

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE- ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : Conception Des Systèmes d'Irrigation et de Drainage

THEME :

**MISE EN VALEUR DU PÉRIMETRE IRRIGUÉE DE
TAZOULT A PARTIR DU BARRAGE DE KOUDIAT EL
MEDAOUAR WILAYA DE BATNA**

Présenté par :

Mr DEBA MOHAMED

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Mr T.KHETTAL	M C.A	Président
Mme O. AZIEZ	M A.A	Examinatrice
Mme D.DJODAR	M A.A	Examinatrice
Mr D.KOLIAI	Ing en chef	Examineur
Mme S.LEULMI	M A.A	Examinatrice
Mme L.S.BAHBOUH	M A.A	Promotrice

Septembre-2013

. REMERCIEMENT .

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

- Je tiens à remercier vivement tous ceux qui m'ont apportés un soutien pour l'élaboration de ce mémoire de fin d'étude, particulièrement ma famille.
- Toute ma gratitude pour mon promotrice, ^{Mme} BAH BOU H L-S pour ses Judicieux conseils ainsi que sa disponibilité tout au long pour l'élaboration de ce travail.
- Mon respect s'adresse aux membres de jury qui me feront l'honneur d'apprécier ce modeste travail.
- Je tiens à présenter par la même occasion tout mon respect à tous les Enseignants de l'ENSH qui ont contribué à ma formation du cycle Universitaire.
- Aussi a tout le personnel de la DRE et DSA de Batna sans oubliant tous le personnel de l'ON I D d'Alger pour leurs aides.

.DÉDICA CE.

Je dédie ce modeste mémoire qui est l'accomplissement de longues années d'études, en premier lieu à :

- + Mes parents avec tous mes pleins sentiments de respect d'amour de gratitude pour tous les sacrifices déployés pour m'élever dignement et surtout assurer mon éducation dans les meilleures conditions; mes parents qui ont attendue avec patience les fruits de leur bonne éducation, que dieu vous garde.
- + Mes Frères : WALID, ABD EL KARIM
- + Ma sœur IKRAM BOUTAINA
- + Mon frère HICHEM et sa femme HANNANE
- + Toute la famille DEBA et YAIYI
- + A tous ceux qui me sont chers.

Le long de ma vie, J'ai été entouré de personnes magnifiques qui m'ont donné le meilleur d'eux même sans rien attendre en retour, je crois qu'aujourd'hui il est le temps de leur dédiés du fond du cœur ce modeste travail pour les remercier :amine ,SI F ,Ali ,Khalil ,Amar ,Nabil ,Zinne ,Moussa ,Khiro ,Khaled , Aziz ,Mohamed ... , je vous remercie pour tous les sentiments d'amitié que vous avez envers moi et dont je suis fier.

Tous les ami(e)s de l'ENSH, et de la cité soumma N°3 qui vont beaucoup me manquer.



***A tous et à toutes, je dédie ce travail ***

MOHAM ED– 2013

ملخص

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

إن اختيار المخطط الامثل لإيصال المياه من سد كدية المدور الى محيط تازولت يمثل الإشكالية المعالجة في هذا العمل.

Résumé :

L'augmentation de la capacité du réservoir d'eau du barrage de Koudiat Medaouar à travers le système de transfert de Beni Haroun à permis la création de nouvelles surfaces irriguées au niveau de la wilaya de BATNA. Le choix du tracé optimal sur le plan technique et économique des conduites d'adduction de l'eau d'irrigation du barrage de KOUDIAT MEDAOUAR vers le périmètre de TAZOULT est la problématique que nous traitons dans ce travail.

Abstract :

The increasing of the capacity of the water reservoir in dam Koudiat Medaouar through the transfer system (Beni Haroun)allowed the creation of new irrigated areas in the wilaya of Batna. The choice of the optimal alignment of the technical and economic terms of supply of irrigation from the dam KOUDIAT MEDAOUAR to the perimeter Tazoult is the problem we dealt with in this work.

Sommaire

<i>INTRODUCTION GENERRALE</i>	1
Chapitre I : Analyse des conditions naturelles	
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 de la générale du périmètre de Batna-Ain Touta	4
I.2 Présentation générale de la région d'études.....	5
I.2.1. Situation géographique de la commune Tazoult.....	5
I.2.2.Les principales agglomérations de la commune.	5
I.2.3.Localisation du périmètre.....	5
I.3 Climatologie.....	6
I.3.1 .Température	7
I.3.2.Le vent.....	8
I.3.3.L'humidité relative de l'air.	8
I.3 .4.L'évaporation.....	8
I.3.5.L'insolation.....	9
I.3.6.Précipitations.	9
I.4.Etude fréquentielle.	10
I.5.La synthèse climatique :	14
I.5.1.Indice d'aridité de De Martonne :	14
I.5 .2.Quotient pluviométrique d'Emberger.	15
I.5.3 .Climogramme de Gaussen	16
I.6.Ressources en sol.	16
I.6.1 .Description des principaux sols et leur répartition.....	16
I.6.2.Le profil pédologique.	17
I.6.3.Description morphologique des profils :	17
a) Profil n° 1 :	17
b) Profil n° 2 :	19

I.6.4.les caractéristiques hydrodynamiques des sols :	20
a) La texture :	20
b) La Structure :	20
c) La perméabilité :	21
d) La densité réelle (dr) :	21
e) La densité apparente (da) :	21
f) La porosité (P) :	21
g) L'Humidité de sol :	22
h) La vitesse d'infiltration (K):	22
i) La réaction du sol (pH) :	22
I.7.Ressources en eaux :	22
I.7.1.Eaux de surface :	22
I.7.2.Eaux souterraines :	26
I.7.3.Caractéristiques chimique de l'eau d'irrigation :	27
Conclusion :	27

Chapitre II : Régime d'irrigation des cultures de l'assolement

II. Introduction.....	28
II.1.Choix des cultures à mettre en place de la région d'études :	28
II.2. l'occupation des sols.	29
II.3.Calendrier d'occupation des sols:	29
II.4.Besoin en eau du périmètre :	30
II.4.1 .L'évapotranspiration potentielle de référence (ETo) :	30
II.4.2. La pluie efficace (Pe) :.....	32
II.4.3. Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures.	33
II.4.3 .a.Besoin en eau théorique pour le modèle N°1.....	34
↳ calcul du débit fictif continu du mois de pointe (juillet)	35
↳ Calcul du débit fictif continu de la culture la plus exigeante.....	36
↳ Calcul du débit fictif moyen en mois de pointe (juillet)	36
II.4.3.b.Besoin en eau théoriques pour le modèle 2.....	36
↳ Calcul du débit fictif continu en mois de pointe (juillet)	38
↳ Calcul du débit fictif continu de la culture la plus exigeante.....	39
↳ Calcul du débit fictif moyen en mois de pointe (juillet)	39
Conclusion:	39

Septembre-2013

Chapitre III : Choix des techniques d'arrosage.

III .Introduction.....	40
III.1 .Choix de la technique d'arrosage :	40
III.2.L'irrigation par aspersion :	40
III.2.1 .Avantages de l'aspersion.....	41
III.2.2.Inconvénients de l'aspersion :.....	41
III.2.3.Critères d'adaptation de l'aspersion :	41
III.2.3.1.Les contraintes techniques:	41
III.2.3.2.Critère d'appréciation.....	42
a).valeur économique de l'eau.....	42
b).Autres avantages de l'irrigation par aspersion.....	42
III.2.4.Les différents types d'installations par aspersion :	43
III.2.4.1 .Les équipements classiques :	43
a).Equipement avec rampes rigides.....	43
b).Equipement avec rampes souples et asperseurs sur traîneau.....	43
III.2.4.2.Equipements avec canons ou arroseurs géants à poste fixe :.....	43
III.2.4.3.Equipements avec arroseurs automoteurs :	43
III.2.4.4.Equipements avec des pivots.	43
III.3.L'irrigation localisée :	44
III.3.1 .Aspect théorique de l'irrigation localisée:	44
a) L'unité de tête :	44
b) La conduite principale :	44
c) Les portes rampes :	45
d) Les rampes :	45
e) Les distributeurs :	45
III.3.2.Avantages et Inconvénients de l'irrigation localisée:.....	45
III.3.2.1.Avantage :	45
III.3.2.2.Inconvénients	47
Conclusion:.....	49

Chapitre IV : Choix de variante d'adduction et distribution.

IV. Introduction :	50
--------------------------	----

IV.1.1.Prise d'eau à l'aval du barrage.....	50
IV.1.2.Reprise d'eau à partir d'une station de pompage.....	50
IV.1.3.Réseau de répartition et réservoirs de distribution.....	51
IV. 1 .4.Réseaux de distribution.	51
IV.2.Description du réseau d'adduction	51
IV.2.1.Réservoir Ain Assafeur :.....	52
IV.2.2.Réservoirs de stockage.....	52
IV.2.3.Bassin brise charge :.....	53
IV.2.4.Conduites et ouvrages d'adduction :.....	53
IV.2.4. 1 .Tronçon Barrage Koudait Medaouar-AinAssafeur :	53
IV.2.4.2.Tronçon réservoir Ain Assafeur –secteur Tazoult :.....	53
IV.3.Choix de la cote d'implantation et emplacement des réservoirs et position de piquage :	54
IV.4.Choix de la variante d'adduction par pompage et l'emplacement de la station de pompage.	54
IV.5.Calcul hydraulique du réseau.	55
IV.5.1.Méthode de calcul	55
IV.5.1.1.Cas de conduite refoulement:.....	55
IV.5.1.2.Cas de conduite gravitaire.	55
VI.5.2.Résultats de calcul pour chaque variante choisie :.....	56
VI.5.2.1.Première variante.....	56
IV.5.2.2.Deuxième variante :.....	57
IV.5.2.3.Troisième variante :.....	58
IV.6.Réseau de distribution.....	59
IV.6.1.Découpage du périmètre.....	59
IV.6.2. Système d'irrigation.....	59
IV.6.3.Plan de bornage	60
IV.6.4.Définition d'un îlot type.....	60
IV.6.5.Tracé du réseau d'irrigation :	60
a) 1 ^{er} phase: Trace par proximité.....	60
b) 2 ^{eme} phase: Tracé à 120°.....	61
c) 3 ^{eme} phase: Tracé économique :	61
IV.7.Calcul des débits:	61
IV.7.1.Débit caractéristique:.....	61
IV.1.Composition du réseau d'amenée :.....	50

IV.7.2.Débits aux bornes :	62
IV.7.3.Vitesses :	62

IV.7.4.Calcul des pertes de charge :	62
IV. 8.Choix du matériau et calcul des diamètres des canalisations :.....	62
IV.8.1.Choix du matériau des conduites :	62
IV.8.2.Calcul des diamètres des canalisations :	63
IV.9.Dimensionnement du réseau de distribution :	63
IV.9. 1 .Troisième variante.....	64
IV. 10.Interprétation des résultats	72
IV.10.1.Les vitesses	72
IV.10.2.Les pressions	72
IV.....	1
1 .Equipement des réseaux d'irrigation :	72
IV. 11.1 .Equipements de contrôle des conduites :.....	72
IV.11.1.a.Les vannes :	72
IV. 11.1 .b.Les régulateurs de pression :	72
IV. 11 .2.Protection anti béliet :	73
IV. 11.2.1 .Origine des coups de béliet :	73
IV.11.2.2.Les soupapes de décharge :	73
IV.11.2.3.Ventouses et clapets d'entée d'air :	73
IV.11.3.Les bornes d'irrigation :	73
Conclusion :	74

Chapitre VI : Station de pompage&Réseroirs

V. Introduction	75
V. 1. Station de pompage :	75
V. 1.1 .Description de la station de pompage :	75
V. 1 .2.Calcul du débit de pompage et la hauteur d'élévation.....	75
V. 1.2.1 .Calcul du débit de pompage.....	75
V.1.2.2.Détermination de la hauteur d'élévation calculée.....	76
V.1.3.Choix du type de la pompe :	77
V. 1 .4.Choix du nombre de pompe:.....	77
V.1.5.Choix du moteur électrique.....	79
V.1.6.Calcul de la puissance fournie par le moteur électrique	79
V. 1 .7.Détermination du diamètre économique de refoulement.....	80
V.1.8.Rendement de la station de pompage :	81
V.2.Le Réservoir de stockage :	86

IV.1.Composition du réseau d'amenée :	50
---	----

Chapitre VI : Dimensionnement du réseau d'irrigation à la parcelle

VI. Introduction :	88
VI. 1 .Dimensionnement de l'installation de l'irrigation localisée (goutte à goutte) :	88
VI.2.Choix de distributeur :	88
VI.3.Projection d'un système d'irrigation localisée sur une parcelle:	89
VI.3.1.Les besoins en eau de la parcelle :	89
VI.3.2.Influence du taux de couverture du sol.....	89
VI.3.3.La dose nette :	90
VI.3.4.Pourcentage du sol humidifié : (voir annexe N°4).....	91
VI.3.5.La dose Brute	91
VI.3.6.Fréquence des arrosages :	91
VI.3.7.La durée d'arrosage :	91
VI.3.8.La durée d'arrosage journalière :	92
VI.3.9.Nombre d'arbre par hectare.	92
VI.3. 10.Nombre d'arbre par rampe.	92
VI.3 11 .Nombre des goutteurs par rampe :	92
VI.3.12.le débit d'une rampe :	92
VI.3.13.le nombre de rampes.....	92
VI.3.14.le débit du porte rampe :	92
VI.4.Calcul hydraulique :	93
VI.4 1 .Calcul des diamètres des portes rampes et rampes :	93
VI.4.1.a.Le diamètre de la rampe :	93
VI.4.1.b.Le diamètre de la porte rampe :	93
VI.4.2.Le diamètre de la conduite secondaire :	94
VI.4.3.Les pertes de charge dans la conduite secondaire (2m):	94
VI.4.4.La pression en tête du réseau.....	95

CONCLUSION GENERALE

Liste des tableaux

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles

Tableau I.1 : Localisation du périmètre .....	..4
Tableau I.2. : Localisation du périmètre .....	..5
Tableau I.3.Coordonnées de la station météorologique .....	..7
Tableau I.4. Les températures extrêmes et moyennes mensuelles	7
Tableau .I.5.Moyennes mensuelle de la vitesse du vent en (m/s)	8
Tableau I.6.Humidité relative de l'air en %	8
Tableau I.7. Evaporation en (mm) durant la période (1989-2011) .....	.9
Tableau I.8. Insolations moyennes journalières	10
Tableau I.9. Pluviométrie moyenne mensuelle (mm)	10
Tableau I.10.Ajustement a la loi normale	11
Tableau I.11. Précipitations mensuelles de l'année de probabilité 80%	14.
Tableau I.13 .Résultats des analyses des échantillons de sol du profil 1	18
Tableau I.14.Résultats des analyses des échantillons de sol du profil 2	20
Tableau I.15.Caractéristiques des retenues du transfert Beni-Haroun	24
Tableau I.16.Caractéristiques des ouvrages de transfert de Beni-Haroun	24
Tableau.I.17.Résultats d'analyse de l'eau d'irrigation	27

Chapitre II : Régime d'irrigation des cultures de l'assolement

Tableau II.1 .Mise en valeur dans tout le périmètre	28
Tableau II.2. Répartition de la superficie du périmètre par commune.....	29
Tableau II.3 .répartition du calendrier d'occupation des sols pour modèle N°1.	29
Tableau II.4.répartition du calendrier d'occupation des sols pour modèle N°	30
Tableau II.5. Evapotranspiration de référence de la zone de projet selon Penman&Monteith	32
Tableau II. 6.Les précipitations efficaces	33
Tableau.II.7. Besoin en eau théoriques pour le modèle 1	34
Tableau.II.8.Besoin en eau théoriques pour le modèle 2.....	37

..... TableauVI. 1 .caractéristiques des rampes
..... 93
..... TableauVI.2.caractéristiques des portes rampes
..... 94

Chapitre IV : Choix de variante d'adduction et distribution.

Tableau IV. 1 .Répartition des secteurs du périmètre en fonction de la topographie	51
Tableau IV.2. Caractéristiques de réservoir Ain l Assafeur	52
Tableau IV.3: Coefficients K' , m , λ pour différents types du tuyau	55
Tableau IV.4. Résultent Calcul hydraulique pour la Premier variante choisi	57
Tableau IV.5.Résultent Calcul hydraulique pour la Deuxième variante choisi	58
Tableau IV.6. Résultent Calcul hydraulique pour la Troisième variante choisi	59
Tableau IV.7. Répartition en secteurs et sous secteurs	59
Tableau IV.8. : Caractéristique le diamètres on PEHD	63
Tableau : IV.14. Caractéristiques des nœuds et bornes d'irrigation de Troisième variante..	65
Tableau.IV.15. Caractéristiques des conduites de distribution	68

Chapitre V : Station de pompage&Réservoirs

Tableau.V. 1 .caractéristiques des pompes	78
Tableau VI-2 : Variation du coefficient K en fonction de la puissance P	79
Tableau.V.3.Caractéristiques du moteur électrique choisi	80
Tableau.V.4.la valeur de K_i en DA	82
Tableau.V.5. calcul des pertes de charges.....	84
Tableau.V.5. calculs de l'investissement	85
Tableau.V.6.Capacité de rétention de réservoir	87
Tableau.V.7.caractéristique de réservoir.	87

Chapitre VI : Dimensionnement du réseau d'irrigation à la parcelle

IV.1.Composition du réseau d'amenée :	50
---	----

Liste Des Figures

CHAPITRE I : *Analyse des conditions naturelles.*

Figure.I. 1 .Carte Administrativement.....	2
Figure .I.2. Plan de situation du périmètre de Batna – Ain Touta	4
Figure.I.3.Situation du périmètre d'irrigation Tazoult	6
Figure .I.4.Courbe des températures moyennes mensuelles en °C.....	7
Figure.I.5.Diagramme de pluviométrie moyenne mensuelle (mm)	10
Figure.I.6.Ajustement à une loi de gauss .....	.13
Figure.I.7.Climogramme pluviométrique d'Emberger .....	.15
Figure.I.8.Climogramme de Gaussen .....	.16
Figure .I.9. Schéma du transfert de Beni-Haroun vers le périmètre de BATNA AIN-TOUTA	25

CHAPITRE II : *Régime d'irrigation des cultures de l'assolement.*

Figure II. 1.Besoins en eau mensuels du modèle 1	35
Figure II.2. Besoins en eau mensuels du modèle2	38

CHAPITRE IV : *Choix de variante d'adduction et distribution.*

Figure : IV. 1. Schéma explicatif de la Première variante	56
Figure. IV.2. Schéma explicatif de la Deuxième variante	57
Figure. IV.3. Schéma explicatif de la Troisième variante.....	58

CHAPITRE V: *Station de pompage&Réservoirs*

Figure.V. courbe investissement	68
---------------------------------------	----

.....	TableauVI. 1 .caractéristiques des rampes
.....	93
.....	TableauVI.2.caractéristiques des portes rampes
.....	94

Liste Des Planches

PLANCHE N°1 : Carte de délimitation du périmètre de Batna Ain Touta.

PLANCHE N°2 : Carte des sols des plaines de Batna Ain Touta.

PLANCHE N°3 : Schéma d'adduction et réseau de distribution du périmètre de Tazoult.
(w.Batna)

PLANCHE N°4 : Profil en long : partie gravitaire et refoulement secteur (tazoult-w.batna)

PLANCHE N°5: Réseau d'irrigation goutte à goutte de la parcelle 88-b12

Introduction Générale

INTRODUCTION GENERALE

L'Algérie a connu une longue période de sécheresse un particulier dans les régions à climat aride et semi-aride où la pluviométrie est insuffisante mais répartie voire même rare.

Ainsi la stratégie de développement agricole adoptée se base généralement sur l'utilisation rationnelle de cette ressource rare d'eau.

La création des périmètres d'irrigation et la mise en valeur des terres agricoles ont un double objectif à savoir :

- Une Meilleure gestion de cette ressource en eau par projection des réseaux d'irrigation et équipement adéquats par adaptation des techniques d'économie de l'eau (goutte à goutte, aspersion, gravitaire amélioré.)
- Le développement agricole régional d'une part et national d'autre [part. et](#) ce à travers la fixation de la population agricole, absorption du chômage (création de l'emploi).ainsi que la valorisation du m³ d'eau d'irrigation.

Pour répondre à ces objectifs, l'office national de l'irrigation et du drainage a lancé une étude pour la création d'un nouveau périmètre au niveau de BATNA –AIN TOUTA irrigué à partir des eaux du barrage de KOUDIAT EL MEDAOUAR.

Les apports du bassin versant de ce barrage ne sont pas [important.la](#) capacité de son réservoir est assuré par un apport complémentaire par transfert à partir du barrage de BENI HAROUN. Ceci permet donc assurer un volume d'eau plus important pour la région.

Après consultation de l'étude nous avons remarqué que la variante d'adduction d'eau vers le périmètre de TAZOULT qui est un secteur du périmètre de BATNA comprenait un ensemble d'ouvrages hydrotechniques très important induisant par conséquent un surcout du projet.

Notre travail a porté donc sur une nouvelle approche et choix de variantes pour le tracé de l'adduction de l'eau vers le périmètre de TAZOULT.

Nous avons privilégié l'adduction par gravité et limité le nombre de station de pompes. Trois variantes ont été élaborées afin de choisir celle qui répond le mieux à notre attente.

Chapitre I :

Analyse des conditions naturelles

.....	TableauVI. 1 .caractéristiques des rampes	
.....		93
.....	TableauVI.2.caractéristiques des portes rampes	
.....		94

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, assiégée 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 Daïra et 61 communes.

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

- Au nord par la wilaya D 'OUM EL BOUAGHI, MILA et de SETIF.
- l 'est par la wilaya DE KHENCHELA.
- Au sud par la wilaya de BISKRA.
- A l'ouest par la wilaya de M 'SILA.

I.1 .3.Cadre géographique.



Figure .I.1 .Carte Administrativement

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 calcimagnésique ;
- **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'ANRH.

- Le Bassin du Constantinois situé au Nord et Nord Est, qui s'étend sur une superficie de 4 037 km² dans le territoire de la Wilaya.
- Le Bassin versant du Hodna situé à l'Ouest, qui s'étend dans les limites de la Wilaya sur une surface de 4 394 km.
- Le Bassin des Aurès Nememcha, qui occupe la partie Sud et Sud Est de la Wilaya sur une superficie de 5 611 km².

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, (Voir carte en Annexe.N°1-1).



.....	TableauVI. 1 .caractéristiques des rampes	93
.....	TableauVI.2.caractéristiques des portes rampes	94

I.1.6. Description de la générale du périmètre de Batna-Ain Touta.

Le futur périmètre de Batna Ain Touta s'étend de Tazoult au nord-est à Ain 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-Ain Touta, objet du présent projet, d'une superficie d'environ 6100 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 : ANRH Constantine.

Le plan de situation du futur périmètre irrigué de Batna Ain Touta est donné par la figure suivante :



Figure .I.2. Plan de situation du périmètre de Batna – Ain Touta. Échelle : 1/150000

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 Ain Touta d'autre part. La majorité des terres irrigables appartient à la commune d'Oued Chaaba. L'altitude moyenne de la plaine est généralement comprise entre 900 (du côté d'Ain Touta) et 1220 m (au nord de Batna).

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

I.2.1. Situation géographique de la commune Tazoult.

Tazoult est une partie de l'ensemble du périmètre de BATNA –AIN TOUTA et qui fait l'objet de notre étude .Il est constitué de deux commune Tazoult et Ouyoun el Assafir, la commune de Tazoult se trouve à 11 Km environ au Sud -Est du chef- lieu de la Wilaya de Batna, son territoire s'étend sur une superficie de 11252 ha elle est entourée par des chaînes montagneuses :

- Au Nord : chaîne de montagne Bou-Arif.
- Au sud : chaîne de la montagne Wastili qui comprend en ouest vers l'est : Baloa, Doufana, Elbour, Tivarcine, Elzigegue, Dhraa Aissi.

I.2.2.Les principales agglomérations de la commune.

La commune de Tazoult est aussi le chef-lieu de Daïra ses principales agglomération sont par ordre d'importance selon le découpage administratif de 1991 .la commune de Ouyoun el Assafir: Tivracine, Dhraa Aissi, Chenatif, l'intendant, Timazàl, Zragna, Dhraà Ben Sabehe et Merfak Sidi Belkhir où se situe notre périmètre.

I.2.3.Localisation du périmètre.

Le périmètre étudié se trouve sur l'axe routier RN 31 est limite par la ville de Batna du côté Nord et par la commune de Tazoult du coté Nord-Est.

La localisation géographique du périmètre a été cernée à travers les coordonnées géographiques des localités parsemées dans le tableau ci-dessous.

.....	TableauVI. 1 .caractéristiques des rampes	93
.....	TableauVI.2.caractéristiques des portes rampes	94

Tableau.I.2. Localisation du périmètre.

Commune	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

Source : ANRH Constantine

Le périmètre étudié s'étale sur une superficie de 441.3 ha.

Figure.I.3. Situation du périmètre d'irrigation Tazoult

Source : ONID



I.3. Climatologie.

Le climat constitue un élément de base pour l'élaboration de toute étude, la connaissance exacte des différents paramètres caractérisant le climat de la zone à étudiée est indispensable puisqu'ils permettent de mieux cerner les contraintes naturelles agissent sur les cultures notamment:

- ✦ En tant que source d'alimentation en eau (précipitations);
- ✦ En imposant un appel d'eau sous forme d'évapotranspiration (ETP).

✦ **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 utilisée les données climatiques relevés par la station de Batna « AIN SKHOUNA-BATNA ».

Tableau.I.3.Coordonnées de la station météorologique

Station		Latitude (n)	Longitude est (e)		Latitude
		Degrés	Minutes	Secondes	(m)
Batna	N	35	45	19	821.29
	E	6	19	0	

I.3.1 .Température

Les températures extrêmes et moyennes sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau.I.4.Les températures extrêmes et moyennes mensuelles

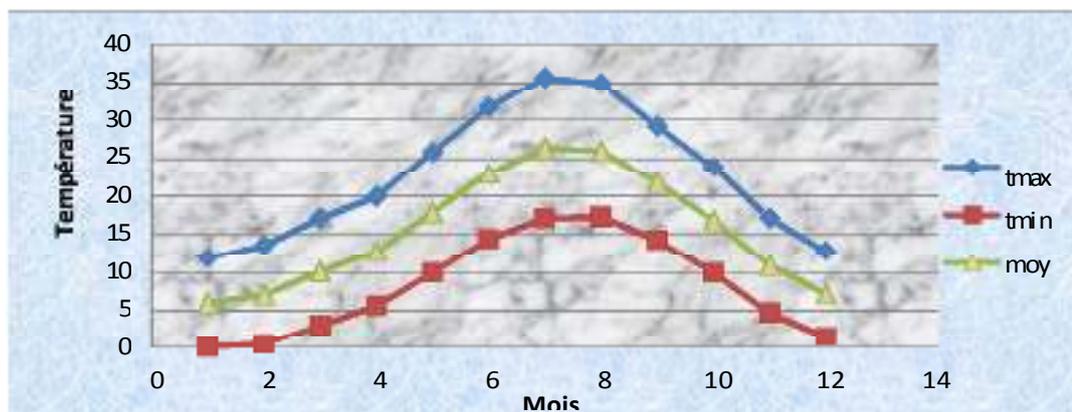
mois	J	F	M	A	M	J	Juil	A	S	O	N	D	ANNEE
T_{max}	11,9	13,6	17,1	19,9	25,8	31,6	35,6	34,9	29,2	23,8	17,1	12,8	22.78
T_{min}	0,1	0,5	3,0	5,6	9,9	14,4	17,1	17,3	14,3	9,9	4,7	1,5	8.2
T_{moy}	6	7.05	10.05	12.75	17.85	23	26.35	26	21.75	16.85	10.9	7.15	15.48

Source : Station météorologique de Batna (1989-2011)

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

Durant la période allant de 1989-2011 il est à noter que le mois le plus froid est Janvier avec une température moyenne, mensuelle de 6°C, alors que le mois le plus chaud est Juillet avec une température mensuelle de 26.35°C. La température moyenne annuelle est de 15,5°C.

Figure .I.4.Courbe des températures moyennes mensuelles en °C



I.3.2. Le vent.

Le vent est un des éléments les plus caractéristiques du climat. On relève que les vents sont fréquents durant toute l'année à des vitesses relativement faibles.

Tableau.I.5. Moyennes mensuelle de la vitesse du vent en (m/s).

Mois	J	F	M	A	M	J	Juil	A	S	O	N	D
V (m/s)	2,8	3,3	3,6	3,9	3,6	3,7	3,6	3,5	3,3	3	3,2	3

Source : Station météorologique de Batna (1989-2011)

La vitesse moyenne des vents durant l'année est de l'ordre de 3.4 m/s. elle se situe dans la plage des vents modérés qui favorisent les échanges de vapeurs d'eau, de chaleurs et de gaz (CO₂, O₂) entre les organes végétatifs et le milieu.

La vitesse maximale est observée durant le mois de avril (3.9 m/s), la vitesse minimale durant le mois de janvier (2.8 m/s).

I.3.3. 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.6. Humidité relative de l'air en %

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

Source : Station météorologique de Batna (1989-2011)

Nous remarquons d'après les données du Tableau.I.6. la valeur minimale est enregistrée pendant le mois de Juillet avec un taux de 39% et le maximum en Janvier et Décembre avec 75%, elle prend comme valeur moyenne annuelle 59%.

I.3.4. 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. (13)

Tableau.I.7. Evaporation en (mm) durant la période (1989-2011)

Saison	automne			hiver			printemps			Eté			Année
Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	O	1930
Evaporation	197	142	91	61	54	72	111	141	188	258	318	294	

Source : Station météorologique de Batna (1989-2011)

L'analyse du tableau ci-dessus nous montre que la valeur maximale de l'évaporation est enregistrée au mois de Juillet (318mm), et la valeur minimale en hiver, au mois de janvier (54mm).

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

I.3.5.L'insolation.

Les valeurs moyennes mensuelles et journalières sont représentées dans le tableau ci-après :

Tableau.I.8. Insolations moyennes journalières

MOIS	J	F	M	A	M	J	Juil	A	S	O	N	D	ANNEE
Heure/ jour	5,70	6,45	7,66	8,14	9,75	9,92	11,67	10,63	8,41	7,93	6,28	5,56	8.17

Source : Station météorologique de Batna (1989-2011)

I.3.6.Précipitations.

Les précipitations englobent toutes les chutes d'eau météorique sous ses différentes formes et 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.9. Pluviométrie moyenne mensuelle (mm)

Mois	J	F	M	A	M	J	Jui	A	S	O	N	D	Année
Plu	35	30	36	41	37	23	8	16	38	30	34	38	367

Source : Station météorologique de Batna (1989-2011)

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 278.59mm /an, le mois le plus pluvieux est septembre et décembre avec 38 mm de précipitation moyenne, le plus sec est juillet avec une hauteur moyenne de 8 mm.

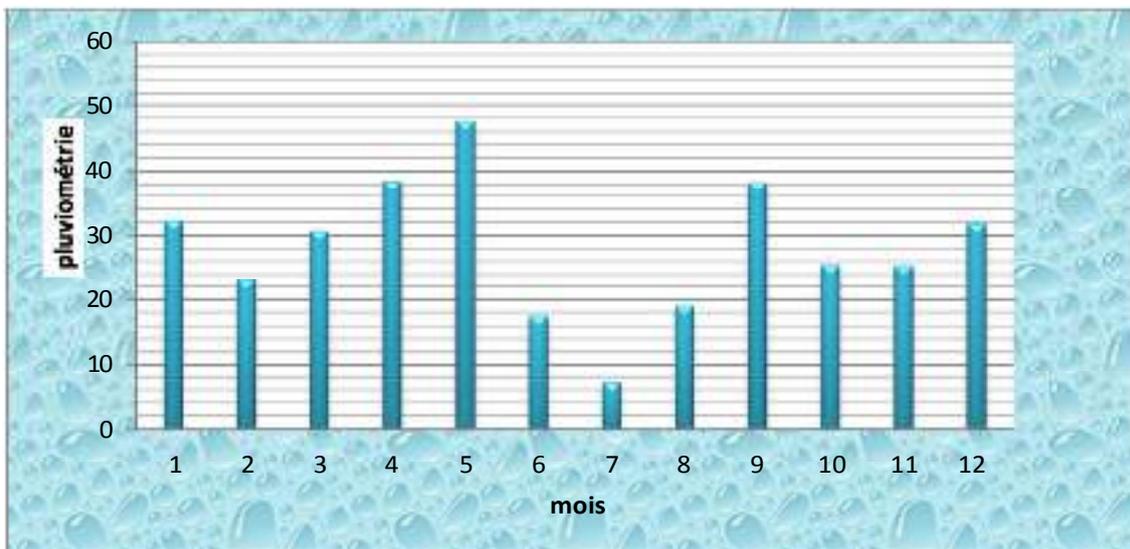


Figure.I.5.Diagramme de pluviométrie moyenne mensuelle (mm)

I.4.Etude fréquentielle.

Le but de l’étude fréquentielle est de déterminer l’année de calcul, pour notre région on opte pour une probabilité de 80%.

L’ajustement se fait à l’aide du logiciel HYDROLAB (Figure.n°6. et Tableau.I.10).

Pour trouver la pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 80% on utilise la loi suivante :

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



La détermination des pluies de probabilité 50%et 80% se fait après ajustement de la série pluviométrique à une loi [statistique. la](#) loi utilisée et la loi de Gauss ou loi normale.(22)

Tableau.I.10.Ajustement à la loi normale

% U Anderson = 0,185

Moyenne= 366,55

Taille n= 81

I.C. à (en%)= 80

Ecart-type= 104,5268037

Nb au départ -81

U Gauss= 1,282

Valeurs classées	Ordre cal	Fr	Variable réduite	Valeur expéri	Valeur théori	Borne infé	Borne supé
185,8	1	0	-2,5	185,8	105	71,8	132,9
191,8	2	0	-2,1	191,8	148,6	119,6	173,1
193,7	3	0	-1,9	193,7	171,3	144,4	194,2
196,1	4	0	-1,7	196,1	187,3	161,9	209,1
206,9	5	0,1	-1,6	206,9	200	175,7	221
222,6	6	0,1	-1,5	222,6	210,6	187,2	230,9
238,1	7	0,1	-1,4	238,1	219,9	197,2	239,5
242,9	8	0,1	-1,3	242,9	228,1	206	247,3
245,4	9	0,1	-1,3	245,4	235,5	214,1	254,2
246	10	0,1	-1,2	246	242,3	221,4	260,7
254,7	11	0,1	-1,1	254,7	248,6	228,2	266,7
259,9	12	0,1	-1,1	259,9	254,6	234,5	272,3
265,4	13	0,2	-1	265,4	260,1	240,5	277,6
269,4	14	0,2	-1	269,4	265,4	246,2	282,6
273,7	15	0,2	-0,9	273,7	270,5	251,6	287,4
278,1	16	0,2	-0,9	278,1	275,3	256,7	292,1
281	17	0,2	-0,8	281	280	261,6	296,5
286,6	18	0,2	-0,8	286,6	284,4	266,4	300,8
290,7	19	0,2	-0,7	290,7	288,8	271	305
291,8	20	0,2	-0,7	291,8	293	275,4	309
293	21	0,3	-0,7	293	297,1	279,7	313
293,5	22	0,3	-0,6	293,5	301,1	283,9	316,8
294,9	23	0,3	-0,6	294,9	304,9	288	320,6
295,2	24	0,3	-0,6	295,2	308,8	292	324,3
299,2	25	0,3	-0,5	299,2	312,5	295,9	327,9
306,1	26	0,3	-0,5	306,1	316,2	299,7	331,5
306,3	27	0,3	-0,4	306,3	319,8	303,5	335
306,8	28	0,3	-0,4	306,8	323,3	307,2	338,5
307,1	29	0,4	-0,4	307,1	326,8	310,8	342
307,7	30	0,4	-0,3	307,7	330,3	314,4	345,4



Valeurs classées	Ordre cal	Fr	Variable réduite	Valeur expéri	Valeur théori	Borne infé	Borne supé
309,9	31	0,4	-0,3	309,9	333,7	317,9	348,7
310	32	0,4	-0,3	310	337,1	321,4	352,1
310,6	33	0,4	-0,3	310,6	340,4	324,9	355,4
317,7	34	0,4	-0,2	317,7	343,7	328,3	358,7
323,1	35	0,4	-0,2	323,1	347	331,7	362
326,4	36	0,4	-0,2	326,4	350,3	335	365,3
332,4	37	0,5	-0,1	332,4	353,6	338,4	368,5
336	38	0,5	-0,1	336	356,8	341,7	371,8
337,4	39	0,5	-0,1	337,4	360,1	345	375,1
337,4	40	0,5	0	337,4	363,3	348,3	378,3
338,3	41	0,5	0	338,3	366,6	351,5	381,6
338,8	42	0,5	0	338,8	369,8	354,8	384,9
352	43	0,5	0,1	352	373	358	388,1
355,2	44	0,5	0,1	355,2	376,3	361,3	391,4
361,6	45	0,5	0,1	361,6	379,5	364,6	394,8
375,5	46	0,6	0,2	375,5	382,8	367,8	398,1
375,7	47	0,6	0,2	375,7	386,1	371,1	401,4
378,4	48	0,6	0,2	378,4	389,4	374,4	404,8
382	49	0,6	0,3	382	392,7	377,7	408,2
383,4	50	0,6	0,3	383,4	396,1	381	411,7
398	51	0,6	0,3	398	399,4	384,4	415,2
406,2	52	0,6	0,3	406,2	402,9	387,7	418,7
406,2	53	0,6	0,4	406,2	406,3	391,1	422,3
412,3	54	0,7	0,4	412,3	409,8	394,6	425,9
424,7	55	0,7	0,4	424,7	413,4	398,1	429,6
426,2	56	0,7	0,5	426,2	417	401,6	433,4
432,1	57	0,7	0,5	432,1	420,6	405,2	437,2
435,8	58	0,7	0,6	435,8	424,4	408,8	441,1
435,8	59	0,7	0,6	435,8	428,2	412,5	445,1
445,5	60	0,7	0,6	445,5	432,1	416,3	449,2
454,5	61	0,7	0,7	454,5	436	420,1	453,4
454,5	62	0,8	0,7	454,5	440,1	424,1	457,7
456,3	63	0,8	0,7	456,3	444,3	428,1	462,1
462,3	64	0,8	0,8	462,3	448,7	432,3	466,7
462,7	65	0,8	0,8	462,7	453,2	436,6	471,5
474,7	66	0,8	0,9	474,7	457,8	441,1	476,4
476	67	0,8	0,9	476	462,6	445,7	481,6
476,2	68	0,8	1	476,2	467,7	450,5	486,9



Valeurs classées	Ordre cal	Fr	Variable réduite	Valeur expéri	Valeur théori	Borne infé	Borne supé
488,9	69	0,8	1	488,9	473	455,5	492,6
492,1	70	0,9	1,1	492,1	478,6	460,8	498,6
494,2	71	0,9	1,1	494,2	484,5	466,5	504,9
499,2	72	0,9	1,2	499,2	490,8	472,4	511,7
510,5	73	0,9	1,3	510,5	497,6	478,9	519,1
517,5	74	0,9	1,3	517,5	505,1	485,9	527,1
529,2	75	0,9	1,4	529,2	513,3	493,6	535,9
530,5	76	0,9	1,5	530,5	522,5	502,2	545,9
539,9	77	0,9	1,6	539,9	533,1	512,1	557,4
550,6	78	1	1,7	550,6	545,8	524	571,2
573,2	79	1	1,9	573,2	561,8	538,9	588,8
603,8	80	1	2,1	603,8	584,5	560	613,6
609,5	81	1	2,5	609,5	628,1	600,2	661,3

Fréqu	Variable	Valeur	Borne	Borne supérieure	Valeur	Fréquence	Période de retour
0,9	1,282	501,65	482,51	523,59	501,65	0,90	10,0
0,8	0,842	455,40	438,60	474,03	455,40	0,80	5,0
0,5	0,000	366,91	351,69	382,13	366,91	0,50	2,0
0,2	-0,842	278,59	259,80	295,22	278,43	0,20	5,0

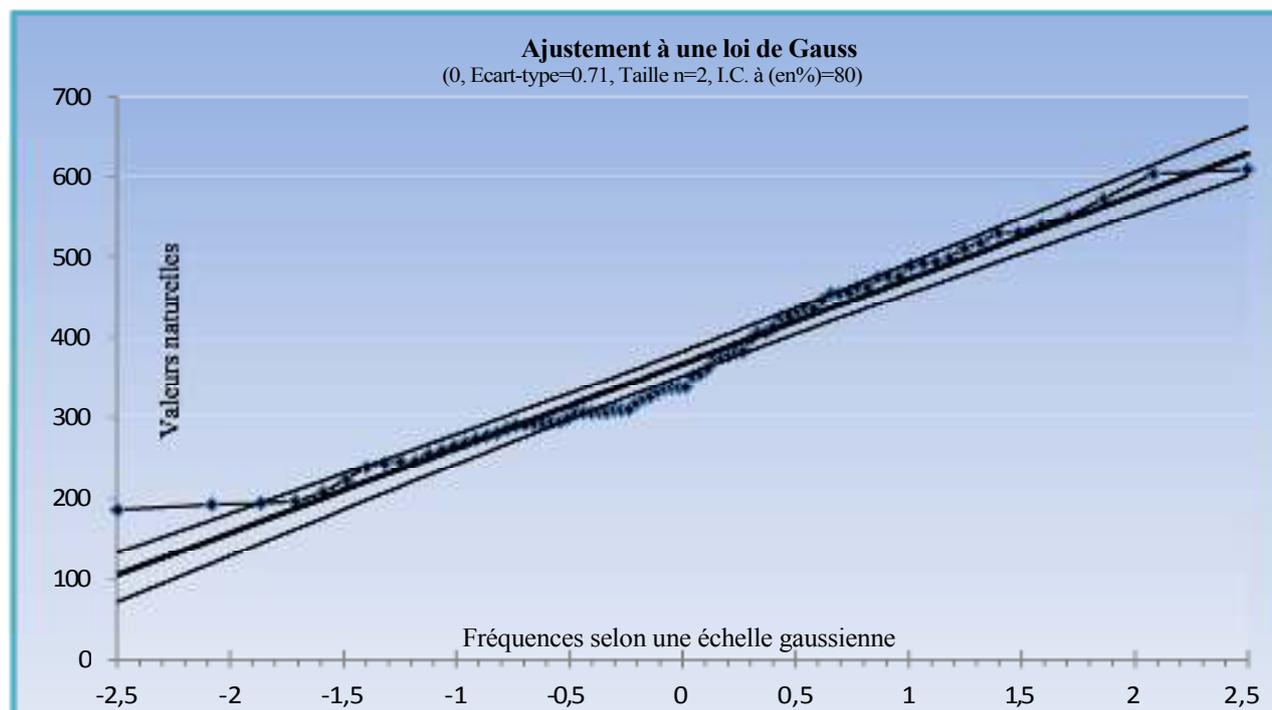


Figure.I.6.Ajustement à une loi de Gauss

$P_{théorique\ 80\%\ annuelle}$ 278 .59 mm



Pour chaque mois sont données par le Tableau .I.6.Pluviométrie moyenne mensuelle

$$P_{moy\ 80\%} = \frac{278.59}{12} = 23.216 \approx 23,22 \text{ mm } P_{moy\ mensuelle}$$

(mm) Nous avons :

Les résultats de calcul sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau.I.11. Précipitations mensuelles de l’année de probabilité 80%

Mois	J	F	M	A	M	J	Jui	A	S	O	N	D	Année
Plu80%	26,5	22,6	27,4	30,9	28,17	17,71	6,33	12,11	28,79	23,24	26,2	29,17	278,7

I.5.La synthèse climatique :

Les données climatiques présentées antérieurement permettent de 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. (De Martonne. 1926).

$$Ia = \frac{P}{T}$$

Avec :

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

Tableau I.12.Les limites de climat d’après l’indice d’aridité de Martonne

Valeur de I	Type de climat	Irrigation
$I < 5$	Désertique	Indispensable
$5 < I < 10$	Très sec	Indispensable
$10 < I < 20$	Sec	Souvent indispensable
$20 < I < 30$	Relativement humide	Par fois utile
$I > 30$	Humide	Inutile

D’après les données de la station de Batna:



P= 278.59 mm et T= 15,475 °c nous avons obtenus une valeur de” *Ia* “égale à 14.41 qui nous informe que notre région est dominée par un climat du type : sec donc l’irrigation est Souvent indispensable.

I.5.2. Quotient pluviométrique d’Emberger.

Le quotient pluviométrique d’Emberger permet de déterminer l’étage bioclimatique et la valeur du coefficient pluviométrique

en

$$Q = \frac{1000}{\left(\frac{M}{m}\right)^2} = \frac{2000 \cdot P}{M^2 - m^2}$$

utilisant la formule et le diagramme bioclimatique d’Emberger

Tel que :

- Q : Coefficient pluviométrique d’Emberger.
- P : Précipitation moyenne annuelle en mm.
- M : Température moyenne maximale du mois le plus chaude en °c
- m : Température moyenne minimale du mois le plus froide en °c

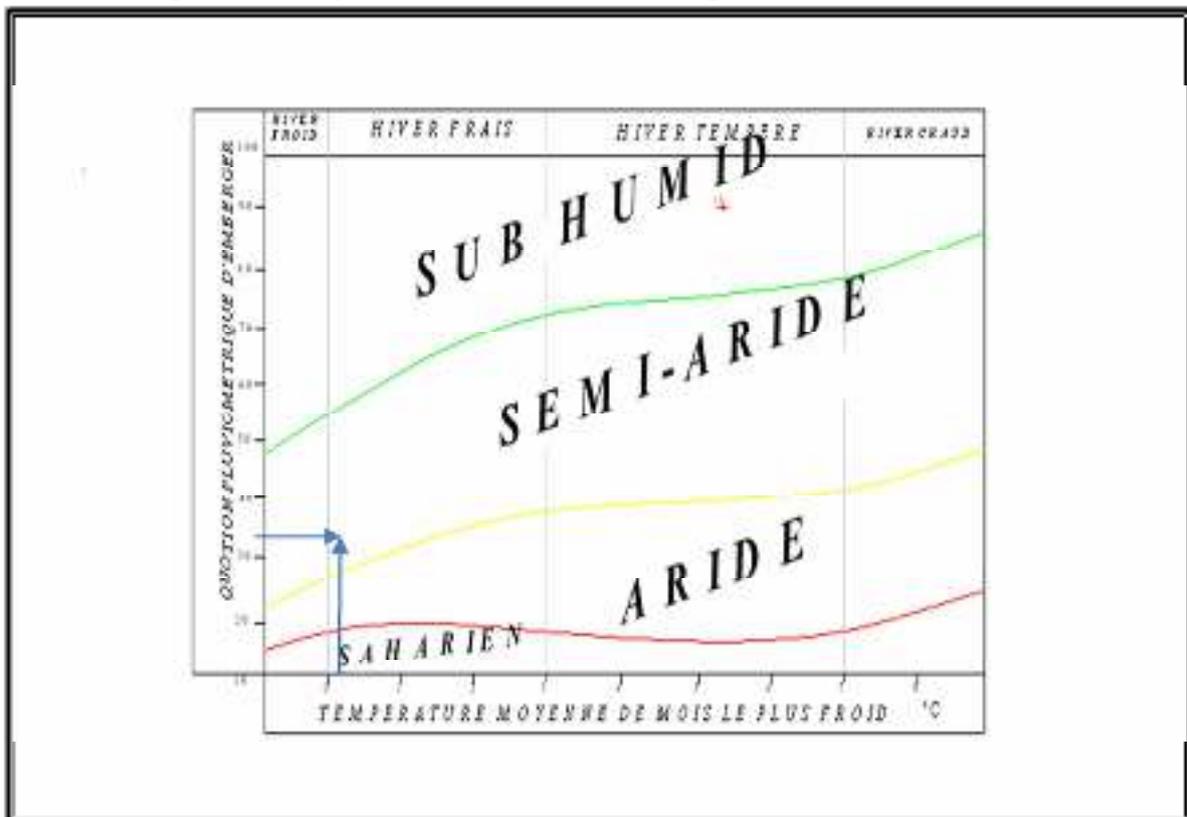


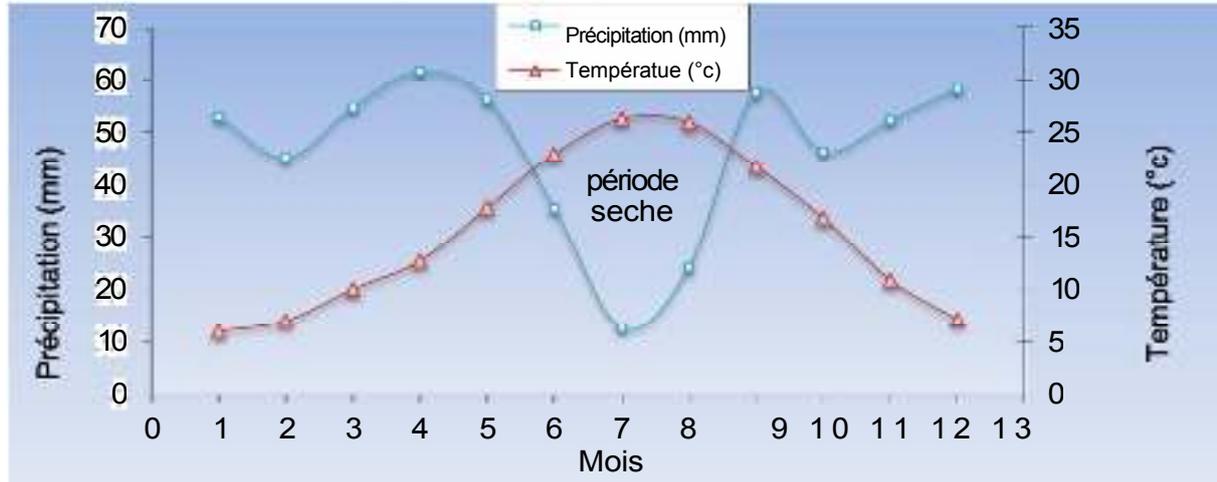
Figure.I.7.Climogramme pluviométrique d’Emberger

D’après le diagramme bioclimatique d’Emberger la valeur de Q = 36.30 pour une température du mois le plus froid, T = 0.1 °c, nous donne un étage bioclimatique «*SEM ARIDE*».

I.5.3.Cimogramme de Gaussen

C'est une représentation graphique de variation de précipitation et de température en fonction du temps (mois) qui nous permet de déterminer la période où l'irrigation est indispensable (période sèche). Dans notre cas l'irrigation est indispensable à partir de la fin d'Avril jusqu'à la moitié de Septembre (Figure.I.8).

Figure.I.8.Climogramme de Gaussen



I.6.Ressources en sol.

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 à l'ingénieur d'irrigation les données fondamentales caractérisant les relations entre le sol et l'eau, à savoir dose d'arrosage et vitesse d'infiltration qui conditionnent la conduite et l'organisation des arrosages.

La couverture pédologique des plaines d'Ain Touta – Batna – Tazoult est représentée donc par trois classes de sols selon la classification CPCS (1967) :

- La classe des sols minéraux bruts,

.....	TableauVI. 1 .caractéristiques des rampes	93
.....	TableauVI.2.caractéristiques des portes rampes	94

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

I.6.2. Le profil pédologique.

Le profil pédologique est la photographie à un instant donné de l'état de l'évolution d'un sol. A partir de l'observation visuelle, complétées par quelque détermination analytique en tenant compte de l'environnement. (20)

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). (Voir carte en Annexe N°1-2). (18 et 20)

I.6.3. Description morphologique des profils :

1) Profil n°1: + Date de description et d'échantillonnages : 25

Décembre 2005

+ Lieu: Tazoult

+ Coordonnées : X= 248857 Y= 3931023

+ Pente : 3% environ dans le sens de Tazoult

+ Géomorphologie : terrasse alluviale

+ Aspect de surface : 5% environ de cailloux et blocs en surface + Drainage externe : bon

+ Signe d'érosion : néant

+ Culture en place : céréales

2) Classification : (CPCS 1967)

- Classe: sol peu évolué.
- Sous classe: non climatique.
- Groupe: d'apport alluvial
- Sous-groupe: modal.

3) Description macro morphologique:

H1: 0 - 27 cm : frais à légèrement humide; couleur brune (7,5 YR 5/3,5), texture argileuse à argilo-limoneuse; structure polyédrique fin subangulaire à grumeleuse, rares éléments grossiers de taille et formes divers; forte effervescence à l'HCL, apparemment organique, poreux, meuble, friable, collant, plastique; quelques racines fines, transition nette.



H2: 27 - 63 cm: sec, couleur 7,5YR 4/4; texture argileuse; structure massive à tendance prismatique grossiers; 2 % environ de cailloux et graviers, quelques débris de coquilles; forte effervescence à l'HCL; apparemment non organique; peu poreux, compacte, non fragile, plastique; collant; pas de racines; transition nette.

H3: 63 - 100 cm : sec, couleur 7,5 YR 3/3.5, texture argileuse, structure massive, rares éléments grossiers; quelques débris de coquilles; forte effervescence à l'HCL, apparemment non organique; très compacte; non fragile; plastique, collant; pas de racines; transition nette.

H4: > 100 cm : présence d'un niveau caillouteux graveleux.

Tableau I.13. Résultats des analyses des échantillons de sol du profil 1

Profondeur (cm)		0 - 27	27 - 63	63 - 100	> 100
	Argile %	42	40	44	Niveau graveleux
	Limons fin %	30	30	25	
	Limons grossier %	14	13	12	
	Sables fins %	10	12	9	
	Sables grossiers %	4	3	10	
	C%	1,2	0,9	0,7	--
	MO%	1,9	1,3	1,3	--
	N%	0,13	0,11	0,07	--
	C/N	9	8	10	--
Calcaire total %		8	12	16	--
Calcaire actif %		2	3	5	--
Ph		7,6	7,3	7,3	--
ce dS/m		0,2	0,2	0,3	--
	Ca	14	15	16	--
	Mg	4	6	7	--
	K	3	3	2	--
	Na	1	2	1	--
	S	22	26	26	--
	T	22	26	26	--
	s/t	100	100	100	--
Densité réelle		2,4	2,6	2,5	--
Densité apparente		1,25	1,48	1,45	--
pF (H %)	2,5	24,1	26,8	28,1	--
	4,2	9,2	9,7	10,3	--
P ₂₀₅ assimilable (ppm)		15	-	-	--
K assimilable cmol/kg		3	-	-	--

a) Profil n°2:

- Date de description et d'échantillonnages : 25 Décembre 2005
- Lieu : Tazoult
- Coordonnées : X= 249546 Y= 3933271
- Pente : 1 %
- Géomorphologie : terrasse alluviale
- Aspect de surface : pas d'éléments grossiers
- Drainage externe : bon ◦
- Signe d'érosion : néant ◦
- Culture en place : céréales

b) Classification : (CPCS 1967) ◦ Sol peu

évolué d'apport alluvial vertiques

- Classe : sol peu évolué
- Sous classe : non climatique
- Groupe : d'apport alluvial
- Sous groupe : à caractères vertiques.

c) Description macro morphologique:

H1:0 - 22 cm : frais; couleur (10YR 5,5/4), texture argileuse; structure polyédrique moyenne à fine, pas éléments grossiers; forte effervescence à l'HCL, apparemment organique, poreux, meuble, friable, collant, plastique; quelques racines fines, transition nette.

H2: 22 - 95 cm : Sec ; couleur 10YR 6/4; texture argileuse; structure massive; pas éléments grossiers; forte effervescence à l'HCL; apparemment non organique; compacte, non fragile, plastique; très collant; rare racine fines ; transition diffuse.

H2: 22 - 95 cm : frais ; couleur 10YR 6/4; texture argileuse; structure massive; pas éléments grossiers; forte effervescence à l'HCL; non organique; très compacte, non friable, pas de racine.

Tableau I.14. Résultats des analyses des échantillons de sol du profil 2

Profondeur (cm)		0 -22	22- 95	> 95
	Argile %	45	48	49
	Limons fin %	34	32	28
	Limons grossier %	10	8	9
	Sables fins	6	4	8
	Sables grossiers %	5	8	7
	C%	1,3	0,9	0,9
	MO%	1,9	1,3	1,3
	N%	0,11	0,09	0,07
	C/N	9	8	10
Calcaire total %		14	8	21
Calcaire actif %		5	4	6
Ph		7,3	7,4	7,2
ce dS/m		0,3	0,6	0,8
	Ca	17	15	16
	Mg	8	12	11
	K	3	4	3
	na	2	2	2
	S	30	32	32
	T	30	32	32
	s/t	100	100	100
Densité réelle		2,42	2,56	2,61
Densité apparente		1,51	1,50	1,47
pF (H%)	2,5	25,6	28,2	29,1
	4,2	8,4	10,6	11,2
P205 assimilable (ppm)		28	--	--
K assimilable cmol/kg		3	--	--

I.6.4.les caractéristiques hydrodynamiques des sols :

Un sol se caractérise par un certain nombre de paramètres physiques mesurables. Les valeurs de ces paramètres sont généralement fonctions à la fois de la structure et de la texture du sol. Sans toutefois leur être rigoureusement liés. (7)

a) La texture :

La texture d'un sol caractérise la dimension et la distribution des différents éléments qui le constituent. 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.

b) La Structure :

La structure d'un sol est le mode d'assemblage à un moment donnée, de ses constituants

c) La perméabilité

La perméabilité du sol est définie par sa vitesse d'infiltration qui est la vitesse apparente de l'eau s'écoulant à travers un sol saturé, sous une pente motrice égale à l'unité c'est les coefficients K de la loi de Darcy. Selon les différentes valeurs de K, on peut classer les sols comme suit :

- Sols imperméable $K < 10^{-6} \text{m/s}$
- Sols peu perméables $10^{-6} < K < 5 \cdot 10^{-6}$.
- Sols perméables $5 \cdot 10^{-6} < K < 5 \cdot 10^{-5}$.
- Sols très perméables $K > 5 \cdot 10^{-5}$

La perméabilité est déterminée au laboratoire d'après la quantité d'eau s'écoulant par unité de temps, en travaillant sous charge constante. (Voir carte en Annexe.N°1-3).

d) La densité réelle (dr) :

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**. (7)

e) La densité apparente (da) :

C'est le rapport entre le poids d'un volume donné de sol séché à l'étuve, et le poids d'un égal volume d'eau. A titre d'ordre de grandeur, signalons que la densité apparente d'un sol peut varier de 1,2 (sol argileux) à 1,7 (sol sableux). (7)

D'après les analyses des profils la densité apparente de notre sol est de l'ordre de **1,45**.

f) La porosité (P) :

C'est le rapport, exprimé en %, entre le volume des vides contenus dans le sol (remplis par de l'air ou de l'eau) et le volume total de ce sol.

$$P \% = \frac{100 \cdot (D_a - D_r)}{D_r}$$

- D_a : Représente la densité apparente sèche.
- D_r : Représente la densité réelle des particules solides.

Donc la porosité de notre sol sera égale à **42,23%**.

g) L'Humidité de sol :

• **Humidité a la saturation** : C'est l'humidité du sol lorsque l'eau occupe toute la porosité. Le sol ne contient plus de l'air. Les pores les plus gros sont occupés par l'eau de gravité.

• **Humidité au point de flétrissement (H pF)** : C'est l'humidité au-dessous de laquelle la plante subit des dommages irréversibles à cause de la sécheresse. Elle correspond à l'humidité pour laquelle la force de succion du sol équilibre la force de succion des cellules des racines : le débit d'eau du sol a la plante s'annule. (DSA.2009)

h) La vitesse d'infiltration (K):

La vitesse de filtration d'un sol est la vitesse apparente de l'eau s'écoulant à travers un sol saturé, sous une pente motrice égale à l'unité ; c'est le coefficient K de la loi Darcy. (7)

i) La réaction du sol (pH) :

Le (pH) permet de préciser le degré d'acidité ou de basicité d'un sol en fonction de l'abondance des ions H^+ .

I.7.Ressources en eaux :

Le choix d'une ressource d'eau pour l'irrigation doit dépendre du type et de la concentration des substances qui y sont dissoutes ou en suspensions. Il dépend aussi des caractéristiques physiques et chimiques du sol. Bien que certaines ressources d'eau soient pures, d'autres par contre contiennent des taux élevés de sels, de microorganismes et d'autres résidus.

Ces eaux peuvent causer directement des dégâts aux cultures ou encore influencer les propriétés du sol et causer des problèmes. (17)



.....	TableauVI. 1 .caractéristiques des rampes	93
.....	TableauVI.2.caractéristiques des portes rampes	94

I.7.1.Eaux de surface

L'alimentation en eau du nouveau périmètre irrigué de Batna Ain Touta et Tazoult, sera assurée à partir des apports régularisés du bassin de l'Oued El Kébir, stockés dans les retenues de Bou Siaba et Béni Haroun, puis transférés vers le barrage intermédiaire de Oued Athmania et enfin au Barrage d'extrémité de Koudiat Medaouar.

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'écrêtement de crues exceptionnelles. La retenue régularise un volume annuel de 435 Hm³.

Le barrage de Bou Siaba, situé à une trentaine de Km au Nord, a un volume régularisé de 80 Hm³, dont 11 sont destinés à l'AEP d'El Milia, et 69 seront refoulés vers le barrage de Béni Haroun.

Ces ressources, 530 Hm³/an (515 Hm³ plus un apport de 15 Hm³/an du barrage de Koudiat Medaouar), sont destinées à l'alimentation en eau potable et industrielle de 6 Wilayas situées en majeure partie au sud de la retenue: Batna, Khenchela, Mila, Oum El Bouaghi. Constantine, et Jijel (la région d'El Milia), et à l'irrigation de plus de 40 000 hectares répartis en 4 périmètres: Teleghma, Chemorra, Touffana et Batna Ain Touta.

L'allocation actuelle des ressources est de 45% pour l'usage eau potable et 55% pour l'irrigation.

Le système de transfert d'eau vers les zones de consommation comprend :

- Prise à partir du barrage de Beni Haroun ;
- Pompage vers le bassin d'expansion N°1 de Ain Tinn ;
- Alimentation gravitaire de la retenue d'Athmania à partir du Bassin d'expansion N°1 d'Ain Tinn ;
- Ecoulement gravitaire d'Athmania vers la station de pompage Oued Seguin ;
- Pompage à partir de Oued Seguin vers le bassin d'expansion N°2 d'Oued Hamla ;
- Ecoulement gravitaire du Bassin d'expansion N°2 vers la station de pompage Ain Kercha ;



Tableau I.15.Caractéristiques des retenues du transfert Beni-Haroun

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

Source: ANB/Projet de barrage de Béni Haroun

Les caractéristiques des ouvrages de transfert à partir de la retenue d'Athmania sont données ci après :

Tableau I.16.Caractéristiques des ouvrages de transfert de Beni-Haroun

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

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

Le schéma de transfert a prévu une alimentation annuelle de 127 Hm³ du barrage de Koudiat Medaouar à partir du Barrage de Athmania qui viendront s'ajouter aux 15 Hm³/an d'apports annuels propres. En vue de satisfaire les pointes de demandes en eau d'irrigation, une quantité d'eau additionnelle évaluée à 45.4 Hm³/an est pompée à débit inversé à partir de Barrage de Ourkiss (Tallizardane) à raison de 8,7 Hm³/mois durant la période d'avril à août.

Le volume d'eau alloué au périmètre de Batna Ain Touta est de 45,8 Hm³ /an. Pour une superficie de 6100 ha . (Voir carte en Annexe.N°1-4). (2)

Le schéma de transfert a été arrêté et les ouvrages dimensionnés sur la base d'une modulation saisonnière des besoins en eau du périmètre de Batna Ain Touta. (14)

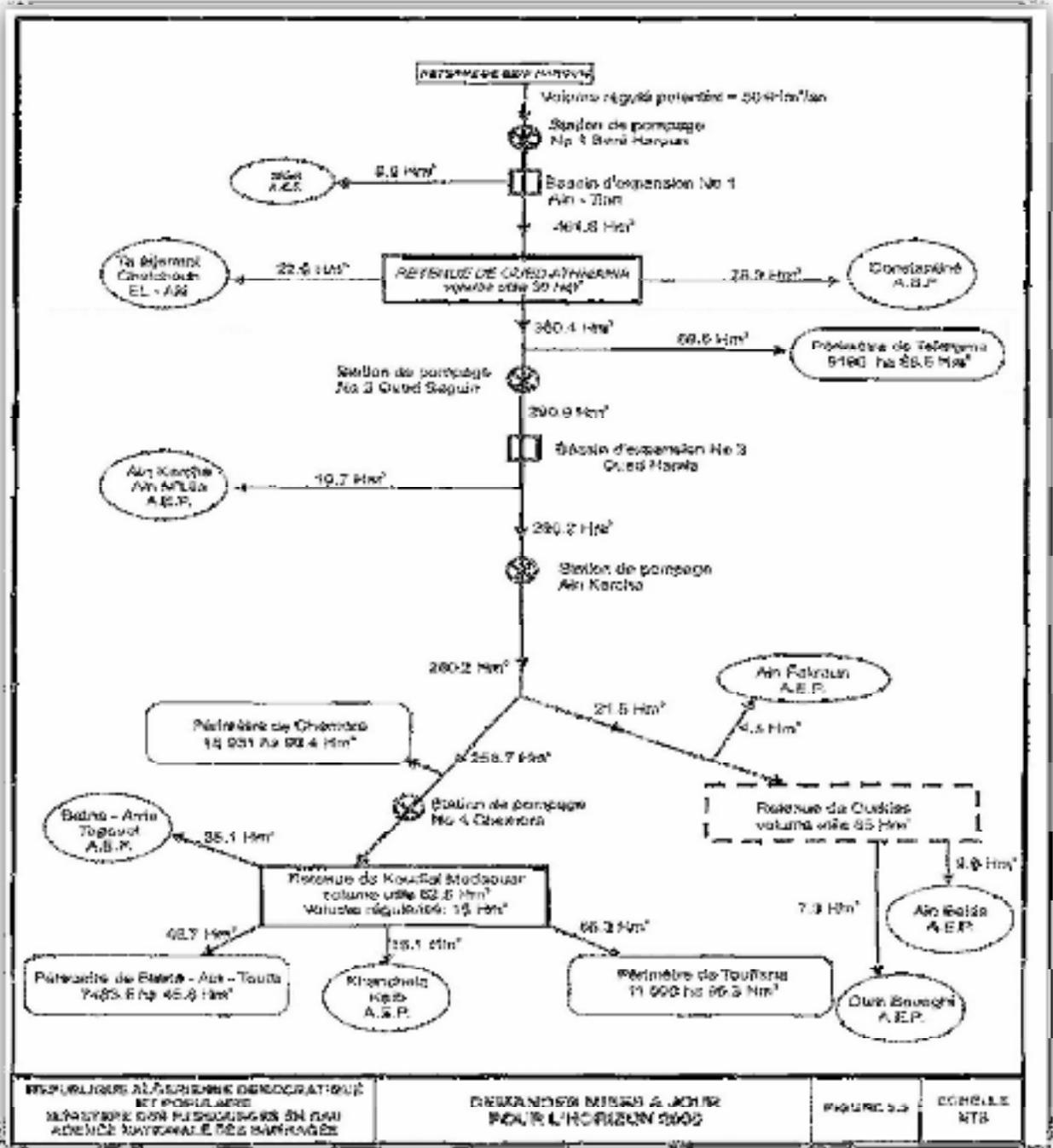


Figure .I.9.Schéma du transfert de Beni-Haroun vers le périmètre de BATNA AIN-TOUTA
 Source : APD transfert à partir du Barrage Athmania

I.7.2. Eaux souterraines

De par ses caractéristiques géologiques, les ressources hydrogéologiques de la zone du périmètre demeurent peu étudiées, mais de faibles potentialités eu égard aux débits des forages créés.

Pour la zone de la plaine de Tazoult, une nappe est identifiée : la nappe miocène dont l'alimentation est assurée par les infiltrations des montagnes de Bouarif. Exploitée par moins d'une dizaine de forages et d'un débit d'équipement de moins de 5 l/s, cette nappe a un faible potentiel et les eaux sont de bonne qualité (moins de 1g /l de résidu sec). Le niveau statique (NS) est de l'ordre de 50 m, Le rabattement assez important impose l'immersion des pompes à plus de 90 m.

Pour la vallée comprise entre Batna et la partie nord de Ain-Touta, le remplissage géologique est constitué d'alternance de calcaire et de marne logeant une nappe d'une relative faible potentialité la némano téronien.

Les ressources de cette nappe sont estimées à environ 100 l/s ; son niveau statique se situe à environ 100m ce qui rend coûteux son exploitation pour l'agriculture malgré la bonne qualité des eaux (moins de 1,5g/l).

En ce qui concerne la zone de Ain Touta, elle est marquée par la présence d'une nappe superficielle contenue dans un remplissage d'alluvion et de galets.

Les potentialités de cette nappe d'underflow sont actuellement faibles et très liées aux pluies. On estime le nombre de forages et de puits exploitant cette nappe à environ 100 avec un débit d'équipement ne dépassant pas les 5 l/s et une profondeur d'exhaure de l'ordre de 80 à 100m expliquant une sur exploitation nette par endroit.

En somme les potentialités en eau hydrogéologiques de la zone du périmètre sont faibles. Elles peuvent être améliorées par la recharge à travers la création d'ouvrages de rétention des eaux de ruissellement dans les lits des cours d'eau traversant la zone et les cones d'épandage.

En revanche la multiplication de forages doit être contrôlée en attendant que ces nappes soient étudiées et suivies.

I.7.3. Caractéristiques chimique de l'eau d'irrigation :

L'analyse de l'eau d'irrigation est effectuée par l'agence nationale des ressources hydrauliques (A.N.R.H Constantine). Les prélèvements et les analyses donnent en moyenne les résultats suivants. (17)

Tableau.I.17. Résultats d'analyse de l'eau d'irrigation

Cations				Anions					Unité	pH	CEMmhos/cm
Ca^{+2}	Mg^{+2}	Na^{+}	K^{+}	Cl.	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}	NO_3^{-}				
75,9	43,6	51	3,3	49,3	258,6	183,8	5,9	mg/l	7,7	0,9	
3,8	3,6	2,3	0,1	1,4	2,7	3	0,1	meq/l			

Source : (A.N.R.H Constantine 2004-2005)

Conclusion

L'analyse des conditions naturelles de la zone d'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'eau de la source KOUDIAT MEDAOUR est de très bonne qualité, donc elle peut être utilisée pour l'irrigation.

Chapitre II :
Régime d'irrigation
des cultures de
l'assolement

II. Introduction

Le présent chapitre, se propose de quantifier les besoins en eau des cultures sur la base des informations définies auparavant, conditionnant la conception de notre projet tels 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 :

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

D'après les résultats recueillis de l'étude pédologique ainsi que les caractéristiques climatiques de la zones d'étude ; les cultures à mettre en place sont :

- **La céréaliculture** : blé dur. Orge vert.
- **Les cultures fourragères** : Sorgho, Vesce- Avoine.
- **Les cultures maraîchères** : oignon, Pomme de terre, Tomate, laitue, Carotte, Poivron
- **L'arboriculture** : Olivier, Pommier, Prunier, Abricotier. (Voir carte en AnnexeN°2-1).

Tableau.II.1. Mise en valeur dans tout le périmètre

	<i>Unité</i>	<i>Quantité</i>
<i>SAU</i>	<i>ha</i>	6921.47
<i>S. Equipée</i>	<i>ha</i>	6229.33
<i>Spéculations végétales</i>		
<i>Céréales / Fourrages</i>	<i>ha</i>	4346
<i>Maraîchage</i>	<i>ha</i>	2483
<i>Arboriculture</i>	<i>ha</i>	1509
<i>Taux d'intensification</i>	<i>%</i>	147
<i>Taux d'occupation</i>	<i>%</i>	122

II.2. l'occupation des sols.

Plusieurs types d'assolements ont été proposés lors de l'étude globale du périmètre et qui constituent six modèles différents de consommation d'eau. Les modèles sont choisis en fonction de la taille des exploitations et comportent une combinaison des différentes cultures adaptées à la région. (Voir annexe.N°2-3)

Tableau.II.2. Répartition de la superficie du périmètre totale par modèle d'exploitation

Modèle d'exploitation	Nombre d'unités	S .utile par unité (ha)	Superficie équipée (ha)	SAU (ha)
M 1(0 - 5) ha	1162	1,85	2150.1	2389
M 2 (5 - 10) ha	220	6,9	1518.3	1687
M 3 (10 - 20) ha	83	13,3	1122.723	1247.47
M 4 (20 - 50) ha	26	30,2	784.8	872
M 5 (50 - 100) ha	4	61,5	267.3	297
M 6 (100 et +)	2	184,2	368..1	429
TOTAL	1497		6229.33	6921.47

La mise en valeur de la totalité du périmètre, tout modèle confondu, est calculée sur la base de la superficie délimitée du périmètre, de la mise en valeur de chaque modèle et de l'importance de sa taille au niveau du périmètre.

II.3.Calendrier d'occupation des sols:

Nous donnons ci après la composition des modèles 1 et 2 qui nous semble les plus adaptés à la pédologie et aux surfaces d'exploitations du périmètre de TAZOULT.

Tableau.II.3.répartition du calendrier d'occupation des sols pour modèle N°1.

culture/mois céréale	J	F	M	A	M	J	JUI	A	S	OC	N	D
blé dur												
cultures fourragères												
le sorgho												
MARAICHAGE												
la laitue												
l'oignon sec												
p de terre												
tomate												
cultures arboricoles												
prunier												
l'olivier												
pommier												

Tableau.II.4.répartition du calendrier d'occupation des sols pour modèle N°2.

Culture/Mois	J	F	M	A	M	J	JUI	A	S	O	N D
CEREALE											
<i>Blé dur</i>											
<i>Orge vert</i>											
<i>cultures fourragere</i>											
<i>Le sorgho</i>											
<i>Vesce- Avoine</i>											
MARAICHAGE											
<i>Carotte</i>											
<i>Poivron</i>											
CULTURES ARBORICOLES											
<i>Abricotier</i>											
<i>Pommier</i>											

Le modèle 1 comporte plus de cultures maraichères et d'arbres par contre le deuxième est un assolement céréales fourrages moins consommateur d'eau.

II.4.Besoin en eau du périmètre :

Afin d'évaluer le volume d'eau nécessaire à l'irrigation du périmètre il est indispensable de quantifier les besoins de chaque culture composant l'assolement. Dans notre cas le calcul sera fait pour les deux modèles choisis.

Ainsi le besoin en eau d'irrigation ou la consommation en eau de la culture est définie comme étant la hauteur d'eau (mm) consommée par l'évapotranspiration de la culture.

Pour déterminer l'évapotranspiration de la culture (ETc) on utilise l'évapotranspiration de référence (ETo) d'une culture de référence conduite dans des conditions de référence, de telle sorte que le taux d'évapotranspiration (mm/j) représente les conditions climatiques locales.

II.4.1.L'évapotranspiration potentielle de référence (ETo) :

C'est l'évapotranspiration maximale (c.à.d. Le sol est à sa capacité de retentions) d'un gazon ras couvrant complètement le sol, bien alimenté en eau, en phase active de croissance et situé au sein d'une parcelle suffisamment étendue (Perrier, 1977).

Pour prédire l'évapotranspiration de référence on utilise des méthodes basées sur des variables climatiques, parmi les plus employés.

Méthodes directes : lysimètre - bacs d'évaporation.



☀ Méthodes empiriques : formules de calcul dont les principales sont:

- Turc;
- Blaney – Criddle;
- Thornthwaite;
- Penman et Monteith modifiée ;

Sur la base des résultats de plusieurs études, notamment celle de Jensen (1990), la consultation d'experts menée par la FAO sur les méthodologies d'estimation des besoins en eau des cultures (Smith 1992), a conduit à recommander la méthode de PenmanMonteith modifiée comme méthode privilégiée d'estimation de ETo du gazon.

☀ La formule de M^rPenman et Montheit modifiée se présentant comme suit:

$$E_{To} = C \times [w \times R_n + (1 - w) \times F (u) \times (e_a - e_d)] I$$

- + ETo : 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 évaporation équivalente exprimé en mm/ jr
- + F (u) : fonction liée au vent.
- + e_a: tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, 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 est effectué à l'aide d'un logiciel appelé CROPWAT 8.0, fondé sur la méthode de M^rPenman et Montheit modifiée et recommandée par la consultation des experts de la FAO tenue à Rome en Mai 1990.

Pour l'exploitation du logiciel, nous devons fournir les données climatiques mensuelles de la station météorologique: à savoir:

- Les températures moyennes en degré Celsius.
- L'humidité relative de l'air exprimé en (%)
- L'insolation journalière en heure
- La vitesse du vent en m /s

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ETo calculés à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0 sont récapitulés dans le tableau ci-après.

☒	..... TableauVI. 1 .caractéristiques des rampes	93
	..... TableauVI.2.caractéristiques des portes rampes	94

Tableau.II.5.Evapotranspiration de référence de la zone de projet selon Penman&Monteith

Mois	T min C	T max C	Humide %	Vent m/s	Insolation heures	Radiation MJ/m/jour	Et0 mm/jour	Et0 mm/mois
J	3	11,9	74	2,8	5,7	9,6	1,56	46,8
F	0,5	13,6	67	3,3	6,45	12,5	2,32	69,6
M	3	17,1	63	3,6	7,66	16,9	3,37	101,1
A	5,6	19,9	60	3,9	8,14	20,2	4,39	131,7
M	9,9	25,8	56	3,6	9,75	24	5,89	176,7
J	14,4	31,6	47	3,7	9,92	24,8	7,51	225,3
Juil	17,1	35,6	39	3,6	11,67	26,9	8,73	261,9
A	17,3	34,9	44	3,5	10,63	24,2	7,83	234,9
S	14,3	29,2	56	3,3	8,41	18,8	5,39	161,7
O	9,9	23,8	61	3	7,93	15,1	3,68	110,4
N	4,7	17,1	67	3,2	6,28	10,7	2,33	69,9
D	1,5	12,8	74	3	5,56	8,8	1,55	46,5

L'analyse du tableau ci-dessus nous indique que les moyennes mensuelles obtenues durant la période (1989 -2011) sont très variable, elle est à son minimum en décembre avec une valeur de 1.55 mm/jour puis elle augmente pour atteindre le maximum au mois de juillet avec une valeur de 8.73 mm./jour.

II.4.2. La pluie efficace (Pe) :

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

On à :

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

Avec :

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

Les valeurs mensuelles d'ET0, $PP\%$ et P_{eff} Sont regroupées dans le tableau.

Tableau.II.6.Les précipitations efficaces.

Pays : ALGERIE Station climatique : AIN SKHOUNA-BATNA (22ans)			
Mois	ET ₀ mm/jour	PP% mm/mois	Pluie eff mm/mois
J	1,56	26,5	21,20
F	2,32	22,58	18,06
M	3,37	27,41	21,93
A	4,39	30,9	24,72
M	5,89	28,07	22,46
J	7,51	17,71	14,17
Juil	8,73	6,23	4,98
A	7,83	12,11	9,69
S	5,39	28,69	22,95
O	3,68	23,14	18,51
N	2,33	26,18	20,94
D	1,55	29,07	23,26
Totaux	4.55	278,59	222,87
Précipitation efficaces : 80 % da précipitation totale			

II.4.3. Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures.

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

$$B = Pe_{ff} + RFU - ETM$$

- B : Besoins en eau d'irrigation (mm).
- ETM: Evapotranspiration max/jour).
- RFU : La réserve utile (mm) ; telle que.

(Voir carte en AnnexeN°2).

$$RU = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Z$$

Avec :

- H_{cc} : Humidité à la capacité au champ;
- H_{pf} : humidité du sol au point de flétrissement ;
- Z : Profondeur d'enracinement (m) ;
- d_a : Densité apparente ;



II.4.3.a. Besoin en eau théorique pour le modèle N°1.

Le calcul des besoins en eau des cultures pour le modèle N°1 est reporté dans le tableau qui suit. (Voir détail des calculs en annexe N°2-7)

Nous pouvons ainsi dégager le mois de pointe qui correspond au mois où la demande en eau est maximale.

Tableau.II.7. Besoin en eau théoriques en mm pour le modèle 1.

Mois/ cultures	J	F	M	A	M	J	JUI	A	S	OC	N	D	Année
Blé dur		-14,89	-84,23	-67,47									
Sorgho					-22,60	-204,37	-296,20	-248,70	-146,83				
Laitue								-161,80	-89,71	-45,28			
pommier						-164,95	-243,82	-213,47					
Oignon sec			-76,98	-113,57	-55,64								
Prunier				162,66	43,76	-178,64	-296,20	-260,45	-154,92				
P, de, terre			-28,30	-126,74	-180,75	-90							
Olivier						-29,90	-178,35	-154,74	-90,24				
Tomate				-49,85	-180,75	-244,93	-256,92						
Total		-14,89	-189,50	-357,62	-439,74	-912,79	-1271,49	-1039,16	-481,70	-45,28			-4752,17

Représentation graphique des besoins en eau des cultures.

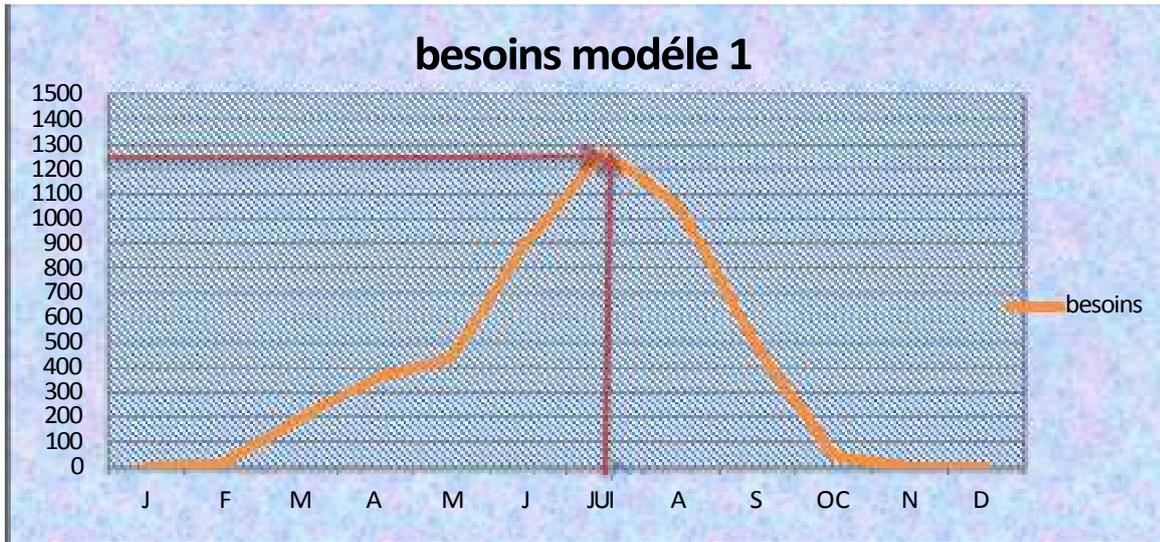


Figure II.1. Besoins en eau mensuels du modèle 1

Les besoins totaux de l'assolement sont de :

• Calcul la somme du Besoins.

Besoins = 4752,17 mm soit 47521.7 m³ / ha

Pour l'ensemble du périmètre soit une surface de 441.13 ha, le volume d'eau nécessaire est :

$$V = B$$

$$V = 47521.7 \times 441.13 = 20.96 \text{ Mm}^3.$$

• Calcul du débit fictif continu du mois de pointe (juillet)

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

$$q = \frac{B_{net} \cdot 10}{E \cdot D \cdot J}$$

$$q = \frac{1271.49 \cdot 10}{0.75 \cdot 24 \cdot 31} = 6.33 \text{ l/s/ha}$$

- 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 de juillet exprimé en m³.
- E : l'efficacité 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 ainsi calculé est trop grand et risque de sur dimensionner le réseau.

↳ **Calcul du débit fictif continu de la culture la plus exigeante**

Parmi toutes ces cultures on a constaté qu'au mois de juillet, qui est le mois de pointe, la culture la plus exigeante est le sorgho donc le débit sera de :

$$q = \frac{B_{net} \cdot 10}{3600 \cdot E \cdot D \cdot i} \qquad q = \frac{296.2 \cdot 10^4}{3600 \cdot 0,75 \cdot 24 \cdot 31} = 1.47 \text{ l/s/ha.}$$

Les cultures en place hormis les cultures maraichères sont des cultures pluviales et à faible valeur ajoutée, ainsi nous pouvons adopter comme débit fictif continu la valeur du débit fictif moyen afin d'avoir un réseau économiquement rentable.

↳ **Calcul du débit fictif moyen en mois de pointe (juillet)**

$$q = \frac{B_{net} \cdot 10}{3600 \cdot E \cdot D \cdot i} \qquad q = \frac{296.2 \cdot 296.2 \cdot 256.92 \cdot 178.35}{3600 \cdot 0,75 \cdot 24 \cdot 31 \cdot 5} = 1.26 \text{ l/s/ha}$$

II.4.3.b. Besoin en eau théoriques pour le modèle 2.

Le calcul des besoins des cultures est reporté sur le tableau ci-après.



Tableau.II.8.Besoin en eau en mm théoriques pour le modèle 2

Mois/ Cultures	J	F	M	A	M	J	JUI	A	S	OC	N	D	année
Blé dur		-14,89	-84,23	-67,47									
sorgho					-22,60	-204,37	-296,20	-248,70	-146,83				
Orge vert		-14,89	-84,23	-67,47									
avoine			-0,30	-8,21	-21,72					-25,74			
carotte										-31,21			
abricotier				-10,34	-136,57	-188,60	-165,25	-143					
prunier						-178,64	-296,2	-260,45	-154,92				
poivron				-37,78	-130,05	-172,85	-181,18						
Totale		-29.77	-168.75	-191.26	-310.94	-744.46	-938,83	-652,15	-301,75	-56,95			-3394.87



Représentation graphique des besoins en eau des cultures.

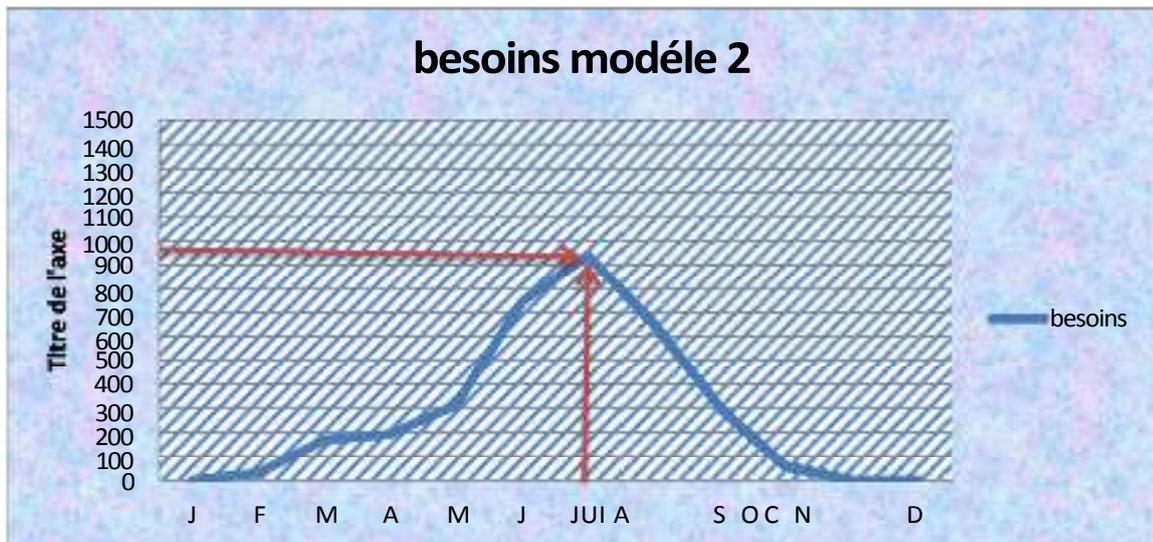


Figure II.2. Besoins en eau mensuels du modèle 2

Les besoins totaux de l'assolement sont de :

• Calcul la somme du Besoins.

$$\sum \text{Besoins} = 3394.87 \text{ mm} \quad \text{soit } 33948.7 \text{ m}^3 / \text{ha}$$

Pour l'ensemble du périmètre de surface 441.3 ha, le volume d'eau nécessaire est :

$$V = \sum B \times S$$

$$V = 33948.7 \times 441.13 = 14.98 \text{ Mm}^3.$$

• Calcul du débit fictif continu en mois de pointe (juillet)

$$q = \frac{B_{net} \cdot 10^3}{3600 \cdot E \cdot D \cdot J}$$

$$q = \frac{939 \cdot 10^4}{3600 \cdot 0,75 \cdot 24 \cdot 31} = 4.67 \text{ l/s/ha}$$

- q : le débit fictif continu du réseau de distribution.
- B_{net} : les besoins en eau des cultures en mois de pointe, c'est le déficit agricole du mois de juillet exprimé en m³.
- 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).



↳ **Calcul du débit fictif continu de la culture la plus exigeante.**

Parmi toutes ces cultures on a constaté qu'au mois de juillet, qui est le mois de pointe, la culture la plus exigeante est aussi le sorgho.

$$q = \frac{B_{net} \cdot 10^3}{3600 \cdot E \cdot D \cdot j}$$

$$q = \frac{296.2 \cdot 10^4}{3600 \cdot 0,75 \cdot 24 \cdot 31} = 1.47 \text{ l/s/ha}$$

↳ **Calcul du débit fictif moyen en mois de pointe (juillet)**

Calcul du débit fictif moyen en mois

$$q = \frac{B_{net} \cdot 10^3}{3600 \cdot E \cdot D \cdot i}$$

$$q = \frac{(100.20 + 181.18 + 290.2 + 290.2) \cdot 10^4}{3600 \cdot 0,75 \cdot 24 \cdot 31 \cdot 4} = 1.16 \text{ l/s/ha}$$

Le tableau suivant résume la consommation en eau des deux modèles ainsi que les débits fictifs adoptés.

Tableau.II.9. la consommation en eau des deux modèles.

zone	calendrier d'occupation	les besoins Totaux mm	volume d'eau Mm ³	débit fictif moyen l/s/ha
périmètre du Tazoult	modèle n°1	4752,17	20.96	1.26
	modèle n°2	3394.87	14.98	1.16

D'après l'analyse du tableau on choisit le modèle N°2 car il est moins consommateur d'eau par contre le débit fictif moyen est celui du modèle 1, il permettra une meilleure distribution d'eau et un gain en heures d'irrigation.

Conclusion:

Cette étude a pour but principal de déterminer les besoins en eau des cultures ainsi que le volume nécessaire pour le mois de pointe et pour l'ensemble de l'année .ces données sont importantes pour assurer une bonne gestion et répartition de l'eau à travers l'ensemble du périmètre. La prévision des volumes à apporter dépend des transferts de Beni Haroun vers le barrage de Koudiat El Medaour.

Chapitre III : ***Choix des techniques*** ***d'arrosage***

III .Introduction

Quel que soit l'origine de l'eau d'irrigation et son mode de transport, le moyen de répartition de l'eau sur le sol ne doit pas toujours répondre à une production maximale. C'est pour quoi les frais d'installation et d'équipement d'une part, et les frais d'exploitation d'autre part doivent entrer pour une très large part dans le choix de la technique d'arrosage adoptée.

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

Les façons de donner aux sols arrosés les eaux qu'ils vont absorber et retenir pour les mettre à la disposition des plantes sont nombreuses, et 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.L'irrigation par aspersion :

L'irrigation par aspersion est la technique d'arrosage par laquelle l'eau est fournie aux plantes sous forme de pluie artificielle, grâce à l'utilisation des appareils d'aspersion alimentés en eau sous pression, ces appareils rotatifs pulvérisent l'eau en fines gouttelettes et doivent assurer une répartition uniforme que possible de la pluie sur la surface du sol. (21)

III.2.1 .Avantages de l'aspersion.

Cette technique présente les avantages suivants :

- + Elle ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface à irriguée.
- + Elle peut être employée quelque soit la nature du sol arrosé, contrairement aux autres systèmes d'irrigation de surface qui ne peuvent être rationnellement utilisés (cas des sols trop perméables).
- + Elle provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie.
- + Elle met à la disposition des exploitants des conditions d'arrosage très souples.
- + Elle réalise une importante économie d'eau en comparaison avec les autres systèmes d'irrigation de surface grâce à un dosage précis et une répartition régulière des quantités d'eau

III.2.2.Inconvénients de l'aspersion :

Cette technique présente les inconvénients suivants :

- + Elle nécessite au départ une dépense importante de premier établissement.
- + Elle favorise l'évaporation, qui est d'autant plus intense que les gouttelettes sont fines et l'air plus sec dans les régions chaudes.
- + Elle provoque le développement des mauvaises herbes.
- + Elle exige un choix judicieux des époques d'irrigation, toute irrigation intempestive pouvant provoquer au printemps par refroidissement du sol un retard dans la végétation.
- + Elle tasse le sol par suite de la formation d'une croûte qui est durcit ensuite plus ou moins suivant la nature du sol. (6)

III.2.3.Critères d'adaptation de l'aspersion :

III.2.3. 1.Les contraintes techniques:

L'irrigation par aspersion s'impose dans les cas suivants :

- + Sols de faible profondeur, ne pouvant être correctement nivelés pour une irrigation de surface tout en conservant une profondeur suffisante.



- + Sols trop perméables, qui ne permettent pas une répartition uniforme de l'eau dans le cadre d'une irrigation avec ruissellement de surface.
- + Terrains à pente irrégulière avec micro relief accidenté.

Par contre, l'irrigation par aspersion sera écartée :

- Dans les régions très irrégulièrement ventées, pour des vitesses supérieures à 4 ou 5 m/s, l'homogénéité de l'arrosage est considérablement dégradée.

Avec des eaux salées sur des plantes au feuillage sensible au sel (risque de Brûlures).

Une atmosphère sèche jointe à un rayonnement solaire intense aggrave ce risque.

III.2.3.2.Critère d'appréciation

a) Valeur économique de l'eau.

Les irrigations de surface conduisent à mobiliser des quantités d'eau nettement plus importantes, à l'unité de surface desservie, que l'irrigation par aspersion.

Les valeurs usuelles de l'efficience escomptable aux différents niveaux du système sont les suivantes :

 Irrigation à la parcelle (7) :

Par aspersion70 à 90%

De surface..... 40 à 80 %

 Réseau collectif de distribution (période de pointe) :

Par conduite sous pression 95 à 100 %

Par canaux à ciel couvert75 à 85 %

b) Autres avantages de l'irrigation par aspersion :

Elle peut être adoptée à certaines conditions spécifiques :

- Arrosage à très faible dose et forte périodicité (semis).
- Arrosage avec de faible débit disponible.
- Apport d'engrais liquides avec une bonne répartition.
- Arrosage en vue de la protection anti-gel des vergers et vignobles.

III.2.4. Les différents types d'installations par aspersion :

III.2.4.1. Les équipements classiques :

Sont ceux qui mettent en jeu des arroseurs à basse et moyenne pression (2 à 4 bars), implantés selon des écartements inférieurs ou égaux à 24 m.

Les différents types d'équipement s'articulent sur deux choix principaux :

- La nature du dispositif d'arrosage :
- L'importance du "degré de couverture" en matériel mobile.

a) Equipement avec rampes rigides :

- + Couverture partielle : le matériel r approvisionné est limité à la mise en œuvre d'un poste d'arrosage.
- + Couverture partielle avec poste en attente :
- + Couverture totale par quadrillage ;
- + Couverture intégrale en rampes, asperseurs et vannes.(7)

b) Equipement avec rampes souples et asperseurs sur traîneau :

Pour ces équipements, la canalisation d'approche est toujours semi-fixe mais les rampes sont souples, alimentant un seul asperseur monté sur traîneau.

III.2.4.2. Equipements avec canons ou arroseurs géants à poste fixe :

Les canons d'arrosage ou arroseur géants nécessitent une haute pression (4 à 6 bars) et peuvent être implantés à des écartements variant de 36m à plus de 100m.

III.2.4.3. Equipements avec arroseurs automoteurs :

Dans ce cas l'équipement de la parcelle à irriguer se réduit à une conduite fixe ou semi fixe. Cette conduite sera équipée de piquage, avec vannes d'arrêt, aux points d'alimentation des différentes bandes à arroser.

III.2.4.4. Equipements avec des pivots.

Ce genre d'équipements avec des pivots est constitué par un tube de gros diamètre, qui est alimenté à partir d'une extrémité qui sert d'axe de rotation à la machine, au centre de la surface à arrosée.

Ce genre d'équipement est très utilisé de nos jours surtout dans les régions où les besoins en eau sont importants et continus et il ne nécessite pas une grande attention pour l'entretien.

Pratiquement au niveau du périmètre de TAZOULT en tenant compte des recommandations faites au préalable il ressort que l'irrigation par aspersion par rampes mobiles est la plus praticable sur la céréaliculture. Cependant si la pression aux bornes le permet ainsi que les finances des agriculteurs, l'enrouleur serait préférable.

III.3.L'irrigation localisée :

L'irrigation localisée couvre en principe l'ensemble des techniques nouvelles (en particulier et principalement l'irrigation dite goutte à goutte qui entraîne l'humidification d'une partie seulement du sol, mais ce terme s'applique plus particulièrement à celle qui n'apporte l'eau qu'au pied des plantes, au niveau de la zone racinaire. (13)

III.3.1.Aspect théorique de l'irrigation localisée:

a) L'unité de tête :

Reliée au point de fourniture d'eau, elle permet de réguler la pression et le débit, de filtrer l'eau et d'y introduire les éléments fertilisants et parfois des régulateurs de pression et des filtres secondaires placés en tête des portes rampes ou même des rampes.

Pour introduire des éléments fertilisants, on utilise le plus souvent un réservoir que l'on remplit d'engrais solubles, l'azote en particulier, c'est un petit récipient sous pression avec une entrée et une sortie. Une fraction du débit est dérivée de la conduite principale, envoyée dans le réservoir, s'y enrichit en engrais, puis elle est réinjectée dans la conduite principale.

Avoir un bon filtre principal est une chose primordiale dans toutes les unités de tête. Le filtre à sable (ou à gravier), avec vanne permettant un nettoyage par contre-courant, est le meilleur, mais avec de l'eau claire un simple filtre à tamis peut suffire.

Quand l'eau contient beaucoup de sable, on doit installer des filtres spéciaux, appelés désableurs, qui fonctionnent suivant le principe du vortex.

b) La conduite principale :

Qui relie au point de fourniture d'eau les diverses portes rampes. Elle peut être en PEHD rigide, ou en en acier galvanise comme en irrigation par aspersion.

c) Les portes rampes :

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 (PEHD).

d) Les rampes :

Elles sont toujours en PE basse densité, a l'exception de quelques installations ou l'on utilise du PEHD rigide de petit diamètre. Les distributeurs y sont fixes avec un espacement prédétermine. Il existe d'autres types de rampes qui assurent à la fois le transport et la distribution de l'eau, par exemple les rampes (ou gaines) poreuses ou perforées.

e) Les distributeurs :

Ils constituent la partie essentielle de l'installation. C'est à partir d'eux que l'eau sort, à la pression atmosphérique, en débit faible et régulier.

Ils peuvent être des goutteurs à très faible débit (quelques l/h), dont il existe de très nombreux types différents, des ajutages ou des minidifuseurs dont le débit est un peu plus important (quelques dizaines de l/h).

La plus part des installations d'irrigation localisée sont des installations entièrement fixes, mais quelques-unes son déplaçables, soit pour desservir des cultures saisonnières (maraîchage). soit pour couvrir une plus grande surface avec un équipement donné.

III.3.2. Avantages et Inconvénients de l'irrigation localisée:**III.3.2.1.1 Avantage :****a) Exploitation plus facile ;**

L'avantage indéniable de l'irrigation localisée est qu'elle ne gêne en rien les autres opérations culturales, par exemple, les traitements, la récolte, la taille, etc., qui peuvent être faites en cours d'arrosage. Ceci constitue un avantage majeur pour les vergers et les vignobles.



b) Diminution du temps de travail :

Il y a une économie de temps et de main-d'œuvre par rapport aux méthodes traditionnelles de l'irrigation de surface ou de l'irrigation par aspersion.

Ceci est capital dans les pays où la main-d'œuvre est rare et chère. En fait, une installation peut fonctionner avec très peu de main-d'œuvre, mais seulement si elle est bien conçue, correctement posée et si l'eau est propre ou bien filtrée.

c) Maîtrise de l'eau et des engrais :

On peut fixer de façon très précise le niveau d'apport de l'eau et des engrais, ainsi que la fréquence des apports. Une culture ne doit pas souffrir d'un rationnement, sauf si c'est de manière délibérée. La possibilité d'apporter directement aux racines de la culture des quantités contrôlées d'eau et d'engrais ne peut donc qu'augmenter la croissance et la vigueur des plantes jeunes et aider à accroître les rendements des plantes adultes.

L'apport direct de l'eau aux racines, par réseau de conduites étanches entraîne une économie d'eau, ce qui est d'un grand intérêt dans les périmètres où la ressource en eau est limitée et ou chère.

d) Lutte plus facile contre les mauvaises herbes et les ennemis des cultures :

En raison du fait que ni le feuillage, ni la surface du sol ne sont humidifiés, ainsi que des possibilités de circulation à tout moment, une installation d'irrigation localisée permet une lutte plus aisée, plus efficace et moins coûteuse, contre les mauvaises herbes et les ennemis des cultures.

e) Utilisation possible d'eau salée :

Une installation qui réalise des apports d'eau fréquents, permet de conserver dans le sol une tension d'eau très basse, donc de maintenir la concentration des sels dans l'eau du sol en dessous des seuils dangereux pour les cultures. Ceci résout la difficulté rencontrée avec les méthodes traditionnelles ou, en deux à trois semaines, l'humidité du sol varie entre la capacité au champ et un niveau voisin du point de flétrissement. On évite également les brûlures de feuilles occasionnées par une aspersion sur frondaison avec de l'eau salée. Cependant, il faut se garder d'un optimisme exagéré en ce qui concerne le succès d'une irrigation localisée avec une eau salée, en raison de l'accumulation des sels toxiques dans le sol et de la déstructuration

du sol par les sels de sodium qui peut intervenir, comme avec toute autre technique d'irrigation.

f) Meilleure utilisation des sols difficiles :

Les sols très lourds, qui ont des vitesses de filtration de 02 à 05 mm/h, sont difficiles à irriguer par aspersion. De même, les sols très légers ne peuvent être irrigués avec les Techniques d'irrigation de surface Sur ces deux types de sols, l'irrigation localisée a été utilisée avec succès.

g) Réduction des frais d'exploitation et utilisation de plus faibles débits :

La mise en pression nécessaire en irrigation localisée est en général égale à 50-70% de celle qui est nécessaire en irrigation par aspersion classique. Les frais d'exploitation peuvent donc être réduits. De plus, le débit utilisé est généralement faible, ce qui permet l'utilisation directe des points d'eau à faible débit tels que certaines sources ou certains puits mal alimentés.

III.3.2.2. Inconvénients :

a) Sensibilité à l'obstruction :

La principale difficulté rencontrée en irrigation localisée réside dans la facilité avec laquelle les faibles sections de passage des distributeurs peuvent se boucher.

Les causes en sont : le sable, le limon, la matière organique, les algues, les sels bactériens, la précipitation d'engrais ou les engrais non dissous, la présence de fer, colloïdal ou en solution, concomitante avec la présence de bactéries ferrugineuses, la présence de matières colloïdales, la précipitation de carbonate de calcium à haute température. L'obstruction est due à des causes :

- + Biologiques dans 37% des cas ;
- + Chimiques dans 22% des cas ;
- + Physiques dans 31 % des cas ;
- + Incertitude dans 10% des cas. (13)

b) Salinisation :

Comme avec toute autre technique d'irrigation, il y a des dangers potentiels de salinisation, mais on peut faire beaucoup en matière de sol et d'eau pour éviter que des dégâts se produisent.

Si l'on ne fait rien, des sels s'accumulent dans certaines zones. Particulièrement aux limites extérieures du volume du sol humidifié et une légère pluie peut entraîner ces sels en profondeur dans la zone racinaire, en causant parfois de sérieux dommages aux cultures à enracinement superficiel. Quand la pluviométrie est insuffisante, on peut être amené à faire, en plus, des arrosages de surface ou par aspersion afin de réaliser un lessivage et c entraîner l'excès de sel.

c) Développement racinaire trop limité :

En irrigation localisée, les racines se concentrent dans la zone humidifiée cette zone est trop petite, l'enracinement peut être insuffisant. Les rendements s'en ressentent et les arbres peuvent, par vent violent, être déracinés. Toutefois, un positionnement correct des goûteurs peut prévenir ce danger.

Un autre inconvénient d'un système racinaire trop réduit, qui s'est accoutumé à un approvisionnement régulier en eau, est que, si la fourniture fait défaut, la plante \souffre plus que si elle s'était développée avec une irrigation traditionnelle. Donc, si le débit nécessaire en irrigation localisée peut être réduit qu'en irrigation traditionnelle, sa fourniture doit être d'une fiabilité absolue.

Bien que les cultures puissent se développer dans un sol partiellement humidifié, un pourcentage minimal d'humidification du sol doit être atteint" pour que l'on obtienne une «croissance optimale. Le pourcentage effectivement atteint est fonction de la dose apportée à chaque arrosage.

d) Climatisation atmosphérique :

Les installations d'irrigation par aspersion en couverture totale sont souvent utilisées pour protéger du froid les arbres fruitiers et les légumes, pour augmenter l'humidité ambiante des cultures florales ou maraîchères. L'irrigation localisée n'assure pas cette climatisation atmosphérique.

Conclusion :

Après l'analyse des critères des différents systèmes d'irrigation d'une part et d'autre part des critères qu'on a cité pour le choix du système d'arrosage, nous considérons que l'irrigation localisée et l'irrigation par aspersion sont les systèmes qui conviennent le mieux pour nos cultures choisies.

On a adopté : l'irrigation par aspersion pour les cultures céréalières et maraîchères, et l'irrigation localisée pour l'arboriculture.il faut signaler que la technique d'irrigation déjà pratiquée au niveau du périmètre d'étude est l'irrigation de surface (ruissellement, infiltration).

Cette dernière présente plusieurs inconvénients :

- Elle nécessite un aménagement préalable du terrain ;
- Le volume d'eau utilisé est important ;
- Pertes d'eau considérables (percolation profonde, ruissellement, évaporation) ;
- Nécessite beaucoup de mains d'œuvre ;
- La durée de l'arrosage est plus longue.

Tous ces points ne font que justifier le choix des techniques citées plus haut.

***Chapitre IV :
Choix de variante
d'adduction et
distribution***

IV. Introduction :

Le projet d'adduction du secteur de Tazoult comprend l'optimisation, le choix du tracé de l'implantation des conduites et 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.

L'adduction consiste donc à étudier les voies et moyens nécessaires à l'alimentation tant sur le plan technique qu'économique des ouvrages du réseau tels que bassins de stockage, ouvrages de régularisations... etc.).

Ainsi le but de ce chapitre consiste à implanter et vérifier le tracé des conduites de telle façon que l'on puisse assurer le meilleur fonctionnement du réseau collectif de distribution d'eau.

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 Medaour.
- 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. (voir schéma)

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 Medaour 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. (9-16-18)

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 indiqué 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. (23)

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 Tazoult étage haut et [bas](#).la variante retenue pour le réseau d'adduction est donnée au Tableau a.IV. 1 .ci-après.

IV.2.1.Réservoir Ain Assafeur :

Les eaux d'irrigation seront pompées 20h par jour vers un réservoir principal-à Ain Assafeur A 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	L n à la base m	L r plafond m	Ln plafond m	Vutil m ³	Vtotal m ³
Ain Assafeur	1191	6	5	00	123	104	147	72 000	74 780

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'امont 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 Tazoult :

Pour le tronçon de la zone de Tazoult on a choisi différentes variantes de cotes d'implantation et emplacements des réservoirs, de la station de pompage et 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. En conséquence, l'altitude de la cuve et, plus précisément, son radier doit se situer à un niveau supérieur à la plus haute cote piézométrique exigée sur l'adduction.

IV.4.Choix de la variante d'adduction par pompage et l'emplacement de la station de pompage.

Pour le choix de la variante d'adduction par pompage et l'emplacement de la station de pompage on doit respecter les étapes suivantes :

- ✦ Il est préférable de situer la prise d'eau le plus proche possible de la station de pompage, et si c'est possible proche du périmètre pour diminuer les coûts de projet.
- ✦ Il ne faut jamais construire la prise d'eau, la station de pompage, dans les zones sismiques et les zones non stables, respectez les normes, distance minimale entre la station de pompage un aéroport et une prise d'eau doit être 30 km.
- ✦ Les différents ouvrages des stations de pompage ne doivent pas se trouver dans les lieux libres du tracé en cas de crue.
- ✦ Situer les ouvrages de sorte que la prise soit réparée sans interruption de l'adduction d'eau.

Pour les terrassements et pour l'implantation de la station de pompage il est nécessaire de :

- Prévoir L'accès à tous les ouvrages.
- Prévoir une plate forme avec un revêtement routier.
- Utiliser les moyens de dérivation des eaux pluviales (drainage).
- Prévoir une cote du planché de rez-de-chaussée de telle manière à dépasser celle de plateforme de 0,15 à 0,5m.

Prévoir la verdure autour de la station de pompage pour l'environnement.

IV.5.Calcul hydraulique du réseau.

IV.5.1.Méthode de calcul

IV.5.1 .1 .Cas de conduite refoulement:

Dans la pratique le diamètre optimal est déterminé par rapport à une fourchette de vitesse à respecter, ce diamètre est déterminé approximativement par les formules de BONIN.

Avec :

$$D = \sqrt[3]{\frac{10.8 \cdot Q}{v}}$$

- D : Diamètre de la conduite en mètre;
- Dn : Diamètre de la conduite normalisé.
- Q : Débit véhiculé en m³/s;

IV.5.1.2.Cas de conduite gravitaire.

La formule la plus utilisée pour le calcul de la perte de charge pour un écoulement dans une conduite est celle de Darcy-Weisbakh :

Avec :

$$t_H = K' \cdot L \cdot Q^m \cdot f_i$$

- t_H=Perte de charge totale (m);
- K' : Coefficient de frottement ;
- L : Longueur de conduite (m) ;
- Q : Débit véhiculé par la conduite (m³/s) ;
- f_i: Exposant tenant compte du régime d'écoulement ;
- m : Exposant tenant compte du type du matériau.

Selon le type de matériau les coefficients K', m et f_i sont donnés dans le Tableau.IV.3

Tableau IV.3. Coefficients K', m, f_i pour différents types du tuyau :

Tuyau	K'	m	f _i
Acier et fonte	0,00179 - 0,001735	5,1 - 5,3	1,9 - 2
Amiante-ciment	0,00118	4,89	1,85
Plastique	0,001052	4,772	2



VI.5.2. Résultats de calcul pour chaque variante choisie :

D'après le plan topographique nous avons constatés que le tracé de la conduite du transfert d'eau vers le périmètre présente trois possibilités.

VI.5.2.1 .Première variante.

Le principe de cette variante, schématisée dans la figure n°1, est le piquage au niveau du secteur Tazoult sur la conduite principale gravitaire partant vers le périmètre Batna Ain Touta à l'aval du réservoir Ain Assafeur.

Donc :

- ▬ le piquage se fait à l'aide d'une conduite de diamètre 750 mm de longueur 110 m de but d'alimenter un réservoir implanté à la côte 1 120NGA .A la sortie du réservoir, la conduite d'adduction se bifurque en deux :
 - ▬ La première conduite sorte directement du réservoir et elle traverse le périmètre pour alimenter l'étage bas gravitairement.
 - ▬ La Deuxième conduite sortant de la station pompage et refoulant vers un réservoir implanté à la côte 1270NGA. pour alimenter le périmètre étage haut gravitairement.

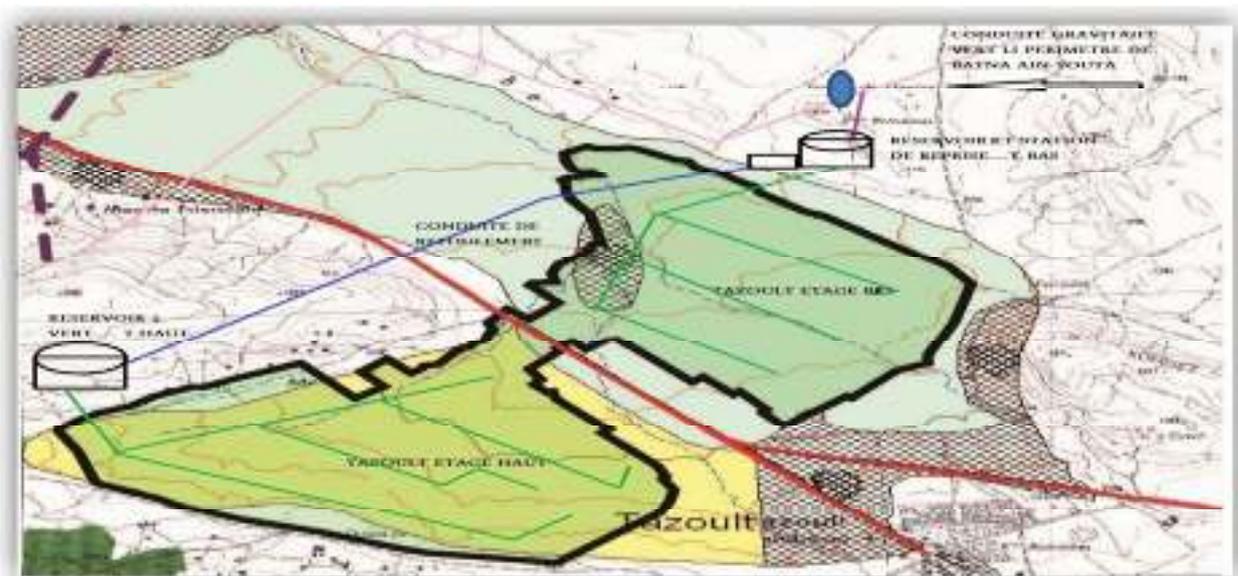


Figure : IV.1. Schéma explicatif de la Première variante

Source ONID. Échelle 1/25000



Tableau IV.4. Résultats des Calculs hydrauliques pour la Deuxième variante choisie.
 Chapitre IV Choix de variante d'adduction et de distribution

N° de la conduite	Nœud d'arrivée	Nœud de Départ	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	PDC _{UNI} (m/km)	PDC _{TOT} (m)	Vitesse (m/s)
1	ASSAFFEUR	PIQ-N°1	7 800	1 400	4 140	3,15	24,60	2,69
2	PIQ-N°1	SP	110	750	511,71	1,36	0,15	1,16
3	SP	RTEH	4 340	630	291,02	1,07	4,66	0,93

IV.5.2.2. Deuxième variante :

Le principe de cette variante, schématisée sur la figure n°2, est deux piquages au niveau du secteur Tazoult sur la conduite gravitaire qui traverse le périmètre Batna Ain Touta en aval du réservoir Ain Assafeur.

Donc :

Premier piquage : une conduite de diamètre 600 mm de longueur de 110 m en amont de l'emplacement du réservoir implanté à la côte 1 100NGA. En aval de la bêche d'eau de la station pompage, une conduite refoule vers un réservoir implanté à la côte 1270NGA qui alimente

directement le périmètre d'étage haut gravitairement.

Le deuxième piquage : à l'aval du premier alimente directement l'étage bas gravitairement.

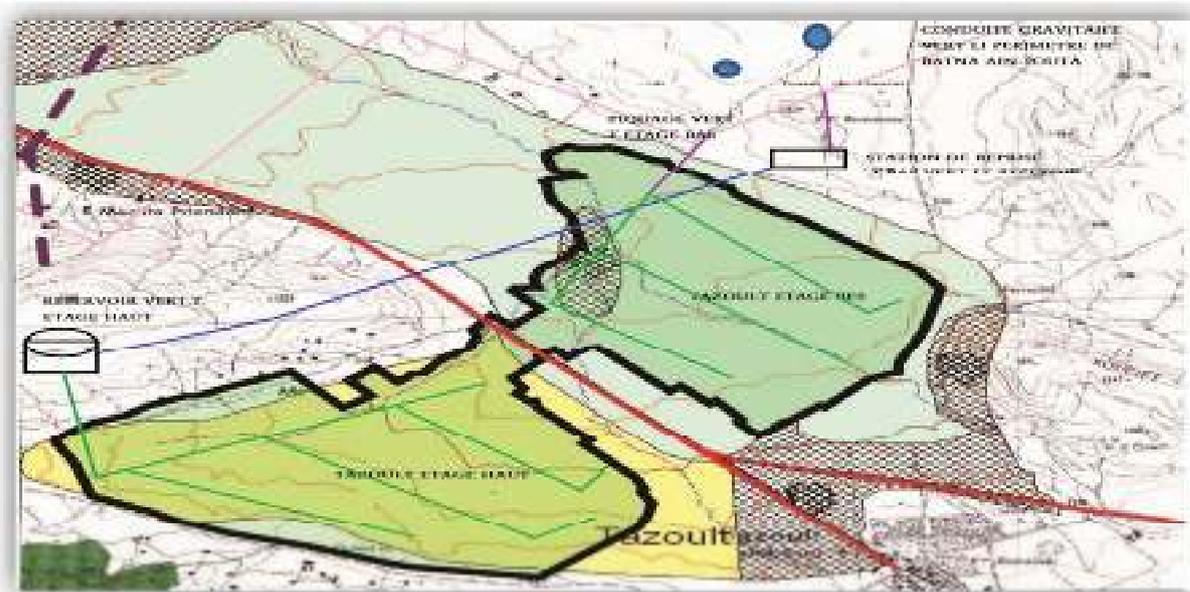


Figure. IV.2. Schéma explicatif de la Deuxième variante.

Source .ONID. Échelle 1/25000

Tableau IV.5. Résultats des Calculs hydrauliques pour la Deuxième variante choisie.
Chapitre IV **Choix de variante d'adduction et de distribution**

N° de la conduite	Nœud d'arrivée	Nœud de Départ	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	PDC _{UNI} (m/km)	PDC _{TOT} (m)	Vitesse (m/s)
1	ASAFFAR	PIQ N°1	7 800	1 400	4 140	3,15	24,60	2,69
2	PIQ-N°1	SP	110	600	291,02	1,45	0,16	1,03
3	SP	RTEH	3 398,36	630	291,02	1,07	3,65	0,93
4	PIQ-N°1	PIQ-N°2	677,23	1 400	3 848,98	2,29	1,55	2,50
5	PIQ-N°2	PERIMETRE	993,65	500	220,69	1,98	1,97	1,12

IV.5.2.3. Troisième variante :

Le principe de cette variante, schématisée sur la figure n°3 est le piquage au niveau du secteur Tazoult sur la conduite gravitaire qui traverse le périmètre Batna Ain Touta en aval du réservoir Ain Assafeur.

Donc :

le piquage par une conduite de diamètre 750 mm, et une longueur de 1053.9 m en amont de l'emplacement de la station de pompage implantée à la côte 1150NGA refoulant vers un réservoir implanté à la côte 1270NGA, A la sortie du réservoir, la conduite d'adduction se bifurque en deux :

La première conduite alimente directement le périmètre étage haut gravitairement.

La Deuxième conduite alimente le périmètre étage bas gravitairement.

Cette variante diffère de la première par l'emplacement de la station de pompage qu'on a implantée près de l'étage haut.

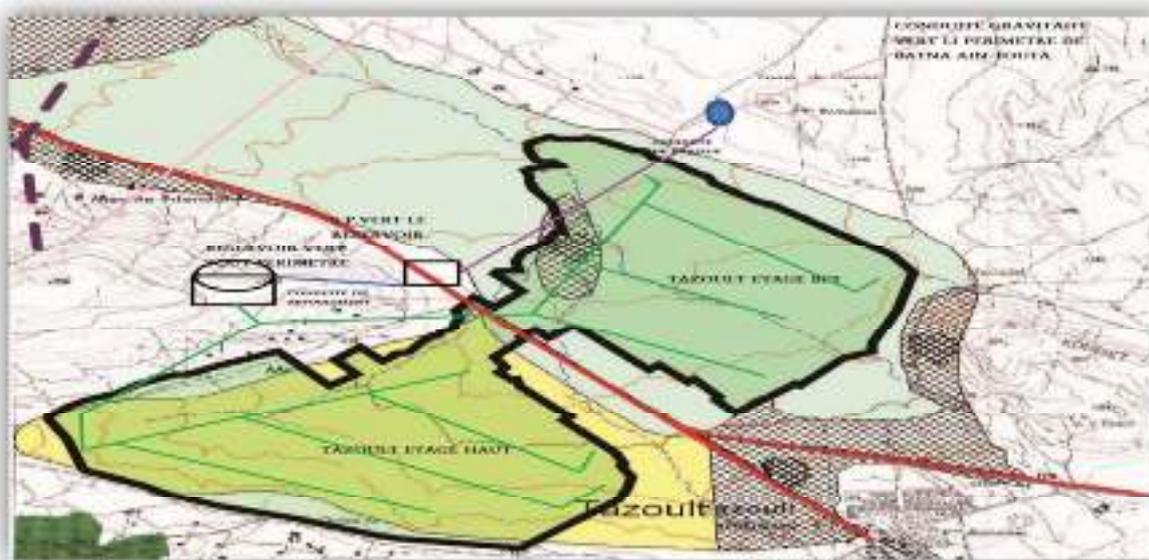


Figure. IV.3. Schéma explicatif de la Troisième variante

Source ONID. Échelle 1/25000

Tableau IV.6.Résultats des Calculs hydrauliques pour la Troisième variante choisie.

N° de la conduite	Nœud d'arrivée	Nœud de Départ	Longueur (m)	Diamètre e (mm)	Débit (l/s)	PDC _{UNI} (m/km)	PDC _{TOT} (m)	Vitesse (m/s)
1	ASAFFAR	PIQ-N°1	8 718,23	1 400	4 140	3,15	27,49	2,69
2	PIQ-N°1	STP	1 035,9	750	512	1,45	1,47	1,16
3	SP	RBEH	686,40	600	512	0,93	0,64	1,02

Remarque:

Le choix de la variante doit être fait sur la base d'une étude technico-économique permettant de limiter le nombre d'équipements mais surtout pouvoir assurer la pression pour chaque prise d'eau (borne).l'adduction gravitaire est à préférer afin de limiter le prix de l'énergie.

IV.6.Réseau de distribution**IV.6.1.Découpage du périmètre**

Le périmètre sera ainsi découpé en quatre (04) secteurs et 17 sous-secteurs comme indiqué ci-après.

Tableau IV.7. Répartition en secteurs et sous-secteurs

Réseau	Tazoult	Batna étage Haut	Batna étage bas	Ain Touta
Superficie nette (ha)	441.13	2 726,1	1 068,4	1 974,6
Nombre de secteur	1	1	1	1
Nombre de sous-secteurs	2	7	3	5

IV.6.2.Système d'irrigation

Le système d'irrigation choisi pour la mise en valeur du périmètre de la présente étude est un système mixte à base d'aspersion mais qui s'adapte à l'irrigation goutte à goutte et au

gravitaire amélioré. Ainsi les cultures céréalières et fourragères seront irriguées par aspersion alors que l'arboriculture et certaines cultures maraîchères seront irriguées par goutte à goutte. Pour certaines cultures maraîchères, une irrigation par système gravitaire amélioré sera conduite.

La pression à assurer au niveau de la borne d'irrigation doit satisfaire aux conditions de l'irrigation par aspersion. Quant on irrigue par goutte à goutte ou par gravité, une bonne partie de cette pression sera dissipée au niveau des pertes de charges dans les canalisations à la parcelle d'irrigation.

IV.6.3.Plan de bornage

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

Ce dernier, est le résultat d'un compromis entre l'intérêt des utilisateurs qui souhaiteraient disposer d'une borne, idéalement situé par rapport à leur îlot d'exploitation et celui, du concepteur qui cherche à en limiter le nombre, de manière à diminuer le coût du réseau collectif. (7)

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

IV.6.4.Définition d'un îlot type

Un îlot d'irrigation est l'ensemble d'exploitations agricoles alimenté par la même borne d'irrigation. Etant donné que le réseau se fait à la demande, la borne ne peut desservir au maximum que quatre parcelles d'irrigation, soit une prise (autonome) par parcelle.(7)

IV.6.5.Tracé du réseau d'irrigation :

Une fois établi le plan de bornage il s'agit de relier le plus économiquement possible les différentes bornes à l'origine du réseau (Réservoir de mise en charge, station de pompage).

La détermination du tracé est effectuée pragmatiquement si l'on s'impose de suivre les limites des parcelles, les chemins ou les routes. Mais, dans le cas contraire, il y a une infinité de solutions au problème et il faut chercher à solution de coût minimum. (7)

La méthode mise en œuvre pour la réalisation du tracé, comprend trois phases successives :



a) 1^{er} 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.

b) 2^{eme} phase: Tracé à 120°

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

Les sommets ont au maximum trois arêtes incidentes et les angles des arêtes incidentes sont égaux à 120° (dans le cas de trois arêtes incidentes) ou supérieures à 120° (dans le cas de deux arêtes incidentes).

c) 3^{eme} 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. Les angles aux points de jonction seront ainsi quelque peu modifiés.

Pour notre périmètre, le choix du tracé s'est porté sur celui qui suit les limites des parcelles, en suivant le tracé le plus court et plus économique.

IV.7. Calcul des débits:**IV.7.1 .Débit caractéristique:**

Le débit caractéristique a été déterminé pour le mois de pointe juillet, sur la base des besoins moyens des cultures .Il a été considéré une activité de 31 jours dans le mois et une irrigation de 24heures par jour.

Avec :

$$q = \frac{B \cdot 10^3}{3600 \cdot E \cdot D \cdot j}$$

- q : le débit fictif continu du réseau de distribution.
- B : les besoins en eau des cultures en mois de pointe, c'est le déficit agricole du mois de juillet exprimé en m³.
- 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).

$$q = \frac{165.25 \cdot 181 \cdot 18 \cdot 296.2 \cdot 296.2 \cdot 10^4}{3600 \cdot 0,75 \cdot 24 \cdot 31 \cdot 4} = 1.16 \text{ l/s/ha}$$

IV.7.2. Débits aux bornes :

$$Q_b = q \times S$$

Avec :

- q = débit fictif continu (l/s/ha)
- S = Superficie (Ha)

IV.7.3. Vitesses :

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

IV.7.4. Calcul des pertes de charge :

La formule la plus utilisée pour le calcul de la perte de charge pour un écoulement dans une conduite est celle de Darcy-Weisbach :

$$tH = \frac{K' \cdot L \cdot Q^3}{D^{5m}}$$

Avec :

- t₀ = Perte de charge totale (m);
- K' : Coefficient de frottement ;
- L : Longueur de conduite (m) ;
- Q : Débit véhiculé par la conduite (m³/s) ;
- 3 : Exposant tenant compte du régime d'écoulement ;
- m : Exposant tenant compte du type du matériau.

IV.8. Choix du matériau et calcul des diamètres des canalisations :

IV.8.1. Choix du matériau des conduites :

Le choix du matériau est compromis entre critère savoir :

- la satisfaction des conditions hydrauliques (débit, pression).
- la disponibilité sur le marché local.
- l'intérêt économique.



Ceci nous permet de choisir comme types de matériau :

- + PVC et PEHD ; pour un diamètre de 25 à 630 mm

IV.8.2. Calcul des diamètres des canalisations :

Le calcul des diamètres est effectué suivant la formule de BONIN :

Avec :

$$D = \sqrt[3]{\frac{K \cdot L \cdot Q^m}{\Delta H}}$$

- Di : diamètre en mm
- Qi: débit du tronçon en m³/s.
- K' : Coefficient de frottement ;
- L : Longueur de conduite (m) ;
- 3: Exposant tenant compte du régime d'écoulement ;
- m : Exposant tenant compte du type du matériau.

Tableau IV.8. : Caractéristique des diamètres on PEHD.

<i>D int</i>	<i>D ext</i>	<i>épaisseur</i>	<i>D int</i>	<i>D ext</i>	<i>épaisseur</i>
27,7	32	2,15	109,3	125	7,85
34,8	40	2,6	139,9	160	10,05
43,6	50	3,2	174,9	200	12,55
54,9	63	4,05	218,8	250	15,6
65,4	75	4,8	275,6	315	19,7
78,9	90	5,55	350,1	400	24,95
96	110	7	430,1	500	34,95

IV.9. Dimensionnement du réseau de distribution :

L'acheminement des eaux vers le périmètre Tazoult pour les différentes variantes du système d'adduction et différentes d'implantation et emplacement des réservoirs et position de piquage sur la conduite principale doit faire l'objet d'un dimensionnement.

Le calcul des diamètres du réseau consiste à rechercher la solution la plus économique de répartition des diamètres de manière à desservir toutes les bornes avec la pression nécessaire à leur bon fonctionnement. Les données de ce calcul sont les suivantes :

- cotes piézométrique de départ : soit la cote du plan d'eau de chaque variante proposée d'implantation et emplacement des réservoirs



- Pressions imposées en amont des bornes :
 - + 4 bars dans le cas d'une irrigation par aspersion
 - + 1 bar dans le cas d'une irrigation par gravitaire modernisé

On a doté chaque parcelle d'une borne d'irrigation qui est caractérisée par un débit propre à chaque parcelle suivant sa superficie, les caractéristiques de chaque borne sont représentées dans le Tableaux (IV.9). (Voir Annexe N°3-1). Le Calcul a été fait à l'aide du logiciel Water CAD V8i dont les figures (IV. 1, IV.2, IV.3) représentent la distribution des vitesses et des pressions dans le réseau pour chaque variante choisie. Nous donnons ci-après les résultats de calcul pour la variante 3.

Remarque : pour les résultats des variantes 1 et 2 (voir l'annexe. N°3-(2-3))

IV.9.1 .Troisième variante

Le Calcul fait à l'aide du logiciel Water CAD V8i est représenté dans le tableau suivant.



Tableau : IV.14. Caractéristiques des nœuds et bornes d'irrigation de la Troisième variante.

Étage bas :

Borne	Code exploitation	Élévation (m) m	SAU ha	Débit calculé l/s	pression mce	Borne	Code exploitation	Élévation (m) m	SAU ha	Débit calculé l/s	pression mce	Borne	Code exploitation	Élévation (m) m	SAU ha	Débit calculé l/s	pression mce
B-1	111A12	1101,21	76,7	15,44	76,7	B-16	92A12	1136,99	7,5	8,7	40,9	B-31	67A12	1198,07	1,68	1,95	13,8
B-2	108A12	1111,7	68	14,26	68	B-17	92A12	1132,92	10,63	12,33	43,3	B-32	66A12	1182,3	6,17	7,16	29
B-3	107A12	1112,96	66,1	14,26	66,1	B-18	93A12	1127,04	3,4	3,94	49,3	B-33	67B12	1166,66	1,58	1,83	43,4
B-4	88B12	1116,62	60,6	5,42	60,6	B-19	95C12	1125,96	3,41	3,96	50,2	B-34	71AA12	1160,65	1,95	2,26	47,3
B-5	30B12	1111,35	64	8,35	64	B-20	94A12	1124,08	4,36	5,06	51,5	B-35	74A12	1164,77	1,47	1,71	40,4
B-6	122B12	1116,06	58,6	3,48	58,6	B-21	96B12	1122,8	1,51	1,75	48,2	B-36	75A12	1149,46	2,82	3,27	60,6
B-7	92B12	1116,73	57,4	3,47	57,4	B-22	95A12	1127,54	4,39	5,09	43,6	B-37	76A12	1145,06	2,57	2,98	64,5
B-8	93B12	1119,32	57,3	6,47	57,3	B-23	96A12	1123,32	4,93	5,72	51,8	B-38	77A12	1143,39	2,81	3,26	65,5
B-9	94B12	1113,92	58,2	6,96	58,2	B-24	95B12	1121,55	4,18	4,85	53,3	B-39	79A12	1141,55	3,52	4,08	53,1
B-10	101A12	1116,9	57,9	4,07	57,9	B-25	83C13	1119,99	4,25	4,93	54,1	B-40	79B12	1140,033	4,61	5,35	67,2
B-11	100A12	1118,75	51,7	2,61	51,7	B-26	98A12	1122,06	3,13	3,63	49	B-41	83A12	1138,1	2,61	3,03	68,3
B-12	103A12	1144,92	35,4	5,8	35,4	B-27	73A12	1161,64	2	2,32	49,7	B-42	85A12	1138,32	2,45	2,84	64,2
B-13	68B12	1168,1	11	5,3	11	B-28	72A12	1180,66	1,29	1,5	30,8	B-43	87A12	1139,17	2,39	2,77	65,3
B-14	105A12	1135,93	40	3,54	40	B-29	70A12	1194,41	2,6	3,02	17,4	B-44	88A12	1140,43	2,74	3,18	62,5
B-15	104A12	1127,6	46,3	3,41	46,3	B-30	69A12	1200,96	3,05	3,54	11	B-45	91A12	1141,2	1,6	1,86	59,4



Étage haut

Borne	C exploitatio n	Elévatio n (m)	SAU (ha)	Débit calculé (l/s)	pression mce	Borne	C exploitatio n	Elévatio n (m)	SAU (ha)	Débit calculé (l/s)	pression mce	Borne	C exploitatio n	Elévatio n (m)	S A U (ha)	Débit calculé (l/s)	pression mce
B2-1	54A12	1228,71	1,37	1,59	38,5	B2-15	26C12	1217,8	11,23	13,03	45,7	B2-25	25C12	1225,1	3,5	4,06	41,6
B2-2	4,30E+09	1233,63	1,34	1,55	33,6	B2-16	64A12	1230,83	2,74	3,18	31,2	B2-26	50A12	1239,33	1,01	1,17	26,5
B2-3	52D12	1232,73	1,59	1,84	33,7	B2-17	62A12	1197,98	1,13	2,53	57,7	B2-27	50A12	1202,78	2,01	2,33	60,8
B2-4	37CC12	1208,1	3,45	4	57,6		42J12		1,05			B2-29	33C12	1193,4	0,44	1,09	60,5
B2-5	42G12	1212,92	0,65	2,26	52,2	B2-18	54D12	1230,8	4,1	4,76	30,9	45C12	0,5				
	5,30E+13		1,3			B2-19	53G12	1229,94	4,75	5,51	30,9	B2-28	38D12	1203,93	3	3,48	58,5
B2-7	49C12	1183,39	3,8	4,41	74,7	B2-20	37D12	1222,08	2	2,32	37	B2-30	38D12	1198,15	2,19	2,54	63,9
B2-8	58A12	1173,74	3,77	4,37	79,7	B2-21	37D12	1194,67	4,18	4,85	62,5	B2-31	26B12	1199,41	4	4,64	62,1
B2-9	54B12	1223,73	2,14	2,48	42,7	B2-22	4,50E+13	1160,85	4	4,64	93,7	B2-32	18G12	1191,8	0,93	1,55	64,8
B2-10	5,20E+13	1205,32	3,13	3,63	59,9	B2-23	43C12	1216,67	0,3	2,17	49,9		20D12		0,41		
B2-11	42H12	1204,88	3,02	3,5	60,4		53C12		0,47			B2-34	49A12	1244,74	4,59	5,32	20,5
B2-12	53F12	1206,99	3,03	3,51	57,9		52B12		0,75			B2-35	1,80E+13	1247,76	1,41	1,64	16,8
B2-13	43H	1207,76	2,86	3,32	57,2		42C12		0,35			B2-36	47A12	1245,24	1,75	2,03	19,5
B2-14	51B12	1210,08	5,1	5,92	54,5	B2-24	37CC12	1219,55	2	2,32	46,7	B2-37	38C12	1241,8	3,5	4,06	23,1

Tableau IV.14. Résultats des Calculs hydrauliques pour la Deuxième variante choisie.

Suite étage haut

Borne	C exploitation	Élévation (m)	SAU (ha)	Débit calculé (l/s)	pression mce	Borne	C exploitation	Élévation (m)	SAU (ha)	Débit calculé (l/s)	pression mce	Borne	C exploitation	Élévation (m)	SAU (ha)	Débit calculé (l/s)	pression mce	
B2-38	38C12	1204,9	1,6	1,86	58,7	B2-51	21C12	1203,72	2,14	2,48	58,5	B2-66	19A12	1176,76	3,39	3,93	79,1	
B2-39	13D12	1192,21	6	6,96	69,8	B2-52	36A12	1185,14	6,73	7,81	75,1	B2-67	26A12	1171,49	2,53	2,93	83,1	
B2-40	42A12	1181,28	6	10,9	79,6	B2-53	29A12	1175,22	4,5	5,22	82	B2-68	20A12	1191,45	1,8	5,1	65	
	11D12		3,4			B2-54	37A12	1165,11	11,1	12,88	91,4		14B12		2,6			
B2-41	42A12	1170,64	5	10,2		B2-55	29A12	1195,92	3,51	4,07	65	B2-69	16C12	1223,49	0,96	2,04	37,5	
	11D12		3,38			B2-56	13C12	1180,82	2,8	3,25	74,1		14B12		0,8			
B2-42	37B12	1160,62	1,67	1,94		87,6	B2-57	28A12	1171,2	1,41	1,64	73,3	B2-70	16A12	1216,39	1,4	1,62	43,7
B2-43	13D12	1234,82	2,27	2,63		29,8	B2-58	13B12	1201,46	1,86	2,16	56,2	B2-72	9A12	1196,26	2,67	3,1	62,2
B2-44	29B12	1198,3	2,05	2,38	64,5	B2-59	27A12	1180,33	4,29	4,98	73,4	B2-71	16A12	1194,55	1,29	1,5	63,4	
B2-45	38A12	1187,05	7	8,12	74,5	B2-60	5A12	1221,23	1,16	1,35	41,9		13A12		2	2,32		
B2-46	29C12	1174,07	2,52	2,92	83,4	B2-61	11B13	1207,99	3,82	4,43	53,5	B2-73	4A12	1188,29	1,59	1,84	66,6	
B2-47	39A12	1165,06	1,86	8,1	90,6	B2-62	21B12	1208,91	2,58	2,99	52,6		1A12		1,25	1,45		
	38A12		5,12			B2-63	22B12	1219,08	2,5	2,9	43,4	B2-74	10A12	1177,9	2,75	3,19	74,4	
B2-48	29B12	1224,95	2	2,32		39,3	B2-64	25A12	1181,8	3,67	4,26	76,4	B2-75	3A12	1201,18	0,86	1	55,4
B2-49	25B12	1201,35	7,91	9,18	60,2	B2-65	17A12	1178,45	1,52	3,34	76,2	1A12		1,25		1,45		
B2-50	16B12	1215,08	2,32	2,69	48,3		13A12		1,36			B2-76	8A12	1207,27	2,72	3,16	50,8	
												B2-33	53B12	1209,1	1,13	1,31	54,4	



Tableau.IV.15.Caractéristiques des conduites de distribution.

Étage bas :

T AMANT	T AVAL	Longueur	vitase	Diamètre (mm)	T AMANT	T AVAL	Longueur	vitase	Diamètre (mm)	T AMANT	T AVAL	Longueur	vitase	Diamètre (mm)
B-1	j-1	173,28	139,9	1	B-9	j-9	371,85	96	0,96	j-16	B-16	31,81	109,3	0,93
j-1	j-2	333,92	173,9	0,65	jPR-1	j-9	88,34	96	0,92	j-16	jPR-3	230,7	275,6	0,86
B-2	j-2	49,67	139,9	0,93	j-10	jPR-1	8,71	78,9	0,83	jPR-3	j-17	125,14	275,6	0,86
j-2	jPR-2	113,89	198,9	0,96	B-10	j-10	21,71	78,9	0,83	B-17	j-17	238,98	139,9	0,8
jPR-2	j-3	159,93	275,6	0,92	jPR-1	j-11	8,58	54,9	1,1	j-17	j-18	166,81	218,8	1,04
B-3	j-3	159,94	139,9	0,93	B-11	j-11	175,02	54,9	1,1	B-18	j-18	23,43	78,9	0,81
j-3	j-4	201,64	218,8	1,09	jPR-2	jPR-3	81	300	1,2	j-18	j-19	57,75	218,8	0,93
B-4	j-4	113,13	78,9	1,11	jPR-3	j-12	104,75	350,1	0,81	B-19	j-19	20,74	78,9	0,81
j-4	j-5	99,02	218,8	0,94	j-12	B-12	61,62	96	0,8	j-19	j-20	68,32	218,8	0,83
B-5	j-5	442,29	109,3	0,89	j-12	j-13	282,79	275,6	1,21	B-20	j-20	34,44	78,9	1,03
j-5	j-6	65,75	174,9	1,13	j-13	B-13	28	78,9	1,08	j-20	jPR-4	49,8	174,9	1,08
B-6	j-6	197,55	65,4	1,04	j-13	jPR-2	253,95	275,6	1,12	jPR-4	jPR-5	160,6	96	0,95
j-6	j-7	97,83	174,9	0,98	jPR-2	j-14	173,99	96	0,96	jPR-5	j-21	15,84	43,6	1,17
B-7	j-7	198,65	65,4	1,03	j-14	B-14	38,16	65,4	1,05	B-21	j-21	70,21	43,6	1,17
j-7	j-8	224,51	174,9	0,84	j-14	j-15	120,39	65,4	1,02	jPR-5	j-22	14,33	78,9	1,04
B-8	j-8	23,02	96	0,89	B-15	j-15	31,05	65,4	1,02	j-22	B-22	190,85	78,9	1,04
j-8	j-9	155,75	139,9	0,89	jPR-2	j-16	72,09	275,6	1,01	jPR-4	j-23	13,24	174,9	1,08



Tableau IV.16.Résultats des Calculs hydrauliques pour la Deuxième variante choisie.

Suite étage bas

T AMANT	T AVAL	Longueur	vitase	Diamètre (mm)	T AMANT	T AVAL	Longueur	vitase	Diamètre (mm)	T AMANT	T AVAL	Longueur	vitase	Diamètre (mm)
j-23	B-23	35,68	78,9	1,17	j-30	jSR-19	142,17	430	1,19	j-37	j-38	72,65	174,9	1,1
j-23	j-24	77,51	139,9	0,87	jSR-19	j-31	96,61	275,6	0,8	j-38	B-38	23,1	65,4	0,97
j-24	B-24	32,21	78,9	0,99	j-31	B-31	25,26	54,9	0,82	j-38	j-39	91,43	174,9	0,84
j-24	jPR-6	84,01	109,3	0,91	j-31	j-32	101,62	218,8	0,99	j-39	B-39	22,47	78,9	0,96
jPR-6	j-25	17,22	78,9	1,01	B-32	j-32	27,24	96	1,21	j-39	j-40	107,28	139,9	1,24
j-25	B-25	21,36	78,9	1,01	j-32	j-33	95,8	218,8	1,02	j-40	B-40	25,73	78,9	1,09
jPR-6	j-26	21,13	65,4	1,08	B-33	j-33	26,86	43,6	1,23	j-40	j-41	159,83	139,9	0,89
j-26	B-26	156,18	65,4	1,08	j-33	jPR-7	147,48	218,8	0,97	j-41	B-41	17,7	65,4	0,9
j-27	B-27	10,57	54,9	0,98	jPR-7	j-34	230,45	78,9	0,81	j-41	j-42	113,8	109,3	1,13
j-27	PRV-2	25,74	430	1,14	j-34	B-34	22,35	54,9	0,96	j-42	B-42	15,79	65,4	0,85
j-27	j-28	75,4	430	1,14	j-34	j-35	67,38	43,6	1,14	j-42	j-43	92,1	109,3	0,83
j-28	B-28	13,31	43,6	1	j-35	B-35	23,18	43,6	1,14	j-43	B-43	14,36	65,4	0,83
j-28	j-29	52,77	430	1,15	jPR-7	j-36	70,55	218,8	0,87	j-43	j-44	103,59	78,9	1,03
j-29	B-29	9,5	65,4	0,9	j-36	B-36	14,6	65,4	0,97	j-44	B-44	15,55	65,4	0,95
j-29	j-30	51,33	430	1,17	j-36	j-37	75,38	174,9	1,22	j-44	j-45	24,98	43,6	1,24
j-30	B-30	8,22	65,4	1,05	j-37	B-37	10,23	65,4	0,89	j-45	B-45	37,3	43,6	1,24
										jPR-4	j-23	13,24	174,9	0,8



Étage haut

T AMANT	T AVAL	Longueur	Diamètre (mm)	vitesse (m/s)	T AMANT	T AVAL	Longueur	Diamètre (mm)	vitesse (m/s)	T AMANT	T AVAL	Longueur	Diamètre (mm)	vitesse (m/s)
j2-1	B2-1	14,97	43,6	1,06	j2-32	B2-32	182,97	43,6	1,04	j2-61	B2-61	177,08	78,9	0,91
j2-2	B2-2	9,63	43,6	1,04	j2-33	B2-33	42,88	78,9	1,09	j2-62	B2-62	130,35	65,4	0,89
j2-3	B2-3	21,91	43,6	1,24	j2-34	B2-34	35,48	43,6	0,88	j2-63	B2-63	8,11	65,4	0,86
B2-4	j2-4	80,41	78,9	0,82	j2-35	B2-35	33,4	43,6	1,1	j2-64	B2-64	28,7	78,9	0,87
j2-5	B2-5	10,21	109,3	1,18	j2-36	B2-36	48,33	54,9	0,86	j2-65	B2-65	57,87	65,4	0,99
j2-7	B2-7	133,15	78,9	0,9	j2-37	B2-37	52,45	78,9	0,83	j2-66	B2-66	15,54	78,9	0,8
j2-8	B2-8	495,92	78,9	0,89	j2-38	B2-38	18,13	43,6	1,24	j2-67	B2-67	180,33	65,4	0,87
j2-9	B2-9	15,62	54,9	1,05	j2-39	B2-39	45,03	96	0,96	j2-68	B2-68	315,65	78,9	1,04
j2-10	B2-10	37,33	65,4	1,08	j2-40	B2-40	23,4	109,3	1,16	j2-69	B2-69	19,24	54,9	0,86
j2-11	B2-11	29,11	65,4	1,04	j2-41	B2-41	9,19	54,9	0,95	j2-70	B2-70	23,59	43,6	1,09
j2-12	B2-12	38,31	65,4	1,05	B2-42	j2-42	132,15	54,9	0,95	j2-71	B2-71	70,72	65,4	0,92
j2-13	B2-13	27,97	65,4	0,99	j2-43	B2-43	39,66	65,4	0,91	j2-72	B2-72	8,93	109,3	1,01
j2-14	B2-14	31,89	96	0,82	j2-44	B2-44	29,5	65,4	0,82	j2-73	B2-73	29,08	65,4	0,98
j2-15	B2-15	51,34	139,9	0,85	j2-45	B2-45	41,34	109,3	1	j2-74	B2-74	134,68	65,4	1,1
j2-16	B2-16	34,99	65,4	0,95	B2-46	j2-46	18,03	65,4	1,01	B2-75	j2-75	38,18	54,9	1,03
j2-17	B2-17	264,1	54,9	1,07	B2-47	j2-47	259,9	109,3	0,86	j2-76	B2-76	129,41	65,4	1,09
j2-18	B2-18	21,03	78,9	0,97	j2-48	B2-48	29,38	54,9	0,98	jPR-2	j2-23	133,87	430,1	1,46
j2-19	B2-19	20,44	78,9	1,13	j2-49	B2-49	342,65	109,3	0,98	j2-23	j2-24	100,1	430,1	1,44
j2-20	B2-20	20,12	54,9	0,98	j2-50	B2-50	54,64	65,4	0,8	j2-24	j2-25	63,71	430,1	1,43
j2-21	B2-21	21,58	78,9	0,99	j2-51	B2-51	14,71	54,9	1,05	j2-25	j2-26	115,06	430,1	1,4
j2-22	B2-22	81,03	78,9	0,95	B2-52	j2-52	44,33	109,3	0,83	j2-26	jPR-3	19,47	430,1	1,39
j2-23	B2-23	36,15	54,9	0,92	B2-53	j2-53	22,37	78,9	1,07	jPR-3	j2-34	85,68	430,1	1,25
j2-24	B2-24	32,61	54,9	0,98	j2-54	B2-54	238,59	139,9	0,84	j2-34	j2-35	103,33	430,1	1,24
j2-25	B2-25	42,96	78,9	0,83	B2-55	j2-55	55,52	78,9	0,83	j2-35	j2-36	65,24	430,1	1,23
j2-26	B2-26	24,58	43,3	0,8	j2-56	B2-56	21,81	65,4	0,97	j2-36	j2-37	41,33	430,1	1,21
j2-27	B2-27	18,35	54,9	0,98	j2-57	B2-57	307,26	43,6	1,1	j2-37	jPR-4	28,6	430,1	1,18
j2-28	B2-28	83,42	65,4	1,04	j2-58	B2-58	17,7	54,9	0,91	jPR-4	j2-43	73,88	430,1	0,97
j2-29	B2-29	8,47	34,3	1,18	j2-59	B2-59	289,88	78,9	1,02	j2-43	jPR-5	78,9	430,1	0,94
j2-31	B2-31	60,44	78,9	0,95	j2-60	B2-60	23,37	43,6	0,9	jPR-5	j2-48	44,55	350,1	1,18

Tableau IV.18.Résultats des Calculs hydrauliques pour la Deuxième variante choisie.

Chapitre IV

Choix de variante d'adduction et de distribution

Suite étage haut

T AMANT	T AVAL	Longueur	Diamètre (mm)	vitesse (m/s)	T AMANT	T AVAL	Longueur	Diamètre (mm)	vitesse (m/s)	T AMANT	T AVAL	Longueur	Diamètre (mm)	vitesse (m/s)
j2-48	j2-49	32,39	350,1	1,16	j2-19	j2-20	115,26	109,3	1,26	jSR-7	j2-55	36,24	139,9	1,05
j2-49	j2-50	264,13	350,1	1,06	j2-20	j2-21	192,32	109,3	1,01	j2-55	jSR-9	69,67	109,3	1,28
j2-50	jPR-6	51,04	350,1	1,03	j2-21	j2-22	143,67	78,9	0,95	jSR-9	j2-56	364,98	78,9	1
jPR-6	j2-60	65,88	275,6	0,92	jPR-3	jSR-2	342,34	174,9	0,87	j2-56	j2-57	19,68	43,6	1,1
j2-60	j2-61	53,61	275,6	0,9	jSR-2	jSR-3	56,53	96	0,8	jSR-9	jSR-10	196,54	96	0,99
j2-61	jPR-9	9,88	275,6	0,82	jSR-3	j2-27	12,25	54,9	0,98	jSR-10	j2-58	16,05	54,9	0,91
jPR-9	j2-62	72,43	275,6	0,82	jSR-3	j2-28	15,26	65,4	1,04	jSR-10	j2-59	26,35	78,9	1,02
j2-62	j2-63	123,2	218,8	1,23	jSR-2	j2-33	75,41	139,9	0,99	jPR-7	j2-68	210,23	174,9	0,81
j2-63	jPR-7	97,31	218,8	1,15	j2-33	j2-29	124,73	109,3	1,05	j2-68	j2-64	415,86	139,9	0,94
jPR-2	j2-1	84,66	350,1	0,86	j2-29	jSR-4	20,49	109,3	0,93	j2-64	jSR-11	106,95	109,3	1,09
j2-1	j2-2	108,19	350,1	0,85	j2-30	jSR-5	3,82	54,9	1,07	jPR-7	j2-69	149,32	174,9	0,99
j2-2	j2-3	67,07	350,1	0,83	j2-30	B2-30	8,17	54,9	1,07	j2-69	j2-70	92,37	174,9	0,9
j2-3	jSR-1	52,73	350,1	0,81	jPR-4	j2-38	278,49	218,8	0,84	j2-70	j2-76	38,74	174,9	0,83
jSR-1	j2-4	106,42	139,9	0,98	j2-38	j2-39	229,54	174,9	1,24	j2-76	j2-71	202,09	139,9	1,06
j2-4	j2-5	95,32	109,3	1,18	j2-39	j2-40	239,19	174,9	0,95	j2-71	B2-72	111,98	139,9	0,86
B2-5	j2-7	647,56	109,3	0,94	j2-40	B2-41	415,98	109,3	1,28	j2-72	jSR-13	43,7	109,3	1,01
j2-7	j2-8	42,53	78,9	0,89	j2-41	j2-42	205,07	54,9	0,95	jSR-13	jSR-14	215,57	96	0,97
jSR-1	j2-9	134,16	275,6	1,06	jPR-5	j2-44	335,85	174,9	0,99	jSR-14	j2-73	15,75	65,4	0,98
j2-9	j2-10	213,59	275,6	1,02	j2-44	jSR-6	238,48	174,9	0,87	jSR-14	j2-74	23,18	65,4	1,1
j2-10	j2-11	65,63	275,6	0,96	jSR-6	j2-45	19,12	109,3	1	jSR-13	j2-75	21,05	54,9	1,03
j2-11	j2-12	59,35	275,6	0,9	jSR-6	j2-46	307,53	109,3	1,22	jSR-4	j2-32	17,46	43,6	1,04
j2-12	j2-13	77,76	275,6	0,84	j2-46	j2-47	26,77	109,3	0,86	j2-31	jSR-5	3,35	78,9	0,95
j2-13	j2-14	105,12	218,8	1,24	jPR-6	j2-51	215,65	218,8	1,18	jSR-4	jSR-5	33,72	96	0,99
j2-14	j2-15	209,01	218,8	1,09	j2-51	jSR-7	161,18	218,8	1,12	j2-67	jSR-11	19,82	65,4	0,87
j2-15	j2-16	171,75	174,9	1,16	jSR-7	j2-52	186,35	174,9	1,08	jSR-11	jSR-15	112,31	96	1
j2-16	j2-17	82,05	174,9	1,02	j2-52	jSR-8	270,54	139,9	1,18	j2-66	jSR-15	5,87	78,9	0,8
j2-17	j2-18	35,93	174,9	0,92	jSR-8	j2-53	21,09	78,9	1,07	j2-65	jSR-15	22,48	65,4	0,99
j2-18	j2-19	88,18	139,9	1,13	jSR-8	j2-54	17,12	139,9	0,84	R-3	jPR-2	1 483,43	600	1,04



IV.10. Interprétation des résultats

IV.10.1. Les vitesses

Les valeurs des vitesses dans les conduites des réseaux pour les trois variantes sont entre deux seuils 0,5 et 2.3 m/s., ces vitesses sont acceptables, donc elles ne favorisent ni le dépôt des matières en suspension, ni l'érosion des canalisations.

IV.10.2. Les pressions

Les pressions au niveau des bornes (calculs hydraulique pour l'irrigation à partir des différents systèmes d'alimentation des trois variantes).

- Pour la Première variante on remarque que les pressions aux bornes de l'étage bas et haut varient entre (0.5 à 16) bars.
- Pour la Deuxième variante on remarque que les pressions des bornes à l'étage bas sont négatives.
- Pour la Troisième variante on remarque que les pressions de bornes étage bas et haut sont valables pour tout le système d'irrigation.

IV.11. Equipement des réseaux d'irrigation :

IV.11.1. Equipements de contrôle des conduites :

IV.11.1.a. Les vannes :

Les vannes sont utilisées dans les réseaux d'irrigation pour :

- Isoler les appareils placés en dérivation sur le réseau : ventouses, clapets d'entrée d'air, soupapes de décharge (tous ces appareils sont équipés de vanne de garde).
- Réaliser les ouvrages de vidange des conduites.
- Isoler des parties de réseau sur lesquelles il sera possible d'intervenir (réparations ou réalisation d'un piquage).

IV.11.1.b. Les régulateurs de pression :

Les régulateurs de pression sont nécessaires dans les réseaux à topographie très accidentée, où certaines antennes pourraient être soumises en régime statique ou dynamique, à des pressions excédant les valeurs compatibles avec la tenue des tuyaux ou de l'appareillage.



IV.11.2. Protection anti bélier :**IV.11.2.1. Origine des coups de bélier :**

Les coups de bélier susceptibles de prendre naissance dans un réseau d'irrigation peuvent être classés comme suit, selon leur origine :

- Disjonction à la station de pompage. Lorsque celle-ci refoule directement dans le réseau
- Fermetures de vannes (bornes, vannes de strictement et de vidange).
- Evacuation de l'air.

IV.11.2.2. Les soupapes de décharge :

Lorsque la pression de la conduite dépasse la valeur de réglage de l'appareil, la soupape s'ouvre et évacue une partie du débit de la conduite en faisant ainsi chuter la pression.

IV.11.2.3. Ventouses et clapets d'entrée d'air :

Les ventouses ont pour fonction le dégazage des conduites en service, l'évacuation de l'air lors du remplissage et l'entrée d'air lors des vidanges.

IV.11.3. Les bornes d'irrigation :

La borne d'irrigation constitue un appareil compact, plus particulièrement étudié pour les réseaux fonctionnant à la demande, et cumulant les fonctions suivantes :

- Arrêt ou mise en service de la borne.
- Desserte de l'eau à un ou plusieurs usagers disposant chacun d'une prise individuelle.
- Régulation de la pression aval, de manière à assurer au matériel mobile d'irrigation des conditions de fonctionnement stable, quel que soit l'état de la demande sur le reste du réseau.
- Limitation du débit prélevé par chaque prise, à la valeur maximale affectée l'usager.
- Comptage des volumes débités par chaque prise.

Conclusion :

D'après le calcul déjà fait pour les choix des variantes d'adduction on constate que la troisième variante constituée d'un seul piquage, d'une station de pompage et d'un réservoir est la plus convenable par rapport aux deux autres car elle permet de minimiser la longueur de la conduite de refoulement et d'assurer gravitairement une pression de service à l'ensemble des bornes de l'étage haut et bas.



Chapitre V : Station de pompage & Réservoirs

V. Introduction

Les réseaux de distribution par canalisation sous pression nécessitent assez souvent une mise en charge permanente à l'origine du réseau fonctionnant à la demande, tandis que l'alimentation par pompage de réservoirs desservant celui-ci, nécessite une commande automatique de la station, lui permettant d'ajuster les débits pompés par rapport aux débits appelés susceptibles de varier promptement et avec des proportions importantes.

La combinaison du débit et de la pression caractérise la capacité de pompage, que doivent fournir l'ensemble de groupes de pompage pour alimenter de façon satisfaisante tous les tronçons du réseau d'irrigation.

Ce chapitre se limite dans sa première phase à définir les caractéristiques de la station de pompage et synthétiser les critères à adopter pour le choix des équipements électromécaniques.

La seconde phase est consacrée à la définition du volume ainsi que le dimensionnement du réservoir de régulation qui alimente notre secteur hydraulique.

V.1. Station de pompage :

V.1.1. Description de la station de pompage :

La station de pompage Tazoult SPT, permettra l'alimentation du réservoir de l'étage haut et bas de Tazoult. Elle sera implantée à la coté 1150m à proximité de l'étage bas de Tazoult et alimentée à partir d'un piquage sur la conduite principale du périmètre Batna -Ain Touta.

V.1.2. Calcul du débit de pompage et la hauteur d'élévation

V.1.2.1. Calcul du débit de pompage

A partir du calcul des besoins en eau des cultures on peut tirer le débit caractéristique correspondant au mois de pointe. Pour une surface de 441.13hectares (partie refoulement) il sera de :

$$Q \text{ (l/s)} = 441.13 \times 1.16 = 511.71 \text{ l/s} = 0,51171 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 0,51171 \text{ m}^3/\text{s}$$

Soit un débit journalier de $Q_j = 44211.81 \text{ m}^3/\text{j}$

V.1.2.2. Détermination de la hauteur d'élévation calculée

Données de base :

- Cote point haut de l'eau bêche d'aspiration : 1 154.50NGA
- Cote point bas de l'eau bêche d'aspiration : 1 150.00NGA
- Cote point haut de l'eau réservoir tampon : 1274.50 NGA
- Cote point bas de l'eau réservoir tampon : 1270.00NGA
- Débit pompé : 512 l/s
- Longueur Conduite de refoulement : 686.4 m

La hauteur géométrique maximale est ainsi de : $1274,5 - 1150 = 124.5$ m

La hauteur géométrique minimale est de : $1274,5 - 1154,5 = 120$ m

La HMT est donnée par la formule suivante :

$$HMT = H_{\text{géo}} + P_{dc} + P_{\text{exh}}$$

- $H_{\text{géo}}$ = Hauteur géométrique

- P_{dc} = somme des pertes de charge linéaires et singulières.

- P_{exh} : Pression nécessaire à l'exhaure (sortie du conduit).

- $P_{\text{exh}} = (1,0 \div 1,5)$ m ; On prend $P_{\text{exh}} = 1$ m

$P_{dc} = (1,15 \div 1,3) \cdot h_{p(\text{ref})\text{lin}}$ (pour $Q < 3 \text{ m}^3/\text{s}$)

Pour L_{ref} longueur de refoulement = 1000 m on a $h_{p(\text{ref})\text{lin}} = 4$ m

Notre conduite de refoulement à une longueur de 686.4 m.

D'où:

$$h_{p(\text{ref})\text{lin}} = \frac{686.4}{1000} \cdot 4 = 2.74 \text{ m}$$

- $h_{p(\text{ref})\text{lin}} = 2.74$ m

- $P_{dc} = 1,15 \cdot 2.74 = 3.151$ m

La somme des pertes de charge est donc de $P_{dc} = 3.151$ arrondie à 3.15 mCE.

La Hmt maximale est.

$$HMT = 120 + 3.15 + 1 = 124.15 \text{ mCE}$$

V.1.3. Choix du type de la pompe :

Les pompes doivent satisfaire les conditions suivantes :

- + assurer le débit calculé et la hauteur manométrique calculée + le rendement est meilleur η_{max}
- + un poids faible, une anti-corrosion, non encombrement. + Assurer une capacité d'aspiration forte.
- + Une vitesse de rotation importante.
- + Anti- cavitation.
- + Exploitation simple.
- + Répondre à la construction économique du bâtiment

Les pompes choisies sont des pompes centrifuges à double flux à axe horizontal vu leur η_{max} leur importance et leur construction légère et économique. Le choix définitif de la pompe centrifuges à double flux a été fait par connaissance du débit et de la hauteur manométrique.

Les avantages de ces pompes sont les suivantes :

- + la hauteur de NPSH est favorable
- + la roue à double œillard est destinée au moyen et grands débits. + Un meilleur rendement.
- + L'arbre est maintenu par deux pièces
- + Elles annulent la poussée axiale par les roulements au palier butée.

Les pompes centrifuges à double flux sont utilisées généralement dans les domaines d'agriculture et l'industrie chimique elle est mono-étagé à volute, à plan de joint horizontale et à roue radiale à double flux.

V.1.4. Choix du nombre de pompe:

La station de pompage doit être équipée d'un nombre suffisant de pompes assurant le débit,

$$N = n p + 1$$

généralement sur la base des données de la consommation d'irrigation (les besoins en eau)

Le type de pompe est déterminé en fonction du débit pompé et la hauteur calculée H_{cal} . Le nombre de pompes nécessaires est déterminé de la façon suivante:

Pour notre variante on opte pour la catégorie $N=p+1$ Ou:

- N: nombre de pompes installées
- p: nombre de pompe choisis

Le chiffre 1 veut dire qu'on a une pompe de secours installée. Ce nombre varie suivant le nombre de pompes, pour un nombre inférieur à 4.

En fonction des caractéristiques prédéfinis on a pu recenser différents types de pompes qui sont résumés dans le tableau qui suit ;

Tableau.V.1 .caractéristiques des pompes

N°	Q m^3/h	H_{ca} m	D_a mm	D_r mm	\varnothing_r mm	N tr/min	P_a kw	$NPSH_r$ m	η $\%$	Pompe choisie
1	1843.2	124.15	-	-	-	-	-	-	-	MPE 450-°1T
2	921.6	124.15	200	175	348	2960	403.5	13.75	77	MPE 200-N°1 bis
3	614.4	124.15	200	175	335	2960	260	10	80	MPE 200-N°1
4	460.8	124.15	200	175	318	2960	200	7.5	74.5	MPE 200-N°1
5	368.64	124.15	200	175	318	2960	179	7.5	70.5	MPE 200-N°1

D'après ce tableau et les résultats obtenus et après la comparaison faite entre les différentes pompes à travers les variantes proposées on opte pour la variante n°4 pompe à double flux.

Le nombre de pompes installées est de 4 pompes principales et une de secours

La pompe choisie est donc du type : **MPE 200 N° 1**

Le diamètre de la roue est de 318 mm

Le diamètre d'aspiration est de 200 mm

Le diamètre de refoulement est de 175 mm

Le rendement est de 74.5%

Le $NPSH_r$ (m) est de 7.5m

La vitesse de rotation est de 2960 tr/min

La puissance absorbée est de 200 KW

V.1.5.Choix du moteur électrique

Puisque la pompe demande un moteur électrique pour la faire tourner il faut avoir des critères pour choisir le moteur le plus adapté avec la pompe choisi, et parmi ces critères on peut citer les points suivants :

- + Prendre en considération la puissance absorbée
- + Position de l'arbre de moteur (vertical ou horizontal)
- + La tension d'alimentation du moteur électrique.
- + Prendre en considération la variation de la vitesse.

V.1.6.Calcul de la puissance fournie par le moteur électrique

La puissance du moteur électrique est calculée par la formule suivante

$$P_{abs} = \frac{Q_{max} \cdot H_{c \min} \cdot K}{\eta_m \cdot \eta_p \cdot \eta_{tr}}$$

- $\eta_{tr} = 1$ Accouplement direct
- η_m : Rendement du moteur (0,92 – 0,95)
- η_p : Rendement de la pompe (0,80)
- K : Coefficient de correction, il est déterminé en fonction de la puissance du moteur, les valeurs du coefficient K sont données dans le Tableau V.2 :

Tableau V.2 : Variation du coefficient K en fonction de la puissance P

P (KW)	1±2	2±10	10±50	50±100	100±200	>200
K	2	2±1,3	1,3±1,2	1,2±1,1	1,1±1,05	1,05

Pour P = 200 KW ; K=1,1;

$$P_{abs} = \frac{9810 \cdot 0.128 \cdot 124.15 \cdot 1,1}{0,80 \cdot 1 \cdot 0,93} = 230.5 \text{ KW}$$



Et d'après le catalogue des moteurs on trouve que notre moteur électrique a les caractéristiques suivantes :

- Un moteur triphasé 50 hz
- Rotor à court-circuit CAG

Tableau.V.3.Caractéristiques du moteur électrique choisi

		Intensité abs				Caractéristiques en charge						Vitesse		Kg
		I_n 380 V	I_d in			Rendement %			$\cos \phi_s$					
Kw	ch	A	A			1/2	3/4	4/4	1/2	3/4	4/4			

V.1.7.Détermination du diamètre économique de refoulement

Le calcul du diamètre économique du tracé d'adduction est basé sur une étude technico-économique puisque la conduite de refoulement et la station de pompage sont liées.

En effet, plus le diamètre du collecteur est petit pour un même débit à relever, plus le moteur d'entraînement devra être puissant, donc plus l'énergie dépensée sera importante.

Ce calcul à une optimisation entre :

- les frais d'amortissement de la conduite, qui croissent avec le diamètre.
- Et les frais d'exploitation de la station de pompage qui décroît quant le diamètre augmente, par suite de diminution des pertes de charges.

Les paramètres essentiels qui interviennent dans la détermination de ce diamètre économique sont :

- + Le débit du collecteur de refoulement, leur nombre et leur matériau. +
- Les pertes de charges du mètre linéaire de la conduite de refoulement.

Le type de pompe est déterminé en fonction du débit pompé et la hauteur calculée H_{cal} . Le nombre de pompes nécessaires est déterminé de la façon suivante:

- Graphique de la demande en eau.
- Schéma de raccordement des pompes au collecteur en charge.
- Prix de mètre linéaire de la conduite posée.
- Type d'énergie et son prix.
- Rendement de la station de pompage.

V.1.8. Rendement de la station de pompage :

Le rendement de la station de pompage est lié à tous les équipements qui ont un rendement, comme le mode d'accouplement, le moteur électrique, la pompe choisie, et le rendement du réseau électrique. Donc le rendement de la station de pompage est donné par la formule suivante :

Avec :

$$\eta_{st} = \dots$$

- η_{jp} : rendement de la pompe choisie égale à 77%.
- η_{jm} : rendement du moteur électrique qui est égale à 95%.
- η_{tr} : rendement de la transmission qui est égale à 1.
- $\eta_{rés}$: rendement du réseau électrique qui est égale à (97 à 99)%.

$$\eta_{sp} = 0,77 \times 0,95 \times 1 \times 0,97 = 71\%$$

Pour le choix du diamètre économique des collecteurs en charge plusieurs paramètres peuvent rentrer en jeu. Dans notre projet on utilise la formule suivante :

- K_{ri} : Dépenses réduites annuelles en DA de variante N°3 .
- K_i : L'investissement pour la conduite de refoulement.

Tableau.V.4.la valeur de Ki en DA :

D(mm)	Ki(DA)	D(mm)	Ki(DA)
40	180	600	680
50	180	700	1050
65	190	800	1180
80	200	900	1600
100	210	1000	1720
125	225	1050	1820
150	250	1100	2000
200	300	1150	2100
250	387	1200	2180
300	440	1300	2240
350	510	1400	2300
500	720	1500	2440

Source: Gamme de prix tubes PEHD (groupe K-PLAST)

- Tint : Taux d'intérêt en hydraulique (10 – 12,5) %
- Ci : Charge annuelle d'exploitation et amortissement et renouvellement en DA

$$C_i = PE + aK_i$$

- P : Prix d'énergie électrique d'un Kw heure.
- E : Valeur des pertes d'énergie annuelles, due aux pertes de charge
- Ei : Valeur des pertes d'énergie annuelles en DA.
- a : Taux d'amortissement des dépenses d'entretien donc : a=4.7%

Avec :

$$E = \frac{\rho \cdot Q_{col} \cdot h_p \cdot T}{10^{sp}}$$

KW heure)

- + ρ : Masse volumique de l'eau (kg/m³)
- + Q_{col} : Débit collecté (débit moyen déterminé par le graphique de demande en m³/j.
- + η_{sp} : Rendement de la station de pompage tel que η_{SP}=71%
- + h_p : Pertes de charges de coté refoulement.
- + h_p = h_{lin} + h_{sin}

$$h_p^{sin} \quad h_p^{lin}$$

Le type de pompe est déterminé en fonction du débit pompé et la hauteur calculée H_{cal}. Le nombre de pompes nécessaires est déterminé de la façon suivante:

Avec :

$$h_{p_{ref}} = (0,05 - 0,1) \cdot h_{ref}$$

$$h_{p_{ref}} = J \cdot L$$

- J : le gradient hydraulique, il est en fonction de la vitesse d'écoulement :

$$h_{p_{ref}} = 1000 \cdot i \cdot l$$

- i : pente hydraulique

- Si $V < 1,2 \text{ m/s}$

$$J = \frac{0,00148 \cdot V^{5,3}}{D_{ref}^{5,3}} \cdot \frac{0,867 \cdot Q_c^{0,3}}{D_{ref}^{0,3}}$$

On a

$$V = \frac{Q_c}{\frac{\pi}{4} \cdot D^2}$$

On fixe la vitesse et on calcul le diamètre d'approximation.

- T : nombre de jour de pompage en une année=365 jours

- Th : nombre d'heure de pompage par jour, dans notre projet on prend Th=20h.

Donc le tableau suivant qui nous permet de déterminer le diamètre économique pour notre réseau doit prendre en considération plusieurs critères.

Pour cela on commence à déterminer les pertes de charge dans un tableau.

..... TableauVI. 1 .caractéristiques des rampes 93

..... TableauVI.2.caractéristiques des portes rampes 94

Tableau.V.5. calcul des pertes de charges

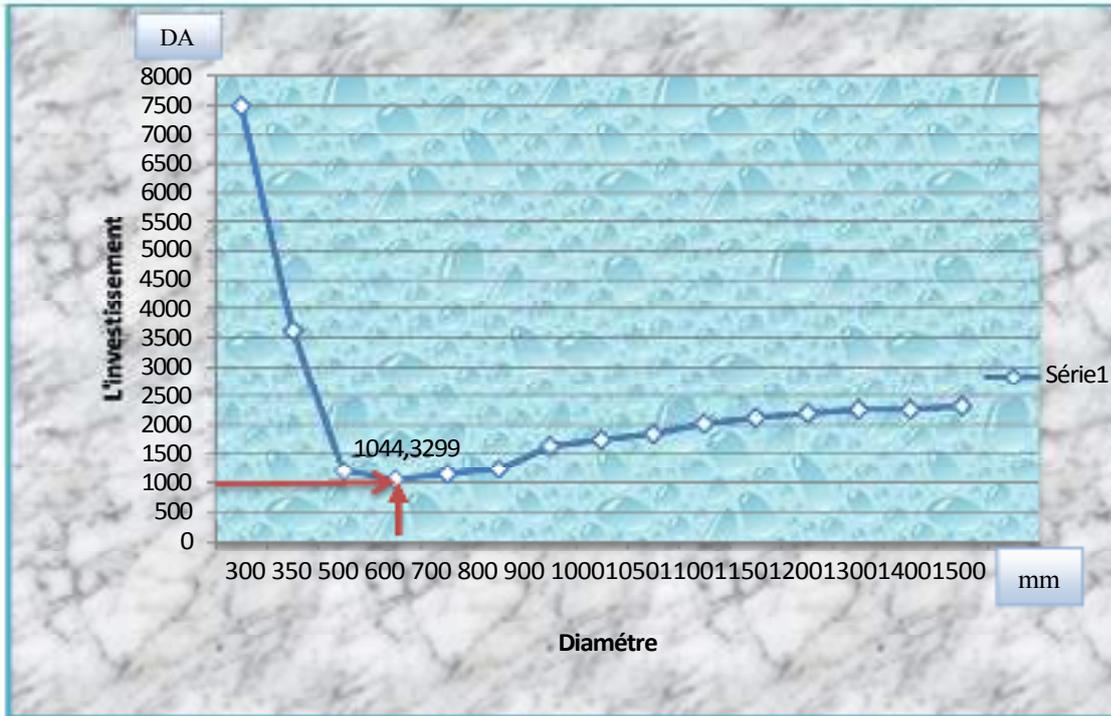
$D_r(mm)$	$D_{5,3}$	$V(m/s)$	i	$L(m)$	h_{pi}^{lin}	h_{pi}^{sin}	h_{pi}
40	3,9E-08	101,859	729,124	686,4	500471	50047,1	550518
50	1,3E-07	65,1899	223,449	686,4	153375	15337,5	168713
65	5,1E-07	38,5 739	55,6261	686,4	38181,8	3818,18	41999,9
80	1,5E-06	25,4648	18,5073	686,4	12703,4	1270,34	13973,7
100	5E-06	16,2975	5,671 78	686,4	3893,11	389,311	4282,42
125	1,6E-05	10,4304	1,73819	686,4	1193,09	119,309	1312,4
150	4,3E-05	7,24332	0,66136	686,4	453,955	45,3955	499,351
200	0,0002	4,0 7437	0,14397	686,4	98,8184	9,88184	108,7
250	0,00064	2,60 759	0,04412	686,4	30,2841	3,02841	33,3125
300	0,00169	1,81083	0,01679	686,4	11,5227	1,1 5227	12,675
350	0,00383	1,33041	0,00742	686,4	5,09021	0,50902	5,59924
500	0,02538	0,6519	0,00112	686,4	0,7687	0,07687	0,84557
600	0,06671	0,452 71	0,00043	686,4	0,29248	0,02925	0,321 73
700	0,15101	0,3326	0,00019	686,4	0,1292	0,01292	0,1 4212
800	0,30646	0,25465	9,3E-05	686,4	0,06367	0,00637	0,07003
900	0,5 7212	0,2012	5E-05	686,4	0,0341	0,00341	0,03751
1000	1	0,1 6297	2,8E-05	686,4	0,01951	0,00195	0,02146
1050	1,2951	0,14782	2,2E-05	686,4	0,01507	0,00151	0,01657
1100	1,65 722	0,13469	1,7E-05	686,4	0,01177	0,00118	0,01295
1150	2,09748	0,12323	1,4E-05	686,4	0,0093	0,00093	0,01023
1200	2,62821	0,11318	1,1E-05	686,4	0,00742	0,00074	0,00817
1300	4,01698	0,09643	7,1E-06	686,4	0,00486	0,00049	0,00534
1400	5,94947	0,08315	4,8E-06	686,4	0,00328	0,00033	0,00361
1500	8,5 7598	0,0 7243	3,3E-06	686,4	0,00228	0,00023	0,0025

On calcule l'investissement ;

Tableau.V.6. calculs de l'investissement

D_r (mm)	$E_i \times 10^3$	K_i (DA)	A	P (DA)	C_i (DA)	K_{ri} (DA)
40	54438327	180	0,05	45	2449724723	306215770
50	16683290	180	0,05	45	750748065	93843688
65	4153191	190	0,05	45	186893618	23361892
80	1381802	200	0,05	45	62181096,8	7772837,1
100	423470,1	210	0,05	45	19056163,9	2382230,5
125	129777,6	225	0,05	45	5840002,15	730225,27
150	49378,63	250	0,05	45	2222050,93	278006,37
200	10748,89	300	0,05	45	483 715,195	60 764,399
250	3294,13	387	0,05	45	148255,181	18918,898
300	1253,3 72	440	0,05	45	56423,7513	7492,9689
350	553,6841	510	0,05	45	24941,2867	362 7,6608
500	83,61452	720	0,05	45	3798,65341	1194,8317
600	31,81421	860	0,05	45	1474,6393	1044,3299
700	14,0541	1050	0,05	45	684,934608	1135,61 68
800	6,925415	1180	0,05	45	3 70,643669	1226,3305
900	3,709688	1600	0,05	45	246,935975	1630,867
1000	2,122378	1720	0,05	45	181,507008	1742,6884
1050	1,638775	1820	0,05	45	164,744894	1840,5931
1100	1,280683	2000	0,05	45	157,630715	2019,7038
1150	1,011869	2100	0,05	45	150,534092	2118,8168
1200	0,807536	2180	0,05	45	145,339139	2198,1674
1300	0,528352	2240	0,05	45	135,775818	2256,9 72
1400	0,356734	2240	0,05	45	128,053016	2256,0066
1500	0,2474 79	2300	0,05	45	126,1365 73	2315,7671





Chapitre. V

Station de pompage & Réservoirs

Figure.V. 1. courbe investissement

D'après le Tableau précédent on remarque que le diamètre économique est de 600mm. Avec une vitesse d'écoulement qui est égale à 0,45271m/s.

V.2. Le 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. De part son volume, 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. (19).

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 : heurs de pointe en s.

Dans notre cas le débit de pointe en tête du périmètre est de 1843.2 m^3/h . pour combler le déficit de pointe. Notre réservoir va être dimensionné pour une durée de pompage de 5 heures.

Son volume est de :

$$V_{ST} = 1843.25 \cdot 9216 \text{ m}$$

Le volume de ce réservoir sont regroupés dans le tableau. V 6 :

Tableau.V.7. Capacité de rétention de réservoir

<i>DESIGNATION</i>	<i>Réservoir</i>
<i>Débit de pointe (l/s)</i>	512
<i>Capacité de stockage (m3)</i>	9216
<i>Capacité de stockage retenue (m3)</i>	10000

Tableau.V.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>l_a à la base</i> <i>m</i>	<i>l_o à la base</i> <i>m</i>	<i>l_a au plafond</i> <i>m</i>	<i>l_o au plafd</i> <i>m</i>	<i>V_{utile}</i> <i>m³</i>	<i>V_{totale}</i> <i>m³</i>
RTEH	1270	5	4.5	35	35	55	55	9216	10000

Conclusion

Pour ce chapitre, nous avons pu déterminée le nombre de pompe et le type de pompe favorable aux conditions de refoulement et Capacité de rétention de réservoir.

Chapitre VI : Dimensionnement du réseau d'irrigation à la parcelle

Le type de pompe est déterminé en fonction du débit pompé et la hauteur calculée H_{cal} . Le nombre de pompes nécessaires est déterminé de la façon suivante:

VI. Introduction :

En plus du dimensionnement du réseau d'adduction nous avons tenu dans le présent chapitre à faire le point sur les démarches préalables pour le calcul de réseaux d'irrigation à la parcelle en micro irrigation.

En effet la présence de l'arboriculture nous a incité à choisir ce mode d'irrigation puisque qu'il s'agit de cultures en lignes ;de plus la texture du sol (faible perméabilité) impose ce choix.

Ainsi pour les calculs nous avons choisis arbitrairement un ilot type afin de projeter notre réseau.

VI.1.Dimensionnement de l'installation de l'irrigation localisée (goutte à goutte) :

Nous avons choisis la parcelle 88-B-12 de surface égale à 4.67 ha, l'arboriculture représente 100% de la surface [totale.il](#) s'agit des abricotiers.

↳ Les dimensions de la parcelle sont les suivantes:

- Surface : 4.67 ha. - Longueur : 240 m- Largeur : 196 m. Avec un écartement entre arbres et rangées de 4x 5 m.

VI.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 Sa défaillance pourrait être fatale pour le régime d'alimentation en eau donc pour le rendement des cultures.

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

🌈 Selon le fonctionnement des goutteurs on distingue des goutteurs auto régulant et non auto régulant.

■ Selon la pression disponible :

De 1 à 3 bars, il est recommandé d'opter pour des goutteurs autorégulant.

- 1 bar : goutteurs non autorégulant.
- 0.6 Bar : gaines perforées et poreuses

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'abricotier on équipe chaque arbre par deux goutteurs autorégulant de débit 4 l/h.

VI.3.Projection d'un système d'irrigation localisée sur une parcelle:

VI.3.1.Les besoins en eau de la parcelle :

On rappelle que les besoins nets de pointe pour l'abricotier sont de 189 mm au mois de mai.(12)

Les besoins journaliers correspondront à :

$$B_j = \frac{B_p}{J_{mois}} = \frac{189}{30} = 6.3 \text{ mm/j}$$

$$\frac{B_p}{J_{mois}}$$

VI.3.2.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) :

$$K_r = 1,0 \cdot C_s$$

Pour notre cas on considère un taux de couverture égale à 50 % (pour les arbres adultes) donc.

- ❖ $K_r = 0,59$ selon Keller et Karmeli (1974).
- ❖ $K_r = 0,75$ selon Freeman et Garzoli.
- ❖ $K_r = 0,60$ selon Decroix (CTGREF).

On prend le.

$$(K_r = 0,75)$$

L'irrigation traditionnelle demanderait pour le mois de pointe $B_j = 6.3$ mm/jour en eau. En irrigation localisée les besoins se réduisent à

$$B_{nets} = B_j \cdot K_r = 6.3 \cdot 0.75 = 4.72 \text{ mm}$$

Les besoins seront réduits par le coefficient K_r , donc : $B_{net} = 4.72$ mm/j

VI.3.3. La 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 mouillé.

$$D_{nette} = RFU \cdot P \cdot \frac{H_{cc}}{100}$$

La réserve utile est égale à : $RU = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Z$.

- ❖ H_{cc} : Humidité à la capacité au champ
- ❖ H_{pf} : Humidité au point de flétrissement
- ❖ Z : Profondeur d'enracinement.

Pour un sol limono argileux : ($H_{cc} = 27\%$ - $H_{pf} = 10\%$ - $Z = 1$ m).

$RU = 170 \times 1$ donc on obtient : $RU = 170$ mm/m

Pour un sol limono argileux la réserve utile $RU = 170$ mm/m

$RFU = 2/3 RU$: degré de tarissement admis pour ce type de sol et culture.

$$RFU = \frac{2170}{3} = 113.33 \text{ mm}$$

VI.3.4. Pourcentage du sol humidifié : (voir annexe N°4-1)

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

- ▣ 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)

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

$$P = \frac{2 * 1 * 3}{5 * 4} = 30 \%$$

▣ Dnette RFU P 113.33 30 34 mm

VI.3.5. La dose Brute

$$D_{brute} = \frac{D_{nette}}{kr} = \frac{125.93}{0.9} = 139.92 \text{ mm}$$

La valeur de la fréquence d'arrosage sera :

VI.3.6. Fréquence des arrosages :

$$F = \frac{D_{brute}}{B_{net}} = \frac{139.92}{4.72} = 29.64 \text{ jours}$$

(Alors en a 7 jours. 4 Irrigations par mois).

VI.3.7. La durée d'arrosage :

$$d = \frac{D_{brute} E_g}{E_r} = \frac{139.92 * 0.9}{4.2} = 29.64 \text{ heures}$$

VI.3.8.La durée d'arrosage journalière :

$$d_j = \frac{d}{F} = \frac{85}{7} = 12 \text{ heures}$$

VI.3.9.Nombre d'arbre par hectare.

$$Nd_{arbre} = \frac{1Ha}{S_{Ea}} = \frac{10000}{Er \cdot 5 \cdot 4} = 500 \text{ arbres}$$

VI.3.10.Nombre d'arbre par rampe.

$$Nd_{arbre \text{ par rampe}} = \frac{Lr}{Er} = \frac{96}{4} = 24 \text{ arbre}$$

VI.3.11.Nombre des goutteurs par rampe :

$$Ng = Lr \cdot 2 = 24 \cdot 2 = 48 \text{ goutteurs}$$

VI.3.12.le débit d'une rampe :

$$Q_r = N_g \cdot Q_g$$

Tel que : Ng= nombre de goutteurs

Qg = Débit d'un goutteur

Débit moyen par rampe :

$$Q_{rampe} = 48 \cdot 4 = 192 \text{ l/h}$$

VI.3.13.le nombre de rampes.

$$\frac{d}{Er} = \frac{Lpr}{5} = 48 \text{ rampes}$$

VI.3.14.le débit du porte rampe :

$$Q_{rampe} = \frac{Q_{porte}}{rampe} = \frac{Q}{N} = 192 \cdot 24 = 4608 \text{ l/h}$$

VI.4.Calcul hydraulique :

VI.4.1.Calcul des diamètres des portes rampes et rampes :

VI.4.1.a.Le diamètre de la rampe :

Le diamètre d'une rampe est calculé comme suit :

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

$$D = \left(\frac{1,2 \cdot 2,75}{0,478 \cdot 96 \cdot 192^{1,75}} \right)^{-1/4,75} = D = 12,07 \text{ mm}$$

Sur le marché on trouve des portes rampes de 16 mm

∞ Recalcule les pertes de charge de la rampe :

$$P_{dc} = \frac{0,478 \cdot L \cdot X \cdot D'^{-4,75} \cdot Q^{1,75}}{2,75}$$

$$P'_{dc} = \frac{0,478 \cdot 96 \cdot 1,2 \cdot 16^{-4,75} \cdot 192^{1,75}}{2,75}$$

P'dc= 0.315 m < 1,2 m => la condition est vérifiée

Tableau VI.1. caractéristiques des rampes

cultures	Lr (m)	Ng	Qr (l/h)	p'dc donne (m)	Dcalcu (mm)	Dn (mm)	p'dccalcu (m)
l'abricotier	96	48	192	1.2	12.07	16	0.315

VI.4.1.b.Le diamètre de la porte rampe :

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

$$D = \left(\frac{0,6 \cdot 2,75}{0,478 \cdot 120 \cdot 4608^{1,75}} \right)^{-1/4,75} = 47,4 \text{ mm}$$

Sur le marché on trouve des portes rampes de 50 mm.



Recalculer les pertes de charge de la porte rampe :

$$p'dc = \frac{0.478 \times 120 \times 50^{-4.75} \times 4608^{1.75}}{2.75}$$

$P'dc = 0,45m < 0,6 m \Rightarrow$ la condition est vérifiée

Tableau VI 2 caractéristiques des portes rampes

cultures	L_{pr} (m)	N_r	Q_{pr} (l/h)	$p'dc_{donne}$ (m)	D_{calcu} (mm)	D_n (mm)	$p'dc_{calcu}$ (m)
l'abricotier	120	24	4608	0.6	47.4	50	0.45

VI.4.2. Le diamètre de la conduite secondaire :

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi D^2}{4}$$

La vitesse admise est de 1.2 m/s, ce qui donne

$$D = \sqrt[4]{\frac{4 \times 0.00256}{3.14 \times 1.2}} = 0.0521 \text{ m} = 60 \text{ mm}$$

Sur le marché on trouve des conduites de 60 mm.

VI.4.3. Les pertes de charge dans la conduite secondaire (2m):

$$P'dc = 0.478 \times \frac{L}{D^{4.75}} \times Q^{1.75}$$

$$Phdc = 0.478 \times 9216^{1.75} \times 60^{-4.75} = 0.0148 \text{ m}$$

Dans une canalisation assurant un débit en route :

La perte de charge est calculée par la formule suivante :

$$I = P'dc \times 2.75 = 0.0148 \times \frac{2}{2.75} = 0.0107$$

VI.4.4.La 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.

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

$$P = 0.0107 + 0.45 + 0.315 + 10 = 10.77 \text{ m} \Rightarrow P = 1.08 \text{ bar}$$

$P = 1.08$ bars est la pression d'eau nécessaire qu'il faut fournir pour irriguer l'îlot choisi.

Conclusion Générale

CONCLUSION GENERALE

Au terme de cette étude nous venons d'élaborer une mise en valeur en irrigué du périmètre de Tazoult 441.13 ha, où l'insuffisance et l'irrégularité des pluies impose un complément d'irrigation.

Selon les études réalisées pour ce périmètre, on peut relever les points suivants :

- La région est caractérisée par un climat semi-aride à pluviométrie insuffisante et irrégulière ce qui démontre la nécessité de l'irrigation.
- L'analyse du sol montre que le périmètre est dominé par des sols à texture argileuse, massifs en profondeur nécessitant des façons culturales profondes et un système d'irrigation adapté.
- Les eaux du barrage de Koudiat Medaouar qui alimente notre périmètre se caractérisent par un SAR faible et conductivité électrique de (0,9 mmhos/cm), eaux a risque salin et alcalin peu élevé.
- L'alimentation du réseau se fait sous pression à partir d'un réservoir placé à la Cote 1270 m .le secteur est équipé de 120 bornes dont les pressions sont supérieurs à 1.1 bars, Les diamètres des conduites choisis varient entre 50 à 600 mm, et la vitesse d'écoulement varient entre 0,5 et 1,8m/s.
- Nous avons équipé la parcelle type par un réseau d'irrigation. goutte à goutte cette méthode d'irrigation moderne économisent en grande partie l'eau et facilitent le travail de l'agriculteur.

Afin de donner un nouvel élan à l'agriculture traditionnelle, les agriculteurs sont obligés de suivre l'évolution des techniques, en mobilisant toutes les potentialités humaines et matérielles.

Cependant ce qu'il faut retenir de cette étude c'est que les systèmes de transfert d'eau d'une région à un autre permettent si la gestion est rigoureuse de participer au développement local des wilayates.

L'augmentation des superficies irriguées assurent une production agricole plus importante ainsi que la création de nombreux emplois.

Références Bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ABH, Qualité des eaux dans les bassins des côtières constantinois et des hauts plateaux constantinois.2004-2007.
2. ANBT, Etude d'APD du transfert des eaux du barrage Oued Athmania vers les barrages de Kodiat Medaouar et Ourkiss (Tallizardane), Rapport final, 2005
3. ANRH, Annuaire hydrologiques : données stations hydrométriques 1929 – 2009.
4. 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.
5. CARLLIER, hydraulique générale.
6. CEMAGREF, (1992). Guide pratique d'irrigation, 2^{ème} édition, édition CEMAGREF-DICOVA, paris. 294p.
7. CLIMENT. R, GALAND. A, (1979). Irrigation par aspersion et réseaux collectifs de distribution sous pression. Edition EYROLLES, Paris, 182 p
8. 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.
9. DSA. Batna, (2013). Analyse des ressources en sol du périmètre de Batna Ain-Touta.
10. GERARD. G, (1999).Climatologie de l'environnement, édition DUNOD, Paris, pp:130-317.
11. LAROUSSE AGRICOLE, (1981). Larousse agricole, édition LAROUSSE, Paris. 1048p.
12. MESSAHEL MEKKI, 1988 : Irrigation au goutte à goutte (Régime d'irrigation) Edition O.P.U. Alger ;
13. OLLIER& POIREE, (1981). Irrigation, les réseaux d'irrigation, théorie technique et économie des arrosages, édition EYROLLES, Paris, 503p.
14. ONID.Dossier I-C : Analyse des ressources en eau.

15. ONID.Etude pédologique de la plaine de Batna-Ain Touta et Tazoult.
16. ONID.Groupement STUDI international / NINHAM SAND, Dossier I-A : Etude foncière, 2006.
17. ONID.Groupement STUDI international / NINHAM SAND, Dossier I-C : Analyse des ressources en eau, 2006
18. ONID.Groupement STUDI international / NINHAM SAND, Dossier I-B : Analyse des ressources en sol, 2006.
19. .ONID.Groupement STUDI international / NINHAM SAND, Dossier I-D : Etude agro-socio-économique, 2006
20. RAPPORT TECHNIQUE. (Etude Agro pédologique des plains de Ain Touta-Batna).
21. R.CLEMEN et A.GALAND Irrigation par aspersion et réseaux collectifs de distribution.
22. TOUAIBIA, Bénina. Manuel d'hydrologie ISBN.BLIDA Algérie. mars 2004. P166.
23. VERMEIREN L, JOMLING G.A. L'irrigation localisée, calcul, mise en place, exploitation, FAO, Rome.1983. P220

REFERENCES SITOGRAPHIQUES :

[HTTP://WWW.INRA.FR](http://www.inra.fr). (Consulté le 2013).

[HTTP://WWW.FAO.ORG/AG/AGL/AGLW/WCROP.HTM](http://www.fao.org/ag/agl/aglw/wcrop.htm). (Consulté le 2013).

[HTTP://WWW.COEFFICIENT CULTURAL.COM](http://www.coefficientcultural.com). (Consulté le 2013).

..... TableauVI. 1 .caractéristiques des rampes	93
..... TableauVI.2.caractéristiques des portes rampes	94

Annexes

ANNEXE N°1.

1. La carte du bassin hydrographique des hauts plateaux constantinois
2. La carte d'implantation des profils de plaines de BATNA AIN-TOUTA.
3. La carte de perméabilité hydraulique des plaines de BATNA AIN-TOUTA
4. La Carte du transfert de Beni-Haroun vers le périmètre de BATNA AIN-TOUTA.

ANNEXE N°2.

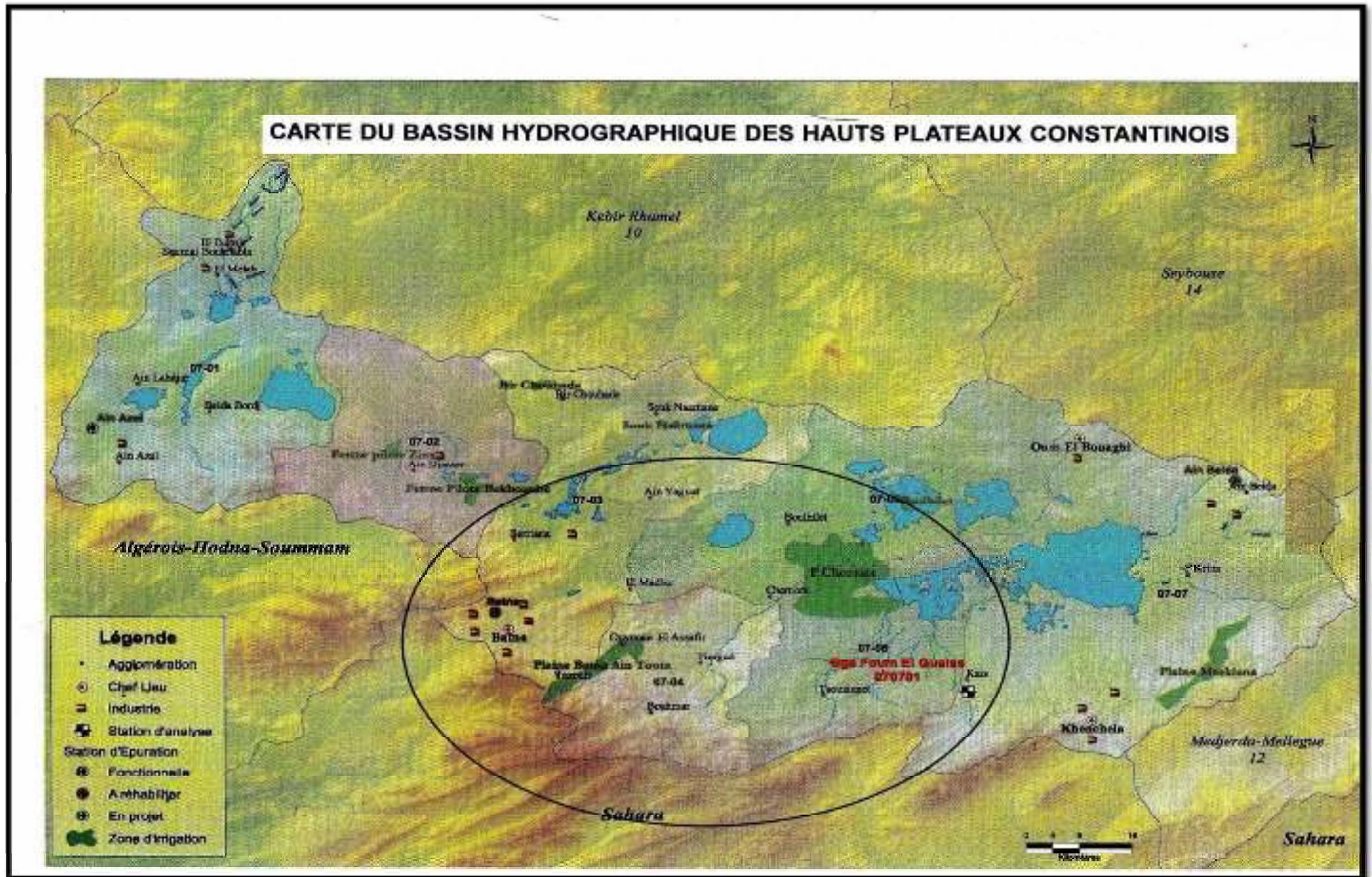
1. La carte des aptitudes culturales à l'irrigation et au drainage des plaines de BATNA AIN-TOUTA.
2. La carte des RFU de couche de la sol 0-120 cm des plaines de BATNA AIN-TOUTA.
3. Rotation des assolements
4. Valeurs minimale et maximale de la Profondeurs d'enracinement de diverses cultures
5. caractéristique hydrique de quelque sol.
6. Calcule l'évapotranspiration
7. Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures pour les modèles 1 et 2.

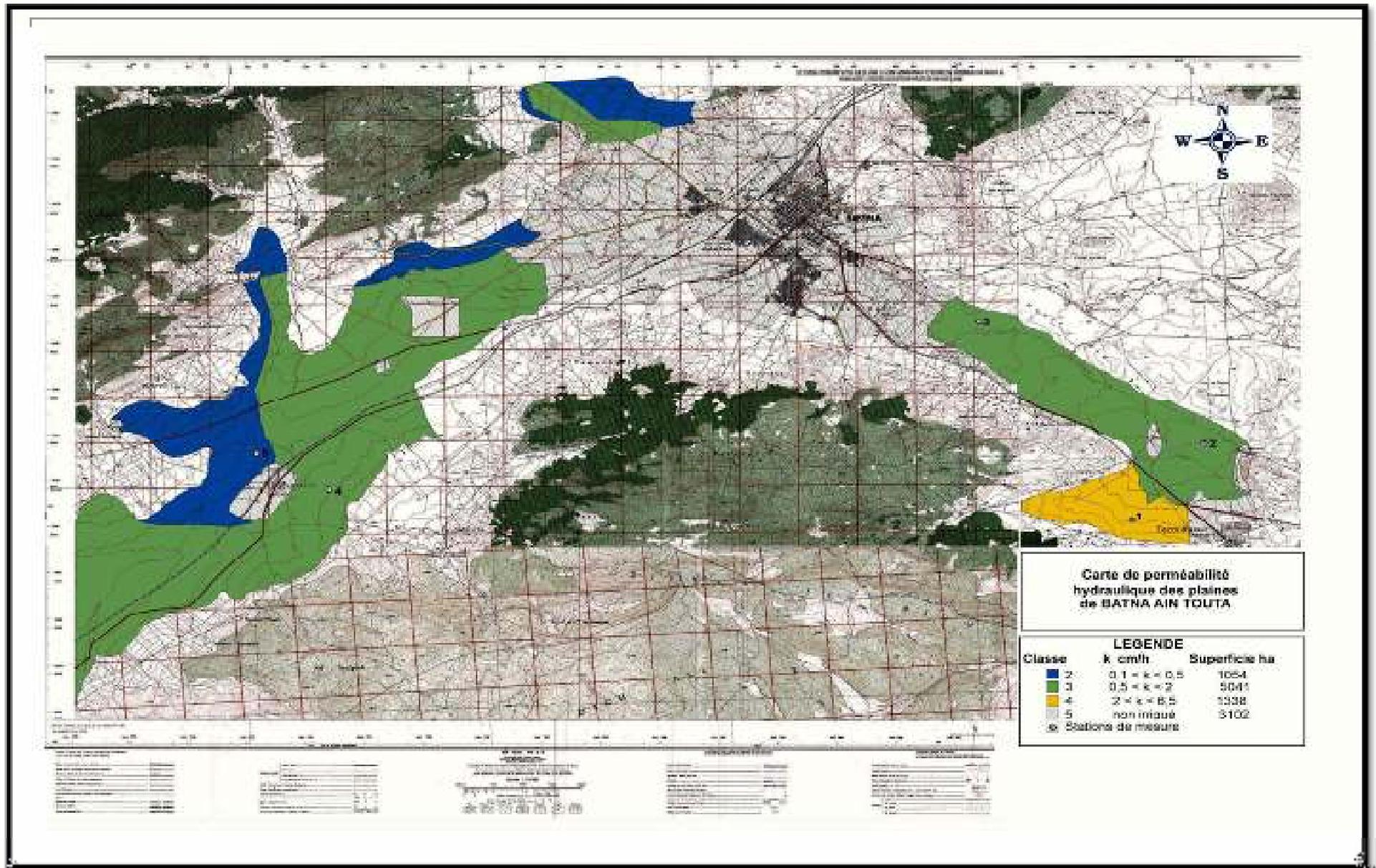
ANNEXE N°3.

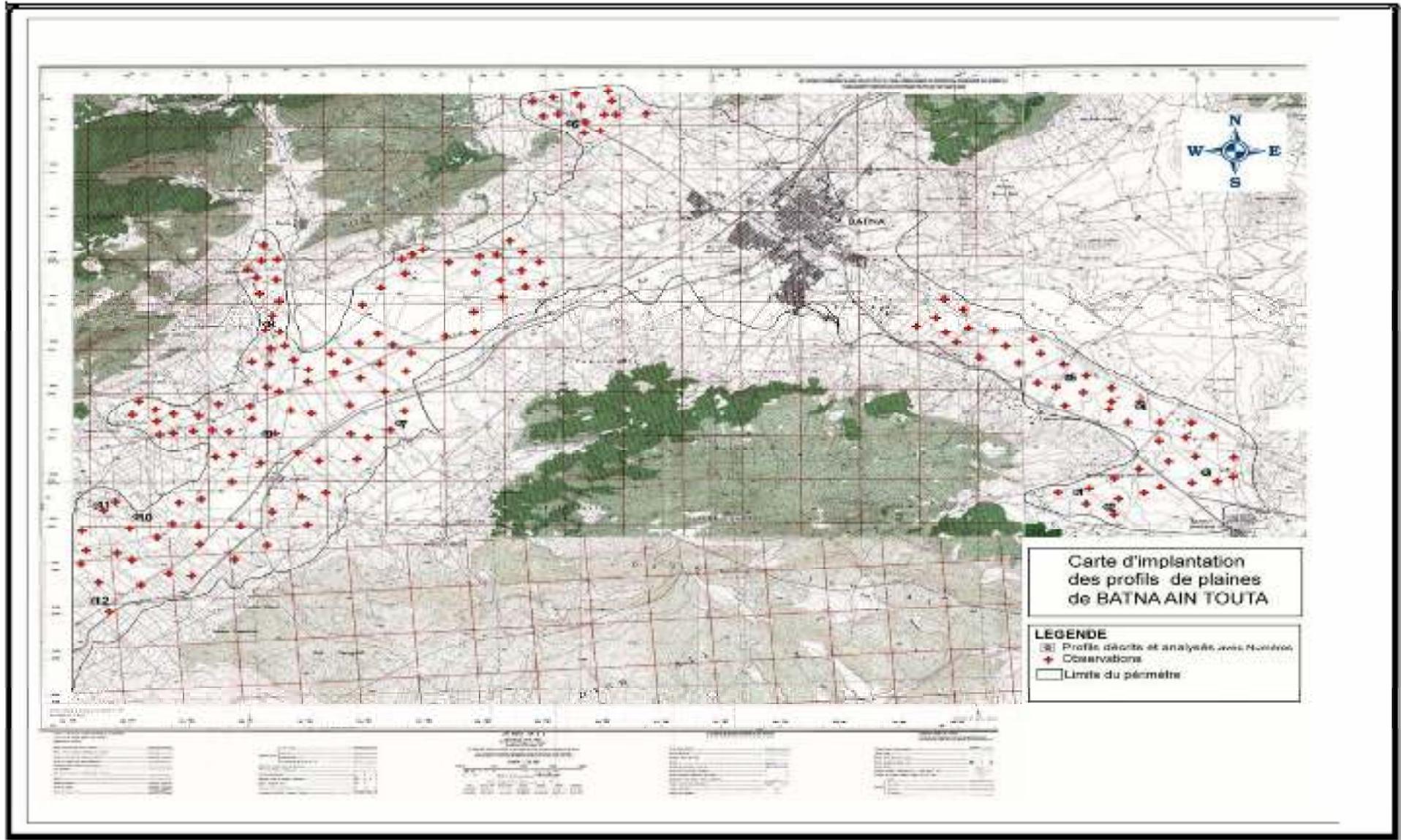
1. Les caractéristiques de débit à chaque borne.
2. Caractéristiques des nœuds et bornes d'irrigation.
3. Caractéristiques des conduites de distribution.

ANNEXE N°4.

1. Guide d'estimation du pourcentage en sol humidifié

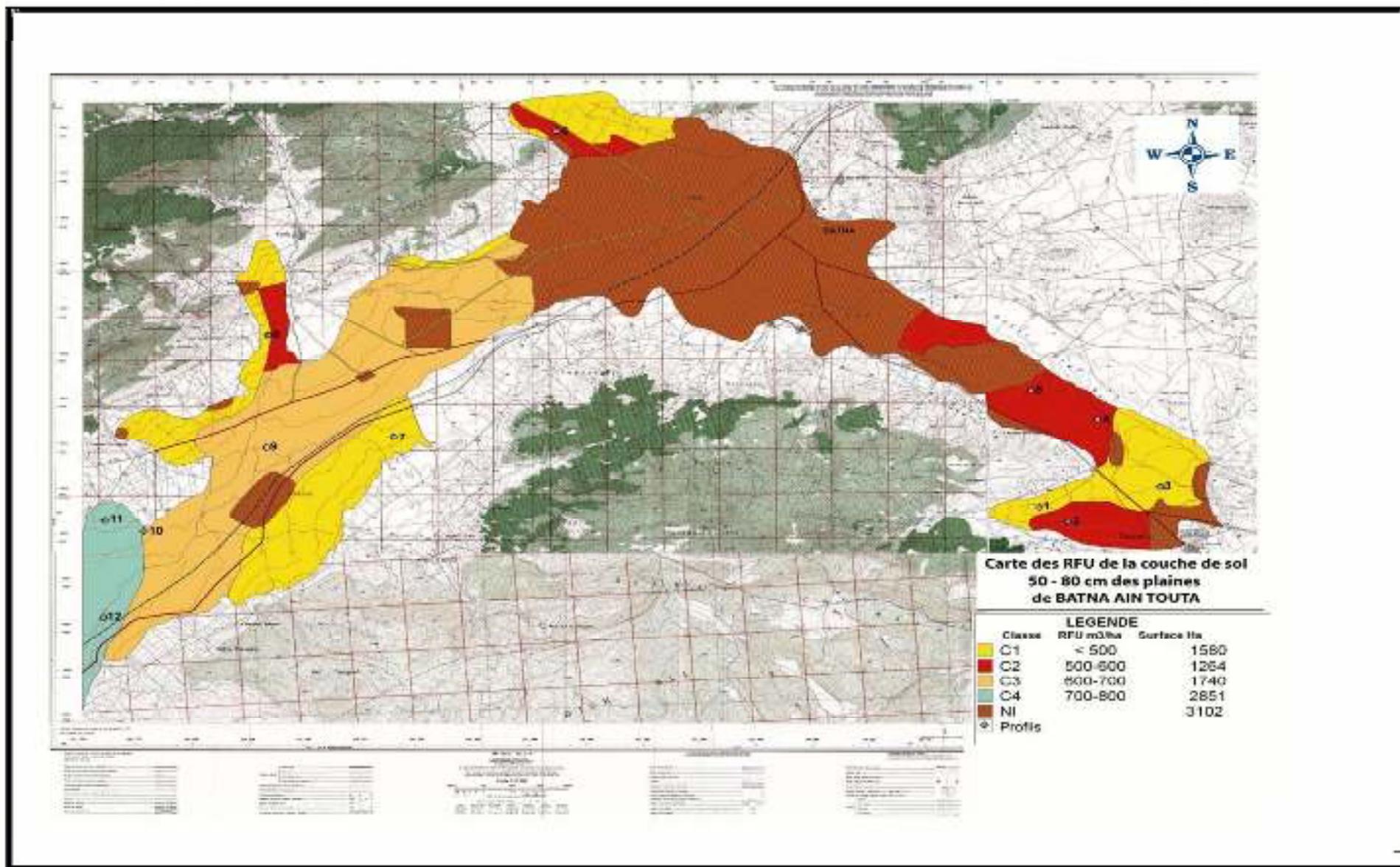


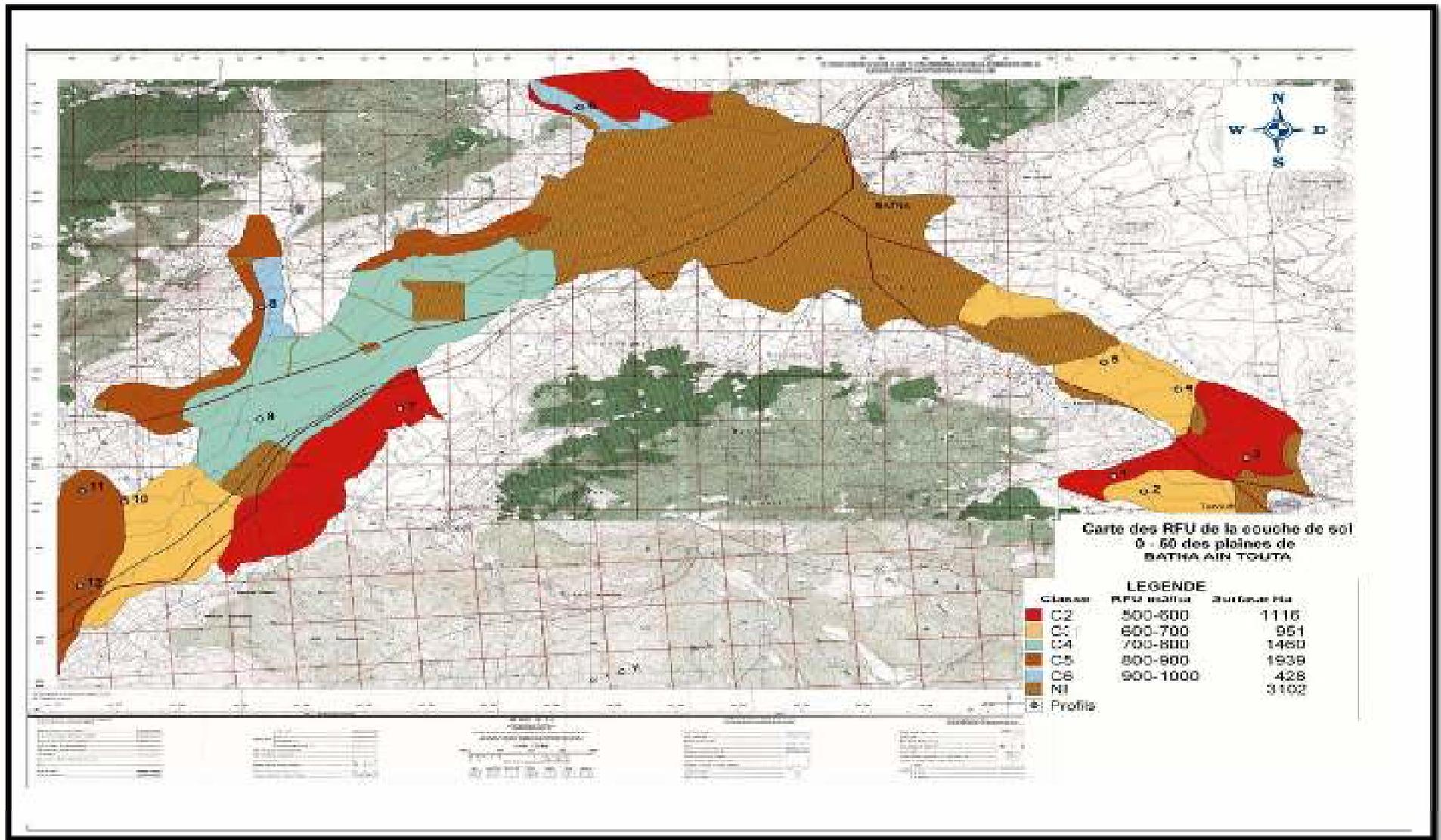


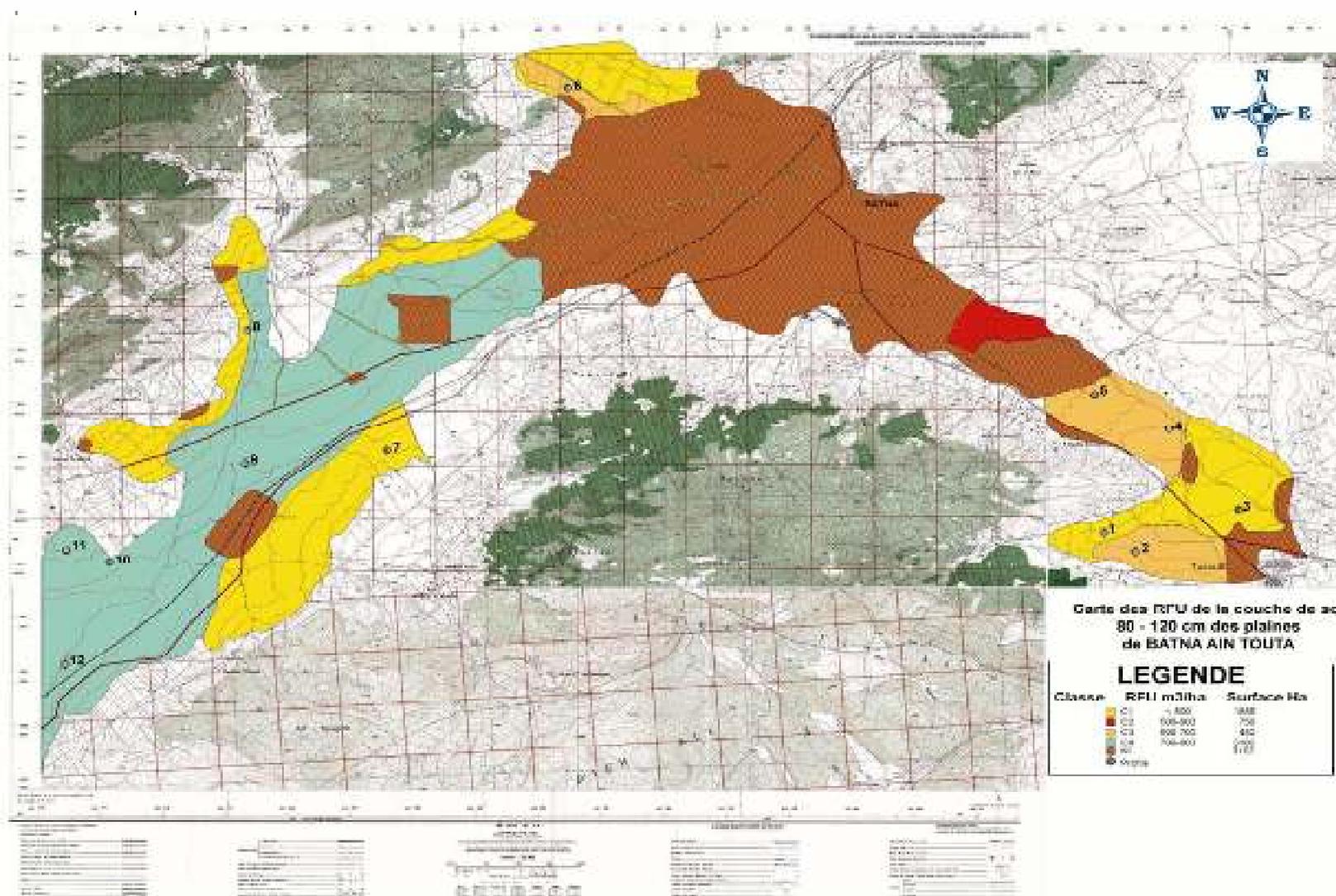




Source : APD transfert à partir du Barrage Athmania
Schéma du transfert de Beni-Haroun vers le périmètre de BATNA AIN-TOUTA.







Rotation des assolements

Exploitation Type 1. Moins de 5 ha Assolement Triennal avec Céréales + Arboriculture

	1 an	J	F	M	AM	J	JI	A	S	O	N	D	2 an	J	F	M	A	M	J	JI	A	S	O	N	D	3 an	J	F	M	AM	JN	JI	A	S	ON	D																											
I	0.5	blé dur												0.25	orge en vert												0.5 / 0.5	mara hiver												mara été												mara hiver											
II	0.25	orge en vert												0.5	mara hiver												mara été												mara hiver												0.5	blé dur											
	0.25 / 0.25	vesce arvoine												sorgho												vesce arvoine																																					
III	0.5 / 0.5	mara hiver												mara été												mara hiver												0.5	blé dur																								
		vesce arvoine												sorgho												vesce arvoine																																					
Sous serre	0.35	Arbres Fruitiers												0.35	Arbres Fruitiers												0.35	Arbres Fruitiers																																			

Exploitation Type 2 Moins de 5 à 10 Ha Assolement Quadriennal + Arboriculture

	1 an	J	F	M	A	M	J	JI	A	S	O	N	D	2 an	J	F	M	A	M	J	JI	A	S	O	N	D	3 an	J	F	M	A	M	J	JI	A	S	O	N	D																																																
I	1.3	blé												1.3	Orge en vert												1.3 / 1.25	Vesce Arvoine												sorgho												Vesce Arvoine																																			
II	1.3	Orge en vert												1.3 / 1.25	Vesce Arvoine												sorgho												Vesce Arvoine												1.3 / 1.2	mara hiver												mara été												mara hiver											
III	1.3 / 1.2 / 5	Vesce Arvoine												sorgho												Vesce Arvoine												1.3 / 1.2	mara hiver												mara été												mara hiver												1.3	blé											
IV	1.3 / 1.2	mara hiver												mara été												mara hiver												1.3	blé												1.3	Orge en vert																																			
Sous serre	1.7	Arbres Fruitiers												1.7	Arbres Fruitiers												1.7	Arbres Fruitiers																																																											

Exploitation Type 3 Moins de 10à20 Ha Assolement Quadriennal + Arboriculture

	1 an	J	F	M	A	M	J	JI	A	S	O	N	D	2 an	J	F	M	A	M	J	JI	A	S	O	N	D	3 an	J	F	M	A	M	J	JI	A	S	O	N	D												
I	2.5	blé												2.5	Orge en vert												3.5/2.25	Fescue Avoine						sorgho						Fescue Avoine											
II	2.5	Orge en vert												2.5/2.25	Fescue Avoine						sorgho						Fescue Avoine						2.5/2.5	Mara hiver						mara été						mara hiver					
III	2.5/2.25	Fescue Avoine						sorgho						Fescue Avoine						2.5/2.5	mara hiver						mara été						mara hiver						2.5	blé											
IV	2.5/2.5	mara hiver						mara été						mara hiver						2.5	blé												2.5	Orge en vert																	
Sous serre	3.3	Arbres Fruitiers												3.3	Arbres Fruitiers												3.3	Arbres Fruitiers																							

Exploitation Type 4 Moins de 20à50 Ha Assolement Quadriennal + Arboriculture

	1 an	J	F	M	A	M	J	JI	A	S	O	N	D	2 an	J	F	M	A	M	J	JI	A	S	O	N	D	3 an	J	F	M	A	M	J	JI	A	S	O	N	D												
I	4	Blé dur												4	Orge en vert												4/3.5	Fescue Avoine						sorgho						Fescue Avoine											
II	4	Orge en vert												4/3.5	Fescue Avoine						sorgho						Fescue Avoine						4	Mara hiver						mara été						mara hiver					
III	4/3.5	Fescue Avoine						sorgho						Fescue Avoine						4	mara hiver						mara été						mara hiver						4	blé											
IV	4	mara hiver						mara été						mara hiver						4	blé												4	Orge en vert																	
Sous Serre	14.2	Arbres Fruitiers												14.2	Arbres Fruitiers												14.2	Arbres Fruitiers																							

Exploitation Type 5 Moins de 50à100 Ha Assolement Quadriennal + Arboriculture

	1 ^{ère}	J	F	M	A	M	J	J'	A	S	O	N	D	2 ^{an}	J	F	M	A	M	J	J'	A	S	O	N	D	3 ^{an}	J	F	M	A	M	J	J'	A	S	O	N	D
I	10	blé												10	Orge en vert												410/9.5	Fesce Avoine sorgho Fesce Avoine											
II	10	Orge en vert												10/9.5	Fesce Avoine sorgho Fesce Avoine												10/10	marais hiver marais été marais hiver											
III	109/9.5	Fesce Avoine sorgho Fesce Avoine												10/10	marais hiver marais été marais hiver												10	blé											
IV	10/10	marais hiver marais été marais hiver												10	blé												10	Orge en vert											
Sous serre	21.5	Arbres Fruitiers												21.5	Arbres Fruitiers												21.5	Arbres Fruitiers											

Exploitation Type 6 Moins de plus 100 Ha Assolement Triennal + Arboriculture

	1 ^{ère}	J	F	M	A	M	J	J'	A	S	O	N	D	2 ^{an}	J	F	M	A	M	J	J'	A	S	O	N	D	3 ^{an}	J	F	M	A	M	J	J'	A	S	O	N	D
I	50	blé												50	Orge en vert												50/45	Fesce Avoine Avoine sorgho Fesce											
II	50	Orge en vert												50/45	Fesce Avoine sorgho Fesce Avoine												50	blé											
III	50/45	Fesce Avoine sorgho Fesce Avoine												50	blé												50	Orge en vert											
Sous serre	34.2	Arbres Fruitiers												34.2	Arbres Fruitiers												34.2	Arbres Fruitiers											

Valeurs minimale et maximale de la Profondeurs d'enracinement de diverses cultures

Cultures	Z m
Tomates	1 - 1,2
Cultures maraichère	0,3 - 0,6
Agrumes	1 - 1,2
Arbres fruitiers à feuilles caduques	1 - 2
Vigne	1 - 3

Caractéristique hydrique de quelque sol

Texture	Humidités pondérales en % du poids sec			Réserve utile volumétrique en mm/m
	à la rétention HCC	du flétrissement HPF	disponible HCC-HPF	
Sablonneuse	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)

Calcule l'évapotranspiration

mois	J	F	M	A	M	Juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	année
Peffc	21,20	18,06	21,93	24,72	22,46	14,17	4,98	9,69	22,95	18,51	20,94	23,26	222,87
T min	3,00	0,50	3,00	5,60	9,90	14,40	17,10	17,30	14,30	9,90	4,70	1,50	101,20
T max	11,90	13,60	17,10	19,90	25,80	31,60	35,60	34,90	29,20	23,80	17,10	12,80	273,30
T moy	7,45	7,05	10,05	12,75	17,85	23,00	26,35	26,10	21,75	16,85	10,90	7,15	187,25
ETP	1,56	2,32	3,37	4,39	5,89	7,51	8,73	7,83	5,39	3,68	2,33	1,55	54,55

Estimation des besoins en eau de modèle N°1

Estimation des besoins en eau des céréales:

Tableau-1 : besoins d'irrigation du blé dur.

<i>blé dur</i>	<i>mois</i>	<i>Janvier</i>	<i>Février</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juillet</i>	<i>Août</i>	<i>Sept</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Déc</i>	<i>année</i>
	<i>KC</i>		1,00	1,05	1,05	0,70	0,20						0,70	0,85
<i>ETM</i>		46,80	73,08	106,16	92,19	35,34						48,93	39,53	
<i>H</i>		0,40	0,50	0,60	0,60	0,70						0,30	0,30	
<i>RFU</i>		65,73	40,13	0,00	0,00	115,03						49,30	49,30	
<i>B</i>		40,13	-14,89	-84,23	-67,47	102,15						21,31	33,03	-166,59

Estimation des besoins en eau des cultures fourragères :

Tableau-2 : besoins d'irrigation du sorgho

<i>sorgho</i>	<i>mois</i>	<i>Janvier</i>	<i>Février</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juillet</i>	<i>Août</i>	<i>Sept</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Déc</i>	<i>année</i>
	<i>KC</i>						0,72	0,97	1,15	1,10	1,05			
<i>ETM</i>						127,22	218,54	301,19	258,39	169,79				
<i>H</i>						0,50	0,50	0,75	1,00	1,00				
<i>RFU</i>						82,17	0,00	0,00	0,00	0,00				
<i>B</i>						-22,60	-204,37	-296,20	-248,70	-146,83				-918,71

Tableau-6: besoins d'irrigation de la tomate.

<i>tomate</i>	<i>mois</i>	<i>Janvier</i>	<i>Février</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juillet</i>	<i>Août</i>	<i>Sept</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Déc</i>	<i>année</i>
<i>KC</i>				0,60	0,80	1,15	1,15	1,00						
<i>ETM</i>				60,66	105,36	203,21	259,10	261,90						
<i>H</i>				0,30	0,40	0,60	1,10	0,70						
<i>RFU</i>				49,30	30,79	0,00	0,00	0,00						
<i>B</i>				10,57	-49,85	-180,75	-244,93	-256,92						-732,45

Estimation des besoins en eau de L'arboriculture:

Tableau-7: besoins d'irrigation du pommier :

<i>pommier</i>	<i>mois</i>	<i>Janvier</i>	<i>Février</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juillet</i>	<i>Août</i>	<i>Sept</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Déc</i>	<i>année</i>
<i>KC</i>					0,45	0,50	0,95	0,95	0,95	0,70	0,70			
<i>ETM</i>					59,27	88,35	214,04	248,81	223,16	113,19	77,28			
<i>H</i>					1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20			
<i>RFU</i>					197,20	162,66	34,92	0,00	0,00	197,20	197,20			
<i>B</i>					162,66	96,77	-164,95	-243,82	-213,47	106,96	138,43			-622,24

Ttableau-8: besoins d'irrigation de prunier :

<i>prunier</i>	<i>mois</i>	<i>Janvier</i>	<i>Février</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juillet</i>	<i>Août</i>	<i>Sept</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Déc</i>	<i>année</i>
<i>KC</i>					0,45	0,80	1,05	1,15	1,15	1,10	0,85			
<i>ETM</i>					59,27	141,36	236,57	301,19	270,14	177,87	93,84			
<i>H</i>					1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20			
<i>RFU</i>					197,20	162,66	43,76	0,00	0,00	0,00	197,20			
<i>B</i>					162,66	43,76	-178,64	-296,20	-260,45	-154,92	121,87			-971,77

ANNEXE N°12

tableau-9: besoins d'irrigation de l'olivier :

olivier	mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	année
	KC						0,60	0,70	0,70	0,70	0,70	0,60		
ETM						106,02	157,71	183,33	164,43	113,19	66,24			
H						1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20			
RFU						197,20	113,64	0,00	0,00	0,00	197,20			
B						113,64	-29,90	-178,35	-154,74	-90,24	149,47			-453,23

stimation des besoins en eau de modèle N°2

Estimation des besoins en eau des céréales:

tableau-1 : besoins d'irrigation du blé dur.

blé dur	mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	année
	KC		1,00	1,05	1,05	0,70	0,20						0,70	0,85
ETM		46,80	73,08	106,16	92,19	35,34						48,93	39,53	
H		0,40	0,50	0,60	0,60	0,70						0,30	0,30	
RFU		65,73	40,13	0,00	0,00	115,03						49,30	49,30	
B		40,13	-14,89	-84,23	-67,47	102,15						21,31	33,03	- 166,59

Tableau-2 : besoins d'irrigation de l'orge verte :

l'orge verte	mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	année
	KC	1	1,05	1,05	0,7							0,7	0,85	
	ETM	0,00	0,00	0,00	0,00							0,00	0,00	
	H	0,4	0,5	0,6	0,6							0,3	0,3	
	RFU	65,73	40,13	0,00	0,00							49,30	49,30	
	B	40,13	-14,89	-84,23	-67,47							21,31	33,03	-1 66,59

Estimation des besoins en eau des cultures fourragères :

tableau-2 : besoins d'irrigation du sorgho

sorgho	mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	année
	KC					0,72	0,97	1,15	1,1	1,05				
	ETM					127,22	218,54	301,19	258,39	169,79				
	H					0,5	0,5	0,75	1	1				
	RFU					82,17	0,00	0,00	0,00	0,00				
	B					-22,60	-204,37	-296,20	-248,70	-146,83	-918,71			-918,71

tableau-4: besoins d'irrigation de Vesce- Avoine.

Vesce-Avoine	mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	année
	KC	1,05	1,1	1,2	0,25	0,25						0,7	0,8	0,85
	ETM	49,14	76,56	121,32	32,93	44,18						77,28	55,92	39,53
	H	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7						0,2	0,3	0,3
	RFU	66,06	82,58	99,09	0,00	0,00						33,03	49,55	49,55
	B	38,12	24,08	-0,30	-8,21	-21,72						-25,74	14,57	33,28	-55,97

ANNEXE N°2

Estimation des besoins en eau des cultures maraichères :

tableau-3: besoins d'irrigation de la croute.

<i>croute</i>	<i>mois</i>	<i>Janvier</i>	<i>Février</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juillet</i>	<i>Août</i>	<i>Sept</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Déc</i>	<i>année</i>
	<i>KC</i>	1,05									0,6	0,7	0,95	
	<i>ETM</i>	49,14									66,24	48,93	44,18	
	<i>H</i>	0,3									0,1	0,2	0,25	
	<i>RFU</i>	49,55									16,52	33,03	41,29	
	<i>B</i>	21,61									-31,21	5,05	20,37	-31,21

tableau-5: besoins d'irrigation du poivren.

	<i>mois</i>	<i>Janvier</i>	<i>Février</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juillet</i>	<i>Août</i>	<i>Sept</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Déc</i>	<i>année</i>
<i>poivren</i>	<i>KC</i>				0,6	1,05	1,05	0,9						
	<i>ETM</i>				79,02	185,54	236,57	235,71						
	<i>H</i>				0,1	0,2	0,3	0,3						
	<i>RFU</i>				16,52	33,03	49,55	49,55						
	<i>B</i>				-37,78	-130,05	-172,85	-181,18						-521,86

ANNEXE N°2

Estimation des besoins en eau de L'arboriculture:

tableau-8: besoins d'irrigation de prunier :

<i>prunier</i>	<i>mois</i>	<i>Janvier</i>	<i>Février</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juillet</i>	<i>Août</i>	<i>Sept</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Déc</i>	<i>année</i>
	<i>KC</i>				0,45	0,8	1,05	1,15	1,15	1,1	0,85			
	<i>ETM</i>				59,2 65	141,36	236,565	301,185	270,135	177,87	93,84			
	<i>H</i>				1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2			
	<i>RFU</i>				197,2	162,66	43,76	0	0	0	197,2			
	<i>B</i>				162,66	43,76	-178,64	-296,20	-260,45	-154,92	121,87			-890,21

tableau-9: besoins d'irrigation d'Abricotier :

<i>Abricotier</i>	<i>mois</i>	<i>Janvier</i>	<i>Février</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juillet</i>	<i>Août</i>	<i>Sept</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Déc</i>	<i>année</i>
	<i>KC</i>			0,5	0,55	0,9	0,9	0,65	0,65					
	<i>ETM</i>			50,55	72,435	159,03	202,77	170,235	152,685					
	<i>H</i>			1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2					
	<i>RFU</i>			66	37,38	0	0	0	0					
	<i>B</i>			37,3 78	-10,335	-136,5 74	-188,602	-1 65,251	-1 42,997					-643,759

Les caractéristiques de débit à chaque borne

Étage bas

<i>N° Borne</i>	<i>Code exploitation</i>	<i>SAU (ha)</i>	<i>Débit calculé</i>	<i>N° Borne</i>	<i>Code exploitation</i>	<i>SAU (ha)</i>	<i>Débit calculé</i>	<i>N° Borne</i>	<i>Code exploitation</i>	<i>SAU (ha)</i>	<i>Débit calculé</i>
B-1	111A12	13,31	15,44	B-16	92A12	7,5	8,7	B-30	69A12	3,05	3,54
B-2	108A12	12,29	14,26	B-17	92A12	10,63	12,33	B-31	67A12	1,68	1,95
B-3	107A12	12,29	14,26	B-18	93A12	3,4	3,94	B-32	66A12	6,17	7,16
B-4	88B12	4,67	5,42	B-19	95C12	3,41	3,96	B-33	67B12	1,58	1,83
B-5	30B12	7,2	8,35	B-20	94A12	4,36	5,06	B-34	71AA12	1,95	2,26
B-6	122B12	3	3,48	B-21	96B12	1,51	1,75	B-35	74A12	1,47	1,71
B-7	92B12	2,99	3,47	B-22	95A12	4,39	5,09	B-36	75A12	2,82	3,27
B-8	93B12	5,58	6,47	B-23	96A12	4,93	5,72	B-37	76A12	2,57	2,98
B-9	94B12	6	6,96	B-24	95B12	4,18	4,85	B-38	77A12	2,81	3,26
B-10	101A12	3,51	4,07	B-25	83C13	4,25	4,93	B-39	79A12	3,52	4,08
B-11	100A12	2,25	2,61	B-26	99A12	1,66	1,93	B-40	79B12	4,61	5,35
B-12	103A12	5	5,8	B-26	98A12	1,47	1,71	B-41	83A12	2,61	3,03
B-13	68B12	4,57	5,3	B-27	73A12	2	2,32	B-42	85A12	2,45	2,84
B-14	105A12	3,05	3,54	B-28	72A12	1,29	1,5	B-43	87A12	2,39	2,77
B-15	104A12	2,94	3,41	B-29	70A12	2,6	3,02	B-44	88A12	2,74	3,18
								B-45	91A12	1,6	1,86

Étage haut

N° Borne	Code exploitation	SA U (ha)	Débit calculé	N° Borne	Code exploitation	SA U (ha)	Débit calculé	N° Borne	Code exploitation	SA U (ha)	Débit calculé
B2-1	54A12	1,37	1,5892	B2-17	62A12	1,13	0	B2-29	33C12	0,44	0,94
B2-2	4,30E+13	1,34	1,5544		42J12	1,05			45C12	0,5	
B2-3	52D12	1,59	1,8444	B2-18	54D12	4,1	4,756	B2-30	38D12	2,19	2,5404
B2-4	37C12	3,45	4,002	B2-19	53G12	4,75	5,51	B2-31	26B12	4	4,64
B2-5	42G12	0,65	2,26	B2-20	37D12	2	2,32	B2-32	18G12	0,93	1,34
	5,30E+14	1,3		B2-21	37D12	4,18	4,8488		20D12	0,41	
B2-7	49C12	3,8	4,408	B2-22	450E14	4	4,64	B2-34	49A12	4,59	5,3244
B2-8	58A12	3,77	4,3 732	B2-23	43C12	0,3	2,17	B2-35	1,80E+ 14	1,41	1,6356
B2-9	54B12	2,14	2,4824		53C12	0,47		B2-36	47A12	1,75	2,03
B2-10	5,2 0E+ 04	3,13	3,6308		52B12	0,75		B2-37	38C12	3,5	4,06
B2-11	42H12	3,02	3,5032		42C12	0,35		B2-38	38C12	1,6	1,856
B2-12	53F12	3,03	3,5148	B2-24	37C12	2	2,32	B2-39	13D12	6	6,96
B2-13	43H	2,86	3,3176	B2-25	25C12	3,5	4,06	B2-40	42A12	6	9,4
B2-14	51B12	5,1	5,916	B2-26	50A12	1,01	1,1 716		11D12	3,4	
B2-15	26C12	11,23	13,0268	B2-27	50A12	2,01	2,3316	B2-41	42A12	5	8,38
B2-16	64A12	2,74	3,1 784	B2-28	38D12	3	3,48		11D12	3,38	

Suit étage haut

N° Borne	Code exploitation	SA U (ha)	Débit calculé	N° Borne	Code exploitation	SA U (ha)	Débit calculé	N° Borne	Code exploitation	SA U (ha)	Débit calculé
B2-42	37B12	1,67	1,9372	B2-55	29A12	3,51	4,0716	B2-69	16C12	0,96	1,76
B2-43	13D12	2,27	2,6332	B2-56	13C12	2,8	3,248		14B12	0,8	
B2-44	29B12	2,05	2,378	B2-57	28A12	1,41	1,6356	B2-68	20A12	1,8	4,4
B2-45	38A12	7	8,12	B2-58	13B12	1,86	2,1576		14B12	2,6	
B2-46	29C12	2,52	2,9232	B2-59	27A12	4,29	4,9764	B2-70	16A12	1,4	1,624
B2-47	39A12	1,86	0	B2-60	5A12	1,16	1,3456	B2-72	9A12	2,67	3,0972
	38A12	5,12		B2-61	11B13	3,82	4,4312	B2-71	16A12	1,29	3,29
B2-48	29B12	2	2,32	B2-62	21B12	2,58	2,9928		13A12	2	
B2-49	25B12	7,91	9,1756	B2-63	22B12	2,5	2,9	B2-73	4A12	1,59	2,84
B2-50	16B12	2,32	2,6912	B2-64	25A12	3,67	4,2572		1A12	1,25	
B2-51	21C12	2,14	2,4824	B2-65	17A12	1,52	2,88	B2-74	10A12	2,75	3,19
B2-52	36A12	6,73	7,8068		13A12	1,36		B2-75	3A12	0,86	2,11
B2-53	29A12	4,5	5,22	B2-66	19A12	3,39	3,9324		1A12	1,25	
B2-54	37A12	11,1	12,876	B2-67	26A12	2,53	2,9348	B2-76	8A12	2,72	3,1552

Tableau.V.8.Caractéristiques des nœuds et bornes d'irrigation de première variante.

Étape bas

Borne	Code exploitation	Elévation (m)	SAU	Débit calculé	Pressure	Borne	Code exploitation	Elévation (m)	SAU	Débit calculé	Pressure	Borne	Code exploitation	Elévation (m)	SAU	Débit calculé	Pressure
		m	ha	l/s	mce			m	ha	l/s	mce			m	ha	l/s	mce
B-1	111A12	1101,21	13,31	15,44	159,8	B-16	92A12	1136,99	7,5	8,7	124	B-31	67A12	1198,07	1,68	1,95	68,1
B-2	108A12	1111,7	12,29	14,26	151,1	B-17	92A12	1132,92	10,63	12,33	126,3	B-32	66A12	1182,3	6,17	7,16	83,3
B-3	107A12	1112,96	12,29	14,26	149,2	B-18	93A12	1127,04	3,4	3,94	132,4	B-33	67B12	1166,66	1,58	1,83	97,7
B-4	88B12	1116,62	4,67	5,42	143,6	B-19	95C12	1125,96	3,41	3,96	133,2	B-34	71AA12	1160,65	1,95	2,26	101,5
B-5	30B12	1111,35	7,2	8,35	147	B-20	94A12	1124,08	4,36	5,06	134,6	B-35	74A12	1164,77	1,47	1,71	94,6
B-6	122B12	1116,06	3	3,48	141,6	B-21	96B12	1122,8	1,51	1,75	131,2	B-36	75A12	1149,46	2,82	3,27	114,9
B-7	92B12	1116,73	2,99	3,47	140,4	B-22	95A12	1127,54	4,39	5,09	126,6	B-37	76A12	1145,06	2,57	2,98	118,8
B-8	93B12	1119,32	5,58	6,47	140,4	B-23	96A12	1123,32	4,93	5,72	134,8	B-38	77A12	1143,39	2,81	3,26	119,7
B-9	94B12	1113,92	6	6,96	141,3	B-24	95B12	1121,55	4,18	4,85	136,4	B-39	79A12	1141,55	3,52	4,08	121,2
B-10	101A12	1116,9	3,51	4,07	141	B-25	83C13	1119,99	4,25	4,93	137,2	B-40	79B12	1140,033	4,61	5,35	121,4
B-11	100A12	1118,75	2,25	2,61	134,8	B-26	98A12	1122,06	3,13	3,63	132,1	B-41	83A12	1138,1	2,61	3,03	122,6
B-12	103A12	1144,92	5	5,8	118,5	B-27	73A12	1161,64	2	2,32	102,6	B-42	85A12	1138,32	2,45	2,84	121
B-13	68B12	1168,1	4,57	5,3	94	B-28	72A12	1180,66	1,29	1,5	83,9	B-43	87A12	1139,17	2,39	2,77	119,6
B-14	105A12	1135,93	3,05	3,54	123	B-29	70A12	1194,41	2,6	3,02	70,8	B-44	88A12	1140,43	2,74	3,18	116,7
B-15	104A12	1127,6	2,94	3,41	129,4	B-30	69A12	1200,96	3,05	3,54	64,6	B-45	91A12	1141,2	1,6	1,86	113,6

Étape haut :

Borne	C exploitation	Élévation (m)	SAU (ha)	Débit calculé(l/s)	Pressure mce	Borne	C exploitation	Élévation (m)	SAU (ha)	Débit calculé(l/s)	Pressure mce	Borne	C exploitation	Élévation (m)	SAU (ha)	Débit calculé(l/s)	Pressure mce
B2-1	54A12	1228,71	1,37	1,59	29,9	B2-15	26C12	1217,8	11,23	13,03	37,2	B2-25	25C12	1225,1	3,5	4,06	32,6
B2-2	4,30E+09	1233,63	1,34	1,55	25	B2-16	64A12	1230,83	2,74	3,18	22,7	B2-26	50A12	1239,33	1,01	1,17	18
B2-3	52D12	1232,73	1,59	1,84	25,2	B2-17	62A12	1197,98	1,13	2,53	49,2	B2-27	50A12	1202,78	2,01	2,33	52,3
B2-4	37CC12	1208,1	3,45	4	49,1		42J12		1,05			B2-29	33C12	1193,4	0,44	1,09	60,5
B2-5	42G12	1212,92	0,65	2,26	43,7	B2-18	54D12	1230,8	4,1	4,76	22,3		45C12		0,5		
	5,30E+13		1,3			B2-19	53G12	1229,94	4,75	5,51	22,3	B2-28	38D12	1203,93	3	3,48	50
B2-7	49C12	1183,39	3,8	4,41	66,1	B2-20	37D12	1222,08	2	2,32	28,4	B2-30	38D12	1198,15	2,19	2,54	55,3
B2-8	58A12	1173,74	3,77	4,37	71,2	B2-21	37D12	1194,67	4,18	4,85	54	B2-31	26B12	1199,41	4	4,64	53,5
B2-9	54B12	1223,73	2,14	2,48	34,1	B2-22	4,50E+13	1160,85	4	4,64	85,2	B2-32	18G12	1191,8	0,93	1,55	56,3
B2-10	5,20E+13	1205,32	3,13	3,63	51,4	B2-23	43C12	1216,67	0,3	2,17	41,4		20D12		0,41		
B2-11	42H12	1204,88	3,02	3,5	51,8		53C12		0,47			B2-34	49A12	1244,74	4,59	5,32	11,9
B2-12	53F12	1206,99	3,03	3,51	49,4		52B12		0,75			B2-35	1,80E+13	1247,76	1,41	1,64	8,3
B2-13	43H	1207,76	2,86	3,32	48,7		42C12		0,35			B2-36	47A12	1245,24	1,75	2,03	10,9
B2-14	51B12	1210,08	5,1	5,92	45,9	B2-24	37CC12	1219,55	2	2,32	38,1	B2-37	38C12	1241,8	3,5	4,06	14,5

Suit étape haut :

Borne	C exploitation	Elévation (m)	SAU (ha)	Débit calculé (l/s)	Pressure mce	Borne	C exploitation	Elévation (m)	SAU (ha)	Débit calculé (l/s)	Pressure mce	Borne	C exploitation	Elévation (m)	SAU (ha)	Débit calculé (l/s)	Pressure mce
B2-38	38C12	1204,9	1,6	1,86	50,2	B2-51	21C12	1203,72	2,14	2,48	50	B2-66	19A12	1176,76	3,39	3,93	70,6
B2-39	13D12	1192,21	6	6,96	61,2	B2-52	36A12	1185,14	6,73	7,81	66,6	B2-67	26A12	1171,49	2,53	2,93	74,6
B2-40	42A12	1181,28	6	10,9	71,1	B2-53	29A12	1175,22	4,5	5,22	73,4	B2-68	20A12	1191,45	1,8	5,1	56,4
	11D12		3,4			B2-54	37A12	1165,11	11,1	12,88	82,9		14B12		2,6		
B2-41	42A12	1170,64	5	10,2	75,8	B2-55	29A12	1195,92	3,51	4,07	56,4	B2-69	16C12	1223,49	0,96	2,04	28,9
	11D12		3,38			B2-56	13C12	1180,82	2,8	3,25	65,6	14B12	0,8				
B2-42	37B12	1160,62	1,67	1,94	79,1	B2-57	28A12	1171,2	1,41	1,64	64,7	B2-70	16A12	1216,39	1,4	1,62	35,1
B2-43	13D12	1234,82	2,27	2,63	21,2	B2-58	13B12	1201,46	1,86	2,16	47,7	B2-72	9A12	1196,26	2,67	3,1	53,6
B2-44	29B12	1198,3	2,05	2,38	55,9	B2-59	27A12	1180,33	4,29	4,98	64,8	B2-71	16A12	1194,55	1,29	1,5	54,9
B2-45	38A12	1187,05	7	8,12	65,9	B2-60	5A12	1221,23	1,16	1,35	33,4		13A12		2	2,32	
B2-46	29C12	1174,07	2,52	2,92	74,9	B2-61	11B13	1207,99	3,82	4,43	44,9	B2-73	4A12	1188,29	1,59	1,84	58,6
B2-47	39A12	1165,06	1,86	8,1	82,1	B2-62	21B12	1208,91	2,58	2,99	44,1		1A12		1,25	1,45	
	38A12		5,12			B2-63	22B12	1219,08	2,5	2,9	34,9	B2-74	10A12	1177,9	2,75	3,19	65,9
B2-48	29B12	1224,95	2	2,32	30,8	B2-64	25A12	1181,8	3,67	4,26	67,9	B2-75	3A12	1201,18	0,86	1	46,8
B2-49	25B12	1201,35	7,91	9,18	51,7	B2-65	17A12	1178,45	1,52	3,34	67,7		1A12		1,25	1,45	
B2-50	16B12	1215,08	2,32	2,69	39,8		13A12		1,36			B2-76	8A12	1207,27	2,72	3,16	42,2
												B2-33	53B12	1209,1	1,13	1,31	45,8

Tableau.IV.9. Caractéristiques des conduites de distribution de première variante.

Étage bas :

T AMANT	T AVAL	Longueur	vitesse	Diamètre (mm)	T AMANT	T AVAL	Longueur	vitesse	Diamètre (mm)	T AMANT	T AVAL	Longueur	vitesse	Diamètre (mm)
		(m)					(m)					(m)		
B-1	j-1	184,57	1	139,9	B-9	j-9	371,85	0,96	96	j-16	B-16	31,81	0,93	109,3
j-1	j-2	429,73	1,41	430,1	jPR-1	j-9	88,34	0,92	96	j-16	jPR-3	230,7	0,86	275,6
B-2	j-2	49,67	0,93	139,9	j-10	jPR-1	8,71	0,83	78,9	jPR-3	j-17	125,14	0,86	275,6
j-2	jPR-2	84,66	0,86	350,1	B-10	j-10	21,71	0,83	78,9	B-17	j-17	238,98	0,8	139,9
jPR-2	j-3	159,93	0,92	275,6	jPR-1	j-11	8,58	1,1	54,9	j-17	j-18	166,81	1,04	218,8
B-3	j-3	159,94	0,93	139,9	B-11	j-11	175,02	1,1	54,9	B-18	j-18	23,43	0,81	78,9
j-3	j-4	201,64	1,09	218,8	jPR-2	jPR-3	81	0,94	430,1	j-18	j-19	57,75	0,93	218,8
B-4	j-4	113,13	1,11	78,9	jPR-3	j-12	104,75	0,81	350,1	B-19	j-19	20,74	0,81	78,9
j-4	j-5	99,02	0,94	218,8	j-12	B-12	61,62	0,8	96	j-19	j-20	68,32	0,83	218,8
B-5	j-5	442,29	0,89	109,3	j-12	j-13	282,79	1,21	275,6	B-20	j-20	34,44	1,03	78,9
j-5	j-6	65,75	1,13	174,9	j-13	B-13	28	1,08	78,9	j-20	jPR-4	49,8	1,08	174,9
B-6	j-6	197,55	1,04	65,4	j-13	jPR-2	253,95	1,12	275,6	jPR-4	jPR-5	160,6	0,95	96
j-6	j-7	97,83	0,98	174,9	jPR-2	j-14	173,99	0,96	96	jPR-5	j-21	15,84	1,17	43,6
B-7	j-7	198,65	1,03	65,4	j-14	B-14	38,16	1,05	65,4	B-21	j-21	70,21	1,17	43,6
j-7	j-8	224,51	0,84	174,9	j-14	j-15	120,39	1,02	65,4	jPR-5	j-22	14,33	1,04	78,9
B-8	j-8	23,02	0,89	96	B-15	j-15	31,05	1,02	65,4	j-22	B-22	190,85	1,04	78,9
j-8	j-9	155,75	0,89	139,9	jPR-2	j-16	72,09	1,01	275,6	jPR-4	j-23	50,4	1,17	78,9

Suit étage bas :

T AMANT	T AVAL	Longueur	vitale	Diamètre (mm)	T AMANT	T AVAL	Longueur	vitesse	Diamètre (mm)	T AMANT	T AVAL	Longueur	vitrasse	Diamètre (mm)
		(m)					(m)					(m)		
j-23	B-23	35,68	1,17	78,9	j-30	B-30	8,22	1,05	65,4	j-37	j-38	72,65	1,1	174,9
jSR-19	j-31	121,62	1,21	218,8	j-30	jSR-19	238,77	0,8	275,6	j-38	B-38	23,1	0,97	65,4
j-23	j-24	77,51	0,87	139,9	j-31	B-31	25,26	0,82	54,9	j-38	j-39	91,43	0,96	174,9
j-24	B-24	32,21	0,99	78,9	j-31	j-32	101,62	1,21	218,8	j-39	B-39	22,47	0,84	78,9
j-24	jPR-6	84,01	0,91	109,3	B-32	j-32	27,24	0,99	96	j-39	j-40	107,28	1,24	139,9
jPR-6	j-25	17,22	1,01	78,9	j-32	j-33	95,8	1,02	218,8	j-40	B-40	25,73	1,09	78,9
j-25	B-25	21,36	1,01	78,9	B-33	j-33	26,86	1,23	43,6	j-40	j-41	159,83	0,89	139,9
jPR-6	j-26	21,13	1,08	65,4	j-33	jPR-7	147,48	0,97	218,8	j-41	B-41	17,7	0,9	65,4
j-26	B-26	156,18	1,08	65,4	jPR-7	j-34	230,45	0,81	78,9	j-41	j-42	113,8	1,13	109,3
j-27	B-27	10,57	0,98	54,9	j-34	B-34	22,35	0,96	54,9	j-42	B-42	15,79	0,85	65,4
jPR-3	j-27	55,09	0,97	275,6	j-34	j-35	67,38	1,14	43,6	j-42	j-43	92,1	0,83	109,3
j-27	j-28	75,4	0,93	275,6	j-35	B-35	23,18	1,14	43,6	j-43	B-43	14,36	0,83	65,4
j-28	B-28	13,31	1	43,6	jPR-7	j-36	70,55	0,87	218,8	j-43	j-44	103,59	1,03	78,9
j-28	j-29	52,77	0,91	275,6	j-36	B-36	14,6	0,97	65,4	j-44	B-44	15,55	0,95	65,4
j-29	B-29	9,5	0,9	65,4	j-36	j-37	75,38	1,22	174,9	j-44	j-45	24,98	1,24	43,6
j-29	j-30	51,33	0,86	275,6	j-37	B-37	10,23	0,89	65,4	j-45	B-45	37,3	1,24	43,6

Étage haut.

<i>T AMANT</i>	<i>T AVAL</i>	<i>Longueur</i>	<i>vitesse (m/s)</i>	<i>Diamètre (mm)</i>	<i>T AMANT</i>	<i>T AVAL</i>	<i>Longueur</i>	<i>vitesse (m/s)</i>	<i>Diamètre (mm)</i>	<i>T AMANT</i>	<i>T AVAL</i>	<i>Longueur</i>	<i>vitesse (m/s)</i>	<i>Diamètre (mm)</i>
<i>j2-1</i>	<i>B2-1</i>	<i>14,97</i>	<i>1,06</i>	<i>43,6</i>	<i>j2-25</i>	<i>B2-25</i>	<i>42,96</i>	<i>0,83</i>	<i>78,9</i>	<i>B2-47</i>	<i>j2-47</i>	<i>259,9</i>	<i>0,86</i>	<i>109,3</i>
<i>j2-2</i>	<i>B2-2</i>	<i>9,63</i>	<i>1,04</i>	<i>43,6</i>	<i>j2-26</i>	<i>B2-26</i>	<i>24,58</i>	<i>1,94</i>	<i>27,7</i>	<i>j2-48</i>	<i>B2-48</i>	<i>29,38</i>	<i>0,98</i>	<i>54,9</i>
<i>j2-3</i>	<i>B2-3</i>	<i>21,91</i>	<i>1,24</i>	<i>43,6</i>	<i>j2-27</i>	<i>B2-27</i>	<i>18,35</i>	<i>0,98</i>	<i>54,9</i>	<i>j2-49</i>	<i>B2-49</i>	<i>342,65</i>	<i>0,98</i>	<i>109,3</i>
<i>B2-4</i>	<i>j2-4</i>	<i>80,41</i>	<i>0,82</i>	<i>78,9</i>	<i>j2-28</i>	<i>B2-28</i>	<i>83,42</i>	<i>1,04</i>	<i>65,4</i>	<i>j2-50</i>	<i>B2-50</i>	<i>54,64</i>	<i>0,8</i>	<i>65,4</i>
<i>j2-5</i>	<i>B2-5</i>	<i>10,21</i>	<i>1,18</i>	<i>109,3</i>	<i>j2-29</i>	<i>B2-29</i>	<i>8,47</i>	<i>1,81</i>	<i>27,7</i>	<i>j2-51</i>	<i>B2-51</i>	<i>14,71</i>	<i>1,05</i>	<i>54,9</i>
<i>j2-7</i>	<i>B2-7</i>	<i>133,15</i>	<i>0,9</i>	<i>78,9</i>	<i>j2-31</i>	<i>B2-31</i>	<i>60,44</i>	<i>0,95</i>	<i>78,9</i>	<i>B2-52</i>	<i>j2-52</i>	<i>44,33</i>	<i>0,83</i>	<i>109,3</i>
<i>j2-8</i>	<i>B2-8</i>	<i>495,92</i>	<i>0,89</i>	<i>78,9</i>	<i>j2-32</i>	<i>B2-32</i>	<i>182,97</i>	<i>1,04</i>	<i>43,6</i>	<i>B2-53</i>	<i>j2-53</i>	<i>22,37</i>	<i>1,07</i>	<i>78,9</i>
<i>j2-9</i>	<i>B2-9</i>	<i>15,62</i>	<i>1,05</i>	<i>54,9</i>	<i>j2-33</i>	<i>B2-33</i>	<i>42,88</i>	<i>1,09</i>	<i>78,9</i>	<i>j2-54</i>	<i>B2-54</i>	<i>238,59</i>	<i>0,84</i>	<i>139,9</i>
<i>j2-10</i>	<i>B2-10</i>	<i>37,33</i>	<i>1,08</i>	<i>65,4</i>	<i>j2-34</i>	<i>B2-34</i>	<i>35,48</i>	<i>0,88</i>	<i>43,6</i>	<i>B2-55</i>	<i>j2-55</i>	<i>49,02</i>	<i>0,83</i>	<i>78,9</i>
<i>j2-11</i>	<i>B2-11</i>	<i>29,11</i>	<i>1,04</i>	<i>65,4</i>	<i>j2-35</i>	<i>B2-35</i>	<i>33,4</i>	<i>1,1</i>	<i>43,6</i>	<i>j2-56</i>	<i>B2-56</i>	<i>21,81</i>	<i>0,97</i>	<i>65,4</i>
<i>j2-12</i>	<i>B2-12</i>	<i>38,31</i>	<i>1,05</i>	<i>65,4</i>	<i>j2-36</i>	<i>B2-36</i>	<i>48,33</i>	<i>0,86</i>	<i>54,9</i>	<i>j2-57</i>	<i>B2-57</i>	<i>307,26</i>	<i>1,1</i>	<i>43,6</i>
<i>j2-13</i>	<i>B2-13</i>	<i>27,97</i>	<i>0,99</i>	<i>65,4</i>	<i>j2-37</i>	<i>B2-37</i>	<i>52,45</i>	<i>0,83</i>	<i>78,9</i>	<i>j2-58</i>	<i>B2-58</i>	<i>17,7</i>	<i>0,91</i>	<i>54,9</i>
<i>j2-14</i>	<i>B2-14</i>	<i>31,89</i>	<i>0,82</i>	<i>96</i>	<i>j2-30</i>	<i>B2-30</i>	<i>8,17</i>	<i>1,07</i>	<i>54,9</i>	<i>j2-59</i>	<i>B2-59</i>	<i>289,88</i>	<i>1,02</i>	<i>78,9</i>
<i>j2-15</i>	<i>B2-15</i>	<i>51,34</i>	<i>0,85</i>	<i>139,9</i>	<i>j2-9</i>	<i>j2-10</i>	<i>213,59</i>	<i>1,02</i>	<i>275,6</i>	<i>j2-60</i>	<i>B2-60</i>	<i>23,37</i>	<i>0,9</i>	<i>43,6</i>
<i>j2-16</i>	<i>B2-16</i>	<i>34,99</i>	<i>0,95</i>	<i>65,4</i>	<i>j2-38</i>	<i>B2-38</i>	<i>18,13</i>	<i>1,24</i>	<i>43,6</i>	<i>j2-61</i>	<i>B2-61</i>	<i>177,08</i>	<i>0,91</i>	<i>78,9</i>
<i>j2-17</i>	<i>B2-17</i>	<i>264,1</i>	<i>1,07</i>	<i>54,9</i>	<i>j2-39</i>	<i>B2-39</i>	<i>45,03</i>	<i>0,96</i>	<i>96</i>	<i>j2-62</i>	<i>B2-62</i>	<i>130,35</i>	<i>0,89</i>	<i>65,4</i>
<i>j2-18</i>	<i>B2-18</i>	<i>21,03</i>	<i>0,97</i>	<i>78,9</i>	<i>j2-40</i>	<i>B2-40</i>	<i>23,4</i>	<i>1,16</i>	<i>109,3</i>	<i>j2-63</i>	<i>B2-63</i>	<i>8,11</i>	<i>0,86</i>	<i>65,4</i>
<i>j2-19</i>	<i>B2-19</i>	<i>20,44</i>	<i>1,13</i>	<i>78,9</i>	<i>j2-41</i>	<i>B2-41</i>	<i>9,19</i>	<i>0,95</i>	<i>54,9</i>	<i>j2-64</i>	<i>B2-64</i>	<i>28,7</i>	<i>0,87</i>	<i>78,9</i>
<i>j2-20</i>	<i>B2-20</i>	<i>20,12</i>	<i>0,98</i>	<i>54,9</i>	<i>B2-42</i>	<i>j2-42</i>	<i>132,15</i>	<i>0,95</i>	<i>54,9</i>	<i>j2-65</i>	<i>B2-65</i>	<i>57,87</i>	<i>0,99</i>	<i>65,4</i>
<i>j2-21</i>	<i>B2-21</i>	<i>21,58</i>	<i>0,99</i>	<i>78,9</i>	<i>j2-43</i>	<i>B2-43</i>	<i>39,66</i>	<i>0,91</i>	<i>65,4</i>	<i>j2-66</i>	<i>B2-66</i>	<i>15,54</i>	<i>0,8</i>	<i>78,9</i>
<i>j2-22</i>	<i>B2-22</i>	<i>81,03</i>	<i>0,95</i>	<i>78,9</i>	<i>j2-44</i>	<i>B2-44</i>	<i>29,5</i>	<i>0,82</i>	<i>65,4</i>	<i>j2-67</i>	<i>B2-67</i>	<i>180,33</i>	<i>0,87</i>	<i>65,4</i>
<i>j2-23</i>	<i>B2-23</i>	<i>36,15</i>	<i>0,92</i>	<i>54,9</i>	<i>j2-45</i>	<i>B2-45</i>	<i>41,34</i>	<i>1</i>	<i>109,3</i>	<i>j2-68</i>	<i>B2-68</i>	<i>315,65</i>	<i>1,04</i>	<i>78,9</i>
<i>j2-24</i>	<i>B2-24</i>	<i>32,61</i>	<i>0,98</i>	<i>54,9</i>	<i>B2-46</i>	<i>j2-46</i>	<i>18,03</i>	<i>1,01</i>	<i>65,4</i>	<i>j2-69</i>	<i>B2-69</i>	<i>19,24</i>	<i>0,86</i>	<i>54,9</i>

Suit étage haut

<i>T AMANT</i>	<i>T AVAL</i>	<i>Longueur</i>	<i>vitesse (m/s)</i>	<i>Diamètre (mm)</i>	<i>T AMANT</i>	<i>T AVAL</i>	<i>Longueur</i>	<i>vitesse (m/s)</i>	<i>Diamètre (mm)</i>	<i>T AMANT</i>	<i>T AVAL</i>	<i>Longueur</i>	<i>vitesse (m/s)</i>	<i>Diamètre (mm)</i>
<i>j2-70</i>	<i>B2-70</i>	<i>23,59</i>	<i>1,09</i>	<i>43,6</i>	<i>j2-50</i>	<i>jPR-6</i>	<i>51,04</i>	<i>1,03</i>	<i>350,1</i>	<i>j2-15</i>	<i>j2-16</i>	<i>171,75</i>	<i>1,16</i>	<i>174,9</i>
<i>j2-71</i>	<i>B2-71</i>	<i>109,02</i>	<i>0,86</i>	<i>139,9</i>	<i>jPR-6</i>	<i>j2-60</i>	<i>65,88</i>	<i>0,92</i>	<i>275,6</i>	<i>j2-16</i>	<i>j2-17</i>	<i>82,05</i>	<i>1,02</i>	<i>174,9</i>
<i>j2-72</i>	<i>B2-72</i>	<i>8,93</i>	<i>1,01</i>	<i>109,3</i>	<i>j2-60</i>	<i>j2-61</i>	<i>53,61</i>	<i>0,9</i>	<i>275,6</i>	<i>j2-17</i>	<i>j2-18</i>	<i>35,93</i>	<i>0,92</i>	<i>174,9</i>
<i>j2-40</i>	<i>B2-41</i>	<i>415,98</i>	<i>1,28</i>	<i>109,3</i>	<i>j2-61</i>	<i>jPR-9</i>	<i>7,17</i>	<i>0,82</i>	<i>275,6</i>	<i>j2-18</i>	<i>j2-19</i>	<i>88,18</i>	<i>1,13</i>	<i>139,9</i>
<i>j2-73</i>	<i>B2-73</i>	<i>29,08</i>	<i>0,98</i>	<i>65,4</i>	<i>jPR-9</i>	<i>j2-62</i>	<i>75,19</i>	<i>0,82</i>	<i>275,6</i>	<i>j2-19</i>	<i>j2-20</i>	<i>115,26</i>	<i>1,26</i>	<i>109,3</i>
<i>j2-74</i>	<i>B2-74</i>	<i>134,68</i>	<i>1,1</i>	<i>65,4</i>	<i>j2-62</i>	<i>j2-63</i>	<i>123,2</i>	<i>1,23</i>	<i>218,8</i>	<i>j2-20</i>	<i>j2-21</i>	<i>192,32</i>	<i>1,01</i>	<i>109,3</i>
<i>B2-75</i>	<i>j2-75</i>	<i>38,18</i>	<i>1,03</i>	<i>54,9</i>	<i>j2-63</i>	<i>jPR-7</i>	<i>97,31</i>	<i>1,15</i>	<i>218,8</i>	<i>j2-21</i>	<i>j2-22</i>	<i>143,67</i>	<i>0,95</i>	<i>78,9</i>
<i>j2-76</i>	<i>B2-76</i>	<i>129,41</i>	<i>1,09</i>	<i>65,4</i>	<i>jPR-2</i>	<i>j2-1</i>	<i>133,87</i>	<i>1,46</i>	<i>430,1</i>	<i>jPR-3</i>	<i>jSR-2</i>	<i>342,34</i>	<i>0,87</i>	<i>174,9</i>
<i>jPR-2</i>	<i>j2-23</i>	<i>133,87</i>	<i>1,46</i>	<i>430,1</i>	<i>j2-1</i>	<i>j2-2</i>	<i>108,19</i>	<i>0,85</i>	<i>350,1</i>	<i>jSR-2</i>	<i>jSR-3</i>	<i>56,53</i>	<i>0,8</i>	<i>96</i>
<i>j2-23</i>	<i>j2-24</i>	<i>100,1</i>	<i>1,44</i>	<i>430,1</i>	<i>j2-2</i>	<i>j2-3</i>	<i>67,07</i>	<i>0,83</i>	<i>350,1</i>	<i>jSR-3</i>	<i>j2-27</i>	<i>12,25</i>	<i>0,98</i>	<i>54,9</i>
<i>j2-24</i>	<i>j2-25</i>	<i>63,71</i>	<i>1,43</i>	<i>430,1</i>	<i>j2-3</i>	<i>jSR-1</i>	<i>52,73</i>	<i>0,81</i>	<i>350,1</i>	<i>jSR-3</i>	<i>j2-28</i>	<i>15,26</i>	<i>1,04</i>	<i>65,4</i>
<i>j2-25</i>	<i>j2-26</i>	<i>115,06</i>	<i>1,4</i>	<i>430,1</i>	<i>jSR-1</i>	<i>j2-4</i>	<i>106,42</i>	<i>0,98</i>	<i>139,9</i>	<i>jSR-2</i>	<i>j2-33</i>	<i>75,41</i>	<i>0,99</i>	<i>139,9</i>
<i>j2-26</i>	<i>jPR-3</i>	<i>19,47</i>	<i>1,39</i>	<i>430,1</i>	<i>j2-4</i>	<i>j2-5</i>	<i>95,32</i>	<i>1,18</i>	<i>109,3</i>	<i>j2-33</i>	<i>j2-29</i>	<i>124,73</i>	<i>1,05</i>	<i>109,3</i>
<i>jPR-3</i>	<i>j2-34</i>	<i>85,68</i>	<i>1,25</i>	<i>430,1</i>	<i>B2-5</i>	<i>j2-7</i>	<i>647,56</i>	<i>0,94</i>	<i>109,3</i>	<i>j2-29</i>	<i>jSR-4</i>	<i>20,49</i>	<i>0,93</i>	<i>109,3</i>
<i>j2-34</i>	<i>j2-35</i>	<i>103,33</i>	<i>1,24</i>	<i>430,1</i>	<i>j2-7</i>	<i>j2-8</i>	<i>42,53</i>	<i>0,89</i>	<i>78,9</i>	<i>j2-30</i>	<i>jSR-5</i>	<i>3,82</i>	<i>1,07</i>	<i>54,9</i>
<i>j2-35</i>	<i>j2-36</i>	<i>65,24</i>	<i>1,23</i>	<i>430,1</i>	<i>jSR-1</i>	<i>j2-9</i>	<i>134,16</i>	<i>1,06</i>	<i>275,6</i>	<i>j2-30</i>	<i>B2-30</i>	<i>8,17</i>	<i>1,07</i>	<i>54,9</i>
<i>j2-36</i>	<i>j2-37</i>	<i>41,33</i>	<i>1,21</i>	<i>430,1</i>	<i>j2-71</i>	<i>B2-71</i>	<i>64,03</i>	<i>0,92</i>	<i>65,4</i>	<i>jPR-4</i>	<i>j2-38</i>	<i>278,49</i>	<i>0,84</i>	<i>218,8</i>
<i>j2-37</i>	<i>jPR-4</i>	<i>52,73</i>	<i>0,81</i>	<i>350,1</i>	<i>j2-9</i>	<i>j2-10</i>	<i>15,62</i>	<i>1,05</i>	<i>54,9</i>	<i>j2-38</i>	<i>j2-39</i>	<i>229,54</i>	<i>1,24</i>	<i>174,9</i>
<i>jPR-4</i>	<i>j2-43</i>	<i>28,6</i>	<i>1,18</i>	<i>430,1</i>	<i>j2-1</i>	<i>j2-2</i>	<i>108,19</i>	<i>0,85</i>	<i>350,1</i>	<i>j2-39</i>	<i>j2-40</i>	<i>239,19</i>	<i>0,95</i>	<i>174,9</i>
<i>j2-43</i>	<i>jPR-5</i>	<i>78,9</i>	<i>0,94</i>	<i>430,1</i>	<i>j2-11</i>	<i>j2-12</i>	<i>59,35</i>	<i>0,9</i>	<i>275,6</i>	<i>j2-40</i>	<i>B2-41</i>	<i>415,98</i>	<i>1,28</i>	<i>109,3</i>
<i>jPR-5</i>	<i>j2-48</i>	<i>44,55</i>	<i>1,18</i>	<i>350,1</i>	<i>j2-12</i>	<i>j2-13</i>	<i>77,76</i>	<i>0,84</i>	<i>275,6</i>	<i>j2-41</i>	<i>j2-42</i>	<i>205,07</i>	<i>0,95</i>	<i>54,9</i>
<i>j2-48</i>	<i>j2-49</i>	<i>32,39</i>	<i>1,16</i>	<i>350,1</i>	<i>j2-13</i>	<i>j2-14</i>	<i>105,12</i>	<i>1,24</i>	<i>218,8</i>	<i>jPR-5</i>	<i>j2-44</i>	<i>335,85</i>	<i>0,99</i>	<i>174,9</i>
<i>j2-49</i>	<i>j2-50</i>	<i>264,13</i>	<i>1,06</i>	<i>350,1</i>	<i>j2-14</i>	<i>j2-15</i>	<i>209,01</i>	<i>1,09</i>	<i>218,8</i>	<i>j2-44</i>	<i>jSR-6</i>	<i>238,48</i>	<i>0,87</i>	<i>174,9</i>

Suit étage haut:

<i>T AMANT</i>	<i>T AVAL</i>	<i>Longueur</i>	<i>vitesse (m/s)</i>	<i>Diamètre (mm)</i>	<i>T AMANT</i>	<i>T AVAL</i>	<i>Longueur</i>	<i>vitesse (m/s)</i>	<i>Diamètre (mm)</i>	<i>T AMANT</i>	<i>T AVAL</i>	<i>Longueur</i>	<i>vitesse (m/s)</i>	<i>Diamètre (mm)</i>
<i>j2-56</i>	<i>j2-57</i>	<i>19,68</i>	<i>1,1</i>	<i>43,6</i>	<i>j2-76</i>	<i>j2-71</i>	<i>208,84</i>	<i>1,06</i>	<i>139,9</i>	<i>jSR-6</i>	<i>j2-45</i>	<i>19,12</i>	<i>1</i>	<i>109,3</i>
<i>jSR-9</i>	<i>jSR-10</i>	<i>196,54</i>	<i>0,99</i>	<i>96</i>	<i>j2-71</i>	<i>B2-72</i>	<i>109,02</i>	<i>0,86</i>	<i>139,9</i>	<i>jSR-6</i>	<i>j2-46</i>	<i>307,53</i>	<i>1,22</i>	<i>109,3</i>
<i>jSR-10</i>	<i>j2-58</i>	<i>16,05</i>	<i>0,91</i>	<i>54,9</i>	<i>j2-72</i>	<i>jSR-13</i>	<i>43,7</i>	<i>1,01</i>	<i>109,3</i>	<i>j2-46</i>	<i>j2-47</i>	<i>26,77</i>	<i>0,86</i>	<i>109,3</i>
<i>jSR-14</i>	<i>j2-73</i>	<i>15,75</i>	<i>0,98</i>	<i>65,4</i>	<i>jSR-13</i>	<i>jSR-14</i>	<i>215,57</i>	<i>0,97</i>	<i>96</i>	<i>jPR-6</i>	<i>j2-51</i>	<i>215,65</i>	<i>1,18</i>	<i>218,8</i>
<i>jSR-10</i>	<i>j2-59</i>	<i>26,35</i>	<i>1,02</i>	<i>78,9</i>	<i>jSR-4</i>	<i>j2-32</i>	<i>17,46</i>	<i>1,04</i>	<i>43,6</i>	<i>j2-51</i>	<i>jSR-7</i>	<i>161,18</i>	<i>1,12</i>	<i>218,8</i>
<i>jPR-7</i>	<i>j2-68</i>	<i>210,23</i>	<i>0,81</i>	<i>174,9</i>	<i>j2-31</i>	<i>jSR-5</i>	<i>3,35</i>	<i>0,95</i>	<i>78,9</i>	<i>jSR-7</i>	<i>j2-52</i>	<i>186,35</i>	<i>1,08</i>	<i>174,9</i>
<i>j2-68</i>	<i>j2-64</i>	<i>415,86</i>	<i>0,94</i>	<i>139,9</i>	<i>jSR-4</i>	<i>jSR-5</i>	<i>33,72</i>	<i>0,99</i>	<i>96</i>	<i>j2-10</i>	<i>j2-11</i>	<i>65,63</i>	<i>0,96</i>	<i>275,6</i>
<i>j2-64</i>	<i>jSR-11</i>	<i>106,95</i>	<i>1,09</i>	<i>109,3</i>	<i>j2-67</i>	<i>jSR-11</i>	<i>19,82</i>	<i>0,87</i>	<i>65,4</i>	<i>j2-52</i>	<i>jSR-8</i>	<i>270,54</i>	<i>1,18</i>	<i>139,9</i>
<i>jPR-7</i>	<i>j2-69</i>	<i>149,32</i>	<i>0,99</i>	<i>174,9</i>	<i>jSR-11</i>	<i>jSR-15</i>	<i>112,31</i>	<i>1</i>	<i>96</i>	<i>jSR-8</i>	<i>j2-53</i>	<i>21,09</i>	<i>1,07</i>	<i>78,9</i>
<i>j2-69</i>	<i>j2-70</i>	<i>92,37</i>	<i>0,9</i>	<i>174,9</i>	<i>j2-66</i>	<i>jSR-15</i>	<i>5,87</i>	<i>0,8</i>	<i>78,9</i>	<i>jSR-8</i>	<i>j2-54</i>	<i>17,12</i>	<i>0,84</i>	<i>139,9</i>
<i>jSR-13</i>	<i>j2-75</i>	<i>21,05</i>	<i>1,03</i>	<i>54,9</i>	<i>j2-65</i>	<i>jSR-15</i>	<i>22,48</i>	<i>0,99</i>	<i>65,4</i>	<i>jSR-7</i>	<i>j2-55</i>	<i>39,15</i>	<i>1,05</i>	<i>139,9</i>
<i>j2-70</i>	<i>j2-76</i>	<i>38,74</i>	<i>0,83</i>	<i>174,9</i>	<i>jSR-14</i>	<i>j2-74</i>	<i>23,18</i>	<i>1,1</i>	<i>65,4</i>	<i>j2-55</i>	<i>jSR-9</i>	<i>68,02</i>	<i>1,28</i>	<i>109,3</i>
										<i>jSR-9</i>	<i>j2-56</i>	<i>364,98</i>	<i>1</i>	<i>78,9</i>

Tableau–V10: Caractéristiques des nœuds et bornes d’irrigation de Deuxième variante.

Étape bas

Borne	Code exploitation	Elévation (m)	SAU	Débit calculé	Pressure	Borne	Code exploitation	Elévation (m)	SAU	Débit calculé	Pressure	Borne	Code exploitation	Elévation (m)	SAU	Débit calculé	Pressure
		m	ha	l/s	mce			m	ha	l/s	mce			m	ha	l/s	mce
B-1	111A12	1101,21	13,31	15,44	-3,7	B-16	92A12	1136,99	7,5	8,7	-43,1	B-31	67A12	1198,07	1,68	1,95	-102,6
B-2	108A12	1111,7	12,29	14,26	-14,7	B-17	92A12	1132,92	10,63	12,33	-40,8	B-32	66A12	1182,3	6,17	7,16	-87,4
B-3	107A12	1112,96	12,29	14,26	-17,5	B-18	93A12	1127,04	3,4	3,94	-34,8	B-33	67B12	1166,66	1,58	1,83	-73
B-4	88B12	1116,62	4,67	5,42	-23	B-19	95C12	1125,96	3,41	3,96	-33,9	B-34	71AA12	1160,65	1,95	2,26	-69,2
B-5	30B12	1111,35	7,2	8,35	-19,6	B-20	94A12	1124,08	4,36	5,06	-32,5	B-35	74A12	1164,77	1,47	1,71	-76,1
B-6	122B12	1116,06	3	3,48	-25	B-21	96B12	1122,8	1,51	1,75	-35,9	B-36	75A12	1149,46	2,82	3,27	-55,8
B-7	92B12	1116,73	2,99	3,47	-26,2	B-22	95A12	1127,54	4,39	5,09	-40,5	B-37	76A12	1145,06	2,57	2,98	-52
B-8	93B12	1119,32	5,58	6,47	-26,3	B-23	96A12	1123,32	4,93	5,72	-32,3	B-38	77A12	1143,39	2,81	3,26	-51
B-9	94B12	1113,92	6	6,96	-25,4	B-24	95B12	1121,55	4,18	4,85	-30,7	B-39	79A12	1141,55	3,52	4,08	-49,5
B-10	101A12	1116,9	3,51	4,07	-25,7	B-25	83C13	1119,99	4,25	4,93	-30	B-40	79B12	1140,033	4,61	5,35	-49,3
B-11	100A12	1118,75	2,25	2,61	-31,9	B-26	98A12	1122,06	3,13	3,63	-35	B-41	83A12	1138,1	2,61	3,03	-48,1
B-12	103A12	1144,92	5	5,8	-48,7	B-27	73A12	1161,64	2	2,32	-65,1	B-42	85A12	1138,32	2,45	2,84	-49,7
B-13	68B12	1168,1	4,57	5,3	-73,1	B-28	72A12	1180,66	1,29	1,5	-84,5	B-43	87A12	1139,17	2,39	2,77	-51,1
B-14	105A12	1135,93	3,05	3,54	-44,1	B-29	70A12	1194,41	2,6	3,02	-98,1	B-44	88A12	1140,43	2,74	3,18	-54
B-15	104A12	1127,6	2,94	3,41	-37,8	B-30	69A12	1200,96	3,05	3,54	-104,8	B-45	91A12	1141,2	1,6	1,86	-57,1

Étape haut :

Borne	C exploitation	Elévation (m)	SAU (ha)	Débit calculé (l/s)	Pressure mce	Borne	C exploitation	Elévation (m)	SAU (ha)	Débit calculé (l/s)	Pressure mce	Borne	C exploitation	Elévation (m)	SAU (ha)	Débit calculé (l/s)	Pressure mce
B2-1	54A12	1228,71	1,37	1,59	30	B2-15	26C12	1217,8	11,23	13,03	37,3	B2-25	25C12	1225,1	3,5	4,06	32,7
B2-2	4,3 0E+ 09	1233,63	1,34	1,55	25,1	B2-16	64A12	1230,83	2,74	3,18	22,7	B2-26	50A12	1239,33	1,01	1,17	14,5
B2-3	52D12	1232,73	1,59	1,84	25,2	B2-17	62A12	1197,98	1,13	2,53	49,2	B2-27	50A12	1202,78	2,01	2,33	52,4
B2-4	37CC12	1208,1	3,45	4	49,1		42J12		1,05			B2-29	33C12	1193,4	0,44	1,09	59,8
B2-5	42G12	1212,92	0,65	2,26	43,7	B2-18	54D12	1230,8	4,1	4,76	22,4	45C12	0,5				
	5,30E+13		1,3			B2-19	53G12	1229,94	4,75	5,51	22,4	B2-28	38D12	1203,93	3	3,48	50
B2-7	49C12	1183,39	3,8	4,41	66,2	B2-20	37D12	1222,08	2	2,32	28,5	B2-30	38D12	1198,15	2,19	2,54	55,4
B2-8	58A12	1173,74	3,77	4,37	71,2	B2-21	37D12	1194,67	4,18	4,85	54,1	B2-31	26B12	1199,41	4	4,64	53,6
B2-9	54B12	1223,73	2,14	2,48	34,2	B2-22	4,50E+13	1160,85	4	4,64	85,3	B2-32	18G12	1191,8	0,93	1,55	56,4
B2-10	5,20E+13	1205,32	3,13	3,63	51,5	B2-23	43C12	1216,67	0,3	2,17	41,5		20D12		0,41		
B2-11	42H12	1204,88	3,02	3,5	51,9		53C12		0,47			B2-34	49A12	1244,74	4,59	5,32	12
B2-12	53F12	1206,99	3,03	3,51	49,5		52B12		0,75			B2-35	1,80E+13	1247,76	1,41	1,64	8,4
B2-13	43H	1207,76	2,86	3,32	48,8		42C12		0,35			B2-36	47A12	1245,24	1,75	2,03	11
B2-14	51B12	1210,08	5,1	5,92	46	B2-24	37CC12	1219,55	2	2,32	38,2	B2-37	38C12	1241,8	3,5	4,06	14,6

Suit étape haut :

Borne	C exploitation	Elévation (m)	SAU (ha)	Débit calculé (l/s)	Pressure mce	Borne	C exploitation	Elévation (m)	SAU (ha)	Débit calculé (l/s)	Pressure mce	Borne	C exploitation	Elévation (m)	SAU (ha)	Débit calculé (l/s)	Pressure mce
B2-38	38C12	1204,9	1,6	1,86	50,2	B2-51	21C12	1203,72	2,14	2,48	50,1	B2-66	19A12	1176,76	3,39	3,93	70,6
B2-39	13D12	1192,21	6	6,96	61,3	B2-52	36A12	1185,14	6,73	7,81	66,6	B2-67	26A12	1171,49	2,53	2,93	74,6
B2-40	42A12	1181,28	6	10,9	71,2	B2-53	29A12	1175,22	4,5	5,22	73,5	B2-68	20A12	1191,45	1,8	5,1	56,5
	11D12		3,4			B2-54	37A12	1165,11	11,1	12,88	83		14B12		2,6		
B2-41	42A12	1170,64	5	10,2	75,8	B2-55	29A12	1195,92	3,51	4,07	56,6	B2-69	16C12	1223,49	0,96	2,04	29
	11D12		3,38			B2-56	13C12	1180,82	2,8	3,25	65,6	14B12	0,8				
B2-42	37B12	1160,62	1,67	1,94	79,1	B2-57	28A12	1171,2	1,41	1,64	64,8	B2-70	16A12	1216,39	1,4	1,62	35,2
B2-43	13D12	1234,82	2,27	2,63	21,3	B2-58	13B12	1201,46	1,86	2,16	47,8	B2-72	9A12	1196,26	2,67	3,1	53,6
B2-44	29B12	1198,3	2,05	2,38	56	B2-59	27A12	1180,33	4,29	4,98	64,9	B2-71	16A12	1194,55	1,29	1,5	55
B2-45	38A12	1187,05	7	8,12	66	B2-60	5A12	1221,23	1,16	1,35	33,5		13A12		2	2,32	
B2-46	29C12	1174,07	2,52	2,92	74,9	B2-61	11B13	1207,99	3,82	4,43	45	B2-73	4A12	1188,29	1,59	1,84	58,1
B2-47	39A12	1165,06	1,86	8,1	82,2	B2-62	21B12	1208,91	2,58	2,99	44,1		1A12		1,25	1,45	
	38A12		5,12			B2-63	22B12	1219,08	2,5	2,9	34,9	B2-74	10A12	1177,9	2,75	3,19	65,9
B2-48	29B12	1224,95	2	2,32	30,8	B2-64	25A12	1181,8	3,67	4,26	67,9	B2-75	3A12	1201,18	0,86	1	46,9
B2-49	25B12	1201,35	7,91	9,18	51,7	B2-65	17A12	1178,45	1,52	3,34	67,8		1A12		1,25	1,45	
B2-50	16B12	1215,08	2,32	2,69	39,8		13A12		1,36			B2-76	8A12	1207,27	2,72	3,16	42,3
												B2-33	53B12	1209,1	1,13	1,31	45,9

Tableau.IV.9. Caractéristiques des conduites de distribution de Deuxième variante.

Étage bas :

T AMANT	T AVAL	Longueur	vitesse	Diamètre (mm)	T AMANT	T AVAL	Longueur	vitesse	Diamètre (mm)	T AMANT	T AVAL	Longueur	vitesse	Diamètre (mm)
		(m)					(m)					(m)		
B-1	j-1	184,57	1	139,9	B-9	j-9	371,85	0,96	96	j-16	B-16	31,81	0,93	109,3
j-1	j-2	429,73	1,41	430,1	jPR-1	j-9	88,34	0,92	96	j-16	jPR-3	230,7	0,86	275,6
B-2	j-2	49,67	0,93	139,9	j-10	jPR-1	8,71	0,83	78,9	jPR-3	j-17	125,14	0,86	275,6
j-2	jPR-2	84,66	0,86	350,1	B-10	j-10	21,71	0,83	78,9	B-17	j-17	238,98	0,8	139,9
jPR-2	j-3	159,93	0,92	275,6	jPR-1	j-11	8,58	1,1	54,9	j-17	j-18	166,81	1,04	218,8
B-3	j-3	159,94	0,93	139,9	B-11	j-11	175,02	1,1	54,9	B-18	j-18	23,43	0,81	78,9
j-3	j-4	201,64	1,09	218,8	jPR-2	jPR-3	81	0,94	430,1	j-18	j-19	57,75	0,93	218,8
B-4	j-4	113,13	1,11	78,9	jPR-3	j-12	104,75	0,81	350,1	B-19	j-19	20,74	0,81	78,9
j-4	j-5	99,02	0,94	218,8	j-12	B-12	61,62	0,8	96	j-19	j-20	68,32	0,83	218,8
B-5	j-5	442,29	0,89	109,3	j-12	j-13	282,79	1,21	275,6	B-20	j-20	34,44	1,03	78,9
j-5	j-6	65,75	1,13	174,9	j-13	B-13	28	1,08	78,9	j-20	jPR-4	49,8	1,08	174,9
B-6	j-6	197,55	1,04	65,4	j-13	jPR-2	253,95	1,12	275,6	jPR-4	jPR-5	160,6	0,95	96
j-6	j-7	97,83	0,98	174,9	jPR-2	j-14	173,99	0,96	96	jPR-5	j-21	15,84	1,17	43,6
B-7	j-7	198,65	1,03	65,4	j-14	B-14	38,16	1,05	65,4	B-21	j-21	70,21	1,17	43,6
j-7	j-8	224,51	0,84	174,9	j-14	j-15	120,39	1,02	65,4	jPR-5	j-22	14,33	1,04	78,9
B-8	j-8	23,02	0,89	96	B-15	j-15	31,05	1,02	65,4	j-22	B-22	190,85	1,04	78,9
j-8	j-9	155,75	0,89	139,9	jPR-2	j-16	72,09	1,01	275,6	jPR-4	j-23	50,4	1,17	78,9

Suit étage bas :

T AMANT	T AVAL	Longueur	vitale	Diamètre (mm)	T AMANT	T AVAL	Longueur	vitesse	Diamètre (mm)	T AMANT	T AVAL	Longueur	vitrasse	Diamètre (mm)
		(m)					(m)					(m)		
j-23	B-23	35,68	1,17	78,9	j-30	B-30	8,22	1,05	65,4	j-37	j-38	72,65	1,1	174,9
jSR-19	j-31	121,62	1,21	218,8	j-30	jSR-19	238,77	0,8	275,6	j-38	B-38	23,1	0,97	65,4
j-23	j-24	77,51	0,87	139,9	j-31	B-31	25,26	0,82	54,9	j-38	j-39	91,43	0,96	174,9
j-24	B-24	32,21	0,99	78,9	j-31	j-32	101,62	1,21	218,8	j-39	B-39	22,47	0,84	78,9
j-24	jPR-6	84,01	0,91	109,3	B-32	j-32	27,24	0,99	96	j-39	j-40	107,28	1,24	139,9
jPR-6	j-25	17,22	1,01	78,9	j-32	j-33	95,8	1,02	218,8	j-40	B-40	25,73	1,09	78,9
j-25	B-25	21,36	1,01	78,9	B-33	j-33	26,86	1,23	43,6	j-40	j-41	159,83	0,89	139,9
jPR-6	j-26	21,13	1,08	65,4	j-33	jPR-7	147,48	0,97	218,8	j-41	B-41	17,7	0,9	65,4
j-26	B-26	156,18	1,08	65,4	jPR-7	j-34	230,45	0,81	78,9	j-41	j-42	113,8	1,13	109,3
j-27	B-27	10,57	0,98	54,9	j-34	B-34	22,35	0,96	54,9	j-42	B-42	15,79	0,85	65,4
jPR-3	j-27	55,09	0,97	275,6	j-34	j-35	67,38	1,14	43,6	j-42	j-43	92,1	0,83	109,3
j-27	j-28	75,4	0,93	275,6	j-35	B-35	23,18	1,14	43,6	j-43	B-43	14,36	0,83	65,4
j-28	B-28	13,31	1	43,6	jPR-7	j-36	70,55	0,87	218,8	j-43	j-44	103,59	1,03	78,9
j-28	j-29	52,77	0,91	275,6	j-36	B-36	14,6	0,97	65,4	j-44	B-44	15,55	0,95	65,4
j-29	B-29	9,5	0,9	65,4	j-36	j-37	75,38	1,22	174,9	j-44	j-45	24,98	1,24	43,6
j-29	j-30	51,33	0,86	275,6	j-37	B-37	10,23	0,89	65,4	j-45	B-45	37,3	1,24	43,6

Étage haut.

<i>T</i> <i>AMANT</i>	<i>T</i> <i>AVAL</i>	<i>Longueur</i>	<i>vitesse</i> <i>(m/s)</i>	<i>Diamètre</i> <i>(mm)</i>	<i>T</i> <i>AMANT</i>	<i>T</i> <i>AVAL</i>	<i>Longueur</i>	<i>vitesse</i> <i>(m/s)</i>	<i>Diamètre</i> <i>(mm)</i>	<i>T</i> <i>AMANT</i>	<i>T</i> <i>AVAL</i>	<i>Longueur</i>	<i>vitesse</i> <i>(m/s)</i>	<i>Diamètre</i> <i>(mm)</i>
<i>j2-1</i>	<i>B2-1</i>	<i>14,97</i>	<i>1,06</i>	<i>43,6</i>	<i>j2-25</i>	<i>B2-25</i>	<i>42,96</i>	<i>0,83</i>	<i>78,9</i>	<i>B2-47</i>	<i>j2-47</i>	<i>259,9</i>	<i>0,86</i>	<i>109,3</i>
<i>j2-2</i>	<i>B2-2</i>	<i>9,63</i>	<i>1,04</i>	<i>43,6</i>	<i>j2-26</i>	<i>B2-26</i>	<i>24,58</i>	<i>1,94</i>	<i>27,7</i>	<i>j2-48</i>	<i>B2-48</i>	<i>29,38</i>	<i>0,98</i>	<i>54,9</i>
<i>j2-3</i>	<i>B2-3</i>	<i>21,91</i>	<i>1,24</i>	<i>43,6</i>	<i>j2-27</i>	<i>B2-27</i>	<i>18,35</i>	<i>0,98</i>	<i>54,9</i>	<i>j2-49</i>	<i>B2-49</i>	<i>342,65</i>	<i>0,98</i>	<i>109,3</i>
<i>B2-4</i>	<i>j2-4</i>	<i>80,41</i>	<i>0,82</i>	<i>78,9</i>	<i>j2-28</i>	<i>B2-28</i>	<i>83,42</i>	<i>1,04</i>	<i>65,4</i>	<i>j2-50</i>	<i>B2-50</i>	<i>54,64</i>	<i>0,8</i>	<i>65,4</i>
<i>j2-5</i>	<i>B2-5</i>	<i>10,21</i>	<i>1,18</i>	<i>109,3</i>	<i>j2-29</i>	<i>B2-29</i>	<i>8,47</i>	<i>1,81</i>	<i>27,7</i>	<i>j2-51</i>	<i>B2-51</i>	<i>14,71</i>	<i>1,05</i>	<i>54,9</i>
<i>j2-7</i>	<i>B2-7</i>	<i>133,15</i>	<i>0,9</i>	<i>78,9</i>	<i>j2-31</i>	<i>B2-31</i>	<i>60,44</i>	<i>0,95</i>	<i>78,9</i>	<i>B2-52</i>	<i>j2-52</i>	<i>44,33</i>	<i>0,83</i>	<i>109,3</i>
<i>j2-8</i>	<i>B2-8</i>	<i>495,92</i>	<i>0,89</i>	<i>78,9</i>	<i>j2-32</i>	<i>B2-32</i>	<i>182,97</i>	<i>1,04</i>	<i>43,6</i>	<i>B2-53</i>	<i>j2-53</i>	<i>22,37</i>	<i>1,07</i>	<i>78,9</i>
<i>j2-9</i>	<i>B2-9</i>	<i>15,62</i>	<i>1,05</i>	<i>54,9</i>	<i>j2-33</i>	<i>B2-33</i>	<i>42,88</i>	<i>1,09</i>	<i>78,9</i>	<i>j2-54</i>	<i>B2-54</i>	<i>238,59</i>	<i>0,84</i>	<i>139,9</i>
<i>j2-10</i>	<i>B2-10</i>	<i>37,33</i>	<i>1,08</i>	<i>65,4</i>	<i>j2-34</i>	<i>B2-34</i>	<i>35,48</i>	<i>0,88</i>	<i>43,6</i>	<i>B2-55</i>	<i>j2-55</i>	<i>49,02</i>	<i>0,83</i>	<i>78,9</i>
<i>j2-11</i>	<i>B2-11</i>	<i>29,11</i>	<i>1,04</i>	<i>65,4</i>	<i>j2-35</i>	<i>B2-35</i>	<i>33,4</i>	<i>1,1</i>	<i>43,6</i>	<i>j2-56</i>	<i>B2-56</i>	<i>21,81</i>	<i>0,97</i>	<i>65,4</i>
<i>j2-12</i>	<i>B2-12</i>	<i>38,31</i>	<i>1,05</i>	<i>65,4</i>	<i>j2-36</i>	<i>B2-36</i>	<i>48,33</i>	<i>0,86</i>	<i>54,9</i>	<i>j2-57</i>	<i>B2-57</i>	<i>307,26</i>	<i>1,1</i>	<i>43,6</i>
<i>j2-13</i>	<i>B2-13</i>	<i>27,97</i>	<i>0,99</i>	<i>65,4</i>	<i>j2-37</i>	<i>B2-37</i>	<i>52,45</i>	<i>0,83</i>	<i>78,9</i>	<i>j2-58</i>	<i>B2-58</i>	<i>17,7</i>	<i>0,91</i>	<i>54,9</i>
<i>j2-14</i>	<i>B2-14</i>	<i>31,89</i>	<i>0,82</i>	<i>96</i>	<i>j2-30</i>	<i>B2-30</i>	<i>8,17</i>	<i>1,07</i>	<i>54,9</i>	<i>j2-59</i>	<i>B2-59</i>	<i>289,88</i>	<i>1,02</i>	<i>78,9</i>
<i>j2-15</i>	<i>B2-15</i>	<i>51,34</i>	<i>0,85</i>	<i>139,9</i>	<i>j2-9</i>	<i>j2-10</i>	<i>213,59</i>	<i>1,02</i>	<i>275,6</i>	<i>j2-60</i>	<i>B2-60</i>	<i>23,37</i>	<i>0,9</i>	<i>43,6</i>
<i>j2-16</i>	<i>B2-16</i>	<i>34,99</i>	<i>0,95</i>	<i>65,4</i>	<i>j2-38</i>	<i>B2-38</i>	<i>18,13</i>	<i>1,24</i>	<i>43,6</i>	<i>j2-61</i>	<i>B2-61</i>	<i>177,08</i>	<i>0,91</i>	<i>78,9</i>
<i>j2-17</i>	<i>B2-17</i>	<i>264,1</i>	<i>1,07</i>	<i>54,9</i>	<i>j2-39</i>	<i>B2-39</i>	<i>45,03</i>	<i>0,96</i>	<i>96</i>	<i>j2-62</i>	<i>B2-62</i>	<i>130,35</i>	<i>0,89</i>	<i>65,4</i>
<i>j2-18</i>	<i>B2-18</i>	<i>21,03</i>	<i>0,97</i>	<i>78,9</i>	<i>j2-40</i>	<i>B2-40</i>	<i>23,4</i>	<i>1,16</i>	<i>109,3</i>	<i>j2-63</i>	<i>B2-63</i>	<i>8,11</i>	<i>0,86</i>	<i>65,4</i>
<i>j2-19</i>	<i>B2-19</i>	<i>20,44</i>	<i>1,13</i>	<i>78,9</i>	<i>j2-41</i>	<i>B2-41</i>	<i>9,19</i>	<i>0,95</i>	<i>54,9</i>	<i>j2-64</i>	<i>B2-64</i>	<i>28,7</i>	<i>0,87</i>	<i>78,9</i>
<i>j2-20</i>	<i>B2-20</i>	<i>20,12</i>	<i>0,98</i>	<i>54,9</i>	<i>B2-42</i>	<i>j2-42</i>	<i>132,15</i>	<i>0,95</i>	<i>54,9</i>	<i>j2-65</i>	<i>B2-65</i>	<i>57,87</i>	<i>0,99</i>	<i>65,4</i>
<i>j2-21</i>	<i>B2-21</i>	<i>21,58</i>	<i>0,99</i>	<i>78,9</i>	<i>j2-43</i>	<i>B2-43</i>	<i>39,66</i>	<i>0,91</i>	<i>65,4</i>	<i>j2-66</i>	<i>B2-66</i>	<i>15,54</i>	<i>0,8</i>	<i>78,9</i>
<i>j2-22</i>	<i>B2-22</i>	<i>81,03</i>	<i>0,95</i>	<i>78,9</i>	<i>j2-44</i>	<i>B2-44</i>	<i>29,5</i>	<i>0,82</i>	<i>65,4</i>	<i>j2-67</i>	<i>B2-67</i>	<i>180,33</i>	<i>0,87</i>	<i>65,4</i>
<i>j2-23</i>	<i>B2-23</i>	<i>36,15</i>	<i>0,92</i>	<i>54,9</i>	<i>j2-45</i>	<i>B2-45</i>	<i>41,34</i>	<i>1</i>	<i>109,3</i>	<i>j2-68</i>	<i>B2-68</i>	<i>315,65</i>	<i>1,04</i>	<i>78,9</i>
<i>j2-24</i>	<i>B2-24</i>	<i>32,61</i>	<i>0,98</i>	<i>54,9</i>	<i>B2-46</i>	<i>j2-46</i>	<i>18,03</i>	<i>1,01</i>	<i>65,4</i>	<i>j2-69</i>	<i>B2-69</i>	<i>19,24</i>	<i>0,86</i>	<i>54,9</i>

Suit étage haut

<i>T AMONT</i>	<i>T AVAL</i>	<i>Longueur</i>	<i>vitesse (m/s)</i>	<i>Diamètre (mm)</i>	<i>T AMONT</i>	<i>T AVAL</i>	<i>Longueur</i>	<i>vitesse (m/s)</i>	<i>Diamètre (mm)</i>	<i>T AMANT</i>	<i>T AVAL</i>	<i>Longueur</i>	<i>vitesse (m/s)</i>	<i>Diamètre (mm)</i>
<i>j2-70</i>	<i>B2-70</i>	<i>23,59</i>	<i>1,09</i>	<i>43,6</i>	<i>j2-50</i>	<i>jPR-6</i>	<i>51,04</i>	<i>1,03</i>	<i>350,1</i>	<i>j2-15</i>	<i>j2-16</i>	<i>171,75</i>	<i>1,16</i>	<i>174,9</i>
<i>j2-71</i>	<i>B2-71</i>	<i>109,02</i>	<i>0,86</i>	<i>139,9</i>	<i>jPR-6</i>	<i>j2-60</i>	<i>65,88</i>	<i>0,92</i>	<i>275,6</i>	<i>j2-16</i>	<i>j2-17</i>	<i>82,05</i>	<i>1,02</i>	<i>174,9</i>
<i>j2-72</i>	<i>B2-72</i>	<i>8,93</i>	<i>1,01</i>	<i>109,3</i>	<i>j2-60</i>	<i>j2-61</i>	<i>53,61</i>	<i>0,9</i>	<i>275,6</i>	<i>j2-17</i>	<i>j2-18</i>	<i>35,93</i>	<i>0,92</i>	<i>174,9</i>
<i>j2-40</i>	<i>B2-41</i>	<i>415,98</i>	<i>1,28</i>	<i>109,3</i>	<i>j2-61</i>	<i>jPR-9</i>	<i>7,17</i>	<i>0,82</i>	<i>275,6</i>	<i>j2-18</i>	<i>j2-19</i>	<i>88,18</i>	<i>1,13</i>	<i>139,9</i>
<i>j2-73</i>	<i>B2-73</i>	<i>29,08</i>	<i>0,98</i>	<i>65,4</i>	<i>jPR-9</i>	<i>j2-62</i>	<i>75,19</i>	<i>0,82</i>	<i>275,6</i>	<i>j2-19</i>	<i>j2-20</i>	<i>115,26</i>	<i>1,26</i>	<i>109,3</i>
<i>j2-74</i>	<i>B2-74</i>	<i>134,68</i>	<i>1,1</i>	<i>65,4</i>	<i>j2-62</i>	<i>j2-63</i>	<i>123,2</i>	<i>1,23</i>	<i>218,8</i>	<i>j2-20</i>	<i>j2-21</i>	<i>192,32</i>	<i>1,01</i>	<i>109,3</i>
<i>B2-75</i>	<i>j2-75</i>	<i>38,18</i>	<i>1,03</i>	<i>54,9</i>	<i>j2-63</i>	<i>jPR-7</i>	<i>97,31</i>	<i>1,15</i>	<i>218,8</i>	<i>j2-21</i>	<i>j2-22</i>	<i>143,67</i>	<i>0,95</i>	<i>78,9</i>
<i>j2-76</i>	<i>B2-76</i>	<i>129,41</i>	<i>1,09</i>	<i>65,4</i>	<i>jPR-2</i>	<i>j2-1</i>	<i>133,87</i>	<i>1,46</i>	<i>430,1</i>	<i>jPR-3</i>	<i>jSR-2</i>	<i>342,34</i>	<i>0,87</i>	<i>174,9</i>
<i>jPR-2</i>	<i>j2-23</i>	<i>133,87</i>	<i>1,46</i>	<i>430,1</i>	<i>j2-1</i>	<i>j2-2</i>	<i>108,19</i>	<i>0,85</i>	<i>350,1</i>	<i>jSR-2</i>	<i>jSR-3</i>	<i>56,53</i>	<i>0,8</i>	<i>96</i>
<i>j2-23</i>	<i>j2-24</i>	<i>100,1</i>	<i>1,44</i>	<i>430,1</i>	<i>j2-2</i>	<i>j2-3</i>	<i>67,07</i>	<i>0,83</i>	<i>350,1</i>	<i>jSR-3</i>	<i>j2-27</i>	<i>12,25</i>	<i>0,98</i>	<i>54,9</i>
<i>j2-24</i>	<i>j2-25</i>	<i>63,71</i>	<i>1,43</i>	<i>430,1</i>	<i>j2-3</i>	<i>jSR-1</i>	<i>52,73</i>	<i>0,81</i>	<i>350,1</i>	<i>jSR-3</i>	<i>j2-28</i>	<i>15,26</i>	<i>1,04</i>	<i>65,4</i>
<i>j2-25</i>	<i>j2-26</i>	<i>115,06</i>	<i>1,4</i>	<i>430,1</i>	<i>jSR-1</i>	<i>j2-4</i>	<i>106,42</i>	<i>0,98</i>	<i>139,9</i>	<i>jSR-2</i>	<i>j2-33</i>	<i>75,41</i>	<i>0,99</i>	<i>139,9</i>
<i>j2-26</i>	<i>jPR-3</i>	<i>19,47</i>	<i>1,39</i>	<i>430,1</i>	<i>j2-4</i>	<i>j2-5</i>	<i>95,32</i>	<i>1,18</i>	<i>109,3</i>	<i>j2-33</i>	<i>j2-29</i>	<i>124,73</i>	<i>1,05</i>	<i>109,3</i>
<i>jPR-3</i>	<i>j2-34</i>	<i>85,68</i>	<i>1,25</i>	<i>430,1</i>	<i>B2-5</i>	<i>j2-7</i>	<i>647,56</i>	<i>0,94</i>	<i>109,3</i>	<i>j2-29</i>	<i>jSR-4</i>	<i>20,49</i>	<i>0,93</i>	<i>109,3</i>
<i>j2-34</i>	<i>j2-35</i>	<i>103,33</i>	<i>1,24</i>	<i>430,1</i>	<i>j2-7</i>	<i>j2-8</i>	<i>42,53</i>	<i>0,89</i>	<i>78,9</i>	<i>j2-30</i>	<i>jSR-5</i>	<i>3,82</i>	<i>1,07</i>	<i>54,9</i>
<i>j2-35</i>	<i>j2-36</i>	<i>65,24</i>	<i>1,23</i>	<i>430,1</i>	<i>jSR-1</i>	<i>j2-9</i>	<i>134,16</i>	<i>1,06</i>	<i>275,6</i>	<i>j2-30</i>	<i>B2-30</i>	<i>8,17</i>	<i>1,07</i>	<i>54,9</i>
<i>j2-36</i>	<i>j2-37</i>	<i>41,33</i>	<i>1,21</i>	<i>430,1</i>	<i>j2-71</i>	<i>B2-71</i>	<i>64,03</i>	<i>0,92</i>	<i>65,4</i>	<i>jPR-4</i>	<i>j2-38</i>	<i>278,49</i>	<i>0,84</i>	<i>218,8</i>
<i>j2-37</i>	<i>jPR-4</i>	<i>52,73</i>	<i>0,81</i>	<i>350,1</i>	<i>j2-9</i>	<i>j2-10</i>	<i>15,62</i>	<i>1,05</i>	<i>54,9</i>	<i>j2-38</i>	<i>j2-39</i>	<i>229,54</i>	<i>1,24</i>	<i>174,9</i>
<i>jPR-4</i>	<i>j2-43</i>	<i>28,6</i>	<i>1,18</i>	<i>430,1</i>	<i>j2-1</i>	<i>j2-2</i>	<i>108,19</i>	<i>0,85</i>	<i>350,1</i>	<i>j2-39</i>	<i>j2-40</i>	<i>239,19</i>	<i>0,95</i>	<i>174,9</i>
<i>j2-43</i>	<i>jPR-5</i>	<i>78,9</i>	<i>0,94</i>	<i>430,1</i>	<i>j2-11</i>	<i>j2-12</i>	<i>59,35</i>	<i>0,9</i>	<i>275,6</i>	<i>j2-40</i>	<i>B2-41</i>	<i>415,98</i>	<i>1,28</i>	<i>109,3</i>
<i>jPR-5</i>	<i>j2-48</i>	<i>44,55</i>	<i>1,18</i>	<i>350,1</i>	<i>j2-12</i>	<i>j2-13</i>	<i>77,76</i>	<i>0,84</i>	<i>275,6</i>	<i>j2-41</i>	<i>j2-42</i>	<i>205,07</i>	<i>0,95</i>	<i>54,9</i>
<i>j2-48</i>	<i>j2-49</i>	<i>32,39</i>	<i>1,16</i>	<i>350,1</i>	<i>j2-13</i>	<i>j2-14</i>	<i>105,12</i>	<i>1,24</i>	<i>218,8</i>	<i>jPR-5</i>	<i>j2-44</i>	<i>335,85</i>	<i>0,99</i>	<i>174,9</i>
<i>j2-49</i>	<i>j2-50</i>	<i>264,13</i>	<i>1,06</i>	<i>350,1</i>	<i>j2-14</i>	<i>j2-15</i>	<i>209,01</i>	<i>1,09</i>	<i>218,8</i>	<i>j2-44</i>	<i>jSR-6</i>	<i>238,48</i>	<i>0,87</i>	<i>174,9</i>

Suit étage haut:

<i>T AMANT</i>	<i>T AVAL</i>	<i>Longueur</i>	<i>vitesse (m/s)</i>	<i>Diamètre (mm)</i>	<i>T AMANT</i>	<i>T AVAL</i>	<i>Longueur</i>	<i>vitesse (m/s)</i>	<i>Diamètre (mm)</i>	<i>T AMANT</i>	<i>T AVAL</i>	<i>Longueur</i>	<i>vitesse (m/s)</i>	<i>Diamètre (mm)</i>
<i>j2-56</i>	<i>j2-57</i>	<i>19,68</i>	<i>1,1</i>	<i>43,6</i>	<i>j2-76</i>	<i>j2-71</i>	<i>208,84</i>	<i>1,06</i>	<i>139,9</i>	<i>jSR-6</i>	<i>j2-45</i>	<i>19,12</i>	<i>1</i>	<i>109,3</i>
<i>jSR-9</i>	<i>jSR-10</i>	<i>196,54</i>	<i>0,99</i>	<i>96</i>	<i>j2-71</i>	<i>B2-72</i>	<i>109,02</i>	<i>0,86</i>	<i>139,9</i>	<i>jSR-6</i>	<i>j2-46</i>	<i>307,53</i>	<i>1,22</i>	<i>109,3</i>
<i>jSR-10</i>	<i>j2-58</i>	<i>16,05</i>	<i>0,91</i>	<i>54,9</i>	<i>j2-72</i>	<i>jSR-13</i>	<i>43,7</i>	<i>1,01</i>	<i>109,3</i>	<i>j2-46</i>	<i>j2-47</i>	<i>26,77</i>	<i>0,86</i>	<i>109,3</i>
<i>jSR-14</i>	<i>j2-73</i>	<i>15,75</i>	<i>0,98</i>	<i>65,4</i>	<i>jSR-13</i>	<i>jSR-14</i>	<i>215,57</i>	<i>0,97</i>	<i>96</i>	<i>jPR-6</i>	<i>j2-51</i>	<i>215,65</i>	<i>1,18</i>	<i>218,8</i>
<i>jSR-10</i>	<i>j2-59</i>	<i>26,35</i>	<i>1,02</i>	<i>78,9</i>	<i>jSR-4</i>	<i>j2-32</i>	<i>17,46</i>	<i>1,04</i>	<i>43,6</i>	<i>j2-51</i>	<i>jSR-7</i>	<i>161,18</i>	<i>1,12</i>	<i>218,8</i>
<i>jPR-7</i>	<i>j2-68</i>	<i>210,23</i>	<i>0,81</i>	<i>174,9</i>	<i>j2-31</i>	<i>jSR-5</i>	<i>3,35</i>	<i>0,95</i>	<i>78,9</i>	<i>jSR-7</i>	<i>j2-52</i>	<i>186,35</i>	<i>1,08</i>	<i>174,9</i>
<i>j2-68</i>	<i>j2-64</i>	<i>415,86</i>	<i>0,94</i>	<i>139,9</i>	<i>jSR-4</i>	<i>jSR-5</i>	<i>33,72</i>	<i>0,99</i>	<i>96</i>	<i>j2-10</i>	<i>j2-11</i>	<i>65,63</i>	<i>0,96</i>	<i>275,6</i>
<i>j2-64</i>	<i>jSR-11</i>	<i>106,95</i>	<i>1,09</i>	<i>109,3</i>	<i>j2-67</i>	<i>jSR-11</i>	<i>19,82</i>	<i>0,87</i>	<i>65,4</i>	<i>j2-52</i>	<i>jSR-8</i>	<i>270,54</i>	<i>1,18</i>	<i>139,9</i>
<i>jPR-7</i>	<i>j2-69</i>	<i>149,32</i>	<i>0,99</i>	<i>174,9</i>	<i>jSR-11</i>	<i>jSR-15</i>	<i>112,31</i>	<i>1</i>	<i>96</i>	<i>jSR-8</i>	<i>j2-53</i>	<i>21,09</i>	<i>1,07</i>	<i>78,9</i>
<i>j2-69</i>	<i>j2-70</i>	<i>92,37</i>	<i>0,9</i>	<i>174,9</i>	<i>j2-66</i>	<i>jSR-15</i>	<i>5,87</i>	<i>0,8</i>	<i>78,9</i>	<i>jSR-8</i>	<i>j2-54</i>	<i>17,12</i>	<i>0,84</i>	<i>139,9</i>
<i>jSR-13</i>	<i>j2-75</i>	<i>21,05</i>	<i>1,03</i>	<i>54,9</i>	<i>j2-65</i>	<i>jSR-15</i>	<i>22,48</i>	<i>0,99</i>	<i>65,4</i>	<i>jSR-7</i>	<i>j2-55</i>	<i>39,15</i>	<i>1,05</i>	<i>139,9</i>
<i>j2-70</i>	<i>j2-76</i>	<i>38,74</i>	<i>0,83</i>	<i>174,9</i>	<i>jSR-14</i>	<i>j2-74</i>	<i>23,18</i>	<i>1,1</i>	<i>65,4</i>	<i>j2-55</i>	<i>jSR-9</i>	<i>68,02</i>	<i>1,28</i>	<i>109,3</i>
										<i>jSR-9</i>	<i>j2-56</i>	<i>364,98</i>	<i>1</i>	<i>78,9</i>

Guide d'estimation du pourcentage en sol humidifié

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 % mm	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, 5d 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
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	22	34	22	34	46	34	46	58	46	58	74
4,0	8	18	28	10	20	30	20	30	40	30	40	50	40	50	66
4,5	7	16	24	9	18	26	18	26	36	26	36	44	36	44	58
5,0	6	14	20	8	16	24	16	24	32	24	32	40	32	40	54
6,0	5	12	18	7	14	20	14	20	27	20	27	34	27	34	46