



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME :

Etude de la projection d'un système d'irrigation agricole du périmètre du moyen Cheliff secteur 'c' « 120 ha» irrigué à partir du barrage d'Oum Droua (Wilaya de Chlef)

Présenté par :

TAZI Abd El Madjid

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
KAHLERRAS Djillali	M.C.A	Président
BENKACI ALI Tarek	M.C.A	Examineur
BOUZIANE Omar	M.A.A	Examineur
BENLATRECH Tarek	M.C.A	Examineur
AZIEZ Ouahiba	M.C.B	Promotrice

Remerciements

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

A ALLAH

Tout d'abord, nous tenons à remercier « Allah », le tout puissant de nous avoir données la force, le courage tout le long de notre cursus et durant la réalisation de ce mémoire.

A notre présidente de jury, MONSIEUR LE PROFESSEUR

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites en acceptant de présider le jury de ce mémoire. Veuillez trouver ici l'expression de notre plus profond respect pour votre gentillesse, votre disponibilité, ainsi que l'expression de notre reconnaissance et de notre Profonde admiration.

A notre promotrice, MADAME LE DOCTEUR **AZIEZ OUAHIBA**

Nous tiendrons à vous remercier pour votre guide ainsi que pour votre disponibilité, votre soutien moral ainsi que votre gentillesse qu'il vous soit témoigné notre plus profonde admiration pour votre savoir, vos valeurs humaines et votre remarquable sens d'enseignement.

Veuillez accepter nos respectueuses reconnaissances et nos remerciements.

MADAME LE DOCTEUR Nous vous sommes très reconnaissants d'avoir accepté de faire partie du jury de mémoire nous garderons en mémoire votre qualité de l'enseignement dont vous nous avez fait bénéficier tout au long de nos études veuillez trouver dans ce travail l'expression de notre gratitude et de notre profonde admiration.

A NOTRE CHEF DE DEPARTEMENT DE

Nous saisissons cette occasion pour vous exprimer notre profonde gratitude tout en vous témoignant notre respect. Que ce travail soit l'expression de notre reconnaissance et notre sincère admiration.

AU PERSONNEL D'A.N.R.H (BLIDA)

Je souhaite exprimer ma profonde gratitude envers l'équipe de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H- Blida) pour avoir généreusement fourni les données pluviométriques les plus récentes de la zone d'étude.

A MONSIEUR

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers M. KHABBEZ, chef de projet, ainsi qu'à l'ingénieur A. MEZRIG pour leur précieuse assistance, leurs nombreuses consultations, leurs conseils avisés, leur soutien inestimable, et pour avoir mis à ma disposition une documentation importante, souvent inédite.

DEDICACES

Je dédie ce travail

A mes très chers parents

Pour m'avoir toujours soutenue et encouragée, pour leur présence de tous les instants, et pour m'avoir toujours entourée de leur amour, qu'ils trouvent à travers ce travail les fruits et la récompense de leurs efforts, Qu'Allah vous protège.

A mes grands parents

Pour l'affection et le soutien tout au long de mes études, pour toujours prier pour moi. Qu'Allah vous protèges.

A mes très chères sœurs HANAE et CHAIMAA et a mes très chers frères SOFIANE et SID AHMED et ABD EL HAK et ILYAS pour l'amour et la complicité qui nous unissent.

A mes oncles ISMAIL, SOFIANE, MOHAMED, RACHID, et AHMED et sa femme et mes tantes FATIHA, HOURIA et HADJIRA et son enfant LOUAI

A mon cousin AYOUB et mes cousines, NESRINE, ANFEL et NOUR EL HOUDA et sa fille RAIHANA.

A tous les membres de ma famille paternelle et maternelle, veuillez Trouver dans ce modeste travail l'expression de mon affection.

A mes meilleurs amis IMAD, LOKMANE ,MOH(lucky), ABD EL SABOUR, ZAID(boss), YASSER, FAICAL, LORENZO, ZINOUE, ANES ,KHALIL , SLIMANE, SOUHAIB, SALIM, WASSIM, et toutes la famille de L'ENST Dergana pour les beaux moments qu'on a passés ensemble.

Aussi pour mes meilleurs amis de L'ENSH Blida Hakomi, AMINE(Rouji), CHOKRI, ACHRAF, RACHED(Tbib), ZAK, SMISTO, ISMAIL , CHAWKI(Boss),AMINE, YOUCEF, NOURI, RACHID , AMINE(Mio),SIFOU,RIED, HACHEMI ,ALI, HADJ ACHRAF ,ISMAIL(Mon ami), MEHDI, ISLAM,ZIED, AMINE, MOUSSA, YESAAD, RACHID, MOH pour les beaux moments qu'on a passés ensemble.

A mes enseignements pour leur gentillesse, et leurs aides dans les moments difficiles de ce travail.

A toutes celles et tous ceux qui m'ont aidé dans mes études.

A tous ceux que je connais et que je n'ai pas pu citer.

ملخص

الغرض من مذكرة التخرج هذه يهدف في المقام الأول إلى انشاء محيط زراعي مائي على مساحة تبلغ 120 هكتارًا تقع على الضفة اليسرى لنهر الشلف، أسفل سد أم دروع بولاية الشلف من حيث يُزود، و الذي يعاني انعدام شبكة السقي و كذلك منشأة التخزين.

ان التحليل المعمق للبيانات المستمدة من الدراسات المناخية والزراعية والتربة ، قاد إلى اختيار مدروس للمحاصيل التي سيتم إدخالها في المنطقة. بهدف ضمان إمداد مائي كافٍ من حيث التدفق والضغط وفي الوقت نفسه السعي إلى استغلال أمثل لموارد المياه مع الحد الأدنى من الخسائر نقترح بتبني تقنيات السقي الحديثة. هذا النهج لا يزيد فقط من الإنتاج الزراعي، ولكنه يقلل أيضًا من التكاليف إلى الحد الأدنى.

الكلمات المفتاحية: محيط زراعي مائي، سد، التدفق.

Résumé

L'objectif de ce mémoire de fin d'études est avant tout d'établir un milieu aquatique agricole sur une superficie de 120 hectares située sur la rive gauche de la rivière Chlef, en aval du barrage d'Oum Drou d'où il s'approvisionne, qui souffre d'un manque de réseau d'irrigation ainsi que l'ouvrage de stockage.

L'analyse approfondie des données issues des études climatologiques, pédologiques et agronomiques a permis de sélectionner de manière judicieuse les cultures à introduire dans la zone. Dans le but de garantir un approvisionnement en eau adéquat en termes de débit et de pression, tout en visant une utilisation optimale des ressources en eau avec des pertes minimales, nous avons préconisé l'adoption de techniques modernes d'irrigation. Cette approche permet non seulement d'augmenter les rendements agricoles, mais aussi de réduire les coûts au minimum.

Mots clés : zone agricole, barrage, débit.

Abstract

The objective of this end-of-studies thesis is primarily to establish an agricultural aquatic environment covering an area of 120 hectares located on the left bank of the Chlef River, downstream from the Oum Drou dam, from which it is supplied. The area faces a lack of irrigation network and storage infrastructure

In-depth analysis of data from climatological, pedological, and agronomic studies has led to the judicious selection of crops to be introduced in the area. In order to ensure adequate water supply in terms of flow and pressure, while aiming for optimal water resource utilization with minimal losses, we have advocated for the adoption of modern irrigation techniques. This approach not only increases agricultural yields but also minimizes costs.

Key words: agricultural perimeter, Dam, flow.

Sommaire

Introduction générale.....	1
Chapitre I : Analyse des Conditions Naturelles.....	2
I.1.Introduction :	3
I.2 Situation géographique de la wilaya de chlef.....	3
I.3. Situation et localisation de la zone d'étude :.....	4
I.3.1 Présentation du périmètre.....	5
I.4. Aperçu géologique :.....	6
I.4.1 Contexte géologique :	6
I.5 Géomorphologie et Relief :.....	7
I.6.Étude climatologique :	7
I.6.1 Choix de la station de référence :.....	7
(Source : ANRH)	8
I.6.2Température de l'aire :.....	8
I.6.3Analyse de la pluviométrie:	9
I.6.4. L'humidité relative :.....	10
I.6.5. Le vent :.....	11
I.6.6 L'insolation :.....	12
I.7. Calcul des indices Agro-météorologiques :.....	13
I.7.1. indice d'aridité de Martonne.....	13
I.7.2. CLASSIFICATION DU CLIMAT SELON LE DIAGRAMME D'EMBERGER:	14
I.7.3.Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen	15
I.8 Analyse socio-économique :	16
I.8.1 La population de la région :.....	16
I.8.2 Emplois dans la région :.....	16
I.8.3 Occupation du sol dans la région :.....	16
I.8.4 La production animale dans la région :.....	17
I.9.Conclusion :.....	18
Chapitre II : Analyse du sol et de l'eau.....	19
II.1 Introduction :.....	20
II.2 Ressources en sol :	20

II.2.1. Zone homogène N°01:	20
II.2.2. Zone homogène N° (06) :.....	20
II.2.3. Zone homogène N°(07):.....	21
II.3 Ressources en eau :.....	24
II.3.1 Ressources en eau pour l'irrigation:	24
II.3.2 Caractéristiques physico-chimiques de l'eau d'irrigation.....	24
II.3.3 Étude de la qualité de l'eau d'irrigation :.....	25
II.3.4 Évaluation de la qualité de l'eau :	26
II.3.5 Description du barrage d'Oum-Drou :.....	29
II.4 Calcul de la pluie de projet :	32
II.4.1 Choix de la station :	32
II.5 Étude de l'homogénéité de la série pluviométrique :.....	34
II.5.1 Étude de l'homogénéité de la série pluviométrique :	34
II.5.2 Ajustement statistique des pluies :.....	36
II.5.3 Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale :.....	36
II.5.5 Détermination de l'année de calcul :.....	40
II.6 Conclusion :	41
CHAPITRE III : Besoins en eau des cultures.....	42
III.1 Introduction.....	43
III.2 Le choix des cultures à cultiver dépend de plusieurs facteurs, notamment :	43
III.3 Les cultures disponibles dans la région du moyen Cheliff :	43
III.3.1 Calcul des besoins en eau d'irrigation:	44
III.3.2 Calcul de l'évapotranspiration référence (ET ₀)	45
III.3.3 Calcul de la pluie efficace :	46
III.3.4 Calcul de l'évapotranspiration maximale (ETM) :	47
III.4 Assolements des cultures (Choix des cultures) :.....	47
III.4.1 Estimation des coefficients culturaux (K _c) :.....	47
III.4.2 Surface occupée par les cultures :	48
III.4.3 La réserve facilement utilisable (RFU) :	48
III.4.4 Profondeurs racinaire des cultures :	49
III.5 Estimation des besoins hydriques des cultures sélectionnées :	50
III.5.1 Estimation des besoins en eau des céréales :	50
III.5.2 Calcul des débits Spécifique :	56

III.5.3 Les besoins en eau pour les assolements 1 et 2 :.....	56
III.5.4 Calcule de débit caractéristique :.....	57
III.6 .Les volumes d'eau d'irrigation :	58
III.7 Conclusion :	58

Chapitre IV : Etude de système d'adduction et distribution 59

IV.1 Introduction :	60
IV.2 Alimentation en eau du périmètre :.....	60
IV.3 Choix de la variante d'adduction :	60
IV.4 Le réseau d'adduction :	60
IV.4.1 Le diamètre optimal économique de la conduite d'adduction :	61
IV.5 Le réseau de Distribution :	62
IV.5.1 Organisation et l'aménagement du périmètre :.....	62
IV.5.2 Découpage des Ilots :	62
IV.5.3 Bornes d'irrigation (rôle et fonction):	63
IV.5.4 Tracé du réseau d'irrigation :.....	64
IV.5.5 Calcul du débit aux bornes:	64
IV.5.6 Choix du diamètre et de type de la borne:	64
IV.6 Matériaux de construction des canalisations :	65
IV.7 La vitesse admissible:	70
IV.8 Détermination du diamètre avantageux :	71
IV.8.1 Évaluation des pertes de charge :.....	72
IV.9 Conclusion :	76

Chapitre V : Choix de la technique d'irrigation..... 77

V.1. Introduction.....	78
V.2. Choix des techniques d'irrigation :	78
V.3. La catégorisation des techniques d'irrigation.....	78
V.3.1 L'irrigation gravitaire.....	78
V.3.2 L'irrigation par aspersion :.....	80
V.3.3 Système d'irrigation par pivot:	82
V.3.4 Système d'irrigation localisée:	83
V.4.Choix de la technique d'arrosage :.....	84
V.5.Conclusion :	84

Chapitre VI : Dimensionnement à la parcelle	85
VI.1 Introduction :	86
VI.2 Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion:	86
VI.3 Dimensionnement théorique.....	87
VI.4 Dimensionnement hydraulique des rampes :.....	91
VI.4.1 Longueur de la rampe:.....	91
VI.4.2 Dimensionnement de la rampe (Q_r):	91
VI.4.3 Calcule du diamètre de la rampe :.....	92
VI.4.4 Calcule des pertes de charge :.....	92
VI.5 Dimensionnement de la porte rampe :	93
VI.5.1 Longueur de la porte rampe :.....	93
VI.5.2 Débit de la porte rampe :	93
VI.5.3 Calcul du diamètre de la porte rampe :.....	93
VI.5.4 Calcul de la perte de charge de la porte rampe	94
VI.5.5 Calcul de la pression en tête de réseau:.....	94
VI.6 Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte :.....	95
VI.6.1. Données générales :.....	95
VI.6.2 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée :	95
VI.6.3. Dose nette pratique :.....	96
VI.6.4 Fréquence et espacement des arrosages (Fr):	97
VI.6.5 Calcul de la dose brute:	97
VI.6.6 La dose brute réelle :	98
VI.6.7 Durée d'opération par cycle d'arrosage (en heures) :	98
VI.6.8 Durée d'arrosage journalier :	98
VI.6.9 Nombre d'arbre par hectare:.....	98
VI.6.10 Nombre d'arbre par rampe :.....	98
VI.6.11 Nombre des goutteurs par rampe :	99
VI.6.12 Débit d'une rampe :.....	99
VI.6.13 Nombre de rampes :	99
VI.3.14 Débit de porte rampe :	99
VI.7 Calculs hydrauliques du réseau d'irrigation goutte à goutte :	100
VI.7.1Diamètre de la rampe :	100
VI.7.2 Diamètre de la porte rampes :	101

VI.8 Calcul de la pression en tête du réseau :	101
VI.9 Conclusion:	102
Chapitre VII : Calcul technico-économique et organisation du chantier	103
VII.1.Introduction:	104
VII.2 Différents travaux à entreprendre :	104
VII.2.1 Exécution des tranchées :	104
VII.2.2 Installation du lit de sable :	104
VII.2.3 Installation des canalisations :	105
VII.2.4 Assemblage des conduites en polyéthylène haute densité (PEHD) :	106
VII.2.5 Essai de l'étanchéité des joints et de la canalisation :	106
VII.2.6 Nivellement et compactage :	107
VII.2.7 Choix des engins du chantier :	107
VII.3 Volume de terrassement :	108
VII.3.1 Dimensions des tranchées :	108
VII.3.2 Calcul des volumes de terrassement :	110
VII.4 Calcul de coût de projet:	112
VII.4.1 Coût de réseau d'adduction:	112
VII.4.2 Coût de réseau de distribution :	113
VII.4.3 Devis de station de sur pression et le bassin géo-membrane:	114
VII.4.4 Coût totale de projet.....	117
VII.5 Planification des travaux :	117
VII.5.1 Phases du projet et leurs durées :	117
VII.5.2 Déterminations des délais :	119
VII.6 L'utilisation de dispositifs de protection individuelle est essentielle pour assurer une meilleure sécurité sur un chantier	121
VII.7 LA PROTECTION COLLECTIVE SUR UN CHANTIER :	122
Conclusion générale	124
Références bibliographiques	125
Annexes	126
Abréviation	136

Liste des tableaux

Chapitre I :

Tableau I.1 : Coordonnées de la station météorologique de Chlef	7
Tableau I.2 : Moyennes des températures mensuelles de la station de Pontéba.....	9
Tableau I.3 : Caractéristiques de la station pluviométrique	9
Tableau I.4 : pluviométrie de la station de Pontéba (Année 2015).....	10
Tableau I.5 : Humidité relative mensuelle à station de pontéba en %(2015/2016)	10
Tableau I.6 : moyenne mensuelle de la vitesse du vent (2015).....	11
Tableau I.7 : Insolation moyenne mensuelle (heure) pour chaque mois.....	12
Tableau I.8 : Classification du climat selon de Martonne.....	14

Chapitre II :

Tableau II.1 : Résultats L'Analyse de l'eau brute de l'Oued Chélif (la station de pontéba).....	26
Tableau II.2 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.	27
Tableau II.3 : Classification des eaux en fonction du SAR.	28
Tableau II.4 : Caractéristique de la station.	32
Tableau II.5 : Les relevés de la station sont récents et s'étalent sur une période d'observation acceptable .	33
Tableau II.6 : Tableau présentant le test de Wilcoxon	35
Tableau II.7 : la pluie en fonction de la période de retour	40
Tableau II.8 : Calcul de P80%	40

Chapitre III:

Tableau III.1 : Évapotranspiration de référence ET0 calculée par le logiciel COPWAT.....	46
Tableau III.2 : Calcul des pluies efficaces.....	46
Tableau III.3 : Assolements des cultures	47
Tableau III.4 : Coefficients cultureux des cultures.	47
Tableau III.5 : calendrier d'occupation des sols	48
Tableau III.6 : Surfaces occupées par les différentes cultures.....	48
Tableau III.7 : Profondeurs racinaire des cultures	49
Tableau III.8 : Besoins en eau de olivier	50
Tableau III.9 : Besoins en eau des Agrumes.....	50
Tableau III.10 : Besoins en eau des Pomme de terre(saison)	51
Tableau III.11 : Besoins en eau de Luzerne.....	51
Tableau III.12 : Besoins en eau de Tomate	52
Tableau III.13 : Besoins en eau de Pastèque.....	52
Tableau III.14 : Besoins en eau pour le Sorgho.....	53
Tableau III.15 : Besoins en eau pour Orge en vert.....	53
Tableau III.16 : Besoins en eau pour le Blé.....	54
Tableau III.17 : Besoins en eau pour l'oignon.....	54
Tableau III.18 : Besoins en eau pour le Chou.....	55

Tableau III.19 : Besoins en eau pour le Courgette	55
Tableau III.20 : Besoins en eau pour Orge grain	56
Tableau III.21 : Donnée les résultats de besoins net (mm) de l'assolement 1	56
Tableau III.22 : Donnée les résultats de besoins net (mm) de l'assolement 2	57
Tableau III.23 : Volume d'eau d'irrigation	58

Chapitre IV :

Tableau IV.1 : Calcul du diamètre économique de la conduite d'adduction.	62
Tableau IV.2 : Les différents ilots du périmètre.	62
Tableau IV.3 : Type de bornes en fonction de superficies des ilots	65
Tableau IV.4 : Calcul des débits des ilots et choix du diamètre et type de bornes.	65
Tableau IV.5 : Choix du nombre de pompes de secours.	69
Tableau IV.6 : Choix de nombre de pompes	69
Tableau IV.7 : les diamètres avantageux en fonction des débits	72
Tableau IV.8 : Paramètres de pertes de charge de la loi de Lechapt-Calmon.	73
Tableau IV.9 : Les résultats de calculs.	75

Chapitre VI :

Tableau VI.1 : Résultat de calcul pratique d'aspersion	94
Tableau VI.2 : Caractéristiques des rampes	100
Tableau VI.3 : Caractéristiques des portes rampes.	101

Chapitre VII :

Tableau VII.1 : Résultats de calcul des dimensions de différents diamètres	110
Tableau VII.2 : Résultats de calcul des volumes de terrassement	112
Tableau VII.3 : Estimation de coût de réseau d'adduction	112
Tableau VII.4 : Estimation de coût de réseau de distribution avec les systèmes d'irrigation	113
Tableau VII.5 : Estimation de coût des volumes de terrassement de réseau de distribution	114
Tableau VII.6 : Estimation de cout de bassin géo-membrane.	114
Tableau VII.7 : devis quantitatif et estimatif de la station de surpression	116
Tableau VII.8 : Estimation de coût totale de projet.	117
Tableau VII.9 : Symboles et durées des différentes opérations	118
Tableau VII.10 : Opérations succèdes et précèdes	119

Liste des figures

Chapitre I :

Figure I.1 : Situation et Limites administratives de la wilaya de Chlef echelle	3
Figure I.2 : Localisation de la zone d'étude Ouled Abbas	4
Figure I.3 : Localisation du périmètre de Ouled Abbas Google earth date	5
Figure I.4 : carte géologique du Moyen Chélif Occidentale (Perrodon, 1957)	6
Figure I.5 : carte des altitudes de la zone d'étude 3D	7
Figure I.6 : Répartition des températures moyennes (Station de Chlef)	9
Figure I.7 : Répartition des précipitations (Station de Pontéba)	10
Figure I.8 : Évaluation de l'Humidité relative mensuelle.	11
Figure I.9 : Vitesses moyennes mensuelles du vent dans la région du Chélif en (m/s)	12
Figure I.10 : Variation d'insolation moyenne mensuelle (heures).....	13
Figure I.11 : diagramme bioclimatique d'EMBERGER	15
Figure I.12 : Diagramme ombrothermique de Gaussen	16
Figure I.13 : Occupation détaillée du sol par catégorie de culture (THOURYA, 2005).....	17
Figure I.14 : Répartition de production animale dans la région.(OUAKLI, 2008).....	17

Chapitre II :

Figure II.1 : Carte des types de sols de la région d'analyse (source ABH-CZ) établie par Scet Agri.....	24
Figure II.2 : Carte du réseau hydrographique du Moyen Chélif occidentale (MOKADAM., 2016)	24
Figure II.3 : diagramme de classification des eaux d'irrigation (selon USSS, 1954).....	29
Figure II.4 : Barrage de Oum Drou	30
Figure II.5 : Le profil en travers du barrage d'Oum Drou.....	31
Figure II.6 : Statistiques descriptives obtenue par le logiciel HYFRAN	37
Figure II.7 : Période de retour et intervalle de confiance obtenus par le logiciel HYFRAN	37
Figure II.8 : Teste de khi deux obtenus par le logiciel HYFRAN	39
Figure II.9 : L'ajustement par la loi normale obtenue par le logiciel HYFRAN	39

Chapitre IV :

Figure IV.1 : Courbe de fonctionnement de la pompe choisie.	70
Figure IV.2 : Présentation du réseau sur logiciel EPANET.	74

Chapitre V :

Figure V.3 : Irrigation à la raie.	79
Figure V.4 : Système d'irrigation par enrouleur.....	82
Figure V.5 : Système d'irrigation utilisant un pivot central.....	82
Figure V.6 : L'irrigation par goutte-à-goutte.....	84

Chapitre VII :

Figure VII.1 : Profil à travers d'une tranchée.....	109
Figure VII.2 : Schéma représentatif de la méthode de PERT	120
Figure VII.3 : Réseau à flèche.....	120

Liste des planches

Planche N°01 : Plan de situation du périmètre Ouled Abbas secteur « C » Wilaya de Chlef.

Planche N°02: Profil en long de la conduite d'adduction du périmètre Ouled Abbas secteur « C » Wilaya de Chlef.

Planche N°03: Profil en long de la conduite de distribution du périmètre Ouled Abbas secteur « C » Wilaya de Chlef.

Planche N°04: Plan d'occupation du sol du périmètre Ouled Abbas secteur « C » Wilaya de Chlef.

Planche N°05: Plan d'irrigation (par Aspersion, Goutte a Goutte) du périmètre Ouled Abbas secteur « C » Wilaya de Chlef.

Liste des annexes

Annexe 01 : Classification des zones homogène du périmètre moyen Chélif.

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

Annexe 03 : Source : Bulletin FAO d'irrigation et drainage n°33 tableaux 18.

Annexe 04 : SPECIFICATIONS TECHNIQUES DES CONDUITES EN PEHD.

Annexe 05 : La fiche technique d'un arroseur ZB de type Perrot.

Annexe 06 : Les caractéristiques des pompes.

Annexe 07 : Calcule du volume des travaux de la station de surpression.

Introduction générale

L'Algérie a traversé une période de sécheresse intense et prolongée au cours des trois dernières décennies, caractérisée par un déficit pluviométrique majeur atteignant environ 30% sur l'ensemble du territoire. Cette sécheresse a eu des répercussions négatives sur le débit des cours d'eau, le niveau de remplissage des réservoirs de barrages et la recharge des nappes souterraines.

Dans ce contexte, notre étude se focalise la solution réside dans l'identification de futurs projets qui mettent en œuvre des techniques et des méthodes d'arrosage permettant une utilisation rationnelle et efficace des ressources en eau disponibles. Pour cela, il est essentiel de prévoir avec précision les besoins en eau pour l'irrigation des cultures, en tenant compte de divers facteurs tels que les données climatiques et pédologiques.

Le périmètre à créer du Moyen Cheliff, couvrant une superficie de 9676 hectares répartis en 02 grandes zones "A" et "B", comprend plusieurs secteurs agricoles de tailles variables et une diversité de cultures. Ce projet s'inscrit dans le cadre de la politique de développement rural durable promue par les décideurs, visant à valoriser les ressources naturelles (eau et sol) et humaines disponibles pour améliorer les conditions de vie des populations rurales et contribuer à l'augmentation de la production agricole nationale.

Le sujet de notre étude porte sur l'aménagement hydro-agricole du périmètre d'irrigation de la plaine du Moyen Cheliff, plus précisément le secteur d'Ouled Abbas à partir du barrage d'OUM DROU, couvrant une superficie de 120 hectares dans la wilaya de CHLEF.

Ce mémoire est structuré en sept chapitres, qui comprennent notamment une présentation des caractéristiques géographiques et physiques de la zone d'étude, une analyse socio-économique, la définition des ressources en eau et en sol, une étude hydrologique, une évaluation des besoins en eau pour l'irrigation, la proposition de schémas d'aménagement hydraulique, le dimensionnement d'un système d'irrigation efficace et la réalisation d'une évaluation économique du projet. L'objectif ultime de ce mémoire est de diversifier les cultures et d'accroître les rendements agricoles de la zone en mettant en place un réseau d'irrigation sous pression et en utilisant des techniques modernes telles que l'aspersion et le système goutte à goutte.

Chapitre I : Analyse des Conditions Naturelles

I.1.Introduction :

Avant de procéder à la conception d'une étude d'irrigation, il est impératif de réaliser une analyse exhaustive des paramètres climatiques afin d'évaluer les besoins en eau et de dimensionner adéquatement le système hydraulique. En parallèle de cette analyse climatique, il est tout aussi essentiel de mener une investigation des conditions géographiques et géologiques, étant donné leur influence sur les structures hydrauliques. L'objectif de ce chapitre est d'examiner les diverses conditions géographiques, géologiques et climatologiques de notre zone d'étude, en vue de guider ultérieurement le choix des cultures à implanter.

I.2 Situation géographique de la wilaya de chlef

La wilaya de Chleff est située au nord-ouest Algérien, à 200 km à l'ouest d'Alger. La wilaya de Chleff d'une superficie de 4791 km², comporte 13 daïras et 35 communes.

Elle est délimitée par :

Du point de vue administratif la wilaya de Chleff est limitée par (Figure I.1) :

- Au Nord par la mer Méditerranée
- Au Sud par la wilaya de Tissemsilt
- A l'Est par la wilaya de Mostaganem et Relizane
- A l'Ouest par Tipaza et Ain Defla.



Figure I.1 : Situation et Limites administratives de la wilaya de Chlef echelle

I.3. Situation et localisation de la zone d'étude :

La zone d'étude (Ouled Abbès) est située au Nord - Ouest de l'Algérie l'Est de la wilaya de Chleff, à environ 16 km du chef-lieu de la wilaya et à 50 km de la méditerranée.

Notre périmètre d'étude est irriguer, à partir du barrage d'Oum Drou (Ex : Pontéba) dont la superficie est de 120 ha.

Ouled Abbès est limitée géographiquement par :

- Au Nord par Beni Rached ;
- Au Sud par Oum Drou ;
- silt; A l'Est par Oued Fodda ;
- A l'Ouest par Oum Drou.

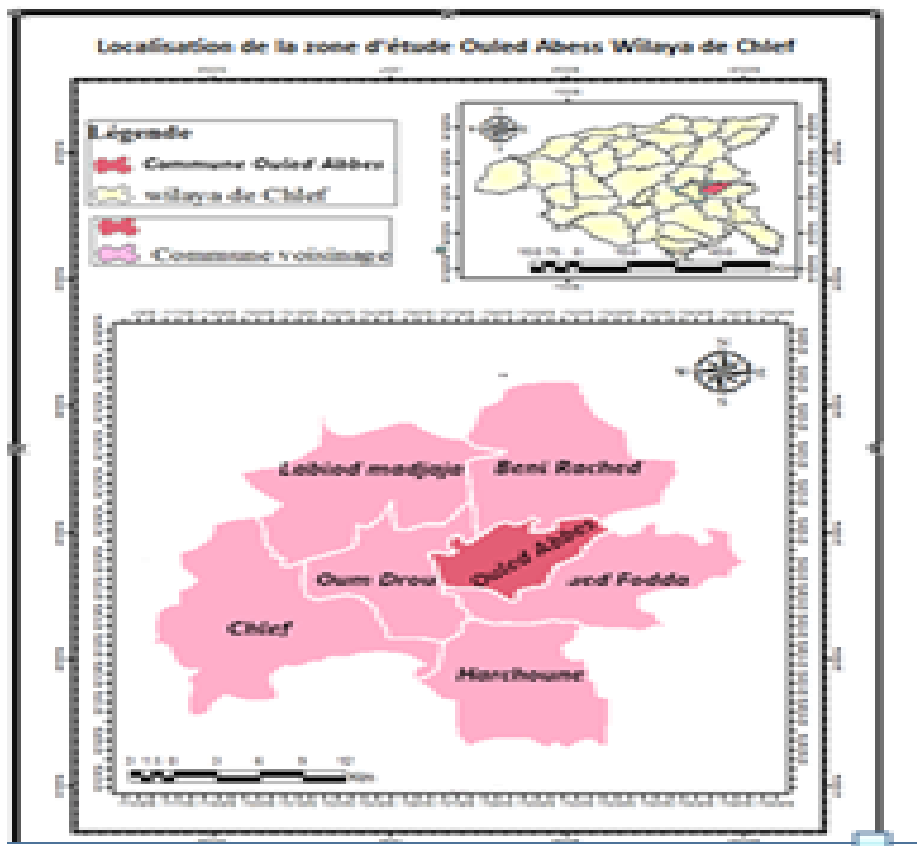


Figure I.2 : Localisation de la zone d'étude Ouled Abbès

I.3.1 Présentation du périmètre

Le périmètre de Moyen Cheliff se situe entre le Haut et le Moyen Cheliff et s'étend entre EL ATTAF à l'est et ECH SHELIF à l'ouest. Il occupe une superficie totale de 9562 ha et est divisé en deux zones indépendantes.

- zone A: alimentée par l'oued El Fodda (4539 ha)
- zone B: alimentée par l'oued Cheliff (5023 ha)

En vue d'une organisation plus facile de la production agricole, chaque zone est divisée en secteurs, notre périmètre est nommé secteur « C » est affiliée à la zone « B » à l'est du périmètre de moyen Chélif.

Le périmètre irrigué projeté est situé dans la rive gauche d'oued Cheliff, en aval du barrage d'OumDrou et il est alimenté par ce dernier.

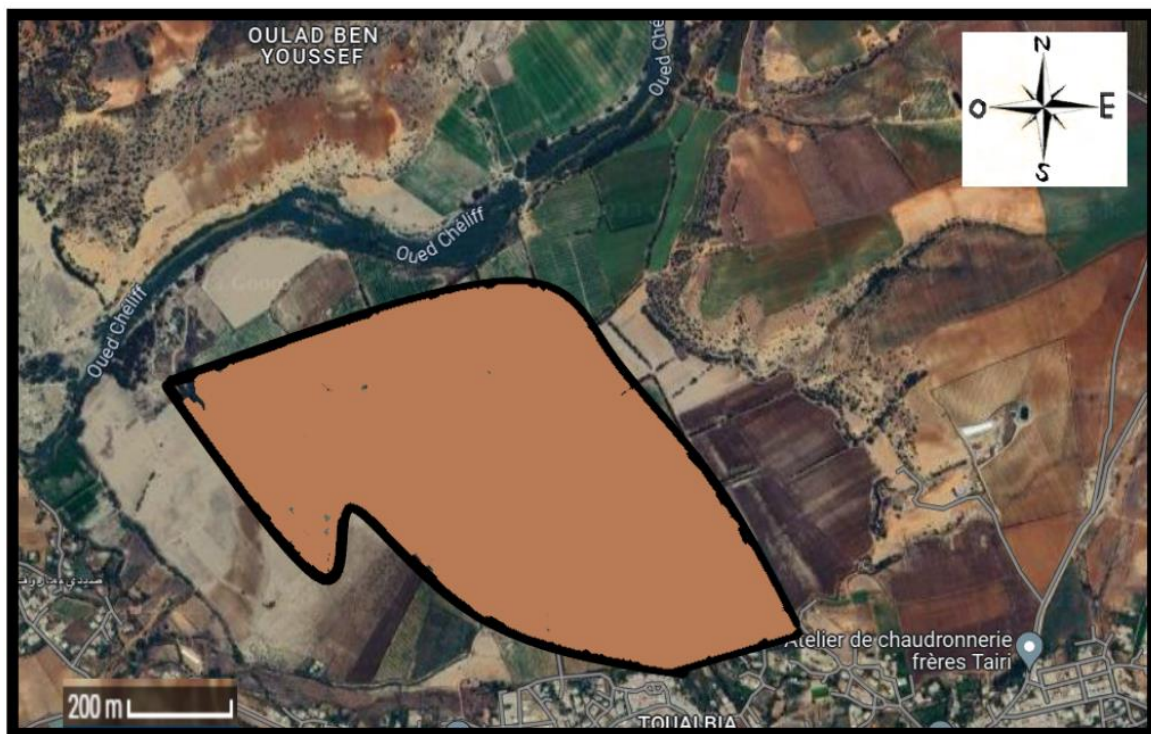


Figure I.3 : Localisation du périmètre de Ouled Abbas Google earth date

I.4. Aperçu géologique :

I.4.1 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 [1].

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 [2].

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).[2]

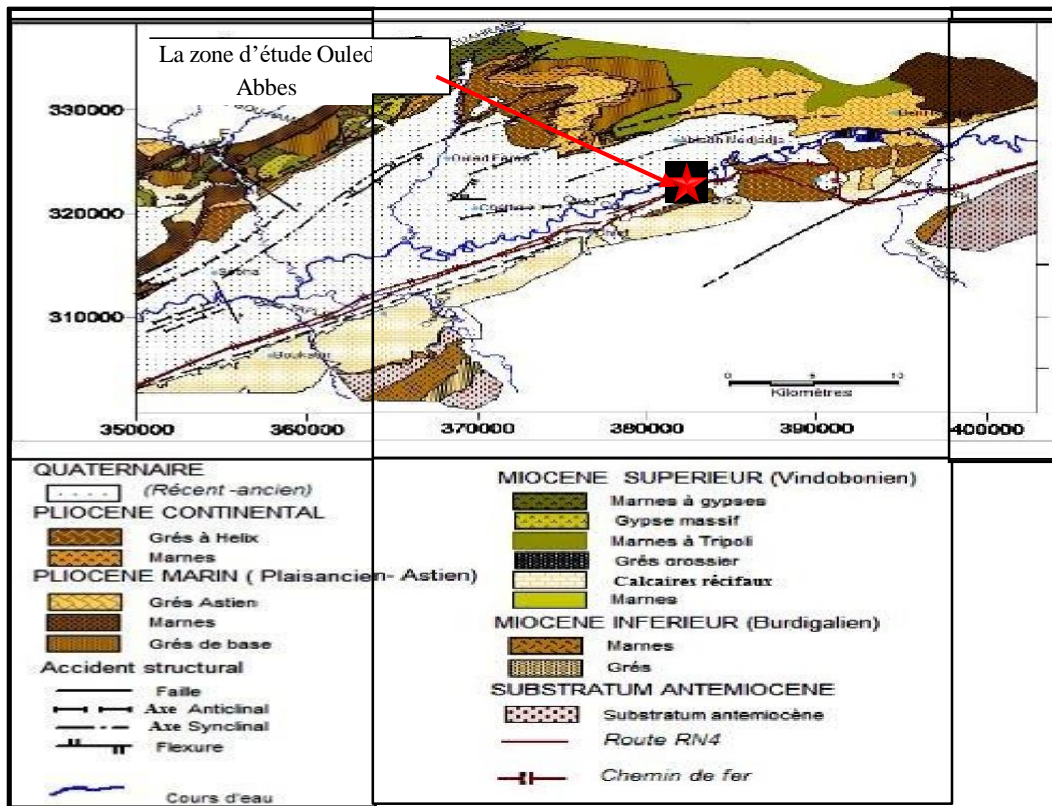


Figure I.4 : carte géologique du Moyen Chélif Occidentale [1].

I.5 Géomorphologie et Relief :

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.[3]

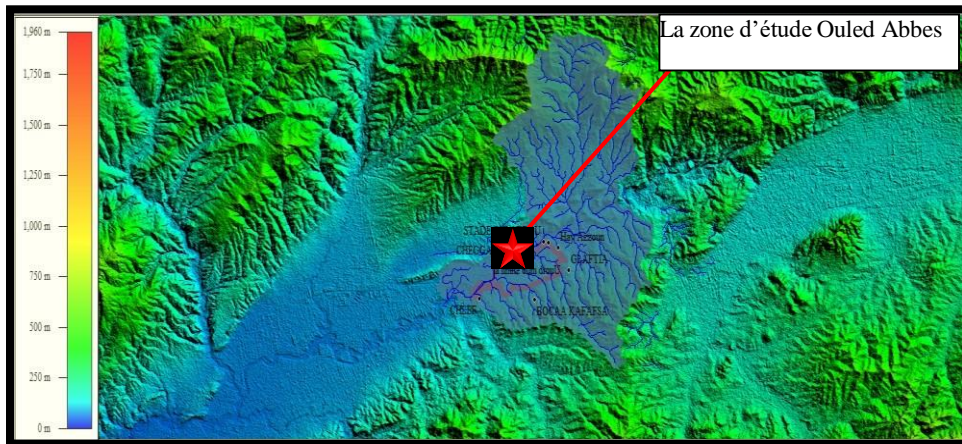


Figure I.5 : carte des altitudes de la zone d'étude 3D

I.6.Étude climatologique :

Les facteurs climatiques ont une importance capitale dans un projet d'irrigation puisqu'ils interviennent dans l'estimation des besoins en eau des cultures et dans leur croissance.

Les facteurs les plus déterminants sont les températures, l'humidité relative, l'intensité de gelée et de sirocco. Ils constituent un ensemble d'éléments décisifs.

I.6.1 Choix de la station de référence :

I.6.1.1 Choix de la station météorologique

Les données climatiques illustrées ci-après sont collectées, auprès de la station Pontéba.

Tableau I.1 : Coordonnées de la station météorologique de Chlef

Nom de la station	Latitude	Longitude	Altitude(m)
Chlef	36.2	1.26	Z= 127

(Source : ANRH)

I.6.2 Température de l'aire :

La température du climat joue un rôle crucial, car elle influe sur le processus d'évapotranspiration, régulant ainsi la croissance des plantes et délimitant leurs zones de distribution. Pour cette raison, nous avons sélectionné la station météorologique de Pontéba, située à proximité du site.

Tableau I.2 : Moyennes des températures mensuelles de la station de Pontéba

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	15,3	14,6	20,9	26,5	31,4	33,8	40,9	37,7	32,4	27,9	22,1	20,5	27
Moy	10,4	10,8	14,4	19,7	23,9	26,4	32,5	31	26	22,1	16,5	14,7	20,7
Min	5,4	6,9	7,9	12,9	16,3	19	24	24,3	19,6	16,3	10,8	8,9	14,36

La température moyenne annuelle est d'environ 20,7 °C avec des températures estivales moyennes d'environ 25°C et des température d'hiver aux alentours de 11°C, les températures moyennes maximum et minimum étant respectivement 32,5°C et 10,4°C .

Le graphe de variations des températures est présenté comme suit

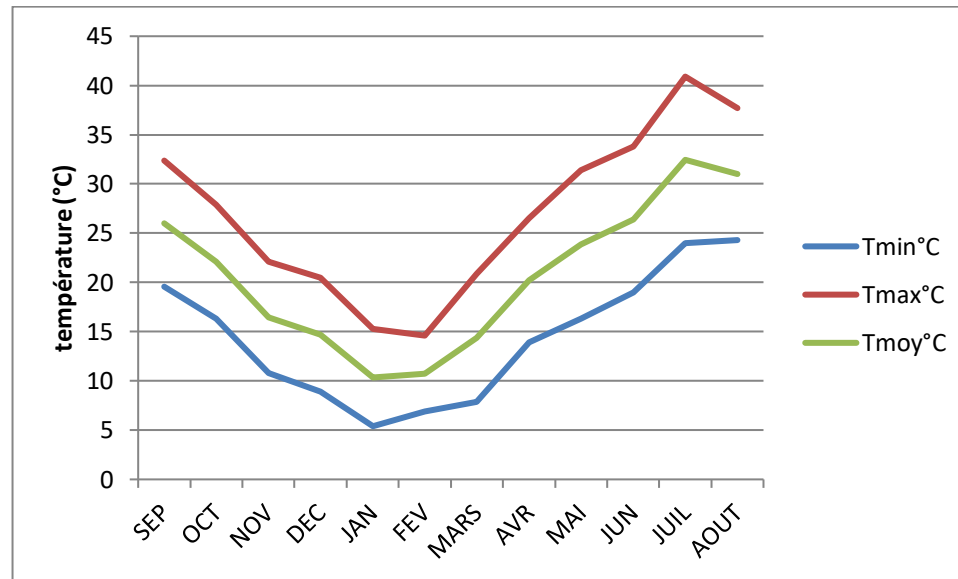


Figure I.6 : Répartition des températures moyennes (Station de Chlef)

I.6.3 Analyse de la pluviométrie:

Le tableau I.3, décrit ci-dessous, nous indique les coordonnées de la station pluviométrie

Tableau I.3 : Caractéristiques de la station pluviométrique

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

Le tableau I.4 et la figure I.6 nous montrent la répartition mensuelle des précipitations de la station pluviométrique (Pontéba).

Tableau I.4 : 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	58,8	108,6	34,3	40,1	5,4	2,7	0,9	1,3	9,5	17,1	41,6	50,1	370,4
%	15,1	15,1	13,08	10,02	9,76	7,23	2,8	0,23	0,56	3,87	11,7	10,52	100

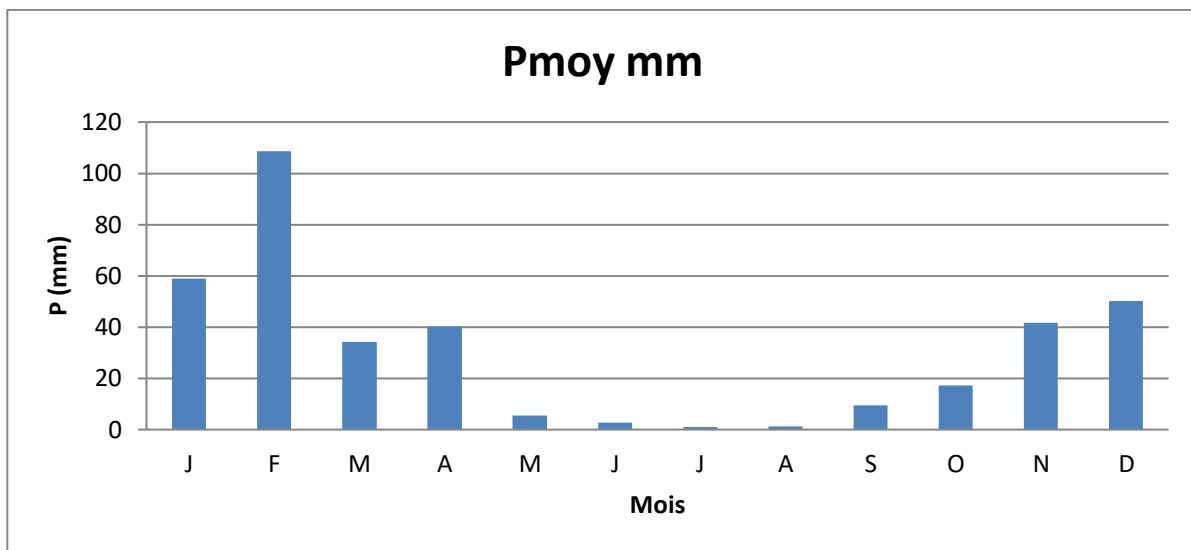


Figure I.7 : Répartition des précipitations (Station de Pontéba)

I.6.4. L’humidité relative :

L'humidité relative revêt une grande importance, car elle influence l'évapotranspiration, la croissance des plantes et la délimitation de leurs aires de répartition. C'est pourquoi nous avons choisi d'utiliser la station météorologique de Pontéba, qui se trouve à proximité du site.

La distribution mensuelle de l'humidité de l'air est présentée dans le tableau 1.5

Tableau I.5 : Humidité relative mensuelle à station de pontéba en %(2015/2016)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Moyenne Annuelle
Max	76	87	91	82	92	91	90	85	77	75	65	74	82,08
Moy	53	66	72	64	74	72	69	60	53	51	45	52	60,92
Min	30	45	52	46	55	53	48	34	28	27	25	29	39,33

(Source :ONID 2016)

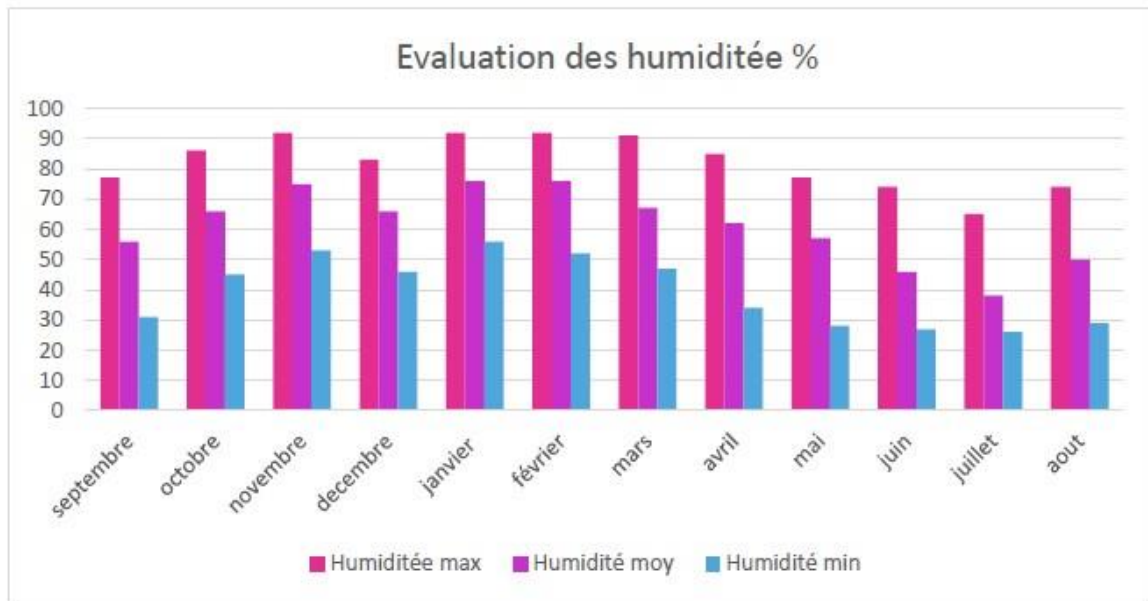


Figure I.8 : Évaluation de l’Humidité relative mensuelle.

I.6.5. Le vent :

Le vent se distingue comme l'un des composants les plus caractéristique du climat, elle est influencé sur l'évapotranspiration des végétaux, ainsi la détérioration des plantes végétative, l'analyse de ce paramètre nous apparaît essentielle pour orienter de manière optimale et établir des dispositifs de brise-vent.

Les valeurs présentées dans le tableau I.4 représentent la vitesse moyenne du vent.

Tableau I.6 : moyenne mensuelle de la vitesse du vent (2015)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Moyenne annuelle
Station													
m/s	2,8	1,8	1,7	1,9	2,4	3,9	2,3	2,8	2,9	3,1	2,5	2,3	2,5

(Source :ANRH Chlef)

Les vitesses du vent sont relativement faibles et homogènes durant toute l’année.

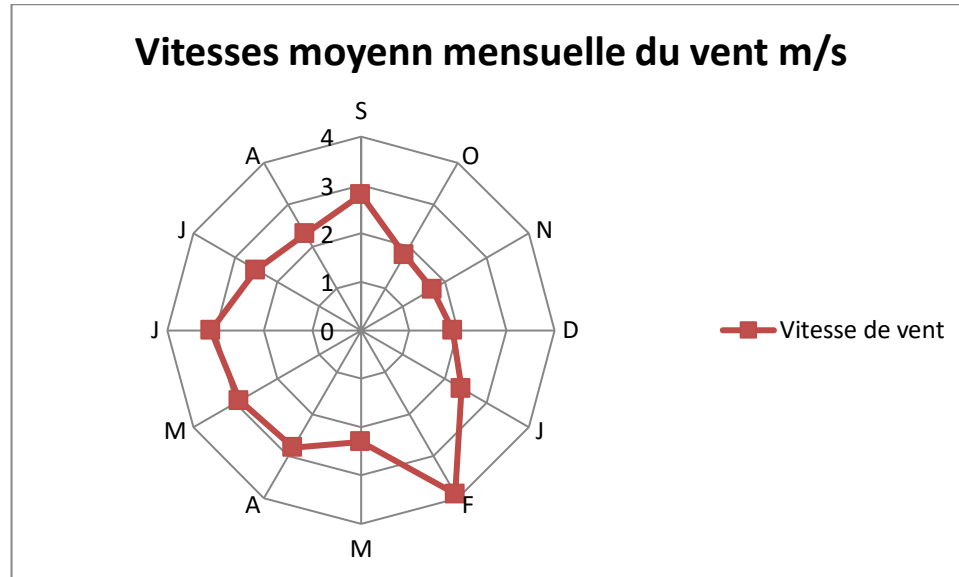


Figure I.9 : Vitesses moyennes mensuelles du vent dans la région du Chélif en (m/s)

I.6.6 L’insolation :

L’insolation dépend la latitude, de la saison, de l’orientation géographique par rapport au soleil et des niveaux de couverture nuageuse, ce qui engendre des différences significatives dans les niveaux d’ensoleillement observés d’un lieu à un autre.

Le Tableau I.7 indique les valeurs moyennes mensuelles de durée d’insolation.

Tableau I.7 : Insolation moyenne mensuelle (heure) pour chaque mois

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Station												
Chlef (heure)	8,8	7,3	6,2	5,4	5,5	6,5	7,3	8,7	9,9	10,8	11,7	11,1

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

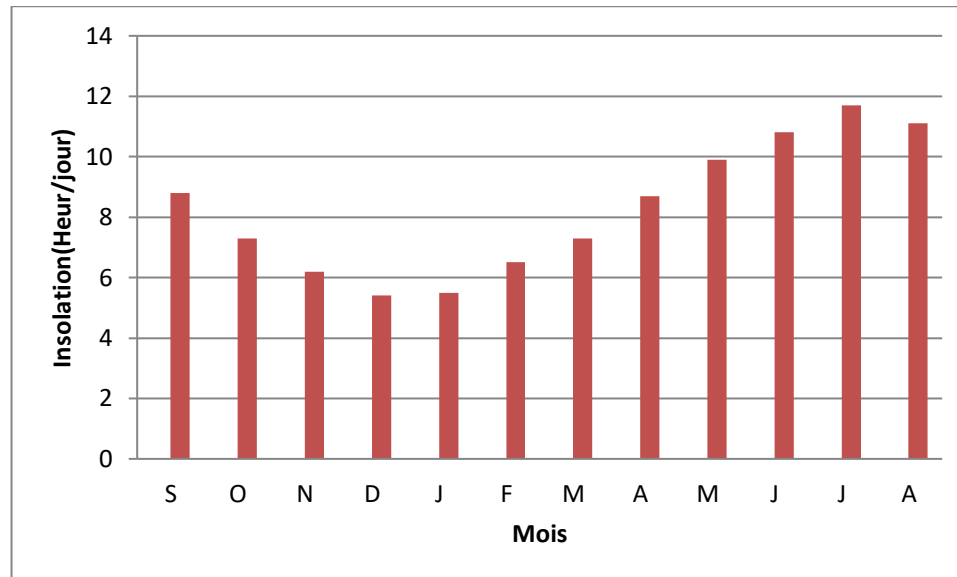


Figure I.10 : Variation d'insolation moyenne mensuelle (heures)

I.7. Calcul des indices Agro-météorologiques :

Pour déterminer le type du climat et l'interférence des différentes variables de ce climat et leur action sur les plantes, nous avons deux facteurs essentiels : la pluviométrie et la température.

I.7.1. indice d'aridité de Martonne

Formule utilisée est la suivante :

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

Avec :

- **I_A**: indice climatique.
- **P** : précipitation moyenne annuelle (mm).
- **T** : température moyenne annuelle (°C).

Dans notre cas, nous avons :

Tableau I.8 : Classification du climat selon de Martonne

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

Dans notre cas, nous avons :

- $P = 370,4 \text{ mm/an}$
- $T = 20,7 \text{ }^\circ\text{C}$

On aura:

$$IA = \frac{370,4}{10 + 20,7} = 12,06$$

Donc notre zone est sec et l'irrigation souvent indispensable.

I.7.2. Classification du climat selon le diagramme d'emberger:

Cet indice a pour but de déterminer l'étage bioclimatique, il est calculé comme suit :

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

Donc :

$$Q = \frac{2 \times 370,4 \times 1000}{(40,9 + 273)^2 - (5,4 + 273)^2} = 35,29$$

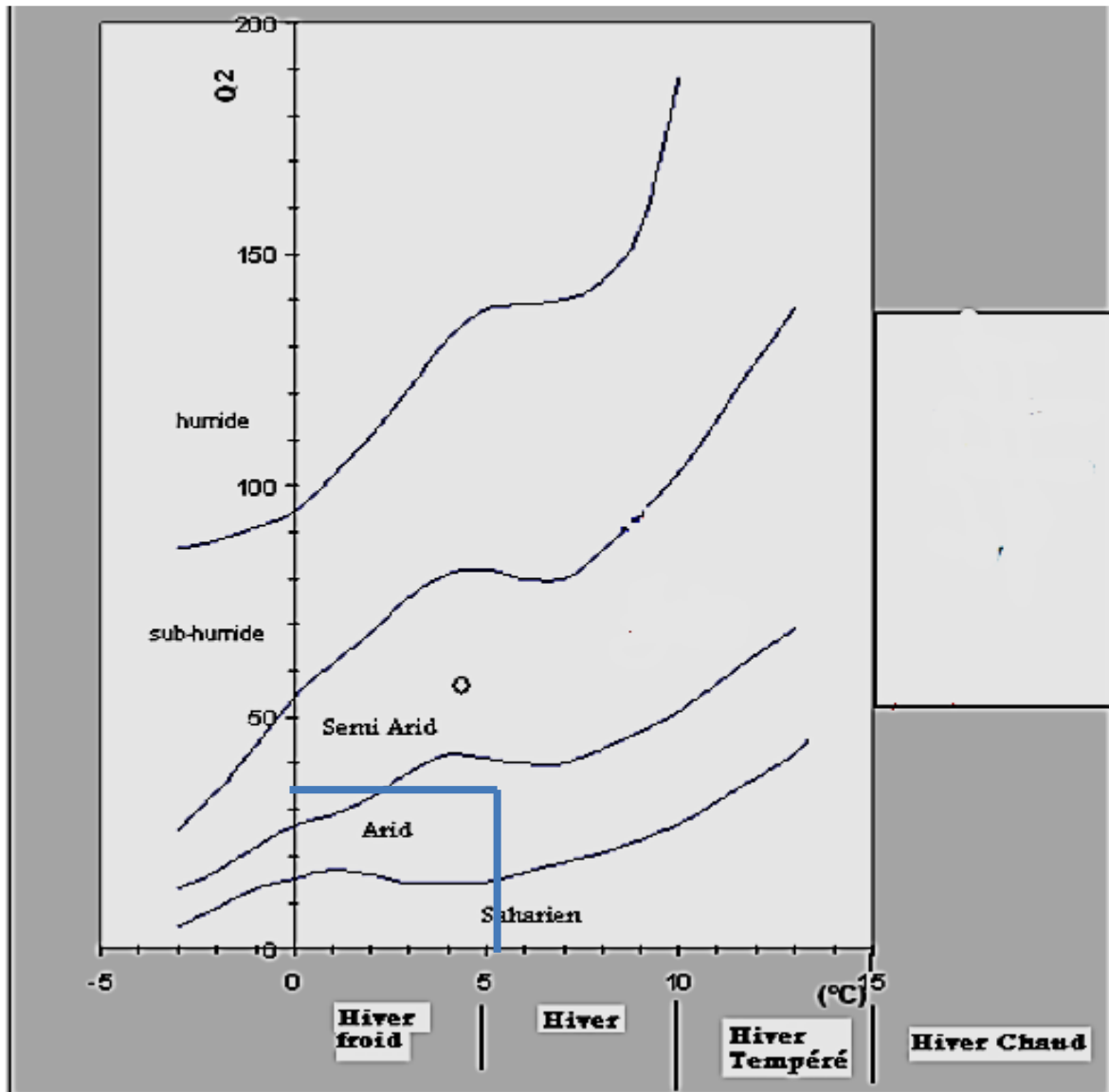


Figure I.11 : diagramme bioclimatique d'EMBERGER

L'étage bioclimatique : Aride.

Sous étage : Hiver doux.

I.7.3. Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gausson

Le diagramme Ombrothermique de F.Bagnouls et Gausson permet de faire ressortir la période sèche au cours de l'année. Dans ce diagramme, on considère un mois sec quand le total des précipitations exprimées en (mm) est égal ou inférieur au double de la température exprimée en °C ($P \leq 2T$), c'est-à-dire quand la courbe des précipitations passe en dessous de celle des températures. La période s'étalant entre les abscisses des points de l'intersection des deux courbes correspond à la durée de la saison sèche.

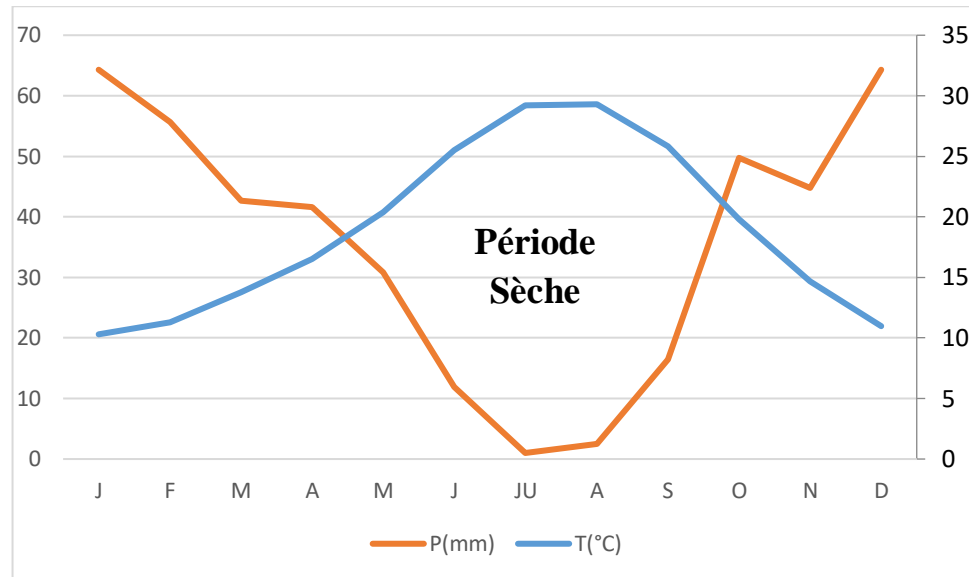


Figure I.12 : Diagramme ombrothermique de Gaussen

I.8 Analyse socio-économique :

I.8.1 La population de la région :

Aujourd'hui, la population totale de la commune d'Ouled Abbes peu être à 8578, avec un densité est passée à plus 100 habitant par Km². (selon R.G.B.H 2008)

I.8.2 Emplois dans la région :

Il convient de noter qu'en 2015, on a enregistré 49 813 demandes d'emploi, dont 8 429 ont abouti à des placements, représentant un taux de placement de 73,50%.

I.8.3 Occupation du sol dans la région :

L'occupation du sol dans la situation de référence, qui s'étend sur 5358,31 hectares, concerne l'ensemble du territoire de Moyenne Chélif tel qu'illustré dans la figure ci-dessous.

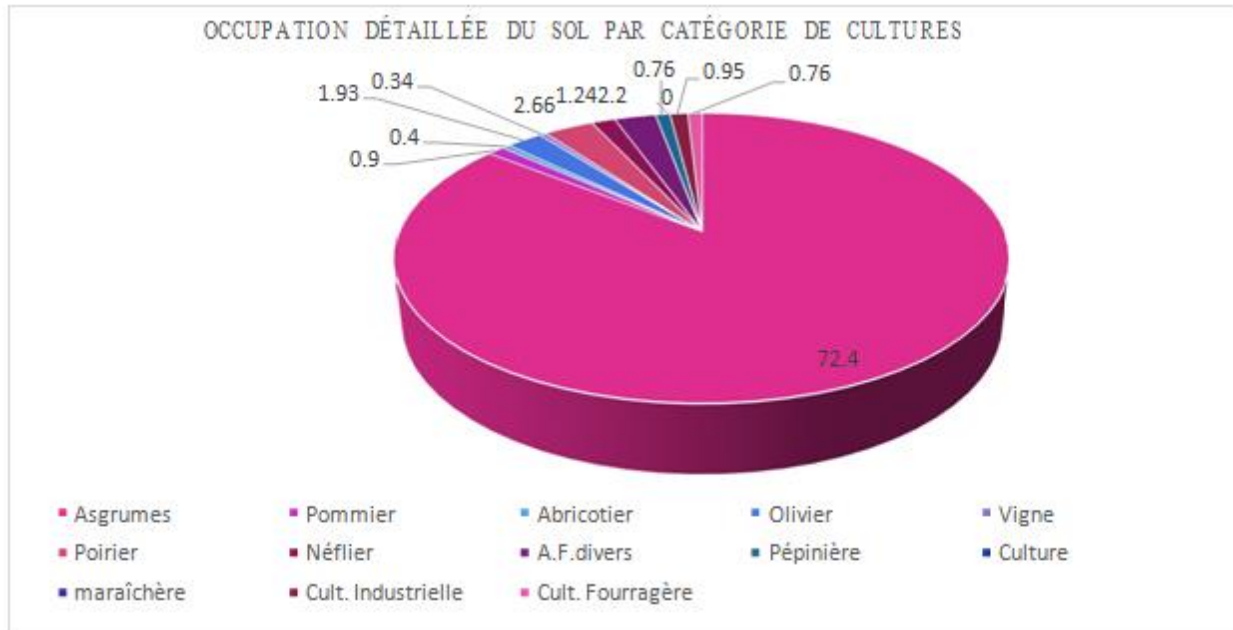


Figure I.13 : Occupation détaillée du sol par catégorie de culture [4]

I.8.4 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%. [5]



Figure I.14 : Répartition de production animale dans la région. [5]

I.9. Conclusion :

Le périmètre se situe immédiatement en aval du barrage d'Oum Drou et se caractérise par un climat arid présentant des hivers doux relativement humides et des étés chauds et secs.

Cependant, les précipitations sont insuffisantes et mal réparties tout au long de l'année. Afin de favoriser le développement agricole dans la région, compte tenu de ces caractéristiques climatiques, il s'avère essentiel de mettre en place un aménagement hydro-agricole ainsi que des systèmes d'irrigation plus efficaces.

Chapitre II : Analyse du sol et de l'eau

II.1 Introduction :

Ce chapitre a pour objectif de réaliser une analyse des disponibilités en matière de sol et d'eau dans le contexte de l'aménagement hydrologique de notre zone d'étude.

II.2 Ressources en sol :

La région d'Ouled Abbas, en particulier, est principalement dédiée à l'agriculture, avec trois (03) zones homogènes identifiées. Ces zones d'irrigation concentrées principalement le long de la vallée de l'Oued Cheliff. (**Annexe 01**)

II.2.1. Zone homogène N°01:

Alluvion récentes profondes non salées de texture équilibrée

Cette catégorie de sols, qui couvre une superficie de 180 hectares, soit environ 18 % de la zone contrôlée, est principalement composée de sols peu évolués. Ils se trouvent dans des zones plates et présentent des caractéristiques physico-chimiques très diverses en fonction des conditions de leur formation et de leur déplacement. Leur granulométrie varie de limono-argileuse à argilo-limoneuse, caractérisant une texture fine, avec des variations de finesse plus prononcées dans les zones d'épandage. Il peut y avoir quelques indications d'hydromorphie ou de salinité en profondeur, comme l'a noté [6].

La conductivité électrique de ces sols se situe entre 2 et 4 dS/m, tandis que la perméabilité est généralement supérieure à 0,5 cm/h, mais peut descendre en dessous de 0,3 cm/h dans les zones présentant une teneur en sel plus élevée. La teneur en calcaire est d'environ 20 %. Ces sols se trouvent dans des zones sujettes aux inondations, le long de l'Oued Chélif

II.2.2. Zone homogène N° (06) :

Alluvions anciennes et sols de piémont non tirsifiées

Les terrains de cette catégorie occupent une étendue d'environ 320 hectares, ce qui représente environ 32 % de la superficie sous surveillance. Ils se composent principalement de sols calci-magnésiens alternant parfois avec des sols iso humiques. Ces sols présentent une texture allant de l'argilo-limoneuse à l'argileuse, avec parfois des accumulations de calcaire sous forme de nodules ou de dépôts continus. Les taux de calcaire total varient de 10 % à 25 %, tandis que ceux de calcaire actif se situent entre 6 % et 15 %. Le pH des sols avoisine les 8, la teneur en matière organique est variable mais généralement élevée, avec des ratios carbone/azote proches de 12. La formation de ces sols est largement influencée par les ions Ca^{+2} et Mg^{+2} . Ils présentent une bonne structure et une perméabilité satisfaisante, atteignant environ 10 cm/h pour les horizons supérieurs ayant une structure correcte, mais descendant à environ 3 à 5 cm/h en profondeur. Les capacités

d'échange sont élevées selon Henia en 2007. Bien que des caractéristiques vertiques et salines puissent se manifester en profondeur, la stabilité structurale reste généralement bonne. Ces sols sont situés le long des limites de la nappe alluviale, et ils sont moins sensibles aux gelées.

II.2.3. Zone homogène N°(07):

Sols présentant des croûtes et des formations calcaires en surface

Ces terrains s'étendent sur une superficie de 280 hectares, ce qui équivaut à environ 28 % de la zone sous investigation. Ils se trouvent principalement sous forme de petites zones dispersées sur les pentes des glacis bordant la région, avec une concentration plus marquée à l'extrémité orientale du périmètre du Moyen Chélif. Ils appartiennent exclusivement à la catégorie des sols isohumiques. Ce type de sol est moins courant dans la zone d'étude, qui est caractérisée par un relief montagneux accidenté.

Ces sols ont une texture variant de l'argilo-limoneuse à l'argileuse. Parfois, ils présentent une stratification verticale ou des accumulations discontinues de calcaire à une profondeur d'environ 50 cm. Les taux de calcaire total atteignent environ 23 % en surface et augmentent jusqu'à 50 % dans les horizons d'accumulation. Les niveaux de matière organique sont assez satisfaisants, se situant entre 0,5 % et 1 % au-dessus des croûtes calcaires, et les rapports carbone/azote (C/N) se situent généralement entre 12 et 13, selon les observations de [6].

-Selon la carte pédologique (Figure II-2) et l'annexe 1 on remarque que les alluvions anciennes et les alluvions récentes sont le plus dominant dans la zone, et ces alluvions sont caractérisées par une texture limono-argileuse à argilo-limoneuse, bien structurés plus grossière dans les zones d'épandage et il a une perméabilité modérée de 1 à 3 cm /h, avec une conductivité électrique de ($c_{ees} < 2$ mmhos/cm) en surface. Mais l'exploitation de la nappe salée a causé une hausse à la salinité du sol jusqu'au 5 mmhos/cm. le ESP est à la proximité de 1.6 %

On remarque aussi que le sol est un peu lent à ressuyage donc il y a un risque d'érosion des surface quand la pente est supérieure à 2% comme dans notre cas.

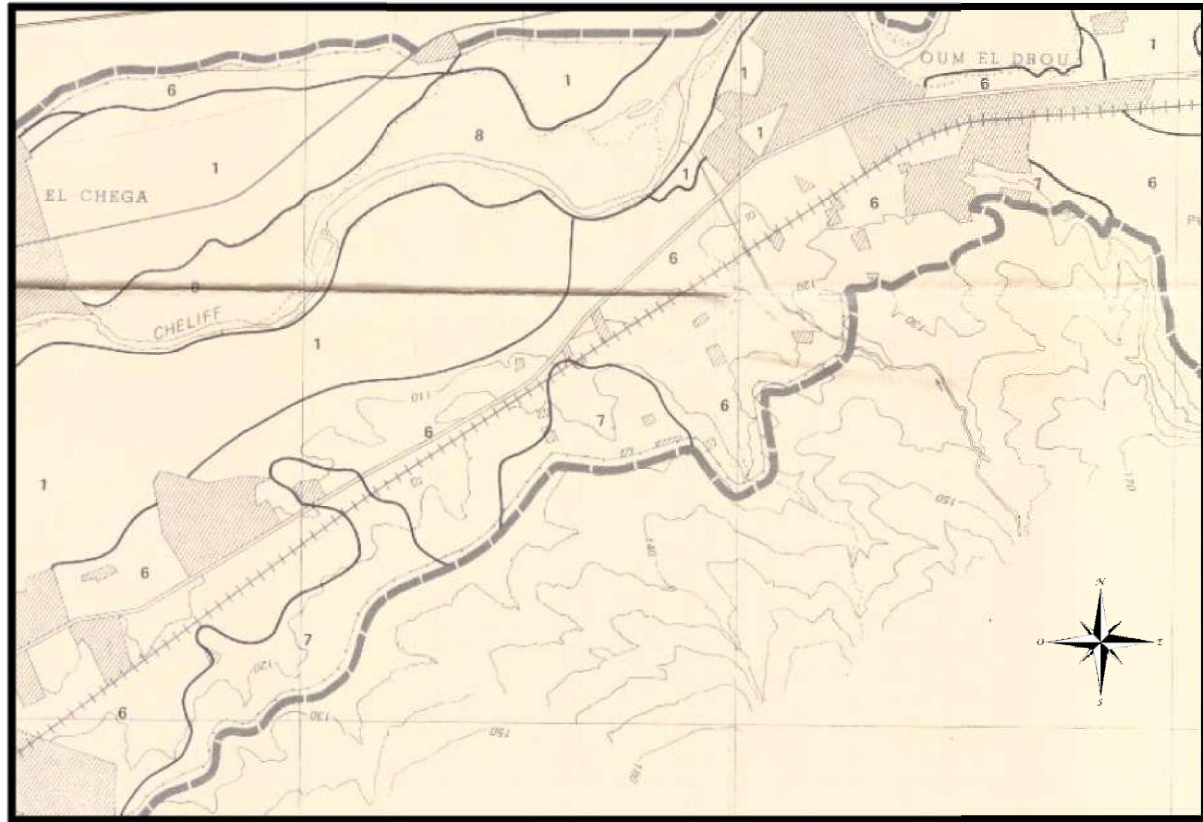


Figure II-1: Carte pédologique de la wilaya de Chlef (Source : O.N.I.D)

Interprétation :

D'après les Analyse physico-chimiques de profil, on voit que la texture est limono-argileuse selon la projection du triangle de texture (USDA). Vu la conductivité électrique de profil, les sols ne présentent excès de salinité.

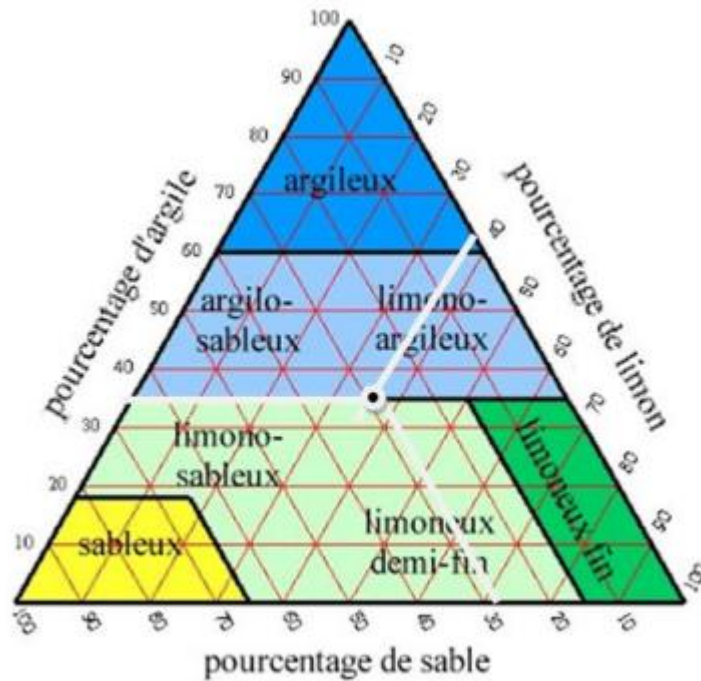


Figure II-3 : Classification du sol dans le triangle de texture (USDA).

L'étude de ces sols montre que la texture est :

Texture : **Argilo-limoneuse**

Humidité à la capacité au champ (%) : **27**

Humidité au point de flétrissement (%) : **16**

La perméabilité : **7×10^{-6} m/s**

Densité apparente : **1,35**

CE : **1,67 mmho/cm**

ESP : **0,76 < 15%**

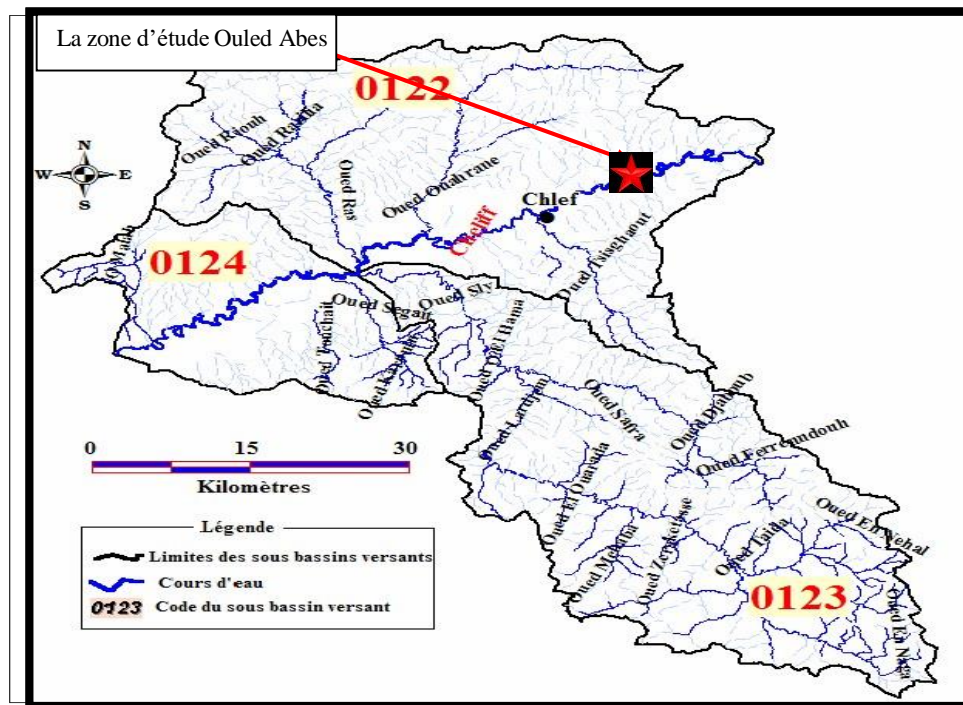


Figure II.2 : Carte du réseau hydrographique du Moyen Chélif occidentale (MOKADAM., 2016)

II.3 Ressources en eau :

II.3.1 Ressources en eau pour l'irrigation:

Selon l'étude d'aménagement de la zone du Moyen Chélif, les ressources en eau prévues pour le réseau d'irrigation de la zone B seront exclusivement fournies par les eaux de l'Oued Cheliff, qui seront acheminées vers le barrage Oum Drou par un seuil de dérivation spécialement proprement dit dans le tronc commun.

II.3.2 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.3).

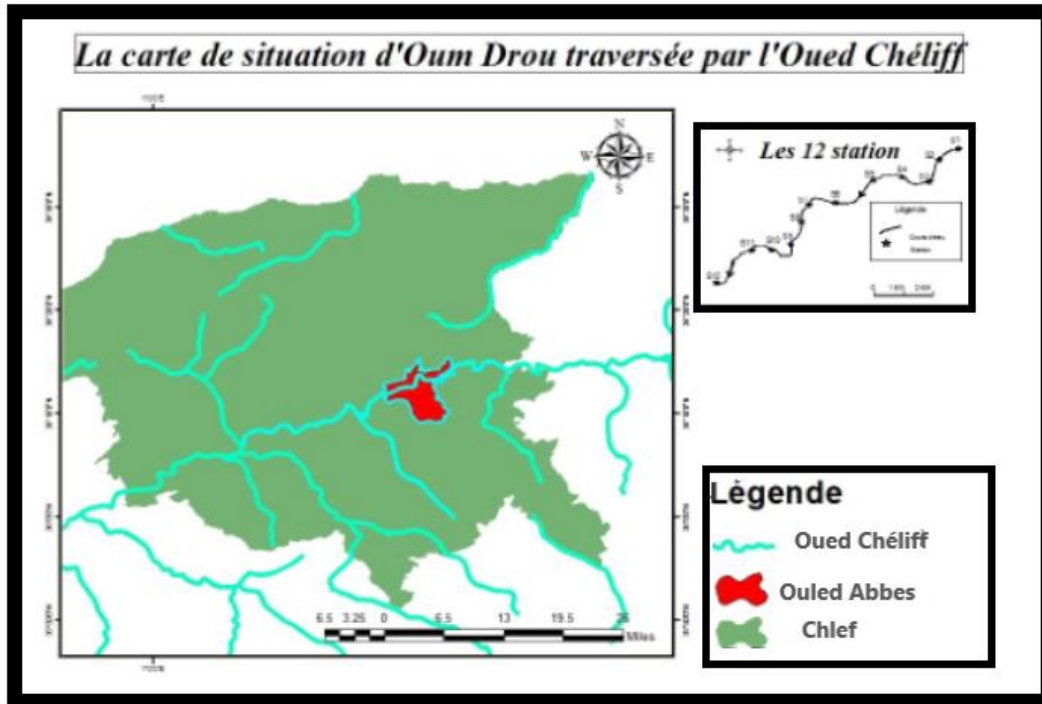


Figure II.3 : carte de situation Ouled Abbes traversée par l'Oued Chélif

II.3.3 Étude de la qualité de l'eau d'irrigation :

Avant tout projet d'aménagement agricole il est important d'avoir une quantité satisfaisante de réserve d'eau pour l'irrigation, cette eau doit être de bonne qualité, pour cela il faut faire son diagnostic afin de rechercher les éléments dont leur excès peut nuire aux cultures. Les facteurs qu'on doit vérifier pour étudier la qualité de l'eau sont :

- ❖ Risque de Salinité ;
- ❖ Risque de Sodium (Degré d'Adsorption du Sodium ou SAR) ;
- ❖ Le pH ;
- ❖ Toxicité

Les données sur le tableau présentent la qualité de l'eau brute déterminées par l'ANRH à partir des prélèvements effectués à la station hydrométrique.

Tableau II.1 : Résultats L'Analyse de l'eau brute de l'Oued Chélif (la station de pontéba)

Elément	Unité	Moyenne
T°del'air	°C	17,83
T°del'eau	°C	13,83
O2dissous	Mg/l	10,43
Conductivité (CE)	mmhos/cm	1,67
Calcium (Ca ²⁺)	mg/l	124,43
Magnésium (Mg ²⁺)	mg/l	91,54
Sodium (Na ⁺)	mg/l	167,21
Potassium (K ⁺)	mg/l	5,16
Chlorures (Cl ⁻)	mg/l	263,16
Sulfates	mg/l	332,66
Carbonates	mg/l	248,16
pH à 25°C	-	7,91
MES	mg/l	194,5
Nitrites (NO ₂ ⁻)	mg/l	0,43
Ammonium	mg/l	2,04
DCO	mg/l	46,91
DBO	mg/l	11,66

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

II.3.4 Évaluation de la qualité de l'eau :

L'évaluation de la qualité de l'eau en vue de son utilisation en irrigation repose principalement sur deux éléments essentiels [7] :

La mesure de la concentration totale de sels solubles, également connue sous le nom de conductivité électrique, qui permet d'estimer la quantité de sels dissous dans l'eau.

Le calcul du SAR (Sodium Absorption Ratio), qui évalue la présence de sodium en comparaison avec d'autres cations dans l'eau, permettant ainsi de déterminer son impact potentiel sur l'absorption par les plantes.

II.3.4.1 La mesure de la conductivité électrique :

La catégorisation de l'eau destinée à l'irrigation repose sur son contenu en sels. Pour évaluer cette concentration, la conductivité électrique est mesurée, une propriété liée à la mobilité des ions et exprimée en mmhos/cm à 25°C. Plus la quantité de sels dans l'eau est élevée, plus la conductivité électrique augmente.

Selon la conductivité électrique, l'eau d'irrigation peut être classée en quatre catégories de salinité, déterminant ainsi le niveau de risque potentiel pour l'irrigation.

Tableau II.2 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.
(UnitedStatesSalinityLaboratory, U.S.S.L,1954)

(CE)enmmhos/cm	
CE 25°C < 0,25	ClasseC1: 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 < CE25°C ≤ 0,75	ClasseC2: Eaux de salinité moyenne qualifiées de peu dangereux, convient pour les plantes modérément tolérantes aux sels
0,75 < CE25°C ≤ 2,25	ClasseC3 : Eaux dont la salinité est qualifiée de forte, inutilisables pour les sols 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.
CE25°C >2,25	ClasseC4: 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 tolérant Res aux sels pour rostre cultivées.

Donc la conductivité électrique **CE = 1.67**mmhos/cm.

Selon cette classification, notre eau appartient à la catégorie C3, ce qui indique un niveau élevé de salinité de l'eau, présentant ainsi un risque élevé.

II.3.4.2 Évaluation du Sodium Absorption Ratio (SAR) :

La présence de sodium dans l'eau peut entraîner sa fixation sur les complexes du sol, créant ainsi un risque de défloculation. Pour réduire ce risque, il est essentiel de comparer la concentration des ions Na⁺ à celle des ions Mg⁺⁺ et Ca⁺⁺ dans l'eau .

C'est l'indice du SAR (Sodium Absorption Ratio) qui permet d'évaluer cette relation et de prendre les mesures appropriées en conséquence. Le SAR exprime la relation entre ces trois éléments : sodium, magnésium, et calcium.

$$\text{SAR} = \frac{N_a}{\sqrt{(C_a + M_g)/2}} \dots\dots(\text{II.1})$$

Avec :

- Na⁺, Ca⁺⁺, et Mg⁺⁺ en mg/l.

On distingue quatre (4) classes :

Tableau II.3 : Classification des eaux en fonction du SAR.

Classe	Danger d'alcalinisation
S ₁	Risque faible
S ₂	Risque moyen
S ₃	Risque élevé
S ₄	Risque très élevé

Dans notre cas :

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{1}{2}(\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})}} = \frac{160,21}{\sqrt{\frac{124,43 + 91,54}{2}}} = 16,09$$

L'eau provenant du barrage d'Oum Drou est classée en tant que C3.S3, ce qui indique une qualité moyenne nécessitant un traitement d'adoucissement. Elle est particulièrement adaptée aux cultures tolérantes en raison de sa conductivité électrique, mesurée à 1,67 mmhos/cm.

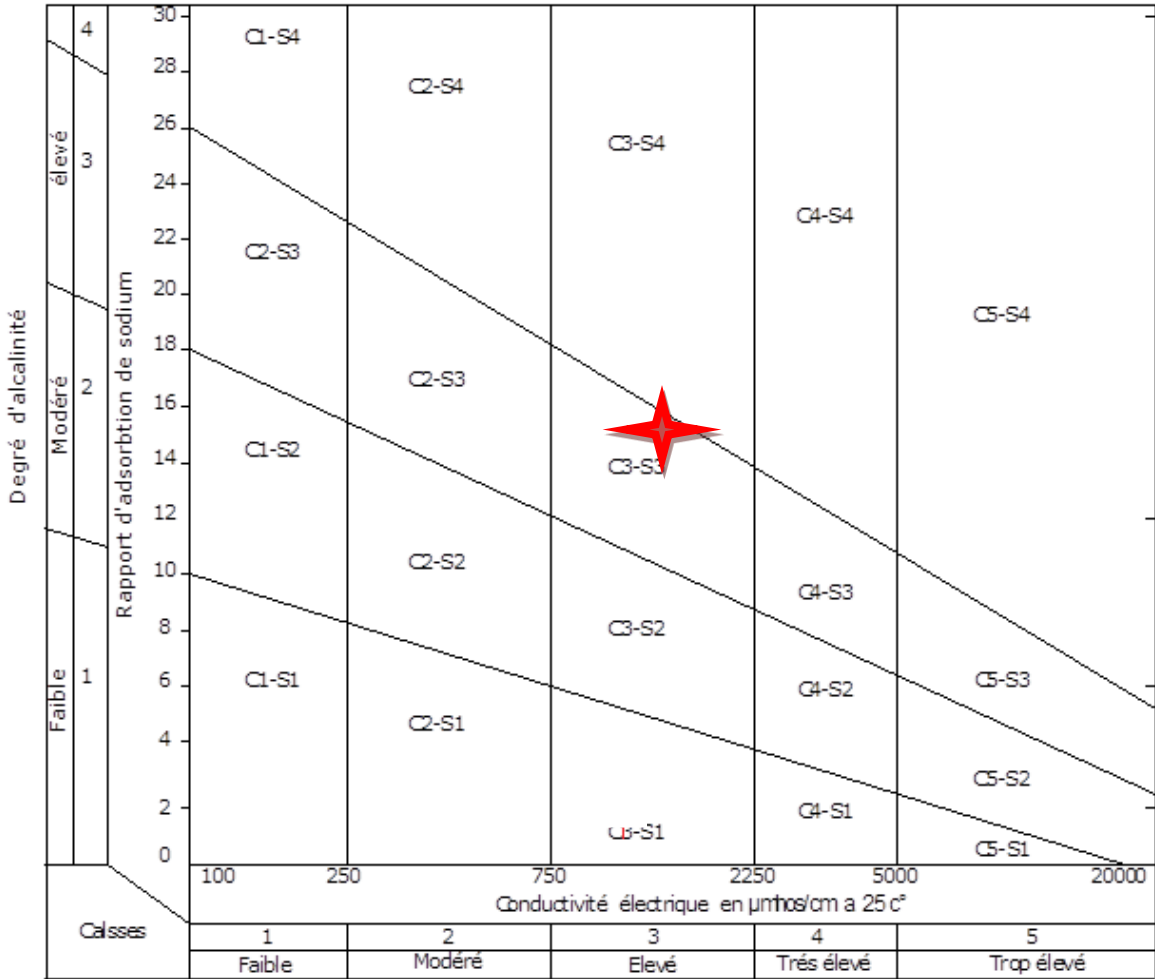


Figure II.4 : diagramme de classification des eaux d'irrigation (selon USSL, 1954)

II.3.5 Description du barrage d'Oum-Drou :

L'ouvrage en question est un barrage poids déversant comportant un radier en moellons d'appareil et un couronnement en pierre de taille. Il affiche une hauteur d'environ 12 mètres, une largeur à la base de 11.83 mètres, et une largeur au couronnement de 2.5 mètres.

La section transversale de ce barrage présente une configuration de trapèzes superposés. Le côté amont du barrage affiche un fruit uniforme de 1/20. Du côté aval, on observe trois plans inclinés avec un fruit uniforme de 1/3 sur une distance de 5.25 mètres à partir du couronnement, suivi de 2/1 sur les 2.5 mètres suivants, et enfin 1/3 sur les 4 mètres restants.[8]

Tableau II.3 : Caractéristiques du barrage d'Oum Drou

Type	Digue en terre à noyau argileux.
Niveau de Plus hautes eaux	170.00 m
Niveau normale de retenue	158,00 m
Volume total de la retenue	5.63 hm ³
Volume utile de la retenue	2.3 hm ³
Volume mort	hm ³

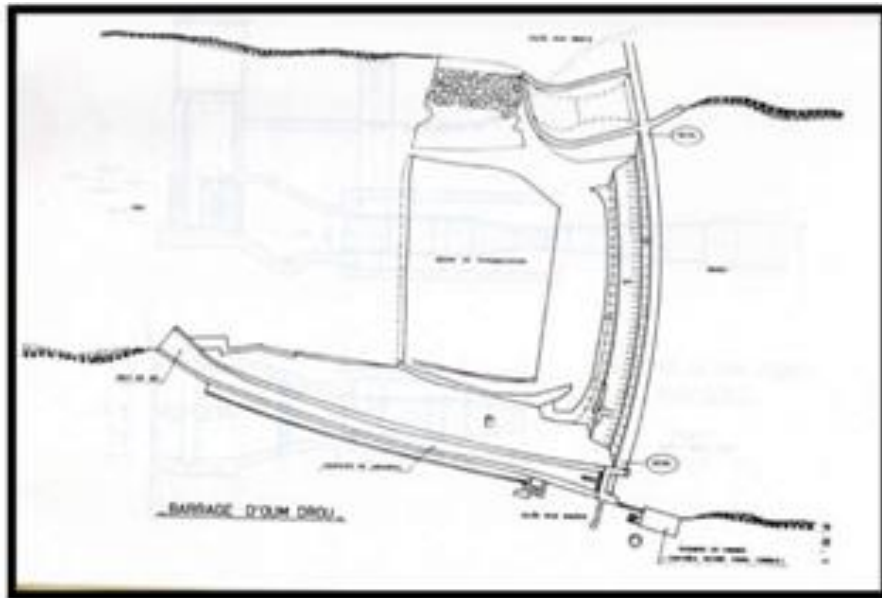


Figure II.5 : Barrage de Oum Drou

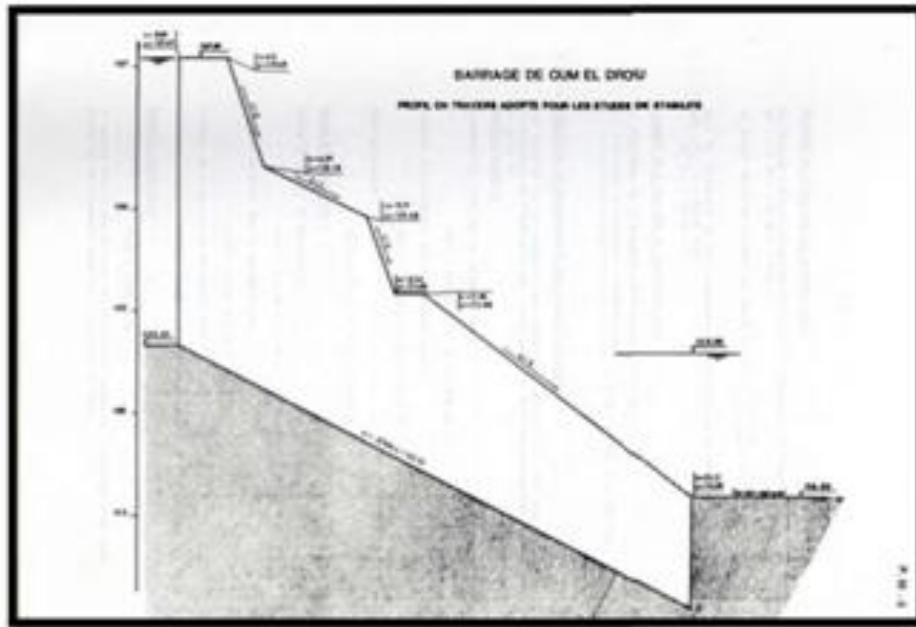


Figure II.6 : Le profil en travers du barrage d'Oum Drou

- **Interprétation :**

D'après cette classification, notre eau est de classe S_2 avec un risque moyenne d'alcalisation.

Le diagramme de classification des eaux d'irrigation mettre notre eau a la classe **C3-S3**, il y a risque d'alcalinité et de salinité existe donc le drainage est nécessaire avec précaution pour éviter de basculer dans le la défloculation de notre sol (Km/jour faible = sol imperméable).

Du fait que notes eau est saline C3 on doit ajouter une dose de lessivage qui est calculé en pourcentage de l'ETM. La conductivité électrique dans notre sol et de 3 mmho/cm

$$LR = Ceiw / (5 Cees - Ceiw)... (II.2)$$

- $LR = 1,67 / 5 * 3 - 1,67 = 0,1252$
- c.à.d $LR = 12,5 \%$ de l'ETM

II.4 Calcul de la pluie de projet :

II.4.1 Choix de la station :

Tableau II.4 : Caractéristique de la station.

Station	Latitude (N)	Longitude (E)	Altitude (m)	Période
Pontéba	35,18°	1,14°	320	1992/2020

Tableau II.5 : Les relevés de la station sont récents et s'étalent sur une période d'observation acceptable (1992 – 2020).

Années	sept	Oct	Nov	dec	jan	fev	mar s	avril	mai	juin	juil	Ao ut	P (mm)annu ell
1992	0	1	40.2	15.9	12.1	35.8	2.5	51.4	38.1	0	4.1	0	200.8
1993	24	32	46	30.9	32.1	35.8	22.5	51.4	35	0	0	0.9	310.6
1994	0	12.8	32.3	10.7	12.6	25.3	0.2	6.1	7.5	0	0	0	107.5
1995	9.3	38.4	31	11.6	72.5	7.8	36.5	10.4	13.6	4.2	0	21	256.3
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
1997	48.1	29.6	9.3	24.3	74.4	2.9	0	149. 4	23.8	0	0	18. 3	380.1
1998	25.1	31.8	145. 9	20.8	13	22.4	6.8	56.2	88.7	0.4	0	0	411.1
1999	24.9	16.7	11.4	22	76.8	48.9	48.3	2.5	0	0	0	0.3	251.8
2000	31.8	15	40.6	73.2	6.7	0	7.5	21.3	3.6	0	0	0	199.7
2001	13.8	107	95.5	30.8	77.3	19.7	1.8	43.8	15.5	0	0	0	405.9
2002	18.2	2.1	100. 9	29.8	26.4	7.8	49.9	61.1	27	0	0	0.5	323.7
2003	0	22.9	59.1	37.1	93.4	61.6	11.6	38.6	31.6	0	1.1	0	357
2004	20.5	50.8	88.4	44.6	30.2	62.1	11.8	31.2	85	14. 2	0	0	438.8
2005	0	39.8	33.9	78.6	12.3	88.4	24.6	4.5	0	0	0	0	282.1
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
2007	17.5	0	A0	109. 6	33.6	55.9	49.1	70.4	12.7	0	0	0	348.8
2008	43.2	48.5	52.8	23	26.1	22.1	47	15.8	58.7	7	6.9	0	354.3
2009	0	27	80.5	95.1	76.5	22.3	51.4	78.1	11.8	6.2	0	3	451.9
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
2011	17.7	64.8	66.6	48.5	92.4	92	18.3	73.6	91.8	16. 3	0	0	582
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
2013	1.3	35.5	105. 8	11.7	72.9	83.9	44.2	70	30	15. 2	0	0.5 1	471.01
2014	0	22.8	32.1	65.6	33.4 6	70.2	49	20	46.4	32. 6	0	0	372.16
2015	19.1	24.8	35	70.4	35	54.8	48.4	60.4	14	0	0	1	362.9
2016	33	55	71	33.5	60.3	11	18	33	12.7	0	0	0.2	327.7
2017	1.6	2.1	71.1	44.3	205	5.1	30.7	0	0	39. 3	0	0	399.2
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
2019	46.2	59	103.	33.1	62.8	11.4	18.6	38.7	0	0	0	0	373.1

			3										
2020	0	22.7	59.9	36.1	90.4	63.5	12.7	39.2	31.6	0	1.1	0	357.2
Pmoy	18,5 8	33,0 5	61,4 4	45,7 2	54,8 1	50,0 1	33,0 8	45,8 8	30,1 3	6,8 8	0,8 0	3,5 6	384,04

Station pluviométrie de Pontéba (Oum Drou-012225)

Cette série des pluies annuelles présente des caractéristiques statistiques suivantes :

II.5 Étude de l'homogénéité de la série pluviométrique :

II.5.1 Étude de l'homogénéité de la série pluviométrique :

Le Test de Wilcoxon est un outil utilisé dans l'analyse de données pluviométriques pour déterminer l'homogénéité de la série. Pour ce faire, il suit un processus comprenant les étapes suivantes :

1. Divisez la série pluviométrique complète en deux sous-séries, que nous appellerons X et Y. En général, la sous-série X est de taille supérieure à la sous-série Y, représentées respectivement par n et m.
2. Créez ensuite une série combinée, notée X union Y, en ordonnant la série de données pluviométriques d'origine de manière croissante. Chaque valeur dans cette série classée est ensuite attribuée à l'une des deux sous-séries, X ou Y, en fonction de son rang.
3. Wilcoxon a démontré que la série est homogène avec une probabilité de 95 % (conformément à Touaibia en 2004) si une relation spécifique est satisfaite.

Ce test sert à évaluer si la série pluviométrique présente une homogénéité statistiquement significative. Cela revêt une importance capitale pour évaluer la stabilité des régimes de précipitations dans la région d'étude et pour prendre des décisions éclairées en matière de gestion de l'eau.

$$W_{min} < W_x < W_{max} \dots (II.3)$$

Avec :

- **W_x**: Somme des rangs de sous-séries.
- $W_{min} = \frac{n(n+m+1)}{2} - 1.96 \left(nxm \left(\frac{n+m+1}{12} \right) \right)^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (III.2)$
- $W_{max} = \frac{n(n+m+1)}{2} + 1.96 \left(nxm \left(\frac{n+m+1}{12} \right) \right)^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (III.3)$

Les résultats du Test de Wilcoxon sont exposés de la manière suivante :

Tableau II.6 : Tableau présentant le test de Wilcoxon

X	Y	XUY	série d'origine	Rang
200.8	348.8	107.5	X	1
310.6	354.3	199.7	X	2
107.5	451.9	200.8	X	3
256.3	513.1	251.8	X	4
472.9	582	256.3	X	5
380.1	428.7	282.1	X	6
411.1	471.01	310.6	X	7
251.8	372.16	323.7	X	8
199.7	362.9	327.7	X	9
405.9	327.7	348.8	Y	10
323.7	399.2	354.3	Y	11
357	575.8	357	X	12
438.8	373.1	357.2	X	13
282.1		362.9	Y	14
436.9		372.16	Y	15
357.2		373.1	Y	16
		380.1	X	17
		399.2	Y	18
		405.9	X	19
		411.1	X	20
		428.7	Y	21
		436.9	X	22
		438.8	X	23
		451.9	Y	24
		471.01	Y	25
		472.9	X	26
		513.1	Y	27
		575.8	Y	28
		582	Y	29

On a alors selon le tableau :

- $n = 16$
- $m = 13$
- $W_{\min} = \frac{16(16+13+1)}{2} - 1.96 \left(16 \times 13 \left(\frac{16+13+1}{12} \right) \right)^{\frac{1}{2}} = 195.31$
- $W_{\max} = \frac{16(16+13+1)}{2} + 1.96 \left(16 \times 13 \left(\frac{16+13+1}{12} \right) \right)^{\frac{1}{2}} = 284.7$
- $W_x = 197$

Donc : **$195.31 < W_x < 284.7$**

La condition de M. Wilcoxon est satisfaite, ce qui signifie que la série des précipitations moyennes annuelles de la station de Pontéba est homogène.

II.5.2 Ajustement statistique des pluies :

Lors de l'analyse des données de pluies annuelles, il est courant d'ajuster ces données à différentes lois statistiques pour déterminer celle qui offre le meilleur ajustement possible.

II.5.3 Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale :

Une variable est considérée comme suivant une distribution normale lorsque sa fonction de répartition présente la forme suivante :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} du \dots \dots \dots (II.4)$$

" u représente la variable réduite de Gauss, et elle est définie par :"

$$u = \frac{x - \bar{x}}{\sigma} \dots \dots \dots (II.5)$$

Le processus d'ajustement comporte les étapes suivantes :

1. Tri des valeurs de l'échantillon par ordre croissant.
2. Attribution d'un numéro d'ordre à chaque valeur triée.
3. Calcul de la fréquence expérimentale.
4. Calcul de la variable réduite de Gauss, u .
5. Calcul des caractéristiques empiriques de la distribution, telles que la moyenne arithmétique \bar{x} , la variance σ , le coefficient de variation Cv , et le coefficient d'asymétrie Cs .
6. Traçage de la droite de Henry sur un graphique de probabilité gaussienne. Avec :

$$L'équation de la droite de Henry est : x_{p\%} = \bar{x} + u_{p\%} \dots \dots \dots (II.6)$$

$x_{p\%}$: Précipitation de probabilité $P\%$.

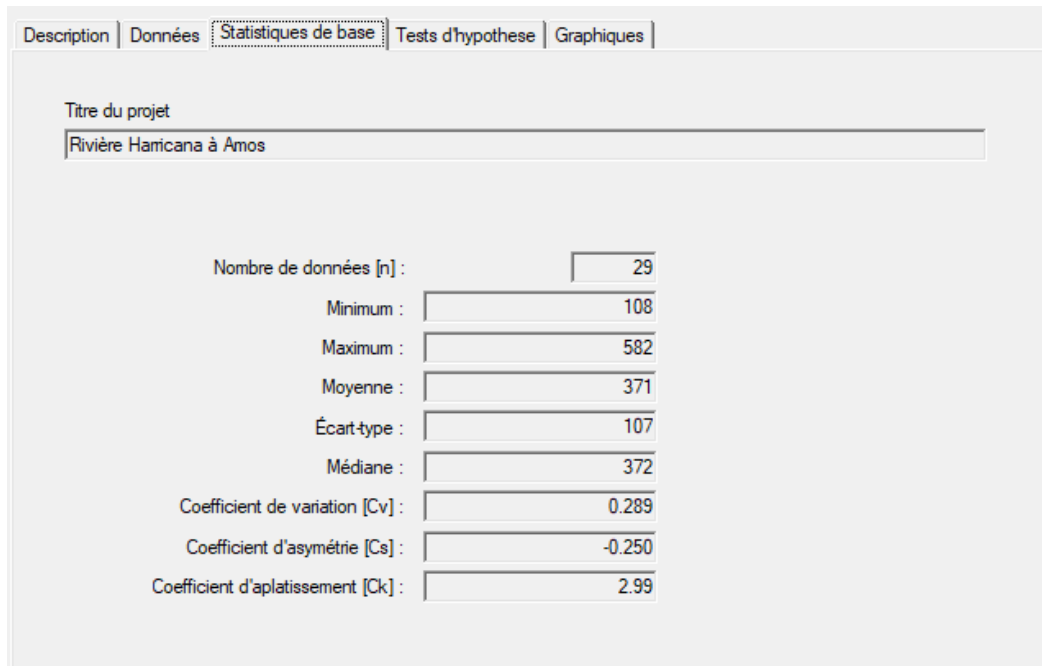


Figure II.7 : Statistiques descriptives obtenue par le logiciel HYFRAN

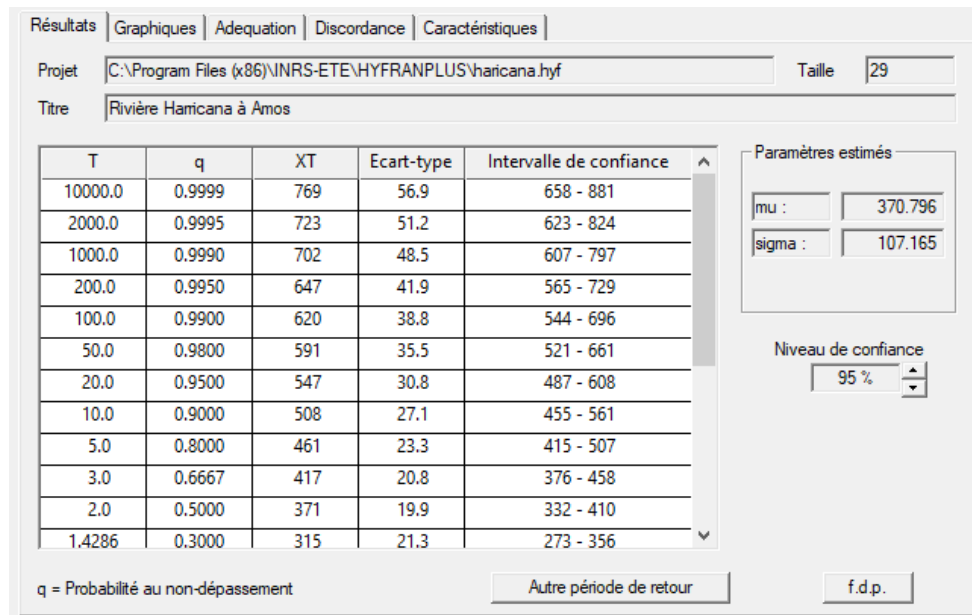


Figure II.8 : Période de retour et intervalle de confiance obtenus par le logiciel HYFRAN

II.5.4 Test de validité d'un ajustement :

Lorsqu'on sélectionne une distribution pour ajuster la distribution statistique d'un échantillon, cette distribution est une approximation de l'échantillon étudié. L'erreur commise en choisissant une distribution particulière est une erreur d'adéquation. Il est donc essentiel de comparer l'adéquation de différentes distributions pour choisir la meilleure. L'un des tests les plus couramment utilisés à cet effet est le test du chi-carré (χ^2).

Prenons un échantillon de N valeurs, triées par ordre croissant ou décroissant, que nous souhaitons analyser, et supposons qu'une distribution F(X) ait été déterminée pour cet échantillon. Nous divisons cet échantillon en K classes, chaque classe contenant Ni valeurs observées. Le nombre Vi représente le nombre attendu de valeurs dans la classe i, sur un échantillon de N valeurs, tel que prédit par la distribution F(X), et est donné par la relation suivante :

$$p_i = N \int_{x_{i+1}}^x f(X) dX = N [F(X_i) - F(X_{i+1})] \dots\dots\dots(II.7)$$

f(X) : étant la fonction de densité de probabilité associée à la distribution théorique.

La variable aléatoire χ^2 , dont la distribution a été analysée par Pearson, est définie par l'expression suivante :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(n_i - n_i')^2}{n_i'} \dots\dots\dots(II.8)$$

On détermine la valeur de χ^2 et le nombre de degrés de liberté est calculé comme suit :

$$\gamma = k - 1 - m. \dots\dots\dots(II.9)$$

On obtient la valeur de χ^2 théorique à partir de la table de Pearson.

Avec :

m : Le nombre de paramètres de la distribution sur laquelle dépend la loi de répartition (m=2).

La distribution est considérée appropriée à un niveau de confiance de $\alpha = 0.05$ si et seulement si : χ^2 calculé < χ^2 théorique

- Les calculs ont été effectués à l'aide du logiciel HYFRAN.

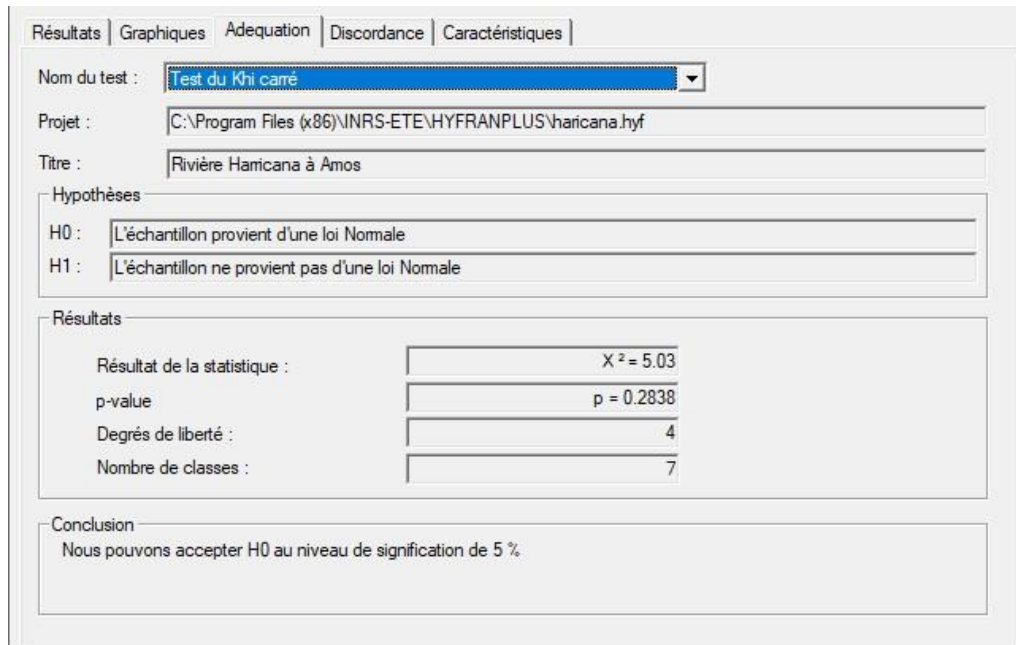


Figure II.9 : Teste de khi deux obtenus par le logiciel HYFRAN

Suite à l'analyse des ajustements effectués, il apparaît qu'il y a une bonne adéquation avec la distribution normale pour la série des précipitations annuelles de la station de Pontéba.

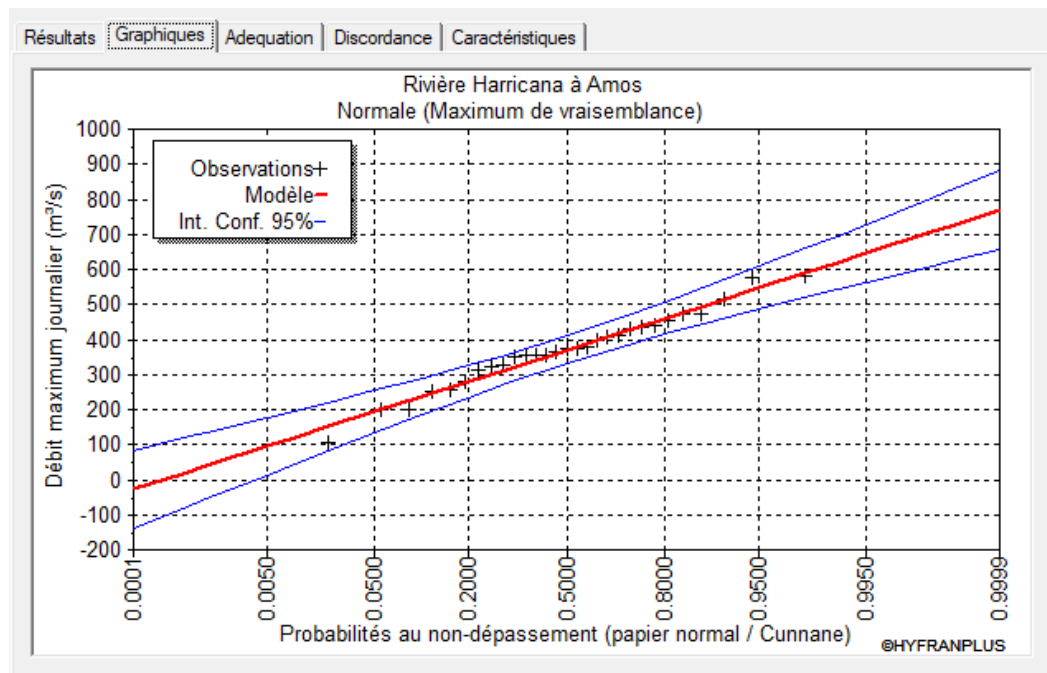


Figure II.10 : L'ajustement par la loi normale obtenue par le logiciel HYFRAN

II.5.5 Détermination de l'année de calcul :

Étant donné que la distribution normale est la plus appropriée pour modéliser la distribution des précipitations, nous l'adoptons pour estimer la pluviométrie moyenne annuelle représentative de la région, avec un niveau de confiance de 80%.

Tableau II.7 : la pluie en fonction de la période de retour

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (95%)
10.0	0.90	508	27.1	455 – 608
5.0	0.80	461	23.3	415 – 507
2.0	0.50	371	19.9	332 – 410
1.25	0.20	281	23.3	235 – 326

La probabilité à laquelle on garantit l'irrigation est généralement établie à une fréquence de 80%.

- $P_{\text{moy } 20\% \text{ de chaque mois}} = P_{\text{moy de chaque mois } x}$

$$\frac{P_{\text{theorique (0.2) annuelle}}}{P_{\text{theorique (0.5) annuelle}}} \dots \dots \dots (\text{II.10})$$

$$\frac{P_{\text{theorique (0.2) annuelle}}}{P_{\text{theorique (0.5) annuelle}}} = 0.80$$

- $P_{\text{théorique de } 20\%} = 371 \text{ mm}$ et $P_{\text{théorique de } 50\%} = 461 \text{ mm}$;
- $P_{\text{moy } 80\%} = \frac{371}{461} \times P_{\text{moy-mensuelle}}$.

Tableau II.8 : Calcul de P80%

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Aou
Pmoy mm/mois	18,58	33,05	61,44	45,72	54,81	50,01	33,08	45,88	30,13	6,88	0,80	3,56
P%80 mm/mois	14,86	26,44	49,15	36,58	43,85	40,01	26,46	36,70	24,10	5,50	0,64	2,85

II.6 Conclusion :

L'approvisionnement en eau par irrigation joue un rôle essentiel en compensant le déficit de précipitations naturelles pendant la saison sèche, ce qui favorise la croissance optimale des cultures et améliore les rendements.

Dans cette section dédiée à l'analyse des ressources en eau, les eaux provenant du barrage d'Oum Drou, qui alimentent notre région, sont classées comme C3S3. Ces eaux peuvent engendrer des problèmes d'alcalinisation des sols à texture fine, mais elles sont adaptées aux sols à texture grossière ou aux sols organiques ayant une bonne perméabilité. Pour prévenir les problèmes de salinisation, un bon drainage du sol est indispensable.

Suite à l'évaluation des ajustements effectués, il apparaît que la distribution normale convient bien à la série des précipitations annuelles à la station de Pontéba.

CHAPITRE III : Besoins en eau des cultures

III.1 Introduction

Les besoins en eau d'irrigation déterminent la quantité totale d'eau, par unité de surface, dont une culture a besoin pour se développer normalement dans les conditions du terrain. Ces besoins en eau représentent la quantité d'eau qu'il est nécessaire d'ajouter à la précipitation pour une production agricole optimale.

L'eau peut être perdue par drainage, percolation, évaporation, évapotranspiration, etc.

III.2 Le choix des cultures à cultiver dépend de plusieurs facteurs, notamment :

- a) **LES CONDITIONS CLIMATIQUE ET ENVIRONNEMENTALES** : les cultures doivent être choisies en fonction des conditions climatiques et environnementales de la région. Par exemple, certaines cultures prospèrent dans des climats chauds et secs, tandis que d'autres ont besoin de plus d'eau et de sols riches.
- b) **LES RESSOURCES EN EAU** : la disponibilité et la qualité de l'eau sont également un facteur important à prendre en compte lors de la sélection des cultures. Certaines cultures nécessitent une quantité d'eau importante pour leur croissance, tandis que d'autres ont besoin de moins d'eau.
- c) **LES SOLS** : les caractéristiques des sols doivent être prises en compte pour déterminer les cultures appropriées. Certains sols sont plus adaptés à certaines cultures que d'autres.
- d) **LA DEMANDE DU MARCHÉ** : le choix des cultures doit également prendre en compte la demande du marché local ou régional pour les produits agricoles. Les cultures qui sont en demande et qui ont une valeur économique élevée peuvent être plus rentables pour les agriculteurs.
- e) **LES PRATIQUES AGRICOLES LOCALES** : les pratiques agricoles traditionnelles peuvent également jouer un rôle dans le choix des cultures. Les agriculteurs peuvent préférer cultiver des cultures qui sont adaptées à leurs méthodes de travail et qui ont une importance culturelle ou historique pour leur communauté.

En fin de compte, le choix des cultures à cultiver doit être basé sur une combinaison de ces facteurs pour assurer une production agricole efficace et durable.

III.3 Les cultures disponibles dans la région du moyen Cheliff :

Cheliff est une région agricole importante en Algérie, connue pour sa production de céréales, d'olives, de fruits et légumes, et d'autres cultures. Voici une liste des cultures disponibles et populaires dans l'état de Cheliff.

- 1) Les céréales : le blé et l'orge sont les principales cultures céréalières cultivées dans la région de Chlef. Ils sont utilisés pour la production de pain, de couscous et d'autres produits alimentaires de base.
- 2) l'olivier : la région de Chleff est connue pour ses oliveraies, qui produisent de l'huile d'olive de qualité supérieure. L'olivier est également utilisé pour la production de bois de chauffage et de carbone de bois.
- 3) Les agrumes : les agrumes, tel que les oranges, les mandarines, les citrons et les pamplemousses, sont également cultivés dans la région de Chleff. Ces fruits sont utilisés pour la consommation directe, la production de confitures.
- 4) Les maraichères (légumes) : la région de Chleff est riche en cultures maraichères telles que les tomates, les pommes de terre, les carottes, les oignons, les poivrons, les courgettes, les aubergines, les melons et les pastèques.
- 5) Les légumineuses : les lentilles, les pois chiches, les fèves et les haricots sont également cultivés dans ce périmètre pour leur valeur nutritive et leur importance dans l'alimentation locale.
- 6) Les plantes fourragères : les plantes fourragères telles que le trèfle et la luzerne, sont également cultivées dans la région de Chleff pour nourrir le bétail.

En résumé, le périmètre de Chleff est riche en cultures variées et ces cultures sont souvent utilisées pour la consommation locale ainsi que pour l'exportation.,

III.3.1 Calcul des besoins en eau d'irrigation:

Pour évaluer la quantité d'eau nécessaire à l'irrigation des cultures, on procède en effectuant l'analyse du bilan hydrique suivant :

$$B_i = ETM - (P_{eff} + RU)$$

- ETM: est l'évapotranspiration maximale ou besoins des cultures en mm ($ETM = ET_0 * kC$)
- Kc : le coefficient culturel de la culture considérée.
- P_{eff} : représente la précipitation utile (efficace)
- RU : La réserve utile.

III.3.2 Calcul de l'évapotranspiration référence (ET₀)

L'évapotranspiration de référence (ET₀) est une estimation de la quantité d'eau perdue par évaporation du sol et par transpiration des plantes, qui serait observée dans des conditions de référence, c'est-à-dire dans des conditions idéales sans contraintes d'eau, avec une surface de référence (herbe ou culture courte) et sous une météo de référence. L'ET₀ est un paramètre essentiel en agronomie, en gestion de l'eau et en irrigation. Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour calculer l'ET₀, mais la méthode de la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture) est l'une des plus couramment utilisées. Voici comment calculer l'ET₀ en utilisant la méthode de la FAO, également connue sous le nom de méthode de Penman-Monteith :

Formule de l'ET₀ (méthode de Penman-Monteith) :

$$ET_0 = (0.408 * \Delta * (R_n - G) + \gamma * (900 / (T + 273)) * U * e_s / (T + 273)) / (\Delta + \gamma * (1 + 0.34 * U)) \dots (III.1)$$

Où :

- ✓ ET₀: est l'évapotranspiration de référence en millimètres par jour (mm/jour).
- ✓ Δ :est le gradient de la saturation de la pression de vapeur de l'air (en kPa/°C).
- ✓ R_n: est le rayonnement net en mégajoules par mètre carré et par jour (MJ/m²/jour).
- ✓ G: est la chaleur du sol en mégajoules par mètre carré et par jour (MJ/m²/jour).
- ✓ γ :est la constante psychrométrique en kPa/°C.
- ✓ T: est la température moyenne quotidienne en degrés Celsius (°C).
- ✓ U: est la vitesse du vent à 2 mètres au-dessus du sol en mètres par seconde (m/s).
- ✓ e_s: est la pression de vapeur saturante en kPa.

Nous avons utilisé le logiciel CROPWAT (FAO, 2008) pour estimer l'évapotranspiration de référence en appliquant la méthode de Penman-Monteith. Cette estimation a été réalisée en intégrant les données mensuelles suivantes :

Paramètres météorologiques pris en compte :

- Température : Les valeurs minimales et maximales de la température mensuelle.
- Humidité atmosphérique : L'humidité relative de l'air, exprimée en pourcentage (%).
- Ensoleillement quotidien : La durée d'insolation en heures.
- Vitesse du vent : La vitesse du vent, pouvant être spécifiée en mètres par seconde (m/s).

Les données relatives à l'évapotranspiration de référence ET₀, calculées en utilisant le logiciel CROPWAT 8.0 avec la formule de Penman-Monteith modifiée, sont synthétisées dans le tableau ci-dessous

Tableau III.1 : Évapotranspiration de référence ETO calculée par le logiciel COPWAT

Evapotranspiration de référence ETo de Penman&Monteith							
Pays : ALGERIE. Station climatique : OUM DROU (012225)							
Latitude 35.18°N Longitude : 1°.14'E							
Altitude : 111 mètres							
Mois	Tem min	Tem max	Humidité	Vent	Insolation	Rayonnement	ETo
	C°	C°	%	m/s	Heur	Mj/m ² /jour	Mm/mois
Jan	5.4	15.3	74	2.4	5.5	9.6	49.29
Fev	6.9	24.6	72	3.9	6.5	12.7	59.92
Mar	7.9	20.9	69	2.3	7.3	16.5	89.59
Avr	12.9	26.5	60	2.8	8.7	21.0	139.8
Mai	16.3	31.4	53	2.9	9.9	24.3	194.37
Juin	19.0	33.8	51	3.1	10.8	26.0	214.5
Juil	.0	40.9	45	2.5	11.7	27.0	254.82
Aout	24.3	37.7	52	2.3	11.1	24.8	221.03
Sep	19.6	32.4	53	2.8	8.8	19.3	171.6
Oct	16.3	27.9	66	1.8	7.3	14.4	102.92
Nov	10.8	22.1	72	1.7	6.2	10.7	60.6
Dec	8.9	20.5	64	1.9	5.4	8.8	59.83
Moyenne	14.4	27.0	61	2.5	8.3	17.9	1591.2

Selon les données du **tableau III.1**, il est observé que l'évapotranspiration de référence ETO est élevée pendant la période estivale, atteignant 254.82 mm par mois pour le mois de juillet. Cela indique que les cultures ont un besoin accru en eau pendant cette période. En d'autres termes, les besoins en eau des cultures augmentent pendant les mois d'été.

III.3.3 Calcul de la pluie efficace :

Il s'agit de la proportion des précipitations totales effectivement exploitées par la culture, et cela varie en fonction de la localité, de la caractéristique des précipitations et de la nature du sol. Diverses approches sont disponibles pour évaluer ces précipitations. Dans le cadre de notre étude, nous avons opté pour la méthode du pourcentage fixe, que nous décrirons en détail ci-dessous.

$$\text{Pluies efficaces (mm/mois)} = A \cdot \text{Pluies totales } 80\% \text{ (mm/mois)}$$

En utilisant la valeur de A, qui est généralement établie à 0,8, les résultats de ce calcul sont présentés dans le **tableau III.2**.

Tableau III.2 : Calcul des pluies efficaces

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout
Pmoy80%(mm)	14.86	26.44	49.15	36.56	43.84	40.01	26.46	36.70	24.10	5.50	0.64	2.85
Peff(mm)	10.68	17.44	34.36	26.34	28.59	32.05	16.93	22.99	16.88	3.87	0.39	1.73

Lorsque les précipitations utiles sont inférieures à 5 mm, elles sont traitées comme étant inexistantes.

III.3.4 Calcul de l'évapotranspiration maximale (ETM) :

La mesure de référence pour l'évaporation d'une culture est désignée sous le nom d'évapotranspiration maximale, ou ETM. Cette valeur est affectée par plusieurs facteurs, notamment le stade de croissance de la culture, les conditions météorologiques et le type de sol. Pour déterminer l'ETM, on se réfère à la formule suivante :

$$ETM = Kc \times ET0 \dots (III.1)$$

III.4 Assolements des cultures (Choix des cultures) :

Tableau III.3 : Assolements des cultures

Assolement 1	Olivier	Agrumes	Pomme de terre (saison)	Tomate	Sorgho	Blé	Orge en vert	Orge grain
Assolement 2	Olivier	Agrumes	Luzerne	Pastèque	Orge en vert	L'oignon	Chou	Courgette

III.4.1 Estimation des coefficients culturaux (Kc) :

À partir du rapport "Irrigation et Drainage", les coefficients culturels (Kc) pour chaque type de culture ont été établis en se basant sur divers paramètres tels que le stade de croissance de la plante, la vitesse du vent, et l'humidité moyenne de l'air dans notre zone d'étude. Ces données sont essentielles pour une meilleure appréhension et quantification de l'évapotranspiration maximale de chaque culture, ce qui revêt une importance capitale dans la gestion efficace de l'irrigation et du drainage régional. En utilisant ces renseignements, les agriculteurs sont en mesure d'ajuster leurs méthodes agricoles pour optimiser les rendements et minimiser les pertes d'eau (**Annexe 03**).

Tableau III.4 : Coefficients culturaux des cultures.

Culture	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout
Olivier	0.75	0.75	0.75	0.65	0.65	0.65	0.65	0.75	0.85	0.85	0.85	0.85
Agrumes	0.75	0.75	0.75	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.75	0.75
Pomme de terre(saison)						0.5	0.7	1.0	0.75			
Luzerne			0.7	0.8	0.9	0.95	1.05	1.05	1.15			
Tomate							0.5	0.85	1.15	0.85		
Pastèque							0.6	0.7	0.75	0.75		
Sorgho								0.45	0.55	1.15	0.9	
Orge en vert			0.3	0.4	0.7	0.85	0.95	0.75	0.55			
Blé		0.3	0.4	0.6	0.6	0.6	1.0	1.2	0.87	0.23		
L'oignon		0.4	0.75	0.95	0.9	0.7						
Chou	0.5	0.7	0.95	0.8								
Orge grain			0.4	0.6	0.75	0.9	0.95	0.75	0.6	0.4		
Courgette	0.4	0.5	0.8	0.95	0.6							

Tableau III.5 : calendrier d'occupation des sols

Culture	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	
Olivier	■												
Agrumes	■												
Pomme de terre(saison)						■							
Luzerne			■										
Tomate							■						
Pastèque							■						
Sorgho								■					
Orge en vert			■										
Blé		■											
L'oignon		■											
Chou	■												
Orge grain			■										
Courgette	■												

III.4.2 Surface occupée par les cultures :

La surface occupée par les cultures varie considérablement en fonction de nombreux facteurs, notamment le type de culture, la densité de plantation, les pratiques agricoles, le climat, le sol et les objectifs de l'agriculteur. Voici quelques informations générales sur la surface occupée par nos cultures :

Tableau III.6 : Surfaces occupées par les différentes cultures.

Cultures	Surface occupée (ha)	Surface (en %)
Olivier	12,01	10,01
Agrumes	11,34	9,45
Pomme de terre (saison)	15,1	12,59
Tomate	7,24	6,03
Sorgho	12,25	10,20
Blé	22,94	19,12
Orge en vert	20,15	16,79
Orge grain	18,97	15,80
Surface totale	120	100%

III.4.3 La réserve facilement utilisable (RFU) :

Il s'agit de la quantité d'eau présente dans la zone du sol explorée par les racines, située entre le point de dessiccation et le point de flétrissement. Il est important de noter que plus l'humidité ne se rapproche du point de flétrissement, plus les plantes ne rencontrent des difficultés à extraire l'eau du sol.

Dans notre cas on a le sol Argilo-Limoneuse donc :

- **Hcc**: La capacité au champ (dans notre cas, 27%).
- **Hpf** : Le point de flétrissement (dans notre cas, 16%).
- **Y** : L'épaisseur de la tranche de sol explorée par les racines des plantes (en millimètres ou centimètres).
- **Da** : La densité apparente du sol (en g/cm³ ou kg/m³).
- **Z** : La profondeur effective des racines des plantes (en millimètres ou centimètres).

III.4.4 Profondeurs racinaire des cultures :

La profondeur des racines des cultures dépend du type de plante cultivée. Différentes plantes ont des systèmes racinaires de profondeurs variables pour répondre à leurs besoins en eau, en nutriments et en support.

Tableau III.7 : Profondeurs racinaire des cultures

Culture (Z en m)	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout
Olivier	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Agrumes	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Pomme de terre(saison)						0,5	0,5	0,5	0,5			
Luzerne	0,4	0,4	0,7	0,9	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Tomate							0,6	0,9	1,2	1,2		
Pastèque							0,4	0,5	0,5	0,7		
Sorgho								0,6	0,8	1,0	1,0	
Orge grain			0,3	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6			
Blé		0,1	0,3	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6		
L'oignon		0,2	0,4	0,4	0,4	0,4						
Orge en vert			0,2	0,45	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6			
Chou	0,3	0,4	0,5	0,6								

Une fois que vous avez ces valeurs, vous pouvez utiliser la formule pour calculer la RFU :

$$RFU = (hcc - hpf) * Y * Da * Z...(III.2)$$

Dans notre situation, la réserve d'eau dans le sol du mois précédent (mois i-1) est exprimée comme suit :

$$R_s = K * RFU ...(III.3)$$

Le coefficient K peut prendre les valeurs suivantes : 1, 1/2, 1/3 ou 0, selon que la réserve d'eau est pleine, à moitié, au tiers ou nulle.

Il vous suffit de remplacer les valeurs de ces variables dans la formule pour obtenir la valeur de la réserve facilement utilisable (RFU) pour votre sol spécifique.

III.5 Estimation des besoins hydriques des cultures sélectionnées :

Les besoins en eau de chaque culture sont calculés en fonction de son stade de croissance végétative.

III.5.1 Estimation des besoins en eau des céréales :

Calcul des besoins en eau de l'olivier :

Tableau III.8 : Besoins en eau de l'olivier

Mois	Peff (mm)	Eto (mm/mois)	Kc	ETM (mm/mois)	Z (m)	RFU_reelle (mm)	RS (mm)	Bnet (mm)	B brute (mm)	(q_s) l/s/ha
Sep	10,68	171,6		128,7	1,5	148,5	0	118,02	1573,6	0,662
Oct	17,44	102,92		77,19	1,5	148,5	0	59,75	796,66	0,335
Nov	34,36	60,6		45,45	1,5	148,5	49,5	0	0	0
Dec	26,34	59,83		38,889	1,5	148,5	49,5	0	0	0
Jan	28,59	49,29		32,038	1,5	148,5	49,5	0	0	0
Fev	32,05	59,92	0,5	38,948	1,5	148,5	49,5	0	0	0
Mar	16,93	89,59	0,5	58,233	1,5	148,5	49,5	0	0	0
Avr	22,99	139,8	0,5	104,85	1,5	148,5	49,5	32,36	431,46	0,18
Mai	16,88	194,37	0,5	165,214	1,5	148,5	49,5	98,83	1317,79	0,55
Jui	3,87	214,5		182,325	1,5	148,5	0	178,45	2379,4	1,00
Juil	0,39	254,82		216,597	1,5	148,5	0	216,20	2882,76	1,21
Aou	1,73	221,03		187,875	1,5	148,5	0	186,14	2481,94	1,04

Qs=1,21 l/s/ha

Calcul des besoins en eau des Agrumes :

Tableau III.9 : Besoins en eau des Agrumes

Mois	Peff (mm)	Eto (mm/mois)	Kc	ETM (mm/mois)	Z (m)	RFU_reelle (mm)	RS (mm)	Bnet (mm)	B brute (mm)	(q_s) l/s/ha
Sep	10,68	171,6	0,75	128,7	1,5	165	0	118,02	1573,6	0,662
Oct	17,44	102,92	0,75	77,19	1,5	135	0	59,75	796,666	0,335
Nov	34,36	60,6	0,75	45,45	1,5	135	45	0	0	0
Dec	26,34	59,83	0,65	38,889	1,5	135	45	0	0	0
Jan	28,59	49,29	0,65	32,038	1,5	135	45	0	0	0
Fev	32,05	59,92	0,65	38,948	1,5	135	45	0	0	0
Mar	16,93	89,59	0,65	58,233	1,5	135	45	0	0	0
Avr	22,99	139,8	0,65	90,87	1,5	135	45	22,88	305,066	0,128
Mai	16,88	194,37	0,65	126,340	1,5	135	45	64,460	859,473	0,361
Jui	3,87	214,5	0,65	139,425	1,5	135	0	135,555	1807,4	0,760
Juil	0,39	254,82	0,75	191,115	1,5	135	0	190,725	2543	1,070
Aou	1,73	221,03	0,75	165,772	1,5	135	0	164,042	2187,233	0,920

Qs= 1,07 l/s/ha

Calcul des besoins en eau des Pomme de terre(saison) :**Tableau III.10 : Besoins en eau des Pomme de terre(saison)**

Mois	Peff (mm)	Eto (mm/mois)	Kc	ETM (mm/mois)	Z (m)	RFU_reelle (mm)	RS (mm)	Bnet (mm)	B brute (mm)	(q_s) l/s/ha
Sep	10,68	171,6								
Oct	17,44	102,92								
Nov	34,36	60,6								
Dec	26,34	59,83								
Jan	28,59	49,29								
Fev	32,05	59,92	0,5	29,96	0,5	45	15	0	0	0
Mar	16,93	89,59	0,7	62,713	0,5	45	15	30,783	410,44	0,172
Avr	22,99	139,8	1	139,8	0,5	45	15	101,81	1357,467	0,571
Mai	16,88	194,37	0,75	145,77	0,5	45	15	113,8975	1518,633	0,639
Jui	3,87	214,5								
Juil	0,39	254,82								
Aou	1,73	221,03								

Qs= 0,639 l/s/ha**Calcul des besoins en eau de Luzerne :****Tableau III.11 : Besoins en eau de Luzerne**

Mois	Peff (mm)	Eto (mm/mois)	Kc	ETM (mm/mois)	Z (m)	RFU_reelle (mm)	RS (mm)	Bnet (mm)	B brute (mm)	(q_s) l/s/ha
Sep	10,68	171,6								
Oct	17,44	102,92								
Nov	34,36	60,6	0,7	42,42	0,7	63	21	0	0	0
Dec	26,34	59,83	0,8	47,864	0,9	81	27	0	0	0
Jan	28,59	49,29	0,9	44,361	1	90	30	0	0	0
Fev	32,05	59,92	0,95	56,924	1,2	108	36	0	0	0
Mar	16,93	89,59	1,05	94,069	1,2	108	36	41,1395	548,526	0,230
Avr	22,99	139,8	1,05	139,8	1,2	108	36	80,81	1077,467	0,453
Mai	16,88	194,37	1,05	145,777	1,2	108	36	92,8975	1238,633	0,521
Jui	3,87	214,5								
Juil	0,39	254,82								
Aou	1,73	221,03								

Qs= 0,52 l/s/ha

Calcul des besoins en eau de Tomate :

Tableau III.12 : Besoins en eau de Tomate

Mois	Peff (mm)	Eto (mm/mois)	Kc	ETM (mm/mois)	Z (m)	RFU_reelle (mm)	RS (mm)	Bnet (mm)	B brute (mm)	(q_s) l/s/ha
Sep	10,68	171,6								
Oct	17,44	102,92								
Nov	34,36	60,6								
Dec	26,34	59,83								
Jan	28,59	49,29								
Fev	32,05	59,92								
Mar	16,93	89,59	0,5	44,795	0,6	54	18	9,865	131,533	0,055
Avr	22,99	139,8	0,85	118,83	0,9	81	27	68,84	917,866	0,386
Mai	16,88	194,37	1,15	223,5255	1,2	108	36	170,6455	2275,273	0,957
Jui	3,87	214,5	0,85	182,325	1,2	108	0	178,455	2379,4	1,001
Juil	0,39	254,82								
Aou	1,73	221,03								

Qs = 1,00 l/s/ha

Calcul des besoins en eau de Pastèque:

Tableau III.13 : Besoins en eau de Pastèque

Mois	Peff (mm)	Eto (mm/mois)	Kc	ETM (mm/mois)	Z (m)	RFU_reelle (mm)	RS (mm)	Bnet (mm)	B brute (mm)	(q_s) l/s/ha
Sep	10,68	171,6								
Oct	17,44	102,92								
Nov	34,36	60,6								
Dec	26,34	59,83								
Jan	28,59	49,29								
Fev	32,05	59,92								
Mar	16,93	89,59	0,6	53,754	0,4	36	12	24,824	330,98	0,139
Avr	22,99	139,8	0,7	97,86	0,5	45	15	59,87	798,26	0,335
Mai	16,88	194,37	0,75	145,7775	0,5	45	15	113,8975	1518,63	0,639
Jui	3,87	214,5	0,75	160,875	0,7	63	0	157,005	2093,4	0,881
Juil	0,39	254,82								
Aou	1,73	221,03								

Qs = 0,88 l/s/ha

Calcul des besoins en eau pour le Sorgho:**Tableau III.14 : Besoins en eau pour le Sorgho**

Mois	Peff (mm)	Eto (mm/mois)	Kc	ETM (mm/mois)	Z (m)	RFU_reelle (mm)	RS (mm)	Bnet (mm)	B brute (mm)	(q_s) l/s/ha
Sep	10,68	171,6								
Oct	17,44	102,92								
Nov	34,36	60,6								
Dec	26,34	59,83								
Jan	28,59	49,29								
Fev	32,05	59,92								
Mar	16,93	89,59	0,45	40,315	0,6	54	18	5,385	71,806	0,030
Avr	22,99	139,8	0,55	76,89	0,8	72	24	29,9	398,666	0,167
Mai	16,88	194,37	1,15	223,525	1	90	30	176,645	2355,273	0,99
Jui	3,87	214,5	0,75	160,875	1	90	0	157,005	2093,4	0,881
Juil	0,39	254,82								
Aou	1,73	221,03								

Qs = 0,99 l/s/ha**Calcul des besoins en eau pour Orge en vert :****Tableau III.15 : Besoins en eau pour Orge en vert**

Mois	Peff (mm)	Eto (mm/mois)	Kc	ETM (mm/mois)	Z (m)	RFU_reelle (mm)	RS (mm)	Bnet (mm)	B brute (mm)	(q_s) l/s/ha
Sep	10,68	171,6								
Oct	17,44	102,92								
Nov	34,36	60,6	0,3	18,18	0,3	33	11	0	0	0
Dec	26,34	59,83	0,4	23,932	0,5	55	18,33	0	0	0
Jan	28,59	49,29	0,7	34,503	0,6	66	22	0	0	0
Fev	32,05	59,92	0,85	50,932	0,6	66	22	0	0	0
Mar	16,93	89,59	0,95	85,110	0,6	66	22	46,1805	615,74	0,259
Avr	22,99	139,8	0,75	104,85	0,6	66	22	59,86	798,133	0,335
Mai	16,88	194,37	0,55	106,903	0,6	66	22	68,0235	906,98	0,381
Jui	3,87	214,5								
Juil	0,39	254,82								
Aou	1,73	221,03								

Qs = 0,381 ls/ha

Calcul des besoins en eau pour le Blé:**Tableau III.16 : Besoins en eau pour le Blé**

Mois	Peff (mm)	Eto (mm/mois)	Kc	ETM (mm/mois)	Z (m)	RFU_reelle (mm)	RS (mm)	Bnet (mm)	B brute (mm)	(q_s) l/s/ha
Sep	10,68	171,6								
Oct	17,44	102,92	0,3	30,876	0,1	9	0	0	0	0
Nov	34,36	60,6	0,4	24,24	0,3	27	9	0	0	0
Dec	26,34	59,83	0,6	35,898	0,5	45	15	0	0	0
Jan	28,59	49,29	0,6	29,574	0,6	54	18	0	0	0
Fev	32,05	59,92	0,6	35,952	0,6	54	18	0	0	0
Mar	16,93	89,59	1	89,59	0,6	54	18	54,66	728,8	0,306
Avr	22,99	139,8	1,2	167,76	0,6	54	18	126,77	1690,267	0,711
Mai	16,88	194,37	0,87	169,101	0,6	54	18	134,2219	1789,625	0,753
Jui	3,87	214,5	0,23	49,335	0,6	54	0	45,465	606,2	0,255
Juil	0,39	254,82								
Aou	1,73	221,03								

Qs = 0,753 l/s/ha**Calcul des besoins en eau pour L'oignon:****Tableau III.17 : Besoins en eau pour l'oignon**

Mois	Peff (mm)	Eto (mm/mois)	Kc	ETM (mm/mois)	Z (m)	RFU_reelle (mm)	RS (mm)	Bnet (mm)	B brute (mm)	(q_s) l/s/ha
Sep	10,68	171,6								
Oct	17,44	102,92	0,4	41,168	0,2	18	0	23,728	316,373	0,133
Nov	34,36	60,6	0,75	45,45	0,4	36	12	0	0	0
Dec	26,34	59,83	0,95	56,838	0,4	36	12	0	246,646	0,103
Jan	28,59	49,29	0,9	44,361	0,4	36	12	3,771	50,28	0,021
Fev	32,05	59,92	0,7	41,944	0,4	36	12	0	0	0
Mar	16,93	89,59								
Avr	22,99	139,8								
Mai	16,88	194,37								
Jui	3,87	214,5								
Juil	0,39	254,82								
Aou	1,73	221,03								

Qs = 0,103 l/s/ha

Calcul des besoins en eau pour le Chou :

Tableau III.18 : Besoins en eau pour le Chou

Mois	Peff (mm)	Eto (mm/mois)	Kc	ETM (mm/mois)	Z (m)	RFU_reelle (mm)	RS (mm)	Bnet (mm)	B brute (mm)	(q_s) l/s/ha
Sep	10,68	171,6	0,5	85,8	0,3	27	0	75,12	1001,6	0,4215
Oct	17,44	102,92	0,7	72,044	0,4	36	0	54,604	728,053	0,306
Nov	34,36	60,6	0,95	57,57	0,5	45	15	8,21	109,466	0,046
Dec	26,34	59,83	0,8	47,864	0,6	54	18	3,524	46,986	0,019
Jan	28,59	49,29								
Fev	32,05	59,92								
Mar	16,93	89,59								
Avr	22,99	139,8								
Mai	16,88	194,37								
Jui	3,87	214,5								
Juil	0,39	254,82								
Aou	1,73	221,03								

Qs = 0,421 l/s/ha

Calcule des besoins en eau pour le Courgette :

Tableau III.19 : Besoins en eau pour le Courgette

Mois	Peff (mm)	Eto (mm/mois)	Kc	ETM (mm/mois)	Z (m)	RFU_reelle (mm)	RS (mm)	Bnet (mm)	B brute (mm)	(q_s) l/s/ha
Sep	10,68	171,6	0,4	68,64	0,5	45	0	57,96	772,8	0,325
Oct	17,44	102,92	0,5	51,46	0,5	45	0	34,02	453,6	0,190
Nov	34,36	60,6	0,8	48,48	0,5	45	15	0	0	0
Dec	26,34	59,83	0,95	56,838	0,5	45	15	15,498	206,64	0,086
Jan	28,59	49,29	0,6	29,574		0	0	0,984	13,12	0,005
Fev	32,05	59,92								
Mar	16,93	89,59								
Avr	22,99	139,8								
Mai	16,88	194,37								
Jui	3,87	214,5								
Juil	0,39	254,82								
Aou	1,73	221,03								

Qs = 0,190 l/s/ha

Calcul des besoins en eau pour Orge grain :

Tableau III.20 : Besoins en eau pour Orge grain

Mois	Peff (mm)	Eto (mm/mois)	Kc	ETM (mm/mois)	Z (m)	RFU_reelle (mm)	RS (mm)	Bnet (mm)	B brute (mm)	(q_s) l/s/ha
Sep	10,68	171,6								
Oct	17,44	102,92								
Nov	34,36	60,6	0,4	24,24	0,2	18	6	0	0	0
Dec	26,34	59,83	0,6	35,898	0,45	40,5	13,5	0	0	0
Jan	28,59	49,29	0,75	36,967	0,6	54	18	0	0	0
Fev	32,05	59,92	0,9	53,928	0,6	54	18	3,878	51,7066	0,021
Mar	16,93	89,59	0,95	85,110	0,6	54	18	50,1805	669,073	0,281
Avr	22,99	139,8	0,75	104,85	0,6	54	18	63,86	851,466	0,358
Mai	16,88	194,37	0,6	116,622	0,6	54	18	81,742	1089,893	0,458
Jui	3,87	214,5	0,4	85,8	0,6	54	0	81,93	1092,4	0,459
Juil	0,39	254,82								
Aou	1,73	221,03								

Qs = 0,459 l/s/ha

III.5.2 Calcule des débits Spécifique :

$$Q_s = \frac{(Bnet)}{(N_j * N_i * 3600 * E_i)} \dots (III.4)$$

- Bnet : Demande nette du mois de point en millimètre par mois.
- Ni : Nombre des heures d’irrigation = 22 h.
- Nj : Nombre de jours du mois de point = 30 jours.
- Ei : Efficience d’irrigation dans notre cas nous avons estimée à 75 %

III.5.3 Les besoins en eau pour les assolements 1 et 2 :

Tableau III.21 : Donnée les résultats de besoins net (mm) de l’assolement 1

Culture	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout
Olivier	118,02	59,75						32,36	98,83	178,45	216,20	186,14
Agrumes	118,02	59,75						22,88	64,46	135,55	190,72	164,04
Pomme de terre (saison)							30,78	101,81	113,89			
Tomate							9,86	68,84	170,64	170,45		
Sorgho							5,38	29,9	176,64	157,00		
Blé							54,66	126,77	134,22	45,64		
Orge en vert							46,18	59,86	68,02			
Orge grain						3,87	50,18	63,86	81,74	81,93		
Somme	236,04	119,5	0	0	0	3,87	215,04	506,28	908,44	796,02	406,72	350,18

Tableau III.22 : Donnée les résultats de besoins net (mm) de l'assolement 2

Culture	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout
Olivier	118,02	59,75						32,36	98,83	178,45	216,20	186,14
Agrumes	118,02	59,75						22,88	64,46	135,55	190,72	164,04
Luzerne							41,13	80,81	92,89			
Pastèque							24,82	59,87	113,89	157,00		
Orge en vert							46,18	59,86	68,02			
L'oignon		23,72			3,77							
Chou	75,12	54,60	8,21	3,52								
Courgette	57,96	34,02	0	15,49	0,98							
Somme	369,12	240,84	8,21	19,01	4,75	0	112,13	255,78	437,58	471	406,92	350,18

- Les besoins en eau pour l'assolement le plus exigeant (Assolement 1):
- Les besoins de pointe correspondent au mois de Mai :
- Besoin max mensuel = 908,44 mm

$$Q_{sp} = (\text{besoin max} \cdot 10 \cdot 1000) / (3600 \cdot N_j \cdot N_i \cdot E_i) \dots (III.5)$$

Donc:

$$Q_{sp} = 4,93 \text{ l/s/ha} > 1,5 \text{ l/s/ha}$$

Si le débit spécifique calculé dépasse 1,5, cela signifie qu'il existe un risque de surdimensionnement des conduites. Pour remédier à cette situation, nous disposons de trois méthodes pour estimer le débit spécifique :

1. En prenant la moyenne des débits spécifiques de toutes les cultures.
2. En prenant en compte la moyenne des débits spécifiques des cultures les plus gourmandes en eau.
3. En utilisant le débit spécifique de la culture la plus exigeante pendant la période de pointe.

Dans notre cas, nous avons choisi d'utiliser le débit spécifique de la culture la plus exigeante, qui est l'olivier en Juillet, et ce débit spécifique est égal à :

$$Q_{sp} = 1,21 \text{ l/s/ha}$$

III.5.4 Calcule de débit caractéristique :

$$Q_{car} = Q_s \cdot S \dots (III.6)$$

- ✓ Q_s : Débit spécifique du mois de pointe en litre par seconde par hectare (l/s/ha)
- ✓ S : la superficie nette à irriguer = 120 ha.

$$Q_{car} = 1,21 \times 120 = 145,2 \text{ l/s} = 0,1452 \text{ m}^3/\text{s}$$

III.6 .Les volumes d'eau d'irrigation :

Le volume d'eau = Besoin bruts de la culture (m³) x la surface (ha) ... (III.8)

Tableau III.22 : volume d'eau d'irrigation.

Tableau III.23 : Volume d'eau d'irrigation

Culture	Surface (ha)	Besoin nets (mm)	Besoin bruts (m ³ /ha)	Besoin totaux (m ³)
Olivier	12,01	216,20	11866,61	142517,99
Agrumes	11,34	190,725	10072,438	114221,45
Pomme de Terre (saison)	15,1	113,89	3286,537	49626,70
Tomate	7,24	178,45	5704,072	41297,48
Sorgho	12,25	176,64	4919,145	60259,52
Blé	22,94	134,22	4814,892	110453,62
Orge en vert	20,15	68,02	2320,85	46765,12
Orge grain	18,97	81,93	3754,52	71223,24
Somme	120	1160,075	46739,064	636365,12

Les besoins en eau totaux de périmètre sont de **636 366 m³**.

III.7 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons examiné la phase cruciale d'un projet d'irrigation : la détermination des besoins en eau des cultures. Après avoir effectué des calculs théoriques, nous avons évalué les besoins en eau de chaque type de culture et dérivé ainsi le débit spécifique nécessaire pour dimensionner le réseau de notre zone d'irrigation.

Il est important de noter que le mois de Mai, qui coïncide avec la période de croissance des oliviers, représente le pic de demande en eau. À la suite de nos analyses, nous avons conclu que les besoins totaux en eau de la zone d'irrigation s'élèvent à 636 366 m³.

Chapitre IV : Etude de système d'adduction et distribution

IV.1 Introduction :

L'étude du réseau d'adduction et de distribution au sein d'un périmètre d'irrigation requiert l'analyse de divers paramètres, incluant la source d'approvisionnement en eau, le réseau de canalisations, les dispositifs de pompage, le bassin, ainsi que les mécanismes de régulation. Cette démarche vise à repérer des pistes d'amélioration en vue d'accroître l'efficacité et la rentabilité du système, tout en réduisant les pertes hydriques. Dans cette section, nous explorerons les différents composants qui structurent notre système d'adduction et de distribution pour le périmètre d'irrigation, tout en évoquant des stratégies visant à optimiser leur fonctionnement.

IV.2 Alimentation en eau du périmètre :

L'approvisionnement en eau de notre périmètre d'irrigation sera assuré par un piquage de 400 mm à partir de conduite tronc commun qui se trouve à 286 mètres du bassin géo-membrane ayant une capacité de stockage de 15 000 mètres cubes d'eau. Étant donné qu'elle garantit une disponibilité en eau adéquate pour répondre aux besoins de la culture pendant toute la période de croissance. Ce bassin sera connecté à une station surpression.

IV.3 Choix de la variante d'adduction :

Pour le choix de la variante la plus appropriée est effectué en prenant en compte les pertes de charge minimale ainsi que le tracé économique optimal. Ainsi, la décision finale est prise en faveur de la variante qui s'adapte mieux à ces critères.

Il y a trois variantes disponibles pour irrigation du périmètre :

- **Variante 1**, consiste à utiliser le piquage existant pour irriguer directement le périmètre.
- **Variante 2**, installation du bassin géo-membrane à partir d'un piquage ensuite une petite station de surpression pour assurer une alimentation en charge pour tout le périmètre.
- **Variante 3**, implique l'utilisation un réservoir en tête du périmètre pour permettre une alimentation gravitaire.

Dans notre cas, il faut prendre en considération la variante 2, car nous utilisons un bassin géo-membrane situé dans notre périmètre. Par conséquent nous avons besoin d'une petite station de surpression pour assurer l'alimentation en eau des bornes d'irrigation.

IV.4 Le réseau d'adduction :

Le réseau d'adduction présente la conduite qui refoule les eaux à partir d'un piquage dans le réservoir (le bassin géo-membrane).

IV.4.1 Le diamètre optimal économique de la conduite d'adduction :

Dans le cadre de notre projet de réseau de distribution, nous avons adopté la méthode de M. Labye pour déterminer les diamètres appropriés des différentes sections de canalisations. Cette méthode est basée sur une formule spécifique.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q \cdot 0.001}{\pi \cdot V}} \cdot 1000 \quad \dots(\text{IV.1})$$

Tell-que :

- **Q** : le débit mesuré en mètres cube par seconde (m³/s),
- **D** : le diamètre exprimé en millimètres (mm),
- **V** : la vitesse idéale, généralement d'environ 1 m/s.

Voici le tableau affichant les résultats des calculs du diamètre optimal pour le tronçon :

Tableau IV.1 : Calcul du diamètre économique de la conduite d'adduction.

Tronçon	L (m)	Q (l/s)	Diamètre Cal.(mm)	DiamètreN. (mm)	Epaisseur (mm)	Matériau	PN	V (m/s)
piquage	286	150	398.94	400	23,7	FONTE	10	1,0

IV.5 Le réseau de Distribution :

Le réseau de distribution englobe la dissémination de l'eau d'irrigation depuis le réservoir à géo membrane, en passant par la station de surpression, jusqu'aux points d'irrigation des parcelles à l'ilot du périmètre.

IV.5.1 Organisation et l'aménagement du périmètre :

Notre périmètre englobe 14 ilots dont la superficie varie de 5,7 à 12,01 ha, et chaque ilot est à son tour discrétisé en deux à trois parcelles.

IV.5.2 Découpage des Ilots :

Se justifie en raison de son importance dans le contexte de la gestion d'un périmètre d'irrigation. Le découpage des îlots se réfère à la division de la surface de terres irriguées en différentes zones ou sections plus petites, souvent pour faciliter une meilleure gestion de l'irrigation, l'application de différentes méthodes agricoles, ou pour répondre à des besoins spécifiques de la culture. Ce découpage peut influencer l'efficacité de l'irrigation, l'utilisation des ressources en eau, et les pratiques agricoles.

Tableau IV.2 : Les différents ilots du périmètre.

Culture	Ilots	Nombre de parcelle	Surface (ha)
Orge en vert	Ilot 1	2	10,12
	Ilot 2	2	10,03
Orge grain	Ilot 3	3	10,10
	Ilot 4	2	8,87
Blé	Ilot 5	2	6,39
	Ilot 6	2	8,27
	Ilot 7	2	8,28
Sorgho	Ilot 8	2	6,55
	Ilot 9	2	5,7
P de terre (s)	Ilot 10	2	7,5
	Ilot 11	2	7,6
Olivier	Ilot 12	3	12,01
Tomate	Ilot 13	2	7,24

Agrume	Ilot 14	3	11,34
--------	---------	---	-------

IV.5.3 Bornes d'irrigation (rôle et fonction):

Une borne d'irrigation représente un équipement utilisé dans les systèmes d'irrigation agricole pour surveiller et contrôler la distribution d'eau. Elle est habituellement positionnée le long des canalisations d'irrigation afin de cibler précisément l'apport en eau vers les îlots situés dans différentes zones ou parcelles.

En général, il est recommandé de respecter les directives suivantes lors de l'installation de bornes pour les îlots appartenant à des exploitations de taille petite à moyenne :

- Une borne par îlot d'exploitation.
- Un maximum de quatre (04) prises par borne.
- Les bornes doivent être positionnées le long des limites des îlots ou au centre pour les îlots de grande taille.

La borne d'irrigation assume un rôle fondamental au sein du système d'irrigation en exécutant diverses fonctions essentielles :

- Distribution de l'eau : elle est chargée de répartir l'eau de manière précise et régulée vers les différentes zones ou parcelles.
- Régulation du débit : la borne est dotée de vannes qui autorisent le contrôle du débit d'eau. Cette fonction permet d'ajuster la quantité d'eau acheminée à chaque zone conformément aux besoins spécifiques des cultures ou des espaces verts.
- Équité dans la répartition : en limitant le nombre de prises par borne, celle-ci contribue à garantir une répartition équitable de l'eau entre les diverses utilisations. Ceci prévient les inégalités et assure que chaque zone reçoive sa part appropriée d'irrigation.
- Maîtrise de la pression : certaines bornes intègrent des régulateurs de pression qui maintiennent une pression constante au sein du système d'irrigation. Ceci assure une distribution uniforme de l'eau, évitant ainsi les variations de pression susceptibles de compromettre l'efficacité de l'irrigation.
- Mesurage de l'eau : certaines bornes sont également équipées de compteurs d'eau pour évaluer la quantité d'eau utilisée. Cette mesure facilite la surveillance de la consommation, l'évaluation de l'efficacité de l'irrigation, ainsi que la facturation de l'eau utilisée dans certains cas.

IV.5.4 Tracé du réseau d'irrigation :

Le tracé des canalisations de distribution est élaboré en tenant compte d'une multitude de paramètres techniques, topographiques, géologiques et géographiques dans le but d'assurer un écoulement maîtrisé.

Ces paramètres englobent les éléments suivants :

- La configuration topographique du terrain.
- Les caractéristiques pédologiques, comprenant la structure, la texture, la capacité de rétention et l'humidité relative du sol.
- Les données climatologiques de la zone d'étude, y compris l'évapotranspiration potentielle (ETP) et l'évapotranspiration réelle (ETR).
- La nature des cultures à irriguer.
- Le choix du système d'irrigation (sous pression).
- La nécessité de concevoir un profil en long des conduites sans contrepentes.
- La réduction de la longueur du projet pour minimiser les coûts.
- L'obligation d'éviter les passages au-dessus d'obstacles naturels ou artificiels.

IV.5.5 Calcul du débit aux bornes :

D'un îlot, vous pouvez utiliser la formule suivante :

Débit aux bornes

$$(Q_b) = q_s \cdot S \dots \dots \dots (IV.2)$$

Avec :

- **Q_b**: Débit de chaque îlot (l/s)
- **q_s**: Débit spécifique (l/s/ha)
- **S** : Superficie de l'îlot (ha)

IV.5.6 Choix du diamètre et de type de la borne:

Pour déterminer le diamètre adéquat des bornes en fonction des débits, il est nécessaire d'avoir une référence qui établit une correspondance entre les débits et les diamètres des bornes. Cette référence peut prendre la forme d'un tableau ou d'une relation qui indique quel diamètre de borne est recommandé pour un débit donné. De cette manière, vous pourrez choisir le diamètre approprié en fonction des exigences de votre système d'approvisionnement en eau.

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 (S>50 ha) on prévoit des bornes de type C.

Tableau IV.3 : Type de bornes en fonction de superficies des ilots

Type	Débit fourni	Entrée	Sortie
Type A2	Q<40 m ³ /h (11,11) l/s	1 Entrée Ø 80,100	2 sorties Ø 65
Type A4	Q<40 m ³ /h(11,11)l/s	2 Entrée Ø80,100	4 sorties Ø 65
Type B	40m ³ /h (22,22 l/s) <Q<80m ³ /h (33,33 l/s)	2 Entrée Ø 80,100,125	2 sorties Ø 100
Type C	Q>80m ³ /h(33,33 l/s)	2 Entrée Ø 80,100,125	1 sortie Ø150

Le calcul des débits des prises et des bornes est présenté dans le **tableau V.3** :

Tableau IV.4 : Calcul des débits des ilots et choix du diamètre et type de bornes.

Culture	Ilots	Nombre de parcelles	Surface (ha)	Qsp l/s/ha	Q borne l/s	Type de la borne	Matériaux
Orge en vert	Ilot 1	2	10,12	1,21	12,24	A4	PEHD
	Ilot 2	2	10,03		12,14	A4	Fonte
Orge grain	Ilot 3	3	10,10		12,22	A4	Fonte
	Ilot 4	2	8,87		10,64	A2	Fonte
Blé	Ilot 5	2	6,39		7,73	A2	Fonte
	Ilot 6	2	8,27		10,00	A2	Fonte
	Ilot 7	2	8,28		10,02	A2	Fonte
Sorgho	Ilot 8	2	6,55		7,93	A2	Fonte
	Ilot 9	2	5,7		6,90	A2	Fonte
P de terre (S)	Ilot 10	2	7,5		9,07	A2	Fonte
	Ilot 11	2	7,6		9,20	A2	Fonte
Olivier	Ilot 12	3	12,01		14,53	A4	Fonte
Tomate	Ilot 13	2	7,24		8,76	A2	Fonte
Agrume	Ilot 14	3	11,34		13,72	A4	Fonte

IV.6 Matériaux de construction des canalisations :

Le choix du matériau de conduite est dicté par une série de facteurs incluant la pression qu'il doit supporter, la réactivité du sol, des considérations économiques (coût et disponibilité sur le marché local, ainsi que leur production en Algérie), et la compatibilité avec les composants auxiliaires (joints, coudes, vannes, etc.).

Parmi les matériaux utilisés, on peut recenser la fonte, le polyéthylène haute densité (PEHD), le polychlorure de vinyle (PVC) et l'acier.

A) Conduite en PEHD :

Les avantages inhérents à ces conduites incluent les points suivants :

- Ils se distinguent par leur légèreté et leur facilité de découpe.
- Ils présentent d'excellentes caractéristiques hydrauliques.
- Ils sont largement disponibles sur le marché et s'installent aisément.
- Ils sont relativement économiques.

Cependant, il est crucial de noter un inconvénient potentiel : le risque de rupture en cas de soudure défectueuse. **(Annexe 04)**

B) Conduite en Fonte :

Ces matériaux offrent plusieurs avantages :

- Ils démontrent une excellente résistance aux contraintes internes.
- Ils sont remarquablement résistants à la corrosion.
- Ils se caractérisent par leur rigidité et leur solidité.

Cependant, il faut considérer leur coût relativement élevé comme un inconvénient.

C) Conduite en Acier :

Les avantages associés à ces conduites englobent :

- Une légèreté supérieure aux conduites en fonte, ce qui engendre des économies lors du transport et de l'installation.
- Une résistance appréciable aux contraintes telles que les chocs et l'écrasement.

Toutefois, il est essentiel de prendre en compte le risque de corrosion comme un inconvénient potentiel.

D) Conduite en PVC :

Ces matériaux présentent plusieurs avantages :

- Ils démontrent une résistance notable à la corrosion.
- Ils sont facilement disponibles sur le marché.
- Ils s'installent aisément en tant que canalisations.

Toutefois, il est nécessaire de noter le risque de rupture comme un inconvénient éventuel.

IV.6.1 Etude de système de pompage :

Le système de pompage en contexte d'irrigation implique l'exploration d'un ensemble de dispositifs et de composants utilisés dans le but d'extraire l'eau à partir de sources diverses, telles qu'un puits, une rivière ou un réservoir, et de la transférer vers les zones agricoles ou les systèmes d'irrigation. L'objectif fondamental de ce système est de fournir la quantité requise d'eau aux cultures tout en assurant une distribution efficace au sein des terres cultivées.

Le dispositif de pompage employé en irrigation se compose typiquement des éléments ci-après :

- **Pompe** : Ce constitue le composant central du mécanisme de pompage.
- **Source d'approvisionnement en eau** : Cela peut englober un puits, une rivière, un lac, ou toute autre forme de réservoir d'eau situé à proximité de la zone d'irrigation.
- **Réseaux de conduites et de canalisations** : Ces canalisations servent à acheminer l'eau de la source vers les champs ou les systèmes d'irrigation.
- **Réservoir de stockage** : Parfois, un réservoir de stockage est utilisé pour entreposer l'eau pompée avant de la diffuser dans les champs.
- **Système de supervision** : Un système de surveillance peut être intégré afin de réguler le fonctionnement de la pompe et de surveiller les paramètres tels que la pression de l'eau, le débit et la température.

IV.6.2 Types des pompes utilisées :

Les différentes catégories de pompes, notamment les pompes axiales à écoulement radial, les pompes semi-axiales et les pompes à écoulement radial, peuvent être décrites comme suit:

Les pompes axiales :

Les pompes axiales sont des dispositifs de type hélice où les pales sont configurées sous forme de surfaces inclinées. Elles sont particulièrement appropriées pour le pompage de volumes importants avec des faibles élévations.

Les pompes semi-axiales :

Les pompes semi-axiales sont spécialement conçues pour pomper des débits élevés avec une faible élévation tout en maintenant les vitesses d'entrée à des niveaux bas. En raison de la faible élévation de refoulement, le diamètre de sortie est relativement réduit, ce qui nécessite la construction de pompes hélico-centrifuges de grande dimension.

Les pompes à écoulement radial :

Les pompes à écoulement radial sont des pompes centrifuges conventionnelles. Elles sont principalement utilisées pour le pompage de faibles débits sur de grandes élévations. La hauteur de refoulement augmente en fonction du diamètre externe de la roue. Dans ce cas, le flux est de nature radiale, et les pales sont des surfaces planes.

IV.6.3 Hauteur manométrique totale :

La formule qui permet de déterminer la hauteur manométrique :

$$\text{HMT} = \text{Hg} + \Delta\text{H} \dots(\text{IV.3})$$

En utilisant les notations suivantes :

- HMT pour la hauteur manométrique totale exprimée en mètres (m),
- Hg pour la hauteur géométrique exprimée en mètres (m), où dans notre situation $\text{Hg} = \text{Hr} - \text{Ha}$,
- ΔH pour la perte de charge totale exprimée en mètres (m).

Avec ces valeurs, on peut établir les relations suivantes :

- $\text{Ha} = \text{Hbach} = 128 \text{ m}$.
- $\text{Hr} = 133 \text{ m}$ (élévation du point le plus défavorable B12).
- $\text{Hg} = 5 \text{ m}$.
- $\Delta\text{H} = 2,76\text{mCE}$ Calculé par la méthode de LECHAPT et CALMON (voir tableau IV.8) ;
- $\text{P} = 40 \text{ m}$ la pression du la borne plus défavorable.
- $\text{HMT} = 47.8 \text{ m}$.

IV.6.4 Nombre et choix des pompes :

Le choix du nombre et de la sélection des pompes repose sur plusieurs facteurs essentiels, notamment le débit requis, la hauteur de refoulement, la pression, la nature du liquide, l'efficacité, la fiabilité, la maintenance, l'alimentation électrique, les conditions environnementales, le budget, la redondance, et éventuellement, l'avis d'experts. Une évaluation approfondie de ces facteurs est recommandée pour garantir que les pompes sélectionnées répondent efficacement aux besoins de l'application spécifique.

- Le nombre de pompes minimal nécessaire.
- Le rendement optimal.
- Le niveau minimal requis de charge nette d'aspiration (NPSH).
- La puissance absorbée minimale.

Tableau IV.5 : Choix du nombre de pompes de secours

Nombre de pompes principales	Nombre de pompes de secours
$N_p < 4$	1 pompe de secours
$4 < N_p < 6$	2 pompes de secours
$N_p > 6$	3 pompes de secours

Dans notre contexte, nous avons employé le logiciel Caprari pour établir la sélection en termes de type et de quantité de pompes à mettre en œuvre.

Tableau IV.6 : Choix de nombre de pompes

N	Q(l/s)	HMT(m)	Type de la Pompe	$\eta(\%)$	N (tr/min)	Pabs (KW)	NPSHr	Ø (mm)
1	-	-	-	-	-	-	-	-
2	72,58	50	PM 150/ 2 C	79.1	146 0	55	2,56	125
3	48	50	MEC-A 2/100A	73	292 0	37	4,23	100

Nous avons comparé les caractéristiques des différentes options de pompes et de la raison technique et économique, nous avons opté pour une variante comprenant 2 pompes identique (+1 pompe de secours) avec les spécifications suivantes :

Données technique / Caractéristiques :

- Rendement : 79,1
- Puissance absorbée : 55 kW (**Annexe 06**)

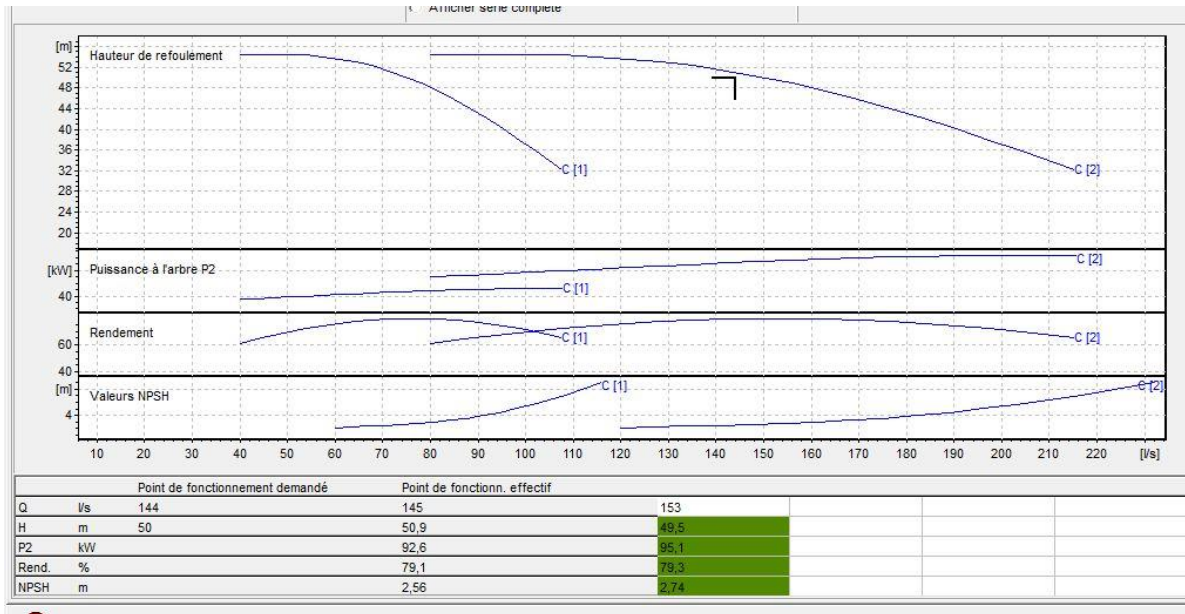


Figure IV.1 : Courbe de fonctionnement de la pompe choisie.

IV.7 La vitesse admissible :

L'établissement d'une vitesse minimale acceptable dans les conduites n'a pas une nécessité technique impérative. Son principal but est de définir un diamètre maximum admissible raisonnable pour permettre le passage d'un débit spécifique, simplifiant ainsi le processus de calcul d'optimisation. En revanche, la fixation d'une limite maximale de vitesse tolérée représente un compromis entre plusieurs facteurs importants, notamment :

Lorsque l'on détermine un seuil maximum de vitesse tolérée, on cherche à équilibrer la quête d'économies sur les coûts d'investissement avec la nécessité de gérer les risques potentiels associés aux coups de bélier, ainsi que les dépenses qui pourraient découler de la mise en place de mesures de protection contre ces phénomènes. Pour de plus amples informations, vous pouvez consulter le tableau V.3.

Dans le cadre de notre projet de réseau de distribution, nous avons adopté la méthode de M. Labye pour déterminer les diamètres appropriés des différentes sections de canalisations. Cette méthode est basée sur une formule spécifique.

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q * 0.001}{\pi * V}} * 1000 \dots (IV.4)$$

Tell-que :

- **Q** : le débit mesuré en mètre cube par seconde (m³/s),
- **D** : le diamètre exprimé en millimètres (mm),
- **V** : la vitesse idéale, généralement d'environ 1 m/s.

IV.8 Détermination du diamètre avantageux :

La détermination du diamètre avantageux dépend du contexte spécifique de l'application. Le diamètre optimal ou avantageux d'un objet, d'une canalisation, d'un tuyau, ou d'un composant dépendra de plusieurs facteurs, notamment les contraintes techniques, les coûts, la performance, la sécurité, et d'autres considérations liées à l'application particulière.

En ce qui concerne les canalisations en PEHD (polyéthylène haute densité), les fabricants fournissent un diamètre extérieur conforme à une mesure normalisée. Cependant, la conception des réseaux se base sur le diamètre intérieur, comme stipulé par les normes techniques interministérielles qui exigent une pression nominale de 6 bars pour les réseaux de distribution d'eau d'irrigation. Cette directive entraîne une différence significative entre le diamètre intérieur et le diamètre extérieur, ce qui reflète l'épaisseur de la paroi de la conduite.

Pour obtenir des informations complémentaires, nous vous invitons à vous référer au tableau V.3, qui répertorie les différents diamètres des canalisations en PEHD PN 6, avec les indications relatives aux épaisseurs et aux diamètres intérieurs et extérieurs correspondants en fonction des débits.

Tableau IV.7 : les diamètres avantageux en fonction des débits

Dext(mm)	Dint(mm)	Epaisseur	Surface	Débit			
				m ³ /h		l/s	
				v=0,5	v=1,5	v=0,5	v=1,5
20	16	2	0,0002	0,0001	0,0003	0,100	0,301
25	20,4	2,3	0,0003	0,0002	0,0005	0,163	0,490
32	26	3	0,0005	0,0003	0,0008	0,265	0,796
40	32,6	3,7	0,0008	0,0004	0,0013	0,417	1,251
50	40,8	4,6	0,0013	0,0007	0,0020	0,653	1,960
63	51,4	5,8	0,0021	0,0010	0,0031	1,037	3,111
75	61,4	6,8	0,0030	0,0015	0,0044	1,480	4,439
90	73,6	8,2	0,0043	0,0021	0,0064	2,126	6,378
110	90	10	0,0064	0,0032	0,0095	3,179	9,538
125	102,2	11,4	0,0082	0,0041	0,0123	4,100	12,299
160	130,8	14,6	0,0134	0,0067	0,0201	6,715	20,145
200	163,6	18,2	0,0210	0,0105	0,0315	10,505	31,516
250	204,6	22,7	0,0329	0,0164	0,0493	16,431	49,292
315	257,8	28,6	0,0522	0,0261	0,0783	26,086	78,258
400	327,4	36,3	0,0841	0,0421	0,1262	42,072	126,217
500	391,2	54,4	0,1201	0,0601	0,1802	60,067	180,202

IV.8.1 Évaluation des pertes de charge :

Les pertes de charge unitaires ont été calculées en utilisant l'équation développée par LECHAPT et CALMON [14].

L'équation peut être formulée de la manière suivante :

$$\Delta H = C * ((L * QM) / DN) \dots(IV.5)$$

Où :

- ΔH représente les pertes de charge unitaires en mètres par mètre (m/m).
- L, M et N sont des paramètres dépendants de la rugosité absolue (K_s) des conduites.
- C. est un coefficient qui inclut une majoration de 10 à 15 % pour les pertes de charge singulières.
- J est défini comme

$$J = L \times QM / DN \dots (IV.6)$$

En utilisant les paramètres suivants :

- J : Perte de charge linéaire exprimée en mètres de colonne d'eau (mCE),
- L : Longueur de la conduite en kilomètres,
- Q : Débit en mètres cubes par seconde (m^3/s),
- D : Diamètre intérieur en mètres (m),

Pour notre cas spécifique, nous allons considérer $C = 1.15$. (Les pertes de charge singulières sont estimées à 15% des pertes de charge linéaires).

Tableau IV.8 : Paramètres de pertes de charge de la loi de Lechapt-Calmon.

K(mm)	L	M	N
0.1	1.15	1.89	5.01
0.5	1.4	1.96	5.19
1	1.6	1.975	5.25

La rugosité équivalent : $K = 0.1$ mm, donc : $M = 1,89$ $N = 5,01$

Dans notre cas, les conduites seront en FONTE si leur diamètre est supérieure ou égal à 315mm et en PEHD PN10 dans le cas contraire. Pour une conduite en FONTE/PEHD.

L'estimation des pressions aux nœuds, raccordement et bornes est faite par le billet de la simulation EPANET :

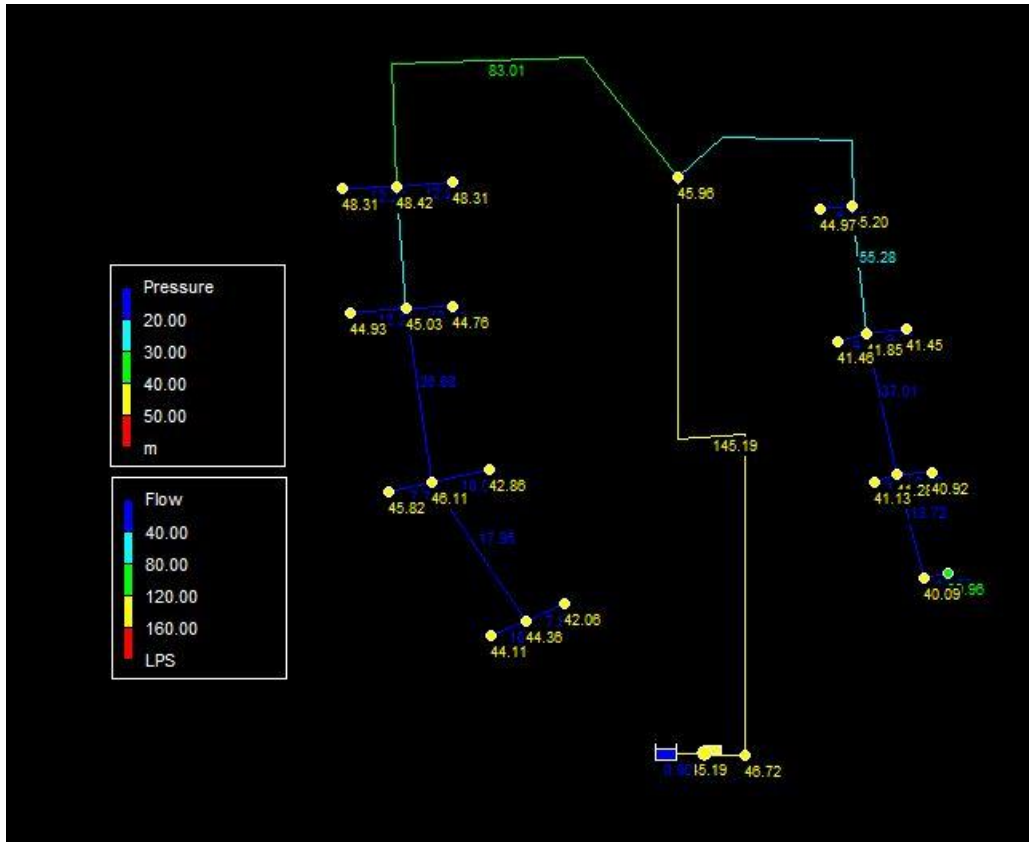


Figure IV.2 : Présentation du réseau sur logiciel EPANET.

Les résultats des calculs sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau IV.9 : Les résultats de calculs.

N° Tronçon	Long L(m)	Débit (l/s)	Diameter N. (mm)	Epaisseur (mm)	Diameter interieur (mm)	Matériau de canalisation	V (m/s)	P. Charge (m/m)	C. terrain (m)	C. Pièzo (m)	Pression (bar)
SP-N1	973	145.19	500			FONTE	0.74	0.79	128,02	174.72	4,67
N1-N2	640	83.01	400	23,7	352,6	FONTE	0.66	0.84	128,06	173.96	4,59
N2-N3	50	12.24	160	9,5	141	PEHD	0.61	2.17	125,01	173.31	4,83
N2-N4	50	12.24	160	9,5	141	PEHD	0.61	2.17	125,02	173.42	4,84
N3-R5	275	58.53	315	18,7	277,6	PEHD	0.75	1.41	125,01	173.31	4,83
R5-R6	50	10.64	125	7,4	110,2	PEHD	0.87	5.56	128,03	173.03	4,50
R6-R7	50	12.21	160	9,5	141	PEHD	0.61	2.16	128,03	172.93	4,49
R7-R8	532	35.68	250		220,4	PEHD	0.73	1.75	128,06	172.76	4,47
R8-R9	50	7.73	110	6,6	96,8	PEHD	0.81	5.78	126,01	172.11	4,61
N4-R10	50	10.00	125	7,4	110,2	PEHD	0.81	4.97	126,02	171.82	4,58
R10- R11	402	17.95	160	9,5	141	PEHD	0.89	4.35	129,06	171.86	4,28
R11- R12	50	7.93	110	6,6	96,8	PEHD	0.83	6.06	126,06	170.36	4,43
R12- R13	50	10.02	125	7,4	110,2	PEHD	0.82	4.98	126,01	170.11	4,41
R13- R14	480	62.18	315	18,7	277,6	PEHD	0.80	1.57	128,06	170.06	4,20
R5-B1	50	6.90	110	6,6	96,8	PEHD	0.73	4.71	128	173.20	4,52
R5-B2	280	55.28	315	18,7		PEHD	0.71	1.27	128,97	172.97	4,4
R6-B3	50	9.07	110	6,6	96,8	PEHD	0.95	7.72	131,05	172.85	4,18
R6-B4	305	37.01	250	14,8	220,4	PEHD	0.75	1.87	131,06	172.46	4,14
R7-B5	50	14.53	160	9,5	141	PEHD	0.72	2.96	131,08	172.28	4,12
R7-B6	50	8.76	110	6,6	96,8	PEHD	0.92	7.25	131,02	171.92	4,09
SP-N1	208	13.72	200	11,9	176,2	PEHD	0.44	0.91	131,03	172.13	4,11
N1-N2	50	13.72	160	9,5	141	PEHD	0.68	2.67	132,06	171.96	3,99
N2-N3	50	9.20	110	6,6	96,8	PEHD	0.97	7.93	132,09	172.09	4,00

• **Analyse des Résultats :**

L'examen du tableau des calculs hydrauliques du réseau de distribution de notre périmètre révèle des données de vitesse et de pression indiquant une conception et une performance appropriées pour alimenter notre système d'irrigation.

1. Vitesse (m/s) :

Les vitesses de l'eau dans le réseau de distribution varient dans une plage allant de 0.61 à 1.0 m/s. Ces valeurs de vitesse sont considérées comme idéales pour l'irrigation.

2. Pression (bar) :

La pression aux bornes d'irrigation oscille entre 4,0 et 4,84 bars. Ces valeurs de pression sont jugées adéquates pour alimenter les asperseurs et les goutteurs.

- Irrigation par aspersion : Une pression d'eau située entre 2 et 4 bars est généralement recommandée pour une irrigation par aspersion efficace.
- Irrigation localisée (goutte à goutte) : Dans le cas de l'irrigation localisée, comme l'irrigation au goutte-à-goutte, une pression d'environ 1 bar est couramment utilisée.

Une plage de pression de 4,0 à 4,84 bars est généralement suffisante pour garantir le bon fonctionnement du réseau, toutefois, les vannes de régulation de pression seront exclusivement utilisées pour les réseaux d'irrigation goutte-à-goutte.

IV.9 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons identifié le système d'adduction comme l'élément central d'un projet d'aménagement hydro-agricole. Parmi les deux options examinées, à savoir le système d'aménagement par piquage, la deuxième alternative s'est avérée plus appropriée en raison du dénivelé significatif entre le point de prise d'eau du barrage et le périmètre à desservir.

Après avoir choisi cette variante, nous avons procédé à des calculs des paramètres hydrauliques pour les conduites de tous les segments du réseau de distribution. Nous avons recommandé l'utilisation de conduites en fonte pour un diamètre de 400,500, PEHD lorsque le diamètre est inférieur ou égal à 315 mm.

Pour l'ensemble du réseau de distribution, les pressions obtenues sont généralement satisfaisantes, variant généralement entre 4,0 et 4,8 bars. Cela permettra l'intégration de systèmes d'irrigation nécessitant des niveaux de pression élevés, tels que l'irrigation par aspersion.

Chapitre V : Choix de la technique d'irrigation

V.1. Introduction

L'irrigation représente une pratique cruciale en agriculture, consistant à apporter de manière artificielle de l'eau aux cultures lorsque les ressources hydriques naturelles se révèlent insuffisantes pour assurer un développement optimal des plantes. Diverses méthodes d'irrigation ont été développées, se distinguant par leur adaptation aux caractéristiques spécifiques du terrain à irriguer ainsi que par leur mode d'acheminement de l'eau vers les végétaux. Ce chapitre se consacrera à l'examen de ces différentes techniques, dans le but ultime de parvenir à une sélection optimale en fonction des particularités du périmètre étudié.

V.2. Choix des techniques d'irrigation :

De multiples paramètres doivent être pris en considération lors de la décision de la technique d'irrigation à adopter, notamment les suivants en guise d'illustration :

- ✓ La configuration géométrique du site
- ✓ le débit hydraulique
- ✓ la nature spécifique des cultures
- ✓ la perméabilité du sol
- ✓ la viabilité économique du projet
- ✓ ainsi que les considérations financières doivent être minutieusement examinés lors du choix de la méthode d'irrigation appropriée.

V.3. La catégorisation des techniques d'irrigation

La catégorisation des techniques d'irrigation se divise en trois principales classes :

- a) L'irrigation gravitaire, également connue sous le nom d'irrigation de surface.
- b) L'irrigation par aspersion.
- c) L'irrigation par micro-irrigation.

V.3.1 L'irrigation gravitaire

L'irrigation gravitaire ou irrigation de surface, constitue la méthode prédominante dans les exploitations agricoles. Elle implique l'écoulement d'eau sur le sol par action de la gravité. Cette approche se décline

- a) **Irrigation par ruissellement** : Cette méthode consiste à laisser l'eau s'écouler en surface, suivant les contours naturels du terrain.
- b) **Irrigation par rigoles d'infiltration** : Dans cette technique, l'eau est acheminée dans des canaux spécialement conçus pour faciliter son infiltration dans le sol.

- c) **Irrigation par submersion** : Cette approche implique la submersion temporaire du terrain, permettant à l'eau de s'étaler sur la surface cultivée.

V.3.1.1 L'irrigation par ruissellement

L'irrigation par ruissellement se caractérise par la distribution de l'eau au moyen de rigoles, lesquelles acheminent l'eau par écoulement provenant des fossés du champ, sans qu'il y ait véritablement de contrôle grâce à des digues régulant le flux d'eau.

V.3.1.2 L'irrigation à la raie

L'irrigation à la raie est une méthode d'approvisionnement en eau des plantes qui implique le transport de l'eau vers les plantes à travers un réseau de canaux étroits, espacés généralement de 0,75 à 1 mètre environ. Ces canaux sont aménagés de manière à devenir de moins en moins denses, ce qui a pour effet de créer un écoulement d'eau limité sur une fraction restreinte de la surface du sol.



Figure V.1 : Irrigation à la raie.

Source : (interplast.com)

V.3.1.3 L'irrigation par submersion

L'irrigation par submersion est une méthode agricole qui implique l'apport d'une couche d'eau de densité variable sur le sol, puis laissée en place pendant un laps de temps suffisant pour permettre une infiltration à la profondeur nécessaire. Cette approche est souvent désignée comme une forme d'inondation maîtrisée.

V.3.1.4 Avantages et inconvénients de l'irrigation par gravité :

➤ **Avantage :**

1. Approche technique rudimentaire ne requérant pas de consommation d'énergie externe.
2. Coûts d'investissement minimales.
3. Potentiel de réapprovisionnement des nappes phréatiques.
4. Capacité à irriguer de vastes étendues.

➤ **Inconvénients :**

Les inconvénients de cette technique sont :

1. On observe une substantielle perte d'eau.
2. L'exécution de travaux de terrassement et de nivellement s'avère impérative.
3. L'efficacité est relativement faible.
4. Le cycle d'irrigation est de longue durée.
5. Une main-d'œuvre conséquente et un investissement de temps significatif sont requis.

V.3.2 L'irrigation par aspersion :

L'irrigation par aspersion est un procédé qui vise à fournir de l'eau aux plantes sous la forme d'une précipitation artificielle. Cette méthode implique l'utilisation de deux types de dispositifs : les asperseurs rotatifs et les canons d'arrosage. L'objectif principal de cette technique est d'assurer une répartition homogène de l'eau sur la zone cultivée. La conception de ce système d'irrigation doit garantir l'application d'un débit d'eau inférieur au taux d'infiltration maximal afin de minimiser les pertes dues à l'écoulement superficiel.

V.3.2.1. Avantages et inconvénients de l'irrigation par aspersion :

➤ **Avantages de l'irrigation par aspersion :**

- a. Aucune nécessité d'aménagement préalable du sol.
- b. Induit une oxygénation significative de l'eau pulvérisée en forme de pluie.
- c. Offre des économies substantielles par rapport à d'autres systèmes d'irrigation.
- d. Permet un dosage précis et une distribution uniforme de l'eau.
- e. Convient à tous types de sols.
- f. Présente une efficacité relative de l'utilisation de l'eau élevée, variant de 75% à 85%.
- g. Réduit la demande en main-d'œuvre.

➤ **Inconvénients de l'irrigation par aspersion :**

- a. Possibilité de perte d'eau due à l'évaporation et au vent.
- b. Nécessite une maintenance et une surveillance régulières du système.
- c. Les grandes variations de pression peuvent entraîner une distribution inégale de l'eau.

V.3.2.2. Différentes installations à la parcelle :

1) Système d'installation fixe:

La totalité des équipements (pompe, canalisations, asperseurs) est installée de manière permanente, entraînant ainsi une réduction de la nécessité de main-d'œuvre, toutefois, cela engendre des coûts d'investissement considérablement élevés, comme l'a noté (Clément en 2008).

a) Couverture totale :

En utilisant une configuration de couverture totale, la surface à arroser est munie de rampes. Pendant toute la saison, seuls les asperseurs seront déplacés au cours de l'arrosage et en fin de campagne.

b) Couverture intégrale :

Pour réaliser une couverture complète de la parcelle, il est nécessaire d'utiliser des rampes et des arroseurs à postes fixes. Le processus d'arrosage est contrôlé par l'ouverture et la fermeture d'une vanne, que ce soit manuellement ou automatiquement.

2) Système d'installation mobile :

a. Système d'irrigation par enrouleur

Le dispositif d'irrigation par enrouleur représente l'équipement d'aspersion d'eau le plus couramment utilisé dans certaines régions, comme la France, en raison de sa grande flexibilité d'emploi. Ce système est constitué d'un canon d'arrosage stationnaire, alimenté par un conduit flexible qui est enroulé autour d'une bobine. Un moteur hydraulique est responsable de la mise en rotation de la bobine, entraînant ainsi le réenroulement du tuyau et déplaçant simultanément le canon d'arrosage, ce qui contribue à une distribution plus efficace de l'eau.



Figure V.2 : Système d'irrigation par enrouleur.

Source : (Ecosources.org)

V.3.3 Système d'irrigation par pivot:

L'irrigation par pivot et l'irrigation par rampe frontale sont des systèmes d'irrigation automatisés qui sont couramment utilisés pour l'arrosage des prairies et d'autres cultures situées au-dessus de la canopée. Les pivots effectuent une rotation circulaire autour d'un point central, tandis que les rampes frontales ont leurs deux extrémités libres. Ces dispositifs requièrent de l'énergie pour leur déplacement dans la parcelle et pour le transport de l'eau depuis la source jusqu'à la plante.



Figure V.3 : Système d'irrigation utilisant un pivot central.

Source : (interplast.com)

V.3.4 Système d'irrigation localisée:

L'irrigation localisée, plus connue sous le nom de méthode de goutte-à-goutte, cette approche est désignée de cette manière en raison de son application ciblée, où l'eau est délivrée spécifiquement aux endroits où son infiltration est souhaitée. Il s'agit d'une méthode localisée qui implique le transport de l'eau à travers des conduits, qui est ensuite distribuée sous forme de gouttes à travers des goutteurs disposés le long des rangées de plantations.

V.3.4.1 Avantages et inconvénients de l'irrigation localisée:

➤ **Avantages :**

1. Élevée efficacité de l'irrigation.
2. Adaptation possible à divers types de sols et à la plupart des cultures.
3. Potentiel d'automatisation pour l'irrigation localisée.
4. Demande moins de main-d'œuvre.
5. Réduit les pertes par évaporation.

➤ **Inconvénients:**

- **L'obstruction des goutteurs :**

Les particules de sable, les dépôts progressifs d'argile ou de limons, les réactions chimiques précipitant des composés, ainsi que la prolifération de micro-organismes sont fréquemment observés comme des facteurs contribuant à l'obstruction des orifices des dispositifs d'irrigation goutte-à-goutte. Il convient de souligner que la maintenance et le débouchage des goutteurs engendrent des durées et des coûts significatifs.

- **L'accumulation de sels:**

L'accumulation de sels peut se produire durant la phase d'irrigation, notamment dans les régions arides en raison de la rareté des précipitations.



Figure V.4 : L'irrigation par goutte-à-goutte

Source : (agrimaroc.net)

V.4.Choix de la technique d'arrosage :

Le choix de la technique d'irrigation est influencé par diverses contraintes scientifiques et environnementales telles que l'évaporation, les vents, la texture et la structure du sol, la topographie naturelle (pente), ainsi que les types de cultures.

Pour les cultures maraîchères, les techniques d'irrigation de surface et par aspersion sont préférables. En revanche, pour les céréales, l'irrigation par aspersion demeure la seule option viable, tandis que pour les arbres, l'irrigation de surface localisée est appropriée.

Il est important de noter que le choix de la technique d'irrigation est également conditionné par des considérations économiques, notamment l'efficacité de la gestion de l'eau. En cela, l'irrigation par aspersion et l'irrigation localisée se révèlent être les options les plus économiques par rapport à l'irrigation de surface.

V.5.Conclusion :

En résumé, pour sélectionner la meilleure méthode d'irrigation, il est essentiel d'analyser les atouts et les inconvénients de chaque approche. Dans notre recherche, nous avons privilégié les méthodes modernes suivantes :

- ✓ Le système goutte à goutte pour l'arboriculture et les cultures maraîchères.
- ✓ Le système d'aspersion pour les fourragères et les céréales.

Chapitre VI : Dimensionnement à la parcelle

VI.1 Introduction :

L'étape de détermination de la taille des parcelles revêt une importance capitale lors de l'élaboration d'un plan d'aménagement, et cette dimension est largement conditionnée par le choix de la méthode d'irrigation sélectionnée. Dans cette section, nous mettrons l'accent sur la procédure de détermination de la taille optimale des parcelles, en prenant en compte la technique d'irrigation choisie, ainsi que les critères et les limitations spécifiques à la région géographique examinée dans le périmètre d'étude.

VI.2 Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion:

- **Choix de culture :** Nous avons sélectionné la pratique de l'irrigation pour la culture de Blé, une culture céréales qui offre des bénéfices notables tant du point de vue agronomique que sur le plan économique.
- **Choix des parcelles de l'ilot :** Le réseau d'irrigation par aspersion est mis en place sur la parcelle P1 (Ilot 06), qui a une superficie de 2.6 hectares. La parcelle est alimentée par la borne B05, et les pressions calculées pour cette borne sont d'environ 4,2 bars.

Ces valeurs de pression sont largement adéquates pour assurer l'approvisionnement en eau de la parcelle.

- **Longueur** $L = 206$ m
- **Largeur** $b = 128$ m
- **Texture** = Argilo-limoneuse.
- **Efficence d'irrigation** $E_{as} = 75$ %
- **Temps de travail :** 20heures par jour, et 26 jours par mois.
- **Besoins de pointe:** 134,22 mm/mois pour le mois de pointe (Mai).
- **Perméabilité du sol :** le sol est de type argileux-limoneux avec une perméabilité estimée à :
- $K = 7$ mm/h

Dose pratique :

$$\text{RFU: } Y (\text{Hcc} - \text{Hpf}).\text{Da.Z} \dots(\text{VII-1})$$

- **Y:** degré de tarissement : égal à 2/3
- **Da:** densité apparente : égale à 1.35
- **Surface de la parcelle:** $S = 2,6$ ha
- **Type de culture :** Blé
- **Z:** profondeur d'enracinement mm (60 cm pour le Blé)
- **Hcc:** humidité à la capacité au champ (27%)
- **Hpf :** humidité au point de flétrissement (16%).

$$\text{RFU} = \frac{2}{3} (27-16)/100 * 1.35 * 0.6 * 1000 = 59,4 \text{ mm}$$

VI.3 Dimensionnement théorique

a) Calcul du diamètre de l'ajutage

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

$$P = \frac{1.5 \cdot d}{1.04} \dots (\text{VII-2})$$

Avec :

- P : La pluviométrie de la buse en mm.
- d : Le diamètre de la buse en mm.

D'où :

$$d = \frac{7 * 1.04}{1.5} = 4.85 \text{ mm}$$

En se référant à la documentation technique relative à l'arroseur PERROT (**comme indiqué dans l'Annexe 4**), il est à noter que le diamètre de la buse normalisée le plus proche est de 4,8 mm.

b) Calcul de la portée de jet (L)

La portée de projection représente la distance entre l'appareil émetteur et le point d'impact du jet, ce paramètre permet de délimiter la zone circulaire irriguée par l'appareil, se calcule par l'équation suivante:

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

Avec :

- d : le diamètre de la buse (mm)
- h : pression à la buse (m), dans notre cas $P = 4,0 \text{ bars}$, hauteur d'eau = 40m.

$$L = 3 \cdot (4,80^{0.5}) \cdot 40^{0.25} = 16,52 \text{ m}$$

Pour le diamètre de la buse de 4.8 mm à une pression de 4,0 bars la portée sera de l'ordre de **16,6 m** au minimum, D'après la fiche technique d'un arroseur ZB de type Perrot (**Voir Annexe 05**)

c) Écartements entre les rampes et arroseurs

En accord avec les directives émises par les normes américaines, l'écartement maximal est préconisé en corrélation avec la vitesse du vent tel que :

- ✓ E_l entre les lignes d'arrosage : 1,25L (vent faible) à 1,02L (vent fort).
- ✓ E_a entre les arroseurs sur la rampe : 0,8L (vent faible) à 0,5L (vent fort).

Les valeurs maximales sont associées à des conditions de vent de faible intensité, soit (<10 Km/h)

Les vitesses du vent dans notre cas sont relativement faibles et homogènes durant toute l'année.

Dans notre zone d'investigation, les vitesses maximales du vent sont d'environ 3,9m/s, équivalant à 14,04 km/h. Par conséquent, nous utilisons les valeurs suivantes.

- $E_l = 1,3 \cdot 16,6 = 21,58 \text{ m}$
- $E_a = 0,75 \cdot 16,6 = 12,45 \text{ m}$

Les valeurs standardisées des écartements se présentent comme suit :

- $E_l = 18\text{m}$
- $E_a = 18\text{m}$
- La surface mouillée = **324 m²**

c) Débit de l'asperseur

Le calcul du débit d'un asperseur s'effectue à l'aide de la relation suivante :

$$q = 0,95 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \dots(\text{VII-4})$$

- $q = 0,95 \cdot \frac{3,14 \cdot (4,8 \cdot 10^{-3})^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 40} = 0,00042 \text{ m}^3/\text{s}$
- $q = 1,64 \text{ m}^3/\text{s}$

Avec :

- **q**: le débit de l'asperseur (m^3/s)

e) Vérification de la pluviométrie de la buse

En supposant que l'écartement soit proportionnel à la portée, la pluviométrie horaire, notée p (en mm/h), peut être estimée à l'aide de la relation suivante :

$$P = \frac{q}{E_l \cdot E_a} \quad \dots(\text{VII-5})$$

- Q : est le débit de l'asperseur choisi, $q=4,8 \cdot 10^{-4} = 1,64 \text{ m}^3/\text{s}$

D'où

$$P = \frac{1,64}{18 \cdot 18} = 5,06 \text{ mm/h}$$

Par conséquent, la sélection du diamètre de la buse garantira une pluviométrie $P \leq K = 7 \text{ mm/h}$

f) Calcul du tour d'eau :

La durée du tour d'eau correspond à la période requise pour l'arrosage complet de toutes les parcelles.

$$T_{eau} = \frac{Dose_{RFU}}{B_{mp}} Nj \quad \dots(\text{VII-6})$$

- $T_{eau} = \frac{(59,4 \cdot 26)}{134,22} = 11,50 \text{ jours}$
- On prend un tour d'eau de 12 jours.
- On irrigue $30/12 = 3$ fois par mois.

g) La dose réelle:

- $Dr = Teau \cdot$ la dose journalière
- Tel que : la dose journalière = $134,22/30 = 4,47 \text{ mm/jour}$.
- $Dr = 12 \times 4,47 = 53,64 \text{ mm}$
- $Dr = 53,64 \text{ mm}$

h) la dose brute :

$$Db = \frac{ladoseréele}{0,75} = \frac{53,64}{0,75} = 71,52 \text{ mm}$$

i) Temps d'arrosage :

Le temps T nécessaire pour appliquer une dose d'eau par un asperseur sans excéder la capacité d'infiltration est déterminé en utilisant la relation suivante :

$$T_a = \frac{\text{doseréellebrute}}{\text{pluviometrie}} = \frac{71,52}{7} = 10,21 \text{ h}$$

- **T_a = 10 h**

Par conséquent, il sera possible d'ajuster deux cycles par jour pour un asperseur, ce qui équivaut à une durée de fonctionnement totale de 20 heures.

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

$$Q_{eq} = \frac{S(\text{ha}) \cdot B(\text{mm}) \cdot 10}{T \cdot n \cdot N_j} = \frac{2,6 \cdot 134,22 \cdot 10}{10 \cdot 3 \cdot 26 \cdot 0,75} = 9 \text{ m}^3/\text{h}$$

k) Calcul de l'unité d'arrosage (SU) :

La zone ou la surface arrosé par unité de mesure :

$$SU = \frac{S}{T_{eau} \cdot n} = \frac{2,6}{10 \cdot 3} = 0,08 \text{ ha}$$

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

$$N_{asp} = \frac{SU \cdot 10000}{E_l \cdot E_a} = \frac{0,08 \cdot 10000}{18 \cdot 18} = 2 \text{ asp}$$

Pour notre cas, nous allons prendre en considération les éléments suivants :

- 2 Asperseurs pour 0.08 ha.
- Tel que : la dose réelle brute = la dose réelle / 0.75

VI.4 Dimensionnement hydraulique des rampes :

VI.4.1 Longueur de la rampe:

Cette phase de dimensionnement varie d'une parcelle à l'autre en fonction des dimensions de la parcelle ainsi que de la manière dont la projection du réseau d'aspersion est réalisée.

Il est envisagé deux méthodes d'installation des dispositifs d'installation des aspersion sur la rampe

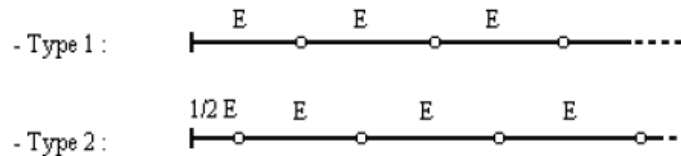


Figure VI-1: Dispositifs de mise en place des asperseurs sur la rampe

La longueur de la rampe est donc :

- Pour le type 1 : $L = n.E$
- Pour le type 2: $L = (n+0.5)*E$

D'où :

$$L_r = \frac{\text{largeur de terrain}}{2} - \frac{E_a}{2} = \frac{128}{2} - \frac{18}{2} = 55 \text{ m}$$

Le nombre d'aspersion par rampe peut être calculé en utilisant la formule suivante :

$$N_{\text{asp}} = \frac{\text{largeur}}{E_a} = \frac{L_r}{E_a} = \frac{55}{18} = 3 \text{ asperseurs}$$

VI.4.2 Dimensionnement de la rampe (Q_r):

$$Q_r = \text{le débit de l'aspersion} \times \text{le nombre d'aspersion/rampe.} \quad \dots(\text{VI- 8})$$

Le débit au niveau de la rampe

- $Q_r = 1,64 \times 3 = 4,92 \text{ m}^3/\text{h} = 1,36 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

Le nombre de configurations possibles des rampes :

- $N_r = \frac{lr}{El} = \frac{206}{18} = 11,44 = 11$ rampes.

VI.4.3 Calcule du diamètre de la rampe :

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

Avec :

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

Ou : $V \leq V_{adm}$; $V_{adm} \in [0,5 \div 2,5]$

Nous faisons l'hypothèse que $V = 1,5$ m/s et on calcule D_R

- $D_R = \sqrt{\frac{4 * 0,00136}{\pi * 1}} = 0,04161 \text{ m} = \mathbf{41,61 \text{ mm}}$

Les tuyauteries en PEHD disponibles sur le marché présentent les diamètres suivants : 50 ; 63 ; 75 ; 90 ; 110 ; 125 ; 160 ; et 200 mm

- Le diamètre normalisé ($D_r = 50$ mm)

- $V = \frac{4 * Q}{\pi * d^2}$

- $V = \frac{4 * 0,00136}{\pi * (50 * 10^{-3})^2} = \mathbf{0,7 \text{ m/s}}$

VI.4.4 Calcule des pertes de charge :

La formule habituelle pour calculer l'expression générale des pertes de charge linéaires dans les conduites est basée sur le modèle Hazan Williams :

$$J = (3.592 / CH) 1.852 * (L / D 4.87) * Q 1.852 \dots \text{(VI.9)}$$

Avec :

- J: représente la perte de charge linéaire en m,
- CH: est le coefficient de Hazan-Williams (130-140 pour les conduites en fonte ou en PEHD)
- D : correspond au diamètre de la canalisation (m)
- L : représente la mesure de la longueur de la conduite (m)
- Q: est le débit en $1 \text{ m}^3/\text{s}$.

En appliquant ces données à l'équation, on aboutit à :

- $J = (3.592 / 140)^{1.852} * (55 / 0.050^{4.87}) * 0.00136^{1.852} = 1,32 \text{ m.}$

VI.5 Dimensionnement de la porte rampe :

VI.5.1 Longueur de la porte rampe :

La mesure de la longueur de la porte de la rampe est déterminée par :

- $L_{pr} = 206 - \frac{18}{2} = 197 \text{ m}$

VI.5.2 Débit de la porte rampe :

Le calcul du diamètre de la rampe se fait par :

- $Q_{pr} = Q_r * N_r \dots (\text{VI.10})$

En appliquant ces données à l'équation, on aboutit à :

- $Q_{pr} = 4,92 * 11 = 54,12 \text{ m}^3/\text{h} = 0,0150 \text{ m}^3/\text{s.}$

VI.5.3 Calcul du diamètre de la porte rampe :

Le calcul du diamètre de la porte rampe se fait par la relation suivante :

$$D_{pr} = \sqrt{(4 * Q_{pr}) / (\pi * V)} \dots (\text{VI.11})$$

Avec :

- Q_{pr} : le débit exprimé m^3/s ,
- D_r : le diamètre exprimé en mm,
- V : la vitesse économique de 2 m/s.

Pour notre cas, nous allons prendre en considération les éléments suivants :

- $D_{pr} = \sqrt{(4 * 0.0150) / (\pi * 2)} = 97,7 = 110 \text{ mm.}$

On choisit un diamètre normalisé de 110 mm pour une conduite en PEHD, afin de minimiser les pertes de charges.

D'où :

$$V = (4 * Q_{pr}) / (\pi * D_r^2) \dots (\text{VI.12})$$

En appliquant ces données à l'équation, on aboutit à :

- $V = \sqrt{(4 * 0.0150) / (\pi * 0,112)} = 1,57 \text{ m/s.}$

VI.5.4 Calcul de la perte de charge de la porte rampe

La formule habituelle pour calculer l'expression générale des pertes de charge linéaires dans les conduites est basée sur le modèle Hazan Williams :

$$J = (3.592 / CH)^{1.852} * (L / D^{4.87}) * Q^{1.852} \dots(VI.13)$$

Avec :

- J: représente la perte de charge linéaire en m,
- CH: est le coefficient de Hazen-Williams (130-140 pour les conduites en fonte ou en PEHD)
- D : correspond au diamètre de la canalisation (m)
- L : représente la mesure de la longueur de la conduite (m)
- Q: est le débit en $1 \text{ m}^3/\text{s.}$

En appliquant ces données à l'équation, on aboutit à :

- $J = (3.592 / 140)^{1.852} * (197 / 0,11^{4.87}) * 0,0150^{1.852} = 4,35 \text{ m.}$

Tableau VI.1 : Résultat de calcul pratique d'aspersion

Paramètres	Porte Rampe	Rampe
Longueur (m)	197	55
Diamètre (mm)	110	50
Débit (m^3/h)	0,0150	0,00136
Vitesse (m/s)	1,57	0,7
Perte de charge totale (m)	4,35	1,32

$\Delta H_t = 4,35 + 1,32 = 5,67 \text{ m}$ de perte chatge, la règle de Christiansen est donc respectée.

VI.5.5 Calcul de la pression en tête de réseau :

Il s'agit de la pression requise pour garantir le fonctionnement optimal du dernier asperseur.

- $H = H_1 + H_2 + H_3$
- H : pression à la tête de la parcelle
- H_1 : La pression requise pour assurer le fonctionnement optimal d'un asperseur est de (3 bars)
- H_2 : perte de charge totale de la rampe.

- H_3 : la dénivelée (0 m. Terrain relativement plat)
- $H = 30 + 5,67 + 0 = 35,67$ m.

$P = 3.6$ bars, Cela est parfaitement adéquat compte tenu de la pression disponible à la borne, qui est de 4,2 bars

VI.6 Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte :

Dans cette section, nous concentrerons notre attention sur le dimensionnement d'un système d'irrigation localisé (le système goutte à goutte), pour lequel il est essentiel de disposer de données fondamentales telles que la superficie de la parcelle, les besoins journaliers en eau et la durée maximale de fonctionnement journalier de travail.

VI.6.1. Données générales :

Le système d'irrigation sera mis en place sur la parcelle P 03 de l'îlot 12, approvisionnée par la borne B12, avec des pressions calculées d'environ 4,1 bars. La superficie totale de l'exploitation s'étend sur 1,2 hectares et présente une configuration relativement rectangulaire.

- **Culture** : Olivier
- **Besoin de pointe** : 216,20 mm
- **Organisation du réseau goutte à goutte** : Avec un espacement de 4 mètres par 4 mètres (4*4).
 - Surface: **1,2** ha
 - Longueur: **120** m.
 - Largeur: **85** m.

Caractéristiques du goutteur :

- Débit nominal : 4 l/h ; Pression nominale : 10m.c.e
- Le nombre de goutteurs par arbre : 2
- Espacement des goutteurs $\approx [1 - 2]$ m

VI.6.2 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée :

a) Influence du taux de couverture du sol :

Dans un système d'irrigation goutte à goutte, l'eau est apportée de manière ciblée sur une petite zone de la surface, ce qui réduit considérablement la quantité d'eau évaporée directement du sol. Pour prendre en compte cet effet, un coefficient de réduction, appelé K_r , est appliqué à l'ETM. La valeur de K_r dépend du pourcentage de la surface du sol couverte par les plantes adultes, qui est généralement de 60%. Il peut être calculé à l'aide de diverses formules disponibles comme suit :

Keller et Karmeli (1974) :

$$Kr = \frac{Cs}{0,85} \dots(\text{VI.14})$$

La formule de Freeman et Garzoli :

$$Kr = Cs + 0.5(1 - Cs) \dots(\text{VI.15})$$

Nous supposons qu'un taux de couverture de 60 % est atteint pour les arbres adultes, ce qui signifie que

- ✓ $Kr = 0.80$ selon Keller et Karmeli
- ✓ $Kr = 0.70$ selon Freeman et Garzoli

Nous utiliserons un facteur Kr égal à 0,80

Donc :

$$B_{net} = B_j \times Kr \dots(\text{VI.16})$$

- $B_{net} = (216.2/30) \times 0,8 = 5,76 \text{ mm/j}$

VI.6.3. Dose nette pratique :

Une fois les besoins journaliers calculés, il est nécessaire de préciser une fraction ou un pourcentage d'humidification dans la zone racinaire. La dose (RFU) est déterminée en fonction de la hauteur d'eau P :

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Y \cdot Z \cdot d_a \cdot P\% = \text{RFU} \times P\% \dots(\text{VI.17})$$

Tels que :

- H_{cc} : la hauteur d'eau de capacité au champ (21%),
- H_{pf} : la hauteur d'eau du point de flétrissement permanent (12%),
- d_a : densité apparente a une valeur de 1.5,
- Y : a une valeur de $2/3$,
- Z : représente la profondeur des racines de la plante 1500 mm,
- P : représente le taux de saturation du sol en eau.

La valeur de $P\%$ est calculée en utilisant l'équation :

$$P\% = (N \times Spd \times Sh) / (Sa \times Sr) \dots(VI.18)$$

Avec:

- P: le volume de sol humidifié,
- N : le nombre de points de distribution par arbre,
- S_{pd} : la distance entre deux points de distribution voisins du même arbre (m),
- Sh : la largeur de la bande humidifiée,
- Sr : étant l'écartement entre les rangs d'arbres,
- Sa : l'espacement des arbres sur les rangs.

On aboutit à:

- $P\% = (2 \times 2 \times 1) / (4 \times 4) = 25\%$
- $RFU = (0,27 - 0,16) \times 1500 \times (2/3) \times 1,5 = 165 \text{ mm}$

Et:

- $D_{nette} = 165 \times 0,25 = 41,25 \text{ mm}$.

VI.6.4 Fréquence et espacement des arrosages (Fr):

L'intervalle entre deux arrosages (tour d'eau) est déterminé par la formule suivante :

$$Fr = D_{nette} / B_{net} \dots (IV. 19)$$

- $Fr = 41,25 / 5,76 = 7,16 \text{ jours}$

Ainsi, nous choisissons une période de 8 jours pour un cycle d'irrigation (Tour = 8 jours).

- 4 irrigation par mois.

VI.6.5 Calcul de la dose brute:

Nous réévaluons la dose réelle :

$$Dr = B_{il} \times Fr \dots (VI.20)$$

- $Dr = 5,76 \times 8 = 46,08 \text{ mm}$

VI.6.6 La dose brute réelle :

$$Dbute = Dp' / (Eff \times Cu) \dots (VI.21)$$

- E_{ff} :Efficience du réseau d'irrigation $E_{ff} = 90\%$

Tel que : C_u :coefficient d'uniformité $C_u = 90\%$

- $D_{brute} = 46,08 / (0,9 * 0,9) = 56,88 \text{ mm}$

VI.6.7 Durée d'opération par cycle d'arrosage (en heures) :

$$h = (Dbute * Sa * Sr) / (n * Qg) \dots (VI.22)$$

- $Dbute$: le besoin brut calculé précédemment (26.11mm),
- Sa et Sr : l'espacement entre les arbres, les rangs,
- N : le nombre de goutteurs (2),
- Qg : le débit du goutteur (4 l/h).
- $h = (56,88 * 4 * 4) / (2 * 4) = 113,76 \text{ h/mois}$

VI.6.8 Durée d'arrosage journalier :

$$Dj = \text{Durée d'arrosage} / Fr \dots (IV.23)$$

- $Dj = 113,76 / 8 = 14.22 \text{ h/jour.}$

VI.6.9 Nombre d'arbre par hectare:

La formule pour calculer le nombre d'arbre par hectare est la suivante :

$$N_{arbr} = 1ha / Sa * Sr \dots (IV.24)$$

En appliquant ces données à l'équation, on aboutit à :

- $N_{arbr} = 10000 / (4 * 4) = 625 \text{ arbres.}$

VI.6.10 Nombre d'arbre par rampe :

La formule pour calculer le nombre d'arbre par rampe est la suivante :

$$N_{armp} = Lrgp / Sa \dots (IV.25)$$

En appliquant ces données à l'équation, on aboutit à :

- $N_{\text{rmp}} = 85/4 = 21$ arbres.

VI.6.11 Nombre des goutteurs par rampe :

La formule pour calculer le nombre des goutteurs par rampe est la suivante :

$$N_g = (L_{\text{rgp}} / S_a) * 2 \dots(\text{IV.26})$$

En appliquant ces données à l'équation :

- $N_g = 21 * 2 = 42$ goutteurs.

VI.6.12 Débit d'une rampe :

La méthode permettant de déterminer le débit d'une rampe est la suivante :

$$Q_{\text{rmp}} = N_g * q_g \dots(\text{IV.27})$$

En appliquant ces données à l'équation, on aboutit à :

- $Q_{\text{rmp}} = 42 * 4 = 168$ l/h.

VI.6.13 Nombre de rampes :

La méthode permettant de déterminer le nombre de rampes est la suivante :

$$N_{\text{rmp}} = L_{\text{ngp}} / S_r \dots(\text{IV.28})$$

En appliquant ces données à l'équation, on aboutit à :

- $N_{\text{rmp}} = 120/4 = 30$ rampes

VI.3.14 Débit de porte rampe :

La méthode permettant de déterminer le Débit de porte rampe est la suivante :

En appliquant ces données à l'équation, on aboutit à :

$$Q_{\text{prmp}} = Q_{\text{rmp}} * N_{\text{rmp}} \dots(\text{IV.29})$$

- $Q_{\text{prmp}} = 320 * 30 = 9600$ l/h

VI.7 Calculs hydrauliques du réseau d'irrigation goutte à goutte :

L'évaluation des paramètres hydrauliques, tels que les dimensions, les niveaux de pression et les pertes de charge, est essentielle dans le calcul hydraulique du système d'irrigation goutte à goutte afin d'assurer une performance optimale du réseau.

VI.7.1 Diamètre de la rampe :

La formule permettant de déterminer le diamètre de la rampe est la suivante :

$$D_{rmp} = ((J_{th} * 2.75) / (0.478 * Q_{rmp}^{1.75} * L_{rgp}))^{(-1 / 4.75)} \dots (IV.30)$$

En utilisant ces données dans l'équation, on parvient à :

- $D_{rmp} = ((1.4 * 2.75) / (0.478 * 168^{1.75} * 85))^{(-1 / 4.75)} = 10,85 \text{ mm.}$

On prend DN = 16 mm.

Calcul de pertes de charge de la rampe :

$$J_{cal} = 0.478 * L_{rgp} * D_{rmp}^{-4.75} * Q_{rmp}^{1.75} / 2.75 \dots (IV.31)$$

En utilisant ces données dans l'équation, on parvient à :

- $J_{cal} = (0.478 * 120 * 16^{-4.75} * 168^{1.75}) / 2.75 = 1.26 \text{ m.}$

$P_{dc} = 1.2 \text{ m} < 1.4$ la condition est vérifiée.

Tableau VI.2 : Caractéristiques des rampes

Cultures	L'olivier
Lrgp(m)	85
Ng	42
Qrmp(l/h)	168
J th (m)	1.4
Dcalcu (mm)	10.85
Dn (mm)	16
J calculé (m)	1.26

VI.7.2 Diamètre de la porte rampes :

La formule permettant de déterminer le diamètre de la rampe s'exprime ainsi :

$$D_{prmp} = ((J_{th} * 2.75) / (0.478 * Q_{prmp}^{1.75} * L_{ngp}))^{(-1 / 4.75)} \dots(IV.32)$$

En utilisant ces données dans l'équation, le résultat est le suivant :

- $D_{prmp} = ((0.8 * 2.75) / (0.478 * 9600^{1.75} * 120))^{(-1 / 4.75)} = 58.25 \text{ mm.}$

On prend DN = 75 mm.

Calcul des pertes de charge de la porte-rampe :

$$J_{cal} = 0.478 * L_{ngp} * D_{prmp}^{-4.75} * Q_{prmp}^{1.75} / 2.75 \dots(IV.33)$$

En utilisant ces données dans la formule, le résultat obtenu est le suivant :

- $J_{cal} = 0.478 * 120 * 110^{-4.75} * 9600^{1.75} / 2.75 = 0.34.$

$J_{cal} = 0.34 \text{ m} < 0.8$ la condition est vérifiée.

Tableau VI.3 : Caractéristiques des portes rampes.

Cultures	L'olivier
$L_{ngp}(m)$	120
N_r	30
$Q_{prmp}(l/h)$	9600
$J_{th} (m)$	0.8
$D_{calcu} (mm)$	58.25
$D_n (mm)$	0.75
$J_{calculé} (m)$	0.34

VI.8 Calcul de la pression en tête du réseau :

Pour déterminer la pression totale nécessaire au fonctionnement du système d'irrigation goutte à goutte, on additionne les pertes de charge à travers l'ensemble du réseau et on y ajoute la pression spécifique requise pour chaque goutteur.

$$H = H_1 + H_2 \dots(IV.34)$$

Avec :

- H représente la pression à la tête de la parcelle,
- H1 est la pression nécessaire pour le bon fonctionnement d'un goutteur (1 bars),
- H2 est la perte de charge totale,

En se basant sur les valeurs indiquées :

- (H1 = 1 bar, H2 = 0.34+1.26 m)

Nous obtenons :

- $H = 10 + 1.94 = 11.6 \text{ m} = 1.2 \text{ bar}$.

Donc, la pression de 4,1 bars est largement suffisante pour alimenter les goutteurs et assurer leur bon fonctionnement.

VI.9 Conclusion:

Par conséquent, une pression de 4,1 bars est amplement adéquate pour approvisionner les goutteurs et garantir leur bon fonctionnement.

Dans cette section, nous avons examiné la méthodologie de dimensionnement d'un système d'irrigation par aspersion dédié à la culture du blé, ainsi qu'un système d'irrigation goutte à goutte adapté à la culture de l'olivier.

L'objectif inhérent à l'adoption de ces systèmes est double : d'une part, la préservation des ressources hydriques d'irrigation, et d'autre part, l'amélioration des rendements agricoles.

Chapitre VII : Calcul technico- économique et organisation du chantier

VII.1.Introduction:

Dans ce chapitre, en analysant le bilan quantitatif et la liste estimative, nous avons été en mesure d'évaluer les coûts associés à la réalisation du projet d'irrigation proposé. Cette évaluation implique la détermination de la quantité de matériaux requise, ainsi que la description des différentes opérations à effectuer sur le terrain

Plus particulièrement, cela concerne les aspects suivants :

- Le système de distribution : Cela englobe l'ensemble des composants nécessaires pour acheminer de manière efficace et ciblée l'eau vers les différentes zones de la parcelle.
- Le système d'irrigation (à dispersion et goutte à goutte) : Dans ce contexte, il s'agit de mettre en place un système d'irrigation par aspersion, incluant les tuyaux, les dispositifs d'aspersion, les pompes, les vannes et d'autres équipements essentiels pour fournir de manière uniforme et contrôlée de l'eau aux cultures.

VII.2 Différents travaux à entreprendre :

Tâches relatives au réseau de distribution.

Les activités à être accomplies par le réseau de distribution englobent les éléments ci-dessous
Profondeur de la tranchée:

VII.2.1 Exécution des tranchées :

La réalisation des travaux d'excavation dépend des caractéristiques du terrain, et l'excavation est habituellement effectuée mécaniquement à l'aide d'une pelle mécanique. La profondeur minimale requise pour creuser la tranchée est fixée à 1 mètre, tandis que la largeur de la tranchée doit permettre à un travailleur d'accomplir ses tâches sans encombre. Cette largeur augmente en fonction du diamètre des conduites qui seront installées. L'excavation des tranchées est réalisée par sections successives, ce qui permet d'avancer progressivement tout au long du tracé.

VII.2.2 Installation du lit de sable :

Le lit de pose remplit essentiellement la fonction de répartir de manière homogène les charges sur la zone de support. En conséquence, il revêt une importance capitale dans la pose des tuyaux afin d'éviter tout soutien linéaire ou ponctuel.

Avant de procéder à la mise en place des conduites, plusieurs étapes préliminaires sont entreprises, à savoir :

- L'élimination des éléments rocheux de grande taille présents sur les flancs de la tranchée.
- La conformité aux dimensions spécifiées dans le profil en long du projet.
- Un nivellement minutieux du fond de la tranchée pour garantir une surface plane.
- La création d'un lit de pose à l'aide de sable.

Dans notre situation, une épaisseur de 10 centimètres est prévue pour ce lit de pose.

Ces actions garantissent l'établissement d'une assise solide et homogène pour le placement des conduites, assurant par conséquent une distribution adéquate des charges sur l'intégralité du réseau. L'utilisation du lit de pose en sable contribue à la stabilisation des conduites et à la réduction des risques de déformation ou de dommage lors de leur utilisation.

VII.2.3 Installation des canalisations :

Le processus d'installation des conduites comprend les étapes suivantes :

- Les éléments sont disposés, en commençant par l'extrémité aval, avec les emboîtures des tuyaux orientées vers l'amont.
- Chaque élément est soigneusement positionné dans la tranchée, en maintenant un alignement avec l'élément précédemment installé.
- Un fond de fouille rectiligne est créé pour assurer que les tuyaux reposent sur leur intégralité, et les éléments rocheux de grande taille sur les flancs de la tranchée sont retirés.
- Une excavation est réalisée à proximité des emboîtures pour éviter tout contact direct avec le sol.
- Si possible, un support est aménagé pour que le tuyau repose sur un arc couvrant au moins un quart de sa circonférence extérieure.

Ces mesures garantissent une installation précise et stable des conduites, assurant un alignement correct et un soutien adéquat. Le respect de ces étapes lors de l'installation des conduites assure le bon fonctionnement du réseau d'irrigation et prolonge la durabilité de l'ensemble du système.

VII.2.4 Assemblage des conduites en polyéthylène haute densité (PEHD) :

Les conduites en PEHD peuvent être fournies sous forme de barres de 6 à 12 mètres ou en couronnes de longueurs allant de 50 à 100 mètres. Deux méthodes sont employées pour le raccordement de ces conduites :

- ❖ Raccordement mécanique par emboîtement : Pour les conduites ayant un diamètre inférieur ou égal à 63, elles sont reliées mécaniquement en s'emboîtant les unes dans les autres. Cette technique assure une connexion robuste et fiable entre les conduites.
- ❖ Raccordement électro-soudable : Pour les conduites de plus grand diamètre, le raccordement est réalisé par soudage électro-soudable. Les raccords électro-soudables en PEHD, dotés d'un emboîtement femelle, sont équipés d'une résistance chauffante à l'intérieur de leur diamètre. Les extrémités de cette résistance sont reliées à des bornes situées à l'entrée de chaque emboîtement.

Le processus de soudage a une durée d'environ une minute, suivie d'une période de refroidissement d'environ une heure. Pendant les phases de chauffage et de refroidissement, il est essentiel de garantir le serrage, l'alignement et le maintien adéquat des tuyaux et des accessoires en polyéthylène à l'aide de dispositifs de positionnement appropriés.

Ces méthodes de raccordement assurent une liaison étanche et pérenne entre les conduites en PEHD, préservant ainsi l'intégrité du réseau d'irrigation. Il est impératif de respecter les procédures spécifiques de raccordement et d'employer l'équipement adéquat pour garantir des raccords fiables et résistants aux fuites.

VII.2.5 Essai de l'étanchéité des joints et de la canalisation :

Pour garantir la sûreté et la fiabilité des conduites, il est impératif d'effectuer un test de pression avant de procéder au remblaiement des tuyaux et des raccords.

Ce test est mené au moyen d'une pompe d'essai, consistant à remplir la canalisation d'eau sous une pression équivalant à 1,8 fois la pression de service à laquelle la canalisation sera soumise pendant son utilisation normale. La durée de ce test est d'environ 30 minutes, et au cours de cette période, la variation de pression ne doit pas excéder 0,2 bar. L'objectif de ce test de pression est de vérifier l'intégrité des conduites et des raccords, en s'assurant qu'ils sont capables de résister à la pression de service sans aucune fuite ou défaillance.

Il s'agit d'une étape cruciale dans le processus d'installation, car elle permet de repérer d'éventuels problèmes avant la mise en service du système d'irrigation. En se conformant à ces normes de test, on assure que les conduites sont prêtes à fonctionner de manière sécurisée et efficace, réduisant ainsi les risques de pertes d'eau ou de détériorations ultérieures.

VII.2.6 Nivellement et compactage :

Le processus de nivellement est essentiel dans la construction d'un système d'irrigation, car il vise à obtenir une surface de terrain plane et uniforme. Cette surface uniforme est essentielle pour assurer la stabilité du sol autour des conduites d'irrigation enterrées. Si le sol n'est pas nivelé correctement, des inégalités peuvent se former, créant des poches d'air et des vides sous les conduites. Cela pourrait compromettre la solidité et la durabilité de l'ensemble du système d'irrigation.

Une fois que le terrain a été nivelé de manière appropriée, il est nécessaire de procéder au compactage du sol. Le compactage consiste à comprimer le sol de manière à augmenter sa densité. Cette opération est cruciale pour garantir la stabilité du sol. Un sol bien compacté est moins susceptible de s'affaisser, de se déformer ou de se déplacer au fil du temps. Il permet également d'éviter la formation de vides ou de poches d'air sous les conduites d'irrigation, ce qui contribue à maintenir l'intégrité du système.

En résumé, le nivellement et le compactage sont des étapes importantes dans la construction d'un système d'irrigation, car ils assurent une base solide et stable pour les conduites enterrées. Une surface de terrain plane et uniforme, combinée à un sol correctement compacté, contribue à prévenir les problèmes potentiels tels que les fuites, les ruptures de conduites et les mouvements du sol, assurant ainsi le bon fonctionnement et la durabilité du système d'irrigation.

VII.2.7 Choix des engins du chantier :

Lors de la planification des opérations, il est essentiel de choisir avec soin les engins et l'équipement appropriés pour chaque type de tâche, dans le but d'optimiser l'efficacité et la productivité. Dans notre contexte spécifique, nous avons pris en considération une gamme variée d'engins de chantier, lesquels sont répertoriés de la manière suivante :

- Un camion : Utilisé pour l'évacuation des déblais.
- Une pelle mécanique : Employée pour l'extraction des déblais, le chargement direct dans le camion lorsque possible, la pose du lit de sable, ainsi que le remblai.
- Un chargeur : Utilisé pour charger les déblais excédentaires dans les camions.
- Un compacteur à rouleau : Dédié au compactage de la couche de sable d'une épaisseur de 10 cm.
- Un appareil de soudure : Indispensable pour assurer l'assemblage des conduites.
- Une sonde battue : Employée pour contrôler le compactage des tranchées.
- Une dame sauteuse : Utilisée pour compacter le remblai autour des conduites et garantir un support adéquat.

VII.3 Volume de terrassement :

VII.3.1 Dimensions des tranchées :

VII.3.1.1 Largeur de fond de la tranchée:

La largeur de la tranchée dépendra du diamètre de la conduite, en appliquant la formule suivante :

La largeur de la tranchée (B) est calculée comme suit :

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

Où :

- B : représente la largeur de la tranchée en mètres.
- D : représente le diamètre de la conduite en mètres.

VII.3.1.2 Profondeur de la tranchée:

La profondeur de la conduite doit être sélectionnée de manière à permettre une installation correcte des raccordements spécifiques tout en évitant tout conflit avec d'autres conduits. La profondeur de la tranchée est calculée en utilisant la formule suivante :

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

Où :

- H_{tr} : représente la profondeur de la tranchée en mètres.
- e : correspond à la hauteur du lit de pose en mètres.
- D : désigne le diamètre de la conduite en mètres.
- h : représente la hauteur du remblai au-dessus de la conduite en mètres.

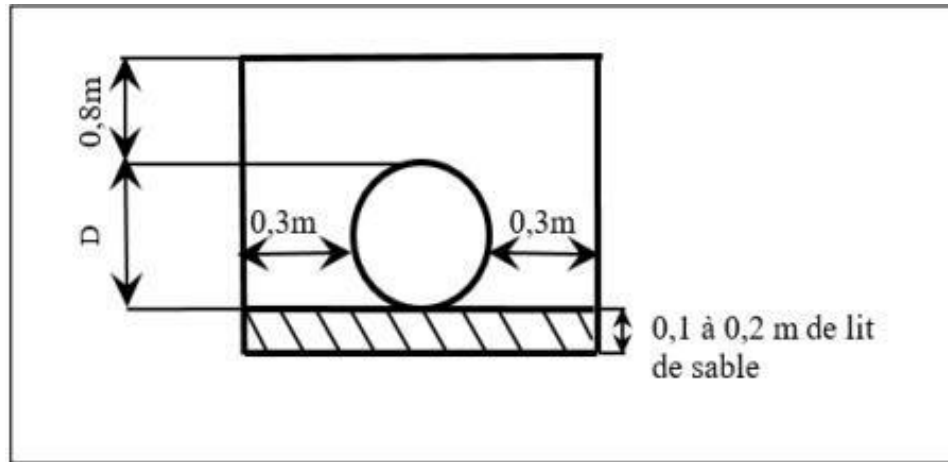


Figure VII.1 : Profil à travers d'une tranchée.

VII.3.1.3 Section de la tranchée :

Les dimensions des tranchées sont définies comme suit :

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

Avec les paramètres suivants :

- H_{tr} représente la profondeur totale de la tranchée en mètres.
- B désigne la largeur du fond de la tranchée en mètres.

VII.3.1.4 Volume de la tranchée:

Le calcul du volume d'une tranchée s'effectue en utilisant la relation suivante

$$V_{tr} = S_{tr} \times L \dots (VII.4)$$

Avec les éléments suivants :

- V_{tr} : représente le volume du déblai en mètres cubes.
- S_{tr} : est la section de la tranchée en mètres carrés.
- L : correspond à la longueur de la tranchée en mètres.

Tableau VII.1 : Résultats de calcul des dimensions de différents diamètres

Diamètre(mm)	Largeur (m)	Profondeur(m)	Section(m ²)	Longueur (m)	Vconduite(m ³)
110	0.71	1.01	0.717	30	0,286
125	0.725	1.025	0.743	150	1,84
160	0.76	1.06	0.806	602	12,10
200	0.8	1.1	0.880	208	6,53
250	0.85	1.15	0.978	837	41,09
315	0.915	1.215	1.112	1035	80,66
400	1	1.3	1.300	640	80,42
500	1.1	1.4	1.540	973	191,04

VII.3.2 Calcul des volumes de terrassement :

VII.3.2.1 Volume de déblai :

Le déblai d'une tranchée correspond aux matériaux extraits du sol pour permettre l'installation des conduites, et son calcul s'effectue de la manière suivante :

$$V_{\text{déblai}} = V_{\text{tr}} = B \times H_{\text{tr}} \times L \dots (\text{VII.5})$$

Avec:

- B: est la largeur de tronçon (m).
- H_{tr} : profondeur de tronçon(m).
- L: longueur de tronçon (m).

VII.3.2.2 Volume de lit de sable:

Le lit de sable est une strate horizontale composée de sable qui sert à établir une base solide, et son calcul se réalise à travers la relation suivante :

$$V_{\text{ls}} = e \times B \times L \dots (\text{VII.6})$$

En utilisant les paramètres suivants :

- V_{ls} : le volume du lit de sable en mètres cubes.
- E : l'épaisseur de la couche du lit de sable en mètres.
- B : la largeur de la tranchée en mètres.
- L : la longueur de la tranchée en mètres.

VII.3.2.3 Volume occupée par la conduite :

On le détermine en utilisant la formule suivante :

$$V = S_{con} \times L = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot L}{4} \dots (\text{VII.7})$$

Où :

- V_{con} : le volume occupé par la conduite (en mètres cubes).
- S_{con} : la section de la conduite (en mètres carrés).
- L : la longueur du tronçon (en mètres).
- D : le diamètre extérieur de la conduite (en mètres).

VII.3.2.4 Volume de remblai:

Le remblai correspond à la quantité de terre requise pour remplir une tranchée et la ramener à son niveau initial. On détermine ce volume en utilisant la formule suivante :

$$V_{rem} = V_{déblai} - (V_{ls} + V_{con}) \dots (\text{VII.8})$$

Où :

- V_{rem} : le volume de remblai en (m^3).
- $V_{déblai}$: le volume de déblai en (m^3).
- V_{ls} : le volume du lit de sable en (m^3).
- V_{con} : le volume occupé par la conduite en (m^3).

Tableau VII.2 : Résultats de calcul des volumes de terrassement

Diamètre(mm)	Longueur (m)	Largeur (m)	Profondeur (m)	Vdéb ³ (m ³)	Vlsable (m ³)	V conduit (m ³)	Vrem (m ³)
110	30	0.71	1,01	21,51	3,195	0,286	18,03
125	150	0.725	1,025	111,45	16,32	1,84	93,29
160	602	0.76	1,06	485,212	68,62	12,10	404,492
200	208	0.8	1,1	183,04	24,96	6,53	151,55
250	837	0.85	1,15	818,59	106,71	41,09	670,8
315	1035	0.915	1,215	1150,9	142,05	80,66	928,2
400	640	1	1,3	832	96	80,42	655,6
500	973	1.1	1,4	1498,42	160,54	191,04	1146,84

VII.4 Calcul de coût de projet:

- Le coût par mètre cube de déblai est de 450 DA.
- Le tarif par mètre cube de remblai est de 300 DA.
- Le prix par mètre cube de sable est de 1200 DA.

VII.4.1 Coût de réseau d'adduction:

Le réseau d'adduction de notre projet est composé d'une seule conduite de diamètre 400 mm en fonte avec une longueur de 286m.

Tableau VII.3 : Estimation de coût de réseau d'adduction

Designation Des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
Conduite	ml	286	9500	2717000
Déb ³	m ³	371,8	450	167310
Lit de sable	m ³	42,9	1200	51480
Remblai	m ³	292,96	300	87888
Total				3023678
TVA(19%)				574498,82
MontantTTC				3598176,82

VII.4.2 Coût de réseau de distribution :

C'est l'ensemble des conduites en PEHD avec des diamètres varient entre 110 mm et 315 mm ,FONTE de 400 mm ainsi que les bornes de distribution des eaux d'irrigation.

Tableau VII.4 : Estimation de coût de réseau de distribution avec les systèmes d'irrigation

Diamètre (mm)	Unité de mesure	Quantité (m)	Prix unitaire (DA/m)	Montant (DA)
110	ml	30	626	18780
125	ml	150	771	115650
160	ml	602	1229	739858
200	ml	208	1952	406016
250	ml	837	2960	2477520
315	ml	1035	4703	4867605
400	ml	1613	14210,06	22 920 826
Les bornes d'irrigation		14	100000	1400000
Vannes		09	12000	108000
Venthaus		1	13000	13000
Total				33 067 255
TVA(19%)				6 282 778
MontantTTC				39 350 033

Tableau VII.5 : Estimation de coût des volumes de terrassement de réseau de distribution

Désignation de travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant (DA)
Déblai	m ³	4729,3	450	2128185
Lit de sable	m ³	575,5	1200	690600
Remblai	m ³	3775,8	300	1132752,6
Total				3 951 538
TVA (19%)				750 792,1
Montant TTC				4 702 330,1

VII.4.3 Devis de station de sur pression et le bassin géo-membrane:

Le réservoir de stockage implanté dans le projet d'aménagement hydro-agricole de notre périmètre a les dimensions suivantes :

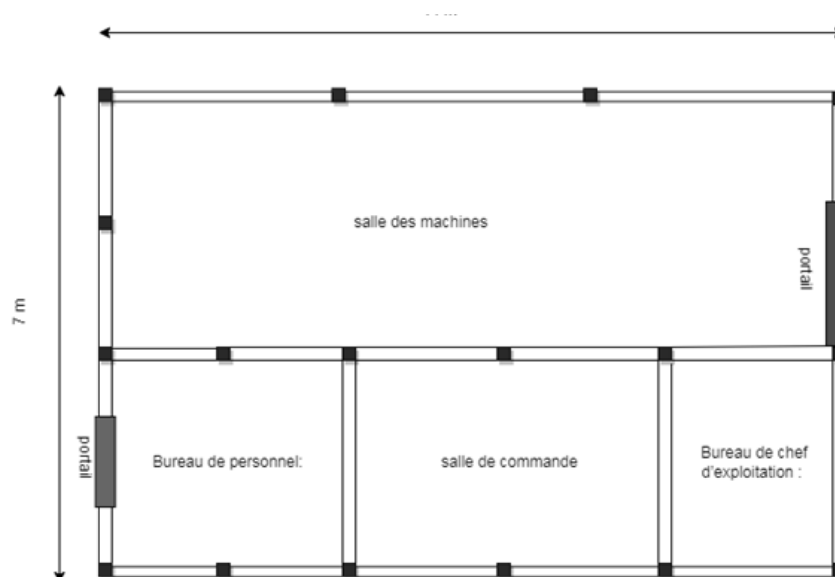
- Volume : 15 000 m³.
- Longueur : 100
- Largeur : 50
- Profondeur : 3 m.

Tableau VII.6 : Estimation de cout de bassin géo-membrane

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
1.Terrassement				
Déblai	m ³	15000	450	6750000
Géo- membrane	m ²	1772	1000	1772000
Total				8522000
TVA (19%)				1619180
Montant TTC				3238360

- ✓ La longueur de la station de pompage est de 14 mètres (L).
- ✓ La largeur de la station de pompage mesure 7 mètres (l).
- ✓ Le volume de la fouille est de 1 mètre cube (V_f) avec des dimensions de 1 mètre en longueur, 1 mètre en largeur et 1 mètre en hauteur ($m \times m \times m$).
- ✓ La semelle a un volume de 0.4 mètre cube (V_s) avec des dimensions de 1 mètre en longueur, 1 mètre en largeur et 0.4 mètre en hauteur ($m \times m \times m$).
- ✓ Le demi-poteau a un volume de 60 centimètres cubes (V_d) avec des dimensions de 30 centimètres en longueur, 30 centimètres en largeur et 60 centimètres en hauteur ($cm \times cm \times cm$).
- ✓ La longrine mesure 30 centimètres en largeur et 40 centimètres en hauteur ($cm \times cm$) (S_g).
- ✓ Les dalles ont une épaisseur de 7 centimètres (D), avec une épaisseur intérieure (D_{inf}) égale à l'épaisseur extérieure (D_{ext}).
- ✓ Les poteaux ont des dimensions de 30 centimètres en largeur, 30 centimètres en longueur et 5.29 centimètres en hauteur ($cm \times cm \times cm$) (P).

Pour plus de détail, voir (Annexe 07)



Figures VII.2 : Plan de la station de surpression

Tableau VII.7 : devis quantitatif et estimatif de la station de surpression

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
1.Terrassement				
décapage	m ³	28,8	300	8640
Déblai	m ³	18	450	8100
2.Construction en béton				
Béton dose à 150 kg/m ³ (propreté)	m ³	6,9	12000	82800
Béton armé dosé à 350kg/m ³	m ³	49,3	50000	2465000
Remblai	m ³	7,27	300	2181
Crépissage	m ²	274,28	1000	274280
Poutrelle de longueur 6,7 m	Pièces	20	1500	30000
Hourdis	Pièces	770	50	38500
Brique	Pièces	4752	30	137160
Fenetre	Pièces	3	20000	60000
Portail	Pièces	2	100000	2000000
3.Equipement				
Armoire électrique	Pièces	1	2200000	2200000
pompe	Pièces	3	1300000	8900000
Total				16206660
TVA (19%)				3079265,4
Montant TTC				1,92285925,4

VII.4.4 Coût totale de projet

C'est la somme de différents prix calculés précédemment.

Tableau VII.8 : Estimation de coût totale de projet.

Désignation de travaux	Montant TTC (DA)
Réseau d'adduction	3 598 176,82
Réseau de distribution	44 052 363
Station de surpression	18 285 925,4
le bassin géo-membrane	3 238 360
Prix totale	69 174 825

VII.5 Planification des travaux :

La planification des travaux implique la création d'un plan détaillé pour organiser de manière chronologique les différentes phases d'un projet. Son objectif est d'optimiser l'utilisation des ressources, de respecter les délais et de maîtriser les coûts afin d'atteindre les objectifs fixés.

VII.5.1 Phases du projet et leurs durées :

Les étapes à réaliser lors de la mise en œuvre d'un projet d'aménagement hydro-agricole sont les suivantes:

- ❖ **Préparation du chantier :** Cela englobe tous les travaux de mobilisation et d'implantation de matériel, de matériaux de construction, d'équipement et de main-d'œuvre. Cette phase prend 20 jours.
- ❖ **Jalonnement :** Le jalonnement consiste à établir des repères physiques sur le terrain pour délimiter ou marquer des éléments tels que les canalisations, les tracés des tuyaux ou les emplacements des équipements d'irrigation. Cette opération s'effectue en 15 jours.
- ❖ **Excavation de la tranchée :** Elle nécessite 20 jours.
- ❖ **Pose de lit de sable :** Cette étape se déroule sur 30 jours.
- ❖ **Bardage des conduits :** Le bardage des conduits consiste à revêtir ou entourer les conduits avec un matériau de protection ou d'isolation, et cela peut prendre jusqu'à 10 jours.
- ❖ **L'Installation des conduites :** Elle nécessite 60 jours.
- ❖ **Emplacement des bornes d'irrigation :** Cette phase demande 90 jours.
- ❖ **Montage et raccordement des conduites :** Ce processus s'étale sur une période de 40 jours.

- ❖ **Implantation du bassin géo-membrane** : Cette phase demande 30 jours.
- ❖ **Implantation de station de surpression** : Il faut 60 jours pour accomplir cette tâche.
- ❖ **Équipements des îlots d'irrigation** : Cette étape nécessite 40 jours.
- ❖ **Nivellement et compactage** : 20 jours sont alloués pour cette phase.

Afin de simplifier les calculs de la durée du projet selon différentes méthodes, il est recommandé de renommer les étapes précédentes comme suit :

Tableau VII.9 : Symboles et durées des différentes opérations

Opération	Symbole	Durée(jours)
Préparation du chantier	A	20
Jalonnement	B	15
Excavation de la tranchée	C	20
Pose de lit de sable	D	30
Bardage des conduits	E	10
Installation des conduits	F	70
0.L'emplacement des bornes d'irrigation	G	90
Montage et raccordement des conduites	H	40
Implantation de bassin géo-membrane	I	30
Implantation de station de surpression	J	60
Remblayage des tranchées	K	30
Equipements des ilots d'irrigation	L	20

Les opérations succèdent et précèdent les suivants :

Tableau VII.10 : Opérations succèdent et précèdent

Opération	Succède	précède
A	-	B
B	A	C
C	B	D
D	C	E,G
E	D	F
F	E	H
G	D	K
H	F	I
I	H	J
J	I,K	L
K	G	J
L	J	K
M	K	-

VII.5.2 Déterminations des délais :

VII.5.2.1 La méthode de PERT :

L'opération est symbolisée par une flèche, tandis que l'enchaînement des opérations est indiqué par des nœuds. Il est possible d'effectuer deux opérations en parallèle.

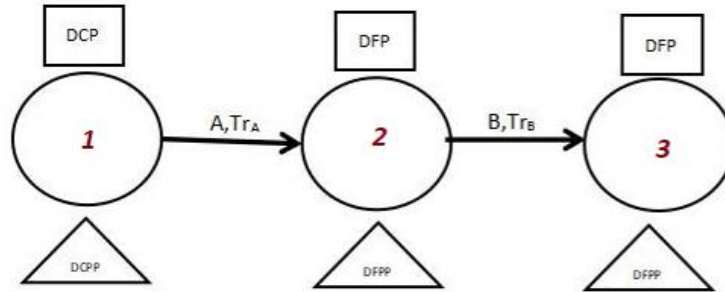
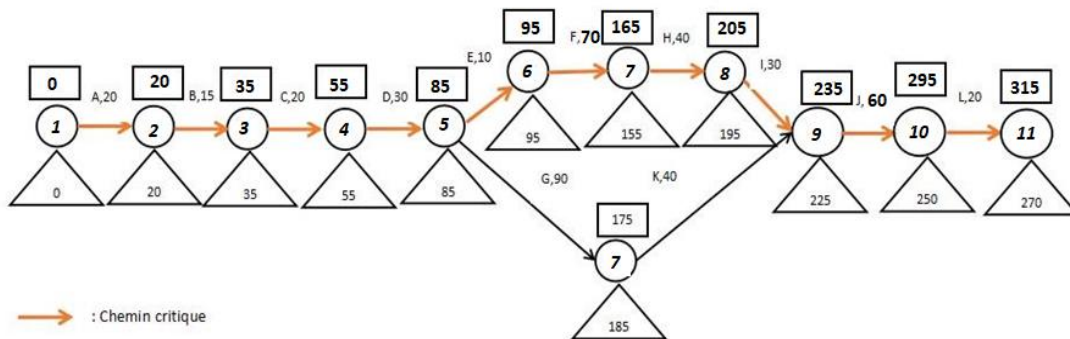


Figure VII.3 : Schéma représentatif de la méthode de PERT

Avec les définitions suivantes :

- L'opération B succède à l'opération A.
- Tr représente le temps nécessaire pour accomplir chaque opération.
- DCP désigne la date de début de l'opération.
- DFP est la date de fin de l'opération.
- DCPD indique la date de début de l'opération calculée en utilisant la méthode de retour en arrière.
- DFPP est la date de fin de l'opération calculée en utilisant la méthode de retour en arrière.
- MT est égal à la différence entre DCPD et DCP, ou entre DFPP et DFP, ce qui représente la marge totale.
- Si MT est égal à zéro, cela signifie que la tâche est critique, et l'ensemble de ces tâches forme le chemin critique.
- Dans notre projet, le chemin critique comprend les opérations A, B, C, D, E, F, H, I et J.
- La durée totale de réalisation de notre projet est de 315 jours.



Figures VII.4 : Réseau à flèche

VII.6 L'utilisation de dispositifs de protection individuelle est essentielle pour assurer une meilleure sécurité sur un chantier :

L'utilisation de dispositifs de protection individuelle est primordiale pour renforcer la sécurité sur un chantier. Ces dispositifs, tels que les casques, les gants, les chaussures de sécurité, les lunettes de protection et les masques, revêtent une importance capitale pour prévenir les dangers potentiels. Voici quelques points essentiels concernant ces équipements de sécurité [9]:

- **Les casques :** Ils sont désormais plus confortables, même par temps chaud, ce qui facilite leur port obligatoire. Il est crucial de s'assurer que les casques sont en bon état, conformes aux normes en vigueur, et n'ont pas dépassé leur date d'utilisation recommandée. Lors des travaux en hauteur, attacher la jugulaire du casque est impératif pour éviter qu'il ne tombe.
- **Les chaussures de sécurité :** Actuellement, il existe une vaste gamme de chaussures de sécurité offrant une protection contre les chocs et les agents agressifs tels que le feu ou les produits chimiques. Il est recommandé d'opter pour des chaussures dotées de semelles antidérapantes et d'un intérieur traité antibactérien.
- **Les gants :** Les mains sont les parties du corps les plus exposées aux blessures lors d'accidents du travail. Il est essentiel de choisir des gants adaptés à la taille des mains de l'utilisateur et adaptés au type de travaux et de risques rencontrés (coupures, perforations, vibrations, allergies, produits chimiques). Les gants doivent être conformes aux normes en vigueur et entretenus avec soin.
- **Les lunettes de protection :** Les accidents oculaires représentent 3 % des accidents du travail et pourraient facilement être évités grâce au port de lunettes de protection appropriées.
- **Les masques de protection :** Les particules solides, les aérosols, les liquides, les vapeurs et les gaz peuvent être particulièrement nocifs. L'utilisation d'équipements de protection respiratoire appropriés, tels que les masques à cartouches, permet de prévenir l'inhalation de ces substances. Pour les travaux à chaud, les masques à cartouches filtrantes sont recommandés, tandis que pour les travaux à froid, les demi-masques filtrants jetables peuvent être utilisés.

Il est impératif d'utiliser correctement et de manière régulière ces équipements de protection individuelle pour garantir la sécurité des travailleurs sur le chantier.

VII.7 LA PROTECTION COLLECTIVE SUR UN CHANTIER :

La sécurité collective englobe divers aspects liés à la protection des travailleurs. Voici quelques points cruciaux à prendre en considération :

Travaux de Terrassement :

Les travaux de terrassement comportent des risques spécifiques, tels que la circulation des engins, les éboulements, la rupture des canalisations souterraines, l'utilisation d'explosifs, la chute de matériaux ou de personnes dans les fouilles, qui nécessitent des mesures de prévention.

L'utilisation de blindages est indispensable pour prévenir les éboulements des parois lors des travaux en tranchée.

Il est strictement interdit de descendre dans une tranchée non blindée, que ce soit pour installer des blindages ou pour effectuer des travaux.

Un espace de sécurité approprié doit être maintenu entre le bord de la tranchée et les matériaux.

Machines et Outils :

- Les machines utilisées pour manipuler des matériaux (bois, métal), les bétonnières, les appareils de soudage ou de découpage, les grues, les excavatrices, etc., doivent être manipulées et entretenues par des personnes compétentes formées à ces opérations.
- Les instructions d'utilisation et d'entretien doivent être strictement respectées.
- Les machines doivent être à l'arrêt pour tous les travaux de nettoyage et d'entretien.
- Il est essentiel de ne pas dépasser la charge maximale d'utilisation, clairement indiquée sur les équipements de levage.
- Il convient d'éviter de se trouver dans la zone d'action des engins de levage et de terrassement pour prévenir les accidents dus aux collisions ou aux chutes de matériaux.
- Après un choc ou une chute, les outils électriques portatifs ne doivent pas être utilisés avant d'avoir été vérifiés par une personne compétente.
- Les outils électriques portatifs ne doivent pas être utilisés en extérieur par temps de pluie.

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES :

Seuls les électriciens qualifiés et désignés sont autorisés à installer, modifier, réparer et entretenir les installations électriques.

Lorsque des travaux sont effectués à proximité de lignes aériennes ou de câbles souterrains, il est impératif de respecter les distances de sécurité recommandées.

Ces mesures de protection collective sont essentielles pour assurer la sécurité des travailleurs sur le chantier et prévenir les accidents.

VII.7 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons évalué les coûts associés à chaque composant utilisé dans notre étude. Nous avons commencé par estimer les coûts liés aux volumes de sable, de déblai et de remblai, puis nous avons considéré les coûts de toutes les conduites utilisées, y compris les conduites d'amenée et les conduits du réseau.

Après cette estimation, nous avons évalué les coûts des bornes, des vannes, et enfin, les coûts des installations d'irrigation goutte à goutte et par aspersion. Pour illustrer notre démarche, nous avons fourni un exemple pour deux parcelles que nous avons dimensionnées, en soulignant que la même méthodologie sera appliquée pour les autres parcelles.

Pendant ce chapitre, nous avons effectué une évaluation détaillée du temps nécessaire pour achever le projet en utilisant la méthode PERT (Program Evaluation and Review Technique) pour organiser les différentes étapes du projet. En outre, cette approche nous a également permis de générer une estimation quantitative et financière. Grâce à ces informations, nous avons pu calculer le coût total du projet, qui se chiffre à **69 174 825 DA**, avec une durée de réalisation de 315 jours.

Conclusion générale

L'analyse de situation climatique montre que la région d'Ouled Abbas se trouve dans une région caractérisée par un climat arid avec des hivers doux et relativement humides ainsi que des étés chauds et secs, mais les précipitations sont insuffisantes et mal réparties. Pour favoriser le développement agricole, il est crucial de mettre en place un aménagement hydro-agricole et des systèmes d'irrigation efficaces.

L'analyse des sols et de l'eau d'irrigation montre que la zone présente un mélange de sols de différents potentiels agronomiques, nécessitant une approche prudente en matière d'irrigation, notamment en ce qui concerne le drainage.

L'étude des besoins en eau des cultures est essentielle pour concevoir un réseau d'irrigation économique, avec une disponibilité annuelle brute d'environ 5,63 Hm³ d'eau d'irrigation provenant du barrage de dérivation de Pontéba.

Le choix du système d'adduction a été basé sur le système d'aménagement par piquage en raison du dénivelé significatif, avec une recommandation d'utiliser des conduites en PEHD pour les diamètres inférieurs ou égaux à 315 mm.

Le choix de la méthode d'irrigation dépend des cultures, privilégiant le système goutte à goutte pour l'arboriculture et les cultures maraîchères, ainsi que le système d'aspersion pour les fourragères .

L'évaluation des coûts a été réalisée pour chaque composant du projet, notamment les coûts liés aux conduites, aux bornes, aux vannes, et aux installations d'irrigation goutte à goutte et par aspersion, en suivant une méthodologie cohérente pour toutes les parcelles.

Afin de satisfaire aux critères techniques et budgétaires de notre projet, nous avons effectué une analyse de gestion de projet approfondie. Cette analyse a mis en évidence que la mise en œuvre de notre projet nécessitera un délai total de 315 jours et entraînera des coûts estimés à hauteur de **69 174 825 DA** (Dinars Algériens).

Références bibliographiques

- [1] **PERRODON, A. (1957)**. Etude géologique des bassins néogènes sublittoraux de l'Algérie occidentale.
- [2] **KIRECHE (1977)**. Etude géologique des bassins Cheliff.
- [3] **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.
- [4] **THOURYA, E. (2005)**. Etude et analyse de la gestion de l'eau à usage agricole du moyen Chélif.
- [5] **OUAKLI, K. (2008)**. Etude technico-économique d'agronomie dans la vallée de Chélif. Thèse de Doctorat. Ecole nationale supérieure d'agronomie. Alger, Algérie.
- [6] **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.
- [7] **AYERS, R.S., WESTEOT, D.W. (1983)**. Qualité des eaux d'irrigation. Bulletin de la FAO n°29. Rome, Italie.
- [8] **APD –MC-ZB. (2004)**. Avant-Projet Détaillée du périmètre Moyen Chélif la zone C.
- [9] **KAHLERRAS, D.** Cours Protection et sécurité de travail.

Annexes

Annexe 01 : Classification des zones homogène du périmètre moyen Chélif

Source : ONID Chlef.

ZONE	LOCALISATION	CARACTERISTIQUES	APTITUDES
1= Alluvions récentes profondes, non salées de texture équilibrée.	Le long des principaux Oueds. Alluvio-alluviales de la plaine des MEDJADJAS .	Texture limono argileuse à argilo limoneuse. Plus grossier dans les zones d'épandage, éventuellement quelques traces d'hydromorphie ou salinité en profondeur . Bonne perméabilité CE < 2 mmhos/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'Ech-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 < 4 mmhos/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). autour 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 40 ou 50 cm de profondeur. CE < 4 mmhos/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, pastèque 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 < 7 mmhos/cm dès la surface. croissant en profondeur. Localement argileuse (Bir-Saf-Saf)	Cultures adaptées 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 .	Texture argileuse à très argileuse. Nombreuses faces vertique des 4 cm. Porosité très faible dès que le réseau de fentes de retrait est fermé . CE > 7 mmhos/cm	- Riz Certaines cultures fourragères irriguées après dessalage et expérimentation
6= Alluvions anciennes et sole de piémont Non tirsifiées.	Périphérie des plaines d'Ech-Chleff , Oued farret 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 texture argilo limoneuse à argileuse. Bien structurés Présentant des accumulations Calcaires vers 50 cm	Cultures céréalières et fourragères Arboriculture peu sensible au calcaire actif Cultures maraîchers

Annexe 03 : Source : Bulletin FAO d'irrigation et drainage n°33 tableau 18.

CULTURE	Stades de développement de la culture					Durée totale de la période végétative
	Initial	Développement	Mi-saison	Fin de saison	Récolte	
Banancier tropical	0.4 -0.5	0.7 -0.85	1.0 -1.1	0.9 -1.0	0.75-0.85	0.7 -0.8
Banancier subtropical	0.5 -0.65	0.8 -0.9	1.0 -1.2	1.0 -1.15	1.0 -1.15	0.85-0.95
Haricot vert	0.3 -0.4	0.65-0.75	0.95-1.05	0.9 -0.95	0.85-0.95	0.85-0.9
Haricot sec	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.65-0.75	0.25-0.3	0.7 -0.8
Chou	0.4 -0.5	0.7 -0.8	0.95-1.1	0.9 -1.0	0.8 -0.95	0.7 -0.8
Coton	0.4 -0.5	0.7 -0.8	1.05-1.25	0.8 -0.9	0.65-0.7	0.8 -0.9
Raisin	0.35-0.55	0.6 -0.8	0.7 -0.9	0.6 -0.8	0.55-0.7	0.55-0.75
Arachide	0.4 -0.5	0.7 -0.8	0.95-1.1	0.75-0.85	0.55-0.6	0.75-0.8
Maïs sucré	0.3 -0.5	0.7 -0.9	1.05-1.2	1.0 -1.15	0.95-1.1	0.8 -0.95
Maïs grain	0.3 -0.5*	0.7 -0.85*	1.05-1.2*	0.8 -0.95	0.55-0.6*	0.75-0.9*
Oignon sec	0.4 -0.6	0.7 -0.8	0.95-1.1	0.85-0.9	0.75-0.85	0.8 -0.9
Oignon vert	0.4 -0.6	0.6 -0.75	0.95-1.05	0.95-1.05	0.95-1.05	0.65-0.8
Pois, frais	0.4 -0.5	0.7 -0.85	1.05-1.2	1.0 -1.15	0.95-1.1	0.8 -0.95
Poivron, frais	0.3 -0.4	0.6 -0.75	0.95-1.1	0.85-1.0	0.8 -0.9	0.7 -0.8
Pomme de terre	0.4 -0.5	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.85-0.95	0.7 -0.75	0.75-0.9
Riz	1.1 -1.15	1.1 -1.5	1.1 -1.3	0.95-1.05	0.95-1.05	1.05-1.2
Carthame	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.65-0.7	0.2 -0.25	0.65-0.7
Sorgho	0.3 -0.4	0.7 -0.75	1.0 -1.15	0.75-0.8	0.5 -0.55	0.75-0.85
Soja	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.0 -1.15	0.7 -0.8	0.4 -0.5	0.75-0.9
Betterave sucrière	0.4 -0.5	0.75-0.85	1.05-1.2	0.9 -1.0	0.6 -0.7	0.8 -0.9
Canne à sucre	0.4 -0.5	0.7 -1.0	1.0 -1.3	0.75-0.8	0.5 -0.6	0.85-1.05
Tournesol	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.7 -0.8	0.35-0.45	0.75-0.85
Tabac	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.0 -1.2	0.9 -1.0	0.75-0.85	0.85-0.95
Tomate	0.4 -0.5	0.7 -0.8	1.05-1.25	0.8 -0.95	0.6 -0.65	0.75-0.9
Pastèque	0.4 -0.5	0.7 -0.8	0.95-1.05	0.8 -0.9	0.65-0.75	0.75-0.85
Blé	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.65-0.75	0.2 -0.25	0.8 -0.9
Luzerne	0.3 -0.4				1.05-1.2	0.85-1.05
Agrumes sarclés						0.65-0.75
Agrumes sans sarclage						0.85-0.9
Olivier						0.4 -0.6


Annexe 04 : SPECIFICATIONS TECHNIQUES DES CONDUITES EN PEHD

GAMME DES PRODUITS

PRESSION DIAMETRES	PN6 SDR26	PN10 SDR17	PN16 SDR11	PN20 SDR9	PN25 SDR7.4
20	***	***	2.0	2.3	3.0
25	***	***	2.3	3.0	3.5
32	***	2.0	3.0	3.6	4.4
40	1.8	2.4	3.7	4.5	5.5
50	2.0	3.0	4.6	5.6	6.9
63	2.5	3.8	5.8	7.1	8.6
75	2.9	4.5	6.8	8.4	10.3
90	3.5	5.4	8.2	10.1	12.3
110	4.2	6.6	10.0	12.3	15.1
125	4.8	7.4	11.4	14.0	17.1
160	6.2	9.5	14.6	17.9	21.9
200	7.7	11.9	18.2	22.4	27.4
250	9.6	14.8	22.7	27.9	34.2
315	12.1	18.7	28.6	35.2	43.1
400	15.3	23.7	36.3	44.7	54.7
500	19.1	29.7	45.4	55.8	***
630	24.1	37.4	57.2	70.3	***
710	27.2	42.1	64.5	79.3	***
800	30.6	47.4	72.6	89.3	***

(SETIF PIPE. SOCIÉTÉ DE TRANSFORMATION PLASTIQUE)

Annexe 05 : La fiche technique d'un arroseur ZB de type Perrot

Diamètres des buses	P (bar) 2,5	P (bar) 3,0	P (bar) 3,5	P (bar) 4,0	P (bar) 4,5	P (bar) 2,5	P (bar) 3,0	P (bar) 3,5	P (bar) 4,0	P (bar) 4,5								
	Portée en m					Distances entre arroseurs												
mm																		
4,2	14,5	15,0	15,5	16,0	16,5	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	
4,5	15,0	15,4	15,8	16,2	16,6	17,0	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
4,8	15,4	15,8	16,2	16,6	17,0	17,4	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
5,0	15,8	15,9	16,3	16,7	17,3	17,3	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
5,2	16,0	16,4	16,6	16,8	17,4	17,4	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
6,0	16,4	16,5	16,7	17,2	17,6	17,6	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
7,0**	16,8	17,0	17,2	17,3	17,8	17,8	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
ZB 22/ZB 22W						Précipitations												
	(m ³ /h)	(m ³ /h)	(m ³ /h)	(m ³ /h)	(m ³ /h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)
4,2	0,99	1,09	1,17	1,26	1,33	2,3	3,1	2,5	3,4	2,7	3,6	2,9	3,9	3,1	4,1	3,5	4,7	3,5
4,5	1,14	1,25	1,35	1,44	1,53	2,6	3,5	2,9	3,9	3,1	4,2	3,3	4,4	3,5	4,7	3,8	5,1	4,0
4,8	1,30	1,42	1,53	1,64	1,74	3,0	4,0	3,3	4,4	3,5	4,7	3,8	5,1	4,0	5,4	4,4	5,8	4,4
5,0	1,41	1,54	1,66	1,78	1,89	3,3	4,4	3,6	4,8	3,8	5,1	4,1	5,5	4,4	5,8	4,7	6,3	4,7
5,2	1,52	1,67	1,80	1,92	2,04	3,5	4,7	3,9	5,2	4,2	5,6	4,4	5,9	4,7	6,3	5,0	6,7	5,0
6,0	1,89	2,07	2,24	2,39	2,54	4,7	6,3	5,1	6,9	5,6	7,4	5,9	7,9	6,3	8,4	6,9	9,2	7,3
7,0**	2,53	2,77	2,99	3,19	3,39	6,4	8,5	7,0	9,3	7,5	10,1	8,1	10,8	8,6	11,4	9,6	12,7	9,6
ZB 22D						Précipitations												
	(m ³ /h)	(m ³ /h)	(m ³ /h)	(m ³ /h)	(m ³ /h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)
4,2x2,4	1,32	1,44	1,56	1,66	1,77	3,1	4,1	3,3	4,4	3,6	4,8	3,8	5,1	4,1	5,5	4,4	5,8	4,4
4,5x2,4	1,46	1,60	1,73	1,85	1,96	3,4	4,5	3,7	4,9	4,0	5,3	4,3	5,7	4,5	6,0	4,7	6,3	4,7
4,8x2,4	1,62	1,77	1,92	2,05	2,17	3,8	5,0	4,1	5,5	4,4	5,9	4,7	6,3	5,0	6,7	5,0	6,7	5,0
5,0x2,4	1,73	1,90	2,05	2,19	2,32	4,0	5,3	4,4	5,9	4,7	6,3	5,1	6,8	5,4	7,2	5,4	7,2	5,4
5,2x2,4	1,85	2,02	2,18	2,33	2,48	4,3	5,7	4,7	6,2	5,0	6,7	5,4	7,2	5,7	7,7	5,7	7,7	5,7
6,0x2,4	2,22	2,43	2,62	2,80	2,97	5,4	7,3	5,9	7,9	6,4	8,6	6,9	9,2	7,3	9,7	7,3	9,7	7,3
7,0x2,4	2,85	3,12	3,37	3,60	3,82	7,1	9,5	7,8	10,4	8,4	11,2	9,0	12,0	9,6	12,7	9,6	12,7	9,6

Caractéristiques du canon ZB 22

Image 5 sur 11



Annexe 06 : Les caractéristiques des pompes.

Caprari

Modena - Italy

COMPANY
WITH QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO 9001

PM 150/ 2 C

Caractéristiques requises

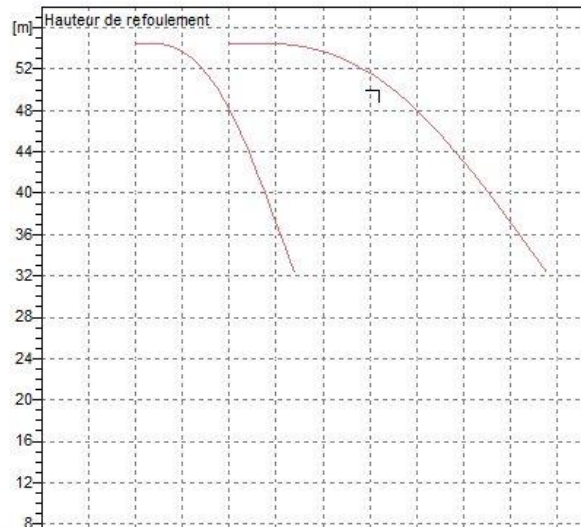
Débit	144 l/s
Hauteur de refoulement	50 m
Fluide	Eau potable
Température	290 K
Type d'installation	Pompes identiques en parallèle
N.be de pompes	2

Caractéristiques de la pompe

Débit	72,6 l/s
Hauteur de refoulement	50,9 m
Puissance absorbée	46,3 kW
Rendement	79,1%
Hauteur manométrique H(Q=0)	64,7 m
Orif. de refoulement	150 mm

Caractéristiques moteur

Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	1450 1/min
Nombre de pôles	4



Densité max.	998 kg/m ³
Viscosité maxi.	1 mm ² /s

Caractéristiques générales

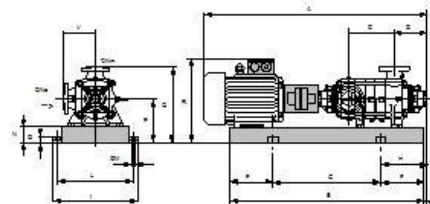
Poids	1150 kg
-------	---------

Matériaux

Corps de pompe	Fonte
Corps d'aspiration	Fonte
Roue	Fonte
Bague d'usure	Fonte
Corps d'étage	Fonte
Chemise	Fonte
Arbre	Acier inox
Douille arbre	Acier inox
Anneau d'étanchéité	Caoutchouc au nitrile
Roulements à billes	Acier
Pressé-Etoupe	Fonte
Etoupe	Tresse graphitée

Dimensions mm

A = 2083
B = 1700
C = 360
D = 351
DNa = 200
DNm = 150
E = 241
F = 300
G = 1100
H = 541
I = 870
L = 820
M = 20
N = 160
O = 42
P = 475
Q = 845
R = 868
V = 370



Annexe 07 : Calcul de volume des travaux de la station de surpression

1) Les dimensions de la station de pompage :

- ✓ L : Longueur de station de pompage : 14m
- ✓ l : Largeur de station de pompage : 7 m
- ✓ V_f : Fouille : 1*1*1 (m×m×m)
- ✓ V_s : Semelle : 1*1*0.4 (m×m×m)
- ✓ V_d : Demi-poteau : 30*30*60 (cm×cm×cm)
- ✓ S_g : Longrine : 30*40 (cm×cm)
- ✓ D : Dalles ($D_{inf} = D_{ext}$) = 7cm
- ✓ P : Poteaux : 30*30*5.29 (cm×cm×cm)

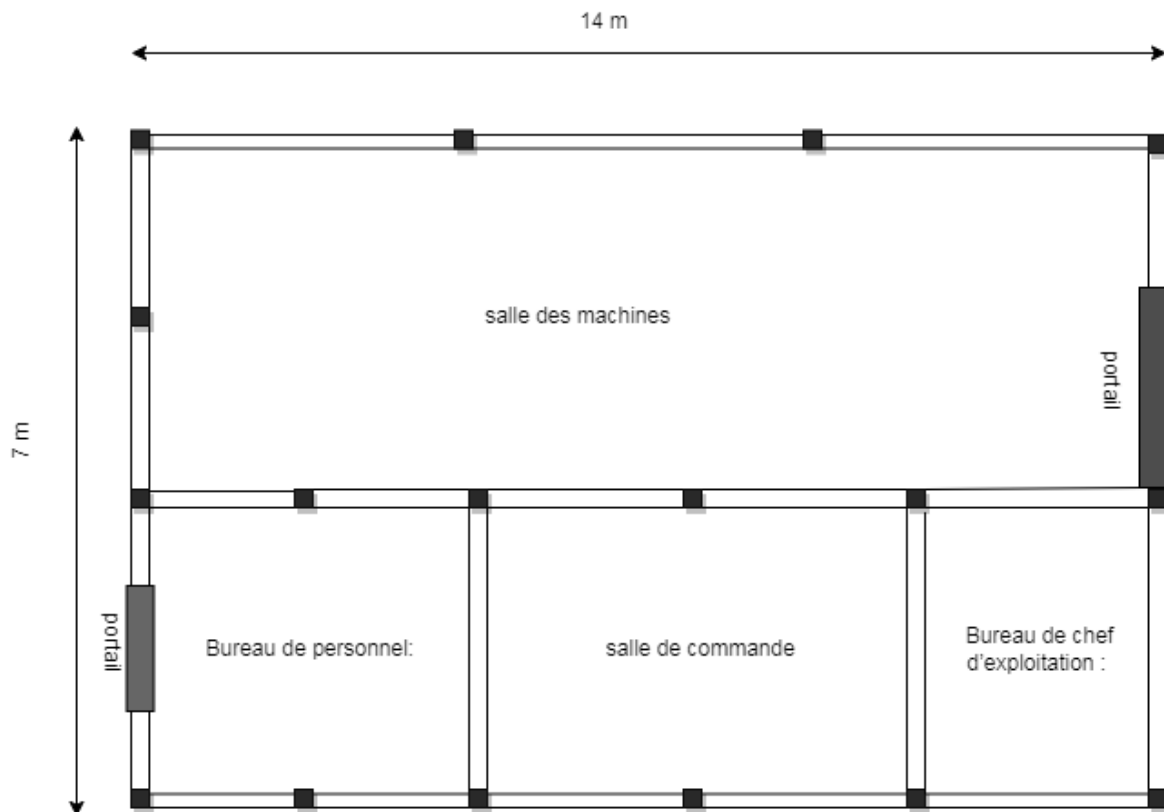


Figure VIII.1 : plan de la station de surpression

2) Décapage de terre végétale :

$$V_{\text{déc}} = L \cdot l \cdot e_{\text{déc}}$$

Sachant que :

- ✓ e : l'épaisseur de décapage (m) ; e = 0.2 m

- ✓ L' : Longueur de station de pompage (m) : $L'=16$ m
- ✓ l' : Largeur de station de pompage (m) : $l'=9$ m
- ✓ $V_{d\acute{e}c}=16*9*0.2 = 28.8$ m³

3) Déblai des fouilles :

On a : 18 poteaux

$$V_{df}=V_f*N$$

- ✓ N : Nombre des poteaux.
- ✓ $D_f=1*1*1*18 =18$ m³

4) Béton de propreté dosé à 150kg/m3 sous semelles :

$$V_{bp}=L_f*I_f*e_{bp}*N_f$$

- ✓ L_f : Longueur de fouilles (m) ; $L_f = 1$ m
- ✓ l_f : Largeur de fouilles (m) ; $l_f = 1$ m
- ✓ e_{bp} : l'épaisseur de béton de propreté (m) ; $e_{bp} = 0.2$ m
- ✓ N_f : Nombre de fouilles ; $N_f = 18$
- ✓ $V_{bp}= 1*1*0.2* 18 =3.6$ m³

5) Béton armé dosé à 350kg/m3 pour semelle :

$$\hookrightarrow V_{bs}=L_f*I_f*e_s*N_f$$

- ✓ e_s : l'épaisseur de béton armé = 0.3m
- ✓ $V_{bs}=1*1*0.3*18 = 5.4$ m³

6) Béton armé dosé à 350kg/m3 de demi-poteau :

$$\hookrightarrow V_D = V_d*N_d$$

- ✓ N_d : Nombre de demi-poteau ; $N_d = 18$
- ✓ $V_D = 0.4*0.4*0.6*18 =1.73$ m³

7) Remblai des fouilles :

$$\hookrightarrow V_R=V_f-(V_{bp} + V_{bs} + V_{demi-poteau})$$

$$\hookrightarrow V_R= 18- (3.6+5.4+1.73) =7.27$$
 m³

8) Béton de propreté dosé à 150kg/m3 de sous longrine

$$\hookrightarrow V_p = l_g * e_p * \Sigma L_g$$

- ✓ ΣL_g : la somme de longueur de longrine (m) = 40.8 m
- ✓ l_g : Largeur de longrine (m) = 0.4 m
- ✓ $V_p = 0.4 * 0.2 * 40.8 = 3.264 \text{ m}^3$

9) Béton armé dosé à 350 kg/m³ de longrine (inf et sup) :

$$\hookrightarrow V_g = (S_g * \Sigma L_g)$$

- ✓ ΣL_g : la somme de longueur de longrine (m) = 40.8 m
- ✓ S_g : surface de longrine (m²) ; (0.3*0.4) m²
- ✓ $V_g = (0.12 * 34.4) = 4.128 \text{ m}^3$
- ✓ $V_{tg} = 4.128 * 2 = 8.256 \text{ m}^3$

10) Béton armé dosé à 350kg/m³ de poteau :

$$\hookrightarrow V_p = S_p * H_p * NP$$

- ✓ S_p : surface de poteau (m²) ; (0.4*0.4) m²
- ✓ H_p : hauteur de poteau (m) ; 7 m
- ✓ NP : nombre de poteau (m) ; 18 poteaux
- ✓ $V_p = 0.16 * 7 * 18 = 20.16 \text{ m}^3$

11) Béton armé dosé à 350kg/m³ des dalles (inf et sup) :

$$\hookrightarrow V_{b-dalle} = L_c * l_c * e_b$$

- ✓ e_b : l'épaisseur de la chape (m) ; $e_b = 0.07 \text{ m}$
- ✓ $V_{b-dalle} = 14 * 7 * 0.07 = 6.86 \text{ m}^3$
- ✓ $V_{b-dalle \text{ inf et sup}} = 6.86 * 2 = 13.72 \text{ m}^3$

12) Nombres des poutrelles :

- ✓ 1 poutrelles+ 1 hourdis = 0.5+0.12=0.62m
- ✓ L longrine = 12.8 m

$$\hookrightarrow N_{poutrelles} = \frac{L_{longrine}}{(L_{poutrelles} + L_{hourdis})}$$

$$\hookrightarrow N_{poutrelles} = \frac{12.58}{0.62} = 20$$

- ✓ $L_{poutrelles}$: La longueur de poutrelles (m)
- ✓ $L_{poutrelles} = (L_g - 2l_g) + (0.5l_g * 2)$
- ✓ L_g : longueur de longrine (m) ; 7 m
- ✓ l_g : Largeur de longrine (m) ; 0.3 m

✓ $L_{\text{poutrelles}} = (7 - 0.6) + (0.3) = 6.7 \text{ m}$

13) Nombre d'hourdis

$$\Rightarrow N_{\text{hourdis}} = \frac{L_g}{L_h} \times (N_p + 2) = 20$$

Sachant que

✓ l_h : Largeur d'hourdis (m) ; 0.2 m

✓ $N_{\text{hourdis}} = (7/0.2) \times 2 = 70 \text{ pièce}$

14) Nombre des briques

On a : 6 fenêtrés, un grand portail et portail de secours

✓ N_f : nombre de fenêtre ; 6

✓ N_{p1} : nombre de portail = 1

✓ N_{p2} : nombre de portail = 1

✓ SF : surface de fenêtre (m²) ; (1*1.2) m²

✓ S_{p1} : surface de portail (m²) ; (3*3) m²

✓ S_{p2} : surface de portail (m²) ; (1.6*2.2) m²

✓ S_b : surface de brique (m²) ; (0.3*0.2) m²

$$\Rightarrow N_{\text{hourdis}} = \frac{2 \times (14 \times 7 - 3 \times 1.2) + (7 \times 7 - (3 \times 3 + 1.6 \times 2.2)) + (7 \times 7)}{0.3 \times 0.2} = 4572 \text{ pieces}$$

15) Surface de crépissage

$$\Rightarrow \text{Scré} = 2 \times (14 \times 7 - 3 \times 1.2) + (7 \times 7 - (3 \times 3 + 1.6 \times 2.2)) + (7 \times 7) = 274.28 \text{ m}^2$$

Abréviation

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.

PEHD : Polyéthylène haute densité.

DRE : Direction des Ressources en Eau.

DSA : Direction des Services Agricoles.

ONID : Office National de l'Irrigation et du Drainage.

ONM : Office National de Météorologie.