selon R.G.P.H 2008).

I.6.3. Occupation du sol dans les conditions existantes

L'occupation du sol dans la situation de référence, qui touche une superficie de **6358,31ha**. Pour l'ensemble du périmètre de Moyen Chélif illustrée dans la figure ci-dessous,

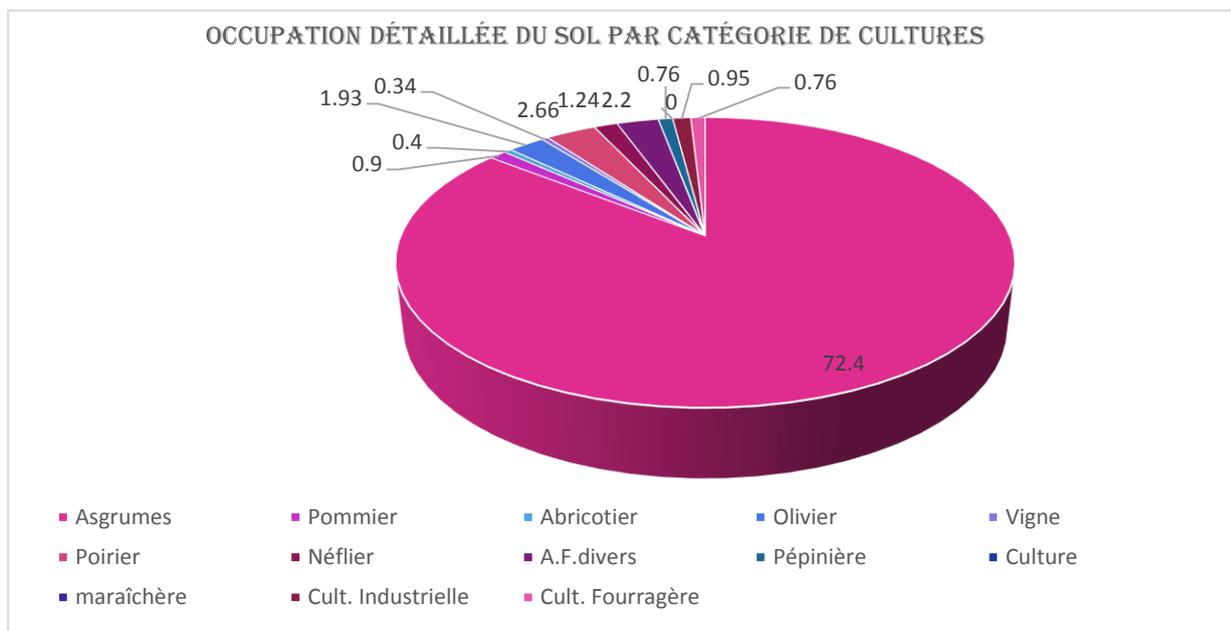


Fig. I. 11. Occupation détaillée du sol par catégorie de culture (THOURYA, 2005)

I.6.4. La production animale dans la région

Les productions animales dans la région sont dominées essentiellement par l'élevage ovin qui représente près de 42%, du total des UGB, suivi de l'élevage bovin avec 38 %. (OUAKLI, 2008).



Figure I.12. Répartition de production animale dans la région. (OUAKLI, 2008).

CONCLUSION

Il a été question, dans ce chapitre, d'identifier et d'analyser les caractéristiques de la zone d'étude notamment : géomorphologique, hydrographique, géologique...etc ayant joué un rôle plus déterminant dans le processus de l'aménagement hydro-agricole du périmètre.

Du point de vu climatique, le périmètre délimité, subit l'influence de climat de type aride, qui se caractérise principalement par une faible pluviométrie annuelle et une forte évaporation qui sont deux facteurs importants avec une influence sur les potentialités hydro-agricoles qui doivent être exploitées pour améliorer l'agriculture dans la zone d'étude.

Nous tenons à souligner, la présence de deux facteurs : le vent et le déficit pluviométrique exerçant un effet négatif sur le développement végétatif des cultures et la mise en place de certaines techniques d'irrigation (par aspersion) ; ce dernier, ne permet d'implanter aucune culture pendant la saison sèche, sans apport de doses d'irrigation d'appoint et la mise en place des brises vent.

D'après l'analyse du système social de production on a constaté d'une manière générale, les potentialités en ressources humaines jeunes, présentant un apport équilibré entre les deux sexes.

Quant à l'élevage, il ne bénéficie pas de tout l'intérêt qui lui est dû et demeure marginalisé.

CHAPITRE II :
ANALYSE DES RESSOURCES EN SOL
& LES RESSOURCES EN EAU

Introduction

Le présent chapitre intervient dans le but d'établir une analyse des ressources en sol et les ressources en eau prévus pour l'hydro-aménagement du notre secteur d'étude.

II.1. Les ressources en sol de la région

La région d'Oum Drou en particulier est à vocation agricole, les aires d'irrigation sont localisées essentiellement au niveau de la vallée de l'Oued Cheliff. Cependant de ces (07) zones homogènes, il est intéressant de remarquer qu'on y retrouve trois (03) zone apparait plus une zone regroupée les surfaces à exclure des aménagements dans le périmètre contrôlée (Voir la carte des zone homogènes (annexe I)), on distingue :

II.1.1.Zone homogène N° (01) : *Alluvion récentes profondes non salées de texture équilibrée*

Les sols représentés par cette classe, s'étale sur une superficie de 180 ha, Soit : 18% de la superficie contrôlée, appartiennent essentiellement à la classe de **sols peu évolués**, Ils se situent en zones planes, Ils sont à caractéristiques physico-chimiques très variées selon les différentes conditions de leur dépôt et de leur migration ; leur granulométrie (texture : limono argileuse à argilo limoneuse) caractérisés par une texture fine : plus grossières dans les zones d'épandages, éventuellement quelque traces d'hydromorphie ou salinité en profondeur. D'après Hennia K. (2007).

La conductivité est comprise entre 2 et 4 dS/m, la perméabilité est supérieure à 0,5 cm/h et peut être inférieure à 0,3 cm/h dans ceux présentant un caractère salin. Les taux de calcaires sont de l'ordre 20 %. Elles sont représentées par des zones inondables, situées longeant de l'Oued Chélif.

II.1.2.Zone homogène N° (06) : *Alluvions anciennes et sols de piémont non tirsifiées*

Les zones appartenant à cette classe couvrent une superficie d'environ 320ha soit 32 % de la superficie contrôlée, appartiennent surtout à la classe des sols Calci-magnésiens en alternance avec des sols isohumianes.ces sols de texture argilo-limoneuse à argileuse, présentent parfois des accumulations calcaires nodulaires ou continues : Les taux de calcaire total varient de 10 à 25% et ceux du calcaire actif de 6 à 15%. Les pH avoisinent 8, les taux de matières organique sont variables mais assez élevés et les C/N sont voisins de 12. La genèse du sol est dominée par l'influence des ions Ca^{+2} et Mg^{+2} . Ces sols sont bien structurés, leur perméabilité est bonne sont approches de 10 cm/h pour les horizons supérieurs à structure correcte et chutent aux environs de 3 à 5 cm/h en profondeur et les capacités d'échange sont élevées (Henia, 2007) ; une zone moins sensible aux gelées. Des caractères vertiques et salins peuvent apparaître en profondeur mais les stabilités structurales sont toujours bonnes ; sont présents le long des limites de la nappe alluviale (Hennia, 2007).

II.1.3. Zone homogène° (07) : Sols sur croutes et encroûtements calcaires

Ces sols couvrent une superficie de 280ha, soit : 28% de la superficie étudiée, ne constituent que de petites plages sur les pentes des glacis de bordure. Ils ne prennent quelques importances à son extrémité orientale du périmètre de moyen Chélif ; appartiennent totalement à la classe de sols iso-humiques. Ce type de sol est moins fréquent dans la zone d'étude, située sur les montagnes avec un relief accidentée.

Ce sol de texture argilo-limoneuse à argileuse Il peut présenter parfois le caractère vertique où des accumulations discontinues du calcaire vers 50cm. Les taux de calcaire total sont proches de 23% dès la surface et atteignent 50% dans les horizons d'accumulation. Les teneurs en matières organiques sont assez satisfaisantes (entre 0,5 et 1% au-dessus des encroûtements) et les rapports C/N avoisinent 12 et 13. Hennis K. (2007).

II.1.4. Zone N° (08) : Zone à exclure des aménagements

Il s'agit des zones Urbaines, des affleurements rocheux ou zones de pente très forte, mais également du lit majeur des principales rivières qui peut être exploité pendant une partie de l'année (maraîchage irrigué...) Mais ne peut faire partie d'un schéma d'aménagement en raison des risques d'inondation.

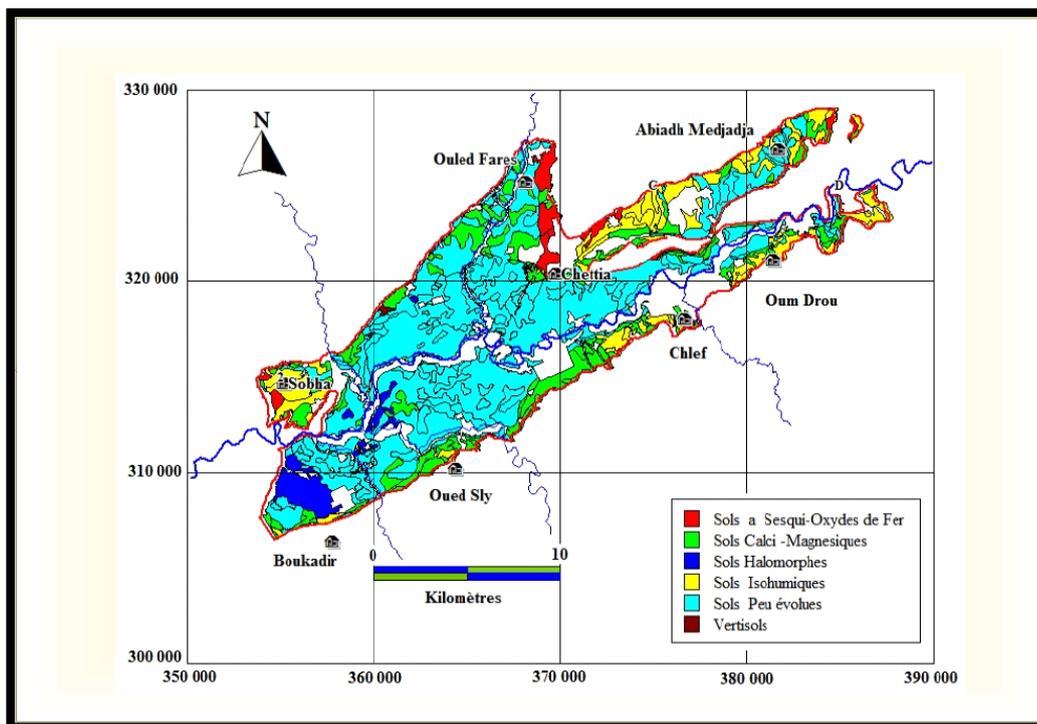


Figure II.1- carte pédologique de la zone d'étude (source ABH-CZ) établie par Scet Agri (1984 b)

II.2.Ressources en eau pour l’irrigation

D’après l’étude d’aménagement du périmètre de moyen Chélif, les ressources en eau prévus pour le réseau d’irrigation de la zone B- sera uniquement alimenté par les eaux de l’Oued Cheliff qui sera dérivées au barrage Oum Drou par un seuil de dérivation proprement dit dans le tronc commun.

II.2.1.Caractéristiques physico-chimiques de l’eau d’irrigation

La qualité chimique de l’eau de l’oued Chélif a été étudiée sur des échantillons prélevés par les services de l’ANRH dans 12 stations le long de l’oued Chélif.

La station choisie pour l’analyse des éléments chimiques est celle de la station de jaugeage de Pontéba d’Oum Drou près de la route W151 localisée géographiquement sur 36°12'13.24"N et 1°23'18.64"E.(Voir la Figure II-2).

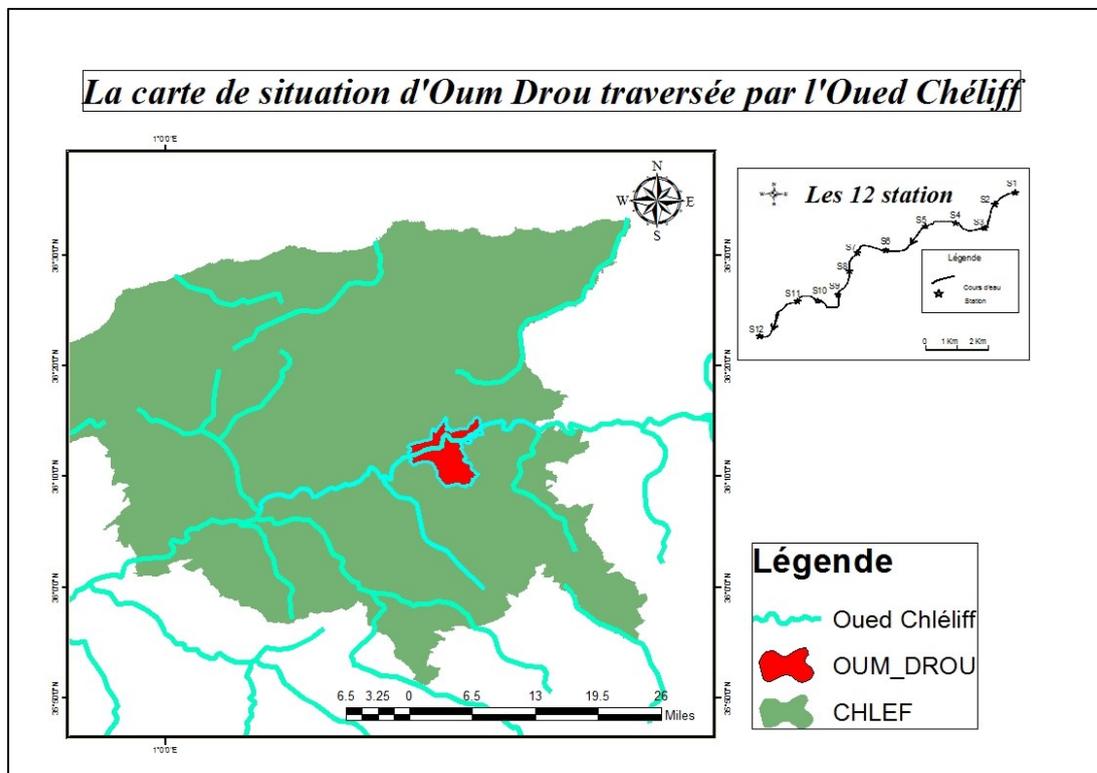


Figure II-2- carte de situation Oum Drou traversée par l’Oued Chélif

Le tableau des Résultats d’Analyse de l’eau brute de l’Oued Chélif (station de Pontéba) sont insérés dans le tableau Annexe I.

II.2.2.Classification des eaux pour l’irrigation

-La classification américaine des eaux d’irrigation est basée sur deux paramètres : la Conductivité électrique CE, et le rapport d’absorption du Sodium SAR. (United States Salinity Laboratory, U.S.S.L , 1954).

II.2.2.1.La conductivité électrique

On distingue quatre classes de danger de salinité de l’eau en fonction de la conductivité électrique :

Tableau II-1 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique

(CE) en mmhos/cm	
$CE_{25^{\circ}C} < 0,25$	Classe C1 : Eau de faible salinité utilisable pour irriguer la plupart des cultures sur la plupart des sols sans grand risque de salinisation du sol.
$0,25 < CE_{25^{\circ}C} \leq 0,75$	Classe C2 : Eaux de salinité moyenne qualifiées de peu dangereux, convient pour les plantes modérément tolérantes aux sels
$0,75 < CE_{25^{\circ}C} \leq 2,25$	Classe C3 : Eaux dont la salinité est qualifiée de forte, inutilisables pour les sols à drainage restreint. Même avec un bon drainage, des pratiques spéciales de contrôles de salinité nécessaires et les plantes ayant une bonne tolérance aux sels peuvent pousser.
$CE_{25^{\circ}C} > 2,25$	Classe C4 : Eaux de salinité très forte, normalement inutilisables pour l'irrigation. Exceptionnellement, elles peuvent être utilisées sur des sols très perméables avec un lessivage intense. Les plantes très tolérantes aux sels pourront être cultivées.

(United States Salinity Laboratory, U.S.S.L, 1954)

Sachant que l'eau du barrage prévue pour l'irrigation du périmètre étudié a une conductivité électrique moyenne $CE=1,76$ mmhos/cm, donc elle correspond à la **classe C3**.

II.2-2-2. Le SAR (Sodium Absorption Ratio)

C'est le rapport du Sodium par rapport aux autres cations. Ce terme est très utilisé et exprime le niveau d'alcalinité de l'eau à l'aide de la formule suivante :

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

$$SAR = \frac{150.6}{\sqrt{\frac{123.33 + 60.25}{2}}} = 15.72$$

On distingue quatre (4) classes :

Tableau II-2 : Classification des eaux en fonction du SAR. (United States Salinity Laboratory, U.S.S.L, 1954).

SAR en Méq/l	
0 – 10	Classe S1 L'eau contenant une faible quantité de sodium, peut être utilisée pour l'irrigation de presque tous les sols sans qu'il y ait à craindre que des difficultés ne surgissent du point de vue alcalinisation.
10 – 18	Classe S2 : La quantité de sodium est qualifiée de moyenne. Le danger d'alcalinisation du sol est appréciable dans les sols à texture fine et à forte capacité d'échange, surtout dans des conditions de faible lessivage. Ces eaux peuvent poser des problèmes sur le plan structural du sol à moins que du gypse soit présent en quantité suffisante au niveau de ce dernier. Elles sont utilisables sur les sols à texture grossière ou les sols organiques ayant une bonne perméabilité
18 – 26	Classe S3 : La quantité de sodium dans ces eaux est qualifiée d'élévée. Elles sont à employer avec prudence. Sinon de graves difficultés peuvent apparaître sur la plupart des sols
> 26	Classe S4 : De telles eaux sont qualifiées d'impropres à l'irrigation, sauf si sa salinité est très faible et si on ajoute du gypse ou autre source de Ca soluble pour améliorer le bilan ionique.

Le diagramme, de classification des eaux d'irrigation, figure 03, Annexe I, permet de classer l'eau de la zone d'étude en S2. On peut affirmer que notre eau est caractérisée par une salinité moyenne avec un risque de forte alcalinité, elle correspond donc à l'intervalle **(C3-S2)**. En effet la qualité de l'eau est acceptable pour l'irrigation mais avec un bon drainage.

Conclusion

D'après le classement des sols et la classification de l'eau d'irrigation nous constatons que :

- **18%** des sols ont un excellent potentiel agronomique, ne nécessitant pas un aménagement.
- **34%** des sols ont un potentiel agronomique moyen, avec quelques travaux d'aménagement mineurs, tels que : l'épierreage, l'amendement organique et le labour profond.
- **48%** ont un potentiel agronomique faible, en plus de plusieurs contraintes existantes. Les travaux d'aménagement recommandés sont : labours profonds, lessivage et drainage par endroit.

Le sol est apte à l'irrigation dont les propriétés physiques : (structure, porosité et capacité de rétention en eau) peuvent être améliorées, en apportant des amendements organiques et chimiques.

Quant à l'eau d'irrigation, elle est classée **C3-S2**. Ces eaux peuvent poser des problèmes d'alcalinisation sur les sols à texture fine mais elles sont utilisables sur les sols à texture grossière ou les sols organiques ayant une bonne perméabilité. Pour éviter le problème de salinisation, un bon drainage du sol, est incontournable.

CHAPITRE III :

ETUDE HYDROLOGIQUE

Introduction

Le présent chapitre est divisé en deux parties : la première partie, est l'hydrologie de surface, qui consiste à identifier les différents paramètres hydrologiques du bassin versant, et la deuxième partie concerne l'hydrologie statistique. Afin de déduire en détail, les caractéristiques des pluies de fréquences données (débits de projet), qui conditionnent le projet d'aménagement hydro-agricole, tels que : le calcul des besoins en eau des cultures à projeter à l'avenir, dans le périmètre, ainsi que : le dimensionnement de réseau de distribution, la conduite d'adduction, etc...

III.1. Hydrologie de surface

III.1.1. caractéristiques morphologiques du sous bassin versant de l'O. Ras Ouahrane.

Les côtes d'altitudes du bassin du O. Ras Ouahrane (0122) sont comprises entre ; l'altitude 100m à l'entrée Sud-Est du bassin et 1150m Au Sud, bordure occidentale du massif de l'Ouarsenis.

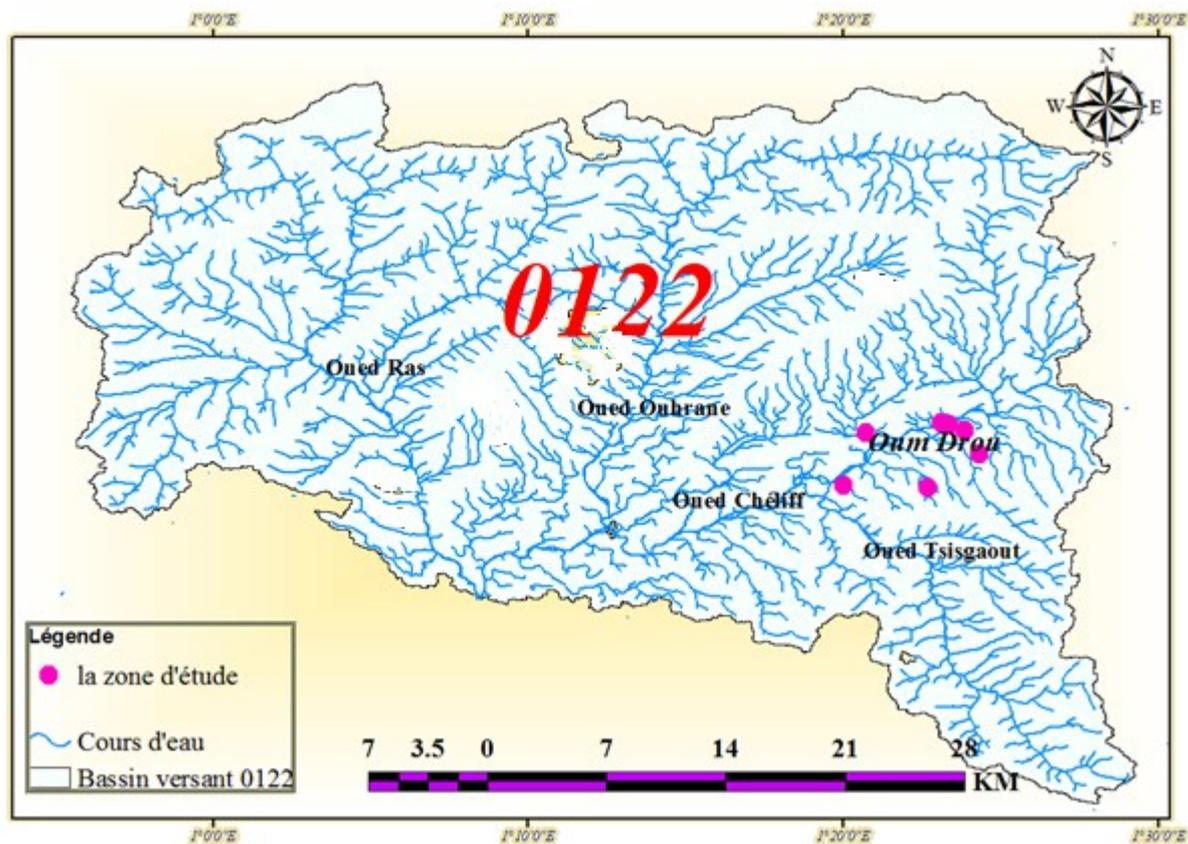


Figure III.1 : carte du bassin versant Oued Ras et Ouahrane (0122)

Le tableau III-1, récapitulatif des caractéristiques morphologiques du sous bassin versant de l'O. Ras Ouahrane.

Sous Bassin versant	Symbole	O. Ras-Ouahrane
Code	—	122
Superficies (Km ²)	A	1438.45
Périmètre (Km)	P	225.52
ind. de compacité	KG	1.66
Alt max. (m)	Hmax	1150
Alt moy (m)	Hmoy	313
Alt min(m)	Hmin	100
Alt médiane(m)	Hméd	500
Altitude de fréquence de 5%.	H5%	750
Altitude de fréquence de 50%.	H50%	520
Altitude de fréquence de 95%.	H95%	240
Deniv spécifique	Ds	232.9
Id. pente globale	Ig	6.14
Id pte de ROCHE	Ip	1.43
Long rect. equiv(Km)	Lr	97.7
Larg rect equiv(km)	lr	14.72
Forme du bassin	—	Forme allongée
Classe de relief	R 5	Assez fort
Pluviométrie moyenne annuelle (mm)	P	358

III.1.2.Détermination de la lame d'eau précipitée

Pour l'évaluation de la pluviométrie moyenne dans le bassin O. Ras et Ouahrane plusieurs méthodes existent pour son estimation à savoir :

*La méthode de Thiessen.

*La méthode Arithmétique.

*La méthode des Isohyètes.

III.1.2.1. Méthode de THIESSEN

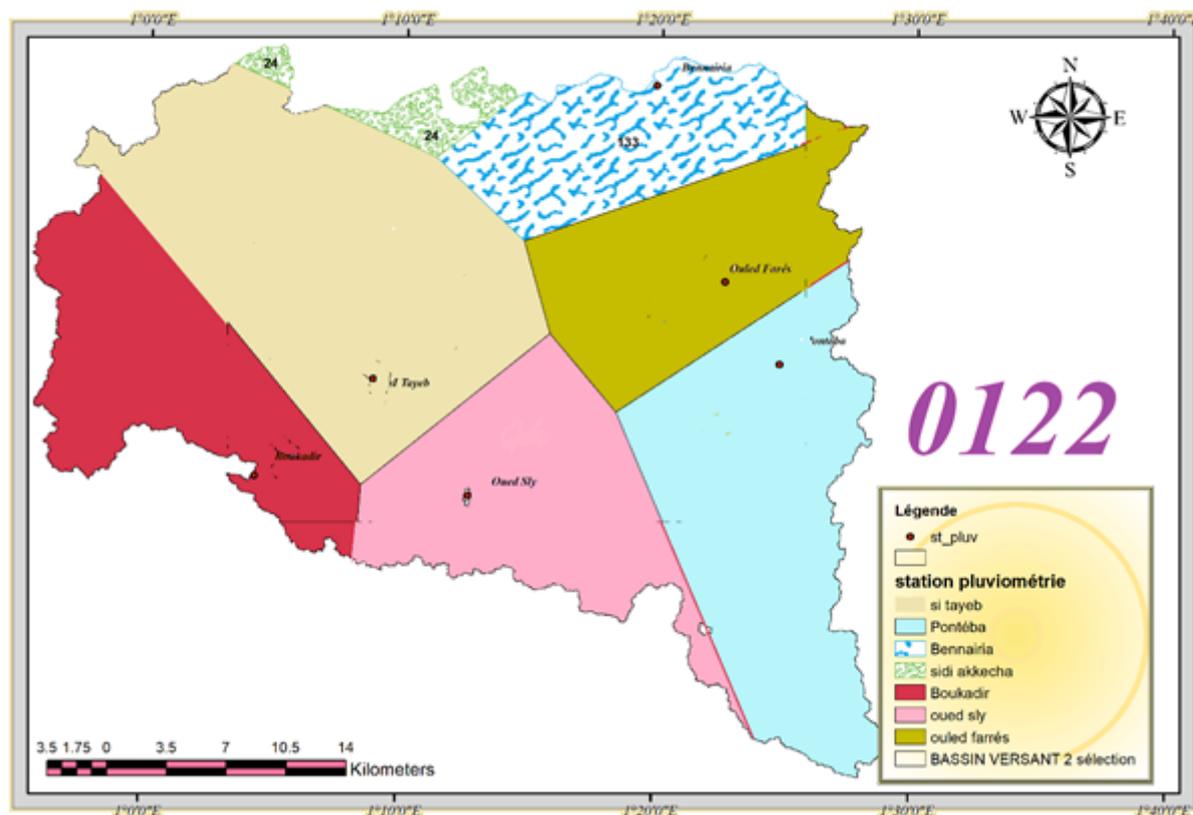


Figure III-2 : carte des polygones de Thiessen pour le bassin O. Ras Ouahrane :

Les résultats sont reportés dans le tableau suivant :

Tableau III-2 : Estimation de la lame d'eau précipitée sur le bassin de "O. Ras Ouahrane"

N° du polygone	Stations	Surface des polygones (Ai) km ²	Précipitations Annuelles moy Pi (mm)	Ai/An Coef.de pondération
A ₁	Sidi-Akkacha	28.35	516	0.02
A ₂	D. Si Tayeb	450	299	0.32
A ₃	Benaria	135.9	461	0.09
A ₄	Oued fodda	191.6	353	0.13
A ₅	Pont Teba	108.5	394	0.08
A ₆	O. Sly	179.2	271	0.12
A ₇	O. Farés	343.45	348	0.24
La somme des surfaces An=1437Km ²				=Somme 341 mm

Alors, la lame d'eau précipitée dans le bassin O. Ras Ouahrane par la méthode de Thiessen sur une surface élémentaire de 1438.45 km² est estimée à 341mm.

III.1.2.2. Méthode des isohyètes

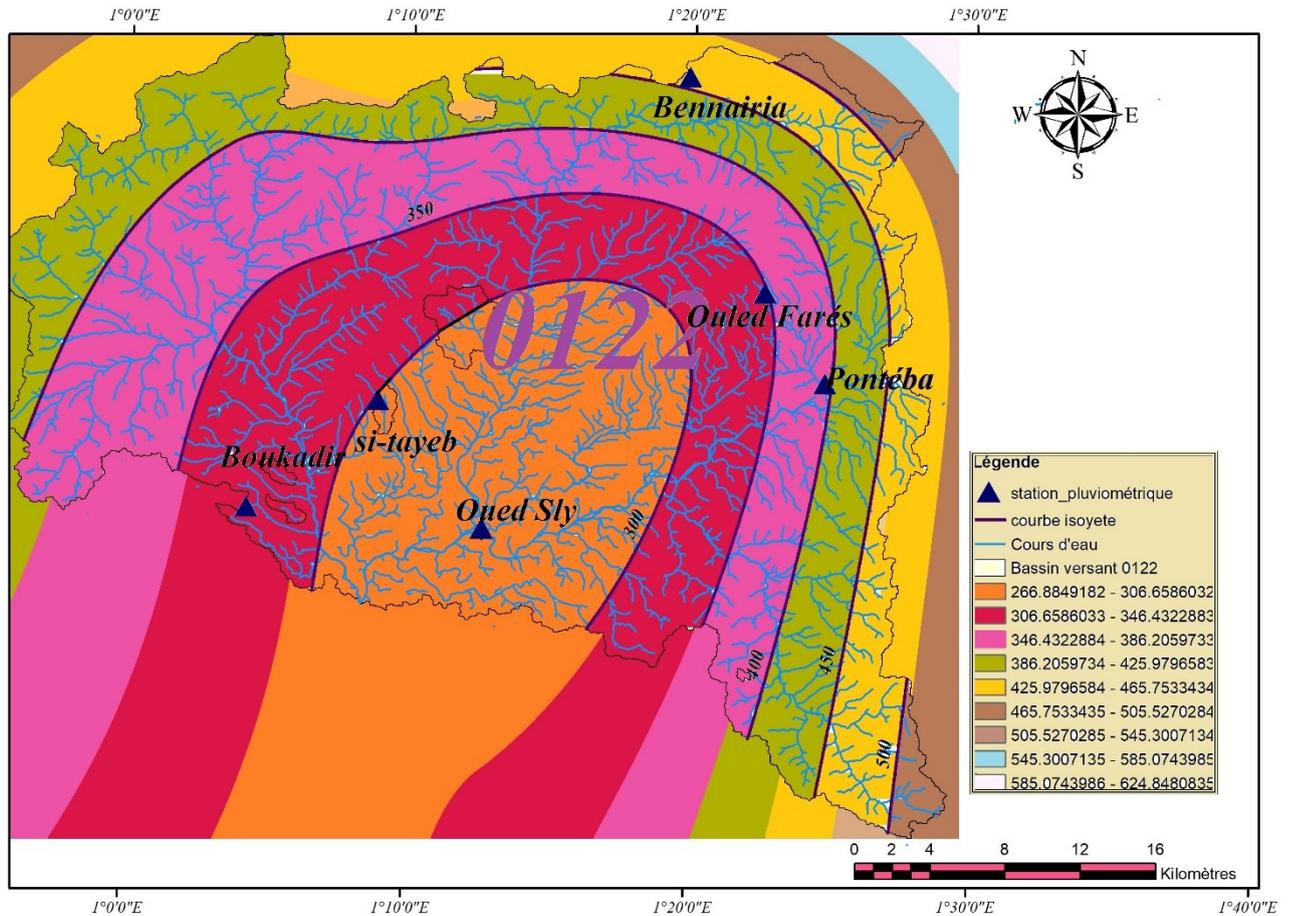


Figure III-3 : Carte des isohyètes pour le bassin O. Ras et Ouahrane

III.1.2.3. Méthode arithmétique

Nous regroupons dans le tableau III.3, les résultats moyens des précipitations obtenues par les trois méthodes adoptées.

Tableau III-3 : Précipitations moyennes annuelles selon les trois méthodes de calculs

Méthodes de Calculs	Pluies annuelles Moyennes (mm)	Moyenne (mm)
Isohyètes	357	358
Thiessen	341	
Arithmétique	376	

L'application des trois méthodes a permis d'obtenir trois valeurs différentes, dues à la répartition spatiale approximative des stations pluviométriques et aux courtes périodes d'observations.

En conclusion, nous utilisons comme valeur représentative de la pluviométrie moyenne du sous bassin versant de l'O. Ras et Ouahrane, la moyenne des trois valeurs obtenues, soit une lame d'eau moyenne de 358mm.

II.1.3. Choix de la station représentative de la zone

La station pluviométrique choisie pour notre projet de fin d'étude est celle située au Boucaa roadi Oum Drou Chlef, codée (012225).

Après consultation et analyse de relevé de la station en question, on constate que :

La série de données s'étale sur une période allant de 1990 à 2018, qui ne reflète pas la situation actuelle de la région.

La série observée présente : des interruptions, des lacunes et des valeurs outrancières.

La valeur de la moyenne interannuelle des pluies enregistrées est de **282 mm/an**, valeur qui se diverge un peu de celle trouvée auparavant par le calcul de la lame d'eau précipitée avec les trois méthodes.

III.2. Hydrologie statistique

III. 2.1. Collecte des données

Le tableau ci-dessous représente la série de donnée pluviométrie de pontéba incomplète des pluies moyennes annuelles, pour compléter la série on a appliqué la méthode de régression linéaire simple avec deux autres stations proches de celle de Pontéba : Oued Fodda et chlef (centre) codée respectivement par (012208) et (012219)

Tableau III-4 : séries incomplètes des pluies moyennes annuelles

Stations	Chlef (mm)	Oum Drou (mm)	Oued Fodda (mm)
Codes	-12219	-12225	-12208
Années			
1990	345.2	lacune	315.2
1991	259	lacune	347.8
1992	203.1	lacune	256.2
1993	165	107.5	508.4
1994	282.8	256.3	lacune
1995	491.8	472.9	lacune
1996	350.5	380.1	lacune
1997	396.4	411.1	lacune
1998	271.2	251.8	lacune
1999	lacune	199.7	110.9
2000	368.7	405.9	318.4
2001	275.8	323.7	196.4
2002	347	357	387.8
2003	342.1	438.8	393.2
2004	252.2	282.1	217.5
2005	378.8	436.9	lacune
2006	lacune	348.8	323.6
2007	301.6	354.3	443
2008	383.1	451.9	601.9
2009	492.1	513.1	539.3
2010	507	582	557.5
2011	403.5	428.7	451.8
2012	399.7	lacune	591.7
2013	289.3	lacune	384.9
2014	315.2	lacune	365.6

2015	lacune	lacune	291.9
2016	303.5	399.2	391.4
2017	565.3	575.8	732.6
2018	300.4	373.1	371.4

II.2.2. Etude des pluies moyennes annuelles

III.2.2.1. Tests d'homogénéités

On procède à la vérification d'homogénéité de la série de pluies moyennes annuelles relatives à la station d'Oum Drou (Pontéba), code (012225), Oued Fodda, code (012208) et Chlef Centre, code (012219).

- **Test de WILCOXON pour la station d'Oum Drou, code (012225)**

Le tableau III.5 résume les résultats du test d'homogénéité proposé par de M^f Wilcoxon pour la station d'Oum Drou, code (012225). (Voir les détaille dans annexe II)

Tableau III.5 : résultat du teste de wilcoxon de la station Oum Drou.

N1	N2	Wmin	Wx	Wmax
10	12	84,78	104	145,23

⇒ La condition de M^f Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelles de la station d'Oum Drou, code (012225) est homogène.

- **Test de WILCOXON pour la station Oued Fodda barrage, code (012208)**

Le tableau III.6 résume les résultats du test d'homogénéité proposé par de M^f Wilcoxon pour la station d'Oued Fodda, code (012208). (Voir les détaille dans annexe II)

Tableau III.6 : résultat du teste de wilcoxon de la station Oued Fodda.

N1	N2	Wmin	Wx	Wmax
11	12	99.65	102	164.35

⇒ La condition de M^f Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelles de la station d'Oued Fodda Barrage, code (012208) est homogène.

- **Test de WILCOXON pour la station de Chlef centre, code (012219)**

Le tableau III.7 résume les résultats du test d'homogénéité proposé par de M^f Wilcoxon pour la station de Chlef Centre, code (012219). (Voir les détaille dans annexe II)

Tableau III.7 : résultat du teste de wilcoxon de la station Chlef Centre

N1	N2	Wmin	Wx	Wmax
10	12	123.4	146	200.6

⇒ La condition de Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelles de la station de Chlef Centre, code (012219) est homogène.

III. 2.2.2. Extension des séries pluviométriques moyennes annuelles

- Régression linéaire simple entre la station (012219) et (012225)

Equation du modèle : $Chlef = 40.600 + 0.816 * Oum\ Drou$

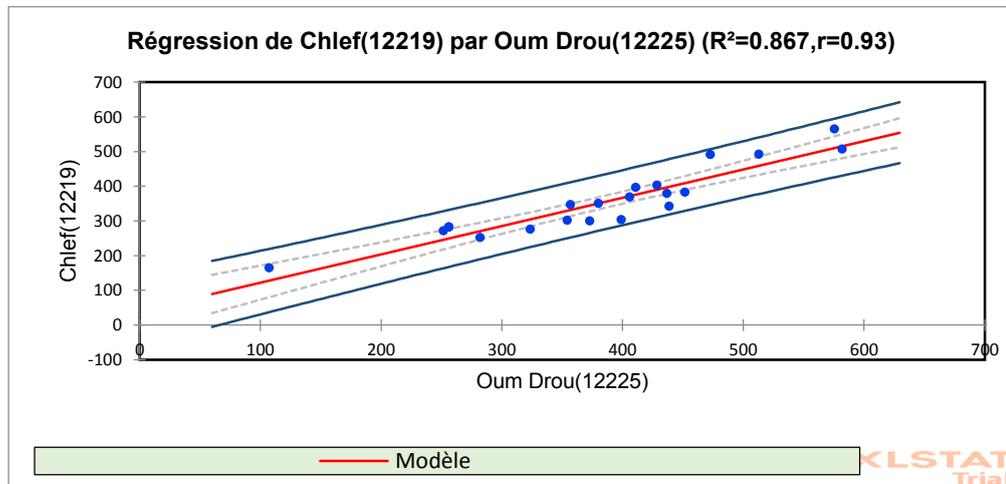


Figure III-4 : Régression linéaire simple entre la station (012229) et la station (012225)

- Régression linéaire simple entre la station (012225) et la station (012208)

Equation du modèle : $Oum\ Drou = 188.18 + 0.47 * Oued\ Fodda$

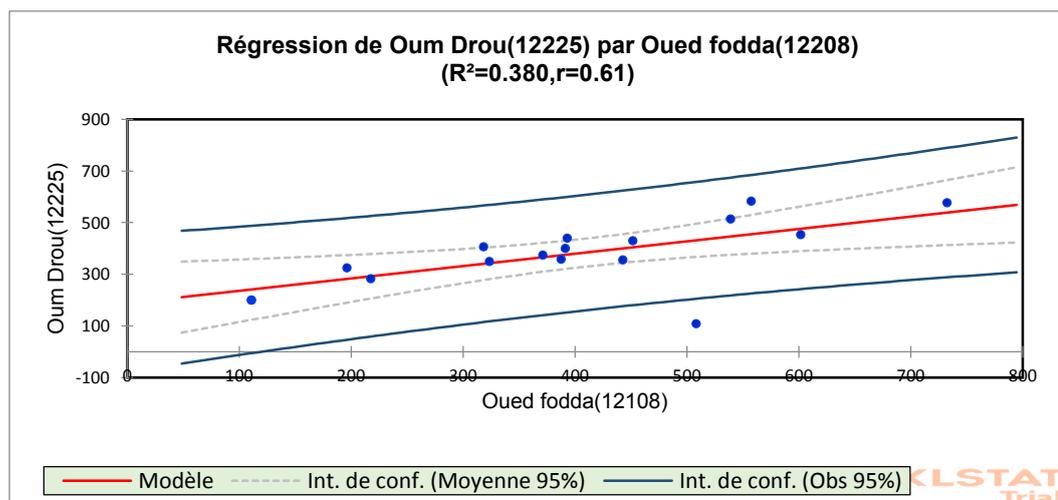


Figure III -5 : Régression linéaire simple entre la station (090510) et la station (090502)

- Régression linéaire simple entre la station (012208) et la station (012219)

Equation du modèle : $Oued\ Fodda = 94.68 + 0.950 * Chlef$

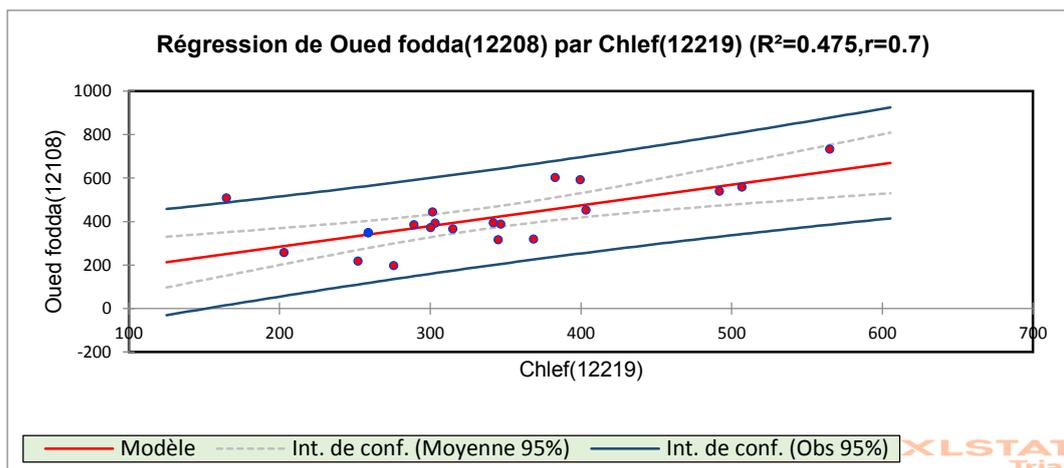


Figure III -6 : Régression linéaire simple entre la station (012219) et la station (012225)

Les combinaisons retenues pour l’extension des séries des pluies moyennes annuelles, ainsi que leurs équations des droites de régression correspondantes, sont récapitulées dans le tableau III.8.

Tableau III-8 : Combinaisons retenues pour reconstituer les séries des pluies moyennes annuelles.

STATIONS (X)	STATIONS (Y)	R ²	r	EQUATIONS DE REGRESSION
Chlef (012219)	Oum Drou (012225)	0.867	0.93	Y = 40.6003+0.8160*X
Oum Drou (012225)	Oued Fouda (012108)	0.38	0.61	Y = 188.1812+0.4783*X
Oued Fouda (012108)	Chlef-12219	0.475	0.7	Y = 94.6872+0.9500*X

III.2.2.3. Reconstitution des séries des pluies annuelles moyennes

Les séries reconstituées des pluies moyennes annuelles des stations pluviométriques retenues, représentant la zone de projet, sont regroupées dans le tableau III-9.

Tableau III-9 : séries fiables et complètes des pluies moyennes annuelles

Stations	Chlef (mm)	Oum Drou (mm)	Oued Fouda (mm)
<i>Codes</i>	-12219	-12225	-12208
<i>Années</i>			
1990	345.2	338.84	315.2
1991	259	354.42	347.8
1992	203.1	310.64	256.2
1993	165	107.5	508.4
1994	282.8	256.3	363.34
1995	491.8	472.9	561.89
1996	350.5	380.1	427.655
1997	396.4	411.1	471.26
1998	271.2	251.8	352.32
1999	203.55	199.7	110.9
2000	368.7	405.9	318.4
2001	275.8	323.7	196.4

2002	347	357	387.8
2003	342.1	438.8	393.2
2004	252.2	282.1	217.5
2005	378.8	436.9	454.54
2006	325.22	348.8	323.6
2007	301.6	354.3	443
2008	383.1	451.9	601.9
2009	492.1	513.1	539.3
2010	507	582	557.5
2011	403.5	428.7	451.8
2012	399.7	471.01	591.7
2013	289.3	372.16	384.9
2014	315.2	362.93	365.6
2015	308	327.7	291.9
2016	303.5	399.2	391.4
2017	565.3	575.8	732.6
2018	300.4	373.1	371.4

III.2.2.4. L’ajustement des pluies moyennes annuelles a loi normale

Le résultat de l’ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station d’Oum Drou code (012225), est regroupé dans le tableau III.10 et la figure III.7.

On aura une fonction de répartition de la loi de Gauss sous la forme ci-dessous :

$$F(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_{-\infty}^u \text{Exp}\left(\frac{-1}{2 * ((P - 375.46) / 102,32)^2}\right) \cdot du$$

Avec :

$$\bar{P} = 375.46\text{mm}$$

$$\sigma = 102.32\text{mm}$$

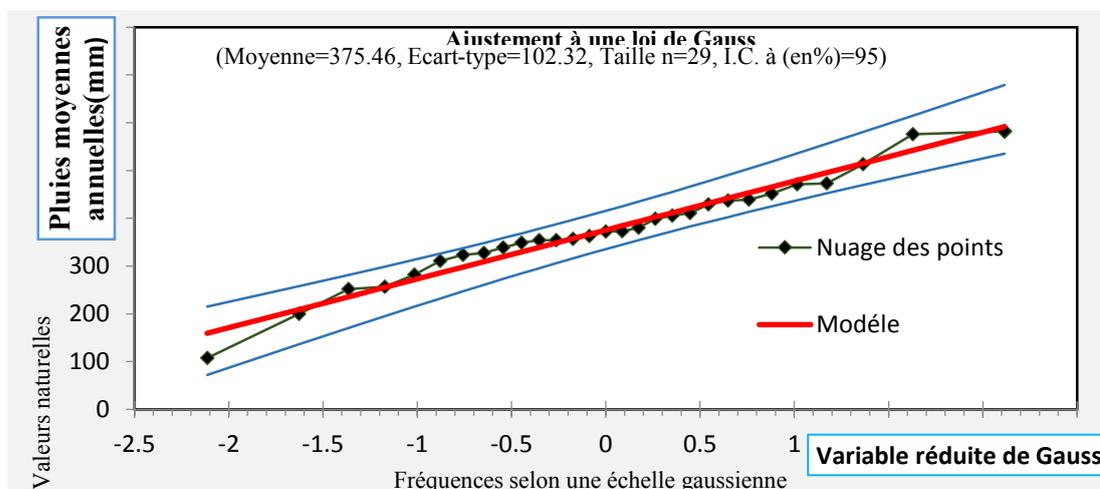


Figure III -7 : Ajustement de la station d’Oum Drou(012225) à la loi de Gauss.

*Fréquence au dépassement (année sèche)

Tableau III -10 : Résultats d'ajustement de la station (012225) à la loi de Gauss

Fréquence		Valeur	Borne	Borne	
	Variable	Théorique	Inférieure	Supérieure	Période de retour
	Réduite				
0.01	-2.326	137.43546	43.778887	197.32563	100
0.1	-1.282	244.33663	181.21659	288.85525	10
0.2	-0.842	289.3493	236.83295	329.64972	5,0
0.4	-0.253	349.54017	307.18612	388.21695	2,5
0.5	0	375.46207	335.58153	415.34261	2,0
0.8	0.842	461.57484	421.27442	514.09119	1,25

III.2.2.5. Test de validité de l'ajustement à la loi de gauss (Test de Khi carré)

Le procédé de test de validité de Khi carrée pour l'ajustement à la loi de Gauss de la station de référence d'Oum Drou (012225) est récapitulé dans la table III.11.

Tableau III -11 : Test de Khi Carré pour l'ajustement à la loi de Gauss de la station (012225).

K Classe	P1 (mm)	P2 (mm)	ni	U1	U2	F (u1) Table Gauss	F (u2) Table Gauss	F(U2)-F(U1)	v_i	$\frac{(n_i - v_i)^2}{v_i}$
1	107.5	310.64	6	-2.61884285	-0.633350274	0.00453	0.26435	0.25982	7.53478	0.31262355
2	323.7	354.42	6	-0.50586396	-0.2056294	0.30854	0.42074	0.1122	3.2538	2.31778672
3	357	399.2	6	-0.18041439	0.232.172	0.42858	0.59095	0.16237	4.70873	0.35410359
4	405.9	451.9	6	0.29749805	0.74706802	0.61409	0.77035	0.15626	4.53154	0.47585915
5	471.01	582	5	-0.93383503	2.01856919	0.82381	0.97778	0.15397	4.46513	0.06407113

Ces résultats donnent ainsi : $\chi^2 = \sum \frac{(n_i - v_i)^2}{v_i} = 3.524$

Le nombre de degré de liberté est :

$$\lambda = K - 1 - p = 5 - 1 - 2 = 2. \text{ ET pour } a = 5\%$$

La table de Khi carré " χ^2 " de M^r Pearson, voir le Tableau 01 et 02 annexe II, donne pour ces valeurs une $\chi^2_{théorique} = 5.991$

III.3. Interprétation les résultats

$\chi^2_{calculée} = 3.524 < \chi^2_{théorique} = 5.991$: L'adéquation de la loi est vérifiée autrement dit l'ajustement est à considérer pour une probabilité $1-a = 95\%$.

A partir de cela, la loi de Gauss est acceptable pour représenter la distribution fréquentielle des précipitations moyennes annuelles de la station d'Oum Drou **code (012225)**.

Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons mis en évidence les principales caractéristiques statistiques de la série pluviométrique, retenue comme représentative, de la zone de projet.

L'application du test d'homogénéité de Wilcoxon sur les séries pluviométriques moyennes annuelles des stations retenues, confirme l'homogénéité et la fiabilité de ces dernières.

Concernant l'ajustement de la série de pluies moyennes annuelles de la station de pontéba, il faut signaler que le test du Khi carré a montré une très mauvaise adéquation de loi de Gibrat-Galton. Pour cela, on a suggéré l'utilisation de l'ajustement des séries de pluies moyennes annuelles par la loi de Gauss, présentant une meilleure adéquation.

CHAPITRE IV :
REGIME D'IRRIGATION DU
PERIMETRE

Introduction

Le présent chapitre porte sur le choix des cultures à irriguer et leur besoin en eau. Pour ce faire nous avons utilisé une base de données en collectant différentes informations conditionnant la conception du projet à savoir : les conditions climatiques, la disponibilité et la nature des ressources en eau, le type de sol et les caractéristiques des parcelles à irriguer.

Ces dernières décennies, la zone d'étude a été sujette à un stress hydrique du fait que les précipitations ont été insuffisantes et irrégulières dans le temps et dans l'espace. Elles ne couvrent qu'une partie des besoins en eau des cultures. L'évapotranspiration des cultures qui est nettement supérieure à la pluviométrie moyenne de la région atteste ce déficit hydraulique.

Pour remédier à ce stress hydrique à l'origine des chutes considérables de rendement, il est nécessaire de quantifier les besoins en eau des cultures envisagées dans le périmètre avant de procéder à la conception du projet.

IV.1. Les cultures envisageables

Le passage à la situation projetée permettra l'augmentation des superficies occupées par les cultures rémunératrices (avantageuses) tels que :

- Le maraîchage en plein champ et sous serre, ainsi que l'arboriculture fruitière, avec tendance vers les arbres à entrer rapide en production.
- Les cultures fourragères en vert, sont développées afin de redynamiser la production laitière.
- Les céréales par contre, seront maintenues avec des superficies très réduites par rapport à celles rencontrées actuellement ; elles seront cultivées pour des raisons purement agronomiques.

Cependant la gamme des cultures envisageables pour la future est la suivante :

IV.1.1. Maraichages

A. Maraichage de plein champ pour vente sur le marché de frais

Ces cultures font partie de la tradition régionale des agriculteurs. Leurs superficies n'ont pas pu connaître des extensions en raison de l'insuffisance de la ressource en eau mobilisée et de l'irrégularité du régime pluviométrique avec l'irrigation. Car elle constitue la nourriture primordiale très demandée par les populations de la région et rentable au même temps pour les grossistes.

La vocation primeur de la région permettra d'éviter les périodes à fort approvisionnement du marché régional qui est situé au centre-ville d'Oum Drou et bénéficie des meilleurs prix.

B. Maraichage de plein champ destine à l'industrie des conserves

La région a une vocation spéciale pour les productions sous serres, notamment en tomate et des cultures diverses. Les superficie allouées à ces pratiques seront limitées à 2 à 5 serres par exploitant, sous de petits tunnels plastiques pour les cultures basses. La mise en eau du périmètre (la ressource hydrique) est économique, moins soumise aux aléas climatiques, et permet d'assurer des productions hors saisons à plus

grande valeur ajoutée, donc ces cultures connaîtront un accroissement sensible dans la zone et seront plus diversifiées.

IV.1.2. Vigne de table

Etant donné que les exploitants sont satisfaits des valorisations obtenues par cette culture par rapport au taux de leur occupation, on maintient l'état stable d'occupation actuel des superficies.

IV.1.3. Agrumes et autres cultures arboricoles fruitiers

Les cultures pérennes tels que ; poiriers, pommiers, pêchers et néfliers, ont tendance à diminuer en Algérie au cours de la dernière décennie. Le vieillissement des plantations non soumis au rajeunissement de jeunes vergers combiné aux effets de la sécheresse qui ont marqué cette dernière décennie dans la région. Un court délai pour l'entrée en production des arbres est considéré comme un avantage par l'exploitant. On retiendra pour le périmètre étudié, une croissance des plantations d'agrumes, ainsi qu'une augmentation sensible du reste de l'arboriculture fruitière, suite à la demande croissance ces dernières.

IV.1.4. Cultures fourragères

Les cultures fourragères destinées à la production du fourrage vert, ne peuvent être envisagées dans les premières années qui suivent la mise en eau du périmètre, étant donné qu'elles doivent être associées à l'élevage bovin laitier à valoriser.

Ce dernier, comme nous l'avons déjà signalé, était bien développé dans le temps. Cette activité a beaucoup régressé et tend à disparaître, en raison des coûts élevés des charges d'exploitation et du faible niveau du marché offert par l'état ainsi que le chevauchement du secteur privé, intéressé par la production laitière. La production du foin par contre, sera maintenue avec un taux d'occupation des sols réduit et sera destiné à l'approvisionnement des ovins des wilayas limitrophes.

Compte tenu des éléments précités, la production de fourrage vert, associé à l'élevage bovin, pourra être envisagée dans la zone que pendant la deuxième phase.

IV.1.5. Céréaliculture

Elle sera maintenue vu son impact positif sur la rotation des assolements et compte tenu des limitations pédologiques. Cette culture sera dans la pérennité, mais avec des superficies réduites.

IV.2. Calendrier d'occupation des sols

La répartition d'occupation des sols, relative aux cycles culturels retenus pour le projet, est insérée dans le calendrier suivant :

IV.3.2. Assolement n°2

Assolement 2 : Association de Maraîcher avec l'arboriculture ou la vigne- Application au modèle : B1, C, C1 et D –superficie assolée =7,5ha.

Soles	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	
1,5ha	Melon			Pomme de terre primeur				Haricot vert					
1,5ha	H.vert.		Carotte						Poivron Tomate				
1,5ha	Poivron Tomate					Petit pois							
1,5ha	Pomme de terre arr. saison								Pastèque				
1,5ha	Past.			Pomme de terre primeur					Melon				

IV.3.3. Assolement n°3

Assolement 3 : Purement maraîcher (sous serre) -, application au modèle : A1=3ha.

Soles	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.
1 ^{ère} serre						Haricot						
2 ^{ème} serre						Tomate						
3 ^{ème} serre		Courgette				Poivron						
4 ^{ème} serre						Concombre						

IV.3.4. Assolement n°4

Assolement 4 : Céréales et fourrages – application au modèle : B1, D, D1 et D2-Superficie assolée ≥ 20ha

Soles	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.
1 ^{ère} Sole			Bersim									
2 ^{ème} Sole				Vesce-Avoine								
3 ^{ème} Sole			Blé									

IV.4. Typologie des exploitations et adaptation des assolements

Compte tenu des éléments disponibles, il est proposé de tenir compte de la typologie des exploitations agricoles, pour la situation future :

Les modèles d'exploitations dans la situation future du secteur 05-branche 01(Oum Drou), sont représentés par le tableau IV-2.

Tableau IV -2 : Caractéristiques des modèles d'exploitations retenues.

Type du modèle	Taille de l'exploitation	Superficie du modèle ha	Superficie développée ha	Indice d'intensification %	Nombre de modèle
A	< 3ha	03,0	05,40	1,80	8
A1		03,0	03,75	1,25	8
B	5 à 10ha	07,5	07,50	1,00	9
B1		07,5	10	1,33	7
C	10 à 20ha	15,0	21,00	1,40	8
C1		15,0	15,00	1,00	10
D	>20ha	20,0	26,10	1,31	5
D1		20,0	20,00	1,00	9
D2		20,0	20,00	1,00	8
Totaux		878	1000	---	72

Donc la superficie agricole utile pour l'irrigation est de 878 ha.

IV.5. Les besoin en eau du périmètre

L'évaluation des besoins en eau du périmètre est basée sur la détermination des besoins de chaque culture retenue dans le calendrier agronomique. Pour cela on définit :

IV.5.1. L'évapotranspiration potentielle ou de référence (ETp ou ET₀)

C'est l'évapotranspiration d'une culture bien fournie en eau où le sol est à sa capacité de retentions, autrement dit c'est la limite maximale de l'évapotranspiration

Donc pour mieux prédire l'évapotranspiration, on a introduit une valeur de référence que l'on définit comme étant le taux de l'évapotranspiration d'une surface du **Gazon vert**, ayant une hauteur uniforme de 8 à 15 cm, poussant activement, ombrant complètement le sol et ne manquant pas d'eau (Temzi, 2003).

IV.5.2. L'évapotranspiration réelle ou de culture (ETR ou ETC)

C'est la valeur réelle de l'évapotranspiration. Le plus souvent, elle est inférieure à une l'évapotranspiration potentielle, puisque le sol n'est pas en permanence à sa capacité de rétention. En plus, elle est considérée variable pendant la période de végétation.

Donc, c'est l'évapotranspiration d'une culture exempte de maladies, poussant dans un champ jouissant de conditions : agronomiques, pédologiques, et climatiques optimales, donnée par l'expression (IV-1).

$$ET_{CLTURE} = K_C * ET_0 \text{ ----- (IV-1).}$$

Avec :

K_C : Représente le coefficient culturale, (voir **Tableau 05 l'Annexe II**).

Les besoins en eau des cultures nets, non négatifs "BEC", sont déterminés par la relation [IV-2]

$$BEC = ET_{culture} - (P_{eff.} + K * RFU) \text{ ----- (IV-2).}$$

Dans la quelle :

BEC : Besoins en eau des cultures nets en (mm).

P_{eff} : Pluies efficaces en (mm) .

IV.5.3. Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence

Il existe plusieurs méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration de référence, les plus communiquées employées, sont :

- Méthodes des lysimètres.
- Méthodes des stations expérimentales.
- Méthodes directes de l'évaporation.
- Méthodes empiriques.

En ce qui concerne notre projet, l'évaluation de l'évapotranspiration de référence, est effectué à l'aide du logiciel appelé ; **CROPWAT** version **8.0**, selon la méthode empirique la plus appropriée de M^r Penman&Monteith modifiée.

Méthode de M^r Penman & Motheit modifiée

L'expérience a montré que l'expression obtenue, prédirait de près, l'évapotranspiration de référence, non seulement dans des régions humides et fraîches comme en Angleterre, mais aussi dans des zones très chaude et semi-aride. La formule de M^r Penman&Montheit, modifiée, se présentant comme suite :

$$ET_0 = C * [W * Rn + (1 - W) * F(u) * (ea - ed)] \text{----- (IV-3).}$$

Où :

ET_0 : Représente l'évapotranspiration de référence, exprimées en mm/jour.

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

Rn : Rayonnement net en évaporation équivalente, exprimé en mm/jour.

$F(u)$: Fonction liée au vent.

ea : Tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, en millibars.

ed : Tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimée en millibars.

La différence ($ea - ed$) constitue le facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes (Temzi, 2003).

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

Tableau IV -3 : Evapotranspiration de référence de la zone de projet selon Penman&Monteith

Evapotranspiration de référence ETo de Penman&Monteith						
Pays : ALGERIE.		Station climatique : OUM DROU (012225)				
Altitude : 111 mètres		Latitude 35.18°N		Longitude : 1°.14'E		
Mois	Temp.Moy	Humidité	Vent	Insol	Radiation	ETo-PenMon
	°C	%	m/sec	heures	MJ/m²/jour	mm/mois
Janvier	10.6	76	2.5	5.5	9.6	44.08
Février	10.7	76	4	6.5	12.7	52.2
Mars	14.2	67	2.3	7.4	16.7	82.91
Avril	19.7	62	2.8	8.7	21	126.62
Mai	23.9	57	2.9	9.9	24.3	174.67
Juin	26.4	46	3.1	10.9	26.2	207.67
Juillet	32.6	38	2.5	11.7	27	243.28
Août	37.7	74	2.3	11.1	24.8	223.16
Septembre	25.9	56	2.7	8.9	19.4	156.79
Octobre	27.9	86	1.9	7.2	14.3	93.57
Novembre	22.2	92	1.7	6.3	10.8	55.62
Décembre	14.3	66	1.9	5.5	8.9	54.82
ANNEE	22.2	66	2.5	8.3	18.0	1515.39

IV.5.4. Traitement des données pluviométriques

Afin d'estimer le déficit des précipitations pour les besoins en eau d'irrigation, une analyse statistique a été faite (&Chapitre trois). Pour déterminer la fraction des pluies qui contribuent effectivement à couvrir les besoins en eau d'une culture, nous proposons quelques définitions des précipitations :

-Précipitation moyenne mensuelle

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

-Précipitation en année humide, normale ou sèche

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

-Précipitation de projet

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

A. Calcul de la précipitation en année humide, normale ou sèche

Concernant notre projet, on s'est référé aux données de pluies de la station d'Oum Drou (**012225**), représentant la zone étude. Pour la détermination de la pluie des années : sèche, normale et humide, par un calcul de probabilités, (voir Chapitre trois). L'expression (IV-4), nous a permis la détermination des valeurs mensuelles pour les années : sèche **80%**, normale **50%** et humide **20%**.

$$P_{iP\%} = P_{iMoy} * \frac{P_{P\%}}{P_{Moy}} \text{----- (IV-4).}$$

Dans la quelle :

$P_{ip\%}$: Pluie mensuelle de l'année de probabilité de dépassement de P%, du mois i, en (mm).

P_{iMoy} : Pluie moyenne mensuelle du mois i, en (mm).

$P_{P\%}$: Pluie annuelle à une probabilité de dépassement de P%, en (mm).

P_{Moy} : Pluie moyenne annuelle en (mm)

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

$P_{80\%} = 289,34$ mm.

$P_{50\%} = 375,46$ mm.

$P_{20\%} = 461,57$ mm.

Nous regroupons dans le tableau IV.4, la répartition de la pluie totale annuelle et mensuelle, pour la période allant de **1992** au **2018**.

Tableau IV -4 : Pluies totales et mensuelles moyennes pour l'année sèche, moyenne et humide.

Mois année	Sept	Oct	nov	Dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout	p (annuel)
1992-1993	24	32	46	30.9	32.1	35.8	22.5	51.4	35	0	0	0.9	310.6
1993-1994	0	12.8	32.3	10.7	12.6	25.3	0.2	6.1	7.5	0	0	0	107.5
1994-1995	9.3	38.4	31	11.6	72.5	7.8	36.5	10.4	13.6	4.2	0	21	256.3
1995-1996	29.6	33.6	40.1	45.1	61.8	111.9	74.1	32.1	30.3	3	9.3	2	472.9
1996-1997	48.1	29.6	9.3	24.3	74.4	2.9	0	149.4	23.8	0	0	18.3	380.1
1997-1998	25.1	31.8	145.9	20.8	13	22.4	6.8	56.2	88.7	0.4	0	0	411.1
1998-1999	24.9	16.7	11.4	22	76.8	48.9	48.3	2.5	0	0	0	0.3	251.8
1999-2000	31.8	15	40.6	73.2	6.7	0	7.5	21.3	3.6	0	0	0	199.7
2000-2001	13.8	107.7	95.5	30.8	77.3	19.7	1.8	43.8	15.5	0	0	0	405.9
2001-2002	18.2	2.1	100.9	29.8	26.4	7.8	49.9	61.1	27	0	0	0.5	323.7
2002-2003	0	22.9	59.1	37.1	93.4	61.6	11.6	38.6	31.6	0	1.1	0	357
2003-2004	20.5	50.8	88.4	44.6	30.2	62.1	11.8	31.2	85	14.2	0	0	438.8
2004-2005	0	39.8	33.9	78.6	12.3	88.4	24.6	4.5	0	0	0	0	282.1
2005-2006	34.9	32.5	63.2	74.7	40.3	77.6	23.7	7.5	79.9	1.9	0	0.7	436.9
2006-2007	17.5	0	0	109.6	33.6	55.9	49.1	70.4	12.7	0	0	0	348.8
2007-2008	43.2	48.5	52.8	23	26.1	22.1	47	15.8	58.7	10.2	6.9	0	354.3
2008-2009	0	27	80.5	95.1	76.5	22.3	51.4	78.1	11.8	6.2	0	3	451.9
2009-2010	37.2	12.7	52.8	77.6	44.8	142.5	57.4	21.2	18.4	0	0	48.5	513.1
2010-2011	17.7	64.8	66.6	48.5	92.4	92	18.3	73.6	91.8	16.3	0	0	582
2011-2012	1.4	22.6	116.9	19.9	25.8	90.3	35.4	107.6	5.9	0	0	2.9	428.7
2012-2013	1.3	35.5	105.8	11.7	72.9	83.9	44.2	70	30	15.2	0	0.51	471.01
2013-2014	0	22.8	32.1	65.6	33.46	70.2	49	20	46.4	32.6	0	0	372.16
2014-2015	19.1	24.8	35	70.4	35	54.8	48.4	60.4	14	0	0	1	362.9
2015-2016	33	55	71	33.5	60.3	11	18	33	12.7	0	0	0.2	327.7
2016-2017	1.6	2.1	71.1	44.3	205	5.1	30.7	0	0	39.3	0	0	399.2
2017-2018	21.7	61.1	34.8	61.7	33.6	67.3	124.1	89.2	30.1	52.2	0	0	575.8
2018-2019	46.2	59	103.3	33.1	62.8	11.4	18.6	38.7	0	0	0	0	373.1
Moyennes	19.26	33.39	60.01	45.48	53.03	48.185	33.73	44.22	28.66	7.24	0.64	3.69	377.59
Ecart type	12.57	16.80	28.81	22.23	28.86	32.05	20.46	28.215	21.64	9.57	1.13	5.68	78.42
Pluie 80%	14.75	25.58	45.98	34.85	40.63	36.92	25.84	33.88	21.96	5.54	0.49	2.82	289.34
Pluie 50%	19.15	33.20	59.67	45.22	52.73	47.91	33.5	43.97	28.49	7.19	0.63	3.66	375.46
Pluie 20%	23.54	40.81	73.35	55.59	64.82	58.90	41.23	54.05	35.03	8.85	0.78	4.51	461.57

Station pluviométrie de Pontéba (Oum Drou-012225)

B. Calcul de la pluie efficace

Pour compte des pertes, le programme **Cropwat 8.0**, nous permettra de calculer la précipitation efficace, définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, par percolation en profondeur, etc.

Nous utiliserons couramment des méthodes expérimentales, cas de la méthode proposée et recommandée par l'United States Department of Agriculture- Soil Conservation Service. (**U.S.D.A-S.C.S**), basée sur les formules (IV-5) et (IV-6), adoptée pour notre projet.

$$P_{eff} = P_{Tot}(1 - (0,2 * P_{P\%}/125)) \quad \text{Pour } P_{P\%} < 250mm. \text{----- (IV-5).}$$

$$P_{eff} = 125 + (0,1 * P_{P\%}) \quad \text{Pour } P_{P\%} > 250mm. \text{----- (IV-6).}$$

Avec :

P_{eff} : Pluie annuelle efficace en (mm/mois).

$P_{p\%}$: Pluie annuelle de probabilité de dépassement de 80%, en (mm/mois).

Les valeurs mensuelles de ET_0 , $P_{80\%}$ et P_{eff} sont regroupées dans le tableau IV.5

Tableau IV -5 : Précipitations efficaces dans la zone de projet **CROPWAT 8.0**.

Fich. du climat : BP31			
Pays : ALGERIE. Station climatique : ALGER (19ans)			
Mois	ET ₀	P80%	Pluie eff.
	mm/jour	mm/mois	mm/mois
Janvier	1.42	40.64	38.0
Février	1.86	36.93	34.7
Mars	2.67	25.85	24.8
Avril	4.22	33.9	32.1
Mai	5.63	21.96	21.2
Juin	6.92	5.55	5.5
Juillet	7.85	0.49	0.5
Août	7.20	2.82	2.8
Septembre	5.23	14.74	14.4
Octobre	3.02	25.85	24.8
Novembre	1.85	45.98	24.6
Décembre	1.77	34.85	32.9
Totaux.	4.14	289.6	274.3
Précipitation efficace selon la méthode d'USDA-SCS.			

IV.5.5. La réserve utile (RU) et la réserve facilement utilisable (RFU)

IV.5-5-1. La réserve utile (RU)

C'est La fraction de l'humidité accumulée par le sol en hiver. Autrement dit C'est la quantité d'eau contenue dans la tranche de sol explorée par les racines, entre le point de ressuyage (He) et le point de flétrissement (Pf)

IV.V.5.2. La réserve facilement utilisable (RFU)

C'est la quantité d'eau égale à 1/2 ou 2/3 de la RU, soit 1/4 à 1/3 de l'humidité équivalente.

Le calcul de la RFU se fait comme suit :

$$*RFU = (hcc-hpf)/100 *y*Z*da$$

Telle que :

Y : degré de tarissement (généralement $y=2/3$)

Da : densité apparente du sol (1.35).

Z : profondeur de la couche de terre parcourue par les racines, en mm.

Hcc : humidité à la capacité au champ, dans notre cas. On prend (27%)

Hpf : humidité au point de flétrissement, dans notre cas. On prend (16%)

RQ : Les valeurs de Hcc et Hpf sont choisis selon le tableau (voir Annexe)

IV.5.6. Efficience de l'irrigation

La formule communément employée pour l'estimation de l'efficacité d'un réseau d'irrigation, est donnée par l'expression [6-7] :

$$E_i = E_t * E_a \text{ ----- (IV-7).}$$

Avec :

E_i : Efficacité d'irrigation en %.

E_t : Efficacité de transport en %.

E_a : Efficacité d'application de l'eau (Agronomique) en %.

Certains auteurs font une distinction ultérieure, tel que la formule [6-7'] :

$$E_a = E_d * E_u \text{ ----- (IV-7').}$$

Dans la quelle :

E_d : Efficacité de type de distribution en %.

E_u : Efficacité de l'uniformité de la distribution en %.

La thématique développée ci-après se base sur la formule (IV-7''):

$$E_i = E_t * E_d * E_u \text{ ----- (IV-7'').}$$

IV.5.7. Besoins nets en eau suivant le calendrier cultural :

L'appréciation des besoins nets en eau des cultures, nécessite la connaissance des divers paramètres qui définit auparavant par conséquent :

Le calcul des besoins en eau nets par : culture et modèle sont détaillés dans l'annexe III. Afin de rendre aisé la lecture et l'exploitation des résultats calculés, les besoins en eau d'irrigation des cultures envisageables pour le secteur 05 –réseau E périmètre Moyen Chélif, sont reportés dans le tableau IV-6.

Tableau IV -6 : Besoins en eau d'irrigation du périmètre d'OUM DROU.

CULTURES	Superficie en ha	Besoins nets mm/ha	Besoins nets m ³ /ha	Besoins nets Totaux mm	Efficience %	Besoins bruts m ³ /ha	Besoins bruts Totaux m ³
MARAICHAGES PLEIN CHAMPS :							
Pomme de terre primeur	64.18	17.58	175.8	1128.2844	0.75	234.4	15043.792
Pomme de terre .ar. saison	29.08	261.539	2615.39	7605.55412	0.75	3487.186667	101407.388
Pastèque	32.09	781.599	7815.99	25081.51191	0.8	9769.9875	313518.8989
Carotte	32.09	12.865	128.65	412.83785	0.8	160.8125	5160.47
Tomate	32.09	715.3165	7153.165	22954.50649	0.8	8941.45625	286931.331
Petits pois	32.09	189.334	1893.34	6075.72806	0.8	2366.675	75946.60075
Chou vert	3.01	65.9295	659.295	198.447795	0.8	824.11875	2480.597438
Oignon sec	3.01	805.7865	8057.865	2425.417365	0.8	10072.33125	30317.71706
Melon	32.09	890.8015	8908.015	28585.82014	0.8	11135.01875	357322.7517
Haricot vert	29.08	881.2105	8812.105	25625.60134	0.8	11015.13125	320320.0168
MARAICHAGES SOUS SERRE :							
Haricot	5.017	228.442	2284.42	1146.093514	0.85	2687.552941	13483.45311
Tomate	5.017	82.5495	825.495	414.1508415	0.85	971.1705882	4872.362841
Courgette	5.017	629.361	6293.61	3157.504137	0.85	7404.247059	37147.10749
Poivron/piment	5.017	206.3335	2063.335	1035.17517	0.85	2427.452941	12178.53141
Concombre							
CULTURES FOURRAGERES :							
Blé	106.26	73.559	735.59	7816.37934	0.75	980.7866667	104218.3912
Vesce avoine	52.69	363.263	3632.63	19140.32747	0.75	4843.506667	255204.3663
Bersim	54.3	282.2074	2822.074	15323.86182	0.75	3762.765333	204318.1576
CULTURES ARBORICOLES :							
Pommier	80.64	801.9255	8019.255	64667.27232	0.85	9434.417647	760791.4391
Pêcher	87.98	508.6635	5086.635	44752.21473	0.85	5984.276471	526496.6439
Vigne	143.835	380.0155	3800.155	54659.52944	0.85	4470.770588	643053.2876
Agrume	160.4	660.1354	6601.354	105885.7182	0.85	7766.298824	1245714.331
TOTAUX m³	1000	9094.5183	90945.183	439376.7976	-----	111753.3225	5331043.653

Conclusion

Dans le but d'éviter le sur dimensionnement ou le sous dimensionnement de notre réseau d'irrigation, nous procéderons à l'étude des besoins en eau des cultures qui permettra la conception d'un réseau économique ; ce qui permettra de proposer et concevoir un aménagement hydro-agricole optimale du périmètre étudié qui fera l'objet du chapitre suivant.

Doc, il faudra prévoir une disponibilité annuelle brute d'environ **5,33 hm³** d'eau d'irrigation qui sera assurés à partir des transferts du barrage de dérivation de Pontéba (Oum Drou) qui fournit un volume total de **55 hm³/an** ainsi permettra aux agriculteurs de permuter et de diversifier leur plan de cultures, tout en garantissant leur besoin en eau d'irrigation, avec une marge de sécurité satisfaisante.

CHAPITRE V:
RESEAU DE DISTRIBUTION
COLLECTIF D'IRRIGATION SOUS
PRESSION

Introduction

Le développement des réseaux de dessert, par les conduites sous pression, est lié principalement, à la rationalisation de la ressource en eau et particulièrement la généralisation des méthodes d'irrigation modernes à la demande.

Le présent chapitre se base sur la mise au point de la méthodologie d'optimisation du réseau de distribution d'irrigation sous pression, présentée ci-après

V.1. Calcul des débits à transiter par le réseau collectif

V.1.1. Débits spécifiques

Le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures.. Ces débits spécifiques sont définis par la formule (V-1).

$$\text{Avec : } \quad q_s = \frac{B_{net} * 10 * 1000}{N_j * N_i * 3600 * E_i} \text{----- (V-1)}$$

B_m : Besoins mensuels maximum net en m³/ha.

N_j : Temps d'irrigation par jour $\approx 20h / j$.

N_i : Durée d'irrigation en jours = 31 jours.

K : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation $\approx 0,75$.

Le calcul de ces débits spécifiques est regroupé dans l'annexe III. Les débits de pointe des modèles adoptés, sont regroupés dans le tableau V.1.

Tableau V. 1 : Débits de pointe des modèles adoptés.

Modèles	SAU	Mois	Débit de pointe
			(l/s/ha)
A	3,00	Juillet	1.3
A1	3,00	Juillet	1.45
B	7,50	Juillet	0.922
B1	7,50	Juillet	1.359
C	15,00	Juillet	1.172
C2	15,00	Juillet	0.818
D	20,00	Juillet	1.359
D1	20,00	Juillet	0.566
D2	20,00	Juillet	0.922
Débit moyen des modèles l/s/ha est de 1.09			

Le débit de pointe pris en considération pour le calcul hydraulique des canalisations est celui du **modèle le plus exigeant A1**, qui est de l'ordre de **1.45 (l/s/ha)**, correspondant au mois de juillet. Le débit de pointe moyen des modèles pris en considération lors du dimensionnement des ouvrages annexes III, est de l'ordre de **1.09 < 1.5 (l/s/ha)**.

V.1.2. Débits caractéristiques

Le calcul des débits caractéristiques permet de définir le débit maximum que le système de dessert aura à fournir pour l'irrigation de chaque parcelle, déterminé par la formule (V-2).

$$Q = q * S \text{ ----- (V-2)}$$

Avec :

Q : Débit caractéristique en (l/s)

q : Débit spécifique de pointe du modèle le plus exigeant en (l/s/ha).

S : Surface agricole utile du secteur en (ha). Tq : SAU=878 ha

Donc : $Q = 1.09 * 878$ $Q = 957.470 \text{ l/s}$

Donc le débit qu'il faut stockée dans le réservoir est estimée à **3447 m³/h**.

V.2. Description et choix de la variante

La variante d'adduction retenue pour l'aménagement hydro-agricole d'Oum Drou est recommandée par l'association des bureaux d'études SARLAL BAHJA, et confirmé par l'Office National d'Irrigation et de Drainage **O.N.I.D**, laquelle je l'approuve de mon côté, car elle répond aux conditions hydrauliques de desserte du périmètre d'irrigation étudiée en présentant une meilleur gestion, exploitation, et facilite l'étude et la réalisation du projet.

Le secteur 05 de réseau E qui située à Oum Drou, schématisée par la figure V.1, est irrigué en gravitaire à partir de barrages de dérivation d'Oum Drou. Qui fournit un volume total de **55 hm³/an**, ce qui assurera un volume annuel nécessaire d'eau d'irrigation pour une période garantie de 9 à 10 ans, Jusqu'à la station de pompage (**SPE**) projeté à la côte **128NGA** située à proximité immédiate du réservoir rectangulaire **RSPE** en remblai et semi enterré de capacité de **18 000 m³** à la cote de **127.60 m**, sur la rive gauche de l'oued Chélif d'où l'eau sera prélevée et ensuite refoulée dans le réservoir **RE** de capacité de **20 000 m³** à la cote **164 m** située au point haut de l'agglomération de GLAFTIA.

Le Schéma d'adduction retenue pour l'aménagement est présenté dans la figure V-1.

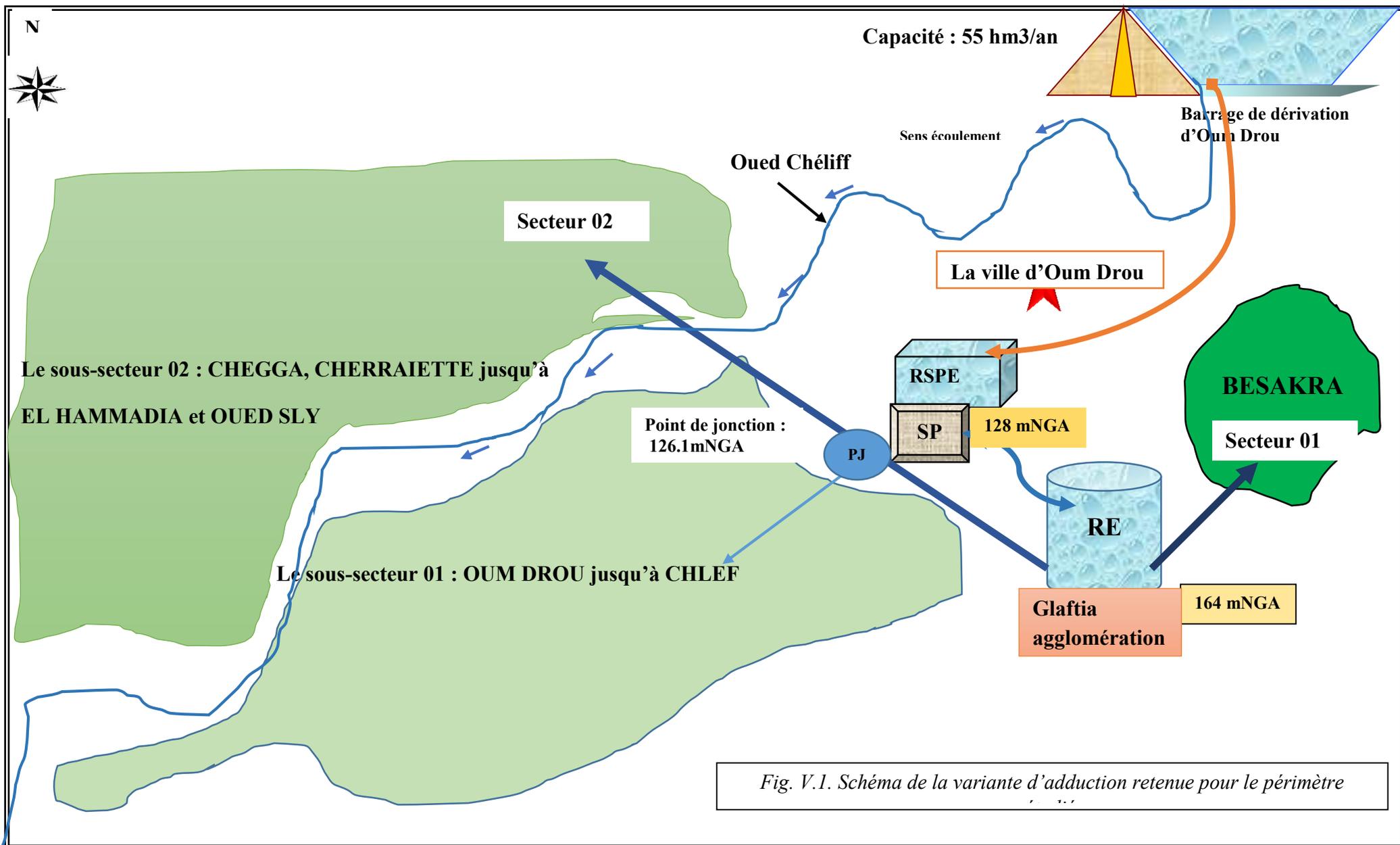


Fig. V.1. Schéma de la variante d'adduction retenue pour le périmètre

V.3. Plan de bornage

Les conditions d'accès à la prise d'irrigation par les irrigants, sont matérialisées sur le plan de bornage, appelé plan d'implantation des différentes bornes du réseau.

Ce dernier, est le résultat d'un compromis entre l'intérêt des utilisateurs qui souhaiteraient disposer d'une borne, idéalement situé par rapport à leur îlot d'exploitation et celui, du concepteur qui cherche à en limiter le nombre, de manière à diminuer le coût du réseau collectif.

Afin d'éviter les pertes de charge trop considérables dans le matériel mobile, le rayon d'action de chaque prise est souvent limité à environ 200m pour les petits îlots, à 500m pour les grands îlots.

Le regroupement des parcelles sur une même borne est basé sur le découpage des exploitations.

Afin de desservir plusieurs îlots (04 ou 06 au maximum) à partir de la même borne, cette dernière doit être implantée à la limite des petites exploitations. Cependant, pour les grandes exploitations, la borne sera implantée de préférence au centre de la zone à desservir et ne comportera alors qu'une seule prise.

On trouvera dans les figures V.2-le plan de bornage.

V.3.1. Calcul du débit aux bornes

Le débit de chaque borne pouvant desservir un îlot est formulé V.3 comme suit :

$$Q_b = q_s \cdot S \text{ ----- (V-3)}$$

Avec :

Q_b : Débit de chaque îlot (l/s)

q_s : Débit spécifique (l/s/ha)

S : Superficie de l'îlot (ha)

V.3. 2. Choix du diamètre de la borne

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

Tableau V.2 : Diamètres des bornes en fonction de débit fourni

Débit fourni	Diamètre de la borne
$Q < 40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11) l/s	65mm
$40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11l/s) $< Q < 80 \text{ m}^3/\text{h}$ (22.22 l/s)	100mm
$40 \text{ m}^3/\text{h}$ (22.22 l/s) $< Q < 80 \text{ m}^3/\text{h}$ (33.33 l/s)	150mm

V.3.3. Choix de type de borne

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

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

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

Pour les ilots qu'ont deux parcelles et dont la superficie dépasse 15ha, on prend la borne à deux prises (Borne de **type B**).

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

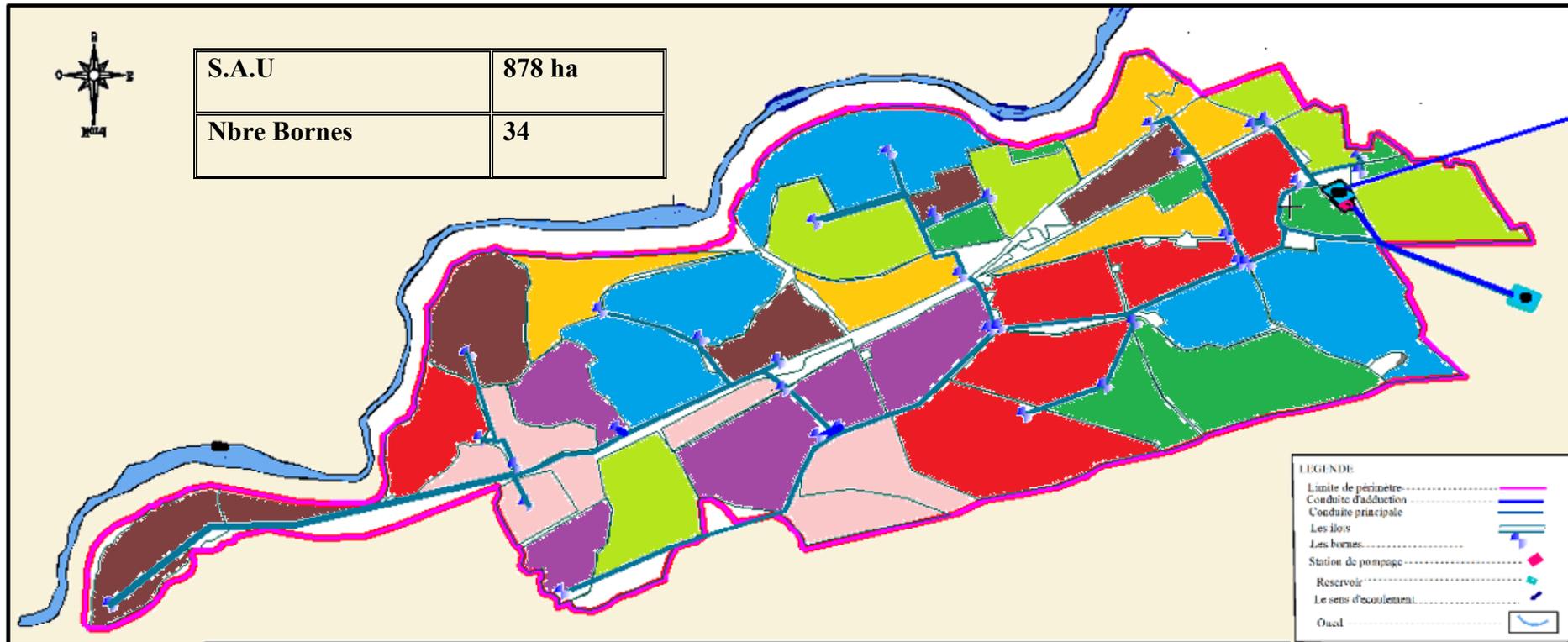


Fig. V.2. Schéma du réseau de distribution du périmètre Oum Drou

V.4. Optimisation des canalisations

Dans le cadre de notre projet La méthode adoptée pour déterminer les diamètres des différent traçons du réseau de distribution, est celle de M^r Labye, donnée par formule V-4:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q \times 0.001}{\pi \times V}} \times 1000 \text{ ----- (V-4)}$$

Qui tient compte des conditions suivantes :

V.4.1. La vitesse admissible

La fixation d'un seuil minimum de vitesse admissible dans les conduites, ne correspond pas véritablement à un impératif technique et n'a pour objectif, que l'introduction d'un seuil raisonnable de diamètre maximum envisagé, pour transiter un débit donné. Ceci nous permettra d'accélérer le calcul d'optimisation. Par contre, la fixation d'un seuil maximum de vitesse tolérée correspond à un compromis entre :

*La recherche d'économie sur le coût d'investissement.

*Les risques entraînés par les coups de béliers éventuels et le coût de la protection anti-bélier qui en résulterait. Voir tableau V.3.

Tableau V.3 : Seuils des vitesses admissibles en fonction des diamètres (TEMZI, 2003)

Diamètre (mm)	Seuils des vitesses admissibles (m/s)	
	Vitesse maximum	Vitesse minimum
100	0.2	1,80
125	0.25	1,85
150	0.25	1,95
200	0.35	2,00
250	0.4	
300	0.4	
350	0.4	
400	0.5	
500	0.5	
600	0.5	
700	0.5	
800	0.5	
900	0.5	
1000	0.5	
1100	0.5	
1250	0.5	
1500	0.5	
2000	0.5	

V.4.2. La perte de charge unitaire

Parmi les nombreuses formules d'évaluation des pertes de charges linéaires unitaires dans les canalisations, notre choix est porté sur celle recommandée par les bureaux d'études français, proposée par MM Lechapt et Calmon, définie par l'expression (V-5):

$$J = \frac{L * Q^M * C}{D^N} \text{----- (V-5)}$$

Avec :

J : Pertes de charge en mm/ml.

Q : Débit en m³/s.

L, M et *N* : Constantes dépendantes de la rugosité absolue *K* des canalisations.

C : Coefficient de majoration tenant compte des pertes de charges singulières.

Pour les valeurs les plus couramment adoptées concernant la rugosité absolue *K*, les constantes de la formule sont les suivantes :

<i>K (mm)</i>	<i>L</i>	<i>M</i>	<i>N</i>
0,1	1,20	1,89	5,01
0,5	1,4	1,96	5,19
1	1,60	1,975	5,25.

V.4.3. Matériaux de construction des canalisations

Les matériaux des conduites sont choisis sur la base de leur disponibilité sur le marché local et de leur production en Algérie. Nous utiliserons les conduites en amiante ciment pour les diamètres inférieurs à 500mm et celles du béton précontraint pour les diamètres supérieurs à 500 mm.

Pour les canalisations : en amiante ciment, en béton et en fonte ductile revêtues intérieurement en ciment, la rugosité absolue *K* est de l'ordre de 0,5 mm.

La perte de charge linéaire unitaire, ainsi obtenue par l'expression (V-5'), majorée forfaitairement de 10%, pour tenir compte des pertes de charges singulières.

$$J = 1,54 * Q^{1,96} * D^{-5,19} \text{----- (V-5')}$$

V.4.4. La desserte par pompage

Le diamètre de conduite de refoulement de la station de pompage (**SPE**) vers les réservoirs de stockage(RE), sont définis d'après une comparaison économique, tenant compte des coûts : de l'investissement des tronçons des conduites, des charge d'exploitation (entretien et renouvellement), des coûts de l'énergie pour le pompage et des équipements hydrauliques et électriques. Voir annexe IV.

Le calcul des diamètres de conduites de refoulement se base sur les données suivantes : rendement des pompes ≈ 80%, rendement des moteurs ≈ 90% et *Cosφ* des moteurs ≈ 0,9.

$$Pm = \frac{g * \rho * Q * HMT}{\mu_p} \text{-----} \text{ (V-6)}.$$

$$Ptr = \frac{g * \rho * Q * HMT}{\mu_p * \mu_m * \cos \varphi} \text{-----} \text{ (V-7)}.$$

Avec une marge de 10% pour les incertitudes aux conditions de site, les valeurs des puissances qui en résultent sont calculées par les expressions (V-6) et (V-7)

$$Pm = 13 * Q * H \text{-----} \text{ (V-6')}.$$

$$Ptr = 15,53 * Q * H \text{-----} \text{ (V-7')}.$$

Avec :

g : Accélération de gravité $\approx 9,81 m^2 / s$.

Pm : Puissance absorbée par le moteur *Kw* .

Ptr : Puissance du transformateur en *Kva* .

Q : Débit de pointe m^3 / s .

HMT : Hauteur manométrique en *m* .

Les résultats d'optimisation du réseau de distribution sont donnés dans l'annexe IV Le tableau ci-dessous présenté, récapitule les linéaires des conduites de distribution.

Tableau V-4 : Linéaire des conduites de distributions.

Linéaire (m)	DIAMETRES													
	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	550	700	800	900
15689.05	345	1250	2188.8	4386.81	483	1889.14	640	28	478.6	43	1112.7	640	919	1285

La longueur de la conduite maîtresse est de **757ml**, pour la (rive droite) et de **6143.84ml**, pour (rive gauche), par rapport au point de jonction (**PJ**).

IV.5. Pression demandée aux bornes d'irrigation

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

$$Z_1 + h_1 + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + h_{21} + \frac{V_2^2}{2g} + \Delta H \text{-----} \text{ (V-8)}$$

Avec,

V [m/s] La vitesse de l'écoulement dans la conduite

p1 : [atm] La pression dans la conduite au point 1

z1 : [m] La cote de la conduite au point 1

p2 : [atm] La pression dans la conduite au point 2

z2 : [m] La cote de la conduite au point 2

ΔH : Les pertes de charges Totale

La pression disponible à l'amont des bornes du réseau collectif est généralement de l'ordre de 3,5 à 4,5 bars, correspondant à une irrigation par aspersion à moyenne pression.

RQ : Les calculs hydrauliques du réseau de distribution de notre secteur sont présentés dans **l'annexes VI**

Conclusion

D'après tous les résultats du chapitre, on peut conclure que le réseau de distribution collective d'irrigation sous pression projeté présente des pressions aux bornes adéquates, et suffisantes pour la projection de systèmes d'irrigation tels que l'aspersion. Et Les vitesses dans les canalisations sont conformes. Donc on a atteint de notre objectif.

CHAPITRES VI :

STATION DE POMPAGE & RESERVOIR

Introduction

Conformément à la variante d'adduction adoptée, il est nécessaire dimensionner la station de pompage SPE tell que le nombre de pompes, le choix du type de pompe, le choix du moteur et aussi on va déterminer le diamètre le plus économique de la conduite de refoulement (SPE-RE).

VI.1. Dimensionnement de la station de pompage (SPE)

Pour le dimensionnement de la station de pompage, il est indispensable de suivi ce qui suit :

VI.1.1. Débit nominal

Le débit nominal de pompage indiqué ci-dessus est ceux qui correspondent à la consommation maximale, en service continu de 20 heures par jours, avec distribution à la prise réglée par la capacité de compensation de réservoirs. Voir chapitre régime d'irrigation.

VI.1.2. Hauteur manométrique totale

La hauteur manométrique est donnée par la formule (VI-1). Elle correspond à la somme de la hauteur géodésique et les pertes de charge totales calculées par la formule (IV-6') proposée par MM Lechapt et Calmon.

$$HMT = hg + \Delta h \text{ ----- (VI-1)}$$

Avec :

HMT : Hauteur manométrique totale en m.

hg : Hauteur géodésique en m.

Δh : Pertes de charge totales en m

H_g : Hauteur géométrique en (m). $H_g = h_r - h_a$

VI.1.3-Calcul la hauteur géométrique

On a: $H_g = h_r - h_a$ d'où $H_g = 164 - 128 = 36$ m

Donc la hauteur géométrique entre le réservoir RE et la station de pompage SPE sera : 36 m

VI.1.4-Calcul des pertes de charge totales

Les pertes de charge totale sont calculées par la formule (VI-2) Tell que Dans le cas des adductions, les pertes de charge singulières sont estimées à 10% des pertes de charge linéaires.

$$\sum H_p = 1.1 \times \Delta h_p^{lin} \text{ ----- (VI-2)}$$

Δh_p^{lin} : Pertes de charge linéaires (m) ; elle est selon Darcy-Weisbakh) :

$$\Delta h_p^{lin} = \frac{8 \times \lambda \times L \times Q^2}{\pi^2 \times g \times D^5} \text{ ----- (VI-3)}$$

g : Accélération de la pesanteur (m/s^2) ;

Q : Débit à refouler (m^3/s) ;

L : longueur géométrique de la conduite (m) ;

λ : Coefficient de frottement qui est en fonction de la rugosité de la paroi interne de la conduite et du régime d'écoulement,

$$\text{Formule de Nikuradzé : } \lambda = \left(1.14 - 0.86 \times \ln \frac{\epsilon}{D} \right)^{-2}$$

Les valeurs de la hauteur manométrique totale HMT pour différents diamètres sont mentionnées dans l'annexe IV.

VI.1.5. le cout des investissements

Le calcul des coûts des investissements doit tenir compte de l'annuité d'amortissement donnée par la formule (VI.4), exprimant la somme à rembourser (investissement, intrants divers, taxes, etc.), rapportée à l'année du capital investi "n", pour un taux d'actualisation "i".

$$A = \frac{i}{(i+1)^{n-1}} + i \text{----- (VI-4)}$$

Avec

A : Annuité d'amortissement du capital en %.

i : Taux d'actualisation de l'investissement en%.

n : Durée de la vie du capital en années.

Les coûts des investissements sont ramenés à des annuités sur la base des Hypothèses suivantes ;

*Taux d'actualisation : 08% et 10%.

*Durée d'amortissement pour les conduites : 30 ans

Il est déterminé par la relation suivante :

$$F_{am} = P_{rc} \times A \text{----- (VI-5)}$$

Avec :

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

Tableau VI.1 : présente Annuité résultant de l'amortissement pour 8% et 10%.

Durée d'amortissement	Annuité résultant de l'amortissement	
30 ans	0,08883	0,10608
Taux d'actualisation	08%	10%

VI.1.6. Les frais d'exploitation

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

$$F_{exp} = E \times e \text{----- (VI-6)}$$

Avec :

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

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

e: Prix unitaire d'un Kw imposé par la SONELGAZ. (e = 4,2DA)

VI.1.6.1-Energie consommée par la pompe

L'énergie consommée par la station de pompage est donnée par la formule suivante :

$$E = P \times t \times 365 \text{----- (VI-7)}$$

Avec :E: Énergie totale consommée par la pompe pendant une année (kwh) ;

P: Puissance absorbée (Kw) ;

t: Temps de pompage en (heure) ; dans notre cas t =23h

VI.1.6.2-Puissance des pompes

La puissance absorbée par la pompe est donnée par la formule suivante :

$$P = \frac{g \times Q \times H_{MT}}{\eta} \text{----- (VI-8)}$$

Avec :

P: Puissance absorbée par la pompe (kw) ;

g: Accélération de la pesanteur (m/s²) ;

Q: Débit à refoulé (m³/s) ;

H_{MT} : Hauteur manométrique totale (m);

η : Rendement du pompage (85%).

VI.1.7. Bilan total des frais

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

Le calcul du bilan total des frais est représenté dans l'annexe VI et illustré dans la figure ci-dessous.

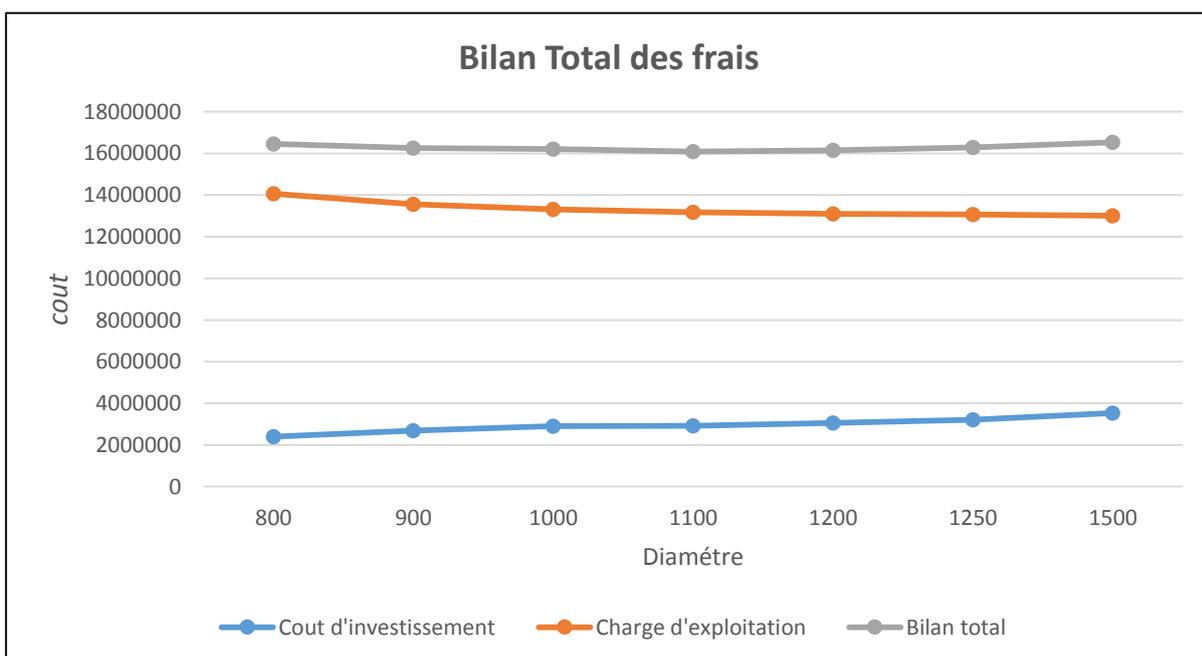


Fig. VI.1. bilan totale des frais.

D'après les résultats de la Figure VI.1 on prend comme diamètre économique $D = 1100$ mm avec les caractéristiques suivantes :

Tableau VI.2 : Caractéristiques de la conduite de refoulement.

Diamètre mm	ΔHL m	HMT m	Puissance kw	Long m	Vitesse m/s	Cout D'investissement DA	Charge D'exploitation DA	Bilan des frais DA
1100	0.591	36.6	429.6	1100	1.008	2922301.7	13171536	16093837.7

VI.2. Détermination la variante de pompage

VI.2.1. Le choix du nombre de pompes principales

A partir des plusieurs variante simulée avec le logicielle caprari, le choix de la variante de pompage la plus adaptée qui fournis un débit de **954.47 l/s** avec un **HMT=36.6 m** et en tenant compte plusieurs critères qui sont :

Nombre de pompes minimales.

Meilleur rendement.

NPSH requis minimum.

Puissance absorbée minimale.

Le nombre de tours par min plus important.

On obtient les variantes suivantes :

Tableau VI.3 : les variantes des pompes.

n	Qtotal (l/s)	HMT (m)	Type de pompe	η (%)	P _{abs} (KW)	Vitesse (tr/min)	(NPSH) _r (m)
(1-2)	-	-	-	-	-	-	-
3	319	36.6	P18C/14-18/55/2B14-	79.1	147	1450	7.28
4	239	37	P16D/10/45/2A	79.6	119	1450	7.77

A partir de ce tableau, on remarque que le choix le plus convenable du point de vue rendement, puissance absorbée, nombre de pompes minimale et le débit maximale et NPSHr minimale c'est l'installation de trois groupes de pompage principaux plus 01 de secoure. Elles ont les caractéristiques suivantes (sont représentées dans la figure suivante):



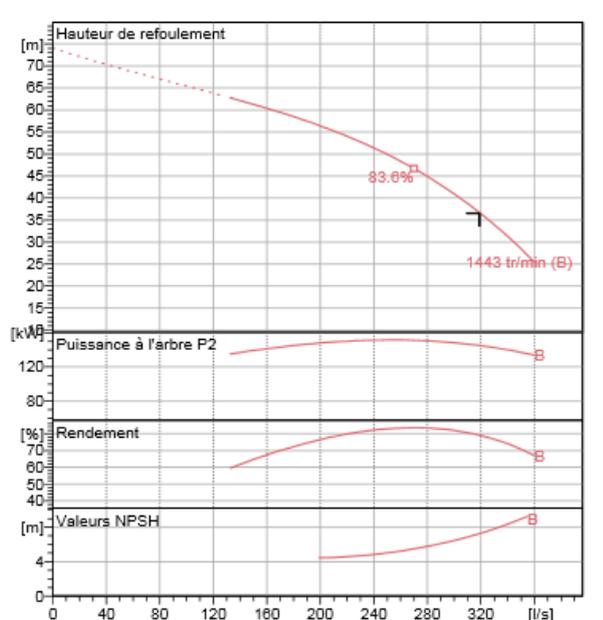
Modena - Italy

COMPANY
WITH QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO 9001

SELECTION INDICATIVE; contacter nos service commerciaux pour un projet complet.

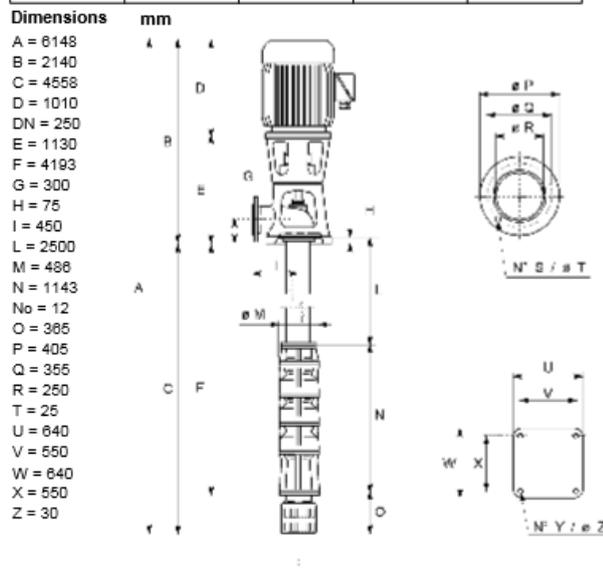
P18C/14-18/55/2B14-18/55	
Caractéristiques requises	
Débit	319 l/s
Hauteur de refoulement	36.6 m
Fluide	Eau potable
Température	20 °C
Type d'installation	Pompe seule
N.be de pompes	1
Caractéristiques de la pompe	
Débit	319 l/s
Hauteur de refoulement	36.6 m
Puissance absorbée	145 kW
Rendement	79.2%
Hauteur manométrique H(Q=0)	74 m
Orif. de refoulement	250 mm
Caractéristiques moteur	
Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	1450 tr/min
Nombre de pôles	4
Puissance nominale P2	160 kW
Courant nominal	- A
Type de moteur	3~
Classe d'isolation	F
Degré de protection	IP 55
Limites opérationnelles	
Démarrages / h max.	20
Température maxi. du liquide pompé	40 °C
Teneur maximum en matières solides	40 g/m ³
Densité max.	0.998 kg/dm ³
Viscosité maxi.	1 mm ² /s
Caractéristiques générales	
Poids	1850 kg

Matériaux	
CONSTRUCTION POMPE	
Corps de pompe	Fonte
Corps d'aspiration	Fonte
Corps d'étagé	Fonte
Roue	Fonte
Bague d'usure	Fonte
Arbre pompe	Acier
Palier	Caoutchouc
LIGNE D'ARBRE	
Tube colonne	Acier
Arbre	Acier
Douille arbre	Acier cromé
Manchons	Acier inox
Roulements	Caoutchouc
GROUPE COMANDE	
Bas	Fonte ou Acier
Lanterne de liaison	Fonte ou Acier
Crépine	Acier galvanisé



Caractéristiques de fonctionnement Courbes des performances indicatives

Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]



Notes:

Date 06.06.2020	Page 1	Offre n°	Pos. N°
--------------------	-----------	----------	---------

PumpTutor Version 2.0 - 05.05.2008 (Build 464)

Fig.

VI.2. Courbes caractéristiques de la pompe type P18C/14-18/55/2B14-18/55(CAPRARI).

VI.3. Protection contre la cavitation

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

La condition suivante doit être vérifiée : **(NPSH)_r < (NPSH)_d**

Avec :

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

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

Dont : $(NPSH)_d = (NPSH)_r + r$ ----- (VI-9)

r : marge de sécurité, r = (0,3 – 0,5) m. On prend : r = 0,5m

$$(NPSH)_d = \frac{p_{at}}{\bar{w}} - \frac{p_v}{\bar{w}} - \sum h_p^{asp} - \frac{V_{asp}^2}{2g} - h_{adm}^{asp} = (NPSH)_r + 0,5$$
 ----- (VI-9')

$$h_{adm}^{asp} = \frac{p_{at}}{\bar{w}} - \frac{p_v}{\bar{w}} - \sum h_p^{asp} - \frac{V_{asp}^2}{2g} - (NPSH)_r - 0,5$$
 ----- (VI-10)

V (m/s): vitesse d'écoulement dans la conduite d'aspiration;

$\frac{p_{at}}{\bar{w}}$: Dépend de l'altitude d'implantation de la station de pompage (voir Tableau VI.4)

$\frac{p_v}{\bar{w}}$: dépend de la température du liquide pompé (voir Tableau VI.5)

Tableau VI.4 : Pression atmosphérique en fonction de la côte.

H (m)	- 50	0	100	300	500	1500	2000
$\frac{p_{at}}{\bar{w}}$ (m)	10.86	10.33	10.2	10.06	9.7	8.6	8.4

Tableau VI.5 : Pression de vapeur en fonction de la température

T (°C)	5	10	20	30	40	50	80	100
$\frac{p_v}{\bar{w}}$ (m)	0.09	0.12	0.24	0.43	0.75	1.25	4.82	10.33

On a :

(NPSH_r) : Déterminé graphiquement égal à 7. 28m

La côte de la station de pompage est de 128 m NGA.

$\frac{p_{at}}{\bar{w}} = 10.17$ m.

La température ambiante est considérée égale à 20°C donc = 0.24 m.

Avec :

$$V_{asp} = \frac{4.Q}{\pi.D_a^2} = \frac{4.0.95747}{3,14.0,250^2} = 19.5m/s$$

Calcul des pertes de charge d'aspiration :

Δh_p^{lin} : Pertes de charge linéaires (m) ; elle est selon Darcy-Weisbakh) :

$$\Delta h_p^{lin} = \frac{8 \times \lambda \times L \times Q^2}{\pi^2 \times g \times D^5}$$

g : Accélération de la pesanteur (m/s^2) ;

Q : Débit à refouler (m^3/s) ;

L : longueur géométrique de la conduite (m) ;

λ : Coefficient de frottement qui est en fonction de la rugosité de la paroi interne de la conduite et du régime d'écoulement,

Formule de Nikuradzé :
$$\lambda = \left(1.14 - 0.86 \times \ln \frac{\varepsilon}{D}\right)^{-2}$$

On a $D = 250$ mm et $Q = 0.95747 m^3/s$

Donc $\lambda = 0.017$

$$\Delta h_{linasp} = \frac{8 \times 0.017 \times 0.5 \times 0.95747^2}{\pi^2 \times g \times 0.25^5} = 0.66 \text{ mce.}$$

$$\Delta h_{totasp} = 1.1 \times \Delta h_{linasp} = 0.724 \text{ mce}$$

$$h_{adm}^{asp} = \frac{p_{at}}{\bar{w}} - \frac{p_v}{\bar{w}} - \sum h_p^{asp} - \frac{V_{asp}^2}{2g} - (NPSH)_r - 0,5$$

$$h_{adm}^{asp} = 10.17 - 0.24 - 0.724 - 1 - 7.28 - 0.5 = 0.426 \text{ m.}$$

Donc:

$$(NPSH)_d = \frac{p_{at}}{\bar{w}} - \frac{p_v}{\bar{w}} - \sum h_p^{asp} - \frac{V_{asp}^2}{2g} - h_{adm}^{asp} \quad (NPSH)_d = 10.17 - 0.24 - 0.724 - 1 - 0.426 = 7.78 \text{ mce} > 7.28 \text{ mce}$$

D'où : La condition $(NPSH)_d > (NPSH)_r$ est vérifiée

Donc on peut dire que notre pompe **P18C/14-18/55/2B14-18/55** est protégée contre le risque de cavitation.

VI.5. Réservoirs de compensation

VI.5.1. Description des réservoirs de compensation

Le réservoir RE est dimensionné pour stocker le volume des besoins d'irrigations des deux heures de pointe d'énergie.

La capacité de stockage du réservoir de compensation sera définie par la formule suivante :

$$V = Q * T \text{ ----- (VI-11)}$$

Avec :

Q : Débit de pointe en m^3/s .

T : Heures de pointe en seconde ≈ 2 heures.

Les volumes de ces réservoirs sont regroupés dans le tableau n°8.7, présenté ci-dessous :

Tableau VI.6 : Capacité de rétention des réservoirs.

DESIGNATION	Réservoir RE
Débit de pointe (l/s)	957.47
Capacité de stockage (m3)	6893.784
Capacité de stockage retenue (m3)	6900,00

Conclusion

À travers ce chapitre, nous avons cité les différents moyens Pour assurer une bonne gestion et exploitation de la station de pompage SPE.

La hauteur de refoulement et le débit est élevés, sont les paramètres de base sur lesquels repose la conception de la station de pompage, tant au niveau de l'ouvrage de génie civil qu'à celui des équipements hydromécaniques.

Les groupes électropompes choisis sont à axes verticaux et corps immergés, fonctionnant en parallèle. Ce choix offre un encombrement plus réduit que les pompes à axes horizontaux et permettent une manutention facile.

Le logicielle **CAPRARI** c'est le moyen utiliser pour le choix Le nombre de quatre 4 pompes installer (03 en service et 01 de secours) dans notre projet, paraissant excessif, pourrait être réduit, si nous disposions de catalogues spécialisés ou le site de KSB POMPES dans le choix des grandes pompes.

Le volume d'eau nécessaire pour satisfait l'irrigation de notre secteur est de 957.47 l/s pour cela on va choisir la conception d'un réservoir (circulaire ou rectangulaire) d'un volume 6900,00 m3.

CHAPITRES VII :

***ETUDE COMPARATIVE A LA
PARCELLE***

Introduction

Le but de Ce chapitre a fait l'objet d'une étude d'équipement par deux (02) systèmes d'irrigation : aspersion classique et la micro irrigation (goutte à goutte) appliquée sur un type de parcelle de 03 ha afin de retirer la meilleure variante, du point de vu technico-économique.

VII.1. Choix de la culture à arroser

Afin d'assurer le maximum d'économie d'eau et pour ne pas pénaliser l'agriculteur et lui laisser un certain degré de liberté pour le choix de ces cultures, nous retiendrons la pomme de terre d'arrière-saison comme étant la culture la plus propice pour le dimensionnement du réseau, dont ses besoins nets en eau du mois de pointe, sont de l'ordre de **108.78 mm**. Le débit fictif continu est de l'ordre de **0,65 l/s/ha** pour une durée d'irrigation de **27 jours par mois** pendant **20 heures d'irrigation par jour** et avec **une efficacité de 0,75**.

VII.2. Caractéristiques de la parcelle à équiper :

Cordonnées de la parcelle : Oum Drou

$$X=35750 \text{ m}$$

$$Y=396450 \text{ m}$$

Débit de la borne N°01=9.23 l/s

Surface de l'îlot 01 S=8,52 ha

Surface de la parcelle Sp=3 ha

Type de culture=Pomme de terre arrière-saison=pt

Besoins du mois de pointe Bmp=108.78 mm mois de juillet.

Longueur L=200m

Largeur b=150m

Nombre de jours/mois de pointe Nj=27 jours

Coefficient de la couverture de sol Cs (pt)=80%=0,80

Nombre d'heures d'irrigation/jours T=20 heures

Humidité de sol à la capacité de rétention Hcc =27%.

Humidité de sol au point de flétrissement Hpf=16%.

Degré de tarissement e=2/3%=0,67

Profondeur de la zone racinaire Z= (0,3-0,5) = 0,5m = 500 mm

Vitesse de filtration K =3,21 cm/h=32,1 mm/h

Densité apparente DA de [30-50 cm] =1.35.

Texture=Argilo-limoneuse.

Efficacité d'irrigation Eas=75%=0,75.

Du tableau 8.3:

Débit du distributeur (goutteur) de $Q_d = 2(1/h) = 0,0006$ l/s

Espacement entre distributeurs (goutteurs) $S_d = 1$ m

Espacement entre plantes $S_d = 0,8$ m

Espacement entre rampes $S_l = 0,8$ m

Le taux du sol humidifié $P = 100\%$

Rendement hydraulique $\mu = 90\% = 0,9$

Coefficient d'uniformité $CU = 90\% = 0,9$

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

S_h : Largeur de la bande humidifiée = 0.5m

K_c : COEF CULTURAL = 0.75

$E_{to} = 4.14$ mm/j

VII.3. Interprétation des résultats

Les résultats des coûts d'équipements de la parcelle de 03 ha retenus, voir détaillé dans l'annexe V, par ces deux systèmes d'irrigation (aspersion classique et goutte à goutte), sont récapitulés dans le tableau 8.2.

Tableau VII.2 : Récapitulatif des coûts d'équipements des îlots type retenus à l'hectare.

Ilot N°	Surface (ha)	Coût d'équipement de l'îlot type (DA)		Coût d'équipement à l'hectare (DA/ha)	
		Système localisé	Système aspersion	Système localisé	Système aspersion
01	3,00	545388.516	287641.2	181796.172	95880.4

Après l'analyse multicritères des deux modes d'irrigation, il ressort du tableau n° 8. 4 que :

*les Parcelle type de tailles d'environ trois (03) hectares pourront être équipées par le système d'irrigation localisée (goutte à goutte). Mais l'équipement par le système d'irrigation par aspersion c'est la meilleure variante du point de vu technico-économique. Car l'équipement de ce type de parcelle par l'irrigation localisée engendrera des coûts d'investissement supplémentaires.

Conclusion

Ce chapitre, a porté sur l'étude d'une parcelle de 03 hectares qui est représentative des parcelles de même superficie de la zone d'étude.

Deux systèmes d'irrigation : l'aspersion classique (rampes mobiles) et l'irrigation localisée (goutte à goutte), ont été retenus.

Les résultats des coûts d'équipement à l'hectare des parcelles de types 03 ha retenus dans cette étude, montrent :

*la possibilité d'équipement des îlots, par le système localisé (goutte à goutte), bien qu'il engendre des coûts d'investissements supérieurs à ceux générés par le système d'aspersion classique, car nous prévoyons que ces suppléments soient amortissables pour ce type de parcelle, vu la durée de vie indéterminée des dérivés plastiques constituant le système d'irrigation localisée.

*la nécessité d'équipement des îlots, par l'aspersion classique (rampe mobile), car les coûts d'investissements du système d'irrigation localisée sont très importants et ne sont pas à la portée des agriculteurs.

De l'étude agro-socioéconomique, nous constatons que l'insuffisance et les procédures relatives aux crédits d'investissements pour l'achat des équipements d'irrigation, constituent l'une des principales difficultés que les agriculteurs du périmètre vont affronter dans les périodes à venir lors des premières années d'exploitation du périmètre Oum Drou.

CHAPITRE VIII :
EVALUATION ECONOMIQUE DU
PROJET

Introduction

Après l'étude technique de la variante adoptée, il est nécessaire de faire une estimation économique du projet, dans ce présent chapitre dont la première partie qui nous permettra de définir les aménagements connexes à prévoir dans la zone de projet, tandis que, la seconde partie intervient sur l'estimation le coût de l'aménagement qui englobe, en général, tous les prix des équipements hydrauliques et hydromécaniques à utiliser ou à mettre en place .

VIII.1. Les aménagements connexes

VIII.1.1. Accès

La zone de projet est desservie par des ensembles des infrastructures routières (routes goudronnées, chemin de fer, etc.). Telle que le périmètre est longé par la RN 4 reliant Alger à Oran. Ces routes existantes sont permises l'accès direct aux exploitations.

VIII.1.2. Pistes

Cette partie du projet comprend **4.2 km** de pistes principales et **9.1 km** de pistes secondaires.

Tableau VIII.1 : Travaux de pistes envisagés dans le Secteur 05 (Oum Drou)

Pistes	Pistes principales (km)		Pistes secondaires (km)	
	EXISTANTE	PROJETE	EXISTANTE	PROJETE
SECTEUR 5	2,0	2,2	2,7	6,4

VIII.1.3. Brises vent

La brise vent à prévoir, est composée d'une rangée d'arbres d'espèces indigènes à croissance rapide, avec un intervalle entre les arbres de 1m. Sur le littoral, nous utilisons souvent le Tamaris, les Graminées et temporairement : le roseaux et seigle.

Les caractéristiques du profil en travers sont indiquées dans la figure VIII.1 :

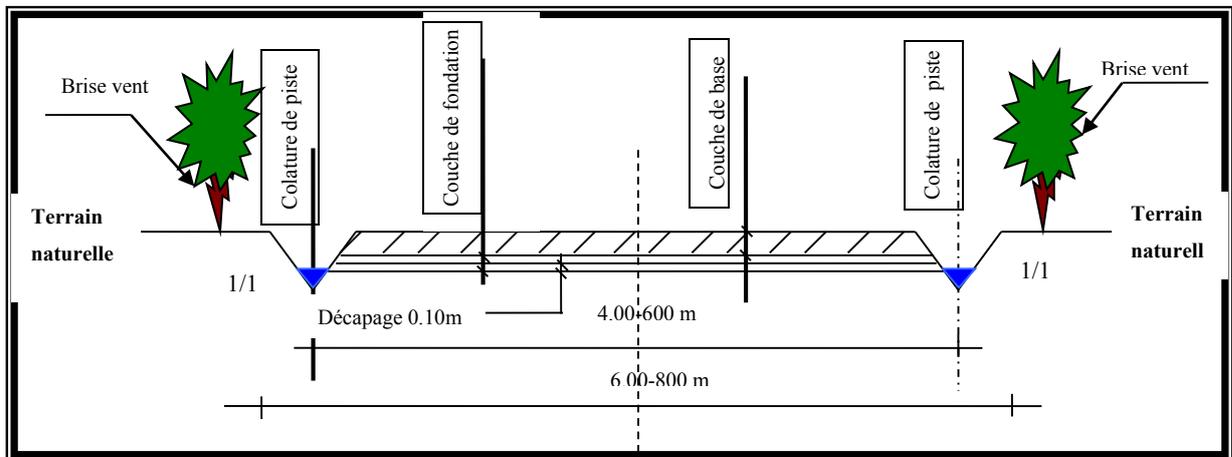


Fig. VIII.1. Profil en travers type de la piste à projeter.

VIII.2. Evaluation des coûts des investissements

VIII.2.1- Conduites d'adduction

Les frais d'investissement sont **2 488 288.14 DA** ventilés selon le tableau VIII.4, présenté ci-dessous :

Tableau VIII.2 : Estimation du coût de pose de canalisation de l'adduction.

Désignation des travaux	Unité	Quantité (m ³)	Prix unitaire (DA)	(Montant DA)
1) déblai et remblai	m3	6341.14	300	1902342
2) lit de sable	m3	280.5	800	224400
Total (HT) 1				2126742
TVA (17%)				361546.14
Montant TTC				2 488 288.14

VIII.2.2- Conduites de distribution

Les frais d'investissement pour la réalisation du réseau de distribution de périmètre Oum Drou, sont de **12 086 007.6 DA**, ventilés selon le tableau ci-dessous

Les Calcul des volumes des travaux de distribution donnée dans le tableau ci-dessous.

Tableau VIII.3 : Coût d'investissement du réseau de distribution.

Désignation des travaux	Unité	Quantité (m ³)	Prix unitaire (DA)	(Montant DA)
1) déblai	m3	15592.33	300	4677699
2) lit de sable	m3	1949.04	800	1559232
3) remblai	m3	13643.3	300	4092990
TOTAL (HT) 1				10329921
TVA (17%)				1756086.57
Montant TTC				12 086 007.6

VIII.2.3. la station de pompage

Tableau VIII.4 : caractéristiques de la SPE.

Nbre de jours de pompage/mois	30jours
Débit nominal de la station de pompage SPE	957.47 l/s
Puissance absorbée par SPE	3*147 KW
Puissance installée à SPE	450 KW

Tableau VIII.5 : Coût d'investissement de la station de pompage.

Désignation	Coûts (DA)		Coûts total (DA)
	Investissements		
	Génie civil	Equipements	
Section 1	1 752 200	65138	1 817 337

VIII.2.4. Le réservoir

Les coûts de réalisation et d'acquisition des équipements des réservoirs sont évalués par la figure, à **17 024 110 DA**. Voir ci-dessous.

Tableau VIII.6 : Coût d'investissement des réservoirs.

Désignation	Réservoir RE
Débit de pointe (l/s)	957.47
Capacité de stockage (m3)	6893.784
Capacité de stockage retenue (m3)	6900,00
Coûts d'investissement (DA)	17 024 110

VIII.2.5. Les aménagements connexes**VIII.2.5.1 -Pistes et accès**

Les investissements de réfection et d'ouverture de piste sont de 8 556 000DA, répartis selon le tableau suivant :

Tableau VIII.7 : Coût d'investissement des pistes et accès.

Pistes	Nature des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant DA
Oum Drou	Réfection de pistes existantes principales	ml	2000	165	330000
	Réfection de pistes existantes secondaires	ml	2700	156	421200
	Réalisation de pistes principales	ml	2200	960	2112000
	Réalisation de pistes secondaires	-	6400	752	4812800
	Réalisation piste d'adduction SPE-RE	ml	1100	800	880000
Total de pistes = 8 556 000 DA					

VIII.2.5.2 –Brises vent

Les brise-vent à prévoir, est composé d'une rangée d'arbre d'espèces indigènes à croissance rapide, avec un intervalle entre les arbres de 1,5m, dont la réalisation

Les investissements de la réalisation des brises vent sont de l'ordre de 1 562 000DA. Voir tableau ci-dessous.

Tableau VIII.8 : investissements de la réalisation des brises vent.

Réalisation d'un réseau de brise vent				
Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Prix total (DA)
Arbre	Km	110	132 000	352000
Total				1 562 000

VIII.3. Cout total des aménagements projetés

Le coût global des aménagements prévus dans le périmètre d'OUM Drou (secteur 05 Moyen Chélib) est de l'ordre de **44 711 737 DA**.

Tableau VIII.9 : Récapitulatif des coûts d'investissements du périmètre.

ZONE	Catégorie d'investissement	Coûts des Investissement (DA)
(Secteur 05) Oum Drou	Réseau de distribution	12 086 008
	Réseau d'adduction	2 488 289
	Station de pompage SPE	1 817 330
	Réservoir RE	17 024 110
	Pistes et accès	8 556 000
	Brises vent	1 562 000
Totaux		44 711 737

Conclusion

Après avoir défini les principaux ouvrages connexes à prévoir, nous constatons que le périmètre de Oum Drou est doté d'un réseau de routes et d'accès assez dense, permettant le démarrage des travaux avec quelques réfections et réhabilitations des pistes pour garantir un bon déroulement, contrôle et suivi des travaux.

L'horizon de l'exploitation optimale du périmètre d'irrigation, dépendra des modalités et des délais dans lesquels seront réalisés :

- les ouvrages de mise en valeur au niveau publique et privé,
- le fonctionnement de l'organisme chargé de la gestion du périmètre,
- les activités d'assistance technique et de formation professionnelle de l'agriculteur,

Ces éléments dépendent de la disponibilité de financements et de la capacité de fonctionnement des administrations publiques intéressées, ainsi que le degré de réponse et de l'intérêt témoigné par l'agriculteur.

Le devis estimatif et quantitatif de notre projet d'aménagements hydro-agricole du périmètre d'Oum Drou est estimé à **44 711 737 DA**, en lettres est : **Quarante-quatre millions sept cent onze mille sept cent trente-sept dinars algériens** englobe, en général, les prix d'investissement de la conduite d'adduction, le réseau de distribution, la station de pompage, le réservoir et les aménagements connexes.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

En conclusion générale, cette étude a permis d'abord de faire une étude d'aménagement hydro-agricole du périmètre d'irrigation (secteur d'Oum Drou) de la plaine Moyen Cheliff d'une superficie 1000 ha, soit l'analyse des conditions naturelles de la zone d'étude, la production végétale et animale de la situation de référence, les besoins en eau des cultures, la répartition culturale et l'occupation du sol, ainsi que le dimensionnement des Ouvrages. Sont très liées à l'étude de schéma d'aménagement hydroagricole du périmètre contrôlée.

L'étude du climat (précipitation-température), montre que notre région est caractérisée par un climat aride ; avec un sol de texture moyenne, non salé avec une quantité de matière organique moyenne.

L'étude hydrologique nous permet de choisir la série pluviométrique annuelle qu'on doit prendre pour le calcul. Et l'analyse de l'eau d'irrigation indique que l'eau utilisée est acceptable.

Les caractéristiques physiques, pédologiques et les conditions agro-socioéconomiques de l'aire du périmètre Oum Drou, sont très favorables à la mise en irrigué. Actuellement l'irrigation est assurée principalement par le barrage de sidi-yaccoub. Prochainement la ressource principale en eau, sera acheminée à partir du barrage d'Oum Drou. . Et l'analyse de l'eau d'irrigation indique que l'eau utilisée est acceptable avec un bon drainage du sol pour éviter le risque de salinisation.

Sur la base du plan cultural projeté et du nombre de modèles d'assolements définis par zones, les besoins en eau calculés sont de l'ordre de 5.33 Hm³, valeur qui permettra aux exploitants de diversifier et d'intensifier les spéculations agricoles

La desserte du périmètre étudié sera assurée par un réseau de distribution touchant une superficie de 1000 ha. Il est constitué de conduites enterrées en acier, en amiante ciment et en béton précontraint ca dépend de la disponibilité dans le marché, et équipé de bornes d'irrigation dont la majorité a une pression minimale de 25.38m (2.538 bars) ce qui permettra aux agriculteurs de pratiquer les nouvelles techniques d'irrigation.

L'étude comparative entre les modes d'irrigation, nous a montré que le système goutte à goutte est le plus convenable pour les vergers, la vigne et le maraîchage, dont la superficie de l'exploitation n'excède pas les trois (03) hectares. Au-delà de cette grandeur, l'aspersion classique pour les cultures : céréales, fourrages et pomme de terre, est recommandée.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES bibliographIQUES

- APD –MC-ZB. (2004).** Avant-Projet Détaillée du périmètre Moyen Chélif la zone B.
- AYERS, R.S., WESTEOT, D.W. (1983).** Qualité des eaux d'irrigation. Bulletin de la FAO n°29. Rome, Italie.
- BOULAIN, J. (1957).** Etude Les sols des plaines du Cheliff. Thèse Doctorat, Alger.
- CLEMENT, R., GALAND, A. (1979).** Irrigation par aspersion. Paris, France.
- DOORENBOS, J, PRULTT, W.O. (1981).** Les besoins en eau des cultures Bulletin de la FAO n°24. Rome, Italie.
- DRIAI, N. (1990).** Contribution à l'étude de l'irrigation du périmètre d'Oued Sly (Secteur 7) Moyen Cheliff. Thèse D'ingénieur en Hydraulique. Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique. Blida, Algérie.
- ELMEDDAHI, Y. (2009).** Contribution à l'étude hydrogéologique des réservoirs aquifères du bassin du Moyen Cheliff, Mémoire de Magister. Université Hassiba Ben Bouali. Chlef, Algérie.
- HENNIA. (2007).** Contribution à la gestion qualitative des eaux souterraines dans les zones semi -arides, Application au moyen Cheliff occidental. Thèse de Magister, université Hassiba Ben Bouali.
- KHAMIS, F. (2016).** Irrigation du périmètre d'Ouled Ben Abdelkader (W. CHLEF) d'une superficie de 167 ha à partir de barrage Sidi Yakoub.
- KIRECHE (1977).** Etude géologique des bassins Cheliff.
- KULKER, S.A., MICHEL, N., ROBERT, D.T. (1989).** La Maîtrise de l'irrigation sous pression. Paris, France.
- MATTAUER (1958).** Etude géologique de l'Ouarsenis oriental (Algérie). Thèse Es-science, Paris.
- MOKADAM, M. (2016).** Contribution à l'étude de la dépollution de l'Oued Cheliff. Thèse de Doctorat USTO. Algérie.
- ONID.** La situation socio-économique de la wilaya de chlef (Document).
- ORAZIO, L., DESTRI, N. (1992).** Conception et évaluation des méthodes d'irrigation localisée basse pression -Istituto Agronomico Mediterraneo. Bari, Italie.
- OUAKLI, K. (2008).** Etude technico-économique d'agronomie dans la vallée de Chélif. Thèse de Doctorat. Ecole nationale supérieure d'agronomie. Alger, Algérie.
- PERRODON, A. (1957).** Etude géologique des bassins néogènes sublittoraux de l'Algérie occidentale.
- SARI, A. (2012).** Livre d'Hydrologie de surface Cours et TD ENSH.
- THOURYA, E. (2005).** Etude et analyse de la gestion de l'eau à usage agricole du moyen chélif.
- VERMEIREN, L., JOBLING, G.A. (1983).** L'irrigation localisée : calcul, mise en place, exploitation, contrôle de fonctionnement Bulletin FAO n°36. Rome, Italie.

ANNEXES

Annexes 01

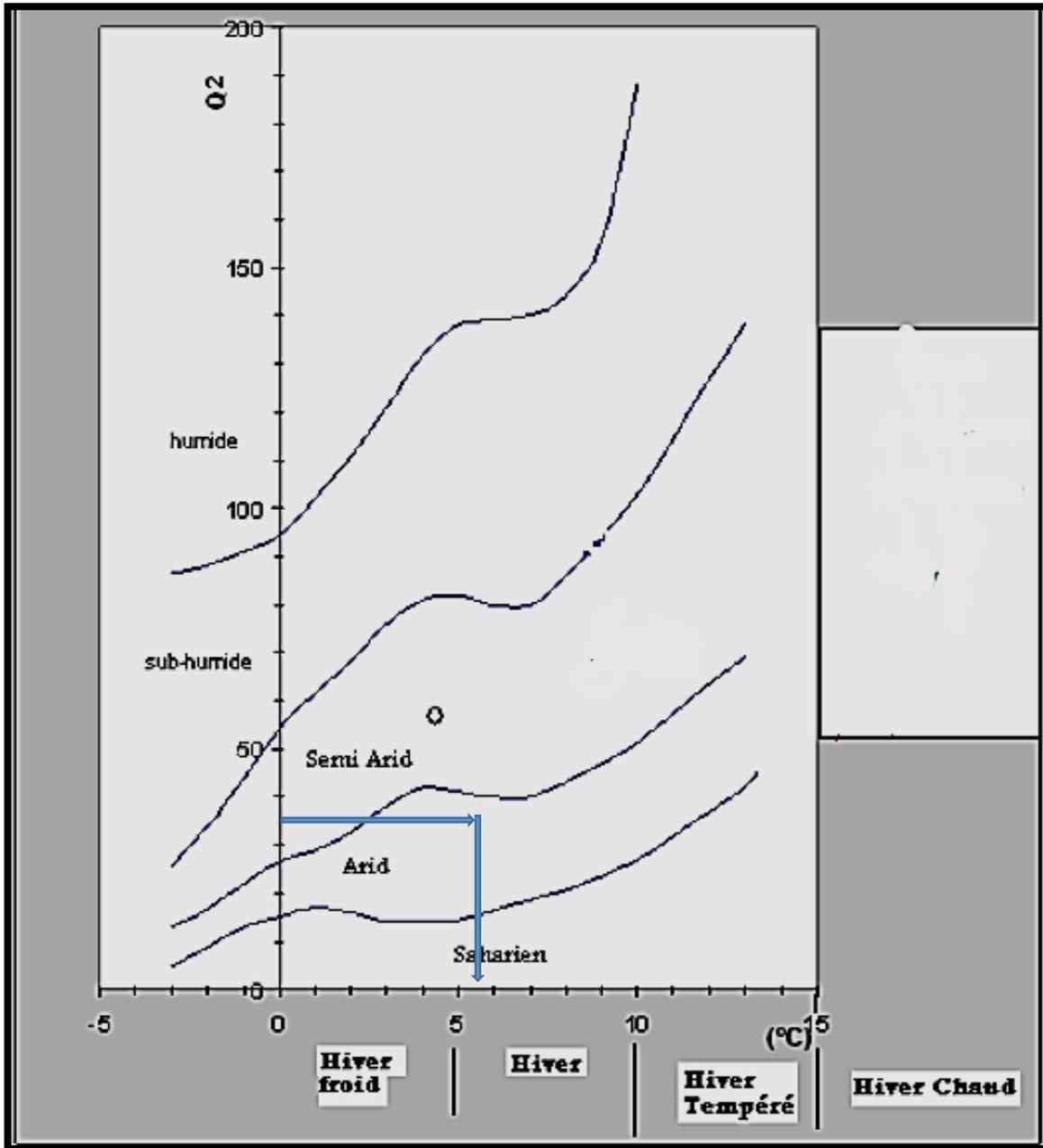


Fig. 1-le diagramme bioclimatique d'EMBERGER.

Tableau 1 : Classification des zones homogène du périmètre moyen Chéleff

Source : ONID Chlef.

ZONE	LOCALISATION	CARACTERISTIQUES	APTITUDES
1= Alluvion récentes profondes, non salées de texture équilibrée.	Le long des principaux Oueds. Alluvio-alluviales de la plaine des MEDJADJAS .	Texture limono argileuse a argilo limoneuse. Plus grossier dans les zones d'épandage, éventuellement quelques tracer d'hydromorphie ou salinité en profondeur . Bonne perméabilité CE<2mmhos/cm en surface	Toutes cultures adaptées aux conditions climatiques
2= Alluvions récentes de texture fine l'égerment salées et/ou tirsifiées	Zones représentées sur l'ensemble du périmètre. Mais surtout dans la plaine d'Ch-Chleff, (à l'exclusion de la plaine des MEDJADJAS)	Texture argilo limoneuse en rive gauche de la plaine d'Ech-Chleff le caractère salin est net en profondeur. En rive droite s'y ajoute le caractère vertique . Ces sols présentent souvent des horizons drainant au delà d'un mètre CE<4mmhos/cm.	Toutes cultures adaptées aux conditions climatiques si on dispose de la maîtrise des eaux .
3= Alluvions récentes et anciens fortement tirsifiées.	Disséminées dans tout le périmètre Abondantes en rive droite de la plaine d'Ech-Chleff (confluent Ouahrane-Cheliff). autor de la cuvette de Boukader. Dans les zones de piémont (plaine d'Oued Fodd) et dans la partie orientale de la plaine des MEDJADJAS ;	Texture argilo limoneuse. Structure très grossier avec faces vertique des 40ou50 cm de profondeur. CE<4mmhos/cm sur alluvions récentes(confluent Ouahrane-cheliff).elle s'accroît avec la profondeur . Très faible porosité et très faible perméabilité .	Cultures adaptées aux sols lourds:Riz,Céréales(orge,blé) cultures fourragères (vesce avoine). Cultures maraîchers éventuelles (choux,sur les sols moins lourds,pastique et melons) .
4= Alluvions salées	Confluent des Oueds Sly et Cheliff. Piémont Nord-ouest de la plaine d'Ech-Chleff (souala) Plaine de plaine de Bir-Saf-Saf.	Texture équilibrée. 4<CE<7mmhos/cm dès la surface. croissant en profondeur. Localement argileuse(Bir-Saf-Saf)	Cultures adaptée aux sols salés : Coton, Sorgho fourrage, Orge, radis épinard, carotte. Luzerne sauf sur terres trop lourdes
5= Alluvions fortement salées et tirsifiées.	Exclusivement observées dans la plaine de Boukader .	Texteure argileuse à très argileuse. Nombreuses faces vertique des 4 cm. Porosité très faible dès que le réseau de fentes de retrait est refermé .CE>7mmhos/cm	-Riz Certaines cultures fourragères irriguées après dessellage et expérimentation
6= Alluvions anciennes et sole de piémont Non tirsifiées.	Périphérie des plaines d'Ech-Chleff , Ouled farres et d'Oued Fodda Majorité des sols de la plaine des MEDJADJAS et des extensions Este Ouest	Sols de texture argilo limoneuse à argileuse. Bien structurés Drainage externe facilité par la pente naturel . Bonne perméabilité Zones moins sensibles aux gelées	Toutes cultures adaptées aux conditions climatiques
7= Sols sur croûtes et encroûtements Calcaires	Exclusivement sur les bordures du périmètre et dans la plaine des MADJADJAS.	Sols de texteure argilo limoneuses à argileuse. Bien structurés Présentant des accumulations Calcaires vers 50cm	Cultures céréalières et fourragères Arboriculture peu sensible au calcaire actif Cultures maraîchères

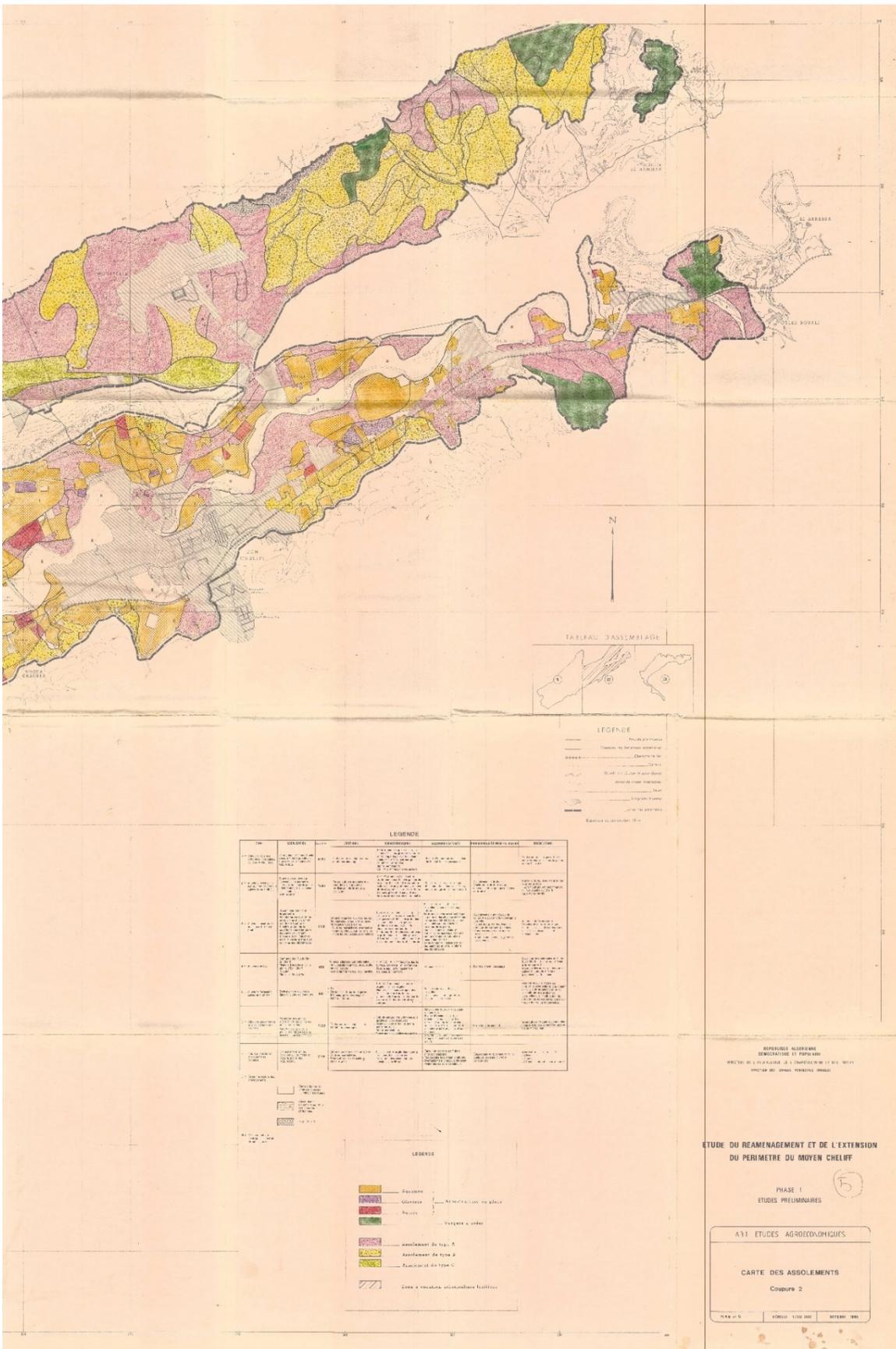


Figure 02 : Les zones homogènes du Moyen Chélif et l'Occupation du sol (O.N.I.D)

Tableau 2 : Résultats L'Analyse de l'eau brute de l'Oued Chélif (la station de pontéba)

Elément	Unité	Numéro de campagne						Moyenne
		1	2	7	8	9	10	
T° de l'air	°C	21.5	22.5	14	14	18	17	17.83
T° de l'eau	°C	20	19	9	10	12	13	13.83
O ₂ dissous	Mg/l	-	-	-	8.3	10	13	10.43
Conductivité	mmhos/cm	1.4	2.07	2.40	1.02	1.74	1.94	1.76
Calcium	mg/l	113	116	176	79	155	101	123.33
Magnésium	mg/l	33.5	66	59	61	55	87	60.25
Sodium	mg/l	90	185	180	92	173	184	150.66
Potassium	mg/l	2	6	4	4	5	10	5.16
Chlorures	mg/l	170	350	285	134	285	355	263.16
Sulfates	mg/l	290	413	438	250	317	288	332.66
Carbonates	mg/l	250	143	317	307	251	221	248.16
pH	-	8	7.6	7.6	8.2	8.4	7.7	7.91
MES	mg/l	-	15	-	542	86	135	194.5
Turbidité	NTU		1.7		533	80.2	125.3	185.05
Nitrites	mg/l	0.014	0.43	0.35	0.7	0.5	0.6	0.43
Ammonium	mg/l	2.5	1.3	5.51	0.58	2	0.4	2.04
DCO	mg/l	20	27.5	64	30	90	50	46.91
DBO	mg/l	-	2.3	9	8	25	14	11.66
Phosphates	mg/l	0.24	0	0	0.12	0.82	0.28	0.243

(Source : Le laboratoire de chimie de la Direction Régionale Centre d'ANRH à Blida).

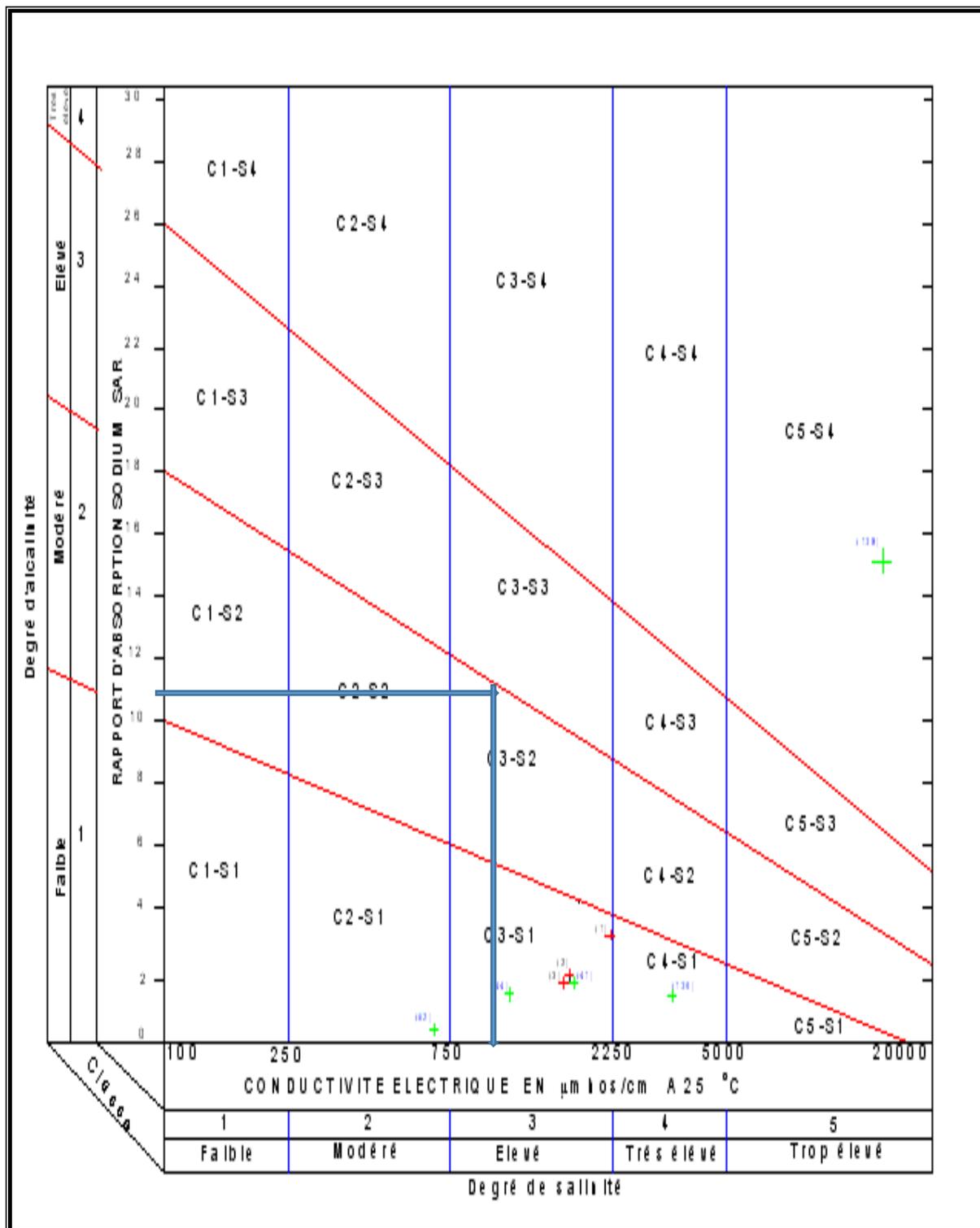


Figure 03 : diagramme de classification des eaux d'irrigation

Annexe 2

Tableau 01 : Test de Wilcoxon pour la station d'Oum Drou Barrage, code (012225)

Rang	Série d'origine P (mm)	Série X (mm)	Séries-Y (mm)	TRI (mm)	X Union Y
1	107.5	107.5	436.9	107.5	X
2	256.3	256.3	348.8	199.7	X
3	472.9	472.9	354.3	251.8	X
4	380.1	380.1	451.9	256.3	X
5	411.1	411.1	513.1	282.1	X
6	251.8	251.8	582	323.7	X
7	199.7	199.7	428.7	348.8	Y
8	405.9	405.9	399.2	354.3	Y
9	323.7	323.7	575.8	357	X
10	357	357	373.1	373.1	Y
11	438.8	438.8	-	380.1	X
12	282.1	282.1	-	399.2	Y
13	436.9	-	-	405.9	X
14	348.8	-	-	411.1	X
15	354.3	-	-	428.7	Y
16	451.9	-	-	436.9	Y
17	513.1	-	-	438.8	X
18	582	-	-	451.9	Y
19	428.7	-	-	472.9	X
20	399.2	-	-	513.1	Y
21	575.8	-	-	575.8	Y
22	373.1	-	-	582	Y

Tableau 02 : Test de Wilcoxon pour la station d'Oued Fodda Barrage, code (012208)

Rang	Série d'origine P (mm)	Série X (mm)	Séries-Y (mm)	TRI (mm)	X Union Y
1	315.2	315.2	601.9	110.9	X
2	347.8	347.8	539.3	196.4	X
3	256.2	256.2	557.5	217.5	X
4	508.4	508.4	451.8	256.2	X
5	110.9	110.9	591.7	291.9	Y
6	318.4	318.4	384.9	315.2	X
7	196.4	196.4	365.6	318.4	X
8	387.8	387.8	291.9	323.6	X
9	393.2	393.2	391.4	347.8	X
10	217.5	217.5	732.6	365.6	Y
11	323.6	323.6	371.4	371.4	Y
12	443	443	-	384.9	Y
13	601.9	-	-	387.8	X
14	539.3	-	-	391.4	Y
15	557.5	-	-	393.2	X
16	451.8	-	-	443	X
17	591.7	-	-	451.8	Y
18	384.9	-	-	508.4	X
19	365.6	-	-	539.3	Y
20	291.9	-	-	557.5	Y
21	391.4	-	-	591.7	Y
22	732.6	-	-	601.9	Y
23	371.4	-	-	732.6	Y

Tableau 03 : Test de Wilcoxon pour la station de Chlef Centre, code (012219)

Rang	Série d'origine P (mm)	Série X (mm)	Série Y (mm)	TRI (mm)	X Union Y
1	345.2	345.2	378.8	165	X
2	259	259	301.6	203.1	X
3	203.1	203.1	383.1	252.2	X
4	165	165	492.1	259	X
5	282.8	282.8	507	271.2	X
6	491.8	491.8	403.5	275.8	X
7	350.5	350.5	399.7	282.8	X
8	396.4	396.4	289.3	289.3	Y
9	271.2	271.2	315.2	300.4	Y
10	368.7	368.7	303.5	301.6	Y
11	275.8	275.8	565.3	303.5	Y
12	347	347	300.4	315.2	Y
13	342.1	342.1	-	342.1	X
14	252.2	252.2	-	345.2	X
15	378.8	-	-	347	X
16	301.6	-	-	350.5	X
17	383.1	-	-	368.7	X
18	492.1	-	-	378.8	Y
19	507	-	-	383.1	Y
20	403.5	-	-	396.4	X
21	399.7	-	-	399.7	Y
22	289.3	-	-	403.5	Y
23	315.2	-	-	491.8	X
24	303.5	-	-	492.1	Y
25	565.3	-	-	507	Y
26	300.4	-	-	565.3	Y

Tableau 05 : les valeurs de khi carré.

P γ	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	9.803	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
10	4.865	9.342	11.781	13.442	15.987	18.307	21.161	23.209	29.588
11	5.578	10.341	12.899	14.631	17.275	19.675	22.618	24.725	31.264
12	6.304	11.340	14.011	15.812	18.549	21.026	24.054	26.217	32.909
13	7.042	12.340	15.119	16.985	19.812	22.362	25.472	27.688	34.528
14	7.790	13.339	16.222	18.151	21.064	23.685	26.873	29.141	36.123
15	8.547	14.339	17.322	19.311	22.307	24.996	28.259	30.578	37.697
16	9.312	15.338	18.418	20.465	23.542	26.296	29.633	32.000	39.252
17	10.085	16.338	19.511	21.615	24.769	27.587	30.995	33.409	40.790
18	10.865	17.338	20.601	22.760	25.989	28.869	32.346	34.805	42.312
19	11.651	18.338	21.689	23.900	27.204	30.144	33.687	36.191	43.820
20	12.443	19.337	22.775	25.038	28.412	31.410	35.020	37.566	45.315
21	13.240	20.337	23.858	26.171	29.615	32.671	36.343	38.932	46.797
22	14.041	21.337	24.939	27.301	30.813	33.924	37.659	40.289	48.268
23	14.848	22.337	26.018	28.429	32.007	35.172	38.968	41.638	49.728
24	15.659	23.337	27.096	29.553	33.196	36.415	40.270	42.980	51.179
25	16.473	24.337	28.172	30.675	34.382	37.652	41.566	44.314	52.620
26	17.292	25.336	29.246	31.795	35.563	38.885	42.856	45.642	54.052
27	18.114	26.336	30.319	32.912	36.741	40.113	44.140	46.963	55.476
28	18.939	27.336	31.391	34.027	37.916	41.337	45.419	48.278	56.893
29	19.768	28.336	32.461	35.139	39.087	42.557	46.693	49.588	58.302
30	20.599	29.336	33.530	36.250	40.256	43.773	47.962	50.892	59.703

Tableau 06 : Exemple de calcul des besoins en eau des cultures.

Tomate											
mois	Pmoy (mm)	P80%	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU _{THEO}	RFU réelle	KC	ETM	B(mm)	q(l/s/ha)
Septembre	19.26	14.74	14.4	156.79	1.2	118.8	0	0.85	133.27 15	118.871	-
Octobre	33.39	25.85	24.8	93.57	0	0	0		0	-	
Novembre	60.01	45.98	24.6	55.62	0	0	0		0	-	
Décembre	45.48	34.85	32.9	54.82	0	0	0		0	-	
Janvier	53.03	40.64	38	44.08	0	0	0		0	-	
Février	48.185	36.93	34.7	52.2	0	0	0		0	-	-
Mars	33.73	25.85	24.8	82.91	0	0	0		0	-	-
Avril	44.22	33.9	32.1	126.62	0	0	0		0	-	-
Mai	28.66	21.96	21.2	174.67	0.7	69.3	0	0.5	87.335	66.135	-
Juin	7.24	5.55	5.5	207.67	0.9	89.1	0	0.85	176.51 95	171.019 5	-
Juillet	0.64	0.49	0.5	243.28	1.2	118.8	0	1	243.28	242.78	-
Août	3.69	2.82	2.8	223.16	1.2	118.8	0	1.15	256.63 4	253.834	-

Annexe 03

1-LES BESOIN EN EAU ANNUELLES ET MENSUELLES (mm)

MARAICHAGE SOUS SERRE

DESINATION		BESOINS NET EN EAU DES CULTURES (mm)												
		Année	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
HARICOT D'HIVER	Surface	5.017					0	0	5.017	5.017	5.017			
	B. Unitaire	228.442					0	0	19.3145	81.858	127.2695			
	B.NET	1146.09351	0	0	0	0	0	0	96.90084	410.68158	638.511081	0	0	0
TOMATE D'HIVER	Surface	5.017							5.017	5.017	5.017			
	B. Unitaire	256.1015				0	0	0	58.11	88.189	109.8025			
	B.NET	1284.86122	0	0	0	0	0	0	291.5378	442.44421	550.879142	0	0	0
COURGETTE D'AUTOMNE	Surface	5.017	5.017	5.017	5.017									
	B. Unitaire	82.5495	50.795	28.8775	2.877									
	B.NET	414.150841	254.83851	144.8784	14.43390	0	0	0	0	0	0	0	0	0
POIVRON/ PIMENT	Surface	5.017									5.017	5.017	5.017	5.017
	B. Unitaire	629.361									48.668	139.869	242.78	198.044
	B.NET	3157.50413	0	0	0	0	0	0	0	0	244.167356	701.72277	1218.0272	993.58674
CONCOMBRE	Surface	5.017							5.017	5.017	5.017			
	B. Unitaire	206.3335					0	0	3.537	75.527	127.2695			
	B.NET	1035.17517	0	0	0	0	0	0	17.745129	378.918959	638.5110815	0	0	0
TOTAUX Marai./serre	Surface	25.08	5.017	5.017	5.017	0	0	0	15.051	15.051	20.068	5.017	5.017	5.017
	B.NET	7037.78488	254.83851	144.8784	14.43390	0	0	0	406.1838	1232.0447	2072.0686	701.72277	1218.0272	993.58674

MARAICHAGE PLEIN CHAMPS

DESINATION		BESOINS NET EN EAU DES CULTURES (mm)												
		Année	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
Pomme de terre primeur	Surface	64.18			64.18	64.18	64.18	64.18	64.18					
	B. Unitaire	17.58			00	00	00	00	17.58					
	B.NET	1128.2844	0	0	0	0	0	0	1128.2844	0	0	0	0	0
Pomme de terre arrière-saison	Surface	29.08	29.08	29.08	29.08	29.08								29.08
	B. Unitaire	261.539	95.35	48.97	8.439	0,00								108.78
	B.NET	7605.55	2772.778	1424.047	245.4061	0	0	0	0	0	0	0	0	3163.3224
Pastèque	Surface	32.09	32.09							32.09	32.09	32.09	32.09	32.09
	B. Unitaire	781.599	79.2715							8.11	109.8	212.5535	218.452	153.412
	B.NET	25081.5	2543.82243	0	0	0	0	0	0	260.2499	3523.482	6820.84181	7010.1246	4922.9910
Carotte	Surface	32.09		32.09	32.09	32.09	32.09	32.09	32.09					
	B. Unitaire	12.865		2.728	00	00	00	00	10.137					
	B.NET	412.837	0	87.54152	0	0	0	0	325.29633	0	0	0	0	0
Tomate	Surface	32.09	32.09								32.09	32.09	32.09	32.09
	B. Unitaire	852.625	118.87								66.135	171.01	242.78	253.83
	B.NET	27360.7363	3814.5383	0	0	0	0	0	0	0	2122.27215	5487.7109	7790.8102	8145.4047
petit pois	Surface	32.09					32.09	32.09	32.09	32.09	32.09			
	B. Unitaire	189.334					00	00	35.01	88.189	66.135			
	B.NET	6075.72	0	0	0	0	0	0	1123.4709	2829.98501	2122.27215	0	0	0
Chou vert	Surface	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01								
	B. Unitaire	65.9295	40.895	25.0345	00	00								
	B.NET	198.447	123.09395	75.35384	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oignon sec	Surface	3.01							3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01
	B. Unitaire	805.7865							16.655	62.865	153.47	191.7865	194.124	186.886
	B.NET	2425.417	0	0	0	0	0	0	50.13155	189.22365	461.9447	577.277365	584.31324	562.52686
Melon	Surface	32.09	32.09								32.09	32.09	32.09	32.09
	B. Unitaire	890.8015	133.2715								63.31	109.8025	212.5535	218.452
	B.NET	28585.82	4276.68243	0	0	0	0	0	0	2031.6179	3523.56222	6820.84181	7010.1246	4922.9910
Haricot vert	Surface	29.08	29.08								29.08	29.08	29.08	29.08
	B. Unitaire	881.2105	126.711								12.217	101.069	212.5535	230.616
	B.NET	25625.60	3684.75588	0	0	0	0	0	0	355.27036	2939.08652	6181.05578	6706.3132	5759.1195
TOTAUX Marai .plein champ	Surface	288.82	157.44	64.18	128.36	128.36	128.36	128.36	131.37	128.36	160.45	128.36	128.36	157.44
	B.NET	120093.7	13403.4271	1586.942	245.4061	0	0	0	2627.1831	5666.3462	14692.617	25554.826	30272.714	26044.243

GRANDES CULTURES

DESINATION		BESOINS NET EN EAU DES CULTURES (mm)												
		Année	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
Blé dur	Surface	106.26						106.26	106.26	106.26	106.26	106.26		
	B. Unitaire	73.559			0	0	0	3.61	13.437	11.41	28.868	16.234		
	B.NET	7816.37934	0	0	0	0	0	383.5986	1427.81562	1212.4266	3067.51368	1725.02484	0	0
Vesce avoine	Surface	52.69							52.69	52.69	52.69	52.69		
	B. Unitaire	363.263			0	0	0	0	62.2555	94.52	118.536	87.9515		
	B.NET	19140.32747	0	0	0	0	0	0	3280.242295	4980.2588	6245.66184	4634.164535	0	0
Bersim	Surface	54.3			54.3	54.3			54.3	54.3	54.3			
	B. Unitaire	282.2074			15.039	5.4308			58.11	64.1312	139.4964			
	B.NET	15323.86182	0	0	816.6177	294.89244	0	0	3155.373	3482.32416	7574.65452	0	0	0
TOTAUX GRANDES CULTURES	Surface	213.265	0	0	54.3	54.3	0	0	54.3	54.3	54.3	0	0	0
	B.NET	42280.56863	0	0	816.6177	294.89244	0	383.5986	7863.430915	9675.00956	16887.83004	6359.189375	0	0

ARBORICULTURES

DESINATION		BESOINS NET EN EAU DES CULTURES (mm)												
		Année	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
POMMIER/ Poirier	Surface	80.61	80.61	80.61						80.61	80.61	80.61	80.61	80.61
	B. Unitaire	801.9255	95.353	40.699						75.527	127.2695	139.869	169.796	153.412
	B.NET	64643.214	7686.4053	3280.746	0	0	0	0	0	6088.2314	10259.194	11274.840	13687.255	12366.541
PECHER	Surface	87.98	87.98								87.98	87.98	87.98	87.98
	B. Unitaire	508.6635	71.8345								74.8685	108.7185	133.304	119.938
	B.NET	44752.2147	6319.9993	0	0	0	0	0	0	6586.9306	9565.0536	11728.085	10552.1452	
AGRUME	Surface	160.4	160.4							160.4	160.4	160.4	160.4	160.4
	B. Unitaire	660.1354	85.9456							66.6636	92.3355	112.8719	160.0648	142.254
	B.NET	105885.718	13785.674	0	0	0	0	0	0	10692.8414	14810.6142	18104.6527	25674.393	22817.5416
TOTAUX ARBORICULTURE	Surface	329	328.99	80.61	0	0	0	0	0	241.01	328.99	328.99	328.99	328.99
	B.NET	215281.147	27792.078	3280.746	0	0	0	0	0	16781.072	31656.739	38944.546	51089.735	45736.228

ARBORICOLE

DESINATION		BESOINS NET EN EAU DES CULTURES (mm)												
		Année	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
VIGNES	Surface	143.835								143.835	143.835	143.835	143.835	143.835
	B. Unitaire	380.0155								62.865	92.3355	98.335	84.648	41.832
	B.NET	54659.52944	0	0	0	0	0	0	0	9042.187275	13281.07664	14144.01473	12175.34508	6016.90572
TOTAUX VIGN	Surface	143.835	0	0	0	0	0	0	0	143.835	143.835	143.835	143.835	143.835
	B.NET	54659.52944	0	0	0	0	0	0	0	9042.187275	13281.07664	14144.01473	12175.34508	6016.90572

2-RECAPITULATIF DES BESOINS NET EN EAU DU SECTEUR OUM DROU (mm)

DESINATION		BESOINS NET EN EAU DES CULTURES (mm)												
		Année	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
MARAICHAGES SOUS SEERE	Surface	25.08	5.017	5.017	5.017	0	0	0	15.051	15.051	20.068	5.017	5.017	5.017
	B.NET	7037.78488	254.83851	144.8784	14.43390	0	0	0	406.1838	1232.0447	2072.0686	701.72277	1218.0272	993.58674
MARAICHAGES PLEIN CHAMP	Surface	288.82	157.44	64.18	128.36	128.36	128.36	128.36	131.37	128.36	160.45	128.36	128.36	157.44
	B.NET	124499.916	17215.671	1586.942	245.4061	0	0	0	2627.183	5666.3468	14692.619	25887.727	29101.685	27476.3555
GRANDES CULTURES	Surface	213.265	0	0	54.3	54.3	0	0	54.3	54.3	54.3	0	0	0
	B.NET	42280.568	0	0	816.6177	294.89244	0	383.5986	7863.430	9675.0095	16887.830	6359.1893	0	0
ARBORICULTURES	Surface	329	328.99	80.61	0	0	0	0	0	241.01	328.99	328.99	328.99	328.99
	B.NET	215281.147	27792.078	3280.746	0	0	0	0	0	16781.072	31656.739	38944.546	51089.735	45736.228
VIGNES	Surface	143.835	0	0	0	0	0	0	0	143.835	143.835	143.835	143.835	143.835
	B.NET	54659.5294	0	0	0	0	0	0	0	9042.1872	13281.076	14144.014	12175.345	6016.90572
TOTAUX DU SECTEUR	Surface	1000	491.447	149.807	187.677	182.66	128.36	128.36	200.721	582.556	707.643	606.202	606.202	635.282
	B.NET	439352.729	41450.343	5012.566	1076.457	294.8924	0	383.5986	10896.79	42396.659	78590.330	85704.298	94755.821	78790.9634

3-BESOINS MENSUELS EN EAU (mm) ET DEBITS SPECIFIQUES DES CULTURES ET DES MODELES (l/s/ha)

Modèle A :

CULTURES		Besoins mensuels en eau en mm												
		Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	
MARAICHAGES PLEIN CHAMP	Pomme de terre primeur			0	0	0	0	17.58						
	Pastèque	79.2715							8.11	109.8	212.5535	218.452	153.412	
	Carotte		2.728	0	0	0	0	10.137						
	Tomate	118.87								66.135	171.01	242.78	233.83	
	Petits pois					0	0	35.01	88.189	66.135				
	Chou vert	40.895	25.0345	0	0									
	oignon sec								16.655	62.865	153.47	191.7865	194.124	186.886
	Melon	133.2715								63.31	109.8025	212.5535	218.452	153.412

CULTURES		Débits spécifiques en l/s/ha											
		Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
MARAICHAGES PLEIN CHAMP	Pomme de terre primeur	0	0	0	0	0	0	0.105017	0	0	0	0	0
	Pastèque	0.4735454	0	0	0	0	0	0	0.04844683	0.65591398	1.26973417	1.30497013	0.91643967
	Carotte	0	0.0162963	0	0	0	0	0.06055556	0	0	0	0	0
	Tomate	0.71009558	0	0	0	0	0	0	0	0.39507168	1.02156511	1.40029869	1.051630824
	Petits pois	0	0	0	0	0	0	0.20913978	0.52681601	0.39507168	0	0	0
	Chou vert	0.2442951	0.14954898	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	oignon sec	0	0	0	0	0	0	0.09949223	0.37553763	0.91678614	1.14567802	1.15964158	1.11640382
	Melon	0.79612605	0	0	0	0	0	0	0.37819594	0.65592891	1.26973417	1.30497013	0.91643967
Débits spécifiques max (q de pointe) en l/s/ha		0.55601553	0.08292264	0	0	0	0	0.11855114	0.3322491	0.60375448	1.17667787	1.30497013	1.11639785

Modèle A1 :

CULTURES		Besoins mensuels en eau en mm											
		Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
MARAICHAGES SOUS SERRE	Haricot					0	0	19.3145	81.858	127.2695			
	Tomate				0	0	0	58.11	88.189	109.8025			
	Courgette	50.795	28.8775	2.877									
	Poivron/piment									48.668	139.869	242.78	198.044
	Concombre					0	0	3.537	75.527	127.2695			

CULTURES		Débits spécifiques en l/s/ha											
		Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
MARAICHAGE SOUS SERRE	Haricot	0	0	0	0	0	0	0.11537933	0.4889964	0.7602718	0	0	0
	Tomate	0	0	0	0	0	0	0.34713262	0.5268160	0.6559289	0	0	0
	Courgette	0.30343489	0.17250597	0.017186	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Poivron/piment	0	0	0	0	0	0	0	0	0.29072879	0.83553763	1.4029869	1.18305854
	Concombre	0	0	0	0	0	0	0.02112903	0.45117682	0.7602718	0	0	0
Débits spécifiques moyens en l/s/ha		0.30343489	0.17250597	0.017186	0	0	0	0.16121366	0.48899641	0.61680032	0.83553763	1.4029869	1.18305854

Modèle B :

CULTURES		Besoins mensuels en eau en mm											
		Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
ARBORICULTURES	Pommier	95.353	40.699						75.527	127.2695	139.869	169.796	153.412
	Pêcher	71.8345								74.8685	108.7185	133.304	119.938
	Agrume	85.9456							66.6636	92.3355	112.8719	160.0648	142.254

CULTURES		Débits spécifiques en l/s/ha											
		Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
ARBORICULTURES	Pommier	0.56961171	0.24312425	0	0	0	0	0	0.45117682	0.7602718	0.83553763	1.01431302	0.91643967
	Pêcher	0.42911888	0	0	0	0	0	0	0	0.44724313	0.64945341	0.79632019	0.71647551
	Agrume	0.51341458	0	0	0	0	0	0	0.39822939	0.55158602	0.67426464	0.9561816	0.84978495
Débits spécifiques moyens en l/s/ha		0.50404839	0.24312425	0	0	0	0	0	0.42470311	0.58636698	0.71975189	0.9222716	0.82756671

Modèle B1 :

CULTURES		Besoins mensuels en eau en mm											
		Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
MARAICHAGES PLEIN CHAMP	Pomme de terre primeur			0	0	0	0	17.58					
	Pomme de terre .ar. saison	95.35	48.97	8.439	0,00								108.78
	Pastèque	79.2715							8.11	109.8	212.5535	218.452	153.412
	Carotte		2.728	00	00	00	00	10.137					
	Tomate	118.87								66.135	171.01	242.78	233.83
	Petits pois					00	00	35.01	88.189	66.135			
	Melon	133.2715							63.31	109.8025	212.5535	218.452	153.412
	Haricot vert	126.711							12.217	101.069	212.5535	230.616	198.044
GRANDES CULTURES	Blé			0	0	0	3.61	13.437	11.41	28.868	16.234		
	Vesce avoine			0	0	0	0	62.2555	94.52	118.536	87.9515		
	Bersim			15.039	5.4308			58.11	64.1312	139.4964			

CULTURES		Débits spécifiques en l/s/ha											
		Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
MARAICHAGES PLEIN CHAMP	Pomme de terre primeur	0	0	0	0	0	0	0.1050179	0	0	0	0	0
	Pomme de terre .ar. saison	0.5695937	0.2925328	0.0504121	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6498207
	Pastèque	0.4735454	0	0	0	0	0	0	0.0484468	0.6559139	1.2697341	1.3049701	0.9164396
	Carotte	0	0.0162963	0	0	0	0	0.06055556	0	0	0	0	0
	Tomate	0.71009558	0	0	0	0	0	0	0	0.3950716	1.0215651	1.4002986	1.0516308
	Petits pois	0	0	0	0	0	0	0.2091397	0.5268160	0.3950716	0	0	0
	Melon	0.7961260	0	0	0	0	0	0	0.3781959	0.6559289	1.2697341	1.3049701	0.9164396
	Haricot vert	0.7569354	0	0	0	0	0	0	0.0729808	0.6037574	1.2697341	1.3776344	1.1830585
GRANDES CULTURES	Blé	0	0	0	0	0	0.0215651	0.0802688	0.0681601	0.1724492	0.0969773	0	0
	Vesce avoine	0	0	0	0	0	0	0.3718966	0.5646356	0.7081003	0.5253972	0	0
	Bersim	0	0	0.0898387	0.0324420	0	0	0.3471326	0.3831015	0.8333118	0	0	0
Débits spécifiques moyens en l/s/ha		0.66125926	0.15441458	0.07012545	0.03244205	0	0.02156511	0.18271847	0.29176242	0.55245064	0.90885703	1.35946834	1.03641338

Modèle C :

CULTURES		Besoins mensuels en eau en mm											
		Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
MARAICHAGES PLEIN CHAMP	Pomme de terre primeur			0	0	0	0	17.58					
	Pomme de terre .ar. saison	95.35	48.97	8.439	0,00								108.78
	Pastèque	79.2715							8.11	109.8	212.5535	218.452	153.412
	Carotte		2.728	00	00	00	00	10.137					
	Tomate	118.87								66.135	171.01	242.78	233.83
	Petits pois					00	00	35.01	88.189	66.135			
	Melon	133.2715							63.31	109.8025	212.5535	218.452	153.412
	Haricot vert	126.711							12.217	101.069	212.5535	230.616	198.044
ARBORICULTURES	Pommier	95.353	40.699						75.527	127.2695	139.869	169.796	153.412
	Pêcher	71.8345								74.8685	108.7185	133.304	119.938
	Agrume	85.9456							66.6636	92.3355	112.8719	160.0648	142.254

CULTURES		Débits spécifiques en l/s/ha											
		Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
MARAICHAGES PLEIN CHAMP	Pomme de terre primeur	0	0	0	0	0	0	0.10501792	0	0	0	0	0
	Pomme de terre .ar. saison	0.56959379	0.29253286	0.050412	0	0	0	0	0	0	0	0	0.64982079
	Pastèque	0.4735454	0	0	0	0	0	0	0.04844683	0.65591398	1.26973417	1.30497013	0.91643967
	Carotte	0	0.0162963	0	0	0	0	0.06055556	0	0	0	0	0
	Tomate	0.71009558	0	0	0	0	0	0	0	0.39507168	1.02156511	1.4002989	1.0516324
	Petits pois	0	0	0	0	0	0	0.20913978	0.52681601	0.39507168	0	0	0
	Melon	0.79612605	0	0	0	0	0	0	0.37819594	0.65592891	1.26973417	1.30497013	0.91643967
	Haricot vert	0.75693548	0	0	0	0	0	0	0.07298088	0.60375747	1.26973417	1.37763441	1.18305854
ARBORICULTURES	Pommier	0.56961171	0.24312425	0	0	0	0	0	0.45117682	0.7602718	0.83553763	1.01431302	0.91643967
	Pêcher	0.42911888	0	0	0	0	0	0	0	0.44724313	0.64945341	0.79632019	0.71647551
	Agrume	0.51341458	0	0	0	0	0	0	0.39822939	0.55158602	0.67426464	0.9561816	0.84978495
Débits spécifiques moyens en l/s/ha		0.60230518	0.18398447	0.050412	0	0	0	0.12490442	0.31264098	0.55810558	0.99857476	1.17209831	0.95809588

Modèle C1 :

CULTURES		Besoins mensuels en eau en mm											
		Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
ARBORICULTURES	Pommier	95.353	40.699						75.527	127.2695	139.869	169.796	153.412
	Pêcher	71.8345								74.8685	108.7185	133.304	119.938
	Vigne								62.865	92.3355	98.335	84.648	41.832
	Agrome	85.9456							66.6636	92.3355	112.8719	160.0648	142.254

CULTURES		Débits spécifiques en l/s/ha											
		Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
ARBORICULTURES	Pommier	0.56961171	0.24312425	0	0	0	0	0	0.45117682	0.7602718	0.83553763	1.01431302	0.91643967
	Pêcher	0.42911888	0	0	0	0	0	0	0.44724313	0.64945341	0.79632019	0.71647551	
	Vigne	0	0	0	0	0	0	0	0.37553763	0.55158602	0.58742533	0.50566308	0.24989247
	Agrome	0.51341458	0	0	0	0	0	0	0.39822939	0.55158602	0.67426464	0.9561816	0.84978495
Débits spécifiques moyens en l/s/ha		0.50404839	0.24312425	0	0	0	0	0	0.40831461	0.57767174	0.68667025	0.81811947	0.68314815

Modèle D:

CULTURES		Besoins mensuels en eau en mm											
		Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
MARAICHAGES PLEIN CHAMP	Pomme de terre primeur			0	0	0	0	17.58					
	Pomme de terre .ar. saison	95.35	48.97	8.439	0,00								108.78
	Pastèque	79.2715							8.11	109.8	212.5535	218.452	153.412
	Carotte		2.728	00	00	00	00	10.137					
	Tomate	118.87								66.135	171.01	242.78	253.83
	Petits pois					00	00	35.01	88.189	66.135			
	Melon	133.2715							63.31	109.8025	212.5535	218.452	153.412
	Haricot vert	126.711							12.217	101.069	212.5535	230.616	198.044
GRANDES CULTURES	Blé			0	0	0	3.61	13.437	11.41	28.868	16.234		
	Vesce avoine			0	0	0	0	62.2555	94.52	118.536	87.9515		
	Bersim			15.039	5.4308			58.11	64.1312	139.4964			

CULTURES		Débits spécifiques sen l/s/ha											
		Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
MARAICHAGES PLEIN CHAMP	Pomme de terre primeur	0	0	0	0	0	0	0.10501792	0	0	0	0	0
	Pomme de terre .ar. saison	0.56959379	0.29253286	0.050412	0	0	0	0	0	0	0	0	0.64982079
	Pastèque	0.4735454	0	0	0	0	0	0	0.04844683	0.65591398	1.26973417	1.30497013	0.91643967
	Carotte	0	0.0162963	0	0	0	0	0.06055556	0	0	0	0	0
	Tomate	0.71009558	0	0	0	0	0	0	0	0.3950716	1.0215651	1.400286	1.051682
	Petits pois	0	0	0	0	0	0	0.20913978	0.52681601	0.39507168	0	0	0
	Melon	0.79612605	0	0	0	0	0	0	0.37819594	0.65592891	1.26973417	1.30497013	0.91643967
	Haricot vert	0.75693548	0	0	0	0	0	0	0.07298088	0.60375747	1.26973417	1.37763441	1.18305854
GRANDES CULTURES	Blé	0	0	0	0	0	0.02156511	0.08026882	0.0681601	0.17244922	0.0969773	0	0
	Vesce avoine	0	0	0	0	0	0	0.37189665	0.5646356	0.7081003	0.5253972	0	0
	Bersim	0	0	0.08983	0.03244	0	0	0.34713262	0.3831015	0.8333113	0	0	0
Débits spécifiques moyens en l/s/ha		0.66125926	0.15441458	0.070121	0.03244	0	0.02156511	0.19566856	0.29176241	0.55245056	0.90885702	1.35946832	1.03641337

Modèle D1:

CULTURES		Besoins mensuels en eau en mm											
		Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
GRANDES CULTURES	Blé			0	0	0	3.61	13.437	11.41	28.868	16.234		
	Vesce avoine			0	0	0	0	62.2555	94.52	118.536	87.9515		
	Bersim			15.039	5.4308			58.11	64.1312	139.4964			
ARBORICULTURES	Vigne								62.865	92.3355	98.335	84.648	41.832

CULTURES		Débits spécifiques en l/s/ha											
		Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
GRANDES CULTURES	Blé	0	0	0	0	0	0.021565	0.08026882	0.0681601	0.1724492	0.0969773	0	0
	Vesce avoine	0	0	0	0	0	0	0.37189665	0.5646356	0.7081003	0.5253972	0	0
	Bersim	0	0	0.089838	0.03244	0	0	0.34713262	0.3831015	0.8333118	0	0	0
ARBORICULTURES	Vigne	0	0	0	0	0	0	0	0.37553763	0.55158602	0.58742533	0.50566308	0.24989247
Débits spécifiques moyens en l/s/ha		0	0	0.089838	0.03244	0	0.021565	0.2664327	0.34785871	0.56636183	0.40326661	0.50566308	0.24989247

Modèle D2:

CULTURES		Besoins mensuels en eau en mm											
		Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
GRANDES CULTURES	Blé			0	0	0	3.61	13.437	11.41	28.868	16.234		
	Vesce avoine			0	0	0	0	62.2555	94.52	118.536	87.9515		
	Bersim			15.039	5.4308			58.11	64.1312	139.4964			
ARBORICULTURES	Pommier	95.353	40.699						75.527	127.2695	139.869	169.796	153.412
	Pêcher	71.8345								74.8685	108.7185	133.304	119.938
	Agrume	85.9456							66.6636	92.3355	112.8719	160.0648	142.254

CULTURES		Débits spécifiques en l/s/ha											
		Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
GRANDES CULTURES	Blé	0	0	0	0	0	0.021565	0.08026882	0.0681601	0.1724492	0.0969773	0	0
	Vesce avoine	0	0	0	0	0	0	0.37189665	0.5646356	0.7081003	0.5253972	0	0
	Bersim	0	0	0.089838	0.03244	0	0	0.34713262	0.3831015	0.8333118	0	0	0
ARBORICULTURES	Pommier	0.56961171	0.24312425	0	0	0	0	0	0.4511768	0.7602718	0.8355376	1.0143130	0.91643967
	Pêcher	0.42911888	0	0	0	0	0	0	0.4472431	0.6494534	0.7963201	0.71647551	
	Agrume	0.51341458	0	0	0	0	0	0	0.3982293	0.5515860	0.6742646	0.9561816	0.84978495
Débits spécifiques moyens en l/s/ha		0.50404839	0.24312425	0.089838	0.03244	0	0.021565	0.2664327	0.3730606	0.5788273	0.5563260	0.9222715	0.82756671

4- DEBITS SPECIFIQUES MOYENS DES MODELES EN (l/s/ha) ET DEBITS TOTAUX MENSUELS EN (l/s)

Les Modèles projetée				Débits spécifiques moyens des modèles en l/s/ha											
MODELES	NOMBRE	SAU (ha)	S. Dév (ha)	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
A	8	3	5.4	0.55601553	0.08292264	0	0	0	0	0.11855114	0.3322491	0.60375448	1.17667787	1.30497013	1.11639785
A1	8	3	3.75	0.30343489	0.17250597	0.017186	0	0	0	0.16121366	0.48899641	0.61680032	0.83553763	1.40019869	1.18305854
B	9	7.5	7.5	0.50404839	0.24312425	0	0	0	0	0	0.42470311	0.58636698	0.71975189	0.9222716	0.82756671
B1	7	7.5	10	0.66125926	0.15441458	0.07012545	0.03244205	0	0.02156511	0.18271847	0.29176242	0.55245064	0.90885703	1.35946834	1.03641338
C	8	15	21	0.60230518	0.18398447	0.050412	0	0	0	0.12490442	0.31264098	0.55810558	0.99857476	1.17209831	0.95809588
C1	10	15	15	0.50404839	0.24312425	0	0	0	0	0	0.40831461	0.57767174	0.68667025	0.81811947	0.68314815
D	5	20	26.1	0.66125926	0.15441458	0.070121	0.03244	0	0.02156511	0.19566856	0.29176241	0.55245056	0.90885702	1.35946832	1.03641337
D1	9	20	20	0	0	0.089838	0.03244	0	0.021565	0.2664327	0.34785871	0.56636183	0.40326661	0.50566308	0.24989247
D2	8	20	20.1	0.50404839	0.24312425	0.089838	0.03244	0	0.021565	0.2664327	0.3730606	0.5788273	0.556326	0.9222715	0.82756671
TOTAL	72	878	1000												
Débit moyen des modèles l/s/ha				0.47737992	0.16417944	0.04305783	0.01441801	0	0.00958447	0.14621352	0.36348315	0.5769766	0.79939101	1.09051438	0.87983923

Secteur Oum Drou		Les mois											
		Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
Débits spécifiques moyens en (l/s/ha) et débits totaux mensuels en (l/s)	q (l/s/ha)	0.47737992	0.16417944	0.04305783	0.01441801	0	0.00958447	0.14621352	0.36348315	0.5769766	0.79939101	1.09051438	0.87983923
	Q (l/s)	419.13957	144.149548	37.8047747	12.6590128	0	8.41516466	128.375471	319.138206	506.585455	701.865307	957.471626	772.498844

A1 : est le modèle le plus exigeant pour le périmètre d'OUM DROU.

Annexe 04

Tableau 01 : CALCULS HYDRAULIQUES DU RESEAU DE DISTRIBUTION

N° Borne/ Neud	Branches S/Branches	Tronçons	Superficie desservie		Débit Q (l/s)	Diamètre calculé (mm)	Diamètre corrigé (mm)	Vitesse proposée (m/s)	Vitesse corrigée (m/s)	Longueur (m)	Perte de charge		Cote piézométrique (m)		Cote du T.N (m)		Charge (m)		Pression statique (m)	
			partielle (ha)	Cumulée (ha)							Linéaire (mm/m)	Totale (m)	Amont	Avale	Amont	Avale	Amont	Avale	Amont	Avale
PJ	E	RE-PJ	2076.9	2076.9	2263.8	1386.57613	1400	1.5	1.47137248	1285	1.33235206	1.71207239	164	162.287928	164	126.1	0	36.1879276	0	37.9
										LT = 1285										
B5	E-1	PJ-B5	-	92.42	100.7378	292.4932	300	1.5	1.4258712	209	8.86173247	1.85210209	162.287928	160.435826	126.1	128.3	36.18792761	32.1358255	37.9	33.9879276
N1		B5-N1	32.3	60.12	65.5308	235.907787	250	1.5	1.33565962	247	9.82754852	2.42740448	160.435826	158.008421	128.3	123	32.13582552	35.008421	33.9879276	39.2879276
B1/B2		N1-(B1/B2)	44	16.12	17.5708	122.156142	150	1.5	0.99480821	301	10.5535481	3.17661799	158.008421	154.831803	123	110.15	35.00842104	44.681803	39.2879276	52.1379276
										LT=757										
B3/B4	E-1-1	N1-(B3/B4)	44	44	47.96	201.817643	200	1.5	1.52738854	190	16.9706402	3.22442163	158	154.775578	123	124.5	35	30.2755784	39.28	33.5
										LT=190										
B6	E-2	PJ-B6	-	759.28	827.6152	838.36622	800	1.5	1.64732325	269	3.3839775	0.91028995	162.287928	161.377638	126.1	122	36.18792761	39.3776377	37.9	40.2879276
N2		B6-N2	44	715.28	779.6552	813.712209	800	1.5	1.55186146	20	3.01032056	0.06020641	161.377638	161.317431	122	121	39.37763766	40.3174313	40.2879276	41.2879276
B11		N2-B11	86.2	629.08	685.6972	763.107514	800	1.5	1.36484315	630	2.34047036	1.47449633	161.317431	159.842935	121	126	40.31743125	33.8429349	41.2879276	36.2879276
N3		B11-N3	134.6	494.48	538.9832	676.561307	700	1.5	1.40123021	640	2.9197747	1.86865581	159.842935	157.974279	126	127	33.84293492	30.9742791	36.2879276	35.2879276
N4		N3-N4	168.18	326.3	355.667	549.593171	550	1.5	1.49778176	1112.7	4.51943103	5.02877091	157.974279	152.945508	127	126.2	30.97427912	26.7455082	35.2879276	36.0879276
B21/B26		N4-(B21-B26)	48.9	277.4	302.366	506.740971	500	1.5	1.54071847	43	5.39151713	0.23183524	152.945508	152.713673	126.2	124.2	26.74550821	28.513673	36.0879276	38.0879276
B25		(B21-B26)-B25	76	201.4	219.526	431.780002	450	1.5	1.38099237	373.6	4.97347872	1.85809165	152.713673	150.855581	124.2	114	28.51367297	36.8555813	38.0879276	48.2879276
B24		B25-B24	10.5	190.9	208.081	420.373911	450	1.5	1.30899426	105	4.47799217	0.47018918	150.855581	150.385392	114	110	36.85558132	40.3853921	48.2879276	52.2879276
N5		B24-N5	18.3	172.6	188.134	399.717522	400	1.5	1.49788217	5	6.77306515	0.03386533	150.385392	150.351527	110	109.9	40.38539215	40.4515268	52.2879276	52.3879276
B29		N5-B29	51.6	121	131.89	334.676699	350	1.5	1.37153256	640	6.75185073	4.32118447	150.351527	146.030342	109.9	107	40.45152682	39.0303424	52.3879276	55.2879276
N6		B29-N6	18.7	102.3	111.507	307.730546	300	1.5	1.57830149	525.74	10.8136818	5.68518508	146.030342	140.345157	107	105	39.03034235	35.3451573	55.2879276	57.2879276
N7		N6-N7	66	36.3	39.567	183.309977	200	1.5	1.26009554	100	11.6398656	1.16398656	140.345157	139.181171	105	105	35.34515727	34.1811707	57.2879276	57.2879276
B34		N7-B34	10	26.3	28.667	156.030919	150	1.5	1.62304317	1679.8	27.5471256	46.2736616	139.181171	92.9075091	105	92.5	34.18117071	0.40750911	57.2879276	69.7879276
										LT=6143.84										
10	E-2-1	N2-B10	-	86.2	93.958	282.479167	300	1.5	1.329908	18	7.73057122	0.13915028	161.31	161.17085	121	120.6	40.31	40.5708497	41.28	40.71
9		B10-B9	35.6	50.6	55.154	216.425311	200	1.5	1.75649682	177	22.3185508	3.9503835	161.17085	157.220466	120.6	119	40.57084972	38.2204662	40.71	42.31
8		B9-B8	18	32.6	35.534	173.716708	200	1.5	1.13165605	462	9.42838863	4.35591555	157.220466	152.864551	119	110	38.22046622	42.8645507	42.31	51.31
7		B8-B7	16.9	15.7	17.113	120.554275	125	1.5	1.3952	273	25.81529	7.04757417	152.864551	145.816977	110	109.2	42.86455067	36.6169765	51.31	52.11
										LT=930										
12	E-2-2	B11-B12	-	92	100.28	291.827829	300	1.5	1.41939137	411.4	8.78297176	3.61331458	159.84	156.226685	126	125	33.84	31.2266854	36.28	34.84

Tableau 02 : CALCUL ECONOMIQUE DE LA CONDUITE DE REFOULEMENT SPE-RE

SECTEUR D'OUM DROU

Calcul des vitesses :

Débit l/s	Diamètre (mm)																
	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1250	1500	2000
957.47	121.97	54.20	30.49	19.51	13.55	7.62	4.87	3.38	2.48	1.90	1.52	1.21	1.00	0.84	0.78	0.54	0.30

Choix des diamètres de comparaison :

D1 = 800mm

D2 = 900mm

D3 = 1000mm

D4 = 1200mm

D5 = 1250mm

D6 = 1500mm

D7 = 2 000mm

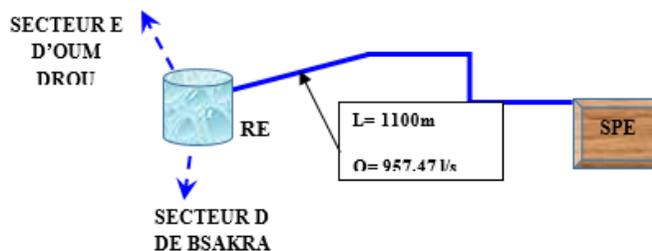
K=0,5

L = 1100m

Hgéo = Cr-Csp=164-128=36m

Diamètre (mm)	Vitesse (m/s)	
	Min	Max
100	0,25	1,39
150	0,25	1,47
200	0,35	1,59
250	0,35	1,65
300	0,35	1,70
400	0,36	1,91
500	0,39	2,00
600	0,39	2,00
700	0,39	2,00
800	0,42	2,00
900	0,44	2,00
1000	0,47	2,00
1100	0,47	2,00
1200	0,47	2,00
1250	0,47	2,00
1500	0,50	2,00
2000	0,50	2,00

DEBIT l/s	DIM. mm	Dh m	HMT. m	PUISS. Kw	LONG. m	PRIX DA/ML	COUT D'INVESTISSEMENT		CHARGE D'EXPLOITATION		LE BILAN TOTAL DES FRAIS	
							CONDUITE		CONDUITE		CONDUITE	
							ACTUALISATION 10 %	ACTUALISATION 08 %	ENERGIE	COUT D'EXPLOITATION	ACTUALISATION 10 %	ACTUALISATION 08 %
							DA	DA	KWh	DA	-	-
957.47	800	3.075	39.075	458.78	1100	20543	2397573.5	2006640.2	3349094	14066195	16463768.5	16072835.2
	900	1.671	37.671	442.29	1100	23087	2694483.8	2255138.2	3228717	13560611	16255094.8	15815749.2
	1000	0.968	36.968	434.04	1100	24876	2903278	2429887.7	3168492	13307666	16210944	15737553.7
	1100	0.591	36.591	429.6	1100	25039	2922301.7	2445809.5	3136080	13171536	16093837.7	15617345.5
	1200	0.377	36.377	427.1	1100	26187	3056284.8	2557946.2	3117830	13094886	16151170.8	15652832.2
	1250	0.305	36.305	426.25	1100	27553	3215710.6	2691377	3111625	13068825	16284535.6	15760202
1500	0.119	36.119	424.07	1100	30223	3527326.3	2952182.6	3095711	13001986	16529312.3	15954168.6	



Annexe 05

EQUIPEMENT DES PARCELLE DE TYPE 03 HA PAR L'ASPERSION CLASSIQUE

I-FORMULES UTILISEES

Dose nette pratique

$$Dnp = (Hcc - Hpf) * Y * Z * Da \quad \text{Avec :}$$

Dnp : Dose nette pratique (m³/ha)

Hcc : Humidité de sol à la capacité de rétention %

Hpf : Humidité de sol au point de flétrissement %

Y : Degré de tarissement (%)

Z : Profondeur de la zone racinaire (m)

Da : Densité apparente.

Calcule le diamètre de l'ajutage

$$\text{On a : } p = \frac{1,5 \cdot d}{1,04} \quad \text{donc } d = \frac{p \cdot 1,04}{1,5}$$

Calcule de la portée du jet

$$L = 3 \cdot d^{0,5} \cdot h^{0,25} \quad \text{Avec :}$$

- d : le diamètre de la buse.
- h : la pression à la buse.

Calcule l'écartement entre les rampes et les arroseurs

La vitesse de vent de notre zone étude est de 2.6 m/s=9.36km/h.

- El 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).

Calcule le débit de l'asperseur

$$q = 0,95 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad \text{Avec } g : \text{ la gravité } = 9.81 \text{ N/Kg}$$

Vérification de la pluviométrie de la buse

$$p = \frac{q}{E_l \cdot E_a} \quad \text{Il faut } Pu \max < K = 10 \text{ mm/h}$$

Calcul du tour d'eau :

$$T_{eau} = \frac{Dose_{RFU} \cdot N_j}{B_{mp}} \quad \text{Avec :}$$

Dose RFU : Dose nette pratique (m³/ha) .

N_j : Temps de travail jours /mois.

B_{mp} : Besoin mensuelle de pointe.

Calcule la dose réelle

$Dr = Teau * \text{les besoins journalies}$

Calcul de la dose brute

$$Db = Dr / 0,75$$

Calcule le Temps d'arrosage

$$T_{arros} = \frac{dose_brute}{pluviometrie}$$

Calcul du débit d'équipement (Qeq)

$$Q_{eq} = \frac{S * Bmp * 10}{T.n.Nj} \quad \text{Avec :}$$

Q_{equip} : Débit d'équipement (m³/h)

P : Fréquence d'arrosage "périodicité" (jours)

S : Surface du parcelle (ha)

T : Temp d'arrosage.

Nj : Temp de travail j/mois

n : Nombre de poste.

Calcul de l'unité d'arrosage (SU)

$$SU = \frac{S}{Teau.n}$$

Nombre d'asperseur requis (Nasp)

$$N_{asp} = \frac{Su * 10000}{El.Ea}$$

Calcul du volume fourni par un asperseur par mois

$V = \text{nbr de position par jour} * \text{nbr d'irrigation par mois} * \text{Dose brute} * Ea * El$

Longueur de la rampe : *On admet la longueur du terrain=200 m et la largeur=150 m

$L = (\text{largeur de terrain} / 2) - (Ea/2)$

Nbre asperseur/rampe (N) :

$N = \text{largeur}/Ea = Lr/Ea$

Nombre de rampes(Nr)

$Nr = N_{asp} / (\text{nbr asp/ rampe})$

Calcul du débit de la ramp(Qr)

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

Nombre de position des rampes

$$N_r = \frac{l_r}{E_l}$$

Calcul du Diamètre de la rampe

$$D_R = \sqrt{\frac{4Q_R}{\pi.V}} \quad \text{Avec}$$

V : vitesse de l'écoulement à travers la ram

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

*On suppose que $V = 1.5 \text{ m/s}$

Dimensionnement de la porte-rampe

La longueur de la porte ramp

$$L_{pr} = LT - El/2$$

$$Q_{p_rampe} = Q_r * N_{ramp}$$

Equipement de parcelle type 3ha :

II-Les résultats des calculs de dimensionnement des parcelles de 03 ha par aspersion classique

-Il faut que : $Pu \text{ max} < K = 10 \text{ mm/h}$ Tell que Avec - $Pu \text{ max}$: pluviométrie de la buse
-K : Perméabilité

1-La dose nette pratique :	$D_{np} = RFU = 49.5 \text{ mm}$
2-Le diamètre de l'ajutage calculé :	$d = 6.93 \text{ mm}$ $d = 7 \text{ mm (Catalogue)}$
3-La portée du jet :	$L = 18.57 \text{ m}$ $L = 18 \text{ m (Catalogue)}$
4 -La dose brute d'irrigation :	$D_i = 660 \text{ m}^3/\text{ha}$
5-Ecartement El :	$El = 23.21 \text{ m}$
6-Ecartement Ea :	$Ea = 14.85 \text{ m}$
7-débit de l'asperseur :	$q = 3.19 \text{ m}^3/\text{h}$
8-La pluviométrie de la buse :	$p = 9.25 \text{ mm/h}$
9-Le tour d'eau (périodicité) :	$T = 11 \text{ jours,}$
10-La dose réelle :	$D_r = 39.89 \text{ mm}$
11-La dose brute :	$D_b = 53.18 \text{ mm}$
12-Le temps d'arrosage :	$T_{arrosage} = 6 \text{ heures- 4postes}$
13-Le temps de fonctionnement :	$T_{fonc} = 24 \text{ heures}$
15-Le débit d'équipement :	$Q_{equi} = 50.7 \text{ m}^3/\text{h}$
16-L'unité d'arrosage :	$SU = 0.66 \text{ ha}$
17- Nombre d'asperseur requis :	$N_{asp} = 19 \text{ asperseur}$
18-Le volume fournis par un asperseur :	$V_{fournis} = 1906 \text{ m}^3$
5/ -Fréquence d'arrosage (périodicité) :	$P = 10.24 \text{ jours} = 11 \text{ jours}$
19-La longueur de la rampe :	$L_r = 68 \text{ m}$
Nbre asperseur/rampe	$N = 05 \text{ asperseur par rampe}$
Le nombre de ramps	$N_r = 04 \text{ ramps}$
Le débit de la ramps :	$Q_r = 15.95 \text{ m}^3/\text{h}$
Le nombre de position de rampes :	$N_p = 9$
Le diamètre de la ramp	$D_r = 61.34 = 63 \text{ mm}, V_{conforme} = 1.42 \text{ m/s}$
La longueur de la porte ramp :	$L_{pr} = 188 \text{ m}$
Le débit de la porte ramp	$Q_{pr} = 0.017 \text{ m}^3/\text{s}$
Le diamètre de la porte ramp :	$D_{pr} = 125 \text{ mm}$

III-Caractéristiques de l'asperseur d'après le catalogue

Asperseur circulaire **PERROT ZF 30.

- *Qasp=3.22 m³/h
- *PNasp=Pression Nominal D'asperseur=3,00bars=30m
- *Portée= 18 m
- Diamètre de la buse =3,00mm
- *Pu=5,6(mm/h)

1-Calcul des canalisations

1-1.Canalisations d'amenée et les portes rampes

Condition de Christiansen

Pour ce condition soit vérifiée

Nous avons : $\delta q/q=0,10$

Ou bien : $\delta H/H=0,20$

Avec : H pressions nominale de fonctionnement d'un asperseur
H=3bars=30m.

Donc : $\delta H=0,2*H$

La perte de charge admissible dans la porte rampe et la rampe est : $\delta H=6mCE$

#Canalisation en alliage d'aluminium à accouplement rapide

$$j = 0,816..Ks.\phi^{-4,9}.Q^{1,9}$$

Avec : $Ks = 0,40$

Type du matériau	Tronçon	Long réel (m)	Débit (l/h) *10(-3)	Perte de charge Admis (mCE)	Diamètre calculé alliage Al (m)	Diamètre inter normalisé (mm)	Perte de charge Calculée (mCE)	Cote du T.N		Cote piézométrique		Charge	
								(m)		(m)		(m)	
								Amon t	Avale	Amon t	Avale	Amon	Avale
Alliage Al	Borne-(A)	5	15950	6	33	102	0.023	111.6	111.55	158	157.977	46.4	46.4
Alliage Al	(A)-(B)	190	15950	6	69	102	0.86	111.55	111.44	158	157.14	46.4	45.7

Perte de charge totale donnée par Scobey pour les canalisations en alliage d'aluminium

$$j = 0,816..Ks.\phi^{-4,9}.Q^{1,9}.L_{réelle} \quad \text{Avec : } Ks = 0,40$$

1-2/ -Les rampes

Type du matériau	Tronçon n.	Long réel (m)	Long fictive (m)	Débit (m3/s)	Perte de charge (mCE)		Diamètre calculé acier (m)	Diamètre inter normalisé (mm)	perte de charge Calculée (mCE)	Cote du T.N		Cote piézométrique		Charge	
					admi	fictive				(m)		(m)		(m)	
										Amon t	Avale	Amon t	Avale	Amon	Avale
Acier	(A)-(C)	68	32.67	15950	4	0,1224	104	102	0.136	111.5	111.56	157.977	157.84	46.477	46.281
Acier	(B)-(D)	68	32.67	15950	4	0,1224	104	102	0.136	111.4	111.1	157.14	157.00	45.74	45.904

Perte de charge totale donnée par Scobey pour l'acier galvanisé [11.5] :

$$j = 0,716.Ks.\phi^{-4,9}.Q^{1,9}.L_{fictive} \quad \text{Avec : } Ks = 0,42$$

Nous constatons que, la charge disponible au niveau de la borne N°1 est égale à 52,13m, qui satisfait largement la pression demandée, c'est-à-dire 46.4m.

VI/ -Calcul des investissements

Equipements	Désignation DN	Prix unitaire (DA)	Variante 18*24	
			Quantités	Coût total
Asperseur <i>PERROT ZF 30.</i>	<i>(18*24)</i>	866	20	17320
Branchement	RH	207	01	207
Conduite d'amenée	φ102	612	050 mètre	30600
Porte rampe	φ102	612	188 mètre	115056
Rampe	φ102	612	2*68 mètre	83232
Té en ligne	102*102	485	18	8730
Vanne avec coquille et rotule	102*102	5727	01	5727
Bouchons	102	31	20	620
Sous totaux				261492
Divers <i>10%</i>				26149.2
Totaux				287641.2

EQUIPEMENT DES PARCELLE DE TYPES 3 ha PAR LE GOUTTE A GOUTTE

I-FORMULES UTILISEES

Besoins journaliers :

$$B_j = ETMc = Kc * ETo$$

Avec :

Kc : Coefficient culturale.

ETo : Evapotranspiration de référence (mm/jours).

Besoins journaliers en tenant compte de la couverture du sol

$$B_{jcs} = B_j * (0,1 + Cs)$$

Avec :

B_{jcs} : Besoins journaliers en tenant compte de la couverture du sol (mm/jours)

B_j : Besoins journaliers (mm/jours)

Cs : Taux de couverture du sol en (%)

La dose nette pratique

$$Dp = (Hcc - Hpf) * e * z * \left(\frac{P}{100}\right)$$

Avec :

Dp : Dose nette pratique (mm/mois)

Hcc : Humidité de sol à la capacité de rétention (%)

Hpf : Humidité de sol au point de flétrissement (%)

e : Degré de tarissement (%)

Z : Profondeur de la zone racinaire (m)

P : Taux du sol humidifié en (%)

La dose nette réelle

$$Dr = F * B_j$$

Avec :

Dr : Dose nette réelle (mm/mois).

B_j : Besoins journaliers en tenant compte de la couverture du sol (mm/jours)

F : Fréquence d'arrosage.

La dose brute

$$Db = Dr / (eff * Cu)$$

Avec :

Db : Dose brute (mm/mois)

Dr : Dose nette réelle (mm/mois)

eff : Efficience du réseau d'irrigation. (%)

Cu : Coefficient d'uniformité (%)

Fréquence d'arrosage (Périodicité)

$$F = \frac{Dp}{B_j}$$

Avec :

F_{min} : Fréquence d'arrosage "périodicité" (jours)

Db : Dose brute (mm/mois)

B_j : Besoins journaliers (mm/jours)

Durée d'arrosage

$$d = \frac{(Db * Sd * Si)}{Qd}$$

Avec :

d : Durée d'arrosage (heures/arrosage)

Db : Dose brute (mm/mois)

Sd : Espacement entre plantes (m)

Si : Espacement entre rampes (m)

Qd : Débit du distributeur (goutteur) (l/h)

Durée d'arrosage journalière

$$dj = \frac{d}{F \text{ min}}$$

Avec :

dj : Durée d'arrosage journalière (heures/jours)

d : Durée d'arrosage (heures/arrosage)

$F \text{ min}$: Fréquence d'arrosage "périodicité" (jours)

Nombre de parcelles

$$N = \frac{F \text{ min} * d}{dj}$$

Avec :

N : Nombre de parcelles.

$F \text{ min}$: Fréquence d'arrosage "périodicité" (jours)

d : Durée d'arrosage (heures/arrosage)

dj : Durée d'arrosage journalière (heures/jours)

Surface de la parcelle

$$Sp = \frac{S}{N}$$

Avec :

S : Surface de l'ilot (ha)

N : Nombre de parcelles.

Longueur de la rampe

$$Lr = \frac{L}{2}$$

Avec :

Lr : Longueur de la rampe (m)

L : Longueur de l'ilot (m)

Nombre de goutteurs par rampe

$$Nd = \frac{Lr}{Sd}$$

Avec :

Lr : Longueur de la rampe (m)

Sd : Espacement entre plantes (m)

Débit d'une rampe

$$Qr = Nd * Qd$$

Avec :

Qr : Débit d'une rampe (l/heures)

Nd : Nombre de distributeurs (goutteurs)

Qd : Débit du distributeur (goutteur) (l/heures)

Equipement de parcelle type 3ha :

II-A. Les résultats des calculs de dimensionnement des parcelles de 03 ha par aspersion classique

1/ -Besoins journaliers:	$B_j = 3.105 \text{ mm/jours}$,
2/ -Besoins journaliers en tenant compte de la couverture du sol:	$B_{js} = 2.8 \text{ mm/jours}$
3/ -Dose nette pratique:	$D_p = 36,66 \text{ mm/mois}$
4/ -Dose nette réelle:	$D_r = 34,155 \text{ mm/mois}$
5/ -Dose brute:	$D_b = 42,16 \text{ mm/mois}$
6/ -Fréquence d'arrosage:	$F = 11 \text{ jours}$
7/ -Durée d'arrosage:	$d = 14 \text{ h/arrosage}$
8/ -Durée d'arrosage journalière:	$d_j = 01 \text{ h/jours}$

II-B/ -Définition de la parcelle

1/ -Nombre de parcelles:	$N = 01 \text{ parcelles}$
2/ -Surface de la parcelle :	$S_p = 3 \text{ ha}$
Longueur	$L = 200 \text{ m}$
Largeur du toit	$b = 150 \text{ m}$
3/ -Longueur de la rampe:	$L_r = \frac{L}{2} = 100 \text{ m}$
4/ -Nombre de goutteurs par rampe:	$N_d = 100 \text{ goutteurs}$
5/ -Débit d'une rampe	$Q_r = 200 \text{ l/h} = 0,000055 \text{ m}^3/\text{s} = 0,06 \text{ l/s}$

II-C/ -Calcul préliminaire

1/ -Type de goutteur

Nous proposons un goutteur à circuit court, à simple orifice et non autorégulant $x=0,48$, régit par la loi :

$$q = K * H^x$$

Sa pression nominale de fonctionnement est :

$$H = 1 \text{ bar} = 10 \text{ m}$$

2/ -Règle de Christiansen

$$\frac{\delta q}{q} = 0,10$$

Ou bien

$$\frac{\delta H_{\text{totale}}}{H} = 0,20$$

$$\frac{\delta q}{q} = 0,10 = 0,48 * \frac{\delta H_{\text{totale}}}{H}$$

$$0,10 = 0,48 * \frac{\delta H_{\text{totale}}}{10}$$

Donc :

$$\delta H_{\text{totale}} = \frac{1}{0,48} = 2,08 \text{ mCE}$$

Perte de charge singulière admissible dans la canalisation assurant un service d'extrémité :

$$\delta H_{\text{Singularière}} = 0,10 * \delta H_{\text{max}} = 0,21 \text{mCE}$$

Perte de charge linéaire admissible dans la canalisation assurant un service d'extrémité :

$$\delta H_{\text{Linéaire}} = \delta H_{\text{totale}} - \delta H_{\text{sing}} = 1,88 \text{mCE}$$

Perte de charge linéaire admissible dans la rampe :

$$J_{\text{Rampe}} = \frac{1}{3} * \delta H_{\text{Linéaire}} = 0,63 \text{mCE}$$

Perte de charge linéaire admissible dans la porte rampe :

$$J_{\text{Porte.rampe}} = \frac{2}{3} \delta H_{\text{Linéaire}} = 1,25 \text{mCE}$$

II-D/ -Calcul des canalisations

1/ -La rampe en polyéthylène

1.1/ -Diamètre intérieur calculé de la rampe

$$\phi = \left[\frac{2,75 * J_{\text{Rampe}}}{0,478 * Qr^{1,75} * Lr} \right]^{\left(\frac{1}{-4,75} \right)}$$

$$\phi = 16,38 \text{mm} = 1,638 \text{cm} = 0,01638 \text{m}$$

Nous proposons un diamètre normalisé de $\phi = 16 \text{mm}$, qui engendre une perte de charge linéaire égale à la perte de charge linéaire admissible dans la rampe selon la règle de M^f Christiansen qui est de l'ordre de 0,63mCE

1.2/ -Calcul de la perte de charge unitaire

$$j = 0,478 * \phi^{-4,75} * Qr^{1,75} \text{ Pour canalisation en polyéthylène}$$

$$j = 0,009 \text{mCE/m} \quad \text{Avec } \phi = 18 \text{mm}$$

1.3/ -Vérification de la perte de charge linéaire dans la rampe

$$J = \frac{1}{2,75} * j * Lr \text{ Avec débit de route}$$

$$J = 0,63 \text{mCE}$$

1.4/ -Vérification de la longueur admissible de la rampe

$$Lr = \left[\frac{2,75 * J_{\text{Rampe}}}{0,478 * Qd^{1,75} * \phi^{-4,75}} \right]^{\left(\frac{1}{2,75} \right)}$$

$$Lr = 100 \text{m}$$

1.5/ -Nombre de goutteurs par rampe

$$Nd = \frac{Lr}{Sd}$$

$$Nd = 100 \text{goutteurs}$$

1.6/ -Débit d'une rampe

$$Qr' = Nd * Qd$$

$$Qr' = 200 \text{ l/h} = 0,055 \text{ l/s.}$$

En définitive, la perte de charge linéaire de la rampe la plus défavorable au diamètre $\phi=16\text{mm}$ est $J=0,63\text{mCE}$, valeur égale à la perte de charge linéaire admissible dans la rampe calculée selon la règle de Christiansen qui est de l'ordre de $0,63\text{mCE}$.

2/ -Les canalisations d'amenée

Type de matériau	Tronçon	Long réel (m)	Débit (m3/s)	Perte de charge Admis (mCE)	Diamètre calculé PVC (m)	Diamètre inter normalisé (mm)	Perte de charge Calculé (mCE)	Cote du T.N		Cote piézométrique		Charge	
								(m)		(m)		(m)	
								Amont	Avale	Amont	Avale	Amon	Avale
PVC	Borne-(A)	10	75000	1,25	83	71	2.65	111.6	111.55	158	155.35	46.4	43.8
PVC	(A)-(B)	100	75000	1,25	134	108	3.59	111.55	111.44	155.35	151.76	43.8	40.32

3/ -Les portes rampes

Type de matériau	Tronçon	Long réel (m)	Débit (m3/s)	Perte de charge Admis (mCE)	Diamètre calculé PVC (m)	Diamètre inter normalisé (mm)	Perte de charge Calculé (mCE)	Cote du T.N		Cote piézométrique		Charge	
								(m)		(m)		(m)	
								Amont	Avale	Amont	Avale	Amon	Avale
PVC	(A)-(C)	75	18750	1,25	76	56	5.36	111.55	111.61	158	152.64	46.45	41.03
PVC	(A)-(D)	75	18750	1,25	76	56	5.36	111.55	111.48	158	152.64	46.45	41.16
PVC	(B)-(E)	75	18750	1,25	76	56	5.36	111.15	111.09	152.64	147.28	41.49	36.19
PVC	(B)-(F)	75	18750	1,25	76	56	5.36	111.15	111.36	147.28	141.92	36.13	30.56

Perte de charge totale donnée par Scobey pour Canalisation en polyvinyle de chlorure [11.5] :

$$j = 0,452 \cdot \phi^{-4,76} \cdot Q^{1,76} * Lr_{réel}$$

Nous constatons que, la charge disponible au niveau de la borne N°01 est égale à $52,13\text{m}$, qui satisfait largement la pression demandée c'est-à-dire $46,4\text{m}$.

E -Calculs des investissements

Désignation	Type	Quantité	Prix unitaire (DA)	Total (DA)
Fertiliseur pour injection d'engrais	Réservoir de 0,12m ³ galvanisé	01	22571,73	22571.73
Goutteurs non autorégulant (2l/h)	à simple orifice	36750	9,90	363825
Filtre à sable	Purge manuelle, DN500 25m ³ /h	01	37140,49	37140.49
Sac à sable 2''			150,00	150
Filtre à tamis sur porte rampe	200mesh 1''1/4	01	1553,81	1553.81
Conduite principale	$\phi 71$ PVC PN06	10m	110,53	1105.3
	$\phi 108$ PVC PN06	100m	110,53	11053
Té	PVC 100*100 * 100 lisses -lisse	01	1049,47	1049.47
Vanne bronze	$\phi 100*100$	02	676,00	1352
Bouchons	$\phi 100*100$	01	203,83	203.83
Litre de colle PVC		1	750	750
Réducteur PVC	108*71	01	2046,56	2046.56
Conduite PE pour porte rampe	$\phi 50/56$ PEBD PN06	75m	91,12	6834
	$\phi 50/56$ PEBD PN06	75m	91,12	6834
	$\phi 50/56$ PEBD PN06	75m	91,12	6834
	$\phi 50/56$ PEBD PN06	75m	91,12	6834
Collet de prise en charge	$\phi 50*50*16$ PVC	300	210,00	63000
Vanne pour porte rampe	$\phi 50*50$ Bronze	02	494,00	988
Bouchons	$\phi 50$ PVC	04	316,50	1266
Conduite pour rampe	$\phi 16$ PEBD qualité extra	100 m	13,79	1379
Bouchon d'extrémité	$\phi 16$ PVC fileté femelle	300	6,08	1824
Jonction mâle fileté PVC	$\phi 16$	300	11,47	3441
Sous totaux				539988.63
Divers 1%				5399.8863
TOTAUX				545388.516

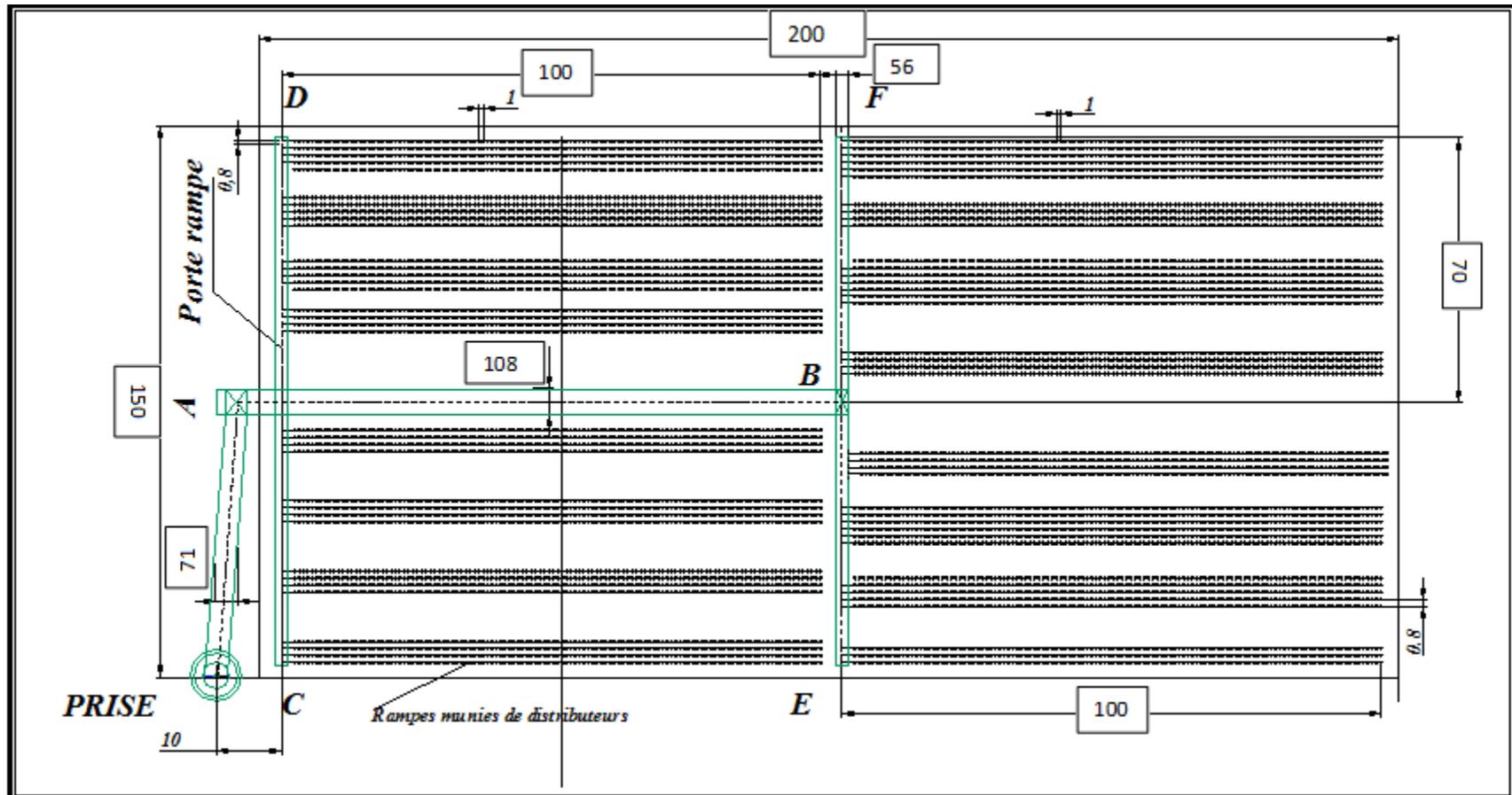


Fig. 02 : Equipement de la parcelle de 03ha par goutte à goutte.