



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME :

**ETUDE D'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DU
PERIMETRE DE OUED CHAABA
(WILAYA DE BATNA)**

Présenté par :

Mr. HENDI Mohamed El Amine

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
Mr. RASSOUL Abdelaziz	MCA	Président
Mme. AZIEZ Ouahiba	MMA	Examineur
Mr. YAHIAOUI Samir	MAA	Examineur
Mr. KERID Rachid	MAA	Examineur
Mme. SALHI Chahrazed	MAA	Promoteur

Session septembre 2019



Dédicace

CE MODESTE TRAVAIL EST DÉDIÉ:

*A MES TRÈS CHERS PARENTS, CE FUT POUR MOI
UN HONNEUR D'AVOIR SUIVI CE PARCOURS
INIMAGINABLE, DONT VOUS AVEZ BIEN CONNU
LES CONTRAINTES. MERCI POUR
L'INESTIMABLE SOUTIEN MORAL
ET LES NOMBREUX
ENCOURAGEMENTS QUE J'AI TOUJOURS
REÇU DE VOTRE PART, QUE DIEU TOUT PUISSANT
VOUS GARDE ET VOUS PROCURE
LA SANTÉ ET LA LONGUE VIE.*

*A MES CHERS FRÈRES
ABDERRAZAK ET ABDENNACER
A MES GRANDS PARENTS*

*A TOUTE LA FAMILLE HENDI SURTOUT
A MON COUSIN BRAHIM
A MA CHÈRE AMINA
A TOUS MES CHERS AMIS SURTOUT
MOUNIR, HICHEM, AYMEN, ILYES, ELHACHEMI,
SEIF, FERHAT ET ZIYAD*

Remerciement

« Je remercie Dieu qui nous a offert la vie et seul capable de nous offrir la joie, le bonheur, la prospérité et la santé. »

Je réserve une couronne de remerciements qui restera éternelle à mon encadreur Madame SALHI Chahrazed qui a dirigé ce travail, pour son assistance et ses judicieuses orientations. Qu'elle trouve ici mes remerciements les plus humbles et sincères.

Mes vifs remerciements vont à monsieur RASSOUL Abdelaziz pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de présider le jury de ce mémoire.

Je tiens à remercier et à exprimer mes reconnaissances et mes gratitudes envers Messieurs les membres du jury, pour l'honneur qu'ils m'ont fait en prenant part à ce jury.

Mes remerciements vont aussi à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la concrétisation de ce travail, qu'ils trouvent tous ici d'expression de ma gratitude et ma parfaite considération.

ملخص:

إن زيادة طاقة استيعاب خزان المياه لسد كدية المدور نتيجة انشاء نظام تحويل المياه من سد بن هارون سمح بزيادة مساحة الأراضي الزراعية المسقية في ولاية باتنة.

الهدف من هاته المذكرة هو التطوير المائي - الزراعي لمنطقة واد شعبة التي تقع في محيط باتنة عين تونة الكبير بهدف ضمان التوفير المستمر لهاته المياه في كل القطع الزراعية وبأقل تكلفة وتوفير أحسن الظروف للفلاحين من اجل ضمان أحسن مردود للنبته.

Résumé :

L'augmentation de la capacité du réservoir d'eau du barrage de Koudiat Medaouar à travers le système de transfert de Beni Haroun a permis la création de nouvelles surfaces irriguées au niveau de la wilaya de BATNA y compris le périmètre de Batna Ain touta.

L'objectif de notre mémoire est l'aménagement hydro agricole du secteur de Oued Chaaba situé dans le grand périmètre de Batna Ain touta, dans le but d'assurer une disponibilité permanente des eaux d'irrigation dans chaque parcelle avec un minimum de cout et mettre les agriculteurs dans les bonnes conditions pour un meilleur rendement des plantes.

Abstract:

The increase of the water tank capacity of the Koudiat Medaouar dam through the Beni Haroun transfer system has allowed the creation of new irrigated areas in wilaya of BATNA including the perimeter of Batna Ain Touta.

The objective of our memory is the hydro-agricultural development of Oued Chaaba sector which is located in the large perimeter of Batna Ain Touta, in order to ensure permanent availability of irrigation water in each plot with a minimum cost and put the farmers in the right conditions for better plant performance.

SOMMAIRE

Introduction Générale	i
Chapitre I : Analyse des conditions naturelles	1
I.1. Présentation générale de la Wilaya de Batna	2
I.1.1. Situation géographique et organisation administrative	2
I.1.2. Administrativement la Wilaya de BATNA est limitée	2
I.1.3. Cadre géographique	2
I.1.4. Géomorphologie	3
I.1.5. Réseau hydrographique	3
I.1.6. Description du grand périmètre de Batna-Ain Touta	4
I.2. Présentation générale de la région d'études	5
I.2.1. Situation géographique de la commune Oued Chaaba	5
I.2.2. Limites administratives en indiquant les communes limitrophes	5
I.2.3. Superficie	5
I.3 Etude climatologique	6
I.3.1. Température	6
I.3.2. Le vent	7
I.3.3. Evaporation	7
I.3.4. Insolation	8
I.3.5. Humidité relative de l'air	8
I.3.6. Précipitations	9
I.3.7. Phénomènes climatique secondaires	10
I.4. Etude fréquentielle	11
I.5. Synthèse climatique	15
I.5.1. Indice d'aridité de De Martonne	15
I.5.2. Climogramme d'Emberger	15
I.5.3. Climogramme de Gaussen	17
I.6. Ressources en sols	18
I.6.1. Description des principaux sols et leur répartition	18
I.6.2. Profil pédologique	18
I.6.3. Description morphologique des profils	19
I.6.4. Étude hydrodynamique des sols	23

I.7. Ressources en eaux	25
I.7.1. Alimentation en Ressources en eau du périmètre	25
I.7.2. Description du barrage de Beni Haroun	25
I.7.3. Description du barrage de Koudiet Medouar	26
I.7.4. Qualité de l'eau d'irrigation	28
Conclusion	35
Chapitre II : Etude des besoins en eau des cultures	36
Introduction	37
II.1. Choix des cultures à mettre en place de la région d'études	37
II.2. Besoin en eau du périmètre	37
II.2.1. Évapotranspiration potentielle de référence (ET _o)	37
II.2.2. Pluie efficace (P _{eff})	39
II.2.3. Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures	40
II.2.4. Détermination des besoins bruts	43
II.2.5. Détermination des besoins bruts	49
Conclusion	50
Chapitre III : Les techniques d'irrigation	51
Introduction	52
III.1. Choix de la technique d'irrigation	52
III.2. Irrigation par aspersion	52
III.2.1. Les différents types d'installations par aspersion	53
III.2.1.1. Arroseurs à poste fixe, à basse et moyenne pressions	53
III.2.1.2. Arroseurs à poste fixe, à haute pression	53
III.2.1.3. Arroseurs automoteurs (enrouleurs)	54
III.2.1.4. Rampes géantes automotrices (pivots, rampes frontales)	54
III.2.2. Avantages	55
III.2.3. Inconvénients	56
III.3. Irrigation localisée	56
III.3.1. Composition d'une installation goutte à goutte	56
III.3.2. Avantages	59
III.3.3. Inconvénients	59
Conclusion	60

Chapitre IV : Dimensionnement du réseau d'adduction et de distribution	61
Introduction	62
IV.1. Composition du réseau d'amenée	62
IV.1.1. Prise d'eau à l'aval du barrage	62
IV.1.2. Reprise d'eau à partir d'une station de pompage	63
IV.1.3. Réseau de répartition et réservoirs de distribution	63
IV.1.4. Réseaux de distribution.	63
IV.2. Description du réseau d'adduction	63
IV.2.1. Réservoir Ain Assafeur	64
IV.2.2. Réservoirs de stockage	64
IV.2.3. Bassin brise charge	64
IV.2.4. Conduites et ouvrages d'adduction	65
IV.2.4.1. Tronçon Barrage Koudait Medaouar-AinAssafeur	65
IV.2.4.2. Tronçon réservoir Ain Assafeur –secteur Oued Chaaba	65
IV.3. Choix de la cote d'implantation et emplacement des réservoirs et position de piquage	65
IV.4. Réseau de distribution	66
IV.4.1. Les îlots d'irrigation	66
IV.4.1.1. Définition	66
IV.4.1.2. Découpage du périmètre en îlots d'irrigation	66
IV.4.1.3. Trace du réseau d'irrigation	66
IV.4.2. Calcul de débits aux bornes	67
IV.4.2.1. Choix du type de borne	67
IV.4.2.2. Choix de diamètre de la borne	67
IV.4.3. Calcul de diamètre des conduites	73
IV.4.3.1. Matériaux de construction des canalisations	73
IV.4.4. Calcul des pertes de charge	74
IV.4.5. Interprétation des résultats	79
IV.4.5.1. Les vitesses	79
IV.4.5.2. Les pressions	79
IV.5. Réservoir de stockage	80
Conclusion	81

Chapitre V : Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par asperseur et par goutte à goutte	82
Introduction	83
V.1. Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte	83
V.1.1. Données générales	83
V.1.2. Choix de distributeur	83
V.1.3. Projection de système d'irrigation localisée sur notre parcelle	84
V.1.3.1. Influence du taux de couverture du sol	84
V.1.3.2. Dose nette	85
V.1.3.3. Pourcentage du sol humidifié	85
V.1.3.4. Dose Brute	86
V.1.3.5. Fréquence des arrosages	86
V.1.3.6. Durée d'arrosage	87
V.1.3.7. Durée d'arrosage journalière	87
V.1.3.8. Nombre d'arbre par hectare	87
V.1.3.9. Nombre d'arbre par rampe	87
V.1.3.10. Nombre des goutteurs par rampe	87
V.1.3.11. Débit d'une rampe	87
V.1.3.12. Nombre de rampes	87
V.1.3.13. Débit du porte rampe	87
V.1.4. Calcul hydraulique	88
V.1.4.1. Calcul des diamètres des portes rampes et rampes	88
V.1.4.2. Pression en tête du réseau	89
V.2. Dimensionnement d'un réseau d'asperseur	90
V.2.1. Données générales	90
V.2.2. Dose pratique : RFU	90
V.2.3. Diamètre de l'ajutage	90
V.2.4. Calcul de la portée du jet (L)	91
V.2.5. Ecartements entre les rampes et arroseurs	91
V.2.6. Vérification de la pluviométrie ($P < K$)	92
V.2.6.1. Débit de l'asperseur	92
V.2.6.2. Vérification de la pluviométrie de l'asperseur	92

V.2.7. Paramètres d'arrosage	92
V.2.7.1. Calcul du tour d'eau	92
V.2.7.2. Nombre d'irrigation par mois	92
V.2.7.3. Calcul de la dose réelle	92
V.2.7.4. Calcul de la dose brute	93
V.2.7.5. Temps d'arrosage	93
V.2.7.6. Calcul du débit d'équipement	93
V.2.7.7. Nombre d'asperseurs (à acheter)	93
V.2.8. Calculs hydrauliques	93
V.2.8.1. Dimensionnement hydraulique des rampes	93
V.2.8.2. Dimensionnement de la porte rampe	94
V.2.8.3. Calcul des pertes de charge	95
Conclusion	96
Chapitre VI : Etude technico-économique	97
Introduction	98
VI.1. Différents travaux à entreprendre	98
VI.1.1. Exécution des tranchées	98
VI.1.2. Pose du lit de sable	98
VI.1.3. Pose des conduites	98
VI.1.4. Epreuve de joint et de la canalisation	98
VI.1.5. Remblayage des tranchées	99
VI.1.6. Nivellement et compactage	99
VI.2. Calcul des volumes des travaux de distribution	99
VI.2.1. Calcul du volume de terrassement	99
VI.2.2. Calcul du volume de déblai	100
VI.2.3. Calcul du volume de lit de sable	100
VI.2.4. Calcul du volume de remblai	100
VI.3. Estimation de cout total de projet	101
VI.3.1. Estimation de cout de pose de canalisation de distribution	101
VI.3.2. Estimation du cout du réservoir	103
VI.3.3. Estimation Des équipements interne de la parcelle 1131-A-12	104
VI.4. Devis estimatif de projet	105
Conclusion	105
Conclusion Générale	ii
Bibliographie	iii

LISTE DES TABLEAUX

Les tableaux	Titres	Les Pages
CHAPITRE I		
Tableau.I.1	Localisation du périmètre	4
Tableau.I.2	Coordonnées de la station météorologique	6
Tableau.I.3	Températures en °C à la station de Batna	6
Tableau.I.4	Moyennes mensuelles de la vitesse du vent	7
Tableau.I.5	Evaporation en durant la période (1996-2016)	7
Tableau.I.6	Insolations moyennes journalières	8
Tableau.I.7	Humidité relative de l'air en % (1996-2016)	8
Tableau.I.8	Pluviométrie moyenne mensuelle (1996-2016)	9
Tableau.I.9	Répartition mensuelle de la gelée, neige et sirocco (1996-2016)	10
Tableau.I.10	Série des pluies annuelles	11
Tableau.I.11	Caractéristique de la série	12
Tableau.I.12	Ajustement de la loi normale	12
Tableau.I.13	Ajustement de la loi log-normale	13
Tableau.I.14	Précipitations mensuelles de l'année de probabilité 80%	14
Tableau.I.15	Les limites de climat d'après l'indice d'aridité de Martonne	15
Tableau.I.16	Classification le type de climat selon Indice de Stewart	16
Tableau.I.17	Résultats des analyses des échantillons de sol du profil 1	20
Tableau.I.18	Résultats des analyses des échantillons de sol du profil 2	22
Tableau.I.19	Mesures de la perméabilité hydraulique	23
Tableau.I.20	Mesures de densité apparente	24
Tableau.I.21	Caractéristiques des retenues du transfert Beni-Haroun	26
Tableau.I.22	Caractéristiques des ouvrages de transfert de Beni-Haroun	26
Tableau.I.23	Risque d'irrigation en fonction de la salinité	28
Tableau.I.24	Le risque d'irrigation en fonction de la valeur du SAR	30
Tableau.I.25	Niveaux de toxicité pour des ions spécifiques	30
Tableau.I.26	Qualité des eaux du Barrage de Beni Haroun	31
Tableau.I.27	Qualité des eaux du Barrage de Koudiat medaouar	32
CHAPITRE II		
Tableau.II.1	Evapotranspiration de référence de la zone de projet selon Penman&Monteith	39
Tableau.II.2	Calcul des pluies efficaces pour chaque mois en mm	40
Tableau.II.3	Coefficients culturaux avec le calendrier de chaque culture	42
Tableau.II.4	Besoins d'irrigation du Blé	43
Tableau.II.5	Besoins d'irrigation de l'Orge en vert	43
Tableau.II.6	Besoins d'irrigation du Vesce avoine	44
Tableau.II.7	Besoins d'irrigation du L'ail	44
Tableau.II.8	Besoins d'irrigation du Tomates	45
Tableau.II.9	Besoins d'irrigation du Pomme de terre	45
Tableau.II.10	Besoins d'irrigation de l'Oignon	46
Tableau.II.11	Besoins d'irrigation du Petit pois	46
Tableau.II.12	Besoins d'irrigation de l'Olivier	47
Tableau.II.13	Besoins d'irrigation totaux des cultures	48

CHAPITRE III		
CHAPITRE IV		
Tableau.IV.1	Répartition des secteurs du périmètre en fonction de la topographie	63
Tableau.IV.2	Caractéristiques du réservoir Ain Assafeur	64
Tableau.IV.3	Choix du diamètre de la borne	67
Tableau.IV.4	Caractéristiques des bornes d'irrigation de première	68
Tableau.IV.5	Paramètres de pertes de charge de la loi de Lechapt-Calmon	74
Tableau.IV.6	Caractéristiques des conduites de distribution	75
Tableau.IV.7	Les points d'installation des ouvrages de réduction de pression	79
Tableau.IV.8	Caractéristique de réservoir	81
CHAPITRE V		
Tableau.V.1	Caractéristiques des rampes	88
Tableau.V.2	Caractéristiques des portes rampes	89
CHAPITRE VI		
Tableau.VI.1	Calcul du volume de terrassement	101
Tableau.VI.2	Estimation du cout de pose de canalisation de distribution	101
Tableau.VI.3	Estimation du cout de pose du réservoir	104
Tableau.VI.4	Estimation Des équipements interne de la parcelle	104

LISTE DES FIGURES

<i>Les figures</i>	<i>Les titres</i>	<i>Les pages</i>
CHAPITRE I		
Figure.I.1	Limites administratives de la wilaya de BATNA	2
Figure.I.2	Extrait de la carte du périmètre de Batna – Ain Touta	4
Figure.I.3	Communes limitrophes d'Oued Chaaba	5
Figure.I.4	Situation du périmètre d'irrigation Oued chaaba	5
Figure.I.5	Courbe des températures moyennes mensuelles en °C	7
Figure.I.6	Courbe de pluviométrie moyenne mensuelle (mm)	9
Figure.I.7	Ajustement à une loi de normale	13
Figure.I.8	Ajustement à une loi de log-normale	14
Figure.I.9	Situation de Batna dans le Climagramme d'EMBERGER.	16
Figure.I.10	Climogramme de Gausson	17
Figure.I.11	Schéma du transfert de Beni-Haroun vers le périmètre de BATNA AIN-TOUTA	27
Figure.I.12	Diagramme Riverside	34
CHAPITRE II		
Figure.II.1	Diagramme de réserve d'eau dans le sol à partir de L'humidité de sol	40
Figure.II.2	Caractéristique hydrique de quelque sol	41
CHAPITRE III		
Figure.III.1	Implantation des arroseurs	53
Figure.III.2	Arroseurs à poste fixe	54
Figure.III.3	Arrosage par enrouleur	55
Figure.III.4	Arrosage par pivot	55
Figure.III.5	Filtre à sable	57
Figure.III.6	Injecteur d'engrais	57
Figure.III.7	Irrigation localisée par goutteurs	58
Figure.III.8	Irrigation par micro-aspersion	58
Figure.III.9	Irrigation localisée par rampes perforées	58
Figure.III.10	Réseau d'irrigation localisée	59
CHAPITRE IV		
Figure.IV.1	Borne d'irrigation	67
Figure.IV.2	Conduite en PEHD	73
Figure.IV.3	Conduite en BPAT	73
Figure.IV.4	Vanne de régulation de pression	80
Figure.IV.5	Réducteur de pression	80
CHAPITRE V		
Figure.V.1	Guide d'estimation du pourcentage en sol humidifié	86
Figure.V.2	Fiche technique d'un arroseur de type Perrot	91
CHAPITRE VI		
Figure VI.1	Schéma d'une tranchée	100

Liste Des Planches

PLANCHE N°1 : schéma d'adduction du grand du périmètre de Batna Ain Touta (w. BATNA.)

PLANCHE N°2 : schéma de réseau de distribution du périmètre de OUED CHAABA (W BATNA).

PLANCHE N°3 : Profil en long de la conduite de distribution de périmètre de OUED CHAABA (W. BATNA).

PLANCHE N°4: Réseau d'irrigation par asperseur de la parcelle 1131-A-12

Introduction Générale

En Algérie, le niveau de satisfaction des besoins en eaux domestiques et agricoles n'a cessé de baisser au cours des dernières années. On parle ainsi de plus en plus de "sécheresse" et de "persistance de la sécheresse", ce qui impose de plus en plus l'idée que la diminution de la ressource est due à l'évolution climatique.

Le manque des ressources en eau dans la région Batna Ain-Touta limite le développement de l'agriculture dans la zone malgré les bonnes potentialités des terres.

En faisant face à cette situation, l'état a fait des efforts en lançant un grand projet hydraulique qui consiste à faire un transfert d'eaux à des usages agricoles et domestiques à partir du barrage de Beni Haroun vers le barrage de Koudiat Medaour.

L'office nationale d'irrigation et drainage (ONID) a lancé une étude pour l'aménagement d'un nouveau périmètre au niveau de BATNA –AIN TOUTA avec une superficie de **6100 ha** irrigué à partir des eaux du barrage de Koudiat Medaour.

Cette étude est consacrée à l'aménagement du périmètre de OUED CHAABA qui est un secteur du grand périmètre Batna Ain-Touta, cela permettra aux agriculteurs d'intensifier et diversifier leurs cultures en prenant compte le volet technico-économique du tracé du réseau de distribution.

Après une introduction générale, le travail débutera par une analyse des conditions naturelles suivis par le calcul des besoins en eau d'irrigation et une étude technico-économique du réseau de distribution à la fin.

I.1. Présentation générale de la Wilaya de Batna :

I.1.1 Situation géographique et organisation administrative :

La Wilaya de BATNA est localisée dans la partie orientale de L'Algérie entre les "4° et 7° " de longitude Est et " 35° et 36° " de latitude Nord, assiégee sur une Superficie de 12038,76 km2. Le territoire de la Wilaya de BATNA s'inscrit presque entièrement dans l'ensemble physique constitué par la jonction de deux Atlas (Tellien et Saharien) ce qui représente la particularité physique principale de la Wilaya et détermine de ce fait les caractères du climat, et les conditions de vie humaine.

Administrativement, la Wilaya est composée de 22 Daira et 61 communes.

I.1.2. Administrativement la Wilaya de BATNA est limitée :

* **Nord** : wilaya D 'OUM EL BOUAGHI, MILA et de SETIF.

* **Est** : la wilaya de KHENCHELA.

* **Ouest** : la wilaya de M 'SILA.

* **Sud** : la wilaya de BISKRA.

I.1.3. Cadre géographique :



Figure .I.1 : Limites administratives de la wilaya de BATNA

ECHELLE 1/1000000

I.1.4. Géomorphologie :

La plaine étudiée se situe à des altitudes qui varient entre 900 et 1220 mètres. Le relief est généralement favorable à l'utilisation agricole des terres et leur irrigation : topographie plane ne dépassant guère 2 à 3 %. Les principales formes de relief observé dans la plaine de Batna sont les suivantes :

* **Les terrasses actuelles** : elles sont situées dans les lits majeurs des oueds et sont constituées de matériaux grossiers, caillouteux à éléments arrondis.

* **Les terrasses récentes** : leur pente ne dépasse guère 1% On y trouve des sols peu évolués et des sols calcimagnésiques .

* **Les terrasses anciennes** : elles sont situées légèrement plus haut que les précédentes et leur pente reste toujours faible 1 à 2 %. Les sols qui s'y sont formés sont les sols peu évolués et les sols calcimagnésiques ;

* **Les glacis** : les terrasses suscitées sont raccordées aux montagnes et aux collines par des glacis dont la pente ne dépasse pas 3%. Ces glacis sont parfois parcourus par des ravineaux très faiblement marqués et deviennent nuls en bas de pente.

I.1.5. Réseau hydrographique :

L'ensemble de la wilaya de Batna est réparti sur 3 grands bassins versants selon la répartition faite par l'A.N.R.H (Agence Nationale des Ressources Hydriques) :

* Le Bassin du Constantinois : Situé au nord et nord-est, caractérisé par la présence d'une série de Sebkhass, Garâats et Chotts qui marquent toute une série de cuvettes au passage vers les hauts plateaux Constantinois.

* Le Bassin versant du Hodna : Situé à l'ouest, caractérisé par la présence du Chott El Hodna, point d'arrivée de certains Oueds qui se dirigent vers le sud-ouest, en particulier l'Oued de Barika et celui de Bitam.

* Le Bassin des Aurès-Nememcha : Occupe la partie sud et sud-est de la wilaya et dont les cours d'eau ont leur exutoire dans le Chott Melrhir en dehors des limites de la wilaya.

Tout le réseau hydrographique est étroitement lié aux précipitations. De tous ces Oueds, un seul semble être pérenne, l'Oued Chemora qui, sur la partie haute de son cours s'appelle Oued Taga ou Rebot.

I.1.6. Description du grand périmètre de Batna-Ain Touta :

Le futur périmètre de Batna Ain Touta s'étend de Tazoult au nord-est à Aïn Touta au sud - ouest, sur environ 35 km. Il est longé par la route nationale (RN N°3) reliant Batna à Biskra. Il s'agit d'une vallée encaissée pour l'essentiel, entre les piémonts des djebels Kasserou, Bou Kazzaz, Ain Drinn et Es Sour du côté Nord-Ouest, et par ceux des djebels Ich-Ali et Chentouf au Sud-Est.

La configuration du périmètre est dictée par les conditions pédo-morphologiques du terrain.

Le périmètre irrigué de Batna-Aïn Touta, objet de la présente étude, d'une superficie d'environ 6 100 ha, relève administrativement de la wilaya de Batna et se répartit sur les quatre communes de Batna, Tazoult, Oued Chaaba et Ain Touta dont les coordonnées sont les suivantes :

Tableau.I.1 : Localisation du périmètre

Ville/Village	Emplacement dans le périmètre	Latitude Nord	Longitude Est	Altitude (m)
Tazoult	Nord-Est	35°30'	6° 15'	1150
Batna	Nord	35°33'	6° 11'	1010
Lambiridi	Milieu	35°31'	6° 06'	1080
Ain Touta	Sud – Ouest	35°22'	5° 52'	910

Source : ONID ALGER. (AIN TAYA)

La plaine est caractérisée par des pentes douces (inférieures à 12,5%) et qui couvrent presque totalement la vallée entre Tazoult et Batna d'une part, et Batna et Aïn Touta d'autre part. La majorité des terres irrigables appartient à la commune de Oued Chaaba. L'altitude moyenne de la plaine est généralement comprise entre 900 (du côté de Aïn Touta) et 1200 m (au nord de Batna).

I.2. Présentation générale de la région d'études :

I.2.1. Situation géographique de la commune Oued Chaaba :

Le périmètre de BATNA centre est une partie de l'ensemble du périmètre de BATNA –AIN TOUTA. Il est constitué de deux sous périmètres BATNA haut et BATNA bas (Oued Chaaba), notre étude est concernée par la partie bas de ce périmètre.

Le périmètre étudié se trouve sur l'axe routier RN 77 et RN 3.

I.2.2. Limite administratives en indiquant les communes limitrophes :

- La commune de Batna et Oued El Ma au nord.
- La commune d'Ain-Touta et Ben Foudhala El Hakania au sud.
- La commune de tazoult à l'est.
- La commune de Hidoussa à l'ouest.



Figure.I.3 : Communes limitrophes d'Oued Chaaba

I.2.3. La Superficie :

La commune de Oued Chaaba occupe une superficie totale de 24 567 ha avec une surface agricole totale de 7100 ha et de surface de 6041 ha comme une surface agricole utile.



Figure.I.4 : extrait de la carte de plan de Situation du périmètre d'irrigation Oued chaaba

Échelle : 1/150000

I.3. Etude climatologique :

Le climat est un facteur essentiel qui conditionne le système des cultures ainsi que les besoins en eau d'irrigation, ainsi qu'un élément de base pour l'élaboration de toute étude.

L'influence du climat sur la végétation est importante, le développement de la plante est sous la dépendance étroite de la température qui agit sur la vitesse du déroulement des phases Végétatives, de l'eau, de l'ensoleillement.

• Les éléments climatiques :

L'état de l'atmosphère peut se caractériser par la mesure des différents grandeurs physiques tels que : la température, les précipitations, l'humidité relative, le vent...etc.

Pour caractériser le climat de notre zone d'étude on a utilisé les données climatiques relevés par la station de Batna.

Tableau.I.2 : Coordonnées de la station météorologique

Station		Latitude (n)	Longitude est (e)		Latitude
		Degrés	Minutes	Secondes	(m)
Batna	N	35	45	19	822
	E	6	19	0	

I.3.1. Température :

Les températures mensuelles moyennes et les extrêmes moyens enregistrés au niveau de la station de Batna sont donnés par le tableau suivant.

Tableau.I.3 : Températures en °C à la station de Batna

Température (°C)	MOIS												Année
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
T_{min}	1	3	2.9	6.2	10.7	14.9	17.5	17.7	14.1	10.1	4.6	1.4	8.6
T_{max}	12.3	13.6	17.7	20.9	26.5	32.3	36.0	35.1	29.0	24.3	16.7	12.4	23.1
T_{moy}	6.2	7.0	10.3	13.5	18.6	23.6	26.8	26.4	21,60	17,2	10.7	6.9	15.8

Source : Station météorologique de Batna

Avec : **T_{min}**= minimale moyenne, **T_{moy}** = Température moyenne, **T_{max}** = maximale moyenne.

Observation :

Durant la période allant de 1996-2016 il est à noter que le mois le plus froid est Janvier avec une température moyenne, mensuelle de 6.2°C, alors que le mois le plus chaud est Juillet avec une température mensuelle de 26.8°C. La température moyenne annuelle est de 15,8°C.

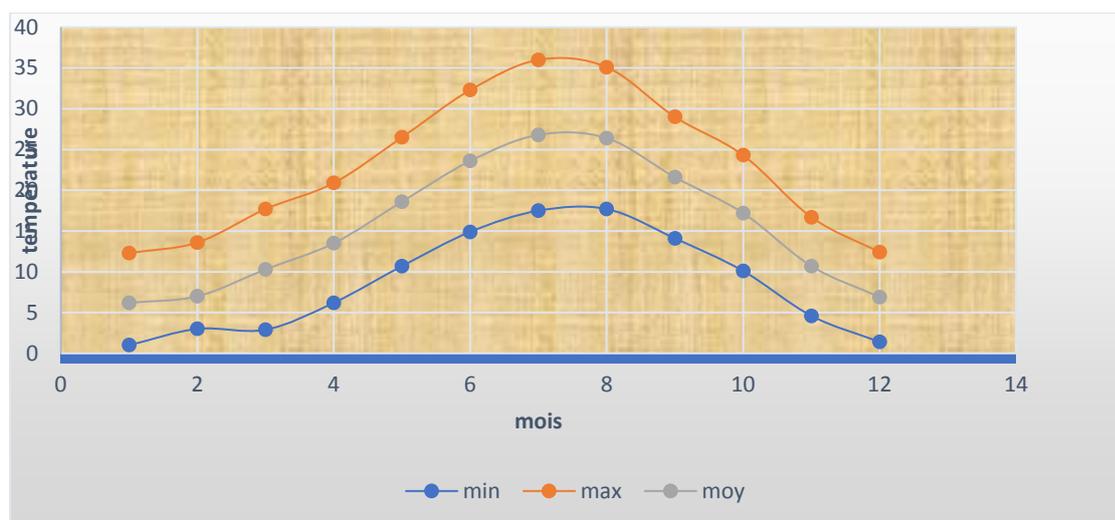


Figure.I.5 : Courbe des températures moyennes mensuelles en °C

I.3.2. Le vent :

Le vent est un des éléments les plus caractéristiques du climat qui peut exercer un effet mécanique nocif sur la végétation. En provoquant par exemple, la chute des fruits lourds. Il peut aussi provoquer la verse des céréales, surtout s'il est accompagné de pluie. Dans le domaine hydro-agricole le choix de la technique d'irrigation se base sur la vitesse de vent.

Tableau.I.4 : Moyennes mensuelle de la vitesse du vent en (m/s)

Mois	J	F	M	AV	M	Jn	Jt	Aou	Sp	Oc	Nov	D
V(m/s)	3.0	3.4	3.6	4.1	3.8	3.9	3.9	3.8	3.4	3.2	3.5	3.3

Source : Station météorologique de Batna (1996-2016)

Observation :

- La vitesse maximale est observée durant le mois d'avril (4.1 m/s),
- La vitesse minimale durant le mois de janvier (3.0 m/s).

I.3.3. L'évaporation :

C'est l'émission de la vapeur d'eau par une surface liquide ou par milieu humide (sol, végétale) à une température inférieure au point d'ébullition. Sa détermination approximative s'effectue avec l'évaporomètre de piche placé sous abris.

Tableau.I.5 : Evaporation en (mm) durant la période (1996-2016)

Saison	Automne			Hiver			Printemps			Été			Année
Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	O	
Evaporation	176	134	87	55	56	68	109	144	185	262	313	289	1878

Source : Station météorologique de Batna (1996-2016)

Observation :

L'analyse du tableau nous montre que la valeur maximale de l'évaporation est enregistrée au mois de Juillet (313mm), et la valeur minimale en hiver, au mois de décembre (55mm).

Dans la période estivale l'évaporation atteint son maximum surtout pendant le sirocco sous l'effet des températures élevées.

I.3.4. L'insolation :

L'éclairement qui représente la puissance du rayonnement solaire dépend de la situation géographique de l'exposition et de la saison. Les données concernant l'insolation enregistrée à la station de Batna durant les années (1996-2016) Sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau.I.6 : Insolations moyennes journalières

Saison	Automne			Hiver			Printemps			Eté			Année
Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	O	8.033
L'insolation (h/j)	8.7	7.5	6.3	5.8	5.9	5.7	7.0	7.8	9.1	10.3	11.6	10.7	

Source : Station météorologique de Batna (1996-2016)

Observation :

La durée d'insolation varie irrégulièrement durant l'année. Elle augmente en été et atteint son maximum en juillet avec une moyenne mensuelle de 11.6 h/jour. Puis elle descend progressivement jusqu'à l'hiver ou elle atteint une valeur minimale de 5.7h/jour en février.

I.3.5. L'humidité relative de l'air :

On appelle humidité relative de l'air le pourcentage de vapeur d'eau qui existe réellement dans l'air par rapport à la quantité maximale que pourrait contenir l'atmosphère dans les mêmes conditions de température et de pression.

Tableau.I.7 : Humidité relative de l'air en %

Saison	Automne			Hiver			Printemps			Eté			Année
Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	O	59
L'humidité (%)	56	61	67	74	74	67	63	60	56	47	39	44	

Source : Station météorologique de Batna (1996-2016)

Observation :

L'analyse des résultats de l'humidité relative mensuelle dans la station de Batna fait ressortir un maximum en Décembre et janvier avec 74% et un minimum de 39% en Juillet avec valeur moyenne annuelle 59%.

I.3.6. Précipitations :

Les précipitations englobent toutes les eaux météoriques qui tombent sur la surface de la terre, sous forme liquide (bruillard, pluie, averse) que sous forme solide (neige, grêle) et les précipitations déposées ou occultes (rosée, gelée blanche, givre ...). Elles sont provoquées par un changement de température ou de pression.

Elles sont considérées sous divers aspects :

- La quantité totale qui représente la hauteur totale de pluie tombée dans l'année.
- La fréquence qui s'exprime par le nombre annuel de jours de pluie.
- La répartition dans le temps qui conditionne l'alimentation de la plante.
- L'intensité qui s'exprime par la quantité d'eau tombée pendant l'unité de temps (mm/h).

Tableau.I.8 : pluviométrie moyenne mensuelle (mm)

Saison	Automne			Hiver			Printemps			Eté			Année
Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	O	
La pluv (mm)	42.3	24.3	31.5	38.1	33	23.7	28	38.5	48.6	16.7	6.7	17.7	348.9

Source : Station météorologique de Batna (1996-2016)

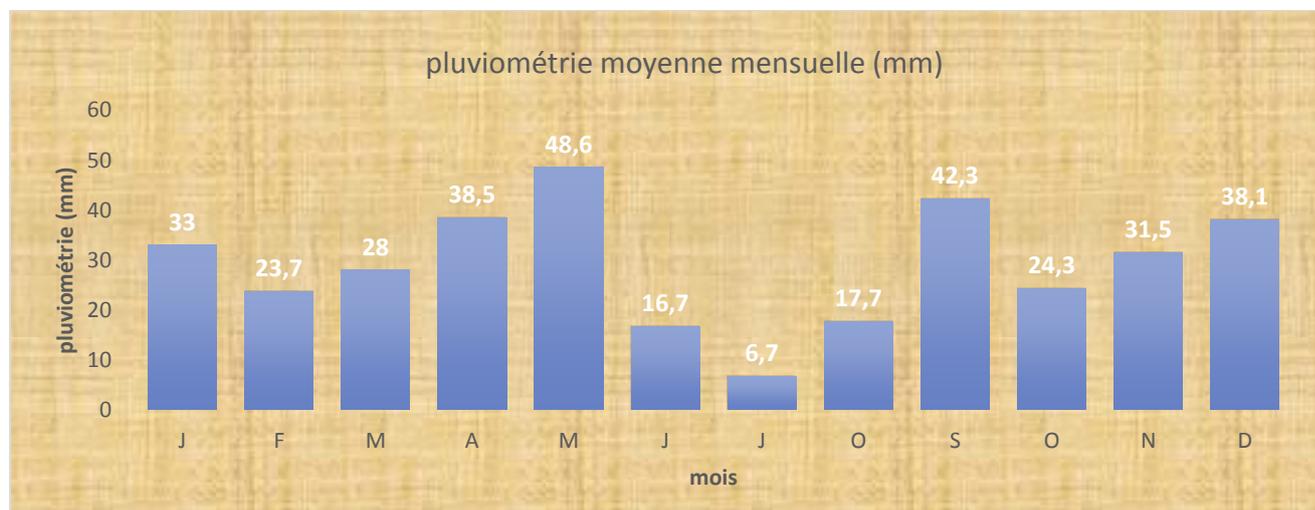


Figure.I.6 : Courbe de pluviométrie moyenne mensuelle (mm)

Observation :

En générale, le régime pluviométrique dans la région est irrégulier. En effet, il connaît des variations au cours de l'année.

La moyenne annuelle des précipitations est d'environ 348.9 mm /an, le mois le plus pluvieux est Mai avec 48.6 mm de précipitation moyenne, le plus sec est juillet avec une hauteur moyenne de 6.7 mm

I.3.7. Les Phénomènes Climatique Secondaires :

- **La gelée** : Les gelées sont fortement influencées par l'altitude et engendrées par les basses températures. Elles sont fréquentes en hiver et surtout au printemps. Elles provoquent de graves dégâts sur les jeunes plantes.
- **Sirocco** : Le sirocco peut être observé durant toute l'année à l'exception des mois novembre à février. Il s'agit d'un vent sec et chaud qui assèche le sol et fait augmenter l'évapotranspiration des plantes.
- **La neige** : est d'abord une forme de précipitations atmosphériques constituée de particules de glace ramifiées contenant de l'air qui sont la plupart du temps cristallisées et agglomérées en flocons.

Tableau.I.9 : Répartition mensuelle de la gelée, neige et sirocco

Saison	Automne			Hiver			Printemps			Eté			Année
Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	O	-
<i>n,j,g</i>	0	0	4	13	18	11	6	2	0	0	0	0	54
<i>n,j,s</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	2	10
<i>n,j,n</i>	0	0	1	3	4	3	2	0	0	0	0	0	13

Source : Station météorologique de Batna (1996-2016)

n.j.g : nombre de jours de gelée.

n.j.s : nombre de jours de sirocco.

n.j.n : nombre de jours de neige.

Observation :

1. **Gelée** : La période des gelées dans la zone d'étude s'étale de novembre à avril. Les fréquences les plus élevées sont observées au cours des mois de Décembre et Janvier et février avec respectivement 13- 18-11 jours de gelée. Durant toute l'année on observe en moyenne 54 jours de gelée.
2. **Sirocco** : Le nombre de jours moyens de sirocco enregistré est de 10 jours. Le sirocco commence à se faire sentir à partir de mois de Mai jusqu'au mois de septembre.
3. **Neige** : Le nombre moyen de jours où il y a la neige est 13 jours s'étale de novembre à mars. La fréquence la plus élevée est observées au cours de mois de janvier avec 4j/mois.

I.4. Etude fréquentielle :

Le but de l'étude fréquentielle est de faire l'ajustement des pluies annuelles à la loi normale et log normale pour le but de trouver la pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 80%.

L'ajustement se fait à l'aide du logiciel HYFRAN.

Tableau.I.10 : Série des pluies annuelles

Rang	Série des pluies	Probabilité empirique
1	93	0.0232
2	118	0.0477
3	148	0.0721
4	151	0.0966
5	151	0.1210
6	192	0.1455
7	193	0.1699
8	217	0.1944
9	219	0.2188
10	236	0.2433
11	252	0.2677
12	253	0.2922
13	268	0.3166
14	273	0.3411
15	279	0.3655
16	289	0.3900
17	294	0.4144
18	294	0.4389
19	299	0.4633
20	301	0.4878
21	305	0.5122
22	310	0.5367
23	315	0.5611
24	319	0.5856
25	326	0.6100
26	330	0.6345
27	338	0.6589
28	352	0.6834
29	363	0.7078
30	376	0.7323
31	391	0.7567
32	409	0.7812
33	420	0.8056
34	421	0.8301
35	433	0.8545
36	440	0.8790
37	445	0.9034
38	456	0.9279
39	482	0.9523
40	510	0.9768

Tableau.I.11 : Caractéristique de la série

	Carac. de l'échantillon
Minimum	93.0
Maximum	510
Moyenne	307
Ecart-type	103
Médiane	303
Coefficient de variation (Cv)	0.336
Coefficient d'asymétrie (Cs)	-0.0877
Coefficient d'aplatissement (Ck)	2.28

$$P_{\text{moy}80\% \text{ de chaque mois}} = P_{\text{moy de chaque mois}} \cdot \frac{P_{\text{théorique (80\%) annuelle}}}{P_{\text{théorique (50\%) annuelle}}}$$

Les valeurs de $P_{\text{th}80\%}$ et $p_{\text{th}50\%}$ on peut les tirer après l'ajustement de la loi normale

- L'ajustement de la loi normale :

Tableau.I.12 : Ajustement de la loi normale

T	Q	XT	Écart-type	Intervalle de confiance
10000.0	0.9999	690	46.4	599 - 781
2000.0	0.9995	646	41.7	564 - 728
1000.0	0.9990	625	39.6	548 - 703
200.0	0.9950	572	34.2	505 - 639
100.0	0.9900	546	31.7	484 - 609
50.0	0.9800	518	29.0	461 - 575
20.0	0.9500	476	25.2	427 - 526
10.0	0.9000	439	22.1	395 - 482
5.0	0.8000	393	19.0	356 - 431
3.0	0.6667	351	17.1	317 - 384
2.0	0.5000	307	16.3	275 - 338
1.4286	0.3000	252	17.4	218 - 287
1.2500	0.2000	220	19.0	182 - 257
1.1111	0.1000	174	22.1	131 - 218

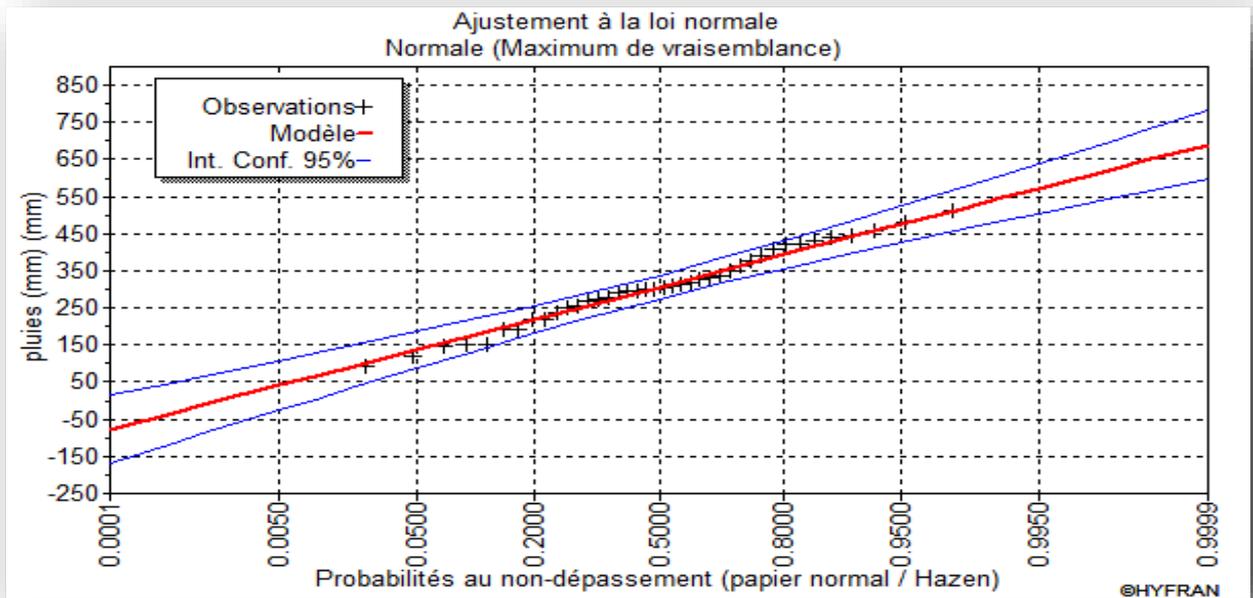


Figure.I.7 : Ajustement à une loi de normale

$$P_{\text{théorique } 80\% \text{ annuelle}} = 220\text{mm} \quad \text{et} \quad P_{\text{théorique } 50\% \text{ annuelle}} = 307\text{mm}$$

$$P_{\text{moy } 80\%} = \frac{220}{307} \times p_{\text{moy. mensuelle}} = 0,71 \times p_{\text{moy. mensuelle}}$$

- L'ajustement de la loi log-normale :

Tableau.I.13 : Ajustement de la loi log-normale

T	Q	XT	Écart-type	Intervalle de confiance
10000.0	0.9999	1230	218	807 - 1660
2000.0	0.9995	1040	166	719 - 1370
1000.0	0.9990	965	145	680 - 1250
200.0	0.9950	788	103	587 - 990
100.0	0.9900	715	86.2	546 - 884
50.0	0.9800	642	70.9	503 - 781
20.0	0.9500	547	52.5	444 - 650
10.0	0.9000	474	40.0	396 - 553
5.0	0.8000	399	28.9	342 - 456
3.0	0.6667	340	22.1	296 - 383
2.0	0.5000	287	17.8	252 - 322
1.4286	0.3000	233	15.5	203 - 264
1.2500	0.2000	206	14.9	177 - 235
1.1111	0.1000	173	14.6	145 - 202

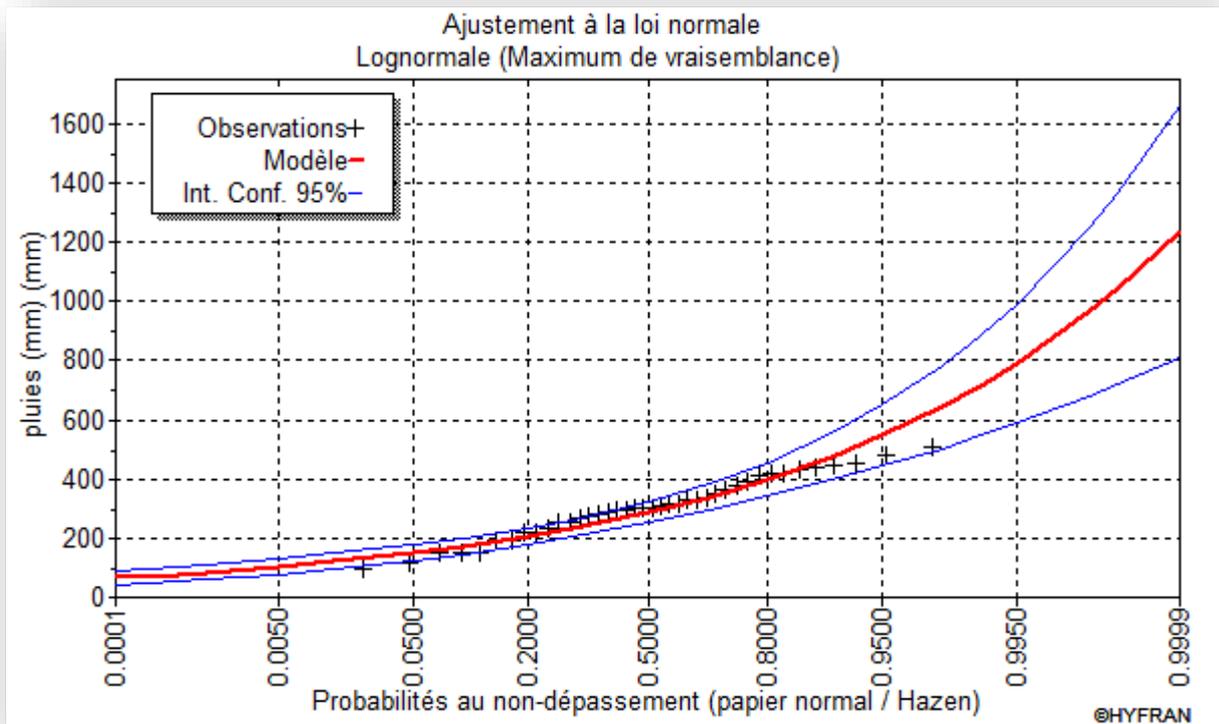


Figure.I.8 : Ajustement à une loi de log-normale

$$P_{théorique\ 80\% \text{ annuelle}} = 206\text{mm} \quad \text{Et} \quad P_{théorique\ 50\% \text{ annuelle}} = 287\text{mm}$$

$$P_{moy\ 80\%} = \frac{206}{287} \times P_{moy.\text{mensuelle}} = 0,71 \times P_{moy.\text{mensuelle}}$$

Après l’ajustement on va calculer Pluviométrie moyenne mensuelle (mm) pour chaque mois, les résultats dans le tableau suivant :

Tableau.I.14 : Précipitations mensuelles de l’année de probabilité 80%

Saison	Automne			Hiver			Printemps			Eté			Année
Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	O	
$P_{moy.mens}$	42.3	24.3	31.5	38.1	33	23.7	28	38.5	48.6	16.7	6.7	17.7	349.1
$P_{moy\ 80\%}$	30.0	17.25	22.36	27.05	23.43	16.82	19.88	27.33	34.5	11.85	4.75	12.56	247.86

I.5. La synthèse climatique :

Avec les données climatiques on peut caractériser l'étage bioclimatique à laquelle appartient la zone du périmètre à irriguer.

I.5.1. Indice d'aridité de De Martonne :

Cet indice permet de caractériser le pouvoir évaporant de l'air à partir de la température.

$$\text{Avec : } I_a = \frac{P}{T+10} \quad \longrightarrow \quad I_a = \frac{348.9}{15.8+10} \quad \longrightarrow \quad I_a = 13.52$$

- I_a : Indice d'aridité de De Martonne ;
- T : Température moyenne mensuelle ;
- P : Précipitations cumulées pour l'année en mm.

Tableau.I.15 : Les limites de climat d'après l'indice d'aridité de Martonne

Valeur de l'indice d'aridité	Type de climat	L'irrigation
$I < 5$	Désertique	Indispensable
$5 < I < 10$	Très sec (aride)	Indispensable
$10 < I < 20$	Sec (semi-aride)	Souvent indispensable
$20 < I < 30$	Relativement humide (sub-humide)	Par fois utile
$I > 30$	Humide	Inutile

Remarque :

D'après la valeur de l'indice d'aridité de "De Martonne" le périmètre irrigué Batna (Oued Chaaba) se trouve dans l'étage bioclimatique semi-aride.

I.5.2. Climagramme d'Emberger :

Le quotient pluviométrique d'Emberger (Q) permet de déterminer l'étage bioclimatique d'une région donnée et de la situer dans le climagramme d'Emberger.

En appliquant la formule suivante élaborée par STEWART

$$Q = \frac{3.43 \cdot P}{M - m}$$

- Q : Coefficient pluviométrique d'Emberger.
- P : Précipitation moyenne annuelle en mm. $\longrightarrow P = 348.9 \text{ mm}$
- M : Température moyenne maximale du mois le plus chaude en °c $\longrightarrow M = 36^\circ\text{C}$
- m : Température moyenne minimale du mois le plus froide en °c $\longrightarrow m = 1^\circ\text{C}$

Donc : $Q = 34.19$

Tableau.I.16 : Classification le type de climat selon Indice de Stewart

Valeurs « Q »	Type de climat
$Q > 100$	Humide
$100 > Q > 50$	Tempéré
$50 > Q > 25$	Semi-aride
$25 > Q > 10$	Aride
$10 > Q$	Désertique

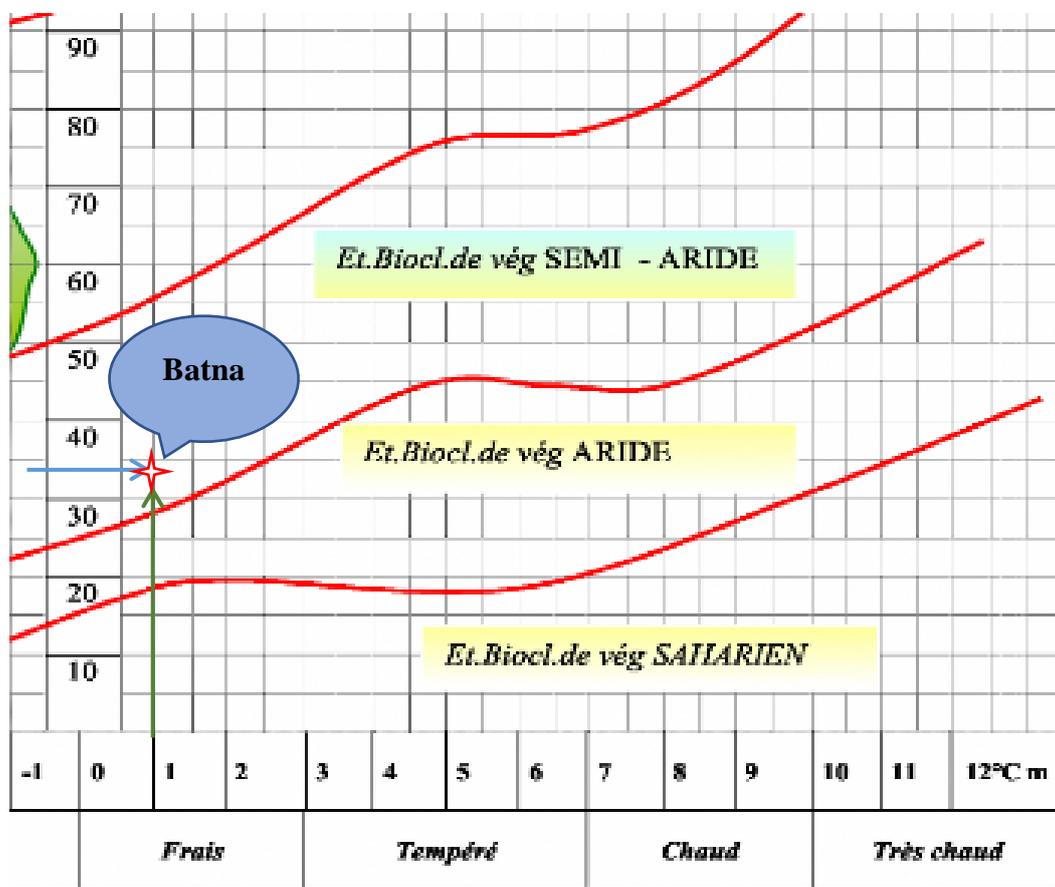


Figure.I.9 : situation de Batna dans le Climagramme d'EMBERGER.

Remarque :

D'après le diagramme bioclimatique d'Emberger on a une valeur de $Q = 34.19$ et avec une température du mois le plus froid, $T = 1^{\circ}\text{C}$,

On est donc dans étage bioclimatique « SEMI-ARIDE ».

I.5.3. Climogramme de Gaussen :

Le diagramme ombrothermique de GAUSSEN permet de définir l'étendue et les limites de la période sèche (intersection des courbes des valeurs mensuelles de la pluviométrie et de la température).

L'appréciation de la durée de la période sèche est utile pour la détermination de la période d'irrigation.

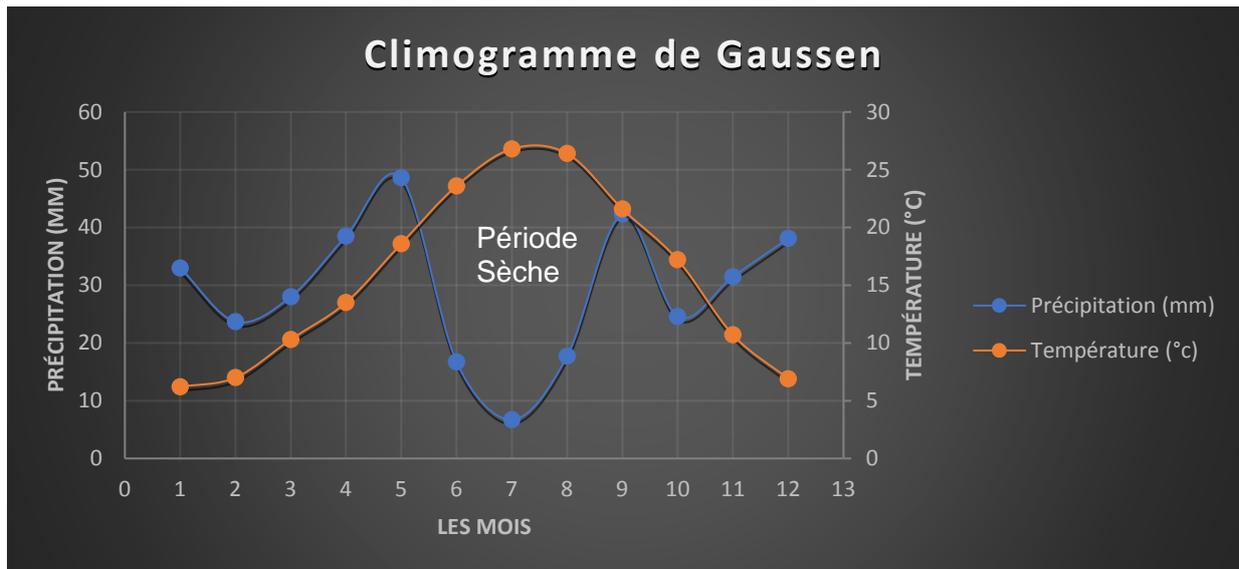


Figure.I.10 : Climogramme de Gaussen

Remarque :

D'après les résultats de cette étude on remarque que notre région jouit d'un climat sec avec un régime pluviométrique variable. L'année est caractérisée par un hiver froid et relativement pluvieux et un été sec.

Vu l'aridité de la zone d'étude, l'irrigation représente donc un facteur décisif pour l'obtention de rendements acceptables des différentes cultures.

I.6. Ressources en sols :

I.6.1. Description des principaux sols et leur répartition :

L'étude d'un projet d'irrigation exige une étude pédologique, elle nous permet d'avoir une idée claire sur la majorité des problèmes des sols et les mesures à prendre pour les résoudre ainsi que leur mise en valeur, elle permet donc :

- D'éliminer du périmètre équipé des zones dont les potentialités naturelles seraient insuffisantes pour valoriser un réseau d'irrigation des arrosages.
- De fournir des données fondamentales caractérisant les relations entre le sol et l'eau, qui conditionnent la conduite et l'organisation des carrossages.
- De fournir un premier aperçu sur les choix judicieux des cultures convenables au périmètre à irrigués.

La couverture pédologique de périmètre de Batna bas (oued chaaba) est représentée donc par trois classes de sols selon la classification CPCS (1967) :

- La classe des sols minéraux bruts,
- La classe des sols calcimagnésiques,
- La classe des sols peu évolués.

I.6.2. Le profil pédologique. :

Un profil pédologique est une coupe verticale d'un sol qui exprime l'état de son évolution, à partir de l'observation visuelle, complétées par quelque détermination analytique en tenant compte de l'environnement.

L'examen du profil pédologique permet de découvrir la succession des couches ou «Horizon» expliquant la formation et évolution du sol, sa «pédogenèse » permet de classer le sol d'après son type pédologique. Les profils décrits et analysés ont été réalisés par l'ANRH (2005).

I.6.3. Description morphologique des profils :

- **Profil N°1 :**

Date de description et d'échantillonnage : **27 décembre 2005**

Lieu : **Lambiridi**

Coordonnées : x = **234 794** ; y = **3 933 639**

Pente : **moins de 1 %**

Géomorphologie : **terrasse alluviale**

Aspect de surface: **pas d'éléments grossiers**

Drainage externe : **bon**

Signe d'érosion : **néant**

Culture en place : **céréales**

Facteur limitant externe : **néant**

Facteur limitant intrinsèque : **néant**

1. Classification CPCS (1967) :

- Classe : **Sol peu évolué**
- S/classe : **non climatique**
- Groupe : **d'apport alluvial**
- S/groupe : **à caractères vertiques**

2. Description :

H1 : 0 – 25 cm : Frais ; couleur 7,5 YR 5/4 ; texture argilo-limoneuse ; structure grumeleuse à polyédrique subangulaire fine ; pas d'éléments grossiers ; forte effervescence à l'HCl ; organique ; poreux ; meuble ; friable ; peu plastique ; quelques racines fines ; Transition nette.

H2 : 25 – 75 : Sec ; couleur 7,5 YR 4/4 ; texture argileuse ; structure massive ; pas d'élément grossiers ; forte effervescence à l'HCl ; apparemment non organique ; compact ; présence de fissures ; dur (non fragile) ; très collant ; plastique ; pas de racines ; transition progressive.

H3 : > 75 : Sec ; couleur 7,5 YR 3,5/4 ; texture argileuse ; structure massive ; pas d'éléments grossiers ; forte effervescence à l'HCl ; non organique ; très peu poreux ; collant, plastique.

Remarque : Sol profond ; présence d'une semelle de labour ; fentes de retrait larges et relativement profondes.

Source : ONID de Batna

Tableau.I.17 : Résultats des analyses des échantillons de sol du **profil 1** :

Profondeur (cm)		0 – 25	25 - 70	> 70
Granulométrie	Argile %	40	45	48
	Limons fins %	34	32	30
	Limons grossiers %	10	8	7
	Sables fins %	4	9	8
	Sables grossiers %	12	6	7
Matière organique	C %	1,3	0,8	0,6
	MO %	1,9	1,3	1,3
	N %	0,18	0,11	0,08
	C/N	9	8	10
Calcaire total %		18	15	15
Calcaire actif %		3	4	3
PH		7,2	7,5	7,2
CE dS/m		1,4	1,8	0,9
CEC Cmol/kg	Ca	15	14	15
	Mg	6	9	7
	K	2	3	3
	Na	1	1	2
	S	24	26	25
	T	24	26	25
	S/T	100	100	100
Densité réelle		2,61	2,61	2,62
Densité apparente		1,65	1,54	1,38
pF (H %)	2	-	-	-
	2,5	22,5	22,4	24,1
	3	-	-	-
	4,2	9,2	11,2	10,6
P₂O₅ assimilable ppm		30	-	-
K assimilable Cmol/kg		2	-	-

Source : ONID de Batna (2005)

• Profil N°2 :

Date de description et d'échantillonnage : **28 décembre 2005**

Lieu : **Ghadjati**

Coordonnées : x = **231 445** ; y = **3 929 877**

Pente : **2 à 3 %**

Géomorphologie : **terrasse alluviale**

Aspect de surface : **pas de cailloux en surface**

Drainage externe : **bon**

Signe d'érosion : **néant**

Culture en place : **céréales**

Facteur limitant externe : **néant**

Facteur limitant intrinsèque : **néant. Il y a une dalle ou croûte calcaire à plus de 3 mètres de profondeur.**

1. Classification CPCS (1967):

- Classe : **Sol peu évolué**
- S/classe : **non climatique**
- Groupe : **d'apport alluvial**
- S/groupe : **modal**

2. Description :

H1 : 0 – 20 cm : Frais ; couleur 7,5 YR 5/4 ; texture argileuse ; structure polyédrique subangulaire fine à moyenne ; pas d'éléments grossiers ; forte effervescence à l'HCl ; organique ; poreux ; peu compact ; friable ; plastique ; collant ; quelques racines fines ; transition progressive.

H2 : 20 – 68 cm : Sec ; couleur 10 YR 5/4 ; texture argileuse ; structure massive ; rares éléments grossiers ; apparemment non organique ; poreux ; moyennement compact ; dur (non fragile) ; plastique ; collant ; quelques racines fines ; transition progressive.

H3 : > 68 cm : Sec ; couleur 7,5 YR 5/4 ; texture argileuse ; structure massive ; pas d'éléments grossiers ; forte effervescence à l'HCl ; apparemment non organique ; poreux ; compact ; non fragile ; pas de racines.

Remarque : Dans cette zone, il existe une dalle calcaire en profondeur (plus de 3 m) visible au niveau des berges de l'oued et recouverte par des alluvions. Non loin de ce profil, il y a une assez forte charge caillouteuse (cailloux et blocs) localisée dans les zones légèrement dépressionnaires.

Source : ONID de Batna

Tableau.I.18 : Résultats des analyses des échantillons de sol du profil 2 :

Profondeur (cm)		0 - 20	20 - 68	> 68
Granulométrie	Argile %	42	39	40
	Limons fins %	29	30	33
	Limons grossiers %	11	10	12
	Sables fins %	11	12	8
	Sables grossiers %	9	8	7
Matière organique	C %	1,14	1,1	0,8
	MO %	1,9	1,3	1,3
	N %	0,15	0,11	0,07
	C/N	9	8	10
Calcaire total %		11	14	14
Calcaire actif %		3	5	5
PH		7,6	7,5	7,3
CE dS/m		1,5	1,2	1,3
CEC Cmol/kg	Ca	16	15	16
	Mg	6	8	5
	K	3	3	2
	Na	2	1	1
	S	25	26	24
	T	25	26	24
	S/T	100	100	100
Densité réelle		2,48	2,59	2,39
Densité apparente		1,69	1,42	1,32
pF (H %)	2	-	-	-
	2,5	26,1	27,3	29,2
	3	-	-	-
	4,2	10,4	10,8	10,6
P ₂ O ₅ assimilable ppm		22	-	-
K assimilable Cmol/kg		3	-	-

Source : ONID de Batna (2005)

I.6.4. L'étude hydrodynamique des sols :

Un sol est caractérisé par des paramètres physiques mesurables, qui dépend à la fois de la structure et la texture de sol.

1. La structure :

La structure d'un sol s'exprime par le mode d'assemblage des constituants du sol qui évolue dans le temps.

2. La texture :

La texture du sol dérive du mot tissu, elle concerne uniquement la phase solide, exprime le mode d'arrangement des constituants des roches et renseigne sur la gamme de tailles des particules élémentaires du sol d'une manière qualitative (matériau sol grossier et rugueux ou fin et moelleux) et quantitative (proportion des diverses tailles des particules

Elle est déterminée par l'analyse d'échantillon du sol sur la terre fine obtenue après élimination par tamisage des graviers ou cailloux de taille supérieure à 2mm.

3. La perméabilité :

La perméabilité du sol est la vitesse d'infiltration de l'eau qui s'écoule à travers un sol saturé

Elle est exprimée par le coefficient K de la loi de Darcy. Selon les différentes valeurs de K, on peut classer les sols comme suit :

- a. Sols imperméable: $K < 10^{-6}$ m/s
- b. Sols peu perméables: $10^{-6} < K < 5.10^{-6}$.
- c. Sols perméables : $5.10^{-6} < K < 5.10^{-5}$.
- d. Sols très perméables : $K > 5.10^{-5}$.

La perméabilité est déterminée au laboratoire d'après la quantité d'eau s'écoulant par unité de temps, en travaillant sous charge constante.

T/min	H	hc	Delta T	Volume	k:cm/h
3	0,6	0,6	3	60	12
8	0,5	1,1	5	50	6
13	0,35	1,45	5	35	4,2
23	0,3	1,75	10	30	1,8
33	0,35	2,1	10	35	2,1
50	0,3	2,4	17	30	1,058
65	0,25	2,65	15	25	1
80	0,2	2,85	15	20	0,8
95	0,2	3,05	15	20	0,8
110	0,2	3,25	15	20	0,8

Tableau.I.19 : Mesures de la perméabilité hydraulique

Source : ONID de Batna

$$K = 0.8 \text{ cm/h} \Rightarrow K = 2.22 * 10^{-6} \text{ m/s}$$

Remarque :

Le sol de notre zone d'étude est classé avec les sols peu perméables.

4. La densité réelle (d_r) :

C'est la densité des particules solides constitutives du sol. La densité réelle des sols est peu dispersée autour de la moyenne de **2,51**.

5. La densité apparente (d_a) :

Un sol est constitué de grains solides baignant dans de l'eau et/ou de l'air. La masse volumique apparente, ou densité, est la masse d'un volume unité de sol (grains + eau+ air) moins La masse volumique sèche ne comprend que les grains.

Tableau.I.20 : Mesures de densité apparente

Localisation et n° du Profil	N° cylindres	Cylindres (cm3)	P1 (g)	P2 (g)	P3 (g)=P2-P1	Da (g/cm ³)
LAMBERIDI (ferme Ben flis)	9	65,316	131,42	239,3	107,88	1,652
LAMBERIDI 1 (Sud)	5	48,25	64,64	129,86	65,22	1,352
LAMBERIDI 2 (Nord)	8	48,25	63,57	133,62	70,05	1,452
GHADJATI 1 (vers Batna)	10	48,25	63,75	145,32	81,57	1,691
GHADJATI 2 (Nord)	9	65,316	63,8	147,59	83,79	1,283
GHADJATI 3 (Sud)	6	48,25	64,93	144,2	79,27	1,643

Source : ONID de Batna (2005)

D'après les analyses des profils la densité apparente de notre sol est entre 1.283 et 1.691 g/cm³

6. La porosité (P) :

On appelle porosité d'un échantillon le rapport du volume non occupé par la matière solide au volume total de sol.

$$P\% = 100[1 - (D_a / D_r)]$$



$$P\% \approx 44 \%$$

D_a : la densité apparente

D_r : la densité réelle

I.7. Ressources en eaux :

La ressource en eau provient du système du barrage transfert de Bni Haroun dans la wilaya de Mila. A l'amont de ce dernier on trouve le barrage de Bousiaba dans la wilaya de Jijel.

Le volume régularisé par le barrage de bni Haroun est de 504 millions de m³.

A partir d'une conduite de 2400 mm de diamètre qui véhicule un volume de 186.9 Hm³ vers le barrage réservoir de Koudiet Medaouar seront pratiqués deux piquages pour assurer l'alimentation en eau du périmètre.

I.7.1. Alimentation en Ressources en eau du périmètre :

En ce qui concerne notre périmètre, il sera alimenté par la conduite de transfert de barrage de béni Haroun vers le barrage de Koudiet Medouar.

I.7.2. Description du barrage de Beni Haroun :

Le barrage Beni Haroun, en service depuis 2004, est situé sur l'Oued El Kebir à 3 km en aval de la confluence des Oueds Rhumel et Endja. La retenue Beni Haroun, en plus de son rôle de régularisation des apports, est destinée à l'écêtement de crues exceptionnelles.

Conformément aux termes de référence de l'étude des ressources en eau pour le périmètre de Oued Chaaba , l'approvisionnement en eau du système de transfert à partir du barrage de Beni Haroun a été approuvé et les résultats de l'étude menée par Tractebel Engineering, intitulée "*Transfert de Beni Haroun, Etude de Faisabilité, Volume 1, Rapport de Synthèse, Décembre 2000*".

Le volume régularisable fourni à partir du barrage dans le système de transfert a été estimé à 504 Hm³/an. Ceci comprend :

- Caractéristiques du barrage de Beni Haroun :

Volume	986 hm
Hauteur sur fondation	118 m
Volume de béton	1.900.000 m
Coté de la crête	218.2 m
Longueur en crête	710 m
Largeur en crête	8 m
Surface inondée	3.900ha
Débit maximum	13.230 m
Débit maximal vidange demi-fond:	700m³/s

Source : ANB/Projet de barrage de Béni Haroun

- Caractéristiques des retenues du transfert Beni-Haroun :

Tableau.I.21 : Caractéristiques des retenues du transfert Beni-Haroun :

<i>Retenue</i>	<i>Volume total</i> <i>10⁶ m³</i>	<i>Apports propres</i> <i>10⁶ m³</i>	<i>Cote RN NGA</i>	<i>Superficie du plan</i> <i>d'eau (ha)</i>
<i>Athmania</i>	<i>30</i>	<i>Faibles</i>	<i>840</i>	<i>270</i>
<i>Ourkiss</i> <i>(Tallizardane)</i>	<i>65</i>	<i>1,5</i>	<i>950,85</i>	<i>647</i>
<i>Koudiat Medaour</i>	<i>62,5</i>	<i>15</i>	<i>992,5</i>	<i>620</i>

Source : ANB/Projet de barrage de Béni Haroun

- Caractéristiques des ouvrages de transfert de Beni-Haroun

Tableau.I.22 : Caractéristiques des ouvrages de transfert de Beni-Haroun

<i>Tronçons</i>	<i>Longueurs (m)</i>	<i>Diamètres (mm)</i>
<i>Athmania - Oued Seguin</i>	<i>16 350</i>	<i>2 500</i>
<i>Oued Seguin - Oued Hamla</i>	<i>25 950</i>	<i>2 500</i>
<i>Oued Hamla - Ain Kercha</i>	<i>16 000</i>	<i>2 900</i>
<i>Ain Kercha -Station Chemora</i>	<i>25 800</i>	<i>2 400</i>
<i>Station Chemora - retenue K.Medaouar</i>	<i>25 900</i>	<i>2 400</i>
<i>Ain Kercha - retenue Ourkiss (Tallizardane)</i>	<i>27 700</i>	<i>1 500</i>

Source : APD de transfert des eaux du barrage Athmania, Septembre 2005

I.7.3. Description du barrage de Koudiet Medouar :

Le barrage de Koudiet Medouar construit en 1994 sur l'oued Rebôa est situé à 7 km au Nord- Est de Timgad et à 35 km de Batna en Algérie. C'est un barrage réservoir qui mobilise les eaux superficielles de l'oued Rebôa, dont le bassin versant couvre une superficie de 59 000 km². Ses principales caractéristiques sont résumées comme suit :

Caractéristiques principales du barrage de Koudiet Medouar :

Volume	87 millions de mètres
Cote en crête	997,00m
Longueur de la crête	2,27 km
Hauteur maximale	48 m
Cote de retenue nominale	992,50
Superficie de la retenue (à 992,5)	6,7 km²

Source : ONID de Batna

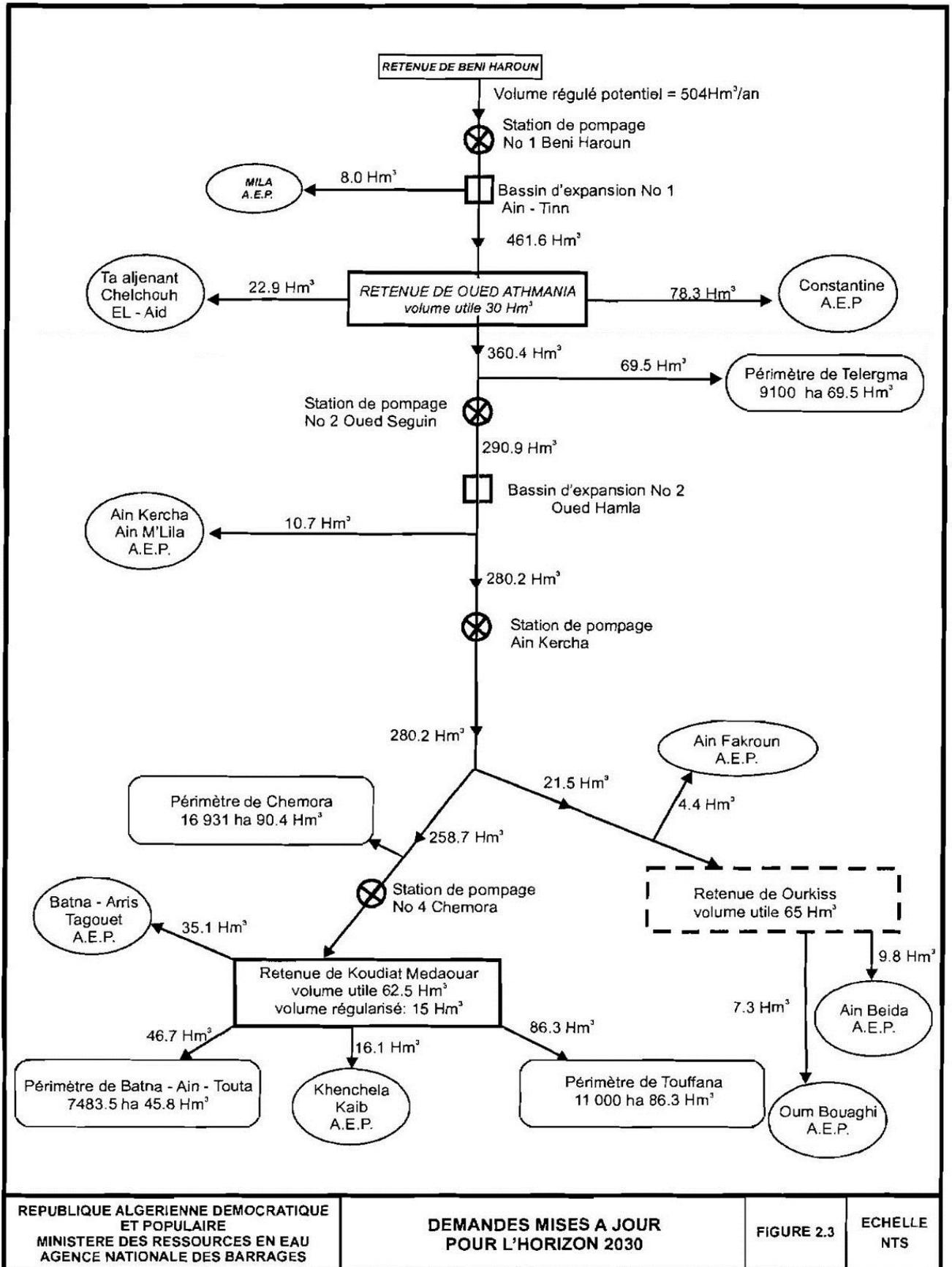


Figure .I.11 : Schéma du transfert de Beni-Haroun vers le périmètre de BATNA AIN-TOUTA

Source : APD transfert à partir du Barrage Athmania

I.7.4. Qualité de l'eau d'irrigation :

La qualité chimique de l'eau de Barrage Beni Haroun a été étudiée sur des échantillons prélevés à la station de Grarem sur la période de 1984 à 2002.

Source : Station de Grarem (1984-2002)

a. Risques dus à la salinité :

L'excès de teneur en sel fait Processus d'accumulation de sels à la surface du sol et dans la zone racinaire qui occasionne des effets nocifs sur les végétaux et le sol ; il s'en suit une diminution des rendements et à terme une stérilisation du sol.

La concentration en sel est exprimé en g de sel par litre d'eau (g/L).

Elle peut aussi être mesurée grâce à la conductivité électrique de l'eau d'irrigation (ECi). Cette conductivité est exprimée en millimhos par centimètre (mmhos/cm) ou milliSiemens par centimètre (mS/cm).

La classification du risque encouru par l'irrigation en fonction la salinité de l'eau d'irrigation est donnée dans le tableau suivant :

Tableau.I.23 : Risque d'irrigation en fonction de la salinité

	Conductivité électrique (mmhos/cm)	Risque	Remarque
C1	$CE \leq 0,25$	Eau de risque faible	Convient pour toutes les cultures
C2	$0,25 < CE \leq 0,75$	Eau de risque moyen	Convient pour les plantes moyennement tolérantes
C3	$0,75 < CE \leq 2,25$	Eau de risque élevé	Ne convient qu'a des sols bien drainés et des plantes
C4	$CE > 2,25$	Eau de risque très élevé	Eau difficilement utilisable sur sol bien drainé

Source: University of California Committee of Consultants, 1974.

b. Risques d'alcalinisation :

Pour maintenir les conditions d'infiltration adéquates dans les sols irrigués, il faut veiller à empêcher les complexes d'échange du sol de se charger en Na⁺. Le sodium échangeable a une incidence marquée sur les propriétés physiques et chimiques des sols. A mesure que la teneur en eau échangeable augmente, le sol à tendance à se disperser,

Cette dispersion a comme conséquence l'altération des agrégats des sols. Le sol devient alors dur et compact (lorsqu'il est sec) réduisant ainsi les vitesses d'infiltration de l'eau et d'air, affectant ainsi sa structure.

On exprime le Danger d'alcalinité d'une eau d'irrigation par le SAR (Sodium Absorption Ratio), Cet indice mesure la concentration relative du sodium par rapport au calcium et au magnésium.

Le SAR est défini par l'équation suivante :

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

Avec :

Na: Sodium en meq./L

Ca: Calcium en meq./L

Mg: Magnésium en meq./L

Pour les eaux carbonates un SAR ajusté (SAR_{adj}) est utilisé afin de tenir en compte la mise à l'équilibre de l'eau avec la calcite. Une forte teneur en carbonate et bicarbonate dans l'eau peut causer la précipitation des calciums et des magnésiums et augmenter la concentration relative en sodium donc augmentant l'indice SAR

La formule utilisée pour la détermination du SAR ajusté est la suivante :

$$\text{SAR}_{\text{adj}} = \text{SAR} [1 + (8,4 - \text{pH})].$$

Les risques de salinité (apprécié par la conductivité électrique) et d'alcalinisation (apprécié par le SAR) ne sont donc pas indépendants. Le diagramme Riverside permet de faire une première classification des eaux selon leur aptitude à l'irrigation.

Si les eaux de la catégorie 1 peuvent être utilisées sur presque n'importe quel sol et pour n'importe quelle culture, celles des catégories 2 et 3 doivent être utilisées avec précaution, et celles de la catégorie 4 doivent pratiquement toujours être rejetées.

Dans les régions semi-arides, comme celle de notre zone d'étude on peut considérer la classification proposée par l'université californienne suivante :

Tableau.I.24 : Le risque d'irrigation en fonction de la valeur du SAR

Classe	SAR	Danger d'alcalinisation
S1	$SAR \leq 10$	Risque faible
S2	$10 < SAR \leq 18$	Risque moyen
S3	$18 < SAR \leq 26$	Risque élevé
S4	$SAR > 26$	Risque très élevé

Source: University of California Committee of Consultants, 1974.

c. Les ions phytotoxiques :

Les ions phytotoxiques les plus communs sont : Bore (B) - Chlorure (Cl) - Sodium (Na)

Le sodium et le chlorure sont habituellement absorbés par les racines. Lorsque l'absorption se fait par les feuilles le taux d'accumulation est plus grand. L'absorption directe se produit habituellement dans des systèmes d'irrigation par arrosage dans des conditions de faible humidité. La convenance de concentration de ces ions dépend du type de culture, de l'état de croissance, de la concentration en ions, du climat et de l'état des sols.

Tableau.I.25 : Niveaux de toxicité pour des ions spécifiques

	Bore (mg/l)	Chlorure (meq/l)	Sodium (meq/l)
Nul	< 0,7	< 4	< 3
Léger à Modéré	0,7 – 3	4 – 10	> 3
Sévère	> 3	> 10	

Source: University of California Committee of Consultants, 19

Tableau.I.26 : Qualité des eaux du Barrage de Beni Haroun :

Station 10 06 20 Barrage Beni Haroun - Nouvelle station			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Min	Max
Paramètre	Unité	Moyenne	08/06/2004	14/08/2004	21/09/2004	10/01/2005	08/02/2005	15/03/2005	17/04/2005	09/05/2005	18/06/2005	24/07/2005		
% de saturation	%	86.6	68.2	79	100	74.3	47.79	117.3	96.1	86.67	96.4	100	47.8	117.3
DBO5	mg/L de O2	4.6	2.2		5.3	2.1	5.4	7	6.3	3.4	5.3		2.1	7.0
DCO	mg/L de O2	36.5	9	51.5	100	12.8	10.1	0	31.2	47.8	16.7	85.8	0.0	100.0
NH4	mg/L	0.0	0.1	0	0	0.22	0.15	0	0	0.01	0	0	0.0	0.2
PO4	mg/L	0.5	1	0.8	0.6	0.15	0.5	0.7	0.4	0.4	0.2	0.38	0.2	1.0
NO3	mg/L	14.6	7	13	13	22	5	12	18	23	23	10	5.0	23.0
NO2	mg/L	0.7	1.38	1.61	0.07	0.39	0.01		0.56	0.61	0.62	0.61	0.0	1.6
MOAcide	mg/L	9.8		16.7	13.4	7	2.4	4.6	7.7	8.6	14.1	13.6	2.4	16.7
Turb	NTU	7.0		4.2		3.9	10.5	27.9	3.8	2.8	2.8	0.4	0.4	27.9
T	°C	20.1	24	27	27	10	10	14	17	21	24	27	10.0	27.0
Cl	mg/L	163.0	185	235	290	140	70	60	125	130	160	235	60.0	290.0
SO4	mg/L	295.6	350	316	340	254	188	200	328	314	340	326	188.0	350.0
Mg	mg/L	44.4	37	47	40	44	36	31	52	52	44	61	31.0	61.0
Na	mg/L	121.3	144	164	184	97	63	45	100	90	168	158	45.0	184.0
K	mg/L	3.8	4	7	9	2	1	2	2	2	4	5	1.0	9.0
Fe	mg/L	0.1					0.048	0.002	0.123	0	0	0.143	0.0	0.1
Mn	mg/L	0.0					0.002	0	0.044	0.051	0.095	0.033	0.0	0.1
Cond	µS/cm à 20°C	1370.0	1600	1700	1900	1200	800	800	1300	1300	1400	1700	800.0	1900.0
Ca	mg/L	110.8	158	122	170	90	60	80	90	106	122	110	60.0	170.0
pH	-	7.9	8.1	8	7.9	7.7	7.7	7.6	8.1	7.9	7.8	7.9	7.6	8.1
ALC		169.1	190	200	214	159.8	145	140	162	150	145	185	140.0	214.0
Cu		0.0					0	0.022	0.019	0.122	0.06	0.044	0.0	0.1
HCO3		206.5	232	244	262	195	177	171	198	183	177	226	171.0	262.0

Source ANRH

Tableau I.27 : Qualité des eaux Barrage de Koudiat medaouar :

Paramètre	Unité	Moyenne	18/07/2004	29/08/2004	29/09/2004	25/12/2004	18/01/2005	16/05/2005	10/07/2005		
% de saturation	%	90.0	100	93.8	92.7	80.6	62.6	100	100	62.6	100
DBO5	mg/L de O2	4.3	5.5		4.7	4.4	1	3.2	7.2	1	7.2
DCO	mg/L de O2	32.2	27	51	34	23	24.8	7.6	58	7.6	58
NH4	mg/L	0.0	0.02	0.03	0.03	0	0.05	0.05	0.02	0	0.05
PO4	mg/L	0.2	0.02	0.01	0.25	0.5	0	0.35	0	0	0.5
NO3	mg/L	5.9	6	1	2	7	13	8	4	1	13
NO2	mg/L	0.1	0.09	0.07	0	0.04	0.03	0.1	0.07	0	0.1
MOAcide	mg/L	23.1	6.6	123.1	7.8	8.5	7.5	5.8	2.1	2.1	123.1
Turb	NTU	5.8		1.3			6.8	14.5	0.7	0.7	14.5
T	°C	20.6	25	27	17		6.5	23	25	6.5	27
Cl	mg/L	49.3	45	35	55	45	50	50	65	35	65
SO4	mg/L	258.6	254	284	270	212	184	262	344	184	344
Mg	mg/L	43.6	48	40	47	38	48	40	44	38	48
Na	mg/L	51.0	48	36	67	45	36	45	80	36	80
K	mg/L	3.3	2	6	4	4	2	2	3	2	6
Fe	mg/L	0.3						0.259		0.259	0.259
Mn	mg/L	0.2	0.229					0.08		0.08	0.229
Cond	µS/cm à 20°C	900.0	900	800	900	900	800	900	1100	800	1100
Ca	mg/L	75.9	80	82	78	84	55	74	78	55	84
pH	-	7.7	7.9	7.9	7.1	8	7.7	7.6	7.6	7.1	8
ALC		150.7	160	145	145	190	164.7	140.1	110	110	190
Cu			0					0.036		0	0.036
HCO3		183.8	195	177	177	231.8	201	171	134	134	231.8

Source ANRH

d. Qualité des eaux de la retenue de Beni Haroun :

L'ANRH a commencé à contrôler la qualité des eaux au niveau de la retenue de Beni Haroun (Nouvelle station dans la retenue) en 2003.

D'après ces résultats d'analyses, il ressort que :

- La salinité est 1.0 g/l
 - La conductivité électrique EC est de 1.37 mS/cm,
 - Le SAR est égal à 2.4
- } → **Un risque léger de salinité**
- **Le risque d'alcalinisation est nul**
- Le pH est situé entre 6.5 et 8,4
- **Le pH dans la gamme normale**
- La concentration en ions Chlorure :4.6 meq/l
 - La concentration en ions sodium :5.3 meq/l.
- } → **Toxicité légère à modérée**

Les eaux du barrage Béni Haroun peuvent donc être considérées bonnes pour l'irrigation et peuvent être utilisées sans restriction.

e. Qualité des eaux de la retenue de Koudiat Medaouar :

L'ANRH a commencé à contrôler la qualité des eaux de cette nouvelle retenue en 2004, quelques mois après la mise en eau du barrage. Les résultats de ces analyses montrent que :

- La salinité est 0,6 g/l
 - La conductivité électrique EC est de 0,9 mS/cm,
 - Le SAR est égal à 1,1
- } → **Un risque léger de salinité**
- **Le risque d'alcalinisation est**
- Le pH est situé entre 7,6 et 8,1
- **Le pH dans la gamme normale**
- La concentration en ions Chlorure :1,4 meq/l.
 - La concentration en ions sodium :2,2 meq/l.
- } → **Toxicité légère à modérée**

Les eaux de la retenue de Koudiat Medaouar ont un risque léger de salinité mais avec une porosité importante et une dose de précipitation, la concentration des sels va diminuer, donc on n'a pas besoin d'une dose de lessivage, ces eaux considérées de bonne qualité pour l'irrigation

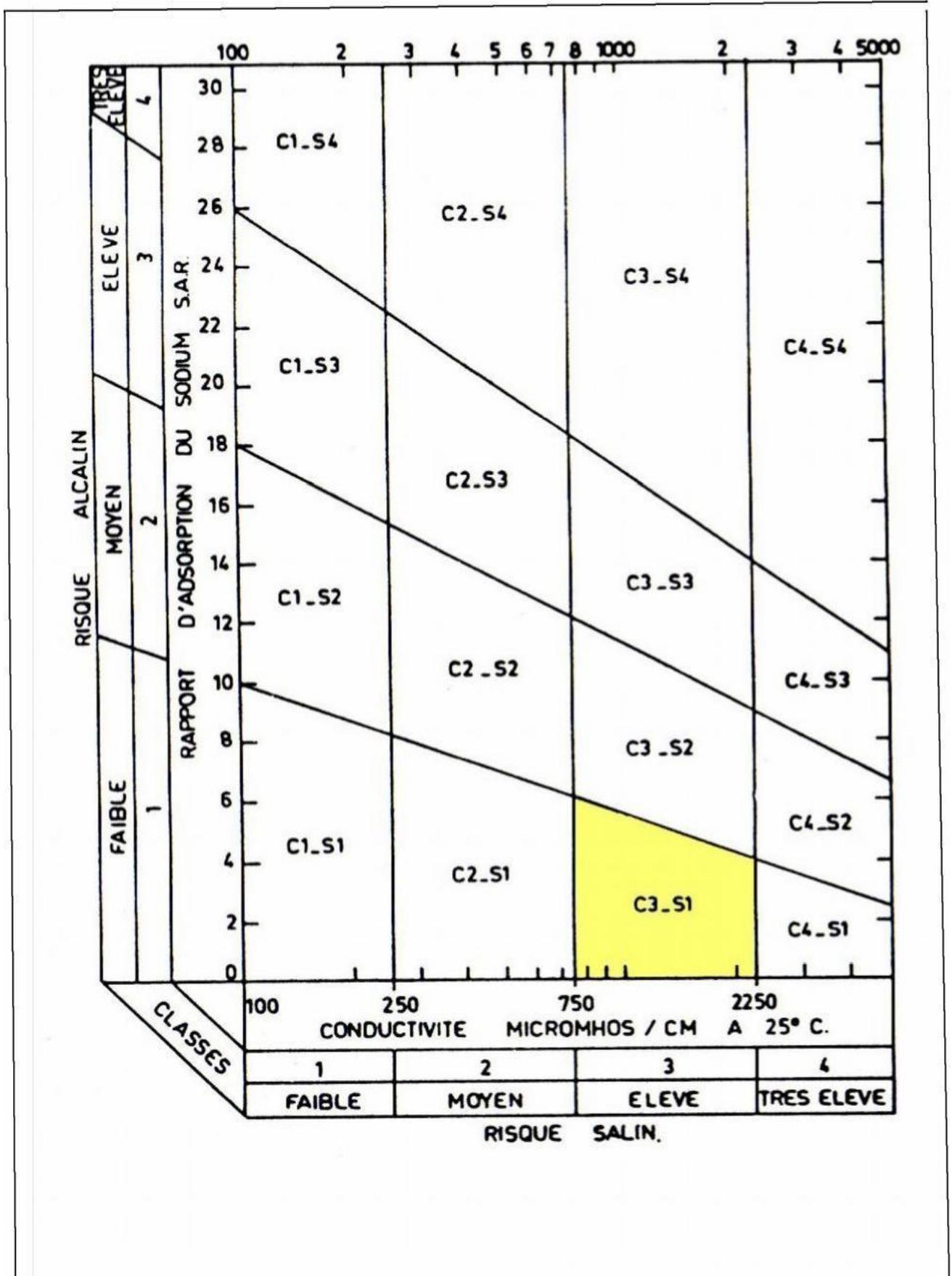


Figure.I.12 : Diagramme Riverside

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté :

- ✚ Les principales caractéristiques hydrologiques du périmètre d'étude et estimé les pluies mensuelles de l'année de calcul qui seront la base de dimensionnement de notre périmètre d'irrigation, l'étude montre que :
 - Le climat de la région est un climat SEMI ARIDE.
 - L'irrigation est indispensable à partir de mois d'Avril jusqu'au mois de Septembre.

- ✚ L'étude pédologique de notre périmètre et on a montré que :
 - Le sol du ce périmètre irrigué est apte à convenir aux cultures en irrigué.

- ✚ L'analyse de la qualité des eaux des barrages BNI HAROUN et KOUDIAT MEDAOUR, on a montré que :
 - L'eau de la source de barrage KOUDIAT MEDAOUR est de très bonne qualité, donc elle peut être utilisée pour l'irrigation.

Introduction :

L'estimation des besoins en eau du périmètre irrigué constitue une étape cruciale dans les études d'aménagement hydro agricole. Cette étude tient compte des informations de base telle que les conditions climatiques, cultures envisageables, potentialités des sols, l'eau disponible, fertilité des sols, pratique culturale et méthodes d'irrigation.

II.1. Choix des cultures à mettre en place de la région d'études :

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

- a. Les conditions climatiques de la région étudiée.
- b. L'aptitude culturale des sols, basée sur l'étude pédologique.
- c. La qualité et la disponibilité de l'eau d'irrigation.

D'après les résultats de l'étude climatologique et pédologique ainsi que la disponibilité des eaux d'irrigation de la bonne qualité, les cultures à mettre en place sont :

- **La céréaliculture :** Blé.
- **Les cultures maraîchères :** Pomme de terre, l'ail, Tomate, Petit pois, oignon.
- **Les cultures fourragères :** orge verte, Vesce- Avoine.
- **L'arboriculture :** Olivier.

II.2. Besoin en eau du périmètre :**II.2.1. Évapotranspiration potentielle de référence (ET_o) :**

C'est l'ensemble des pertes en eau d'une culture de référence (gazon) couvrant totalement le terrain, ayant une hauteur uniforme de quelques centimètres, a son stade de développement végétatif maximal et suffisamment pourvue en eau.

Pour obtenir l'évapotranspiration de référence on utilise des méthodes basées sur des variables climatiques, parmi ces méthodes :

- Méthodes du empiriques
- Méthodes des stations expérimentales
- Méthodes directes de l'évaporation
- Méthodes lisymètre

Concernant les méthodes empiriques, il existe des formules de calcul qui sont :

- Penman
- Thornthwaite
- Penman- Monteith modifiée.

- Turc
- Blaney – Cridle

La formule de Penman est la meilleure manière d'estimation de l'ETP sous tous les climats. Son seul inconvénient est qu'elle nécessite un nombre important d'informations climatiques, rarement toutes disponibles sur une même station.

La formule de Mr Penman et Monteith modifiée se présentant comme suit :

$$ET_o = C \times [w \times R_n + (1 - w) \times F(u) \times (e_a - e_d)]$$

- C : facteur de correction pour compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.
- ET_o : représente l'évapotranspiration de référence, exprimée en mm / jour.
- w : facteur de pondération rendant compte de l'effet de rayonnement à différente température et altitude.
- R_n : rayonnement net d'évaporation équivalente exprimé en mm/ j
- F(u) : fonction liée au vent.
- e_a : tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, en millibars. e_d: tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimée en millibars.
- (e_a - e_d): constitue le facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

Le calcul de l'évapotranspiration de référence de notre étude a été effectué à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0, fondé sur la méthode de Mr Penman et Monteith.

Pour exploiter logiciel, nous devons fournir les données climatiques mensuelles de la station météorologique à savoir :

- Les températures min et max en degré Celsius.
- L'humidité relative de l'air exprimé en (%).
- L'insolation journalière en heure, et la vitesse du vent en m /s.

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ET_o calculés à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0 sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau.II.1 : Evapotranspiration de référence de la zone de projet selon Penman&Monteith

Mois	Temp Min	Temp Max	Humi- dité	Vent	Insolation	Ray,	ET ₀	ET ₀
	°C	°C	%	m/s	Heures	MJ/m ² /jour	mm/jour	mm/mois
Janvier	1	12,3	74	3	5,9	10	1,5	45
Février	3	13,6	67	3,4	5,7	11,9	2,12	63,6
Mars	2,9	17,7	63	3,6	7	16,2	3,14	94,2
Avril	6,2	20,9	60	4,1	7,8	19,8	4,22	126,6
Mai	10,7	26,5	56	3,8	9,1	23,1	5,58	167,4
Juin	14,9	32,3	47	3,9	10,3	25,3	7,4	222
Juillet	17,5	36	39	3,9	11,6	26,9	8,75	262,5
Août	17,7	35,1	44	3,8	10,7	24,3	7,94	238,2
Septembre	14,1	29	56	3,4	8,7	19,2	5,37	161,1
Octobre	10,1	24,3	61	3,2	7,5	14,7	3,76	112,8
Novembre	4,6	16,7	67	3,5	6,3	10,8	2,35	70,5
Décembre	1,4	12,4	74	3,3	5,8	9,2	1,51	45,3

Observation :

D'après l'analyse du tableau ci-dessus nous indique que les valeurs d'ET₀ sont variées d'un Mois à un autre durant la période de 1996 -2016 (20ans). Elle nous montre que la valeur mensuelle maximale de l'évaporation est enregistrée au mois de **Juillet** avec **262.5 mm** et la valeur mensuelle minimale est enregistrée au mois de **Janvier** avec **45 mm**.

II.2.2. Pluie efficace (Peff) :

Les précipitations ne profitent pas totalement à la zone racinaire. Il faut tenir compte des éléments suivantes :

- Les très fortes pluies à caractère orageux peuvent conduire à un ruissellement important. La fraction ruisselée dépend de la durée et de l'intensité de la précipitation, de la topographie, de la couverture végétale, de la conductivité hydraulique du sol, de l'état d'humidité initial etc.
- Les pluies trop faibles (inferieures a 5 ou 10 mm) ne contribuent guère à réapprovisionner la réserve en eau du sol, car elles ne pénètrent que très peu.
- Les pluies de longue durée peuvent amener le sol a une humidité supérieure à la capacité de rétention si bien qu'une partie est perdue par percolation en dessous de la zone racinaire.

Plusieurs méthodes permettent de calculer ces pluies efficaces, mais ici nous retenons la méthode de pourcentage détaillée comme suit :

$$P_{\text{eff}} = P_{P\%} \times 0.8$$

Avec :

- P_{eff} : pluie mensuelle efficace en (mm/mois).
- P_{P%} : pluie mensuelle de probabilité 80% en (mm/mois).

Tableau.II.2 : Calcul des pluies efficaces pour chaque mois en mm

Mois	Jan	fév	Mars	Avril	Mai	Jun	juil	Aout	Sept	Oct	nov	déc
P_{sec80%}	23,43	16,82	19,8	27,3	34,5	11,8	4,75	12,56	30	17,25	22,36	27,05
P_{eff}	18,74	13,45	15,9	21,8	27,6	9,48	3,8	10,04	24	13,8	17,88	21,64

II.2.3. Calcul des besoins en eau d’irrigation des cultures :

Les besoins en eau des cultures sont calculés par la formule suivante :

$$B = ETM - (P_{eff} + RFU)$$

Tell que :

- B : besoin en eau d’irrigation (mm).
- P_{eff} : est la pluie efficace.
- E.T.M : évapotranspiration (mm /mois).

Tell que :

$$ETM = K_c * ET_0$$

Avec :

- ET₀ : l’évapotranspiration de référence.
 - K_c : coefficient cultural.
 - RFU : Réserve facilement utilisable qui représe
- $$RFU = (H_{cc} - H_{pf}) Y.Da.Z$$

Avec :

- H_{cc} : humidité à la capacité au champ ;
- H_{pf} : humidité au point de flétrissement ;
- Y : degré de tarissement $Y = 2/3$;
- Da : densité apparente ;
- Z : profondeur d’enracinement mm ;

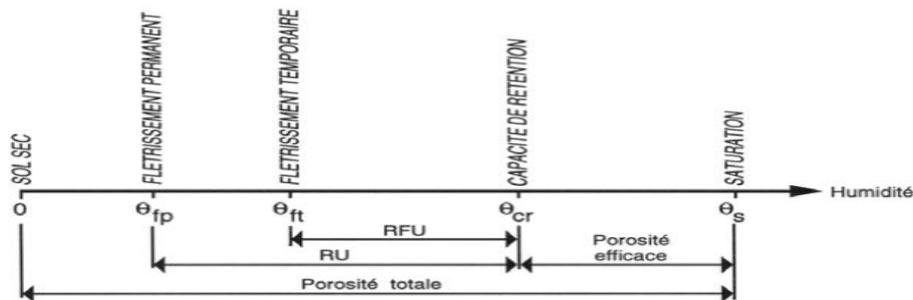


Figure.II.1 : Diagramme de réserve d'eau dans le sol à partir de L'humidité de sol

Texture	Humidités pondérales en % du poids sec			Réserve utile volumétrique en mm/m
	à la rétention HCC	du flétrissement HPF	disponible HCC-HPF	
Sableuse	9 (6 à 12)*	4 (2 à 6)*	5 (4 à 6)*	85 (70 à 100)*
Sablo-limoneuse	14 (10 à 18)	6 (4 à 8)	8 (6 à 10)	120 (90 à 150)
Limoneuse	22 (18 à 26)	10 (8 à 12)	12 (10 à 14)	170 (140 à 190)
Limono-argileuse	27 (25 à 31)	13 (11 à 15)	14 (12 à 16)	190 (170 à 220)
Argilo-limoneuse	31 (27 à 35)	15 (13 à 17)	16 (14 à 18)	210 (180 à 230)
Argileuse	35 (31 à 39)	17 (15 à 19)	18 (16 à 20)	230 (220 à 250)

Figure.II.2 : Caractéristique hydrique de quelque sol

Observation :

- Dans notre zone la texture est variée entre argilo-limoneuse et argileuse donc on prend la valeur de **(HCC-HPF) = 17 %**
- Et d'après les analyses des profils la densité apparente de notre sol est entre 1.283 et 1.691 g/cm³ donc on prend **Da = 1.48 g/cm³**

Tableau.II.3 : Coefficients culturaux avec le calendrier de chaque culture

Culture	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Blé	0.00	0.00	0,4	0,7	0,85	0,95	1,15	1,15	0,6	0.00	0.00	0.00
Tomates	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.80	1.05	0.75	0.00	0.00
Pomme de terre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.95	0.95	0.70	0.50	0.00	0.00
Oignon	1.05	0.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.7	0.75	1.05
L'ail	0.6	0.7	0.75	1.0	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Petit pois	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0,95	1,2	1,4	1,4	1,5
Vesce avoine	0.00	0,6	0.9	1.00	0.95	0.8	0.8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Orge en vert	0.00	0,75	0,85	1.05	0.9	0.75	0.6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Olivier	0.70	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.75	0.75	0.75	0.75

Source : livre (Réponse des rendements à l'eau).

II.2.4. Détermination des besoins bruts :

- Estimation des besoins en eau des céréales :

Tableau.II.4 : Besoins d'irrigation du Blé

Blé	Mois	Janv	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Octobre	Nov	Décembre
	ET0 (mm/j)	1,5	2,12	3,14	4,22	5,58	7,4	8,75	7,94	5,37	3,76	2,35	1,51
	Kc	0,85	0,95	1,15	1,15	0,6	0	0	0	0	0	0,4	0,7
	ETM (mm/j)	1,275	2,014	3,611	4,853	3,348	0	0	0	0	0	0,94	1,057
	Peff (mm/mois)	18,74	13,45	15,9	21,86	27,6	9,48	3,8	10,04	24	13,8	17,88	21,64
	Z (m)	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0	0	0	0	0	0.2	0.3
	RFU (mm/mois)	27,40	27,40	32,88	32,88	32,88	0	0	0	0	0	10,96	24,91
	B (mm/mois)	-5,40	19,57	65,03	90,85	39,96	0	0	0	0	0	10,32	-0,89

- Estimation des besoins en eau des cultures fourragères :

Tableau.II.5 : Besoins d'irrigation de l'Orge en vert

Orge en vert	Mois	Janv	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Octobre	Nov	Décembre
	ET0 (mm/j)	1,5	2,12	3,14	4,22	5,58	7,4	8,75	7,94	5,37	3,76	2,35	1,51
	Kc	0,9	0,75	0,6	0	0	0	0	0	0	0,75	0,85	1,05
	ETM (mm/j)	1,35	1,59	1,884	0	0	0	0	0	0	2,82	1,9975	1,5855
	Peff (mm/mois)	18,74	13,45	15,9	21,86	27,6	9,48	3,8	10,04	24	13,8	17,88	21,64
	Z (m)	0.5	0.6	0.6	0	0	0	0	0	0	0.3	0.3	0.4
	RFU (mm/mois)	41,51	49,82	32,88	0	0	0	0	0	0	16,44	29,89	21,92
B (mm/mois)	-0,16	-7,26	-9,20	0	0	0	0	0	0	70,80	25,61	-3,97	

Tableau.II.6 : Besoins d'irrigation du Vesce avoine

Vesce avoine	Mois	Janv	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Octobre	Nov	Décembre
	ET0 (mm/j)	1,5	2,12	3,14	4,22	5,58	7,4	8,75	7,94	5,37	3,76	2,35	1,51
	Kc	0,95	0,8	0,8	0	0	0	0	0	0	0,6	0,9	1,00
	ETM (mm/j)	1,425	1,696	2,512	0	0	0	0	0	0	2,256	2,115	1,51
	Peff (mm/mois)	18,74	13,45	15,9	21,86	27,6	9,48	3,8	10,04	24	13,8	17,88	21,64
	Z (m)	0,5	0,6	0,6	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	0,4
	RFU (mm/mois)	41,51	32,88	32,88	0	0	0	0	0	0	16,44	24,91	33,21
	B (mm/mois)	-9,20	-4,08	26,58	0	0	0	0	0	0	53,88	29,13	-1,25

- **Estimation des besoins en eau des cultures maraichères :**

Tableau.II.7 : Besoins d'irrigation du L'ail

L'ail	Mois	Janv	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Octobre	Nov	Décembre
	ET0 (mm/j)	1,5	2,12	3,14	4,22	5,58	7,4	8,75	7,94	5,37	3,76	2,35	1,51
	Kc	0,6	0,7	0,75	1,0	1,05	0	0	0	0	0	0	0
	ETM (mm/j)	0,9	1,484	2,355	4,22	5,859	0	0	0	0	0	0	0
	Peff (mm/mois)	18,74	13,45	15,9	21,86	27,6	9,48	3,8	10,04	24	13,8	17,88	21,64
	Z (m)	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0	0	0	0	0	0	0
	RFU (mm/mois)	10,96	10,96	16,44	16,44	16,44	0	0	0	0	0	0	0

Tableau.II.8 : Besoins d'irrigation du Tomates

Tomates	Mois	Janv	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Octobre	Nov	Décembre
	ET0 (mm/j)	1,5	2,12	3,14	4,22	5,58	7,4	8,75	7,94	5,37	3,76	2,35	1,51
	Kc	0	0	0.50	0.80	1.05	0.75	0	0	0	0	0	0
	ETM (mm/j)	0	0	1,57	3,376	5,859	5,55	0	0	0	0	0	0
	Peff (mm/mois)	18,74	13,45	15,9	21,86	27,6	9,48	3,8	10,04	24	13,8	17,88	21,64
	Z (m)	0	0	0.3	0.4	0.5	0.6	0	0	0	0	0	0
	RFU (mm/mois)	0	0	16,44	21,92	27,40	0	0	0	0	0	0	0
	B (mm/mois)	0	0	31,20	62,98	126,25	129,62	0	0	0	0	0	0

Tableau.II.9 : Besoins d'irrigation du Pomme de terre

Pomme de terre	Mois	Janv	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Octobre	Nov	Décembre
	ET0 (mm/j)	1,5	2,12	3,14	4,22	5,58	7,4	8,75	7,94	5,37	3,76	2,35	1,51
	Kc	0	0.75	0.95	0.95	0.70	0.50	0	0	0	0	0	0
	ETM (mm/j)	0	1,59	2,983	4,009	3,906	3,7	0	0	0	0	0	0
	Peff (mm/mois)	18,74	13,45	15,9	21,86	27,6	9,48	3,8	10,04	24	13,8	17,88	21,64
	Z (m)	0	0.45	0.5	0.55	0.6	0.6	0	0	0	0	0	0
	RFU (mm/mois)	0	24,66	27,40	30,14	32,88	0	0	0	0	0	0	0
	B (mm/mois)	0	34,25	39,34	59,07	30,51	71,01	0	0	0	0	0	0

Tableau.II.10 : Besoins d'irrigation de l'Oignon

Oignon	Mois	Janv	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Octobre	Nov	Décembre
	ET0 (mm/j)	1,5	2,12	3,14	4,22	5,58	7,4	8,75	7,94	5,37	3,76	2,35	1,51
	Kc	1.05	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0.7	0.75	1.05
	ETM (mm/j)	1,575	1,908	0	0	0	0	0	0	0	2,632	1,7625	1,5855
	Peff (mm/mois)	18,74	13,45	15,9	21,86	27,6	9,48	3,8	10,04	24	13,8	17,88	21,64
	Z (m)	0.5	05	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.4	0.45
	RFU (mm/mois)	27,40	273,99	0	0	0	0	0	0	0	16,44	21,92	37,36
	B (mm/mois)	-8,85	16,39	0	0	0	0	0	0	0	65,16	18,56	-7,29

Tableau.II.11 : Besoins d'irrigation du Petit pois

Petit pois	Mois	Janv	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Octobre	Nov	Décembre
	ET0 (mm/j)	1,5	2,12	3,14	4,22	5,58	7,4	8,75	7,94	5,37	3,76	2,35	1,51
	Kc	0	0	0	0	0	0	0	0,95	1,2	1,4	1,4	1,5
	ETM (mm/j)	0	0	0	0	0	0	0	7,543	6,444	5,264	3,29	2,265
	Peff (mm/mois)	18,74	13,45	15,9	21,86	27,6	9,48	3,8	10,04	24	13,8	17,88	21,64
	Z (m)	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6
	RFU (mm/mois)	0	0	0	0	0	0	0	16,44	21,92	27,40	32,88	32,88
	B (mm/mois)	0	0	0	0	0	0	0	216,25	152,88	122,20	53,42	13,43

- **Estimation des besoins en eau de L'arboriculture :**

Tableau.II.12 : Besoins d'irrigation de l'Olivier

Olivier	Mois	Janv	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Octobre	Nov	Décembre
	ET0 (mm/j)	1,5	2,12	3,14	4,22	5,58	7,4	8,75	7,94	5,37	3,76	2,35	1,51
	Kc	0.65	0.65	0.65	0.65	0.75	0.75	0.75	0.75	0.70	0.65	0.65	0.65
	ETM (mm/j)	0,975	1,378	2,041	2,743	4,185	5,55	6,5625	5,955	3,759	2,444	1,5275	0,9815
	Peff (mm/mois)	18,74	13,45	15,9	21,86	27,6	9,48	3,8	10,04	24	13,8	17,88	21,64
	Z (m)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	RFU (mm/mois)	65,76	65,76	65,76	65,76	65,76	0	0	0	0	65,76	65,76	65,76
	B (mm/mois)	-55,25	-37,87	-20,43	-5,33	-1,68	91,26	193,08	168,61	88,77	59,52	-37,81	-57,95

Remarque :

Pour le **Z** de chaque culture on a pris comme référence le livre (**Réponse des rendements à l'eau**).

Tableau.II.13 : Besoins d'irrigation totaux des cultures

	Besoins mensuel (mm)												
Culture	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Totale
Blé		19,57	65,03	90,85	39,96						10,32		225,73
Orge en vert										70,80	25,61		96,41
Tomates			31,20	62,98	126,25	129,62							350,05
Pomme de terre		34,25	39,34	59,07	30,51	71,01							234,18
Oignon		16,39								65,16	18,56		100,11
Petit pois								216,25	152,88	122,20	53,42	13,43	558,18
Vesce avoine			26,58							53,88	29,13		109,59
L'ail		20,11	43,79	88,30	131,73								283,93
Olivier						91,26	193,08	168,61	88,77	59,52			601,24
Totale	0	90,32	205,94	301,2	328,45	291,89	193,08	384,86	241,65	371,56	137,04	13,43	2559,42

II.2.5. Détermination des besoins bruts :**a. Calcul du débit fictif continu du mois de pointe (Aout) :**

Pour le dimensionnement du réseau de distribution, le débit fictif continu que doit assurer le réseau est de :

$$q \equiv \frac{B_{net} \times 10^3}{3600 \times E \times D \times j} \quad \longrightarrow \quad q = \frac{384,86 \cdot 10^4}{3600 \times 0,75 \times 24 \times 31} = \mathbf{1.91 \text{ l/s/ha}}$$

- q : le débit fictif continu du réseau de distribution.
- B_{net} : les besoins en eau des cultures du mois de pointe, c'est le déficit agricole du mois d'Aout exprimé en m^3 .
- E : l'efficience moyenne d'irrigation (75%).
- D : nombre d'heures de fonctionnement par jour (le réseau fonctionne 24^h/24 en période de pointe).
- J : nombre de jours de fonctionnement par mois (le réseau fonctionne en continu pendant la période critique)

Le débit spécifique calculé est très important, il est de **1.91 l/s/ha**, ce débit dépasse les normes (1.5 l/s/ha), ce qui risque d'aboutir à un surdimensionnement.

Dans ce cas, on a deux méthodes pour estimer le débit spécifique :

1. -Prendre la moyenne des débits spécifiques de l'ensemble des cultures ;
2. -Prendre en considération le débit spécifique de la culture la plus exigeante ;

b. Calcul du débit fictif continu de la culture la plus exigeante :

Parmi toutes ces cultures on a constaté qu'au mois d'Aout, qui est le mois de pointe, la culture la plus exigeante est le petit-pois donc le débit sera de :

$$q \equiv \frac{B_{net} \times 10^3}{3600 \times E \times D \times j} \quad \longrightarrow \quad q = \frac{216,25 \times 10^4}{3600 \times 0,75 \times 24 \times 31} = \mathbf{1.07 \text{ l/s/ha}}$$

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons abordé deux objectifs

1. Le calcul des besoins en eau des cultures pour le mois de pointe et pour l'ensemble de l'année pour le but d'assurer une bonne gestion et répartition de l'eau à travers l'ensemble du périmètre

Pour l'élaboration des arrosages, il faudra suivre un planning quotidien des irrigations pour diminuer la demande en eau et satisfaire l'ensemble des besoins en eau des cultures.

2. Le calcul de débit spécifique pour le but de dimensionner la conduite d'irrigation
3. Le calcul des volumes d'eau d'irrigation nécessaires du périmètre pour le but d'assurer la disponibilité annuelle de ces eaux, qui permettra aux agriculteurs de d'intensifier et de diversifier leurs cultures.

Introduction :

L'irrigation dans les systèmes de culture agricoles étant le secteur le plus important en termes de gestion et d'utilisation de l'eau. La nécessité de régulariser les rendements d'accroissement des plantes exige la bonne gestion de l'eau.

Dans ce chapitre on va étudier les différentes techniques d'irrigation qui ont le but d'augmenter le rendement avec une minimum consommation des eaux puis on va choisir la technique qui correspond avec les caractéristiques de notre périmètre.

III.1. Choix de la technique d'irrigation :

Le choix d'un système rationnel d'arrosage pratiquement utilisable et économique doit tenir compte de nombreux facteurs :

- **Type de sol** : en matière d'infiltration et de capacité de rétention du sol (caractéristiques hydrodynamiques du sol).
- **Le relief** : car plus la pente du terrain naturel est importante, plus les systèmes classiques d'arrosage de surface sont à éviter.
- **Type de culture** : Il faut adopter différents modes d'irrigation aux différents types de cultures.
- **La maîtrise de la technique** : Un système approprié doit être connu et éventuellement, déjà pratiqué par l'exploitant.
- **Le coût de l'installation** : Un système fort coûteux est généralement déconseillé en cas d'irrigation d'appoint et il n'est rentable que pour des cultures hautement productives.

III.2. Irrigation par aspersion :

Avec l'aspersion, l'eau d'irrigation est amenée aux plantes sous forme de pluie artificielle, grâce à l'utilisation d'appareils d'aspersion alimentés en eau sous pression.

Le nombre de rampes et d'asperseurs approvisionnés permettra d'arroser une certaine portion de la parcelle, ce qui constitue une position ou un poste.

Les dispositions en carré sont les plus courantes, avec une distance maximale de $R\sqrt{2}$ entre deux arroseurs voisins (R étant la portée du jet). Les dispositions en triangle sont parfois adoptées, avec une distance maximale de $R\sqrt{3}$ entre arroseurs voisins.

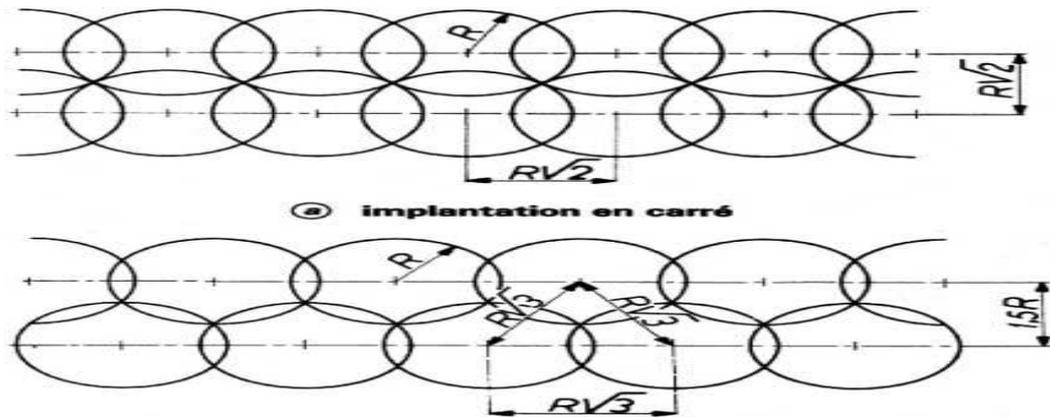


Figure.III.1 : Implantation des arroseurs

III.2.1. Les différents types d'installations par aspersion :

III.2.1.1 : Arroseurs à poste fixe, à basse et moyenne pressions :

Les arroseurs à basse et moyenne pressions (1,5 à 4 bar) constituent le matériel le plus ancien et le plus courant. Leur rusticité et la modicité de leur prix en ont garanti le succès et le perpétuent. Leur principe de fonctionnement est bien connu : un jet contrôlé par une buse calibrée tourne par à-coups sous l'effet d'impulsions réglées par un balancier à ressort. Une deuxième buse, opposée à la première et de caractéristiques différentes, est parfois adjointe à la première et améliore l'uniformité de l'arrosage.

Dans le cadre des asperseurs à basse et moyenne pressions, la diversité du matériel proposé permet de couvrir une gamme importante de conditions de fonctionnement :

- Débit des asperseurs : 0,6 à 6 m³/h ;
 - Écartement d'implantation des asperseurs : 6 à 24 m ;
 - Pluviométrie d'arrosage : 4 à 20 mm/h.

III.2.1.2 : Arroseurs à poste fixe, à haute pression :

Les canons d'arrosage fonctionnent à haute pression (4 à 6 bar) et permettent d'obtenir des portées importantes. Les plus petits modèles permettent des implantations à des écartements de **36 à 42 m**, avec des pressions de fonctionnement d'environ 4 bar. Les débits délivrés sont de l'ordre de **15 à 30 m³/h**, avec des pluviométries d'arrosage assez élevées : **8 à 14 mm/h**.

Les canons plus importants fonctionnant à haute pression (5 à 6 bar) permettent d'obtenir des écartements variant couramment entre **63 et 90 m**. Les pluviométries obtenues sont importantes (**10 à 20 mm/h**), de même que les débits délivrés (**35 à 100 m³/h**).

Ces appareils sont montés sur un support ou sur une petite remorque qui facilite le déplacement de poste à poste.

III.2.1.3 : Arroseurs automoteurs (enrouleurs) :

Alors que les dispositifs présentés jusqu'ici fonctionnent à poste fixe, la quasi-totalité des arroseurs automoteurs assure un arrosage en bande avec déplacement continu de l'arroseur.

Les arroseurs automoteurs, plus connus sous le nom d'enrouleurs, se composent de trois éléments :

- L'arroseur proprement dit ; il s'agit d'un canon d'arrosage ou d'une rampe d'arrosage ;
- La *canalisation souple* d'alimentation de l'arroseur ; sa longueur est de l'ordre de **120 à 440 m**, avec un diamètre variable de **44 à 125 mm** ; elle peut être réalisée en polyéthylène (avec enroulement sur tambour) ou en caoutchouc renforcé (et elle suivra l'arroseur sur le sol) ;
- L'organe *de traction* de l'arroseur.

III.2.1.4 : Rampes géantes automotrices (pivots, rampes frontales) :

Avec les rampes géantes automotrices, c'est un nouveau bond en avant qui est franchi dans l'importance des surfaces susceptibles d'être arrosées par un seul appareil sans intervention manuelle ; elles permettent, en effet, d'arroser jusqu'à 150 ha.

Le système le plus connu est le **pivot**. Il se compose d'une rampe en élévation, supportée tous les **30 à 70 m** par des tours motrices à entraînement hydraulique. La rampe tourne autour d'un pivot qui est le point d'alimentation en eau de l'appareil. Elle est équipée d'asperseurs dont l'espacement et les buses sont calculés de manière à assurer une pluviométrie uniforme sur toute la surface arrosée.

La longueur de la rampe peut atteindre **800 m**. Elle s'adapte facilement à une topographie vallonnée.



Figure.III.2 : Arroseurs à poste fixe



Figure.III.3 : Arrosage par enrouleur



Figure.III.4 : Arrosage par pivot

III.2.2. Avantages :

- Technique adaptée à tout type de sol.
- Possibilité de lutte anti-gel.
- Pas de pertes d'eau dans les conduites de transport.
- Nécessite moins de mains d'œuvres.
- Provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie.
- Ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface à irriguer.
- Possibilité d'automatisation du système d'irrigation.
- Apport d'engrais liquides avec une bonne répartition.

III.2.3. Inconvénients :

- Besoins énergétiques importants en cas de pompage.
- Technique plus récente, nécessite des compétences multiples.
- Favorise le développement des mauvaises herbes.
- En cas d'utilisation des eaux salées, il y'aura danger pour le feuillage.
- Tassement du sol par suite de la formation d'une croûte.
- Coût élevé (prix d'achat du matériel très important).

III.3. Irrigation localisée :

Cette technique consiste à apporter l'eau sur une partie seulement du sol, celle occupée par les racines des végétaux. L'application d'eau se fait à faible débit et à intervalles fréquents.

Le système dit par « **goutte à goutte** » est le plus utilisé.

Les goutteurs délivrent ponctuellement de petits débits (**2 à 12 L / h**) sous une pression de l'ordre de **1 bar**. Ils sont montés à de faibles espacements sur des tuyaux souples constituant les rampes d'arrosage posées sur le sol le long des rangs de la culture. Les débits délivrés s'infiltreront immédiatement.

III.3.1. Composition d'une installation goutte à goutte :

a. Source d'eau

La source d'eau est soit une borne d'un réseau collective sous-pression, soit une station de pompage.

b. Installation de tête

L'équipement de tête est chargé de mesurer ou de régulariser le débit ou la pression et d'améliorer la qualité physique de l'eau par filtration (filtre à sable ou à gravier) et en plus la qualité chimique par incorporation d'éléments fertilisants, l'installation comprend :

- unité de filtration
- injection d'engrais
- matériel divers (vanne d'arrêt, régulateur de pressions, limiteur de débit, compteur d'eau, conduits secondaires et tertiaires)



Figure.III.5 : Filtre à sable



Figure.III.6 : Injecteur d'engrais

c. Canalisation :

1. **Conduite principale** : c'est la conduite qui relie entre le point de fourniture d'eau et les divers porte-rampes. Elle peut être en PVC rigide ou en acier galvanisé comme en irrigation par aspersion.
2. **Le porte-rampes** : c'est la conduite secondaire qui alimentent les rampes d'une seule coté ou des deux côtés. Ils peuvent être en polyéthylène moyenne densité (PE), soit en chlorure de polyvinyle rigide (PVC).
3. **Les rampes** : c'est la conduite tertiaire qui généralement en PEBD (polyéthylène basse densité), et sont équipés de distributeurs. Les distributeurs y sont fixés avec un espacement prédéterminé.

- d. **Les distributeurs** : en irrigation localisée, le choix des distributeurs est important car ils sont constitués la partie essentielle de l'installation.

On peut distinguer 3 types des distributeurs :

- **Irrigation localisée par goutteurs** : Les goutteurs délivrent ponctuellement de petits débits (2 à 12 L / h) sous une pression de l'ordre de 1 bar. Ils sont montés à de faibles espacements sur des tuyaux souples constituant les rampes d'arrosage posées sur le sol le long des rangs de la culture. Les débits délivrés s'infiltrent immédiatement.
- **Irrigation localisée par rampes perforées** : la paroi à structure poreuse laisse passer l'eau, ils sont généralement enterrés. L'eau est délivrée à chaque bief par

l'intermédiaire d'un ajutage calibré et pouvant être choisi dans une gamme de diamètres normalisés (1,2 à 2,1 mm).

- **Irrigation localisée par micro-aspersion** : Il s'agit d'utiliser des mini-diffuseurs (microjets, microasperseurs, etc.) montés sur des tuyaux souples installés le long des rangs de culture, mais non posés sur le sol. Les débits délivrés ponctuellement sont plus importants qu'avec des goutteurs puisqu'ils sont, ainsi, souvent de 20 à 30 L /h pour les microjets.

Cette technique connaît un essor important en arboriculture.



Figure.III.7 : Irrigation localisée par goutteurs



Figure.III.8 : Irrigation par micro-aspersion



Figure.III.9 : Irrigation localisée par rampes perforées

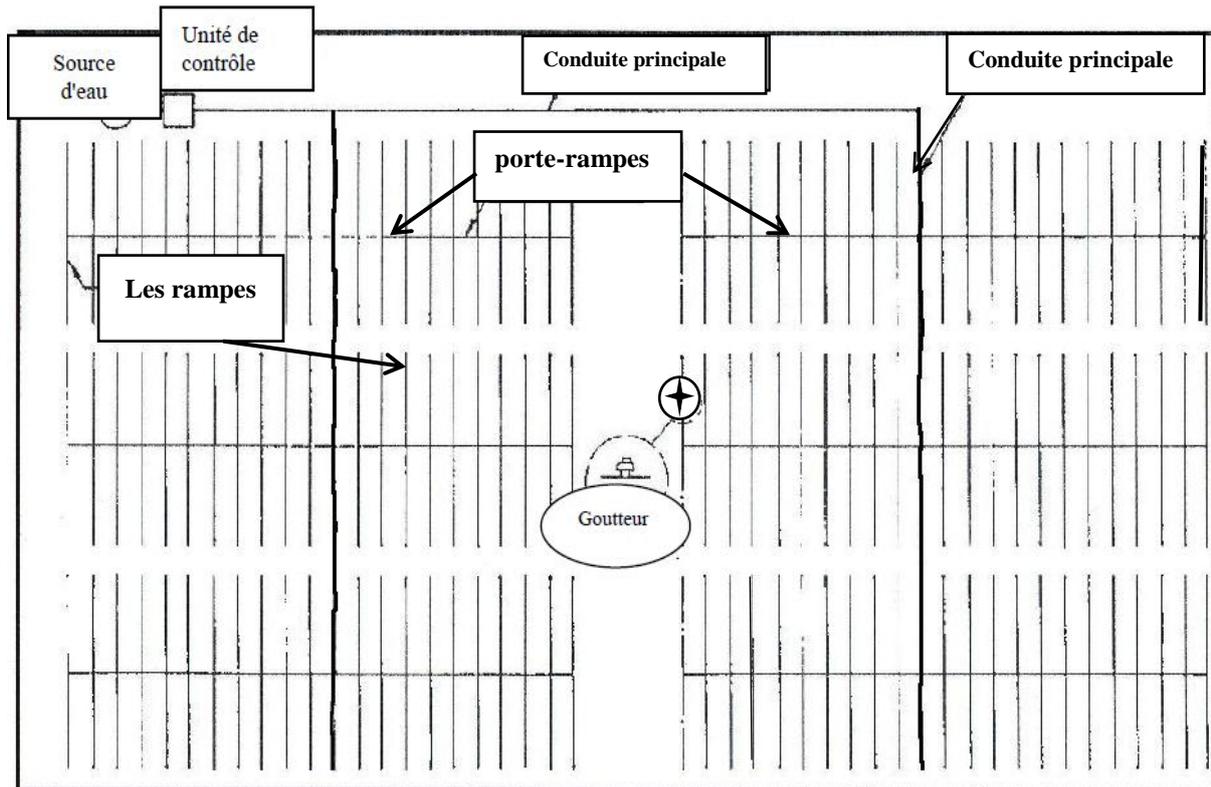


Figure.III.10 : Réseau d'irrigation localisée

III.3.2. Avantages :

- L'économie en eau 50 à 70% par rapport au gravitaire et 30% par rapport à l'aspersion.
- Réduction de la croissance des mauvaises herbes
- Utilisation optimale des engrais, et Réduction de l'évaporation d'eau
- Economie de main-d'œuvre avec une Possibilité d'automatisation.
- Possibilité d'exploitation des terrains à topographie et configuration irrégulières.

Ex : Sol a vitesse de filtration de 02 à 05 mm/h ou des terrains à pente très élevée

- L'augmentation du rendement de l'ordre de 20 à 40%, et une amélioration de la qualité des produits.

III.3.3. Inconvénients :

- Le risque de colmatage du distributeur.
- Le coût d'installation d'équipement et de matériel d'irrigation est plus élevé.
- Apte seulement pour les cultures en ligne (arboricoles et maraîchères).
- Le risque d'un dessèchement rapide des plantes en cas d'arrêt spontané et prolongé de l'apport d'eau.

Conclusion :

Le choix de technique d'irrigation est considéré comme un facteur très important pour l'économie des eaux d'irrigation, et suivant les conditions de notre périmètre telles que le type du sol, le relief, le type de la culture et le coût d'installation on a opté pour 2 techniques qui s'adaptent avec nos conditions :

- L'irrigation par aspersion pour les céréalicultures.
- L'irrigation par goutte à goutte pour l'arboriculture et les cultures maraichère

Introduction :

Dans ce chapitre on va faire le dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion et par réseau goutte à goutte, en considérant les différents paramètres pour atteindre des rendements optimaux en économisant de l'eau.

Pour ce projet, nous avons choisi l'Olivier comme culture pour dimensionner le réseau goutte à goutte et le blé pour le dimensionnement de l'aspersion.

V.I. Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte :

V.I.1. Données générales :

Nous avons choisi la parcelle **1133-A-12** de surface égale à **6,24 ha** qui sera alimenté par la borne **B1.6**

- Longueur : **445 m**
- Largeur : **140 m**

Culture : **Olivier**

- Espacement entre arbres **Ea: 5 m**
- Espacements entre rangs **Er : 5 m**
- Besoins de pointe **193,08 mm**
- **Caractéristique du goutteur :**
 - Débit nominal **qg: 4l/h**
 - Pression nominale : **10 m.c.e**
 - Espacement des goutteurs : **1 m**
 - Le nombre de goutteurs par arbre : **2**

V.I.2. Choix de distributeur :

L'organe par où l'eau est distribuée aux plantes s'appelle le distributeur. Il représente l'élément sensible qui assure la bonne répartition de l'eau aux plantes.

Il existe plusieurs types de distributeurs, variables selon leur débit et pression, leur fonctionnement et leur fixation sur la rampe :(Goutteurs ; Ajutages ; Diffuseurs ; Micro asperseurs. Capillaires ; Gaines perforées et gaines poreuses).

Pour les goutteurs il existe 2 types : Les goutteurs autorégulant et non autorégulant.

Les goutteurs autorégulant assurent un débit stable malgré les variations de la pression, Et les goutteurs non autorégulant leur débit est proportionnel à la pression. Donc pour l'irrigation de l'olivier on équipe chaque arbre par deux goutteurs autorégulant de débit 4 l/h.

V.I.3. Projection de système d'irrigation localisée sur notre parcelle :

V.I.3.1. Influence du taux de couverture du sol :

Principalement l'irrigation localisée est utilisée pour les cultures en ligne où une partie seulement de la surface est occupée par les plantes ; donc les chiffres des besoins en eau déterminés par les méthodes où toute la surface est considérée à irriguer doivent être multipliés par un coefficient de réduction « **K_r** » dépendant du taux de couverture « **C_s** ».

Le coefficient K_r est donné par plusieurs formules comme :

- La formule de Keller et Karmeli (1974) :

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

- La formule de Freeman et garzoli :

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

- La formule de Decroix (CTGREF) :

$$K_r = 0,1 + C_s$$

Pour notre cas on considère un taux de couverture égale à 60 % (pour les arbres adultes) donc.

❖ K_r= 0,71 selon Keller et Karmeli(1974).

❖ K_r = 0,80selon Freeman et Garzoli.

❖ K_r = 0,70 selon Decroix (CTGREF).

On prend : $K_r = 0.80$

Donc : $Bj = b_{\text{mois}}/30 \longrightarrow Bj = 193.08/30 = 6.43\text{mm/j}$

$$B_{\text{nets}} = Bj \times K_r = 6.43 \times 0.8 = 5.14\text{mm/j}$$

V.I.3.2. Dose nette :

La dose nette correspond à la quantité d'eau que l'agriculteur devra ramener pour combler la réserve facilement utilisable en irrigation localisée cette dose devra être multipliée par le pourcentage de sol qui devra effectivement mouiller.

$$D_{\text{nette}} = RFU \times P = \left(\frac{H_{cc} - H_{pf}}{100} \right) \times y \times z \times Da \times \frac{p}{100}$$

- Hcc : Humidité a la capacité au champ
- Hpf : Humidité au point de flétrissement
- Z : Profondeur d'enracinement.
- Da : la densité apparente.

Pour un sol limono argileux :(Hcc = 27% - Hpf = 10% - Z= 1.2m - Da=1.48).

$$RFU = \left(\frac{(27-10) \times 1.48 \times 2 \times 1200}{3 \times 100} \right) = 201.28 \text{ mm}$$

V.I.3.3. Pourcentage du sol humidifié :

$$P = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot S_h}{S_a \cdot S_r}$$

- P : volume de sol humidifié.
- n : nombre de point de distribution par arbre.
- S_{pd} : distance entre deux points de distribution voisins du même arbre ; (m)
- S_h : largeur de la bande humidifiée ; (m).
- S_r : écartement entre rangs d'arbre ; (m)
- s_a : espacement des arbres sur les rangs ;(m)

$$P = \frac{2 \cdot 1 \cdot 3}{5 \cdot 5} = 24\%$$

Donc :

$$D_{nette} = RFU \times P = 201.28 \times 0.24 = 48.3mm$$

Le pourcentage P de sol humidifié peut être vérifié à l'aide du tableau suivant :

ANNEXE:4 GUIDE D'ESTIMATION DE P

(p = pourcentage de sol humidifié pour divers débits de distributeurs et divers espacements entre rampes et entre distributeurs dans le cas d'une seule rampe rectiligne, équipée de distributeurs uniformément espacés délivrant une dose de 40 mm par arrosage sur l'ensemble de la surface)

Ecartement entre rampes S _r en m	Débit des distributeurs														
	moins de 1,5 l/h			2 l/h			4 l/h			8 l/h			Plus de 12 l/h		
	Espacement recommandé des distributeurs sur la rampe, Sd en m en sol de texture grossière (G), moyenne (M), fine (F)														
	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F
	0,2	0,5	0,9	0,3	0,7	1,0	0,6	1,0	1,3	1,0	1,3	1,7	1,3	1,6	2,0
	Pourcentage en sol humidifié p %														
0,8	38	88	100	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1,0	33	70	100	40	80	100	80	100	100	100	100	100	100	100	100
1,2	25	58	92	33	67	100	67	100	100	100	100	100	100	100	100
1,5	20	47	73	26	53	80	53	80	100	80	100	100	100	100	100
2,0	15	35	55	20	40	60	40	60	80	60	80	100	80	100	100
2,5	12	28	44	16	32	48	32	48	64	48	64	80	64	80	100
3,0	10	23	37	13	26	40	26	40	53	40	53	67	53	67	80
3,5	9	20	31	11	23	34	23	34	46	34	46	57	46	57	68
4,0	8	18	28	10	20	30	20	30	40	30	40	50	40	50	60
4,5	7	16	24	9	18	26	18	26	36	26	36	44	36	44	53
5,0	6	14	22	8	16	24	16	24	32	24	32	40	32	40	48
6,0	5	12	18	7	14	20	14	20	27	20	27	34	27	34	40

Figure VI.1 : Guide d'estimation du pourcentage en sol humidifié

V.I.3.4. Dose Brute :

$$D_{brute} = \frac{D_{nette}}{Cu \times eff} = \frac{48.3}{0.9 \times 0.9} = 59.6mm$$

Cu : coefficient d'uniformité Cu=90%

Eff : efficacité du réseau d'irrigation Eff=90%

V.I.3.5. Fréquence des arrosages :

$$F = \frac{D_{nette}}{B_{net}} = \frac{48.3}{5.14} = 9.4 \text{ jours}$$

Remarque :

Alors en a 9 jours. 3 Irrigations par mois.

V.I.3.6. Durée d'arrosage :

$$d = \frac{D_{brut} \times E_a \times E_r}{qg} = \frac{59.6 \times 5 \times 5}{4 \times 2} = 186.25 \text{ heures}$$

V.I.3.7. Durée d'arrosage journalière :

$$dj = \frac{d}{F} = \frac{186.25}{9} = 20 \text{ heures.}$$

V.I.3.8. Nombre d'arbre par hectare :

$$N \text{ d'arbre} = \frac{1Ha}{S} = \frac{1Ha}{E_a \times E_r} = \frac{10000}{5 \times 5} = 400 \text{ arbres}$$

V.I.3.9. Nombre d'arbre par rampe :

$$N \text{ d'arbre par rampe} = \frac{L_r}{E_a} = \frac{140}{5} = 28 \text{ arbres.}$$

V.I.3.10. Nombre des goutteurs par rampe :

$$N_g = \frac{L_r}{E_a} \times 2 = 28 \times 2 = 56 \text{ goutteurs.}$$

V.I.3.11. Débit d'une rampe :

$$Q_{rampe} = N_g \times qg = 56 \times 4 = 224 \text{ l/h.}$$

V.I.3.12. Nombre de rampes :

$$N \text{ rampe} = \frac{L_{pr}}{E_r} = \frac{445}{5} = 89 \text{ rampes}$$

V.I.3.13. Débit du porte rampe :

$$Q_{pr} = Q_{rampe} \times N_{rampe} / 3 = 224 \times 89 / 3 = 6645.3 \text{ l/h}$$

V.I.4. Calcul hydraulique :

V.I.4.1. Calcul des diamètres des portes rampes et rampes :

V.I.4.1.a. Diamètre de la rampe :

Le diamètre d'une rampe est calculé comme suit :

$$D = \left[\frac{P'_{dc} \times 2,75}{0,478 \times Q_r^{1,75} \times L_r} \right]^{(-1/4,75)}$$

Donc :

$$D = \left(\frac{1,2 \times 2,75}{0,478 \times 140 \times 224^{1,75}} \right)^{\frac{-1}{4,75}} = 13,83 \text{ mm}$$

Sur le marché on trouve des portes rampes de **16 mm**

- Calcul de pertes de charge de la rampe :

$$P'_{dc} = \frac{0,478 \times L \times D^{-4,75} \times Q^{1,75}}{2,75} \Rightarrow P'_{dc} = \frac{0,478 \times 140 \times 16^{-4,75} \times 224^{1,75}}{2,75} = 0,601 \text{ m}$$

$P'_{dc} = 0,601 \text{ m} < 1,2 \text{ m} \Rightarrow$ la condition est vérifiée

Tableau.V.1 : Caractéristiques des rampes

Cultures	L_r (m)	N_g	Q_r (l/h)	$p'_{dc_{donne}}$ (m)	D_{calcu} (mm)	D_n (mm)	$p'_{dc_{calcu}}$ (m)
L'olivier	140	56	224	1,2	13,83	16	0,601

V.I.4.1.b. Diamètre de la porte rampe :

$$D = \left[\frac{P'_{dc} \times 2,75}{0,478 \times Q_r^{1,75} \times L_r} \right]^{(-1/4,75)}$$

Donc
$$D = \left(\frac{0,6 \times 2,75}{0,478 \times 445 \times 6645^{1,75}} \right)^{\frac{-1}{4,75}} = 71,21 \text{ mm}$$

Sur le marché on trouve des portes rampes de 75 mm.

- Calcule les pertes de charge de la porte rampe :

$$P'dc = \frac{0.478 \times 445 \times 75^{-4.75} \times 6645.3^{1.75}}{2.75} = 0.47 \text{ m}$$

$P'dc = 0,47 \text{ m} < 0,6 \text{ m} \Rightarrow$ la condition est vérifiée

Tableau.V.2 : Caractéristiques de's portes rampes

<i>Cultures</i>	<i>Lpr (m)</i>	<i>Nr</i>	<i>Qpr (l/h)</i>	<i>p'dc_{donne} (m)</i>	<i>D_{calcu} (mm)</i>	<i>D_n (mm)</i>	<i>p'dc_{calcu} (m)</i>
<i>L'olivier</i>	445	89	6645	0.6	71.21	75	0.47

V.I.4.4. Pression en tête du réseau.

C'est la somme des pertes de charges dans l'ensemble du réseau auxquelles il faut ajouter la pression nécessaire pour le goutteur.

$$P = P'dc \text{ (pertes de charge de la rampe)} + P'dc \text{ (pertes de charge de la porte rampe)} + 10$$

$$P = 0.47 + 0.601 + 10 = 11.07 \text{ m} \Rightarrow P = 1.10 \text{ bar}$$

P = 1.10 bars est la pression d'eau nécessaire qu'il faut fournir pour irriguer l'îlot choisi ce qui est largement suffisant vu la pression aux bornes qui est de **5 bars**.

V.II. Dimensionnement d'un réseau d'asperseur :

V.II.1. Données générales :

Nous avons choisi la parcelle **1131-A-12** de surface égale à **3.71 ha** qui sera alimenté par la borne **B1.7**

- Longueur : **300 m**
- Largeur : **120 m**
- Culture : **blé**
- Besoins de pointe **90.85 mm**
- Choix du mode de couverture : **couverture totale.**
- Temps de travail : **18 heures par jour, et 25 jours par mois**
- Perméabilité du sol : le sol est de type argileux- limoneux estimée de : **K= 8 mm/h.**

V.II.2. Dose pratique : RFU :

Elle est calculée comme suit :

$$Dp \equiv \text{RFU} \equiv Y (H_{cc} - H_{pf}). \text{ Da. } Z \equiv 100.64 \text{ mm}$$

V.II.3. Diamètre de l'ajutage :

La perméabilité du sol **k= 8 mm/h.** pluviométrie admissible.

On pose : **p ≤ k** tel que p : pluviométrie de la buse.

Le diamètre de la buse se calcul, par la relation :

$$P = \frac{1.5 \times d}{1.04}$$

Donc
$$d = \frac{p \times 1.04}{1.5} \Rightarrow d = \frac{8 \times 1.04}{1.5} = 5.54 \text{ mm}$$

Le diamètre de la buse normalisé le plus proche est de **6 mm.**

V.II.4. Calcul de la portée du jet (L) :

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

$$L = 3 \times d^{0.5} \times h^{0.25}$$

Où :

- d : diamètre de la buse (mm)
- h : pression à la buse (m), dans notre cas P=3 bars, h=30 m.

$$L = 3 \times 6^{0.5} \times 30^{0.25} = 17.19m$$

D'après le catalogue (voir le tableau suivant), pour le diamètre de la buse de 6 mm à une pression minimale de 3 bars la portée sera de 16.4m.

V.II.5. Ecartements entre les rampes et arroseurs :

Diamètres des buses mm	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						Distance entre arroseurs PR 24									
3,5	13,8	14,2	14,7	15,1	15,4	15x13	12x12	15x13	12x12	15x13	12x12	15x13	12x12	15x13	12x12
4,2	14,3	14,9	15,5	15,9	16,3	15x13	12x12	15x13	12x12	15x13	12x12	15x13	12x12	15x13	12x12
4,5	14,6	15,2	15,8	16,3	16,8	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
4,8	14,8	15,5	16,0	16,6	17,0	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
5,0	15,1	15,8	16,4	16,9	17,3	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
5,2	15,3	16,0	16,6	17,1	17,6	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
6,0**	15,9	16,4	17,2	17,5	17,9	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
7,0**	16,3	16,8	17,6	18,3	18,7	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
Consommation d'eau du PR 24 W															
	(m ³ /h)														
3,5	0,77	0,84	0,91	0,97	1,03										
4,2	0,99	1,09	1,17	1,26	1,33										
4,5	1,14	1,25	1,35	1,44	1,53										
4,8	1,30	1,42	1,53	1,64	1,74										
5,0	1,41	1,54	1,66	1,78	1,89										
5,2	1,52	1,67	1,80	1,92	2,04										
Consommation d'eau du PR 24						Précipitations									
	(m ³ /h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)				
3,5x2,4	1,09	1,20	1,29	1,38	1,47	5,2	7,0	5,7	7,7	6,2	8,3	6,6	8,9	7,0	9,4
4,2x2,4	1,32	1,44	1,56	1,66	1,77	6,8	9,2	7,4	10,0	8,0	10,8	8,5	11,5	9,1	12,3
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
4,8x2,4	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
5,0x2,4	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
5,2x2,4	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	7,6
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
7,0x2,4	2,85	3,12	3,37	3,60	3,82	7,1	9,5	7,8	10,5	8,4	11,2	9,0	12,0	9,6	12,7

Figure.V.2 : fiche technique d'un arroseur de type Perrot

Er=18m, Ea=18m.

V.II.6. Vérification de la pluviométrie (P<K) :

V.II.6.1. Débit de l'asperseur :

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

$$Q = 0.95 \times \frac{\pi \times d^2}{4} \sqrt{2 \times g \times h} = 0.95 \times \frac{\pi \times (6 \times 10^{-3})^2}{4} \sqrt{2 \times 9.81 \times 30}$$

Avec Q débit de l'asperseur (m³/s).

$$Q = 0.00065 \text{ m}^3/\text{s} = 2.34 \text{ m}^3/\text{h}$$

V.II.6.2. Vérification de la pluviométrie de l'asperseur :

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

$$p = \frac{Q}{Er \times Ea} = \frac{2.34 \times 1000}{18 \times 18} = 7.2 \text{ mm}$$

Donc le diamètre de la buse choisi va assurer une pluviométrie P≤K=8.0 mm/h.

V.II.7. Paramètres d'arrosage :

V.II.7.1. Calcul du tour d'eau :

$$T_{eau} = \frac{Dose_p \cdot N_j}{Bbp}$$

Tell que :

- Dose_p=**100.64 mm.**
- N_j= **25 jours**
- Bbp= **90.85mm**

$$T_{eau} = \frac{100.64 \times 25}{90.85} = 27.7 \text{ jours}$$

V.II.7.2. Nombre d'irrigation par mois :

Donc on irrigue : Ni/mois = 30/27=1 fois.

V.II.7.3. Calcul de la dose réelle :

Dose réelle = T-eau × la dose journalière = Dose réelle=27 x 90.85/30 mm = 81.76 mm

V.II.7.4. Calcul de la dose brute :

L'efficience (μ) = 0.75 $Dose_{brute} = \frac{Dr}{\mu} = \frac{Dr}{0.75} = 109.02 \text{ mm}$

V.II.7.5. Temps d'arrosage :

Temps d'arrosage par position sans dépasser la capacité d'infiltration se calcul comme suit :

$$T = \frac{Dose - brute}{k \text{ pluviométrie}} = \frac{109.02}{7.2} \approx 15 \text{ heures}$$

V.II.7.6. Calcul du débit d'équipement :

$$Q \left(\frac{m^3}{h} \right) = \frac{S(ha) \times B(mm) \times 10}{Ta \times Nj \times n \times \mu} = \frac{3.71 \times 90.85 \times 10}{15 \times 1 \times 25 \times 0.75} = 11.98 \text{ m}^3/h$$

V.II.7.7. Nombre d'asperseurs (à acheter) :

$N_{asp} = (\text{surface à arroser (m}^2\text{)}) / (\text{implantation}).$

$$N_{asp} = \frac{Su \times 10000}{Er \times Ea} = \frac{3.71 \times 10000}{18 \times 18} = 114.5 = 115 \text{ asperseurs}$$

V.II.8. Calculs hydrauliques :

V.II.8.1. Dimensionnement hydraulique des rampes :

- ✓ La longueur du terrain est de **300m**.
- ✓ La largeur du terrain est de **120 m**.

V.II.8.1.1. Nombre d'asperseurs/rampe :

$$N_{asp/R} : \frac{Lr}{Ea} = \frac{120}{18} = 6.7 = 7 \text{ asperseurs}$$

V.II.8.1.2. Nombre de rampes :

$$N_{rampes} = \frac{Lr - \frac{Er}{2}}{Er} = \frac{300}{18} \approx 16 \text{ rampes}$$

V.II.8.1.3. Débit de la rampe :

Le débit de la rampe = le débit de l'asperseur \times le nombre d'asperseur/ rampe.

$$Q_r = N_{asp} \times Q_{asp} = 2.34 \times 7 = 16.38 \text{ m}^3/\text{h} = 4.55 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}.$$

V.II.8.1.4. Calcul du Diamètre de la rampe :

Diamètre de la rampe :

$$D_r = \sqrt{\frac{4 \times Q_r}{\pi \times V}}$$

Avec : V : vitesse de l'écoulement à travers la rampe ou $V \leq V_{adm}$; $V_{adm} \in [0.5 : 2.5] \text{ m/s}$.

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

$$D_r = \sqrt{\frac{4 \times 4.55 \times 10^{-3}}{3.14 \times 1.5}} = 0.062 \text{ m} = 62 \text{ mm}$$

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

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

Donc le diamètre de la rampe normalisé **63mm** ce qui permet de calculer la nouvelle vitesse :

$$V = \frac{4 \times Q_r}{\pi \times D_r^2} = \frac{4 \times 4.55 \times 10^{-3}}{\pi \times 0.063^2} = 1.03 \text{ m/s} \leq V_{adm}.$$

V.II.8.2. Dimensionnement de la porte rampe :

V.II.8.2.1. Longueur de la porte Rampe :

La longueur de la porte rampe est calculée par :

$$L_{pr} = L - \frac{Er}{2} = 300 - 18/2 = 291 \text{ m}$$

V.II.8.2.2. Débit de porte rampe :

$$Q_{P-r} = Q_{asp} \times N_{asp/rampe} \times N_{rampe}$$

Pour le but d'économiser le coût de projet on prend le nombre des rampes 4 aux lies de 16 et on fait l'irrigation par rotation (« c à d » on déplace chaque rampe 4 positions pendant un mois)

Donc: $Q_{P-r} = 2.34 \times 7 \times 4 = 262.08 \text{ m}^3/\text{h} = 0.0182 \text{ m}^3/\text{s}.$

V.II.8.2.3. Calcul du Diamètre de la porte rampe :

$$\text{Diamètre de la porte-rampe : } D_{p-r} = \sqrt{\frac{4 \times Q_{pr}}{\pi \times V}}$$

Avec : V : vitesse de l'écoulement à travers la porte-rampe ou $V \leq V_{adm}$; $V_{adm} \in [0.5 : 2.5] \text{ m/s}$.

On suppose que $v=1.5 \text{ m/s}$ et on calcule D_{p-r} .

$$D_{pr} = \sqrt{\frac{4 \times 0.0182}{\pi \times 1.5}} = 0.124 \text{ m} = 124 \text{ mm.}$$

On prend le diamètre normalisé ($D_{p-r}=125 \text{ mm}$). Donc la nouvelle vitesse sera :

$$V = \frac{4 \times Q_{p-r}}{\pi \times D_{p-r}^2} = \frac{4 \times 0.0182}{\pi \times 0.125^2} = 1.48 \text{ m/s} \leq V_{adm.}$$

V.II.8.3. Calcul des pertes de charge :

Les pertes de charges seront calculées selon la formule de Hazen-Williams :

$$J = \left(\frac{3.592}{C_H} \right)^{1.852} \times \frac{L}{D^{4.87}} Q^{1.852}$$

Avec :

- J=Perte de charges linéaire en m ;
- C_H : Coefficient de Hazen-Williams (130-140 pour la fonte et le PEHD) ;
- D : Diamètre en m ;
- L : longueur de la conduite en m.

V.II.8.3.1. Pertes de charge de la rampe :

on a $L_{rampe}=120 \text{ m}$ $D_r=0.063 \text{ m}$ $Q_r=0.00455 \text{ m}^3/\text{s}$.

$$J_r = \left(\frac{3.592}{140} \right)^{1.852} \times \frac{120}{0.063^{4.87}} \times 0.00455^{1.852} = 4.39 \text{ m}$$

La perte de charge est importante donc on prend un diamètre du rampe égale à 75mm, La vitesse deviendra **1.03 m/s** et on recalcul les pertes de charges :

$$J_r = \left(\frac{3.592}{140} \right)^{1.852} \times \frac{120}{0.075^{4.87}} \times 0.00455^{1.852} = 1.88 \text{ m}$$

V.II.8.3.2. Pertes de charge de la porte rampe :

On a: $L_{pr}=291\text{m}$ $D_{pr} = 0.125 \text{ m}$ $Q_{pr} = 0.0182 \text{ m}^3/\text{s}$.

$$J_{pr} = \left(\frac{3.592}{140}\right)^{1.852} \times \frac{291}{0.25^{4.87}} \times 0.0728^{1.852} = 4.9\text{m}$$

V.II.8.3.3. Calcul de la pression en tête du réseau :

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

$$\mathbf{H=H_1+ H_2+ H_3}$$

Avec :

- H : pression à la tête de la parcelle.
- H1 : pression nécessaire pour le bon fonctionnement d'un asperseur (2.5bar).
- H2 : perte de charge totale.
- H3 : la dénivelée. (0 m. terrain relativement plat)

$$\mathbf{H = 25+1.88+4.9+0=31.81 \text{ m}}$$

Donc la pression égale **3.2 bars** ce qui est largement suffisant vu la pression aux bornes qui est de **5.6bars**.

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons abordé le dimensionnement d'un réseau goutte à goutte pour la culture d'olivier et un réseau d'aspersion pour la culture de blé. L'utilisation de ces systèmes a pour but d'économiser l'eau d'irrigation, et aussi d'améliorer les rendements des cultures.

Introduction :

L'étude du système d'adduction du secteur de Oued Chaaba est basée sur le choix du tracé de l'implantation des conduites et l'emplacement des réservoirs dont l'eau provient des piquages faits au niveau de la conduite principale de transfert barrage Koudiat Medaour vers le périmètre de Batna Ain Touta.

Cette étude consiste à la détermination des caractéristiques des ouvrages (réseaux, bassins de stockage, ouvrages de contrôle et de régulation...) permettant assurer le meilleur fonctionnement du réseau jusqu'à l'entrée des secteurs de distribution.

L'étude du système de distribution est basée sur le choix du tracé du réseau et l'emplacement des bornes pour assurer la bonne répartition du débit écoulé vers les parcelles, ainsi que le choix du diamètre des conduites avec la vérification des vitesses d'écoulement et les pressions sur les bornes

IV.1. Composition du réseau d'amenée :

Ce paragraphe décrit le réseau d'adduction global élaboré par l'ONID pour l'ensemble du périmètre de Batna Ain Touta. Il se compose des éléments suivants :

- Une prise d'eau : piquage sur la conduite DN 1500 issue de la tour de prise du barrage de Koudiat Medaouar.
- Une station de reprise avec une conduite de refoulement DN 1600 vers le bassin principal de régulation, situé à Ain Asafeur.
- Un réseau de répartition constitué par des conduites d'adduction en gravitaire pour alimenter des réservoirs de stockage en tête des secteurs d'irrigation.
- Un réseau de distribution.

IV.1.1. Prise d'eau à l'aval du barrage

La prise d'eau pour l'alimentation en eau du périmètre à partir du barrage de Koudiat Medaouar est prévue par piquage sur la conduite DN 1500, issue de la tour de prise du barrage. La cote des plus basses eaux est 975 m NGA alors que la cote PHE est de 992,5 m NGA. Le périmètre de Batna Ain Touta est situé entre les cotes 1250 m NGA et 930 m NGA. De ce fait, les eaux de la retenue seront pompées vers un réservoir à la cote 1191m NGA pour dominer tout le périmètre. Par ailleurs et afin de minimiser les pertes de charge linéaires, la conduite d'amenée du piquage vers la station de reprise sera en fonte K9, DN 1800 sur 590 m.

IV.1.2. Reprise d'eau à partir d'une station de pompage

Une station de reprise refoule directement les eaux sur une longueur de 19 330 m vers un bassin de régulation implanté sur la colline « Ain Assafeur » à la cote 1191 m NGA. La conduite de refoulement sera en fonte K9, DN 1600 et fonctionnera 20 h/24 h.

La station de pompage comprendra l'infrastructure et les équipements principaux suivants :

- Quatre groupes de pompage de 1667l/s à 274 mce entraînés par des moteurs électriques.
- Un dispositif de protection anti-bélier : 6 ballons de 30 m³ (quatre ballons à la sortie de la station et deux en ligne), un ensemble de soupapes de décharge.
- Une unité de transformateurs électriques comprenant : 3 transformateurs de 17000 KVA, un transformateur des auxiliaires de 100 KVA.

IV.1.3. Réseau de répartition et réservoirs de distribution

A partir du réservoir Ain Assafeur, les eaux sont conduites gravitairement vers des réservoirs de stockage pour alimenter les différents secteurs d'irrigation Batna Ain Touta - Tazoult. A l'amont de ces réservoirs, des bassins, brise charge (ou de régulation de niveau) seront réalisés.

En fonction de la topographie du terrain, on peut distinguer dans chaque zone : un secteur étage haut et un secteur étage bas comme indiquer par le Tableau.IV.1. Suivant :

Tableau. IV.1 : Répartition des secteurs du périmètre en fonction de la topographie

<i>Zone Tazoult</i>	<i>Secteur étage haut</i>	<i>1150 m < Cote TN < 1240 m</i>
	<i>Secteur étage bas</i>	<i>1100 m < Cote TN < 1200 m</i>
<i>Zone Batna</i>	<i>Secteur étage haut</i>	<i>1050 m < Cote TN < 1110 m</i>
	<i>Secteur étage bas</i>	<i>1000 m < Cote TN < 1050 m</i>
<i>Zone Ain Touta</i>	<i>Secteur étage haut</i>	<i>950 m < Cote TN < 1000 m</i>
	<i>Secteur étage bas</i>	<i>930 m < Cote TN < 950 m</i>

Source : DSA. Batna, (2010/2011)

Ainsi, on prévoit la réalisation des réservoirs pour l'alimentation des réseaux de distribution du périmètre de Batna Ain Touta.

IV.1.4. Réseaux de distribution.

Les réseaux de distribution sont constitués de conduites en PEHD. Ils comportent des ouvrages de protection et de sectionnement : (ventouse, vidange, sectionnement) et permettent d'alimenter les parcelles à travers des bornes d'irrigation.

IV.2. Description du réseau d'adduction

L'étude du réseau d'adduction, consiste en la détermination des caractéristiques des ouvrages (réseaux, bassins de stockage et ouvrages de régularisations...). Permettant de fournir l'eau jusqu'à l'entrée de secteur Batna étage bas.

IV.2.1. Réservoir Ain Assafeur :

Les eaux d'irrigation seront pompées 20h par jour vers un réservoir principal-à Ain Assafeur à partir de ce réservoir, les eaux sont véhiculées gravitairement vers des réservoirs de stockage pour alimenter le réseau de distribution.

Tableau.IV.2 : Caractéristiques du réservoir Ain Assafeur

Désignation	CTN Fond mNGA	H_{totale} m	H d'eau M	L_r à la base m	L_n à la base m	L_r plafond m	L_n plafond m	V_{util} m^3	V_{total} m^3
Ain Assafeur	1191	6	5	80	123	104	147	72 000	74 780

Source : ONID. Batna

Le réservoir comprend deux ouvrages :

- Un ouvrage d'arrivée des eaux à partir de la conduite de refoulement. Un seuil en béton permettra de maintenir la conduite en charge pour le bon fonctionnement du limiteur du débit.
- Un ouvrage de sortie des eaux pour la distribution et pour la vidange, contrôlée à partir d'une chambre de vannes comportant des vannes papillons.

IV.2.2. Réservoirs de stockage

Pour des considérations économiques, le réseau de répartition de longueur 47,9 km, a été subdivisé en biefs (étant donné la hauteur géométrique importante entre l'amont et l'aval du réseau de répartition, La pression sera dissipée au niveau des ouvrages de brise charge comportant des vannes automatiques de type obturateur à disque avant d'alimenter les réservoirs de stockage.

Les réservoirs de stockage et de distribution ont pour principaux rôles de :

- Stocker le débit pompé en dehors de la période d'irrigation.
- Garantir une charge constante en tête du réseau de distribution. Cette charge doit permettre l'alimentation de toutes les bornes d'irrigation avec la pression nécessaire.
- Séparer la conduite d'amenée du réseau de distribution pour éviter les phénomènes transitoires à l'origine des coups de bélier.

IV.2.3. Bassin brise charge :

La régulation du niveau d'eau dans tous les ouvrages (réservoirs et brises charge) sera assurée par des obturateurs à flotteur de type noyé. Chaque ouvrage comprend :

- Un regard d'entrée dimensionné pour abriter la ventouse et la soupape de décharge qui sont installées sur la conduite d'arrivée.
- Un regard de vannage amont.

- Une chambre de l'obturateur : le matériel opté pour la régulation de niveau d'eau dans les réservoirs et les brises charge est l'obturateur à flotteur (vanne de régulation de niveau automatique). Cette vanne permet aussi la dissipation de l'énergie.
- Un local de régulation de débit comprenant une vanne papillon motorisée et un débitmètre pour la régulation du débit

IV.2.4. Conduites et ouvrages d'adduction :

Le réseau d'adduction se présente comme suit :

IV.2.4.1. Tronçon Barrage Koudait Medaouar-AinAssafeur :

Il comprend la conduite de refoulement et les ouvrages courants y compris pièces spéciales et ouvrages de protection du réseau.

- 590 ml de conduite DN 1800 mm en fonte K9 pour la prise d'eau,
- 19 330 ml de conduite DN 1600 fonte K9 pour le refoulement des eaux à partir de la station de pompage jusqu'au bassin de régulation à Ain Assafeur,
- Un réservoir de régulation de Ain Assafeur de capacité 72000 m³.

IV.2.4.2. Tronçon réservoir Ain Assafeur –secteur Oued Chaaba :

Pour le tronçon de la zone de Oued Chaaba on a choisi la cote d'implantation et emplacements des réservoirs, et la position de piquage à partir de la conduite gravitaire principale du périmètre Batna Ain Touta.

IV.3. Choix de la cote d'implantation et emplacement des réservoirs et position de piquage :

Dans notre étude, l'emplacement choisi pour les réservoirs fait d'une façon qu'il soit compatible avec l'un des rôles qu'il doit jouer, c.à.d. assurer aux bornes une pression suffisante qui valables pour tous les systèmes d'irrigation.

Notre réservoir est situé à une cote **1090 m NGA** il a une section rectangulaire avec une hauteur totale de **5 m** (dont une revanche de **1m**), le piquage sera par un diamètre 800 mm (DN800).

IV.4. Réseau de distribution :

IV.4.1. Les îlots d'irrigation :

IV.4.1.1. Définition :

L'îlot d'irrigation décrit l'unité hydro-agricole alimentée par des bornes d'irrigation (une ou plusieurs sa dépend de la surface des parcelles et des îlots), ces dernières doivent être constituées d'une ou plusieurs prises d'irrigation (1 à 4).

Chaque borne aura pour rôle :

- Laisser passer ou arrêter le débit,
- Régler ce débit, ou plus exactement le limiter au module,
- Régler la pression

IV.4.1.2. Découpage du périmètre en îlots d'irrigation :

Le périmètre d'Oued Chaaba contient 3 sous-secteurs. Dans notre étude nous avons travaillé sur le 2^{ème} sous-secteur qui a une superficie de **356.82 Ha** avec le découpage réel des parcelles en respectant les limites de chaque exploitant privé.

Le nombre de parcelle total est de **132** Parcelles.

IV.4.1.3. Tracé du réseau d'irrigation :

Une fois établi le plan de bornage il s'agit de relier le plus économiquement possible les différentes bornes.

Le tracé défini a pour objectif de suivre quasi -systématiquement les limites séparant les parcelles d'exploitation sans pour autant gêner les travaux culturaux à l'intérieur, La méthode mise en œuvre pour la réalisation du tracé, comprend trois phases successives :

- **1ère phase : Trace par proximité :**

Nous recherchons tout d'abord le tracé de longueur minimum ayant pour sommets les seules bornes du réseau, On utilise à cette fin une adaptation d'une simple loi de proximité (Algorithme de Sollin) qui permet de passer d'un sous réseau de "n- 1" borne à un réseau de " n " bornes par adjonction extérieure au sous réseau initial.

- **2eme phase : Tracé à 120° :**

Le "tracé à 120 degrés" améliore le tracé précédent en créant de nouveaux sommets du tracé, distincts des bornes.

- **3eme phase : Tracé économique :**

Il s'agit, après détermination des diamètres des canalisations, de corriger le tracé du réseau car nous avons intérêt à raccourcir la longueur des conduites de diamètre important, quitte à augmenter la longueur de celles de petit diamètre.

Pour notre périmètre, le choix du tracé est basé sur les critères suivants :

- Choisir le plus court et le plus économique des tracés,
- Le tracé suit les limites des parcelles set les pistes d'exploitation.

IV.4.2. Calcul de débits aux bornes :

Avec :

$$Q_b \equiv q \times S$$

- q = débit fictif continu (l/s/ha) **q = 1.07 l/s/ha**

- S = Superficie (Ha)

IV.4.2.1. Choix du type de borne :

Le choix de la borne dépend de la surface :

- Pour les surfaces **S ≤ 10 ha** on prend la Borne à deux prises.
- Pour les surfaces **S ≥ 15 ha** on prend la borne à quatre prises.

IV.4.2.2. Choix de diamètre de la borne :

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

Tableau.IV.3 : Choix du diamètre de la borne.

Débit fourni	Diamètre de la borne
Q<8 l/s	D= 65mm
8<Q<20 l/s	D= 100mm
20<Q<25 l/s	D= 150mm
Q> 25 l/s	D= 200mm

Source : ONID Alger



Figure.VI.1 : borne d'irrigation

Tableau.IV.4 : Caractéristiques des bornes d'irrigation de première

N° Borne	Code exploitation	SAU (ha)	Débit calculé		Débit d'équipement installé (m3/h)	Type de la prise d'eau	Nbre des prises d'eau	Débit des bornes m3/h	Type de la borne
			(l/s)	(m3/h)					
B1.1	1148-A-12	5,12	5,48	19,73	25	DN65	2	50	102/65
	1147-A-12	5,15	5,51	19,85	25	DN65			
B1.2	1145-A-12	9,01	9,64	34,72	40	DN65	2	60	102/65
	1142-A-12	3,87	4,14	14,89	20	DN65			
B1.3	1140-A-12	3,15	3,37	12,15	15	DN65	2	20	82/65
	1139-A-12	0,68	0,73	2,63	5	DN65			
B1.4	1137-A-12	4,25	4,55	16,37	20	DN65	2	40	82/65
	1119-B-12	4,25	4,55	16,37	20	DN65			
B1.5	1134-A-12	5,36	5,74	20,65	25	DN65	3	100	104/65
	1135-A-12	2,21	2,36	8,50	10	DN65			
	1136-A-12	14,69	15,72	56,58	65	DN65			
B1.6	1132-A-12	8,44	9,03	32,50	40	DN65	2	70	102/65
	1133-A-12	6,24	6,68	24,05	30	DN65			
B1.7	1130-A-12	2,56	2,74	9,88	15	DN65	2	30	82/65
	1131-A-12	3,41	3,65	13,15	15	DN65			
B1.8	1042-A-12	5,12	5,48	19,74	25	DN65	2	35	82/65
	1128-A-12	1,54	1,65	5,93	10	DN65			
B1.9	1121-A-12	1,00	1,07	3,84	5	DN65	2	20	82/65
	1122-A-12	2,48	2,65	9,55	15	DN65			
B1.10	1104-A-12	4,71	5,04	18,14	20	DN65	2	25	82/65
	1120-A-12	1,01	1,09	3,91	5	DN65			
B1.11	582-C-12	2,40	2,57	9,26	15	DN65	2	20	82/65
	1096-A-12	0,89	0,95	3,43	5	DN65			
B1.12	1077-A-12	1,52	1,63	5,86	10	DN65	3	25	82/65
	1076-A-12	1,14	1,22	4,38	5	DN65			
	1073-A-12	1,78	1,91	6,87	10	DN65			

N° Borne	Code exploitation	SAU (ha)	Débit calculé		Débit d'équipement installé (m3/h)	Type de la prise d'eau	Nbre des prises d'eau	Débit des bornes m3/h	Type de la borne
			(l/s)	(m3/h)					
B1.13	1075-A-12	1,11	1,18	4,26	5	DN65	2	10	82/65
	1074-A-12	1,02	1,09	3,94	5	DN65			
B1.14	699-F-12	0,83	0,88	3,18	5	DN65	2	20	82/65
	1090-A-12	3,43	3,67	13,21	15	DN65			
B1.15	698-G-12	2,03	2,17	7,81	10	DN65	2	25	82/65
	1093-A-12	2,53	2,70	9,73	15	DN65			
B1.16	1094-A-12	2,43	2,60	9,37	15	DN65	1	15	82/65
B1.17	1054-F-12	2,73	2,92	10,51	15	DN65	3	35	82/65
	1072-A-12	1,50	1,60	5,77	10	DN65			
	1071-A-12	1,34	1,43	5,15	10	DN65			
B1.17bis	1044-D-12	0,40	0,43	1,56	5	DN65	1	5	82/65
B1.18	1044-C-12	1,58	1,69	6,09	10	DN65	3	45	102/65
	1054-E-12	3,97	4,25	15,30	20	DN65			
	1065-A-12	3,46	3,70	13,31	15	DN65			
B1.19	1066-A-12	1,52	1,62	5,84	10	DN65	2	20	82/65
	1067-A-12	1,52	1,62	5,84	10	DN65			
B1.20	1033-B-12	3,53	3,78	13,62	15	DN65	2	35	82/65
	1054-D-12	4,16	4,46	16,04	20	DN65			
B1.21	699-D-12	2,90	3,11	11,18	15	DN65	3	35	82/65
	698-E-12	1,30	1,40	5,03	10	DN65			
	1064-A-12	2,30	2,46	8,85	10	DN65			
B1.22	699-C-12	2,76	2,96	10,64	15	DN65	2	20	82/65
	698-D-12	1,06	1,14	4,10	5	DN65			
B1.23	698-C-12	3,10	3,32	11,94	15	DN65	2	20	82/65
	699-B-12	0,37	0,40	1,43	5	DN65			
B1.24	1055-B-12	5,56	5,95	21,44	25	DN65	2	35	82/65
	1067-B-12	1,58	1,69	6,08	10	DN65			

N° Borne	Code exploitation	SAU (ha)	Débit calculé		Débit d'équipement installé (m3/h)	Type de la prise d'eau	Nbre des prises d'eau	Débit des bornes m3/h	Type de la borne
			(l/s)	(m3/h)					
B1.25	1054-C-12	1,66	1,77	6,38	10	DN65	2	75	102/65
	1044-B-12	14,87	15,91	57,27	65	DN65			
B1.25 bis	1059-A-12	2,83	3,02	10,89	15	DN65	3	45	102/65
	1057-B-12	2,73	2,92	10,51	15	DN65			
	1060-A-12	3,03	3,24	11,66	15	DN65			
B1.26	963-C-12	0,79	0,84	3,03	5	DN65	3	25	82/65
	1082-A-12	2,36	2,53	9,10	15	DN65			
	1083-A-12	0,40	0,43	1,54	5	DN65			
B1.27	1080-B-12	0,50	0,54	1,94	5	DN65	2	10	82/65
	1080-C-12	0,67	0,71	2,57	5	DN65			
B1.28	1085-A-12	0,52	0,56	2,02	5	DN65	3	20	82/65
	1085-B-12	0,78	0,83	3,00	5	DN65			
	1091-A-12	2,16	2,31	8,32	10	DN65			
B1.29	1070-A-12	0,92	0,99	3,55	5	DN65	2	10	82/65
	1069-B-12	0,19	0,20	0,73	5	DN65			
B1.30	1081-A-12	1,16	1,24	4,47	5	DN65	3	45	104/65
	1080-A-12	4,89	5,24	18,85	25	DN65			
	1086-A-12	2,92	3,13	11,26	15	DN65			
B1.31	1078-A-12	0,98	1,05	3,77	5	DN65	2	20	82/65
	1079-A-12	2,65	2,83	10,20	15	DN65			
B1.32	1054-G-12	6,50	6,96	25,05	30	DN65	3	40	82/65
	1055-C-12	0,81	0,87	3,12	5	DN65			
	889-E-12	0,75	0,80	2,88	5	DN65			
B1.33	875-C-12	3,87	4,14	14,89	20	DN65	3	70	104/65
	948-B-12	0,80	0,86	3,09	5	DN65			
	1069-A-12	9,63	10,31	37,10	45	DN65			
B1.34	1063-A-12	2,63	2,81	10,12	15	DN65	1	15	82/65

N° Borne	Code exploitation	SAU (ha)	Débit calculé		Débit d'équipement installé (m3/h)	Type de la prise d'eau	Nbre des prises d'eau	Débit des bornes m3/h	Type de la borne
			(l/s)	(m3/h)					
B1.35	1062-A-12	13,40	14,34	51,63	60	DN65	3	85	104/65
	681-B-12	1,24	1,32	4,76	10	DN65			
	1061-A-12	2,80	3,00	10,80	15	DN65			
B1.36	989-A-12	1,29	1,38	4,98	10	DN65	2	15	82/65
	931-C-12	0,60	0,64	2,30	5	DN65			
B3.1bis	1143-A-12	1,18	1,27	4,56	10	DN65	3	30	82/65
	1144-A-12	1,60	1,71	6,15	10	DN65			
	1146-A-12	2,32	2,48	8,94	10	DN65			
B3.2bis	1141-A-12	3,10	3,32	11,94	15	DN65	1	15	82/65
B3.6	1295-A-12	2,05	2,19	7,90	10	DN65	2	55	102/65
	1241-C-12	10,70	11,45	41,21	45	DN65			
B3.9	1138-A-12	17,60	18,83	67,79	75	DN65	2	80	102/65
	1116-B-12	1,06	1,13	4,08	5	DN65			
B3.10	26	3,64	3,90	14,03	20	DN65	2	35	82/65
	27	3,09	3,31	11,91	15	DN65			
B3.11	1129-A-12	2,75	2,94	10,59	15	DN65	1	15	82/65
B3.12	1127-A-12	1,21	1,30	4,66	10	DN65	2	20	82/65
	1125-A-12	1,55	1,66	5,96	10	DN65			
B3.13	1123-A-12	3,24	3,47	12,49	15	DN65	2	30	82/65
	28	2,51	2,69	9,67	15	DN65			
B3.14	1126-A-12	0,74	0,79	2,84	5	DN65	2	10	82/65
	1119-A-12	1,17	1,25	4,51	5	DN65			
B3.15	1117-A-12	0,71	0,76	2,72	5	DN65	2	10	82/65
	1118-A-12	0,88	0,94	3,37	5	DN65			
B3.16	1124-A-12	0,81	0,87	3,12	5	DN65	1	5	82/65
B3.17	1114-A-12	0,86	0,92	3,32	5	DN65	2	15	82/65
	685-C-12	1,27	1,36	4,89	10	DN65			

N° Borne	Code exploitation	SAU (ha)	Débit calculé		Débit d'équipement installé (m3/h)	Type de la prise d'eau	Nbre des prises d'eau	Débit des bornes m3/h	Type de la borne
			(l/s)	(m3/h)					
B3.18	1112-A-12	1,15	1,23	4,44	5	DN65	2	10	82/65
	1113-A-12	0,52	0,56	2,00	5	DN65			
B3.19	1115-A-12	0,77	0,83	2,97	5	DN65	2	10	82/65
	1116-A-12	0,75	0,80	2,88	5	DN65			
B3.20	1109-A-12	0,87	0,93	3,36	5	DN65	2	10	82/65
	1111-A-12	1,08	1,15	4,14	5	DN65			
B3.21	1108-A-12	0,93	0,99	3,56	5	DN65	1	5	82/65
B3.22	1106-A-12	0,65	0,69	2,50	5	DN65	2	10	82/65
	1107-A-12	0,65	0,69	2,49	5	DN65			
B3.23	1105-A-12	1,17	1,26	4,52	5	DN65	2	10	82/65
	1102-A-12	0,60	0,64	2,32	5	DN65			
B3.24	1101-A-12	1,49	1,60	5,74	10	DN65	2	25	82/65
	1103-A-12	3,57	3,82	13,74	15	DN65			
B3.25	1100-A-12	0,97	1,04	3,74	5	DN65	2	10	82/65
	1099-A-12	1,03	1,10	3,95	5	DN65			
B3.26	1098-A-12	1,43	1,53	5,51	10	DN65	2	15	82/65
	1097-A-12	0,92	0,99	3,55	5	DN65			
B3.27	1054-I-12	3,23	3,46	12,45	15	DN65	2	30	82/65
	1095-A-12	2,66	2,85	10,25	15	DN65			
B3.28	1092-A-12	3,25	3,47	12,51	15	DN65	2	25	82/65
	1087-A-12	2,00	2,14	7,71	10	DN65			
B3.29	1089-A-12	0,60	0,64	2,32	5	DN65	2	10	82/65
	1041-B-12	0,33	0,36	1,29	5	DN65			
B3.30	1088-A-12	0,46	0,50	1,79	5	DN65	2	40	82/65
	1054-H-12	8,36	8,94	32,19	35	DN65			

IV.4.3. Calcul de diamètre des conduites :

Le calcul des diamètres est réalisé sur la base des débits véhiculés par le tronçon de conduite, et les vitesses. La formule de " LABYE " nous donne une approche du diamètre économique qu'on normalise :

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q \times 0,001}{\pi \times V}} \times 1000$$

Avec :

- Q : débit, exprimé en m³/s ;
- D : diamètre exprimé en mm.
- V : vitesse qui donne le diamètre économique est de 1.2 m/s.

IV.4.3.1. Matériaux de construction des canalisations :**IV.4.3.1.1. Choix du matériau des conduites :**

Le choix du matériau utilisé est en fonction de la pression supportée, de l'agressivité du sol et de l'ordre économique, Parmi les matériaux utilisés on peut citer : l'acier, la fonte, le PVC, le PEHD et Béton précontraint.

IV.4.3.1.2. Avantages des canalisations en PEHD :

- Ils supportent des pressions élevées.
- Une résistance aux contraintes (choc, écrasement, déplacement du terrain).
- Ils offrent une bonne flexibilité.
- Disponible sur le marché.

IV.4.3.1.3. Conduite en BPAT (béton précontraint avec âme en tôle) :

Présentent plusieurs avantages :

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



Figure.VI.2 : conduite en PEHD



Figure.VI.3 : conduite en BPAT

IV.4.4. Calcul des pertes de charge :

Les pertes de charge unitaires, ont été définies par la formule de LECHAPT et CALMON, Qui est donnée par la formule suivante :

$$h_{pu} = \frac{L \times Q^M}{D^N} \times C$$

Avec :

- h_{pu} : Pertes de charge unitaire en mm/ml
- Q : Débit en m³/s
- D : Diamètre de la conduite considérée
- L, M et N : Paramètres en fonction de la rugosité absolue (Ks) des canalisations
- C : coefficient compris une majoration de 10 % pour les pertes de charge singulière :

$$J = L \times Q^M / D^N$$

Tableau.IV.5 : 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

Source : ONID Alger

Remarque :

Dans notre cas, les conduites seront en BPAT (béton précontraint avec âme en tôle si leur diamètre est supérieur ou égal à 400mm et en PEHD dans le cas contraire.

- Pour une conduite en BPAT on a les caractéristiques suivantes :

La rugosité équivalente **K=0.5 mm**, donc : **L=1.4 M=1.96 N=5.19**

- Pour une conduite en PEHD on a les caractéristiques suivantes :

La rugosité équivalente **K=0.1 mm**, donc : **L=1.15 M=1.89 N=5.01**

Nous avons estimé la vitesse dans la conduite égale à **1.2 m/s**

Tableau.IV.6 : Caractéristiques des conduites de distribution

Nœud amont	Nœud aval	Longueur tronçon L (m)	Q borne (L /s)	Q tronçon (L /s)	Diamètre (mm)	Diamètre normalisé (mm)	Vitesse	Perte de charge (m/km)	Perte de charge (m)	Côtes TN des nœud (m)	Pression (m)	Type de conduite
RBEB	A	126	0	499	728	800	0,73	0,62	0.08	1 024,5	66,42	800 BPAT
A	A1	129	0	499	728	800	0,73	0,62	0,08	1 024,1	66,74	800 BPAT
A1	B1.1	51	14	161	413	500	0,62	0,83	0,04	1 022,5	68,30	500 BPAT
A1	B1.2	237	17	338	599	600	0,88	1,31	0,31	1 025,0	65,53	600 BPAT
B1.2	B1.3	182	6	321	584	600	0,84	1,19	0,22	1 025,7	64,61	600 BPAT
B1.3	A2	44	0	315	578	600	0,83	1,15	0,05	1 026,0	64,26	600 BPAT
A2	B1.4	159	11	11	108	110	1,08	12,80	2,03	1 023,0	65,23	110 PEHD
A2	A3	196	0	304	568	600	0,80	1,08	0,21	1 028,0	62,05	600 BPAT
A3	B1.5	79	28	28	172	200	0,74	3,02	0,24	1 027,1	62,71	200 PEHD
A3	B1.6	290	19	276	541	600	0,73	0,90	0,26	1 032,5	57,29	600 BPAT
B1.6	A4	142	0	257	522	600	0,68	0,78	0,11	1 034,0	55,68	600 BPAT
A4	B1.7	117	8	8	92	110	0,85	8,04	0,94	1 031,9	56,84	110 PEHD
A4	B1.8	199	10	249	514	600	0,66	0,73	0,15	1 038,0	51,54	600 BPAT
B1.8	B1.9	195	6	239	504	600	0,63	0,68	0,13	1 039,8	49,60	600 BPAT
B1.9	B1.10	76	7	233	497	500	0,89	1,67	0,13	1 040,6	48,68	500 BPAT
B1.10	B1.11	526	6	226	490	500	0,87	1,58	0,83	1 043,0	45,44	500 BPAT
B1.11	A5	171	0	221	484	500	0,84	1,51	0,26	1 044,9	43,29	500 BPAT
A5	B1.12	60	7	10	103	110	0,96	10,17	0,61	1 045,5	42,07	110 PEHD
B1.12	B1.13	105	3	3	56	63	0,89	17,56	1,84	1 046,6	39,13	63 PEHD
A5	B1.14	19	6	211	473	500	0,81	1,39	0,03	1 044,9	43,26	500 BPAT
B1.14	B1.15	159	7	11	108	110	1,08	12,80	2,03	1 043,0	43,13	110 PEHD
B1.15	B1.16	198	4	4	65	75	0,94	15,78	3,12	1 040,9	42,11	75 PEHD
B1.14	A6	184	0	194	454	500	0,75	1,19	0,22	1 045,0	42,94	500 BPAT
A6	A7	9	0	179	436	500	0,69	1,02	0,01	1 045,2	42,73	500 BPAT
A7	B1.17	116	10	103	331	400	0,63	1,14	0,13	1 046,2	41,60	400 BPAT
B1.17	B1.17bis	105	1	93	314	315	0,93	3,27	0,34	1 046,7	40,76	315 PEHD

Nœud amont	Nœud aval	Longueur tronçon L (m)	Q borne (L /s)	Q tronçon (L /s)	Diamètre (mm)	Diamètre normalisé (mm)	Vitesse	Perte de charge (m/km)	Perte de charge (m)	Côtes TN des nœud (m)	Pression (m)	Type de conduite
B1.17bis	B1.18	146	13	13	117	125	0,80	8,12	1,18	1 049,0	37,27	125 PEHD
B1.17bis	B1.19	570	6	79	290	315	0,74	2,42	1,38	1 050,6	35,48	315 PEHD
B1.19	A9	23	0	74	280	315	0,96	2,12	0,05	1 050,9	35,13	315 PEHD
A9	B1.20	150	10	10	103	110	0,65	10,17	1,52	1 050,1	34,40	110 PEHD
A9	A10	99	0	64	261	315	0,90	1,63	0,16	1 052,0	33,87	315 PEHD
A10	B1.21	51	10	21	149	160	1,08	5,63	0,28	1 052,7	32,88	160 PEHD
B1.21	B1.22	162	6	11	108	110	0,87	12,80	2,07	1 052,2	31,31	110 PEHD
B1.22	B1.23	351	6	6	80	90	0,88	10,90	3,83	1 050,9	28,78	90 PEHD
A10	B1.24	94	10	43	214	225	0,88	3,60	0,34	1 053,5	32,03	225 PEHD
B1.24	B1.25	210	21	33	187	200	0,93	4,16	0,87	1 054,0	30,65	200 PEHD
B1.25	A41	120	0	13	117	125	0,93	8,12	0,97	1 057,0	26,68	125 PEHD
A41	B1.25bis	240	13	13	117	125	0,80	8,12	1,95	1 057,2	24,53	125 PEHD
A6	B1.26	153	7	15	126	125	1,11	11,51	1,76	1 043,1	43,08	125 PEHD
B1.26	B1.27	86	3	8	92	110	0,85	8,04	0,69	1 042,7	42,80	110 PEHD
B1.27	B1.28	97	6	6	80	90	0,87	10,90	1,06	1 042,1	42,33	90 PEHD
A7	A11	259	0	76	284	315	0,77	2,27	0,59	1 045,2	42,15	315 PEHD
A11	B1.30	140	13	13	117	125	0,93	8,12	1,13	1 044,0	42,21	125 PEHD
A11	B1.29	45	3	64	261	315	0,65	1,63	0,07	1 045,4	41,87	315 PEHD
B1.29	B1.31	407	6	61	254	315	0,62	1,50	0,61	1 044,8	41,86	315 PEHD
B1.31	A12	120	0	56	244	250	0,91	3,33	0,40	1 044,8	41,46	250 PEHD
A12	B1.32	181	11	11	108	110	1,08	12,80	2,32	1 041,6	42,34	110 PEHD
A12	A13	113	0	44	216	225	0,91	3,81	0,43	1 044,8	41,03	225 PEHD
A13	A14	105	0	44	216	225	0,91	3,81	0,40	1 046,0	39,43	225 PEHD
A14	B1.33	58	19	24	160	160	1,00	6,97	0,41	1 046,4	38,62	160 PEHD
B1.33	B1.34	317	4	4	65	75	0,94	15,78	5,00	1 047,1	32,93	75 PEHD
A14	B1.35	574	21	21	149	160	0,90	5,63	3,23	1 052,1	30,10	160 PEHD

Nœud amont	Nœud aval	Longueur tronçon L (m)	Q borne (L /s)	Q tronçon (L /s)	Diamètre (mm)	Diamètre normalisé (mm)	Vitesse	Perte de charge (m/km)	Perte de charge (m)	Côtes TN des nœud (m)	Pression (m)	Type de conduite
B1.1	A23	691	0	147	395	400	0,89	2,24	1,54	1 015,0	74,25	400 BPAT
A23	A24	233	0	147	395	400	0,89	2,24	0,52	1 016,9	71,84	400 BPAT
A24	B3.1bis	176	8	13	117	125	0,93	8,12	1,43	1 017,5	69,81	125 PEHD
B3.1bis	B3.2bis	176	4	4	65	75	0,94	15,78	2,78	1 019,0	65,53	75 PEHD
A24	B3.6	637	15	135	379	400	0,82	1,89	1,20	1 016,5	71,03	400 BPAT
B3.6	B3.9	937	22	119	355	400	0,73	1,51	1,41	1 027,5	58,62	400 BPAT
B3.9	A25	179	0	97	321	400	0,60	1,03	0,18	1 029,3	56,63	400 BPAT
A25	B3.10	97	10	10	103	110	0,96	10,17	0,98	1 030,6	54,35	110 PEHD
A25	B3.11	64	4	88	306	315	0,88	2,92	0,19	1 030,6	55,15	315 PEHD
B3.11	B3.12	194	6	83	297	315	0,84	2,67	0,52	1 032,2	53,03	315 PEHD
B3.12	B3.13	220	8	8	92	110	0,85	8,04	1,77	1 033,7	49,76	110 PEHD
B3.12	B3.14	175	3	69	271	315	0,70	1,90	0,33	1 032,8	52,10	315 PEHD
B3.14	A26	89	0	67	267	315	0,68	1,76	0,16	1 033,3	51,44	315 PEHD
A26	A27	97	0	11	108	110	1,08	12,80	1,24	1 034,2	49,31	110 PEHD
A27	B3.15	47	3	4	65	75	0,94	15,78	0,74	1 033,7	49,07	75 PEHD
B3.15	B3.16	80	1	1	33	50	0,71	15,08	1,21	1 033,5	48,05	50 PEHD
A27	B3.17	179	4	7	86	90	1,09	16,62	2,97	1 035,7	44,83	90 PEHD
B3.17	B3.18	124	3	3	56	63	0,89	17,56	2,18	1 038,3	40,05	63 PEHD
A26	B3.19	39	3	56	244	250	0,91	3,33	0,13	1 033,5	51,11	250 PEHD
B3.19	B3.20	73	3	53	237	250	0,86	3,04	0,22	1 034,1	50,29	250 PEHD
B3.20	A28	73	0	50	230	250	0,82	2,76	0,20	1 034,5	49,69	250 PEHD
A28	B3.21	161	1	7	86	90	1,09	16,62	2,68	1 035,7	45,81	90 PEHD
B3.21	A29	145	0	6	80	90	0,87	10,90	1,58	1 036,5	43,43	90 PEHD
A29	B3.22	51	3	3	56	63	0,89	17,56	0,90	1 037,2	41,83	63 PEHD
A29	B3.23	226	3	3	56	63	0,89	17,56	3,97	1 039,8	36,16	63 PEHD
A28	B3.24	64	7	43	214	225	0,88	3,60	0,23	1 035,1	48,85	225 PEHD

Nœud amont	Nœud aval	Longueur tronçon L (m)	Q borne (L /s)	Q tronçon (L /s)	Diamètre (mm)	Diamètre normalisé (mm)	Vitesse	Perte de charge (m/km)	Perte de charge (m)	Côtes TN des nœud (m)	Pression (m)	Type de conduite
B3.24	A30	69	0	36	195	200	0,95	4,77	0,33	1 035,2	48,42	200 PEHD
A30	B3.25	369	3	7	86	90	1,09	16,62	6,14	1 039,0	38,48	90 PEHD
B3.25	B3.26	149	4	4	65	75	0,94	15,78	2,36	1 040,2	34,93	75 PEHD
A30	B3.27	140	8	29	175	200	0,78	3,29	0,46	1 036,7	46,46	200 PEHD
B3.27	B3.28	306	7	21	149	160	0,90	5,63	1,72	1 038,1	43,34	160 PEHD
B3.28	B3.29	101	3	14	122	125	1,02	9,75	0,99	1 039,8	40,65	125 PEHD
B3.29	B3.30	117	11	11	108	110	1,08	12,80	1,49	1 039,7	39,26	110 PEHD

IV.4.5. Interprétation des résultats :

IV.4.5.1. Les vitesses :

On limite les vitesses dans les conduites à un minimum de **0.5 m/s** et un maximum de **2m/s**.

Les valeurs des vitesses dans les conduites de réseau sont entre deux seuils **0,6** et **1.1 m/s** ces vitesses sont acceptables, donc elles ne favorisent ni le dépôt des matières en suspension, ni l'érosion des canalisations.

IV.4.5.2. Les pressions :

Les pressions imposées en amont des bornes :

- Entre **2** et **4 bars** dans le cas d'une irrigation par aspersion.
- **1 bar** dans le cas d'une irrigation localisé (gout a gout).

Les pressions au niveau des bornes varient entre (**2.4** à **7.5**) bars donc elles sont valables pour tous les systèmes d'irrigation, mais **7 bars** un peu trop donc il faut limite à **6 bars**.

Pour diminuer ces pressions on utilise soit les vannes de régulation de pression soit les réducteurs de pression

Tableau.IV.7 : Les points d'installation des ouvrages de réduction de pression

Le point d'installation	L'ouvrage	Le rôle
Borne B1.1	Réducteur de pression	Réduire la pression au borne B1.1
Borne B1.2	Réducteur de pression	Réduire la pression au borne B1.2
Borne B1.3	Réducteur de pression	Réduire la pression au borne B1.3
Borne B1.6	Réducteur de pression	Réduire la pression au borne B1.6
Tronçon [A2—B1.4]	Vanne de régulation de pression	Réduire la pression au borne B1.4
Tronçon [A3—B1.5]	Vanne de régulation de pression	Réduire la pression au borne B1.5
Tronçon [A24—B3.1bis]	Vanne de régulation de pression	Réduire la pression au borne B3.1bis et B3.2bis



Figure.VI.4 : vanne de régulation de pression



Figure.VI.5 : réducteur de pression

IV.5. Réservoir de stockage :

La distribution de l'eau par gravité pour le périmètre à partir d'un réservoir implanté à une côte assez suffisante, va nous permettre un gain d'énergie très important d'une part, d'autre part, ce réservoir va permettre aussi le remplissage préalable des conduites au début de la campagne d'irrigation ou après une vidange accidentelle ou volontaire provoquée lors des réparations.

Le volume du réservoir se calcul d'après la relation suivante :

$$V_{ST} = Q \cdot T$$

Tel que :

- V_{ST} : volume du réservoir de stockage en m^3 .
- Q : débit de pointe en m^3/s .
- T : heures de pointe en s.

Dans notre cas le débit de pointe en tête du périmètre est de $1796.4 m^3/h$. pour combler le déficit de pointe. Notre réservoir va être dimensionné comme suit :

On suppose que la durée de fonctionnement du réseau de répartition est 20 h/ jour alors que celle du réseau de distribution est de 16 h/jour. De ce fait, la durée de stockage des eaux dans les bassins de régulation est de 4 heures par jour

Le réservoir aura une section rectangulaire avec une hauteur totale de 5 m (dont une revanche de 1m).

Son volume est de :

$$V_{ST} = 1796.4 \times 4 = 7185.6 \text{ m}^3$$

<i>DESIGNATION</i>	<i>Réservoir</i>
<i>Débit de pointe (l/s)</i>	<i>499</i>
<i>Capacité de stockage (m3)</i>	<i>7185.6</i>
<i>Capacité de stockage retenue (m3)</i>	<i>8000</i>

Tableau.IV.8 : Caractéristique de réservoir

	<i>CTN</i> <i>m NGA</i>	<i>H_{totale}</i> <i>hm</i>	<i>H_{d'eau}</i> <i>M</i>	<i>la à la base</i> <i>m</i>	<i>lo à la base</i> <i>m</i>	<i>la au plafond</i> <i>m</i>	<i>lo au plafond</i> <i>m</i>	<i>V_{utile}</i> <i>m³</i>	<i>V_{totale}</i> <i>m³</i>
RBEB	<i>1090</i>	<i>5</i>	<i>4.5</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>7200</i>	<i>8000</i>

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons abordé le dimensionnement du système de distribution qui contient le calcul de débit des bornes, les diamètres de notre réseau et les pertes des charges ainsi que la vérification des pressions, les vitesses et le dimensionnement de réservoir de stockage pour l'alimentation en eau de chaque exploitation.

Introduction :

L'étude du devis quantitatif et estimatif nous permet d'avoir une idée sur le coût de réalisation du projet d'irrigation projeté, ce calcul consiste à déterminer les quantités de tout le matériel ainsi que les différentes opérations à effectuer sur le terrain. Pour notre projet on a les travaux suivants :

- Le réseau de distribution.
- Le réseau d'irrigation. (Par aspersion).

VI.1. Différents travaux à entreprendre :

- **Travaux concernant le réseau distribution :**

Les tâches constituant les travaux à faire pour la mise en place le réseau distribution sont :

VI.1.1. Exécution des tranchées :

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

VI.1.2. Pose du lit de sable :

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

VI.1.3. Pose des conduites :

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

VI.1.4. Epreuve de joint et de la canalisation

Pour plus de sécurité, l'essai de pression des conduites et des joints se fait avant le remblaiement, on l'effectue à l'aide d'une pompe d'essai qui consiste au remplissage en eau de la conduite sous une pression de 1,8 fois la pression de service à laquelle sera soumise la conduite lors du fonctionnement. Cette épreuve doit durer 30 minutes environ où la variation ne doit pas excéder 0.2 bar.

VI.1.5. Remblayage des tranchées

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

VI.1.6. Nivellement et compactage

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

VI.2. Calcul des volumes des travaux de distribution :

VI.2.1. Calcul du volume de terrassement

A. Largeur du fond de la tranchée :

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

$$B = d + 0.6$$

Avec :

B : largeur de la tranchée (m)

d : diamètre de la conduite (m)

B. Profondeur de la tranchée :

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

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

Avec :

H : profondeur de la tranchée. (m)

e : hauteur du lit de pose. (m)

d : diamètre de la conduite. (m) h : la hauteur du remblai au-dessus de la conduite.

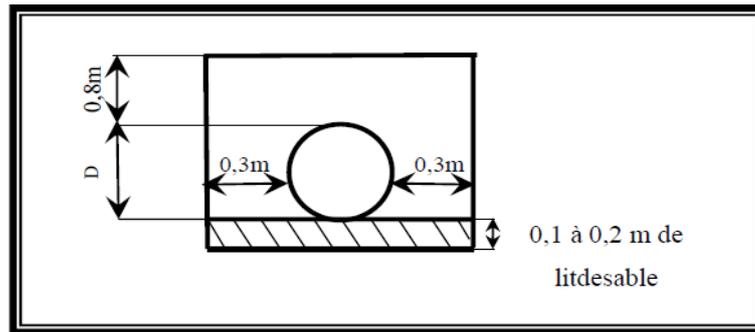


Figure.VI.1 : Schéma d'une tranchée

VI.2.2. Calcul du volume de déblai :

La surface à calculer est la surface rectangulaire :

$$S = B * H$$

$$B = d + 0.6$$

$$H = 1 + \emptyset \text{ m}$$

$$V_d = S * L$$

VI.2.3. Calcul du volume de lit de sable :

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

$$V = e * b * L$$

VI.2.4. Calcul du volume de remblai :

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

$$V_r = V_d - (V + V_s)$$

V_r : Volume du remblai compacté (m³)

V_d : Volume du déblai (m³)

V_s : Volume du sable

V : Volume occupé par la conduite (m³) ; $V = L \times \left(\frac{\pi \times D^2}{4} \right)$

L : Longueur de la conduite

D : Diamètre de la conduite.

Donc les volumes de toutes les opérations de terrassement sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau.VI.1 : Calcul du volume de terrassement

Diamètre (mm)	Langueur L(m)	Volume de déblai (m ³)	Volume du sable (m ³)	Volume de la conduite (m ³)	Volume de remblai (m ³)
800	255	643	43	128,11	472
600	1485	2851	214	419,66	2218
500	1036	1709	137	203,32	1369
400	2793	3910	335	350,80	3224
315	2030	2443	223	158,12	2062
250	305	324	31	14,96	278
225	376	380	37	14,94	328
200	498	478	48	15,64	415
160	989	872	90	19,87	762
125	1076	878	94	13,20	771
110	1605	1265	137	15,25	1113
90	1302	979	108	8,28	863
75	887	644	72	3,92	568
63	506	357	40	1,58	315
50	80	55	6	0,16	48
Total	15223	17788	1615	1368	14806

VI.3. Estimation de cout total de projet :

VI.3.1. Estimation de cout de pose de canalisation de distribution :

Tableau.VI.2 : Estimation du cout de pose de canalisation de distribution

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
Déblai en terrain	M ³	17788	300,00	5 336 400,00
Lit de sable	M ³	1615	800,00	1 292 000,00
Remblaiement de la tranchée	M ³	14806	200,00	2 961 200,00
			Totale	9 589 600,00

Les types des tuyaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
TubeØ800 BPAT	M/1	255	24 200,00	6 171 000,00
TubeØ600 BPAT	M/1	1485	21 700,00	32 224 500,00
TubeØ500 BPAT	M/1	1036	19 500,00	20 202 000,00
TubeØ400 BPAT	M/1	2793	18 000,00	50 274 000,00
TubeØ315 PEHD	M/1	2030	16 500,00	33 495 000,00
TubeØ250 PEHD	M/1	305	10 500,00	3 202 500,00
TubeØ225 PEHD	M/1	376	8 600,00	3 233 600,00
TubeØ200 PEHD	M/1	498	6 800,00	3 386 400,00
TubeØ160 PEHD	M/1	989	4 400,00	4 351 600,00
TubeØ125 PEHD	M/1	1076	2 750,00	2 959 000,00
TubeØ110 PEHD	M/1	1605	2 130,00	3 418 650,00
TubeØ90 PEHD	M/1	1302	1 470,00	1 913 940,00
TubeØ75 PEHD	M/1	887	1 000,00	887 000,00
TubeØ63 PEHD	M/1	506	740,00	374 440,00
TubeØ50 PEHD	M/1	80	480,00	38 400,00
Borne 102/65	U	12	37 000,00	444 000,00
Borne 82/65	U	51	25 000,00	1 275 000,00
VanneØ500	U	1	30 000,00	30 000,00
VanneØ800	U	1	45 000,00	45 000,00
Vanne de régulation de pression	U	3	70 000,00	210 000,00
Réducteur de pression	U	4	13 000,00	52 000,00
			TOTAL (HT) (Pour les équipements)	168 188 030,00
			TOTAL (HT) (Pour le terrassement)	9 589 600,00
			TOTAL (HT) (Pour la distribution)	177 777 630,00
			TVA (19%)	33 777 749,70
			Montant TTC	211 555 379,70

VI.3.2. Estimation du cout du réservoir :

Les opérations à suivre pour la réalisation :

- Terrassements :
 - Décapage des terres végétales.
 - Fouille en grande masse jusqu'au bon sol.
 - Remblai en terre épierrée.
 - Transport des terres excédentaires.
- Coffrage :
 - Radier.
 - Voile.
 - Coupole.
- Béton :
 - Béton de propreté dosé a 150kg/m^3 .
 - Béton : radier, voile (400kg/m^3) ; coupole (350kg/m^3)
- Enduit et peinture :
 - Enduit : étanche sur la surface intérieure avec des adjuvants dosés à 600kg/m^3 .
 - Peinture :
 - * badijonage des surfaces en terre par du fillincotte
 - * Etanchéité de la coupole par des paxa-aluminium.
 - * Peinture vinylique sur la partie apparente.
- Menuiserie métallique :
 - Carpeau métallique.
 - Grille d'aération métallique.
 - Echelles galvanisées.

Tableau.VI.3 : Estimation du cout de pose du réservoir :

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Terrassement	m3	419,382	500,00	209 691,00
Béton de propreté	m3	36,47	6 500,00	237 055,00
Béton armé	m3	153,06	40 000,00	6 122 400,00
Etude géotechnique	///	1	600 000,00	600 000,00
Chambre de vanne	///	1	50 000,00	50 000,00
Equipements hydromécaniques	///	1	100 000,00	100 000,00
			TOTAL (HT)	7 319 146,00
			TVA (19%)	1 390 637,74
			Montant TTC	8 709 783,74

VI.3.3. Estimation Des équipements interne de la parcelle 1131-A-12 :

Tableau.VI.4 : Estimation Des équipements interne de la parcelle :

Equipement	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
Rampes Ø75 PEHD	M/l	480	740,00	355 200,00
Porte rampes Ø125 PEHD	M/l	300	2 750,00	825 000,00
Asperseur	U	115	1 200,00	138 000,00
Té à clapet pour installation l'asperseur	U	115	432,00	49 680,00
Canne d'asperseur	U	115	5,00	575,00
Semelle stabilisatrice	U	115	159,00	18 285,00
			TOTAL (HT)	1 386 740,00
			TVA (19%)	263 480,60
			Montant TTC	1 650 220,60

VI.4. Devis estimatif de projet :

Le devis des différentes opérations est comme suit :

1. Devis du réseau de distribution (Montant TTC =211 555 379,70 DA)
2. Devis de réservoir (Montant TTC =8 709 783,74DA)
3. Devis totale de projet (Montant TTC =220 265 163,44DA)
4. Devis des équipements interne de la parcelle (Montant TTC =1 650 220,60DA).

Conclusion :

Dans ce chapitre on a calculé le devis général de réseau de distribution qui est composé de pose de canalisation et le réservoir de stockage et nous avons estimé le cout de projet qui est de **220 265 163,44DA**.

Et on a conclu ce chapitre par un exemple de calcul de cout des équipements d'une parcelle.

Conclusion générale

Ce mémoire s'inscrit dans le cadre du projet d'aménagement hydro-agricole dans la wilaya de Batna où nous avons abordé le dimensionnement du réseau de distribution d'un secteur de périmètre OUED CHAABA alimenté à partir de barrage Koudiat Medaour

En premier lieu, nous avons commencé par la présentation de la zone d'étude ainsi une étude climatologique et hydrologique où on s'est aperçue que La région est caractérisée par un climat semi-aride qui nécessite une irrigation permanente.

Par la suite nous avons abordé l'étude agro-pédologie où l'analyse du sol montre que le périmètre est dominé par des sols à texture argileuse ou limoneux-argileuse et pour cela on a choisi les cultures adaptés avec ces sols, après on a fait des analyses sur la qualité des eaux de barrage Koudiat Medaour et on a trouvé que cette eau est caractérisé par une conductivité électrique **EC** de **0,9 mS/cm** et un **SAR** égal à **1,1** ce qui montre qu'on a un risque léger de salinité et une alcalinité nulle, donc on peu dire que ces eaux sont de bonne qualité pour l'irrigation.

L'étude hydrologique et climatologique nous a permis aussi de calculer les besoins en eau des cultures et connaître le débit spécifique qui rentre dans le dimensionnement de notre réseau de distribution.

Après le calcul de ce débit nous avons pu dimensionner le réseau de distribution qui compte :

- **132 parcelles** avec **63 bornes** d'irrigation
- Des conduites dont le diamètre varie entre **50 mm** et **800 mm**.
- Un réservoir de stockage d'une capacité de **8000 m³**

Concernant la vérification de la vitesse d'écoulement sur les conduites et la pression au niveau des bornes on a défini les résultats suivants :

- La vitesse d'écoulement varie entre **0,6** et **1.1 m/s**
- La pression varie entre **2.4** et **7.5 bars**

Ces deux résultats sont acceptables et valables pour tous les systèmes d'irrigation.

On a pris deux exemples de technique d'irrigation pour dimensionner le réseau des deux parcelles, une par goutte à goutte et l'autre par asperseur.

D'après l'étude faite pour la réalisation du projet le cout est estimé à **211 555 379,70 DA**.

Et on a encore calculer le devis pour équiper une parcelle irriguée par aspersion.

Ce qu'il faut retenir à la fin, c'est que le projet de transfert d'eau de barrage de Béni Haroun vers le barrage de Koudiat Medaour nous a permis d'assurer une disponibilité permanente d'eau d'irrigation et augmenté la superficie des terrains agricoles exploités, tout en assurant une production agricole plus importante ainsi que la création de nombreux emplois.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ABH, Qualité des eaux dans les bassins des côtières constantinois et des hauts plateaux constantinois.2004-2007.
2. Systèmes d'irrigation par René CLÉMENT, Alain GALAND et Jacques MEYLAN
3. Irrigation : guide pratique p91-p105
4. L'irrigation localisée : calcul, mise en place, exploitation, contrôle du fonctionnement.
5. Notions fondamentales d'irrigation « aménagements et équipements du territoire », prof. A. Mermoud
6. Irrigation localisée p16-p30.
7. ANBT, Etude d'APD du transfert des eaux du barrage Oued Athmania vers les barrages de Kodiat Medaouar et Ourkiss (Tallizardane), Rapport final, 2005
8. ANRH, Annuaires hydrologiques : données stations hydrométriques 1996 – 20016.
9. AYERS, R.S, WESCOST, D.W, (1984). La qualité de l'eau en agriculture. Bulletin F.A.O d'irrigation et de drainage n°29. Edition F.A.O, Rome, 187 p.
10. DOORENBOS.J, PRUIT.W. O (1975). Les besoins en eau des cultures, bulletin F.A.O d'irrigation et de drainage n°24, édition F.A.O, Rome. 197p.
11. DSA. Batna, (2013). Analyse des ressources en sol du périmètre de Batna Ain-Touta.
12. GERARD. G, (1999). Climatologie de l'environnement, édition DUNOD, Paris, pp:130-317.
13. MESSAHEL MEKKI, 1988 : Irrigation au goutte à goutte (Régime d'irrigation) Edition O.P.U. Alger ;
14. OLLIER& POIREE, (1981). Irrigation, les réseaux d'irrigation, théorie technique et économie des arrosages, édition EYROLLES, Paris, 503p.
15. ONID.Dossier I-C : Analyse des ressources en eau.

16. ONID.Etude pédologique de la plaine de Batna-Ain Touta.
17. ONID.Groupement STUDI international / NINHAM SAND, Dossier I-A : Etude foncière, 2006.
18. ONID.Groupement STUDI international / NINHAM SAND, Dossier I-C : Analyse des ressources en eau, 2006
19. ONID.Groupement STUDI international / NINHAM SAND, Dossier I-B : Analyse des ressources en sol, 2006.
20. ONID.Groupement STUDI international / NINHAM SAND, Dossier I-D : Etude agro-socio-économique, 2006
21. RAPPORT TECHNIQUE. (Etude Agro pédologique des plains de Ain Touta-Batna).
22. R. CLEMEN et A. GALAND Irrigation par aspersion et réseaux collectifs de distribution.
23. TOUAIBIA, Bénina. Manuel d'hydrologie ISBN.BLIDA Algérie. Mars 2004. P166.

REFERENCES SITOGRAPHIQUES :

<https://books.google.dz/books?id=ubAsBa9qWPgC&pg=PA97&dq=irrigation+par+asperseur&hl=fr&sa=X&ved=0ahUKEwix85CWq-TiAhXxA2MBHXe8BhMQ6AEIJzAA#v=onepage&q=irrigation%20par%20asperseur&f=false>

(Consulté le 2019).

<http://www.canaux-et-territoire.info/d2/index.php?post/2009/12/24/39-les-technique-d-irrigation-ii-irrigation-sous-pression>

(Consulté le 2019).

<http://www.canaux-et-territoire.info/d2/index.php?post/2009/12/24/38-les-techniques-d-irrigation-i-irrigation-gravitaire> (Consulté le 2019).