

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'IRRIGATION ET DRAINAGE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME DU PROJET :

**Etude de diagnostic et réhabilitation du périmètre SAF-SAF
(Secteur 3) à partir du barrage de Zerdazas de la W. Skikda
(832 ha)**

PRESENTE PAR

M^r BELKACEL El-Mahdi

Devant les membres du jury

Noms et Prénoms	Grade	Qualité
M^r : MEDDI Mohamed	Professeur	Président
M^r : BENKACI Tarek	M.C.A	Examineur
M^{me} : SAADOUNE Samra	M.A.A	Examinatrice
M^r : KOLAI Djafer	Assistant	Examineur
M^{me} : AZIEZ Ouahiba	M.A.A	Promotrice

November - 2015

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI
Abdellah-

DEPARTEMENT D'IRRIGATION ET
DRAINAGE

**MEMOIRE DE FIN
D'ETUDES**

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

**Option : IRRIGATION ET
DRAINAGE**

THEME DU PROJET :

**Etude de diagnostic et réhabilitation du périmètre
SAF-SAF (Secteur 3) à partir du barrage de
Zerdazas de la W. Skikda (832 ha)**

PRESENTE PAR

M^r BELKACEL El-Mahdi

Devant les membres du jury

Qualité	Noms et Prénoms	Grade	
	M^r : MEDDI Mohamed	Professeur	Président
	M^r : BENKACI Tarek	M.C.A	Examineur
	M^{me} : SAADOUNE Samra	M.A.A	Examinatrice
	M^r : KOLAI Djafer	Assistant	Examineur
	M^{me} : AZIEZ Ouahiba	M.A.A	Promotrice

November - 2015

Dédicaces

Je dédie ce travail :

Avant tout à mes chers parents, pour leur soutien immense qu'ils n'ont cessé de m'apporter ainsi que les conseils qu'ils m'ont prodigué sans lesquels j'avoue je ne serai pas ce que je suis aujourd'hui.

A mes sœurs Soundous, Hafsa, Asma

A toute la famille BELKACEM

Ma promotrice M^{me} AZEIZ Ouahiba

A tous mes amis sans exception et d'une façon spéciale à : Noureddine, Mohamed, Yaaqoub, Ahmed, Soufian, Idris, Ahmed, Salah, Hichem, Djamel, Raouf, Hichem, Tarek, Sami, Mohamed, Yehya, Oussama, Billal, Haqou, Brahim, Youness, Didin, Chama, Yasser, Lotfi, Bahri, Mahfoud, Abedesalam, chouchou, Taqy, Binjou ... et tous les étudiants d'ENSH.

REMERCIEMENTS

Avant tout, je remercie ALLAH qui a illuminé mon chemin et qui m'a donné la force, ainsi que la bonne volonté pour achever le cursus universitaire et ce modeste travail.

Au terme de cette étude qu'il me soit permis d'exprimer ma profonde gratitude envers tous ceux qui m'ont apporté leur aide.

Je tiens à remercier chaleureusement, Ma promotrice Mme : AZIEZ Ouahiba qu'a bien voulu m'encadrer durant ce mémoire de fin d'études, et qui a assuré la direction et l'orientation scientifique de ce travail. Je lui exprime mes vifs remerciements.

Je profite de l'occasion pour remercier tous mes enseignants e l'ENSH de la première année jusqu'à maintenant.

Mon respect aux membres du jury qui me feront l'honneur d'examiner mon travail.

ملخص:

النقص الكبير في الموارد المائية أدى إلى تطور تقنيات الري في الجزائر كوسيلة للاستعمال العقلاني للماء، وفي هذا الصدد نقدم هاته المذكرة التي نقوم من خلالها بدراسة شاملة للمنطقة التي انجز فيها هذا المشروع، من حيث الشروط المناخية والترتبة...الخ.

الهدف الأساسي من وراء هاته المذكرة، هو متابعة شبكة أنجزت ومن ثم مقارنة النتائج النظرية بما هو موجود، وفي الاخير نقدم بعض الملاحظات والحلول من خلال النتائج المحصل عليها.

RESUME :

Le grand manque des ressources hydrauliques a amené au développement des techniques d'irrigation en Algérie, comme moyen d'utilisation rationnelle et économique de l'eau. Ainsi ce mémoire a pour principal but de confronter les résultats pratiques c'est-à-dire, l'irrigation telle qu'elle est pratiquée réellement avec ceux trouvés par les calculs théoriques.

Au terme de ce travail, nous avons pu émettre certaines conclusions et recommandations quant à la bonne conception, exploitation et gestion d'un tel système.

ABSTRACT:

The large lack in hydro resources lead to the development of techniques of irrigation in Algeria, like a way of rational and economical use of water, in this framework appears this study. Accordingly, we have a general study climate conditions and the ground...etc.

The principal aim of this thesis is a pursuance of a local area network realized, and make a comparison between theoretical and practical results. In the end related to obtained results, we give some observations and recommendations.

Sommaire :

Introduction générale	2
Chapitre I : <i>Analyse des conditions naturelles</i>	
Introduction.....	4
I-I) - Présentation du périmètre d'irrigation du Saf-Saf.....	4
I-I-1) - Situation géographique.....	4
I-I-2) - Fiche Technique	4
I-I-3) - Division par secteur.....	4
I-II) - Présentation de la zone d'étude secteur N° III « EL-HARROUCH »	7
I-II-1) - Historique.....	7
I-II-2) - Situation et limite géographiques.....	7
I-II-3) - Le relief.....	7
I-II-4) - Climatologie.....	9
I-II-4-1) - Le climat	10
I-II-4-2) – les températures.....	10
I-II-4-3) – La pluviométrie	11
I-II-4-4) - Humidité relative	14
I-II-4-5) – Evaporation	14
I-II-4-6) - Les vents	14
I-II-4-7) - Insolation.....	15
I-II-4-8) – Les phénomènes climatiques accidentels.....	15
I-II-4-9) - Caractéristiques du climat : Synthèse climatique	17
I-II-5) - La géologie.....	20
Conclusion	22
Chapitre II : <i>Ressource en eau et en sol</i>	
Introduction.....	24
II-I) - Les ressources en Eau	24
II-I-1) – L'alimentation du périmètre Saf-Saf.....	24
II-I-1-1) – Barrage de Zerdezas	24
II-I-1-2) – Barrage de Guenitra	25
II-I-2) – les ressources hydrique d'El-Harrouch	27
II-I-2-1) – Fiche Technique	27
II-I-2-2) – Les ressources en eau	28
II-I-2-3) – Qualité des eaux d'irrigation	28
II-I-2-4) - Hydrographie	31

II-II) - Les ressources en Sol.....	33
II-II-1) - Sols alluviaux récents	33
II-II-2) - alluviaux anciennes.....	33
II-II-3) - sols argileux et grès	33
II-II-4) - Caractéristiques physico-chimiques des sols.....	33
II-II-4-1) - la texture	33
II-II-4-2) - La densité apparente	33
II-II-4-3) - La perméabilité du sol	34
II-II-4-4) - Le pH du sol	34
II-II-4-5) - La conductivité électrique	34
II-II-5) - Propriétés hydrodynamiques des sols.....	35
II-II-6) - Description des profils.....	35
II-II-7) - Structure du secteur agricole :	36
II-II-8) - Etude de classification des terres.....	37
II-II-9) - Occupation du Sol	39
II-II-9-1) - La végétation	39
II-II-9-2) - Occupation du Sol du secteur d'El-Harrouch.....	40
Conclusion	43

Chapitre III : *Etude hydrologique*

Introduction.....	45
III-1) -Présentation de la station	45
III-2) - Hydrologie	45
III-3) - L'homogénéité de la série pluviométrique	47
III-4) - Etude de l'échantillon et le choix du type de loi.....	49
III-4-1) -Ajustement à la loi de Gauss ou loi normal	49
III-4-1-1) -Test de validité de l'ajustement à la loi de Gauss.....	51
III-4-2) - Loi du Log normal ou loi de Galton	53
III-4-2-1) -Test de validité de l'ajustement à la loi de Galton.....	55
III-5) - Détermination de l'année de calcul :	57
CONCLUSION.....	57

Chapitre IV : Calcul des besoins en eau des cultures

Introduction.....	59
IV-1) - Calcul de L'évapotranspiration	59
IV-1-1) - L'évapotranspiration Réelle	59
IV-1-2) - L'évapotranspiration potentielle de référence (ET _o)	59
IV-2) - L'assolement.....	61
IV-2-1) - Le calendrier cultural.....	61
IV-3) - Le coefficient cultural.....	63
IV-4) - Calcul de la pluie efficace.....	64
IV-5) - La réserve facilement utilisable(RFU).....	65
IV-5-1) - Les profondeurs d'enracinement	66
IV-6) - L'efficience de l'irrigation.....	66
IV-7) - Les besoins en eau des cultures	67
IV-8) - Calcul du débit fictif continu	69
IV-8-1) - Estimation des volumes d'eau d'irrigation.....	69
Conclusion	71

Chapitre V Analyse de la situation actuelle

Introduction.....	73
V-I) – Analyse de la situation actuelle du secteur III d'El-Harrouch	73
V-I-1) - Réservoir de régulation journalière (R N°3).....	73
V-I-1-1) - Calcul du réservoir de régularisation journalière R N°3	74
V-I-2) - Station de pompage d'El-Harrouch	75
V-I-3) - Réservoir de commande	77
V-I-4) – Réseaux (canalisation)	78
V-I-4-1) – Différents nature de tuyaux.....	79
V-II-) - Diagnostic du réseau d'irrigation	85
V-II-1) – Diagnostic physique du réseau	85
V-II-2) - L'irrigation de la zone de haute.....	87
V-II-3) - La conduite C-3	87
V-II-4) - Déficit en eau d'irrigation	88
V-II-5) - Contraintes liées à la distribution d'Eau.....	88
V-II-6) - Analyse des bornes	88
V-II-7) Réservoir de régulation journalière (R N°III).....	89
V-II-8) - Les conduites	90
V-II-9) - Les superficies irrigables.....	90

V-II-10) - Autres problèmes.....	90
V-II-11) - Les contraintes liés à l'entretien.....	91
V-II-12) - Modalités de gestion de l'eau	92
Conclusion	92

Chapitre VII : Réhabilitation du réseau d'irrigation

Introduction.....	94
VI-1) - L'irrigation de la zone de haute	94
VI-1-1) – Modification du tracé.....	94
VI-1-2) - Les ilots et les bornes d'irrigation	96
VI-1-3) - Choix du matériau des conduites.....	96
VI-1-4) - Le calcul hydraulique	96
VI-1-4-1) - Calcul des pertes de charge et les pressions de services.....	96
VI-1-5) - Les résultats de dimensionnement et de la simulation.....	97
VI-1-5-1) - Les Diamètres	97
VI-1-5-2) - Les vitesses	98
VI-1-5-3) - Les pressions de services	98
VI-3) - Déficit en eau d'irrigation.....	99
VI-4) - Réservoir de régulation journalière (R N°III).....	100
VI-5) - Les conduites	100
VI-6) - Les superficies irrigables	100
VI-7) - Autres recommandations	101
VI-8) - Les recommandations concernant les contraintes de la gestion	101
VI-9) - Recommandation à long terme	101
Conclusion :	102

Chapitre VIII : Organisation de chantier et estimation des projets

Introduction.....	104
VII-1) - Les différents travaux sur chantier	104
VII-1-1) - Exécution de la tranchée.....	104
VII-1-2) - Assise de la conduite	104
VII-1-3) - Pose de la canalisation dans la tranchée	104
VII-1-4) - Epreuve d'essai de pression	105
VII-1-5) - Engins nécessaires pour l'exécution des travaux	105
VII-2) - Devis estimatif des travaux	106
VII-2-1) - Calcul volume du travail	106

VII-2-2) - Devis estimatif des conduites	107
VII-3) - La planification des travaux d'installation du nouveau réseau d'irrigation	109
VII-4) - Sécurité et protection de travail	110
Conclusion	110
Conclusion générale	112
Référence Bibliographie	114
Annexes	118

Liste des tableaux :

Chapitre I : *Analyse des conditions naturelles*

Tableau N° I. 1 : Présentation générale du périmètre Saf-Saf	5
Tableau N° I. 2 : les données climatiques disponibles pour les deux stations	9
Tableau N° I. 3 : Caractéristiques des stations	9
Tableau N° I. 4 : Température moyenne mensuelle en °C (1997-2011) :	10
Tableau N° I. 5 : Pluviométrie moyenne mensuelle en mm (station de Zerdezaz « 1967-2013 »)	11
Tableau N° I. 6 : Quantité des eaux enregistrées durant chaque saison :	11
Tableau N° I. 7 : Humidité relative de l'air en % (1997-2011).....	14
Tableau N° I. 8 : Evaporation en mm au niveau barrage de Zerdezaz (1997-2011)	14
Tableau N° I. 9 : Vitesse des vents moyens mensuels (2000-2010)	14
Tableau N° I. 10 : Insolation moyenne mensuelle en heures (1997-2011)	15
Tableau N° I. 11 : Valeur moyenne mensuelle de grêle.....	16
Tableau N° I. 12 : Neige moyenne mensuelle.	16
Tableau N° I. 13 : Orage moyen mensuel.	16
Tableau N° I. 14 : les limites de climat d'après l'indice climatique	17
Tableau N° I. 15 : Limites du climat d'après d'EMBERGER	18
Tableau N° I. 16 : courbe ombro-thermique :.....	19

Chapitre II : *Ressource en eau et en sol*

Tableau N° II. 1 : Les barrages du Zerdezaz et Guenitra	25
Tableau N° II. 2 : Résultats d'analyse de l'eau du barrage de Zerdezaz	29
Tableau N° II. 3 : L'écoulement des principaux bassins :.....	31
Tableau N° II. 4 : Les bassins versants	31
Tableau N° II. 5 : classification de risque salinité suivant la valeur de CE	34
Tableau N° II. 6 : L'analyse physico-chimique du sol	34
Tableau N° II. 7 : Propriétés hydrodynamiques des sols	35
Tableau N° II. 8 : Structure foncière par commune selon le statut juridique en ha.....	36
Tableau N° II. 9 : Réparation sur l'ensemble du périmètre Saf-Saf	36
Tableau N° II. 10 : Réparation sur le secteur III El-Harrouch	36
Tableau N° II.11 : Exploitations socialiste, coopératives d'anciens-moudjahidines.....	37
Tableau N° II. 12 : Les classes de potentialités agronomiques du sol	38
Tableau N° II. 13 : Classes de potentialités agronomiques avec niveau de contrainte	38
Tableau N° II. 14 : S.T et S.U.A d'El-Harrouch	39
Tableau N° II. 15 : Classification des terres d'El-Harrouch.....	39
Tableau N° II. 16 : Occupation du Sol du secteur d'El-Harrouch	40

Chapitre III : *Etude hydrologique*

Tableau N° III. 1 : les caractéristiques de la station d'El-Harrouch.....	45
Tableau N° III. 2 : Précipitations moyennes mensuelles en (mm) (1967-2013).....	46
Tableau N° III. 3 : Le procédé de test d'homogénéité pour la station d'El-Harrouch.....	48
Tableau N° III. 4 : Ajustement à une loi de Gauss (Résultats de l'ajustement)	50
Tableau N° III. 5 : Ajustement à une loi de Gauss (Test d'adéquation)	50

Tableau N° III. 6 : Ajustement à une loi de Gauss (Comparaison des caractéristiques de la loi et de l'échantillon).....	51
Tableau N° III. 7 : Table du χ^2	51
Tableau N° III. 8 : Ajustement à une loi de Galton (Résultats de l'ajustement).....	54
Tableau N° III. 9 : Ajustement à une loi de Galton (Test d'adéquation).....	54
Tableau N° III. 10 : Ajustement à une loi de Galton (Comparaison des caractéristiques de la loi et de l'échantillon).....	55
Tableau N° III. 11 : Pluviométrie moyenne pour chaque mois en mm.....	57
Tableau N° III. 12 : L'Année de calcul.....	57

Chapitre IV : Calcul des besoins en eau des cultures

Tableau N° IV. 1 : Calcul d' ET_0	61
Tableau N° IV. 2 : Calendrier cultural.....	62
Tableau N° IV. 3 : Les assolements.....	63
Tableau N° IV. 4 : Coefficient cultural.....	64
Tableau N° IV. 5 : La pluie efficace.....	65
Tableau N° IV. 6 : Humidité à la capacité au champ et de flétrissement.....	65
Tableau N° IV. 7 : Les profondeurs d'enracinement des différentes cultures.....	66
Tableau N° IV. 8 : Besoins en eaux unitaires pour les différentes cultures.....	68
Tableau N° IV. 9 : Le volume d'eau pour les différents assolements.....	70
Tableau N° IV. 10 : Récapitulatif de la situation hydrique dans le périmètre d'étude.....	71

Chapitre V : Analyse de la situation actuelle

Tableau N° V. 1 : Capacité du réservoir N°III.....	74
Tableau N° V. 2 : Les différents diamètres de l'orifice des ventouses.....	81
Tableau N° V. 3 : Appareils Hydromécaniques et linéaire conduite du réseau.....	85
Tableau N° V. 4 : Propriétés de tronçon cassé.....	87
Tableau N° V. 5 : Les propriétés de la conduite principale C-3.....	88
Tableau N° V. 6 : Superficie Souscrite.....	90

Chapitre VI : Réhabilitation du réseau d'irrigation

Tableau N° VI. 1 : Propriétés hydraulique de tracé.....	94
Tableau N° VI. 2 : Le nouveau tracé de conduite de refoulement.....	95
Tableau N° VI. 3 : Les changements observés sur le tracé.....	95
Tableau N° VI. 4 : Etat quantitatif des diamètres utilisés pour les conduites.....	97

Chapitre VII : Organisation de chantier et estimation des projets

Tableau N° VII. 1 : Sur-largeur en fonction le diamètre.....	104
Tableau N° VII. 2 : Hauteur de différentes couches.....	104
Tableau N° VII. 3 : Cout de pose de canalisation de la conduite de refoulement (à court terme).....	107
Tableau N° VII. 4 : Cout de pose de canalisation du réseau à long terme.....	107
Tableau N° VII. 5 : Estimation des prix des conduites de refoulement (à court terme).....	108
Tableau N° VII. 6 : Estimation des prix des conduites du réseau à long terme.....	108
Tableau N° VII. 7 : Opération nécessaire pour l'implantation du réseau d'irrigation.....	109

Liste des figures :

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles

Figure N° I. 1 : Plan de division du périmètre Saf-Saf en secteurs.....	6
Figure N° I. 2 : Altimétrie de Skikda et de secteur III El-Harrouch (source BNEDER)	8
Figure N° I. 3 : Carte d'emplacement des stations pluviométrique et hydrométrique de Skikda (source ANRH)	9
Figure N° I. 4 : Histogramme pluviométrie moyenne mensuelle en mm (1967-2013)	12
Figure N° I. 5 : Répartition saisonnier de précipitation (1967-2013)	12
Figure N° I. 6 : Pluviométrie de Skikda et de secteur III El-Harrouch (source BNEDER)	13
Figure N° I. 7 : Isolation d'El-Harrouch.....	15
Figure N° I. 8 : Bioclimat de Skikda et de secteur III El-Harrouch (source BNEDER)	18
Figure N° I. 9 : Diagramme Ombro-thermique	19
Figure N° I. 10 : Extrait de la carte géologique détaillée de la willaya de SKIKDA (ANRH)	21

Chapitre II : Ressource en eau et en sol

Figure N° II. 1 : Plan directeur et principe de distribution du périmètre Saf-Saf (ONID)	26
Figure N° II. 2 : Plan du périmètre hydro-agricole de Saf-Saf (Source ONID Alger).....	32
Figure N° II. 3 : Répartition des cultures dans le secteur d'El-Harrouch.....	41
Figure N° II. 4 : Occupation du sol de Skikda et de secteur III El-Harrouch (source BNEDER).....	42

Chapitre III : Etude hydrologique

Figure N° III. 1 : Ajustement à une loi de Gauss	52
Figure N° III. 2 : Ajustement à une loi Log normale	56

Chapitre V : Analyse de la situation actuelle

Figure N° V. 1 : La zone étudiée « El-Harrouch »	73
Figure N° V. 2 : Réservoir de régulation journalière (R N°3)	75
Figure N° V. 3 : Schéma de la station de pompage	76
Figure N° V. 4 : Station de pompage d'El-Harrouch	77
Figure N° V. 5 : Situation de réservoir N°3, réservoir de commande N°5 et la station de pompage	78
Figure N° V. 6 : Répartition des longueurs par type de matériaux	85
Figure N° V. 7 : Répartition spatial des longueurs par type de matériaux	86
Figure N° V. 8 : Linéaire du réseau de distribution.....	86
Figure N° V. 9 : Borne d'irrigation à deux prises à l'état actuel	89
Figure N° V. 10 : Réservoir de régulation journalière envasé	90
Figure N° V. 11 : Ventouse à l'état actuel.....	91

Chapitre VI : Réhabilitation du réseau d'irrigation

Figure N° VI. 1 : Le nouveau tracé de la conduite de refoulement.	96
Figure N° VI. 2 : La répartition des diamètres dans le réseau de la distribution	97
Figure N° VI. 3 : La répartition des vitesses dans le réseau.....	98
Figure N° VI. 4 : Les valeurs des pressions de services aux têtes des bornes et les conduites	99

Chapitre VII : Organisation de chantier et estimation des projets

Figure N° VII. 1 : Section type de la tranchée.....	105
Figure N° VII. 2 : Calcul du réseau a nœud	109

Listes des plans

Désignation	Numéro	Echelle
Réseau d'irrigation existant du périmètre Saf-Saf secteur III W. Skikda	1/5	1/5000
Réseau d'irrigation modifié du périmètre Saf-Saf secteur III W. Skikda	2/5	1/5000
Plan de situation du périmètre Saf-Saf secteur III W. Skikda	3/5	1/30000
Profil en long de la conduite modifié de secteur III périmètre Saf-Saf W. Skikda	4/5	H=1/2000 V=1/200
Schéma descriptive de la borne et de regards de vidange de ventouse	5/5	1/20

Introduction générale

Introduction générale :

En effet, et comme tout le monde est supposé le savoir, l'eau travaille en notre faveur de façon sinon variée, du moins multiple, tout en nous rendant la vie de plus en plus facile, voire agréable. Pour autant nous devons tous veiller à ce que cette ressource, sans doute précieuse, ne soit utilisée excessivement ou bien abusivement.

L'environnement agricole est considéré comme le premier enseignant pour l'homme à partir duquel il a appris comment contrôler les sources d'eau pour essayer d'en profiter le plus possible.

Ce domaine m'intéresse tant à cause des milieux rencontrés qui peuvent me soutenir dans le développement de mes propres compétences, d'autant plus, pour la raison de la méthodologie d'étude, adoptée dans ce genre de domaine, outre les informations complémentaires.

Pour ce travail de la région agricole, *El-Harrouch*, de périmètre *Saf-Saf (Skikda)* là où notre étude a eu lieu, à propos du réseau existant.

D'après l'ONID (Office National d'Irrigation et de Drainage), de ce secteur que j'ai, en personne, visité, des réclamations leur sont arrivées de la part des agriculteurs à propos du manque d'eau, aussi la pression faible.

Cela étant, l'on a commencé à se demander de quoi provient cette chute de pression et manque d'eau dans le réseau, et quels en sont ses effets et encore quelles sont les parties les plus touchées par ce problème-là.

La pertinence de cette problématique s'est d'ailleurs confirmée au cours des travaux préparatoires de cette étude entre vos mains : elle est essentiellement intéressante en point de connaître le problème existant et notamment la solution que l'on peut lui apporter. Mon mémoire a pour objectif de mettre en exergue la procédure bien sûr efficace de résoudre cette **problématique**.

Déterminer si la procédure utilisée pour connaître les causes et les recommandations pour résoudre ce problème de manque d'eau impliquait un important travail bibliographique, et ce mémoire doit beaucoup aux renseignements, les guides et les livres qui ont été consultés. Toutefois, une telle étude exigeait également l'analyse de sources plus directes, comme la visite de l'ONID à ce secteur, et du rapport fait par cette unité. L'exploitation de ces sources devait permettre de répondre à une série d'interrogations inhérentes au sujet : Cet abaissement de pression où gît-il ? Les causes et les effets de manque d'eau d'où proviennent-ils ? Comment régler ce problème, ainsi que la procédure utilisée et, aussi, si la solution doit toucher tout le réseau ou seulement une partie ?

Intitulé *"Diagnostic et réhabilitation d'un réseau d'irrigation localisée d'une parcelle située à Saf-Saf secteur III El-Harrouch (Skikda) 832 ha à partir du barrage Zerdezas"*, ce mémoire tend ainsi à démontrer la procédure de la solution de problématique.

Après une première partie consacrée à la présentation du périmètre en plusieurs domaines, où l'on observe que la situation climatique, géologique, pédologique, ressource en eau... (I), l'étude de calcul des besoins et le diagnostic, permet en effet de comprendre le calcul de réseau existant et diagnostiquer ces parties(II).

Enfin, on verra dans une dernière partie sur la réhabilitation du réseau, comment réparer ou plutôt corriger la partie défectueuse ou mal dimensionnée et les recommandations. (III)

I - Présentation du périmètre dans plusieurs cadres.

...

II - Calcul des besoins et le diagnostic.

...

III - Réhabilitation du réseau.

Chapitre I :

Analyse des

conditions

naturelles

Introduction :

L'analyse des conditions climatiques est nécessaire dans l'élaboration de notre étude. L'objectif est d'obtenir des données observées, mesurées afin de mieux dimensionner les réseaux hydrauliques et évaluer les besoins en eaux des cultures pratiquées.

I-I) - Présentation du périmètre d'irrigation du Saf-Saf :

Il existe plusieurs périmètres d'irrigation en **Algérie**, l'un de ses périmètres Saf-Saf. Le projet d'irrigation de ce périmètre a été réalisé par l'**INTECSA**¹ en Novembre **1981**.

I-I-1) - Situation géographique :

Le Périmètre est situé dans la Wilaya de **Skikda** répartir sur les communes concernées de Skikda comme **Hammadi Krouma, Ramdane Djamel, Salah Bouchaour, Emdjez Edchich** et **El-Harrouch**, couvrant une superficie totale de 5654ha.

Le siège administratif du périmètre géré par *l'Office National de l'irrigation et du drainage (ONID)* est localisé dans la daïra d'**El-Harrouch** sur la limite de la commune de **Salah Bouchaour** avec celle d'**Emdjez Edchiche**.

I-I-2) - Fiche Technique :

Superficie Brute	5654 ha
Superficie Nette	5100 ha
Nombre de Secteur	4
Mode d'irrigation	Aspersion
Mode de gestion de l'eau	à la demande
Type de refoulement	Non nécessaire
Type d'équipement	Traîneaux pour fruitier et antennes mobile pour le reste
Débit de pointe	1.2 l/s/ha
Débit fictif continu	Total = 3547.6 l/s = 0.71 l/s/ha

I-I-3) - Division par secteur : (Figure N°I.1)

Ce périmètre est divisé en **4** secteurs :

La zone d'**Emdjez Eddchich**, avec **1239.72** ha forme de façon claire, un secteur. Il s'agit en effet d'une zone séparée du reste.

Le dépôt situé au Sud de **Salah Bouchaour**, (Union des canalisations provenant de chaque barrage) divise clairement le reste de la zone en deux parties :

L'une, en **Sud** de **832** ha, qui forme le secteur **N°3 D'El-Harrouch**, et l'autre au **Nord**, de **3172.01** ha, qui est très étendu pour former un secteur et qui sera donc partagée en deux. Au niveau du village de **Ramdane Djamel**, où la vallée se rétrécies beaucoup.

- Secteur N°I (Ramdane Djamel) :

¹ **INTECSA** industrielle est une société d'ingénierie espagnole avec 50 ans d'expérience en Ingénierie, "Turn-key" exécution des installations industrielles et de l'offre de paquets technologiques, tant pour les projets nationaux et internationaux.

D'une superficie de **1600** ha, il englobe la zone du **Nord-Est** du village de **Ramdane Djamel**, avec une canalisation principale parallèle à la route **N°44**.

En tête, il existe un réservoir de régularisation journalière entre les cotes **134** de couronnement et **129** de fond.

- Secteur N°II (Salah Bouchaour) :

D'une superficie de **1591** ha il fournit de l'eau au périmètre qui est compris entre le réservoir projeté au **Sud** du village de **Salah Bouchaour** et le secteur **N°1**, donnant de l'eau au périmètre déjà construit de **Ramdane Djamel** en son point central. Sa conduite principale va du réservoir cité, de **Salah Bouchaour**, au secteur **N°1**, parallèle à la route **N°44** de côte **145** de fond.

- Secteur N°III (El-Harrouch) :

D'une superficie de **832** ha situ au **Sud** du réservoir de **Salah Bouchaour**. Au **Sud** du village d'**El-Harrouch**, on envisage un réservoir de régularisation journalière dont les côtes seraient de **165** de crête et **161** de fond. Avec cette côte, il existe une zone qu'il n'est pas possible d'arroser pour diminuer au maximum cette zone, on installe une deuxième prise à la conduite principale en direction du réservoir de Salah Bouchaour. Le secteur reste donc divisé en **trois** sous-secteurs :

- Sous-secteur arrosé directement par le réservoir et qui correspond à la zone Est du secteur N°3 d'une superficie de **243.06** ha.
- Sous-secteur arrosé directement par la conduite principale, au nord du secteur, avec une superficie de **295.37** ha.
- Sous-secteur arrosé par pompage, à l'Ouest du secteur, d'une superficie **293.57** ha

- Secteur N°IV (Emjez-Edchich) :

D'une superficie de **1239.72** ha situ au **Nord-Ouest** du village forme un réseau très ramifié avec un réservoir de régulation journalière es des côtes de **180** de couronnement et **175** de fond.

Tableau N° I. 1 : Présentation générale du périmètre Saf-Saf

Secteur N°	S brute (ha)	S nette (ha)	Nbre de borne	Nbre de vidange	Nbre de ventouse	Nbre de vanne	Réseau en Km		
							Conduite	Piste	Colature
I	1722	1638	92	72	60	38	37	N. projetée	3.4
II	1609	1533	124	23	36	71	42	3.5	3.4
III	1023	832	72	42	75	26	24	1.6	01
IV	1300	1240	101	42	46	19	27	8.0	05
total	5654	5386	389	183	217	154	130	13.1	12.8

(Source : **ONID**)

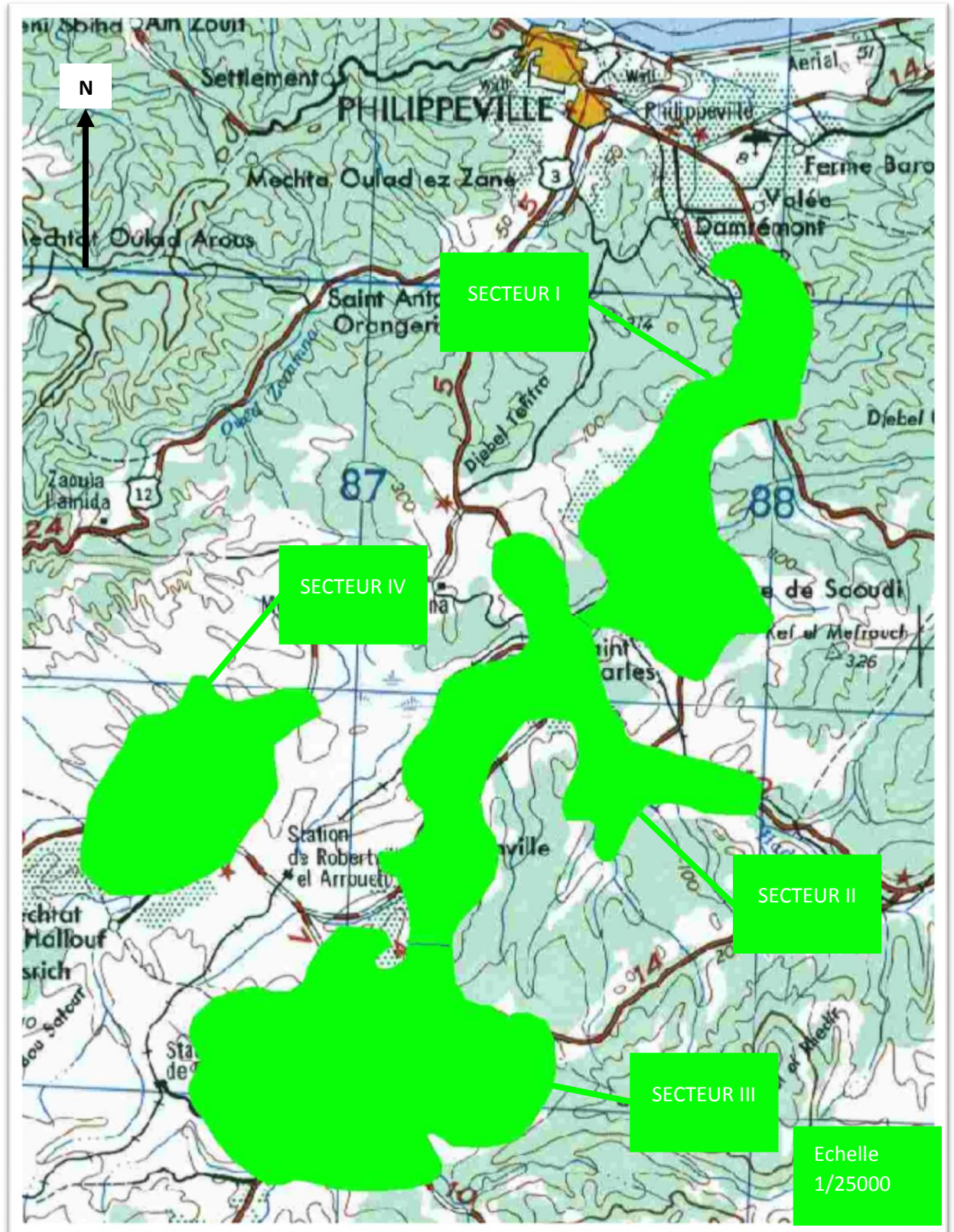


Figure N° I. 1 : Plan de division du périmètre Saf-Saf en secteurs

I-II) - Présentation de la zone d'étude secteur N° III « EL-HARROUCH » :

I-II-1) - Historique :

Ce projet est en fait une suite des études précédentes avec canevas hydrauliques, réalisées au cours de l'année **1975** par le bureau d'études Espagnol « **INTECSA** » et présentées en **1981** (phase I et II, Etudes préliminaires). En **1982** après un complément d'études parcellaires réalisées par « **SETHYCO** », « **INTECSA** » a repris les études d'avant-projet détaillé qu'il finalisa en **1984** pour les besoins d'offres et de réalisation de projet.

I-II-2) - Situation et limite géographiques :

Il est d'une superficie de **832 ha**, se situe dans la commune d'**El-Harrouch**. Cette dernière est située à une distance de **31 Km**, du chef-lieu de la wilaya de **Skikda** d'une superficie de **11719 ha**, elle est limitée par :

- La commune de **Salah Bouchaour** au **Nord**.
- La commune d'**Ain Bouziane** à l'**Ouest**.
- La commune de **Zerdazas** au **Sud**.
- La commune d'**Azzaba** à l'**Est**.

Elle représente un important carrefour de liaison :

- **Constantine - El-Harrouch - Annaba** : par la route nationale **3AB**.
- **El-Harrouch - Collo** : par la route départementale **N°6**.
- **El-Harrouch – Zerdazas** : par la route départementale **N°33**.
- **El-Harrouch – Skikda** : par la route nationale **N°3**.

I-II-3) - Le relief :

La majorité des terres de la commune d'**El-Harrouch** a un relief accidenté où l'on distingue **3** principales zones :

- Une zone *homogène* qui comprend la vallée du **Saf-Saf** qui a une topographie régulière et une valeur agronomique appréciable.
- Une autre zone orientée vers le **Nord** et vers le **Sud** et qui sont les hautes collines de **Déhrra**.
- Une zone de *piémont* de **Sidi Driss** : qui occupe le **Nord-Ouest** de la commune, son relief est composé de sub-étages ayant une altitude de **350 m**.

La région est mamelonnée et vallonnée, ceci indique qu'il n'y a pas de plaine proprement dite. Le relief se compose de la façon suivante :

Plaines : **5481.57 ha** ; Collines : **3421.90 ha**

Montagnes : **1276.5 ha**

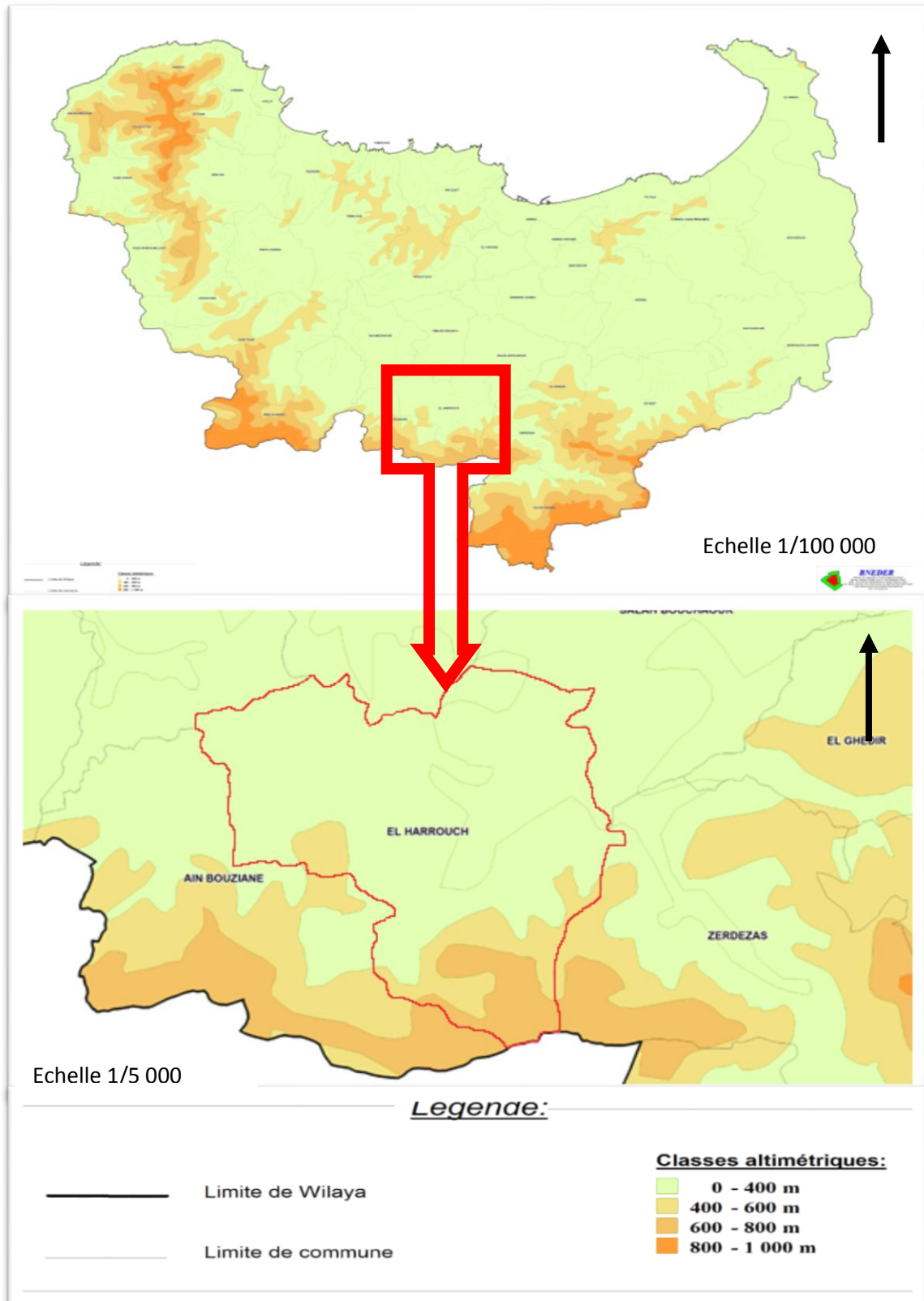


Figure N° I. 2 : Répartition d'altimétrie de Skikda et de secteur III El-Harrouch (source BNEDER²)

² Créé en 1976, le BNEDER est un bureau d'études national spécialisé dans l'élaboration et la réalisation des études et enquêtes, visant la promotion et le développement du monde agricole et rural.

I-II-4) - Climatologie :

Afin de caractériser l’environnement dans la région d’**El-Harrouch** nous avons utilisé une période s’étalant de (1967-2013). Les données relatives proviennent des stations d’**El-Harrouch** et du barrage de **Zerdezas**.

Choix de la station la plus représentative :

Les stations les plus proches de la zone d’étude sont celle de Zerdezazs et d’El-Harrouch.

Tableau N° I. 2 : les données climatiques disponibles pour les deux stations

Station	température	pluviométrie	Humidité relative	Evaporation	vent	Insolation
Zerdazas	disponible	disponible	disponible	disponible	disponible	disponible
El-Harrouch	-	disponible	-	-	-	-

Tableau N° I. 3 : Caractéristiques des stations

Code station	Station	Lieu	X	Y	Z	Latitude	Longitude
030903	Zerdazas	Skikda	875.3	374.6	200	36°34'51.1"N	6°54'21.6"E
030906	El-Harrouch	Skikda	869.7	379.7	137	36°39'19.8"N	6°50'23.9"E

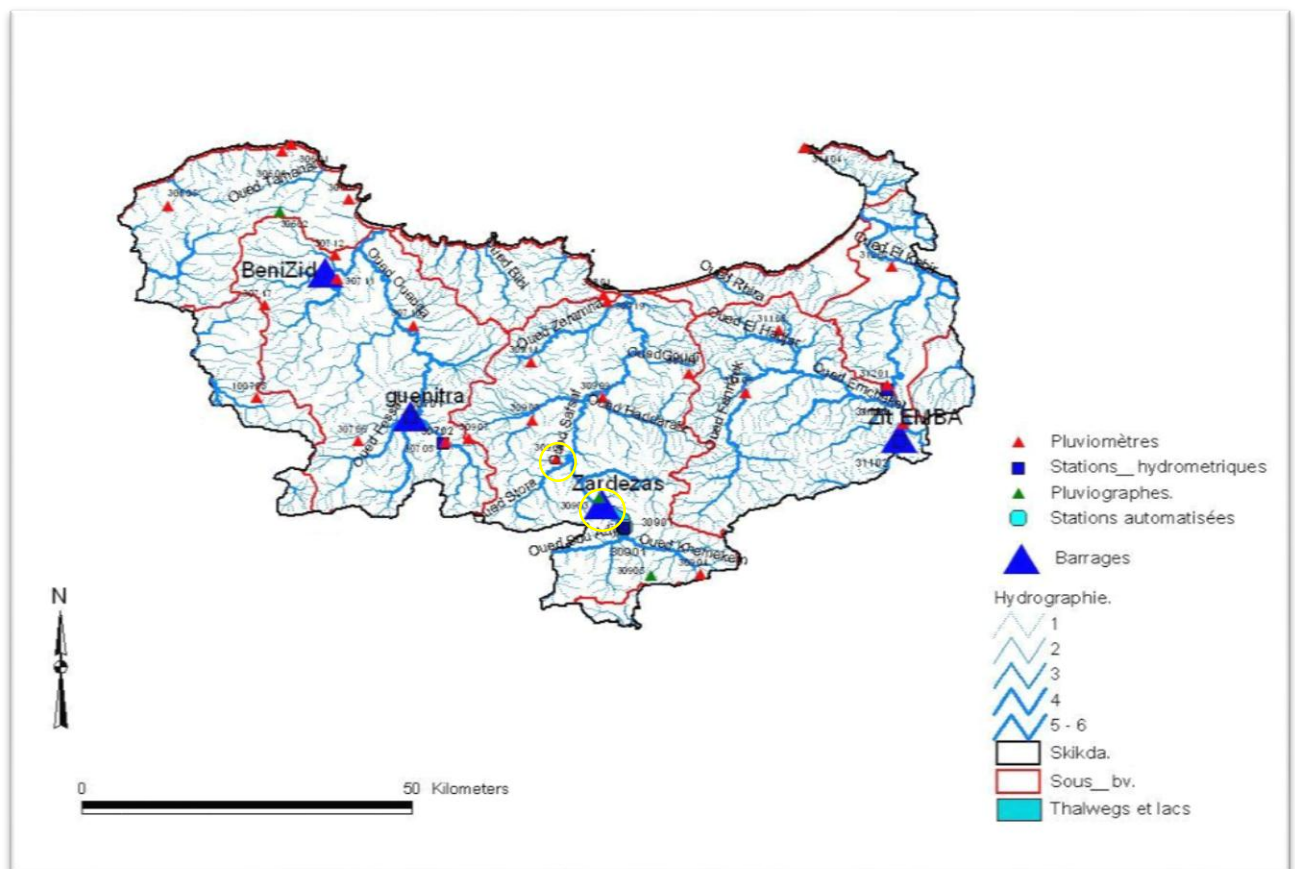


Figure N° I. 3 : Carte d’emplacement des stations pluviométrique et hydrométrique de Skikda (source ANRH)

I-II-4-1) - Le climat :

L'étude du climat pour les besoins de l'agriculture utilise de multiples facteurs dont les plus importants sont la pluviométrie, la température, l'humidité relative de l'air.

Les besoins en eau des cultures dépendent en générale des conditions climatiques qui agissent sur les cultures notamment :

- En tant que source d'alimentation en eau (précipitation).
- En imposant un appel d'eau sous forme d'évapotranspiration (ETP) que les plantes sont plus ou moins à même de satisfaire selon l'approvisionnement en eau.

Pour se faire on doit réunir l'ensemble des données relatives à ces facteurs enregistrées par les stations climatiques situées sur l'aire d'étude.

La commune d'**El-Harrouch** est caractérisée par un climat méditerranéen humide en hiver, chaud et sec en été.

I-II-4-2) – les températures :

La température est un facteur limitant important. La connaissance de la température et son amplitude est indispensable pour le choix de la période d'irrigation et des cultures à mettre en place.

L'absence des données, concernant les températures, à la station d'El-Harrouch, nous a conduites, à prendre pour ces les valeurs obtenues à Zerdezas.

L'examen de tableau N°... fait ressortir le caractère méditerranéen du climat avec des hivers relativement doux. Les températures augmentent de la mer vers l'intérieur.

Tableau N° I. 4 : Température moyenne mensuelle en °C (1997-2011) :

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	M.A
m	6.7	6.6	8.5	9.4	12.8	16.6	19.6	20.5	18.1	15.5	10.3	7.9	12.7
(M+m)/2	12.0	12.5	14.3	16.5	21.0	25.0	28.1	29.0	25.5	22.0	16.5	12.9	18.2
M	17.3	18.4	21.5	23.6	29.1	34.0	36.6	37.5	33.0	28.5	22.7	17.8	26.6

(Source : ANRH)

m : température moyenne de tous les **minima**.

M : température moyenne de tous les **maxima**.

(M+m)/2 : Température **moyenne** mensuelle.

D'après les résultats portés au tableau précédant on trouve que :

- Les températures moyennes sont douces tout au long de l'année avec une moyenne annuelle de **18.19 °C**.
- La température moyenne minimale est de **12.01 °C**.
- La température moyenne maximale est de **29.01 °C**.

I-II-4-3) – La pluviométrie :

Toute étude climatologique nécessite une analyse de précipitation, car la pluie est évidemment le facteur essentiel des régimes hydrologique puisqu'elle constitue la matière première des débits des cours d'eau et conditionne l'écoulement saisonnier.

Elle est caractéristique du climat **méditerranéen** avec une période pluvieuse allant de **Septembre** à **Mars** est une saison l'**été**. Leur répartition a des conséquences agronomiques évidentes :

- La période pluvieuse provoque des inondations, sature le sol et entraîne l'asphyxie en outre, elle retarde les travaux du sol et l'accès aux parcelles devient très difficile.
- La période sèche, correspond aux besoins maxima des plantes. La quantité d'eau fournie par les précipitations est nettement inférieure aux besoins des plantes.

La répartition mensuelle des pluies varie d'une façon sensible différenciant ainsi nettement le climat du type *méditerranéen*. Les écarts entre la période sèche sont considérables.

Pour ce projet, pour la série pluviométrique de la station d'**El-Harrouch**, il y a manque de données dans certain mois (7 mois). « *Hydrognomon*³ » c'est le nom de programme utilisé dans ce cas pour calculer la pluviométrie des mois non enregistrés utilisant une autre série des données de la station de barrage de **Zerdezas**.

Tableau N° I. 5 : Pluviométrie moyenne mensuelle en mm (station de Zerdezaz « 1967-2013 »)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	M.A
Pluviométrie (mm)	80.6	71.8	65.8	51.4	34.4	12.8	<u>2.9</u>	8.3	34.7	48.7	70.2	<u>89.1</u>	570.7

(Source : ANRH)

Tableau N° I. 6 : Quantité des eaux enregistrées durant chaque saison :

Saison	Automne	Hiver	Printemps	Eté
%	26.91	42.33	26.55	4.21
Précipitation moyenne (mm)	153.56	241.58	151.53	24.02

³ **Hydrognomon** est un logiciel destiné pour la gestion et l'analyse des données hydrologiques. Le programme appuie également sur les applications hydrologiques, y compris les tests d'homogénéité (test de double masse), et le remplissage des valeurs manquantes (comblage des lacunes)

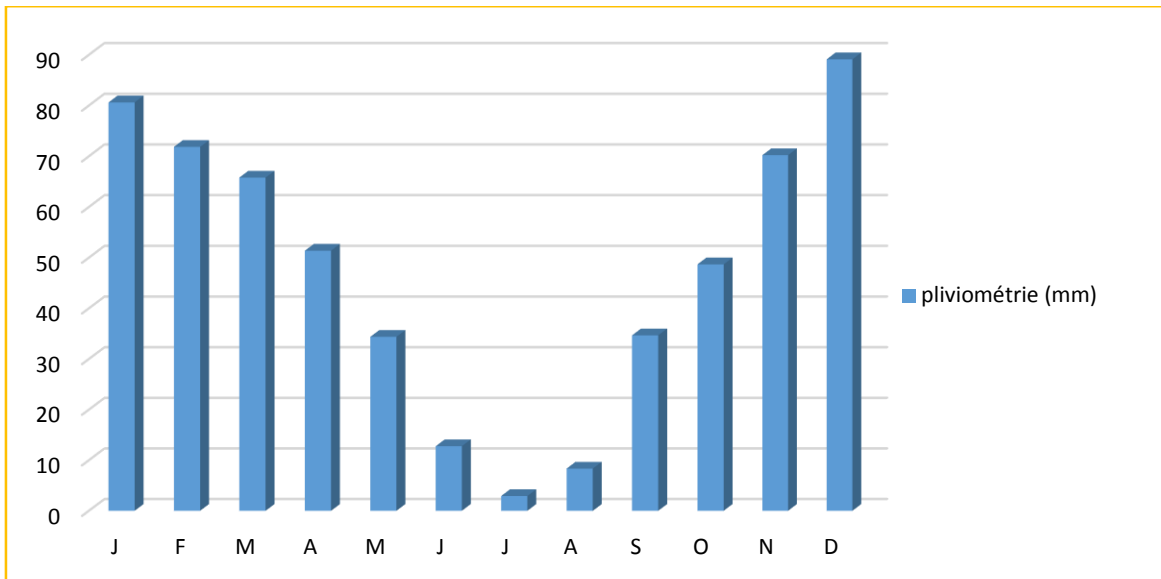


Figure N° I. 4 : Histogramme pluviométrie moyenne mensuelle en mm (1967-2013)

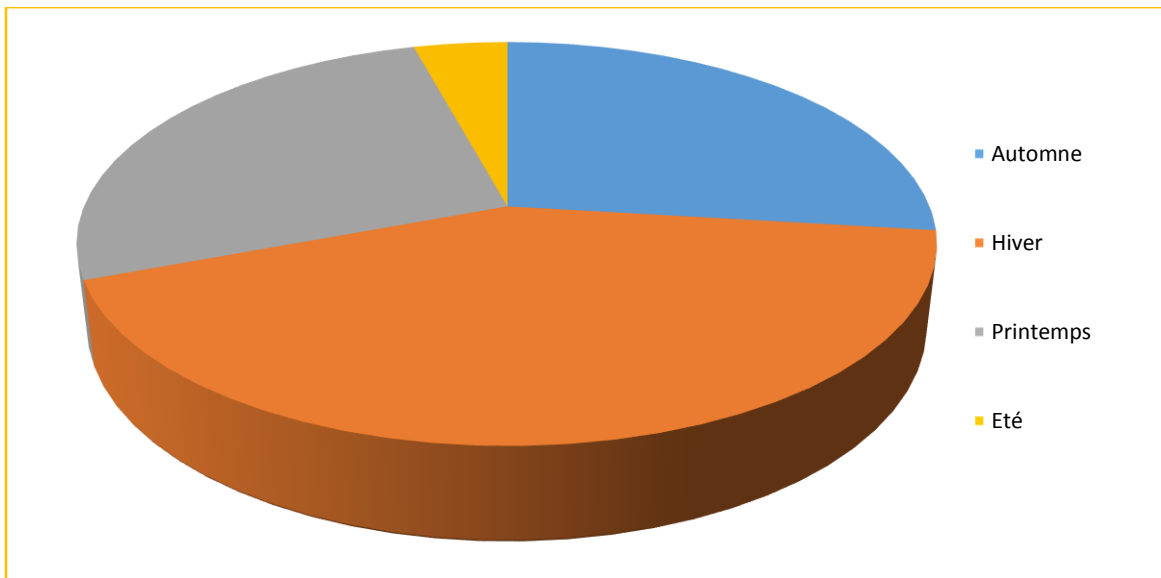
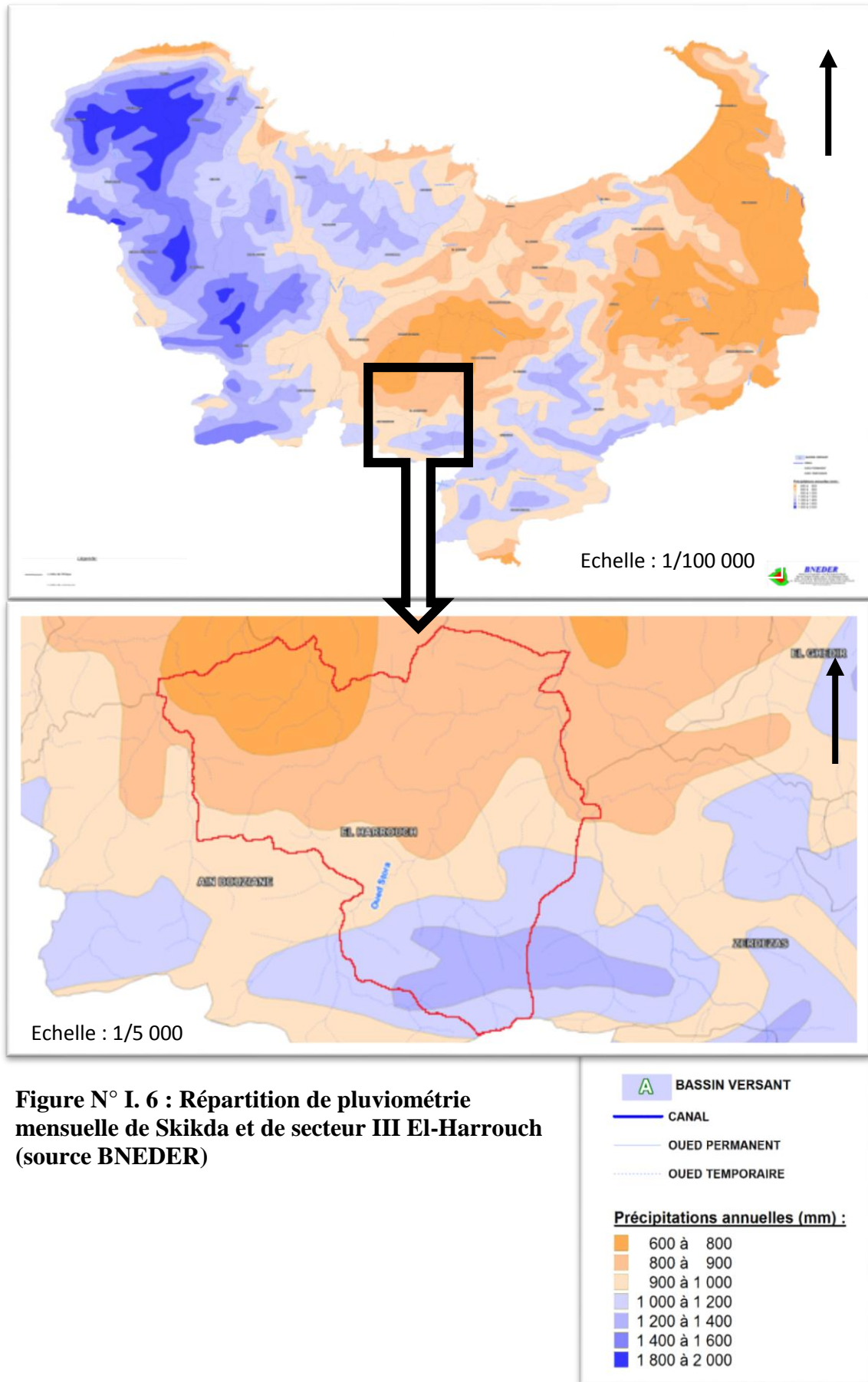


Figure N° I. 5 : Répartition saisonnière de précipitation (1967-2013)

Commentaire :

Le régime pluviométrique dans la région est irrégulier, la zone reçoit une bonne pluviosité de **570.69 mm** par année, le maximum est relevé au mois de de Décembre **89.12 mm**, quant au minimum, il est de **2.92 mm** au mois de Juillet.

Le maximum des précipitations a lieu en hiver avec une moyenne saisonnière de **241.58 mm** tandis que pendant l'été on observe un minimum de **24.02 mm**, mais ce qui caractérise cette région ce sont les fortes pluies du mois de Décembre où on observe des valeurs élevées de **89.12 mm** en moyenne.



I-II-4-4) - Humidité relative :

C'est la proportion de vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère par rapport à la quantité maximale qui peut être fixée à la température considérée.

Tableau N° I. 7 : Humidité relative de l'air en % (1997-2011)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Hr %	69.4	70.6	72.3	73.4	75.3	77.2	79.1	78.9	76.9	71.3	70.8	69.8

(Source : ANRH)

I-II-4-5) – Evaporation :

Les références existantes sur la région sont les observations de barrage de **Zerdazas** à partir desquelles la répartition annuelle de l'évaporation est comme suit :

Tableau N° I. 8 : Evaporation en mm au niveau barrage de Zerdezas (1997-2011)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	M.A
E (mm)	78.5	78.7	102.2	108.6	132.5	177.8	231.9	227.5	165.5	140.6	98.8	86.6	1629.3
%	4.8	4.8	6.3	6.7	8.1	10.9	14.2	14	10.6	8.6	6.1	5.3	100

(Source : ANRH)

L'examen du tableau ci-dessous nous montre la grandeur de l'évaporation au niveau de la région, ou elle atteint un maximum de **231.9 mm** durant le mois de **Juillet**, et un minimum de **78.5 mm** durant le mois de **Janvier**. L'évaporation moyenne annuelle est de l'ordre de **1629.27mm**.

I-II-4-6) - Les vents :

La connaissance de la direction des vents et leurs vitesses est importante pour la mise en valeur agricole d'un périmètre donné car elles permettent d'implanter correctement les cultures et de les protéger les vents.

Le vent a généralement, pour effet de favoriser l'évaporation en particulier lorsqu'il remplace l'air humide situé en contact des surfaces évaporant par des masses d'air plus sèches. Sur le pourtour du bassin **méditerranéen**, les agricultures connaissent les conséquences du vent tel que le **sirocco**. Pour l'étude de vent nous disposons d'une série de **11 ans** à la station de **Skikda**, dans le tableau suivant :

Tableau N° I. 9 : Vitesse des vents moyens mensuels (2000-2010)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
V moy. m/s)	3.63	3.20	3.0	2.86	2.77	2.74	2.70	2.79	2.95	2.95	3.59	4.13

(Source : ANRH)

Les vitesses du vent varient d'un mois à un autre, d'après les données prélevées de la station météorologique de **Skikda** on constate que les vitesses moyennes du vent sont **modérées**. La vitesse moyenne maximale est observée au mois de **Décembre (4.13 m/s)**.

Les vents dominants proviennent du **Sud-Est**. Ceux de l’**Ouest** soufflent au printemps, un vent chaud souffle en été.

I-II-4-7) - Insolation :

C’est la durée pendant laquelle le soleil brille sur le sol, elle conditionne l’activité photosynthétique.

L’intensité lumineuse agit différemment selon le stade de la plante qui a besoin de plus de lumière au fur et à mesure qu’elle vieillit. Les éclaircissements faibles sont favorables au développement végétatif alors que les éclaircissements intenses favorisent le développement des organes de réserve (racines, tubercules) et améliorent la qualité des fruits.

Par son intensité et ses fluctuations au cours du cycle annuel, la lumière constitue pour les végétations un facteur limitant, aussi bien pour les faibles éclaircissements que pour les flux intenses.

Tableau N° I. 10 : Insolation moyenne mensuelle en heures (1997-2011)

Mois	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	M.A
Insolation par mois (heure)	137.20	147.12	182.68	211.73	223.35	277.97	308.17	329.07	311.61	239.77	209.13	166.65	228.70
Insolation par saison (heure)	467			713.05			948.85			615.55			-
% par saison	17.01			25.98			34.57			22.42			100

(Source : ANRH)

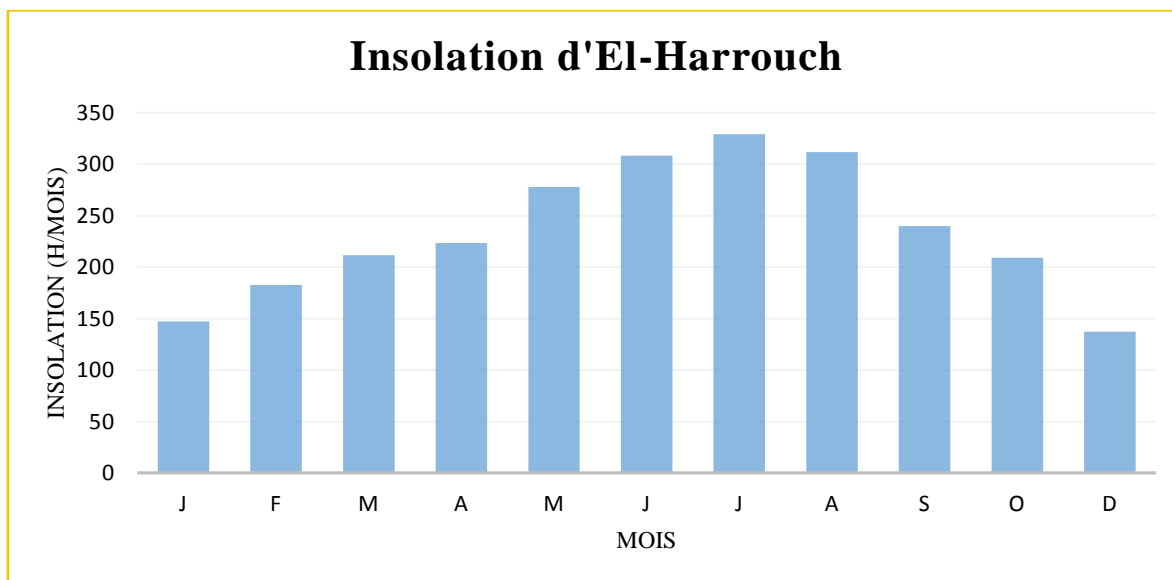


Figure N° I. 7 : Isolation d’El-Harrouch

On peut observer d’après ce tableau que la durée d’isolation varie irrégulièrement durant le cycle annuel, elle augmente en juillet avec **329.07** ensuite elle diminue en décembre avec **137.20**.

I-II-4-8) – Les phénomènes climatiques accidentels :

La grêle est observée durant la période d'Hiver (Décembre à Mars). Le brouillard est fréquent toute l'année à Collo. Les orages perturbent l'atmosphère de la wilaya de **20 à 30** jours par an. Le sirocco, vent sec, chaud et chargé de sable, souffle du Sud au Nord surtout durant la période allant de Mia à Octobre. Les vents dominant Nord- Ouest sont observés sur le littoral particulièrement durant la période d'Octobre à Mai. En été, il y a alternance des vents variables ou brise de terre et de mer. (ONM 206)

La grêle :

Les chutes de grêle sont localisées dans l'espace, elles ont lieu en hiver de décembre à mars et ce phénomène de grêle, cause des dégâts néfastes sur la végétation.

Tableau N° I. 11 : Valeur moyenne mensuelle de grêle

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
grêle	0.09	0.27	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.09	0.18	0.72

Source : station météorologique de Skikda

La neige :

Elle est aussi un élément climatique important. La couverture neigeuse par propriété isolantes protège efficacement la végétation du froid, diminue relativement les pertes par ruissellement, laisse le sol s'imbiber d'une façon continue et s'humecté profondément. Elle est Insignifiante et ne couronne que les sommets des montagnes enivrantes.

Tableau N° I. 12 : Neige moyenne mensuelle.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Neige (mm)	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6

(ONM, 2011)

Les orages :

Ce sont des pluies torrentielles à caractère local qui se déversent durant toute l'année avec des fréquences variables toute au long de l'année. Ce phénomène par son intensité laisse des effets indésirables sur la terre agricole en causant par les forts écoulements des dégâts d'érosion et de ravinement profonds.

Le nombre moyen de jours d'orages est présenté dans le tableau suivant :

Tableau N° I. 13 : Orage moyen mensuel.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Orages	1.2	1.3	1.1	0.6	1.2	0.9	1.2	2.1	2	1.9	1.8	2	17.3

(ONM, 2011)

Les gelées blanches :

La gelée blanche, selon la définition officielle, est un dépôt de glace effectuant le plus souvent la forme d'écailles, d'aiguilles, de plumes ou d'éventails. Elle se produit généralement en automne ou au printemps, et résulte d'une transformation quasi- immédiate de la vapeur d'eau

excédentaire à l'état de glace. Dans notre zone d'étude les gelées sont rares peu important en **janvier**, elles sont plus sérieuses et accidentelles en **Avril**.

Sirocco :

Ce sont des vents qui soufflent du **Nord- Ouest** et du **Sud- Ouest**, et sont souvent néfastes aux cultures de printemps. Ils soufflent également sur la région en engendrant une augmentation de l'évaporation surtout de **Mai** à **Aout** où l'on observe un maximum (**4** à **6** fois par an).

I-II-4-9) - Caractéristiques du climat : Synthèse climatique :

Pour restituer le caractère global du climat d'un milieu, on utilise des indices ou des représentations graphiques considérées comme déterminant.

Les indices climatiques sont plus adaptés pour caractériser le climat général.

I-II-4-9-1) - indices climatique :

a- indice annuelle d'aridité de DEMARINNE :

Les indices d'aridité de long (**p/t**) et DEMARTONNE **p/t+10**

Où :

P : précipitation moyenne annuelle.

t : température moyenne annuelle.

$$I = \frac{P}{t + 10}$$

Tableau N° I. 14 : les limites de climat d'après l'indice climatique

Valeur de I	Type de climat	Irrigation
I<5	Désertique	Indispensable
5<I<10	Aride	Indispensable
10<I<20	Semi-aride	Souvent indispensable
20<I<30	Sub-humide	Parfois utile
I>30	Humide	Utile

D'après les données **P = 570.69** mm et **t = 18.19** °C. Nous avons obtenu une valeur de « **I** » égale à **20.24** qui nous indique que notre région est dominée par un climat de type « *sub-humide* ».

b- Quotient pluviométrique d'EMBERGER :

L'usage du quotient pluviométrique a permis à son auteur de proposer une classification des climats méditerranéens.

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

I_p : quotient pluviométrique d'EMBERGER.

P : précipitation annuelle en mm

M : moyenne des maxima des températures du mois le plus chaud de l'année en degré **Kelvin** (K°).

m : moyenne des minima de températures du mois le plus froid de l'année en degré **Kelvin** (K°).

Tableau N° I. 15 : Limites du climat d'après d'EMBERGER

Valeur d' I_p	Type de climat
$I_p > 100$	Humide
$100 > I_p > 50$	Sub-humide
$50 > I_p > 25$	Semi-aride
$25 > I_p > 10$	Aride
$I_p < 10$	Désertique

D'après les données climatiques :

$P = 570.69$ mm.

$M = 37.47$ °C + 273 = 310.47 K°.

$m = 6.61$ °C + 273 = 279.61 K°.

Nous avons obtenus une valeur d'**I_p** égale à **62.68** représentative d'une région du climat *sub-humide*.

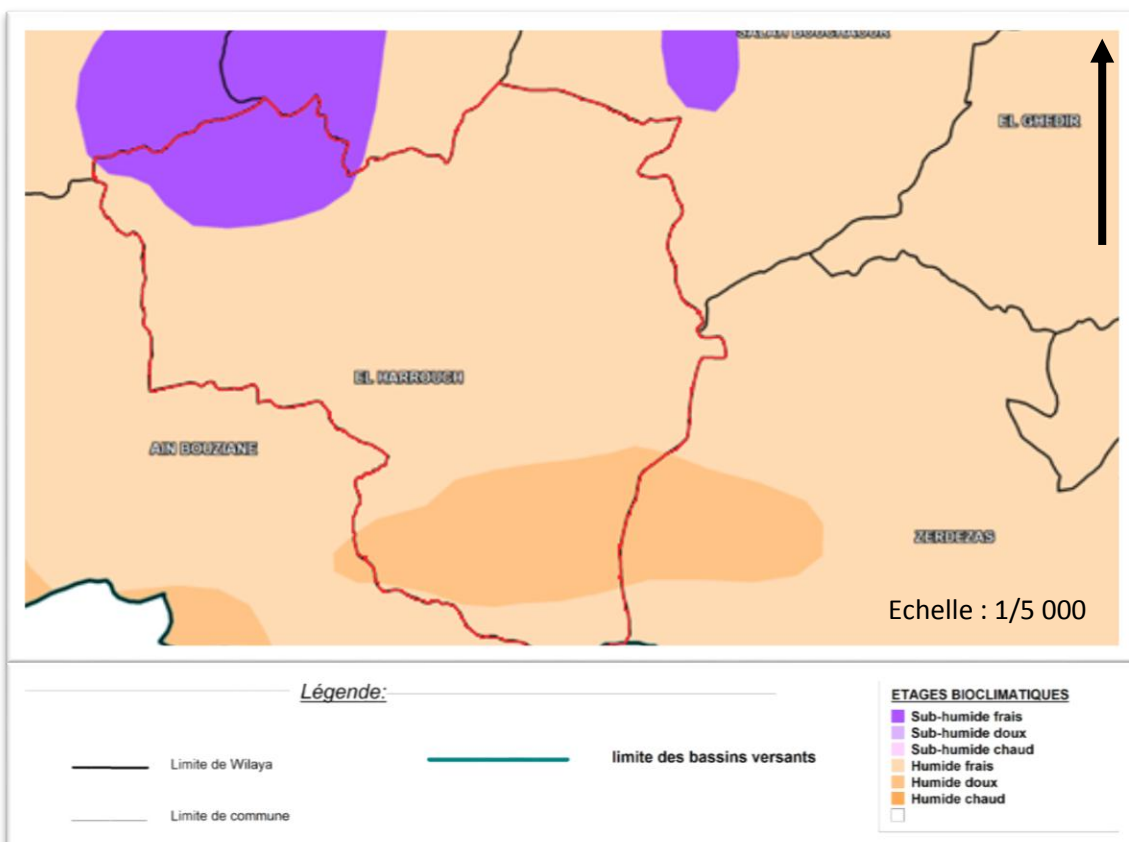


Figure N° I. 8 : Bioclimat de Skikda et de secteur III El-Harrouch (source BNEDER)

I-II-4-9-2) - Les représentations graphiques :

On utilise plus souvent les représentations graphiques en coordonnées rectangulaires : les climats grammes ou climato-grammes.

Un climato-gramme permet de représenter un ou plusieurs paramètres climatiques en fonction du temps.

Pour construire un **climato-gramme**, on porte un élément climatique différent sur chacun des axes de coordonnées. Les valeurs des deux éléments sont considérées à la même date et définissent un point.

- **Diagramme ombro-thermique de Gaussen :**

Les températures moyenne mensuelles et les précipitations mensuelles, se retrouvent réunis au même temps dans le diagramme **ombro-thermique** de **Gaussen**.

Tableau N° I. 16 : courbe ombro-thermique :

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T	12.01	12.5	14.30	16.50	20.96	24.98	28.14	29.01	25.54	21.99	16.53	12.85
P	80.62	71.84	65.79	51.37	34.38	12.77	2.92	8.34	34.67	48.67	70.21	89.12

Sur la base d'étude du climat nous pouvons conclure que la zone d'étude se caractérise par :

- Un climat **Sub-humide**.
- Une période sèche s'étalant du mois **Mai** jusqu'à **Août**.

Le climat représente par conséquent une contrainte réelle au développement de l'agriculture dans la zone et confirme la nécessité de l'irrigation pour toute activité agricole.

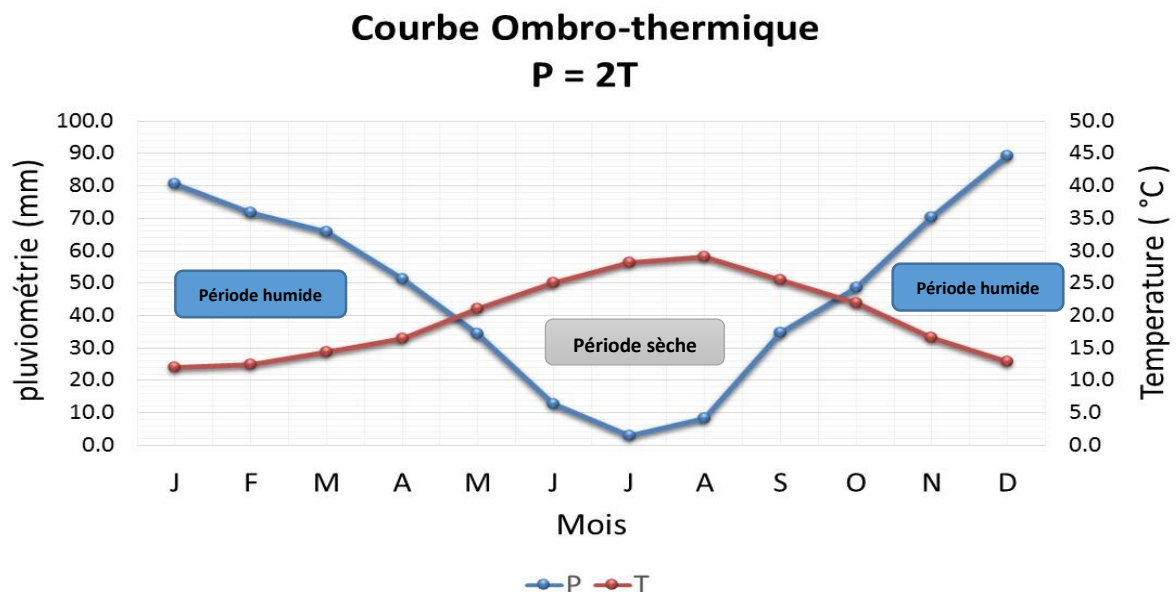


Figure N° I. 9 : Diagramme Ombro-thermique

I-II-5) - La géologie :

La vallée du **Saf-Saf**, constituant une unité au point de vue géographique et hydrologique. Les sols du périmètre intéressent des formation géologique variées. En effet l'oued Saf-Saf, recoupé d'ament en aval, les structures orientées **S/-NE/ versant septentrional** de la chaîne **Numidienne** et l'on rencontre une succession de **synclinaux** et d'**anclinaux**.

Pour notre zone **synclinal** d'**El-Harrouch**, dont l'axe est marqué par l'entablement gréseux de Koudist El-keksene et El-rejd. Il est constitué un majorité par des **argiles** du **Numidien inférieur** (Eocène).

Les études révèlent que dans les massifs, il y a prédominance des roches **grésueuses**, d'où l'importance des sols **siliceux**. La dépression guerbes-Fetzara, vaste paline de remblaiement **alluvial** du **quaternaire**, située entre les djebels Safia et Boumaiza est constituée de limon, sable et gravier. (**BENDER**)

En rappelant que la vallée du Saf-Saf occupe la dépression **synclinale nummulitique** qui s'étend entre la chaîne **liasico-éocène** des Zardezas (où se trouve le barrage) et le massif paléozoïque de PHILIPPEVILLE.

Ainsi pris du barrage de Zerdezas, la vallée du Saf-Saf entaille successivement les diverses formations éocènes qui sont :

e_c^3 : **Sables argileux** jaunes ou gris, terme supérieur de série nummulitique locale.

e_b^3 : **Grée de Numidie**, grès jaunâtres à grains fins présentant minces lits argilo-sableux qui se développent au dur et mesure qu'on s'élève dans la série.

e_a^3 : **Argile noires avec de minces lits de grès** jaunes ; à la base, il y a de nombreuses intercalations de macro-calcaires alternant avec des marnes.

e_p^3 : Poudingues formés de cailloux roulés de micaschistes, de gneise et quartz filonien, où s'intercalent irrégulièrement des grès et des argiles.

X : Schistes et phyllades, gris bleuâtres, argileux, satinés, recoupé de filonete de quartz.

- La vallée de **ROBERTVILLE** intéresse uniquement les argiles noires e_a^3 .

- La vallée de l'oued **Haddaratz**, de formation récente pléistocène, recoupe l'anticlinal de ROBERTVILLE et traverse les frontières des grès de Numidie e_b^3 et d'argiles noires e_a^3 .

La dépression nummulitique de St CHARLES est relativement étroite, aussi le Quaternaire ancien (q^1 et q) y est fort peu développé ou il en reste peu de témoins. On retrouve des **lambeaux** de terrasse à **El-Harrouch** (côtes **100-125**)

Pratiquement, plus grans superficie de tout le périmètre irrigable est installée sur des **alluvions récentes** (a^2), sub-actuelles.

Il est à signaler encore des formation dunaires anciennes fixées, et très évoluée, qui constituant l'ARB FILFILA.

Enfin, il existe des formation actuelles telles que les dépôts sableux du lit majeur du Saf-Saf et un cordon dunaire littoral de très faible importance.

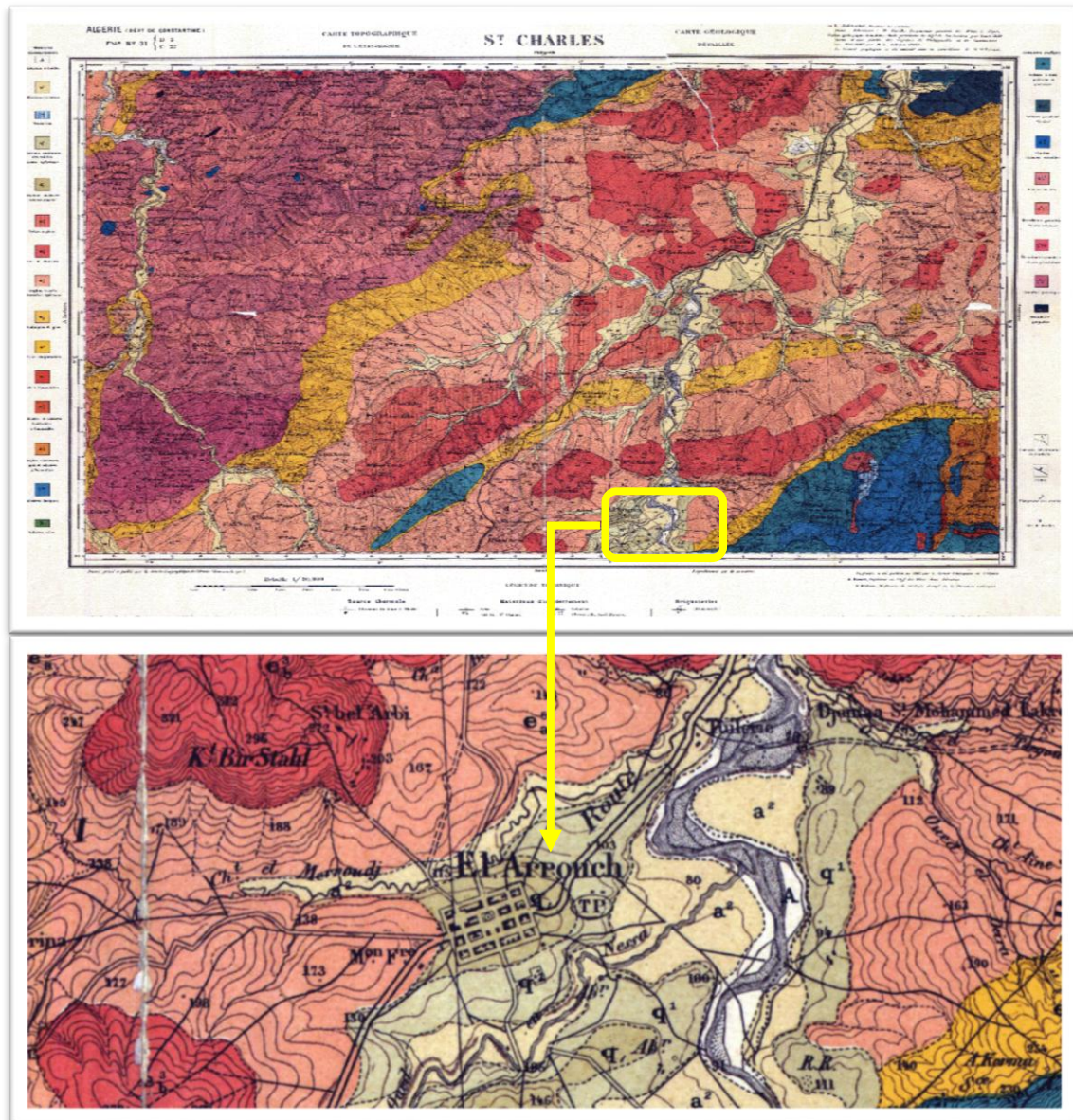


Figure N° I. 10 : Extrait de la carte géologique détaillée de la willaya de SKIKDA (ANRH)

<u>Légende technique</u>	
Terrains sédimentaires	
A	Alluvions actuelles
a ²	Alluvions récentes
q ¹	Alluvions anciennes (niveau moyen)
l ¹	Calcaires liasiques
e ² _P	Poudingues et grès
e ¹	Grès et conglomérats
q ¹	Alluvions anciennes des vallées (niveau inférieur)
e ² _b	Grès de Numidie
e ² _a	Argiles et grès (Numidien inférieur)
e ¹ _r	Cale à Nummulites
e ¹ _b	Calcaires et calcaires bréchoïdes à Nummulites

Conclusion :

Après l'étude des deux facteurs climatiques les plus importants : **Précipitation** et **Température** dans le secteur d'**El-Harrouch**, et d'après la méthode d'**Emberger**, le climat est caractérisé comme suit :

Pluviométrie moyenne annuelle est de **570.69 mm/an** et la période pluvieuse débute normalement à partir du mois d'**Octobre** pour se termine au mois d'**Avril**. Par contre les mois les plus secs sont **juillet** et **Août**. La température arrive jusqu'à **12.01 °C** en Hiver, en Eté elle peut atteindre **29.01°C**.

La méthode d'Emberger détermine un climat de type *sub-humide* dans la région.

Le diagramme *ombro-thermique* détermine la dissociation de deux saisons, la saison **humide** et la saison **sèche** qui est la période d'irrigation. Cette étude a confirmé que la région est à climat sub-humide et doux, elle parmi les régions les plus arrosées de Skikda et de chute de neige sont fréquent pendant l'hiver sur les hauteurs

Les vents dominants soufflent généralement de la mer vers le continent.

La wilaya de Skikda appartient à l'étage bioclimatique sub-humide supérieur. Elle est sous l'influence maritime. Son climat de type méditerranéen.

Chapitre II :

Ressource

en Eau et

en Sol

Introduction :

Avant d'entamer une étude en irrigation, il faut d'abord localiser et quantifier l'eau nécessaire aux différents besoins des cultures. Pour cela et à travers ce chapitre on va présenter les ressources en eau qui peuvent alimenter la zone d'**El-Harrouch**.

Pareillement, l'étude pédologique est l'une des sources essentielle pour prendre en compte la nature et la distribution des caractéristiques et des contraintes relevant des sols. Pour l'irrigation, plusieurs caractéristiques doivent être prises en considérations (profondeur du sol, La texture, La structure et la porosité des horizons, Les caractéristiques chimiques). La bonne connaissance du sol permet le bon choix des cultures les plus adaptées.

II-I) - Les ressources en Eau :**II-I-1) – L'alimentation du périmètre Saf-Saf :**

L'alimentation en eau des périmètres d'irrigation (secteur N°I, II, III et VI) et la ville de **Skikda** s'effectue à partir des débits régularisés dans le barrage « **Zerdezas** » et le barrage « **Guenitra** » qui sont conduits et distribués par tuyauteries sous pression. Le volume régularisable à partir de Guenitra est de **47 hm³** et celui de Zerdezaz est de **18 hm³**.

II-I-1-1) – Barrage de Zerdezaz :

Le barrage de Zerdezaz, construit entre **1929** et **1945**, est situé sur l'oued **Saf-Saf** à **30 Km** au **Sud** de **Skikda** et à **35 Km** ou **Nord-Ouest** de **Constantine**. C'est un ouvrage de régularisation bisannuelle.

Il alimente en eau potable la ville de **Skikda** et sa **zone industrielle**, ainsi que la ville d'**El-Harrouch** et sa région (Zerdezas, Said Boussabaa, El-Harrouchn Ain Bouzziane, Salah Bouchaour et Emjez-Eddchich). Il permet de plus l'irrigation de **1800** hectares. Il permet aussi de protéger la ville de Skikda et sa zone ainsi que la base vallée de Saf-Saf contre les **inondations**.

L'apport moyen annuel de l'Oued au niveau du barrage est de **53.01 hm³** pour une superficie de **345.5 Km²** du bassin versant. Le volume utile initial du barrage était de **31 hm³**, suite à l'envasement, ce volume s'est réduit à **20 hm³**.

De **1971** à **1974**, le barrage a été surélevé de **13 m**, pour répondre au besoin de la région dans cadre du premier plan quadriennal.

Schéma hydraulique : (figure N° II.1)

Du « **barrage Zerdazas** » part une conduite, qui arrive au réservoir de régulation journalière d'**El-Harrouch** situé à la hauteur de la cote **159** (radier) et **165** (niveau d'eau max).

Une partie du volume qui arrive au réservoir N° **3** est élevée par la station de pompage d'El-Harrouch jusqu'à la cote **212.63** afin d'irriguer une superficie de **393** ha de la zone d'**El-Harrouch**, le réservoir N°**5** étant prévu pour la régulation du pompage à la dite côte. D'autre part, du réservoir N°**3** part une conduite qui irrigue,

sans nécessité de pompage **439** ha du secteur ; enfin du réservoir N°3 part la conduite principale **C-3** qui transporte l'eau jusqu'à réservoir N°2 de **Salah Bouchaour**.

II-I-1-2) – Barrage de Guenitra :

Le barrage de Guenitra est construit entre **Octobre 1978** et **1984** sur l'Oued **Fessa**. Le barrage de Guenitra est situé à **50** Km au **Sud-Ouest** de **Skikda** et à **20** Km de la plaine d'**Emdjez-Eddchich**.

Ce barrage a un double objectif :

- Assurer la couverture en eau potable et en eau industrielle de la ville de **Skikda** et de son complexe industriel.
- Assurer l'irrigation de **5650** ha du périmètre agricole de la vallée du **Saf-Saf** et la plaine d'**Emdjez-Eddchich** ; c'est-à-dire **15.65** hm³ qui sont disponibles, pour l'irrigation dont un volume annuel pour le secteur **IV** qui est de **8.157** m³/an.

Schéma hydraulique : (Figure N° II.1)

Du barrage de « **Guenitra** » part la conduite d'adduction principale qui effectue l'alimentation de la zone d'**Emdjez-Eddchich** (**IV**) moyennant un réservoir de régulation journalière N°4, situé à la cote **154.00** m (radier) et **160** m (niveau d'eau).

Ensuite la conduite d'adduction continue jusqu'au réservoir de **Salah Bouchaour** (N°2). Ce dernier est alimenté par **3** conduites : **C.3** arrivant du réservoir N°3. **C-P-A** de la conduite d'adduction principale et **C-E-1** de la conduite existante qui distribue l'eau à **Skikda** à partir du barrage de **Zerdezas**. Du réservoir N°2 part une conduite (**C-2**) fournissant de l'eau aux conduites secondaires du secteur **II**, aboutissant au réservoir de régulation journalière du secteur **I** (zone de Skikda).

Tableau N° II. 1 : Les barrages du Zerdezas et Guenitra

Barrage	Capacité (Hm ³)	Vr (Hm ³)	AEP (Hm ³)	Irrigation (hm ³)				
				Secteur I	Secteur II	Secteur III	Secteur IV	Totale (hm ³)
Guenitra	117.82	48	21.82	7.5	9.35	/	9.15	26
Zerdezas	18.112	18	10.55	4.80	1.10	1.55	/	7.45

(Source : ONID)



Figure N° II. 1 : Plan directeur et principe de distribution du périmètre Saf-Saf (ONID)

II-I-2) – les ressources hydrique d’El-Harrouch :

Ce secteur est alimenté à partir du barrage de **Zerdezas** d’une capacité de **20 hm³**

Les besoins annuels en eau sont estimés à **5.405 hm³/an**

II-I-2-1) – Fiche Technique :

Superficie brute	1023 ha
Superficie nette	975 ha
Mode d’irrigation	Aspersion
Mode de gestion de l’eau	à la demande
Prise d’eau	Réservoir de régulation journalière
	Station de pompage
	Conduite d’adduction

- Débit de pointe

- Du réservoir	487.71 l/s	- De la station de pompage	415.31 l/s
- De la conduite	167.06 l/s	- Totale	944.77 l/s
-Par hectare	1.21 l/s		

- Débit fictif continu

- Total	664.5 l/s	- Par hectare	0.68 l/s
---------	------------------	---------------	-----------------

1. Le barrage de Zerdezaz :

- La capacité : 18.112 hm ³	- Le débit : 200 m ³ /s
- La surface : 205 hectares	- La surface irrigable : 1800 hectares
- Réalisé de 1928-1946	- Extension 1971-1974

2. Puits :

- Avant Fond National de Développement (FNDA) : **12** puits.
- Au moment de FNDA : **12** puits.
- Au totale **24** puits.
- Les **24** puits peuvent facilement irriguée **24** hectares

3. Retenues collinaires :

- une à l’**Ex dass Mehari** : peut irriguée **5** hectares.
- A la ferme **Pilote Daoudi Larbi** : **20** hrctares.
- Ferme Pilote d’**El Hadjar** (non fonctionnelle).

4. Les Oueds :

L'oued **Saf-Saf** : n'est jamais de séché et se transforme parfois en courant impétueux de oued **Enssa** : de fin **Novembre**.

5. Réseau d'irrigation :

Actuellement irrigué : **176.25** hectares.

Le but irrigué **1023** hectares.

Il y a **4** sources

- Source de **Bir Tahar**. – **Boughalboun**.
- Ain **Kes-Kess**. – Source **Djenie**.

Elles sont utilisées par des habitants de **Meshta** environnantes sous forme des puits locaux. Elles sont moins importantes. La plus importante source et elle de **Boussenibe (Toumiette)** qui aliment auparavant le village, ais actuellement la cité **Toumiette** du **Birgou**.

Toutes les principales sources où Oueds s'échappent du seul point calcaire de la région **Toumiette**.

II-I-2-2) – Les ressources en eau :

Le secteur **N°3** reçoit uniquement l'eau du barrage de **Zerdezas** et possède un réservoir de régulation journalière (**R3**), d'une capacité **22000 m³**. Situé sur une colline au **Sud** de la ville d'**El-Harrouch**, ses côtes son **166** m de crête et **159** m de fond.

On ne peut pas irriguer la totalité du secteur par le réservoir (**R3**) c'est pourquoi, il a été réalisé un pompage supplémentaire au niveau du réservoir **N°3** pour refouler l'eau au réservoir **N°5** est à la côte **209** m.

II-I-2-3) – Qualité des eaux d'irrigation :

Aux fins de l'irrigation, la connaissance des caractéristiques chimiques des eaux revêt une grande importance dont deux éléments conditionnent la possibilité d'utiliser les eaux en vue de l'irrigation : le **pH** et la **salinité**, on peut citer aussi la température et la présence d'autres éléments.

Les ressources sont destiné à alimenter notre périmètre est le barrage de « **Zerdezas** ».

- **L'analyse physico-chimique de l'eau d'irrigation :**

L'analyse de l'eau d'irrigation est effectuée par l'agence nationale des ressources hydraulique (**A.N.R.H**).

Tableau N° II. 2 : Résultats d'analyse de l'eau du barrage de Zerdez

Température	10.0
Solides dissous	515
Solide en suspension (mg/l)	10.0
Conductivité (m mhos/cm)	0.720
Alcalinité meq/l	3.24
pH	8.34
PO ₄ ⁻ mg/l	0.02
O ₂ mg/l	10.99
NO ₂ mg/l	0.03
NO ₃ mg/l	6.8
SO ₄ ⁻ mg/l	4.16
CL ⁻ mg/l	47.59
CA ⁺⁺ mg/l	72.31
MG ⁺⁺ mg/l	18.17
NA ⁺ mg/l	41.11
K mg/l	2.6

(Source : ANRH Skikda)

- **La salinité :**

Deux paramètres permettent de déterminer la salinité :

- La conductivité électrique **CE**.
- Le **SAR** (Sodium Adsorption Ratio)

a- la conductivité électrique CE :

La conductivité électrique **CE** mesurée à 25°C est exprimée au **ds/m** rend compte de la salinité globale des eaux.

Quatre classes de risque salin ont été définies :

- C1** : Risque faible **CE ≤ 0.25**
- C2** : Risque moyen **0.25 < CE < 0.75**
- C3** : Risque élevé **0.75 < CE < 2.25**
- C4** : Risque très élevé **CE > 2.25**

b- Le S.A.R (Sodium Adsorption Ratio) :

Si l'eau est riche en sodium, celui-ci peut se fixer sur le complexe du sol est alors une action défloculante.

Les analytiques en notre possession nous permettent de déterminer le degré de **S.A.R** celui-ci est donné par la formule suivante :

$$S.A.R = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Mg^{++} + Ca^{++}}{2}}}$$

Avec : **Na⁺** : en meq/l

Mg⁺⁺ : en meq/l

Ca⁺⁺ : en meq/l

Trois classes de risque alcalin ont été définies, en relation avec le risque :

- S1** : Risque faible **SAR < 10**
- S2** : Risque moyen **10 < SAR < 18**
- S3** : Risque élevé **SAR > 26**

Barrage de Zerdez	
C.E m mhos/cm	0.72
S.A.R meq/l	3.24

• **Le pH**

Le pH est un indicateur de l'acidité de l'eau, une eau d'irrigation est à pH normale s'il est compris entre **6.5** et **8.4** (FAO 1988 N°29).

Donc l'eau d'irrigation de notre périmètre d'étude présente un pH égal :

pH barrage de Zerdez : **8.34**

Conclusion :

L'eau issue, des eaux deux ressources, située dans la classe (C-S), correspond à une eau de **moyenne salinité** et **faible danger d'alcalinisation**. Elle est donc estimée de **bonne** qualité pour l'irrigation.

II-I-2-4) - Hydrographie :

Dans les massifs **schisto-gneissique** de **Skikda** la source sont peu nombreuses et n'ont qu'un très faible débit (1l/s).

Les oueds drainent la majeure partie des ressources hydraulique avec de forts débits en hiver et de faible débit en été. La Wilaya de **Skikda** couvre en une grande surface représentant plus de **1000 hm³** d'écoulement annuel.

Malgré cet apport considérable plusieurs localités souffrent du manque d'eau aussi bien pour la consommation domestique que pour l'irrigation. Les ressources de la Wilaya de **Skikda** représentées par l'écoulement de principaux bassins sont représentées dans les deux tableaux ci-dessous : (DSA, 2011).

Tableau N° II. 3 : L'écoulement des principaux bassins :

Bassin Versant	Superficie (Km ²)	Écoulement (Hm ³)
Oued Cap Bougaroun	497	-
Oued Guebli	998	490
Oued Bibi	203	-
Oued Saf-Saf	1165	150
Fil-Fila	134	-
Kerir à O.El Hammam	1128	390
Kerir à O.Magroun	721	

(DSA Skikda, 2011)

Les bassins versants de la wilaya sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau N° II. 4 : Les bassins versants

Bassin Versant	Superficie (Km ²)
Guebli	8.55
Saf-Saf	13.05
Oued Bibi	0.16
Kerir Ouest	18.90
Côtier Fil-Fila	5.36
TOTAL	46.02

(DSA Skikda, 2011)

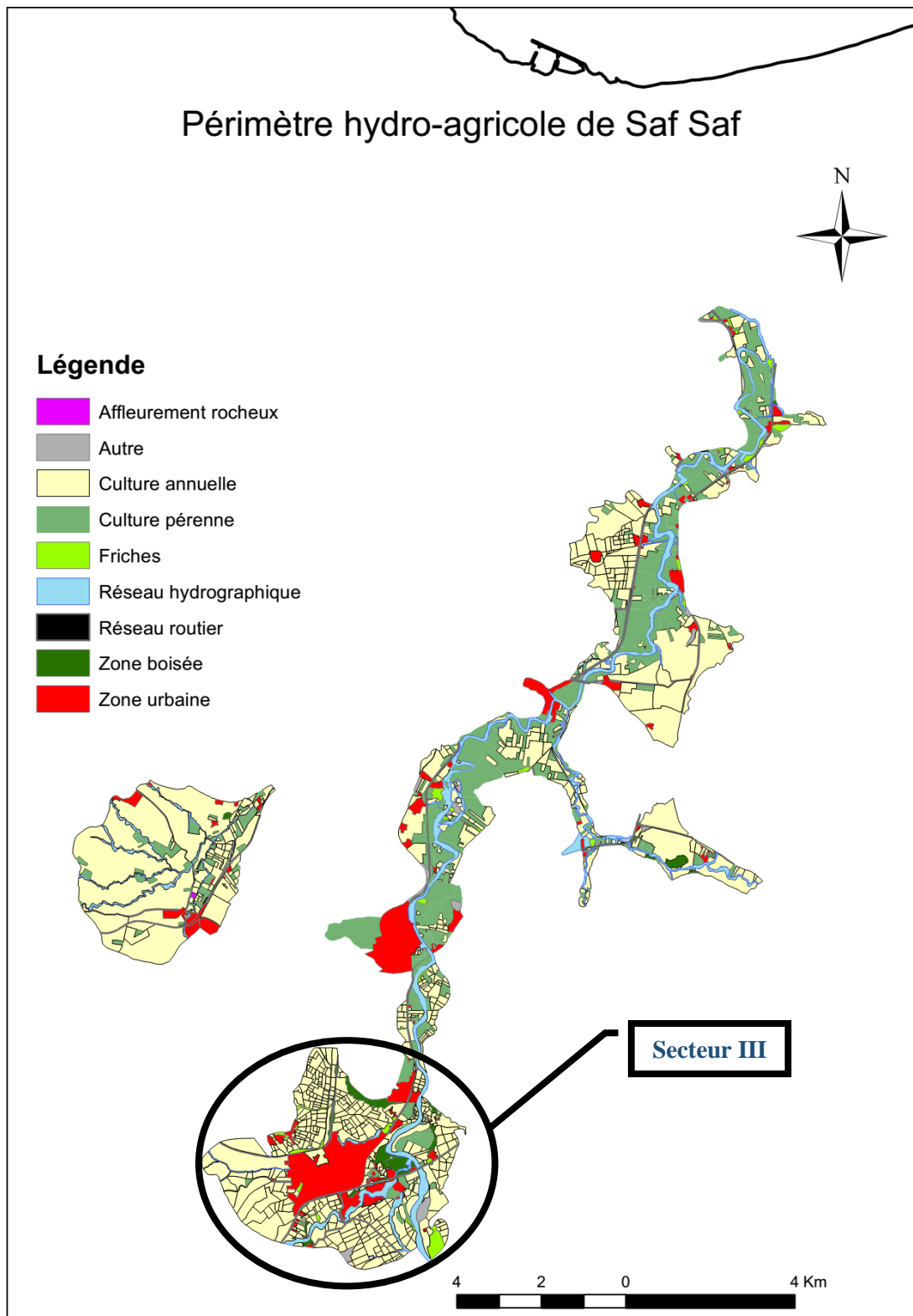


Figure N° II. 2 : Plan du périmètre hydro-agricole de Saf-Saf (Source ONID Alger)

II-II) - Les ressources en Sol :

L'étude pédologique du secteur en question était fait par le bureau d'étude Espagnol « **INTECSA** » au cours de l'année **1981**, ainsi dans le cadre d'établir la carte des sols par **BENDER**. Ces deux études nous ont permis de distinguer quatre classes de sol. Il s'agit des sols **alluviaux récents**, sols **alluviaux anciennes** des vallées et **sols argileux** et **grès**.

II-II-1) - Sols alluviaux récents :

Ces sols sont des sols azonaux typiques. D'origine fluviale, se localisant dans le lit majeur d'Oued **Saf-Saf**. Ces sols sont très souvent rajeunis par des dépôts de matériaux récents (alluvions), en période d'inondation.

II-II-2) - alluviaux anciennes :

Ces sols appartiennent à la catégorie des terrains de recouvrement sur les vallées du secteur **III**, se situent sur les anciennes terrasses alluviales. Elles sont constituées de sables et de graviers. Elles peuvent contenir des galets, des cailloutis divers et même une matrice argileuse. Elles constituent un bon niveau de fondation si leur épaisseur est suffisante.

II-II-3) - sols argileux et grès :

Ces sols sont des roches sédimentaires à grains fins, se situent sur les plaines d'**El-Harrouch**, appelée couramment terre glaise. Avec le grès qui est une roche poreuse constituée de grains de sable liés par un ciment siliceux ou calcaire.

II-II-4) - Caractéristiques physico-chimiques des sols :**II-II-4-1) - la texture :**

La texture est une propriété du sol qui traduit de manière globale la composition granulométrie de la terre fine. L'analyse de la texture d'un sol détermine les proportions d'argile, de limon et de sable.

D'après ce tableau N°...et la carte de texture de la région, on peut retrouver la texture probable d'une terre est : **Limon-argileux**

II-II-4-2) - La densité apparente :

La densité apparente est le poids des grains par rapport au volume de terre en place :

$$Da = \frac{\text{poids de terre}}{\text{volume de terre en place}}$$

On mesure la densité apparente d'un sol par enfouissement d'un cylindre de volume connu dans le terrain, et par détermination du poids sec de cet échantillon.

Pour notre cas **Da=1,5**.

II-II-4-3) - La perméabilité du sol :

La perméabilité du sol ou la vitesse d'infiltration est définie par la vitesse apparente de l'eau s'écoulant à travers un sol saturé, sous une pente motrice à l'unité. C'est le coefficient **K** de la loi de **Darcy**. Elle est dépend tout d'abord de la porosité, mais surtout de la configuration des pores et la stabilité des agrégats. Dans notre cas :

$$K = 17.3\text{mm/h.}$$

II-II-4-4) - Le pH du sol :

Le pH d'un sol est la mesure de la quantité d'ions **H⁺** libre dans sa solution. Cette quantité d'ions **H⁺** a été effectuée grâce à un pH mètre de la mesure : **pH=7.5**.

La valeur est acceptable, car on sait que la plus part des plantes cultivées présente leur développement optimum au voisinage de la neutralisation ou un peu en dessous.

II-II-4-5) - La conductivité électrique :

C'est une caractéristique très importante. Elle est l'expression de la quantité globale d'ions existant dans la solution du sol. Elle représente donc la concentration globale en sels solubles. Pour notre cas, le résultat de la mesure est de **0.018 m mhos/cm** qui veut dire que le risque de la salinité est faible.

Tableau N° II. 5 : classification de risque salinité suivant la valeur de CE

Conductivité électrique (ms/cm)	Le risque de salinité
CE<0.25	Faible
0.25<CE<0.75	Moyen
0.75<CE<2.25	élevé
CE>2.25	Très élevé

(Source : classification américaine)

- D'après une étude faite par des pédologues en **2012** au laboratoire des chimies des sols, le périmètre d'irrigation d'**El-Harrouch** contient des pentes légères, le sol est profond et à **texture** à tendance **limono argileuse**.

Tableau N° II. 6 : L'analyse physico-chimique du sol

Analyse physique du sol			Analyse chimique du sol sur une profondeur de 25 cm						
Argile	Limon	Sable	C.E	pH	CaCO ₃ totale%	N%	M.O %	P%	K%
19.76	Limon fin 49.80	Sable fin 0.27	0.018 m mhos/cm	7.5	0.29	0.064	1.39	0.39	0.77
	Limon grossier 25.05	Sable grossier 5.26							

(Source : ANRH Constantine)

II-II-5) - Propriétés hydrodynamiques des sols :

Précédemment, les analyses des sols ont révélé la texture **limon-argileux** des sols de notre périmètre. Pour une meilleure exploitation de l'irrigation, il est nécessaire de connaître les propriétés hydrodynamiques des sols, indispensables aux calculs des doses d'irrigation.

Tableau N° II. 7 : Propriétés hydrodynamiques des sols

Texture	limon-argileux
Capacité au champ (%)	27
Point de flétrissement (%)	13
Vitesse de perméabilité (mm/h)	27.3

(Source : DSA Skikda)

II-II-6) - Description des profils :Nom du profil : **El-Harrouch**Numéro du profil : **P33**Date de description : **07/07/84**Physiographie : fond de vallée, **110 m** d'altitudeTopographie : plat, **0-4%** de penteMat. Parent. : **Alluvions/ colluvions** dérivant de différents matériauxDrainage : **normal**Végétation : **jachères**

Classification : USDA : typic Haploxeroll

FAO: Calcaric Phaeozem

A1 - 0-45 cm:

Noir (**10 YR 2/1**) (**sec**), limon fin, grumeleux, peu plastique et peu collant, ferme, nombreux pores fins, **2 à 5 %** de graviers calcaires de **1 à 2 cm** diamètre, forte effervescence à l'**Hcl**, très nombreuses racines fines et moyennes, transition diffuse.

IIBw – 45-95 cm :

Brun gris très foncé (**10 YR 3/2**) (**sec**), limon sableux, polyédrique subangulaire, peu plastique et peu collant, ferme et dur, nombreux pores fins, forte effervescence à l'**Hcl**, nombreuses racine fines et moyennes, transition diffuse.

IIIC – 95-200 cm :

Brun foncé (**10 YR 3/3**) (**sec**), limon sableux, massif, peu collant et peu plastique, friable, très nombreux pores fins et moyens, **2 à 5%** de gravier de **2 à 4 cm** de diamètre, forte effervescence à l'**Hcl**, peu de racines fines.

II-II-7) - Structure du secteur agricole :

Selon l'enquête foncière réalisée dans la zone, la répartition est représenté dans le tableau suivant :

Tableau N° II. 8 : Structure foncière par commune selon le statut juridique en ha

	CG	CAM	privé
El-Harrouch	2.5%	81.4%	16.0%

(Source : ONID Skikda)

Classes de superficie :

Classe **A** : exploitations de 0 à 5 ha Classe **B** : exploitations de 5.1 à 15 ha

Classe **C** : exploitations de 15.1 à 40 ha Classe **D** : exploitations de 40.1 à 100 ha

Classe **E** : exploitations > 100.1 ha

La répartition sur l'ensemble du périmètre *Saf-Saf* des exploitations en fonction des classes de superficie est la suivante :

Tableau N° II. 9 : Répartition sur l'ensemble du périmètre Saf-Saf

Classes d'exploitations	% du nombre des exploitations	% de la superficie couverte par ses exploitations
A	32.7	0.8
B	25.5	2.6
C	20.0	4.7
D	4.4	3.3
E	17.2	88.4

(Source : ONID)

On peut se prendre compte, que pour l'ensemble du périmètre le pourcentage des très petites exploitations est élevé, mais que la superficie occupée est très faible. Par contre le nombre de propriétés supérieures à **100** ha est relativement peu important, mais la superficie couverte est considérable.

Tableau N° II. 10 : Répartition sur le secteur III El-Harrouch

commune	Classes de propriété	% du nombre des exploitations	% de la superficie couverte par ces exploitations
El-Harrouch	A	0	0
	B	21.7	1.5
	C	39.1	5.3
	D	13.0	5.6
	E	26.1	87.6

(Source : ONID Skikda)

On peut constater que les **très petites** exploitations sont dominantes en nombre sur la majorité des communes, et que les **grosses**, peu nombreuses dans chaque commune, occupent la presque **totalité** de la superficie.

Les superficies des exploitations appartenant au secteur socialiste ou coopératives d'anciens-moudjahidines sont toutes supérieures à **100 ha**.

Les explorations de ce type appartenant au secteur privé, sont peu répandues

Tableau N° II.11 : Exploitations socialiste, coopératives d'anciens-moudjahidines

commune	CG+CAM % du nombre d'exploitation 100 ha	Secteur privé
El-Harrouch	86	14

(Source : ONID Skikda)

L'exploitation du sol :

L'enquête a montré que très peu de terre faisant partie du secteur privé était donnée en fermage (deux exploitants uniquement, sur ceux ayant fait l'objet de l'enquête) on peut dire que le faire valoir direct représente la quasi-totalité des cas dans la vallée du Saf-Saf, et l'on peut assimiler propriété et exploitation.

Dans les deux cas rencontrés, le contrat qui régit les rapports entre les intéressées est l'association, par ce contrat proche du métayage l'une des parties le bailleur apporte la capital foncier, l'autre partie fournit les moyens de production.

II-II-8) - Etude de classification des terres :

Plusieurs facteurs, plus ou moins interdépendants, de nature diverses (édaphique, climatique, topographique, physique chimique ...etc.) déterminent la capacité potentielle d'utilisation d'un sol.

En fonction de leur importance et de la possibilité de les évaluer dans le cadre des objectifs et délais de cette étude. Sept (7) facteurs ont été retenus. Il s'agit

- des pentes
- des disponibilités hydriques (pluviométrie et irrigation)
- de la profondeur d'enracinement
- de la texture du sol.
- de la salinité éventuelle.
- du degré de porosité
- et de l'érosion.

Les trois premiers facteurs son considéré comme étant déterminant pour la définition des classes de potentialités agronomique du sol.

Les quatre suivants sont considérés comme des facteurs de contraintes qui, s'ils sont importants, peuvent déclasser les sols d'une catégorie à l'autre.

Chacune des trois (03) premiers facteurs a été subdivisé en deux, trois ou quatre rangs selon le tableau ci-dessous. (Le facteur « disponibilité hydriques » étant dissocié en deux rubriques : Pluviométrie et Irrigation).

Tableau N° II. 12 : Les classes de potentialités agronomiques du sol

Rangs \ Facteurs	1	2	3	4
Pente	0 à 12.5 %	12.5 à 25%	>25%	-
Pluviométrie	>600mm	400 à 600mm	300 à 400 mm	<300 mm
Irrigation	Irrigué prêt à l'être	sec	-	-
Profondeur	>80 cm	30 à 80 cm	<30 cm	-

De même, les quatre suivants ont été subdivisés en trois niveaux de contrainte selon le tableau suivant :

Tableau N° II. 13 : Classes de potentialités agronomiques avec niveau de contrainte

	Niveau ou degré de la contrainte		
	Absence de contrainte	Contrainte modérée	Contrainte lourde
Texture	Texture équilibrée	Texture moyennement lourde ou moyennement légère	Sable (dunes)
Salinité	Absente ou faible < 4mm hs/cm	Moyenne 4 à 8 mmhs/cm	Forte > 8 mm ha/cm
porosité	Absente ou faible < 5% de volume	Moyenne 5 à 30 % du volume	Forte > 30 % de volume
Erosion (actuelle ou potentielle)	absente	modéré	Forte

II-II-8-1) - Les classes de capacité agronomique potentielle du sol :

La combinaison des facteurs pente, profondeur et disponibilité en eau permet de classer les différentes catégories de sol en quatre classes de potentielle qui sont les suivantes :

Classe 1 : Potentialité agricole très élevée :

Classe 2 : potentialité agricole bonne

Classe 3 : potentialité agricole moyenne

Classe 4 : potentialité agricole faible ou nulle

Tableau N° II. 14 : S.T et S.U.A d’El-Harrouch

Superficie totale planimétrie (S.T)	33 262 ha
Superficie utilisé par l’agriculture (S.U.A)	23 654 ha

$$\frac{S.U.A}{S.T} = 0.71$$

Irrigation : d’après la statistique agricole **1 %** de la **S.U.A** est irrigué

Pluviométrie : toute la commune reçoit plus de 500 mm de pluie par an.

Topographie : **11 %** des terres de la **S.U.A** sont situés en plaine

33 % des terres de la **S.U.A** sont situés sur des piémonts.

55 % des terres de la **S.U.A** sont situés sur des terrains accidentés.

Sol : **32 %** des sols de la **S.U.A** sont profonds

37 % des sols de la **S.U.A** sont moyennement profonds.

25 % des sols de la **S.U.A** sont peu profond.

4 % des sols de la **S.U.A** présentent une contrainte modérée de texture

3 % des sols de la **S.U.A** sont effectués par une fiable érosion localisée essentiellement dans la partie Sud Est de la commune.

Tableau N° II. 15 : Classification des terres d’El-Harrouch

	Superficie en ha	Superficie en % du total	Superficie en % de la S.U.A
Classe 1	1729	5.20	7.30
Classe 2	-	-	-
Classe 3	6122	18.40	25.88
Classe 4	15803	47.51	66.81
Total S.U.A	23.654	71.11	100
Urbain	278	0.84	-
Forêts bois et maquis	9165	27.55	-
Lit d’oued	165	0.50	-
Total	33.262	100	-

(Source : ONID Skikda)

- la commune à de bonnes potentialités agricoles (**71.47%** de SUA)

- **67 %** de la SUA sont à faible potentialités.

II-II-9) - Occupation du Sol :

II-II-9-1) - La végétation :

La plus grande richesse de la Wilaya de Skikda est incontestablement constitué par la forêt qui a donné naissance à la grande industrie du bios et de liège. Pour situer son importance, il suffit de préciser que cette forêt couvre cinquante pour cent (50%)

environ de la superficie de la wilaya. La majorité de ces habitants vit en milieu forestier (DSA, 2011).

II-II-9-2) - Occupation du Sol du secteur d'El-Harrouch :

Les principaux critères utilisés pour la détermination des cultures sont :

- La profondeur utile du sol.
- La texture.
- La structure, l'hydromorphie, la réaction de sol et le calcaire.

D'après, l'étude des caractéristiques et des propriétés ces sol peuvent convenir aux toutes les cultures céréalières, fourragères, maraîchères et industrielles.

Tableau N° II. 16 : Occupation du Sol du secteur d'El-Harrouch

Cultures		Surface (%)		Surface (ha)
Arboriculture	Oliviers	5.32	7.65	44.3
	Agrumes	1.43		11.9
	Arbres fruitiers	0.90		7.5
Industrielle	Tomate	2.22	7.25	18.5
	Betterave	1.01		8.4
	Coton	4.02		33.4
Céréaliculture	Blé	10.86	25.57	90.4
	Orge	12.05		100.3
	Orge en vert	2.66		22.1
Fourragères	Luzerne	1.77	14.48	14.7
	Avoine	5.56		46.3
	Maïs grain	7.15		59.5
cultures maraîchères	Pomme de terre	12.90	24.80	107.3
	Oignon d'hiver	0.87		7.2
	Piment	0.96		8.0
	Poivron	0.88		7.3
	Carotte	4.04		33.6
	laitues	0.93		7.7
	Courgette	0.75		6.2
	Concombre	0.75		6.2
	Pastèques	1.97		16.4
Légumineuse	Fève/pois vert	5.32	6.55	44.3
	Haricot vert	1.23		10.2
autre cultures fourragères		2.00	2.00	16.6
autre culture		11.70	11.70	97.3

(Source : ONID Skikda)

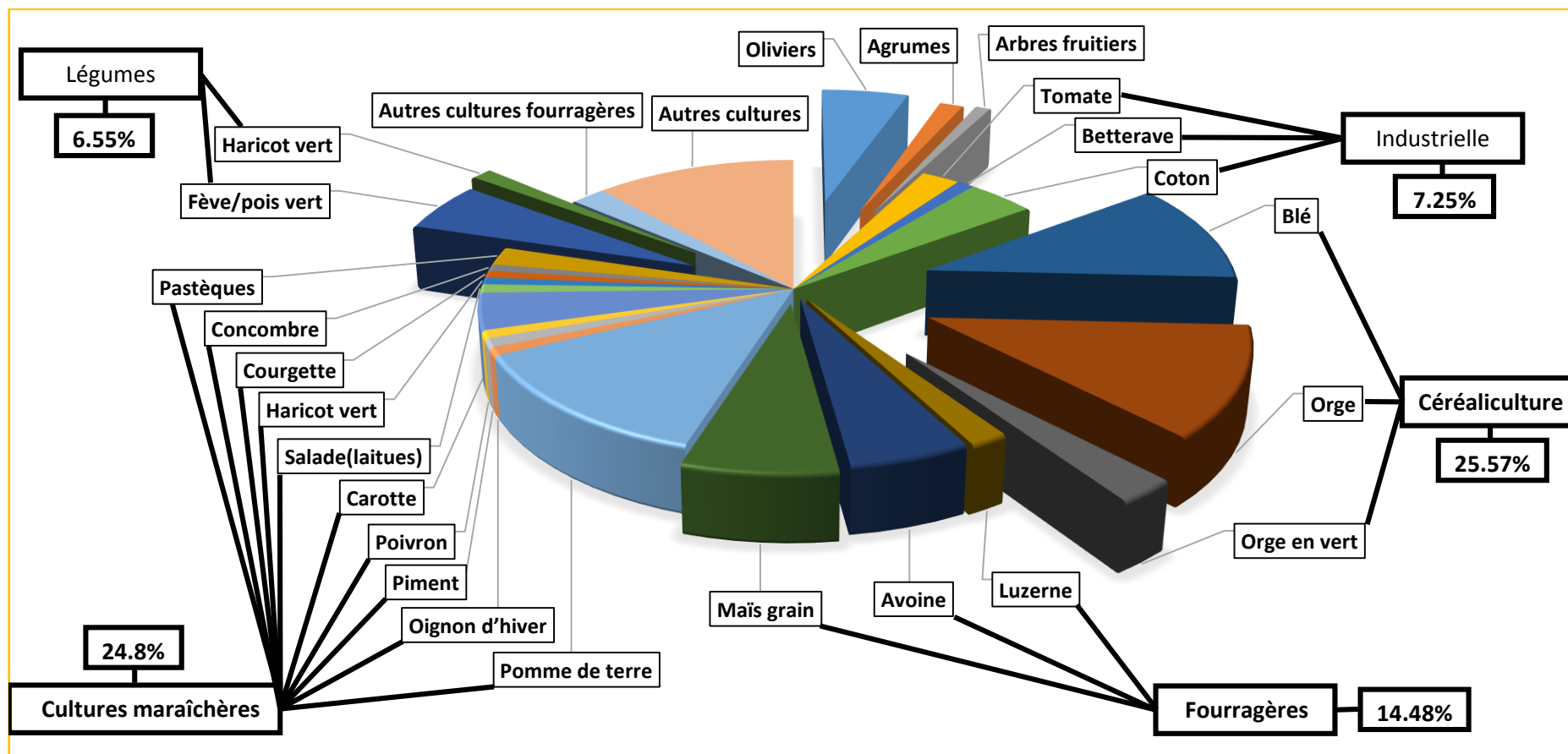


Figure N° II. 3 : Répartition des cultures dans le secteur d'El-Harrouch

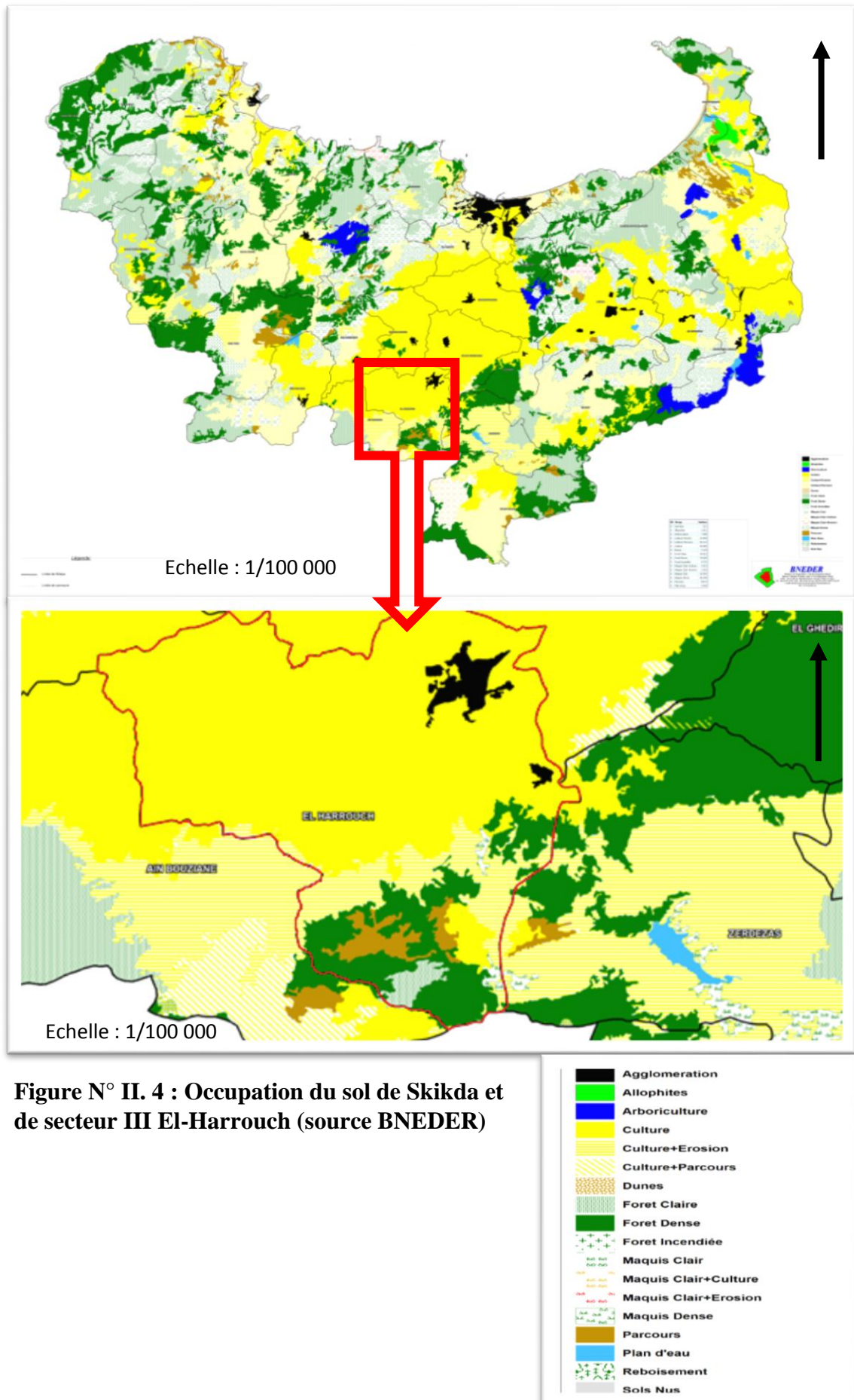


Figure N° II. 4 : Occupation du sol de Skikda et de secteur III El-Harrouch (source BNEDER)

Conclusion :

A travers ce chapitre nous avons définis les ressources en eaux disponibles dans la région d'**El-Harrouch**. On a constaté l'insuffisance de la ressource en eau actuelle pour cela dans le cadre de ce projet la principale ressource en eau sera celle de le barrage du **Zerdezas** qu'il a une capacité de **18.112 Hm³** et un volume régularisé de **18Hm³**.

D'après les résultats d'analyse chimique, le calcul de la conductivité électrique **CE** et le rapport d'absorption du sodium **SAR** de l'eau d'irrigation du barrage, on a constaté que l'eau est de **bonne** qualité pour l'irrigation

Aussi, les exploitants agricoles utilisent les eaux souterrains de la nappe de **Saf-Saf** à partir des puits et des forages pour combler le déficit agricole.

Pour les ressources en sol, l'étude pédologique du périmètre a pour objectif :

- D'apprécier les potentialités naturelles des terres vis-à-vis de l'irrigation.
- Le choix judicieux des cultures à mettre en place.
- D'apporter des données fondamentales, caractérisant la relation entre le sol et l'eau qui conditionnent la conduite et l'organisation des arrosages.

Dans le secteur d'**El-Harrouch**, on rencontre les trois types de sol, Argileux, limoneux, Sablonneux ; mais d'une façon générale et de point de vue nature géologique les terres de la commune sont d'origine alluvionnaire et font partie de la formation **EOCENE (Nord et Nord-Est de Constantine)**.

La couche travaillée peut aller de **1.50** jusqu'à **2** m de profondeur.

En conclusion, les sols de la commune conviennent surtout aux cultures céréalières, légumineuses, maraichères et oliviers.

Chapitre III

Etude

Hydrologique

Introduction :

Le but principal de l'étude hydrologique c'est de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquence donnée qui nous a conduites à calculer les besoins en eau des cultures implantées.

Le périmètre est situé dans une zone assez bien pourvue en stations pluviométriques qui fonctionnaient pendant de longues périodes ; cependant l'étude hydrologique ne concerne que la station la plus proche du périmètre : La station d'**El-Harrouch**.

Ainsi, ce chapitre a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies et de fréquence, pour une série d'observations requises de **47 ans (1967-2013)**.

III-1) -Présentation de la station :

La station d'El-Harrouch est prise comme station de référence, ses caractéristiques sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau N° III. 1 : les caractéristiques de la station d'El-Harrouch

Code	030906
Nom de station	El-Harrouch
Lieu	Skikda
X	869.7
Y	379.7
Z	137
Période d'observation	1908-2014
Période d'observation sans lacunes	1967-2013

(Source : ANRH Alger)

III-2) - Hydrologie :

L'étude hydrologique dans notre cas a pour but de déterminer les précipitations mensuelles de fréquence ou dépassement de **80%**.(TOUAÏBIA Bénina 2004)

Le tableau N° **III.2**, illustre la précipitation moyenne mensuelle de **1967** au **2013** :

Tableau N° III. 2 : Précipitations moyennes mensuelles en (mm) (1967-2013)

Année	S.	O.	N.	D.	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	M.A
1967	41.6	10.9	115.4	103.0	106.4	38.1	12.2	25.1	6.6	33.6	0.0	0.0	492.9
1968	4.9	0.0	28.4	46.8	28.7	9.3	27.5	5.8	8.8	9.8	0.0	9.3	179.3
1969	71.3	77.5	1.6	155.9	33.6	88.1	59.0	123.6	12.7	5.0	0.0	6.5	634.8
1970	0.9	66.1	4.2	46.1	122.5	111.8	108.9	21.0	46.5	4.8	6.8	0.2	539.8
1971	82.4	59.3	51.0	23.9	133.3	63.0	85.4	110.4	57.3	6.1	0.6	13.0	685.7
1972	31.6	65.8	0.0	89.5	167.4	109.2	119.7	26.2	0.0	41.1	0.0	0.0	650.5
1973	43.7	68.0	29.8	69.5	0.8	60.2	44.8	59.6	28.3	0.0	3.6	0.0	408.3
1974	29.7	71.2	46.1	32.7	12.5	87.8	69.7	13.3	46.3	0.0	0.0	15.3	424.6
1975	19.2	22.6	107.4	47.8	78.2	87.9	88.1	42.3	35.5	5.3	33.7	11.7	579.7
1976	50.1	82.0	79.1	19.7	55.9	15.5	14.2	61.5	60.2	26.6	0.0	19.6	484.4
1977	5.1	0.0	109.7	7.2	101.3	89.9	41.7	61.2	69.7	0.4	0.0	30.8	517.0
1978	7.2	26.6	105.9	19.4	61.3	111.9	77.5	155.0	5.5	38.4	4.2	0.6	613.5
1979	48.9	51.2	54.2	48.7	46.7	46.5	61.8	57.8	52.4	0.6	1.7	3.0	473.5
1980	19.3	19.9	36.7	139.1	65.8	68.9	57.7	21.1	11.6	35.0	0.0	21.4	496.5
1981	11.5	22.2	34.7	95.8	83.3	75.5	128.0	57.6	23.4	7.3	0.0	0.0	539.3
1982	9.8	158.9	198.4	101.2	10.4	27.2	25.7	7.3	14.1	2.4	0.0	1.2	556.6
1983	28.3	36.0	88.2	42.2	112.3	118.3	17.7	19.2	4.5	8.3	0.0	8.3	483.3
1984	36.5	133.8	16.3	379.6	85.2	46.9	159.8	35.2	36.8	2.1	0.0	0.0	932.2
1985	22.6	24.6	26.9	30.8	108.4	39.8	98.0	37.0	8.6	11.6	5.2	0.4	413.9
1986	28.2	105.1	135.3	129.9	71.0	152.3	51.7	25.9	69.7	0.0	5.5	0.3	774.9
1987	0.3	29.5	66.3	21.6	62.8	56.0	33.3	19.1	20.1	27.0	7.1	0.0	343.1
1988	38.2	1.3	72.8	216.0	50.1	39.3	33.4	55.5	6.0	18.1	4.6	4.5	539.8
1989	30.6	52.1	45.8	62.0	141.8	1.1	27.7	75.0	39.0	21.1	3.1	3.1	502.4
1990	0.0	19.1	92.4	147.5	43.3	79.3	130.0	65.9	48.8	26.6	0.0	4.3	657.2
1991	42.7	128.8	28.0	21.7	55.2	71.1	136.3	86.7	81.6	14.3	8.7	0.0	675.1
1992	0.0	34.4	74.1	231.7	78.3	54.7	28.3	17.8	57.9	10.2	0.0	1.2	588.6
1993	12.8	49.9	20.7	101.3	61.0	59.8	15.1	87.9	9.0	0.0	0.0	0.0	417.5
1994	28.1	88.5	20.1	114.1	254.2	25.4	113.2	36.8	5.3	38.3	0.0	2.7	726.7
1995	72.6	29.6	45.2	28.4	102.8	227.0	46.6	78.2	46.2	17.1	1.5	2.7	697.9
1996	39.6	35.5	34.7	76.0	68.7	28.8	47.7	52.2	20.4	10.6	0.0	20.7	434.9
1997	53.4	8.9	92.8	124.1	27.2	74.4	49.5	67.8	80.7	3.3	0.0	8.0	590.1
1998	69.4	50.1	184.2	45.0	70.7	38.0	37.2	17.9	8.3	8.8	5.9	5.3	540.8
1999	14.7	14.8	65.6	146.9	24.3	23.8	23.5	17.6	100.7	6.5	0.0	12.7	451.1
2000	1.9	53.3	29.7	50.3	144.5	55.9	18.4	57.9	33.1	0.0	0.0	0.3	445.3
2001	65.4	4.9	75.3	31.5	32.6	89.4	17.9	52.6	8.4	2.7	25.9	29.6	436.2
2002	14.3	59.0	162.8	103.1	237.8	81.7	30.4	117.3	19.5	0.2	0.0	0.0	826.1
2003	80.0	34.8	21.6	156.2	70.8	15.1	54.9	84.5	77.9	37.7	0.0	7.5	641.0
2004	34.6	44.2	219.2	155.9	89.9	126.9	43.8	105.5	0.0	0.0	1.6	2.3	823.9
2005	11.9	15.4	26.4	112.1	117.0	85.9	39.4	5.2	48.0	4.2	0.0	8.6	474.1
2006	35.9	39.1	25.7	169.9	21.3	48.5	182.8	56.5	9.3	22.4	0.6	3.4	615.4
2007	31.4	61.0	55.4	128.4	8.8	30.8	117.8	17.0	57.1	11.5	4.3	1.7	525.2
2008	60.2	21.0	53.4	45.7	192.0	57.3	51.9	107.5	66.6	0.0	3.3	2.5	661.4
2009	176.2	58.2	50.8	47.4	125.6	38.5	49.1	28.1	61.8	14.4	0.8	4.3	655.2
2010	17.2	63.5	140.6	46.5	27.3	227.1	108.6	46.3	39.2	34.4	4.3	4.2	759.2
2011	20.7	127.9	94.9	63.2	45.5	118.2	93.3	51.4	3.6	1.2	0.7	59.5	680.1
2012	52.5	28.5	36.6	56.4	82.2	117.8	55.4	33.1	23.8	23.9	3.4	61.2	574.8
2013	32.0	32.6	195.7	56.9	68.6	56.6	157.3	7.0	44.9	7.1	0.0	0.1	658.8
Moy.	34.7	48.7	70.2	89.1	80.6	71.8	65.8	51.4	34.4	12.8	2.9	8.3	570.7

La répartition des pluies est caractérisée par deux saisons bien marquées :

Une période humide allant de **Novembre** à **Avril** qui correspond à **80%** du total annuel.

Une saison sèche allant de **Mai** à **Octobre** avec des minima en **juillet** et **août** durant lesquels les précipitations sont faibles.

III-3) - L'homogénéité de la série pluviométrique :

L'homogénéité est une analyse statistique de l'information aidant à une prise de décision conséquence.

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de **Wilcoxon**.

La vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé ci-dessous.

On divise la série complète en deux sous séries **Y** et **X** tel que :

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

On constitue par la suite, la série **X** unions **Y** après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre décroissant. A ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang tout en précisant à quelle sous séries appartient elle.

Mr **Wilcoxon** (TOUAIBIA ; 2004) montré que la série est homogène avec une probabilité de **95%**, si la relation ci-dessous est vérifiée.

Avec :

$$W_{\min} < W_y < W_{\max}$$

W_y : Somme des rangs de sous séries.

$$W_y = \sum_{i=1}^n \text{Rang}$$

$$W_{\min} = \frac{(N_1 + N_2 + 1)N_1 - 1}{2} - U_{1-\frac{\alpha}{2}} \left(\frac{(N_1 N_2)(N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{\frac{1}{2}}$$

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

Tableau N° III. 3 : Le procédé de test d'homogénéité pour la station d'El-Harrouch

Rang	P (mm)	Série X (mm)	Série Y (mm)	TRI (mm)	XUY
1	492.90	343.10	492.90	179.3	Y
2	179.30	539.80	179.30	343.1	X
3	634.80	502.40	634.80	413.94	Y
4	539.80	657.20	539.80	417.5	X
5	685.70	675.10	685.70	424.58	Y
6	650.50	588.60	650.50	434.9	X
7	408.30	417.50	408.30	436.2	X
8	424.58	726.70	424.58	445.3	X
9	579.70	697.90	579.70	451.1	X
10	484.43	434.90	484.43	473.5	Y
11	517.00	590.10	517.00	474.1	X
12	613.50	540.80	613.50	483.3	Y
13	473.50	451.10	473.50	484.43	Y
14	496.50	445.30	496.50	492.9	Y
15	539.30	436.20	539.30	496.5	Y
16	556.60	826.10	556.60	502.4	X
17	483.30	640.95	483.30	517	Y
18	932.20	823.90	932.20	525.2	X
19	413.94	474.10	413.94	539.3	Y
20	774.90	615.40	774.90	539.8	X
21	343.10	525.20		539.8	Y
22	539.80	661.40		540.8	X
23	502.40	655.20		556.6	Y
24	657.20	759.20		574.8	X
25	675.10	680.07		579.7	Y
26	588.60	574.80		588.6	X
27	417.50	658.80		590.1	X
28	726.70			613.5	Y
29	697.90			615.4	X
30	434.90			634.8	Y
31	590.10			640.95	X
32	540.80			650.5	Y
33	451.10			655.2	X
34	445.30			657.2	X
35	436.20			658.8	X
36	826.10			661.4	X
37	640.95			675.1	X
38	823.90			680.07	X
39	474.10			685.7	Y
40	615.40			697.9	X
41	525.20			726.7	X
42	661.40			759.2	X
43	655.20			774.9	Y
44	759.20			823.9	X
45	680.07			826.1	X
46	574.80			932.2	Y
47	658.80			179.3	Y

$$W_y = 396$$

$$W_{\min} = 388.41$$

$$W_{\max} = 571.59$$

$$\text{Donc : } 128.22 < W_y < 246.78$$

La condition de Mr **Wilcoxon** est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelle de la station d'**El-Harrouch** est **homogène** à seuil de **(1- α)** avec **$\alpha=0.05$** .

III-4) - Etude de l'échantillon et le choix du type de loi :

La pluviométrie est souvent ajustable à des lois statistiques très nombreuses, on utilise pour notre projet celle qui garantit le meilleur ajustement possible.

Les lois d'ajustement les plus communément employées sont les suivantes :

- Loi de **Gauss** ou loi Normale.
- Loi de **Galton** ou loi log -Normale.

III-4-1) -Ajustement à la loi de Gauss ou loi normal :

Le procédé de calcul consiste à :

- Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant.
- Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.
- Calculer la fréquence expérimentale par la formule de **Hazen**.
- Variable réduite de gauss : $U = \frac{x-\bar{X}}{\delta}$
- Calcul des caractéristiques empirique de loi (\bar{X} ; δ ; C_v ; $C_s=0$).
- Le coefficient de variation : $C_v = \frac{\delta}{\bar{X}}$.

L'équation de la droite de Henry sur papier de probabilité gaussien :

$$X_{P\%} = \bar{X} + \delta * U_{P\%}$$

Avec : $X_{P\%}$: précipitation de probabilité $P\%$.

$U_{P\%}$: variable réduit de Gauss.

\bar{X} : Moyenne arithmétique.

δ : Écart type

Pour les calculs on a utilisé le logiciel **HYFRAN**. Les résultats obtenus figurent aux tableaux **N°III.4, N°III.5 et N°III.6** et au Figure **N°III.1** :

Tableau N° III. 4 : Ajustement à une loi de Gauss (Résultats de l'ajustement)

Ajustement d'une série pluviométrique de la station d'El-Harrouch					
Résultats de l'ajustement					
Normale (Maximum de vraisemblance)					
Nombre d'observations : 47					
Paramètres					
mu	570.692979				
sigma	139.163075				
Quantiles					
q = F(X) (probabilité au non-dépassement)					
T = 1/ (1-q)					
T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
10000.0	0.9999	1090	57.7	975	1200
2000.0	0.9995	1030	51.9	927	1130
1000.0	0.9990	1000	49.2	904	1100
200.0	0.9950	929	42.5	846	1010
100.0	0.9900	894	39.4	817	972
50.0	0.9800	857	36.1	786	927
20.0	0.9500	800	31.3	738	861
10.0	0.9000	749	27.5	695	803
5.0	0.8000	688	23.7	641	734
3.0	0.6667	631	21.2	589	672
2.0	0.5000	571	20.3	531	610
1.4286	0.3000	498	21.7	455	540
1.2500	0.2000	454	23.7	407	500
1.1111	0.1000	392	27.5	338	446
1.0526	0.0500	342	31.3	280	403
1.0204	0.0200	285	36.1	214	356
1.0101	0.0100	247	39.4	170	324
1.0050	0.0050	212	42.5	129	296
1.0010	0.0010	141	49.2	44.1	237
1.0005	0.0005	113	51.9	11.0	214
1.0001	0.0001	53.1	57.7	-59.9	166

Tableau N° III. 5 : Ajustement à une loi de Gauss (Test d'adéquation)

Ajustement d'une série pluviométrique de la station d'El-Harrouch	
Test d'adéquation	
Normale (Maximum de vraisemblance)	
Hypothèses	
H ₀ : L'échantillon provient d'une loi Normale	
H ₁ : L'échantillon ne provient pas d'une loi Normale	
Résultats	
Résultat de la statistique	$\chi^2 = 7.19$
p-value	p = 0.3035
Degrés de liberté :	6
Nombre de classes	9
Conclusion :	
Nous pouvons accepter H ₀ au niveau de signification de 5 %	

Tableau N° III. 6 : Ajustement à une loi de Gauss (Comparaison des caractéristiques de la loi et de l'échantillon)

Ajustement d'une série pluviométrique de la station d'El-Harrouch		
Comparaison des caractéristiques de la loi et de l'échantillon		
Normale (Maximum de vraisemblance)		
	Carac. de la loi	Carac. de l'échantillon
Minimum	Aucun	179
Maximum	Aucun	932
Moyenne	571	571
Ecart-type	139	139
Médiane	571	557
Coefficient de variation (C _v)	0.244	0.244
Coefficient d'asymétrie (C _s)	0.00	0.0779
Coefficient d'aplatissement (C _k)	3.00	3.41

III-4-1-1) - Test de validité de l'ajustement à la loi de Gauss :

- **Test de Khi carrée :**

- On calcule $\chi^2_{\text{calculé}}$.
- On calcule le nombre de degré de liberté γ .
- On détermine $\chi^2_{\text{théorique}}$ sur la table de **Pearson IV** (voir tableau N° III.7 ci-après)

Avec : $\chi^2_{\text{théorique}} = g(\gamma, \alpha)$

La loi est adéquate pour une erreur $\alpha=0.05$ si et seulement si : $\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$.

Tableau N° III. 7 : Table du χ^2 .

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

D'après le logiciel **HYFRAN**, on a obtenu les résultats suivant :

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 7.19, \gamma = 6$$

D'après la table de Pearson du χ^2 on a :

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 12.592$$

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 7.19 < \chi^2_{\text{théorique}} = 12.592$$

Donc l'ajustement est à considérer.

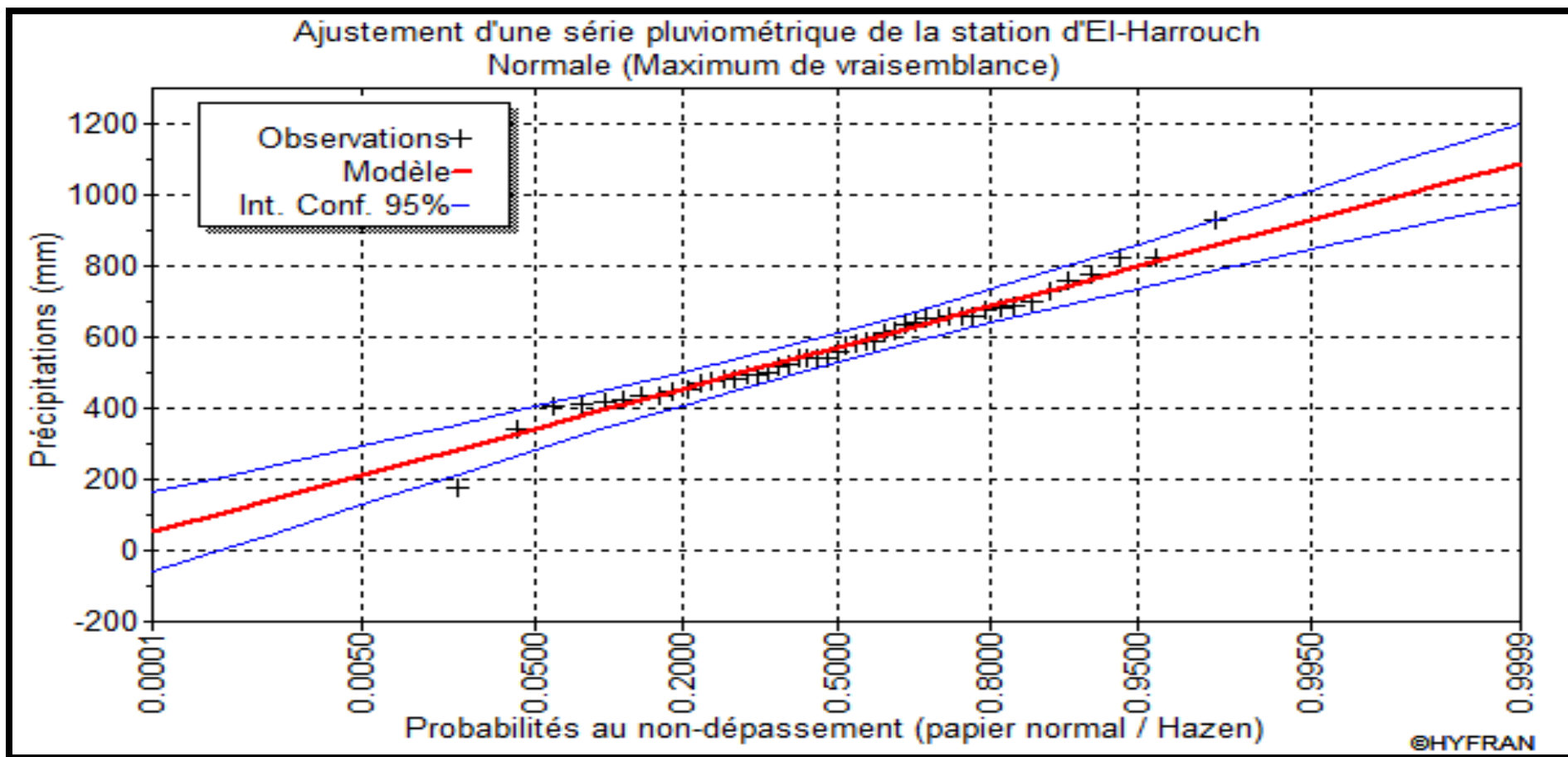


Figure N° III. 1 : Ajustement à une loi de Gauss

L'examen graphique montre un **bon ajustement**.

III-4-2) - Loi du Log normal ou loi de Galton :

Cette méthode est comme suit :

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

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

$$\mathbf{Ln}(\mathbf{X}_{P\%}) = \overline{\mathbf{Ln}(X)} + \delta_{\mathbf{Ln}} * \mathbf{U}_{P\%}$$

Avec :

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

X_{P%} : Précipitation probable à P%.

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

$\delta_{\mathbf{Ln}}$: la variance, calculée pour les précipitations observées sous 'échelle logarithmique sa formule s'écrit comme suit :

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

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

U_{P%}: variable réduite de **Gauss**.

Pour les calculs on a utilisé le logiciel **HYFRAN**. Les résultats obtenus figurent au tableau N° **III.8**, N° **III.9** et N° **III.10** et à la figure N° **III.2** :

Tableau N° III. 8 : Ajustement à une loi de Galton (Résultats de l'ajustement)

Ajustement d'une série pluviométrique de la station d'El-Harrouch					
Résultats de l'ajustement					
Log normale (Maximum de vraisemblance)					
Nombre d'observations : 47					
Paramètres					
mu	6.313848				
sigma	0.273367				
Quantiles					
q = F(X) (probabilité au non-dépassement)					
T = 1/ (1-q)					
T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
10000.0	0.9999	1530	173	1190	1870
2000.0	0.9995	1360	138	1090	1630
1000.0	0.9990	1290	124	1040	1530
200.0	0.9950	1120	93.3	934	1300
100.0	0.9900	1040	80.7	885	1200
50.0	0.9800	968	68.6	834	1100
20.0	0.9500	866	53.3	761	970
10.0	0.9000	784	42.4	701	867
5.0	0.8000	695	32.3	632	758
3.0	0.6667	621	25.9	570	672
2.0	0.5000	552	22.0	509	595
1.4286	0.3000	478	20.4	439	518
1.2500	0.2000	439	20.4	399	479
1.1111	0.1000	389	21.0	348	430
1.0526	0.0500	352	21.7	310	395
1.0204	0.0200	315	22.3	271	359
1.0101	0.0100	292	22.6	248	337
1.0050	0.0050	273	22.8	228	318
1.0010	0.0010	237	22.9	192	282
1.0005	0.0005	225	22.9	180	269
1.0001	0.0001	200	22.6	155	244

Tableau N° III. 9 : Ajustement à une loi de Galton (Test d'adéquation)

Ajustement d'une série pluviométrique de la station d'El-Harrouch	
Test d'adéquation	
Log normale (Maximum de vraisemblance)	
Hypothèses	
H ₀ : L'échantillon provient d'une loi Log normale	
H ₁ : L'échantillon ne provient pas d'une loi Log normale	
Résultats	
Résultat de la statistique	$\chi^2 = 6.04$
p-value	p = 0.4184
Degrés de liberté :	6
Nombre de classes	9
Conclusion :	
Nous pouvons accepter H ₀ au niveau de signification de 5 %	

Tableau N° III. 10 : Ajustement à une loi de Galton (Comparaison des caractéristiques de la loi et de l'échantillon)

Ajustement d'une série pluviométrique de la station d'El-Harrouch		
Comparaison des caractéristiques de la loi et de l'échantillon		
Log normale (Maximum de vraisemblance)		
	Carac. de la loi	Carac. de l'échantillon
Minimum	0.00	179
Maximum	Aucun	932
Moyenne	573	571
Ecart-type	160	139
Médiane	552	557
Coefficient de variation (C_v)	0.279	0.244
Coefficient d'asymétrie (C_s)	0.857	0.0779
Coefficient d'aplatissement (C_k)	4.33	3.41

III-4-2-1) - Test de validité de l'ajustement à la loi de Galton :

- **Test de Khi carrée :**
 - On calcule $\chi^2_{\text{calculé}}$.
 - On calcule le nombre de degré de liberté γ .
 - On détermine $\chi^2_{\text{théorique}}$ sur la table de **Pearson III**.

Avec : $\chi^2_{\text{théorique}} = g(\gamma, \alpha)$

La loi est adéquate pour une erreur $\alpha=0.05$ si et seulement si : $\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$.

D'après le logiciel **HYFRAN** on a obtenu les résultats suivant :

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 6.04, \gamma = 6$$

D'après la table de Pearson du χ^2 on a :

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 12.592$$

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 6.04 < \chi^2_{\text{théorique}} = 12.592$$

Donc l'ajustement est à considérer.

Conclusion

Le test de **Khi carré** et les figures N° **III.1** et N° **III.2** montrent que la loi **Normale** présente une adéquation meilleure que la loi de **log-Normale**.

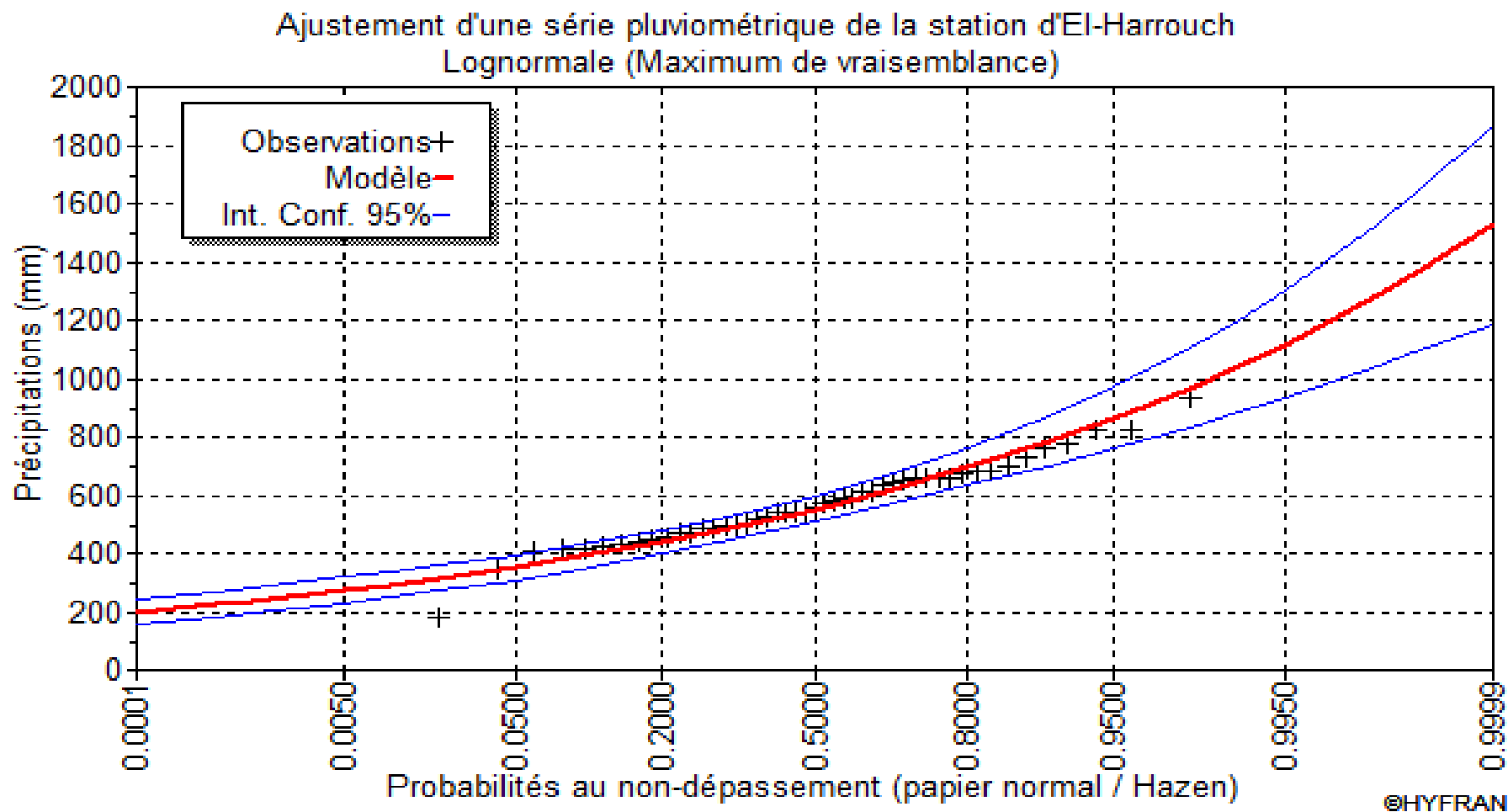


Figure N° III. 2 : Ajustement à une loi Log normale

L'examen graphique montre un **bon ajustement**.

III-5) - Détermination de l'année de calcul :

Puisque la loi de **Normale** est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne mensuelle représentative de la région.

L'estimation sera pour l'année sèche de fréquence **80%**; on utilise la formule suivante :

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

On déduire les résultats suivants :

$$P_{\text{théorique (80\%) annuelle}} = 454 \text{ mm.}$$

$$P_{\text{théorique (50\%) annuelle}} = 571 \text{ mm.}$$

P_{moy} de chaque mois sont données par le tableau suivant :

Tableau N° III. 11 : Pluviométrie moyenne pour chaque mois en mm.

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	M.A
P (mm)	80.6	71.8	65.8	51.4	34.9	12.8	2.9	8.3	34.7	48.7	70.2	89.1	570.7

$$P_{\text{moy } 80 \% \text{ de chaque mois}} = P_{\text{moy de chaque mois}} \cdot \frac{439}{552} = 0.795 * P_{\text{moy de chaque mois}}$$

Les résultats de calcul sont donnés par le tableau suivant :

Tableau N° III. 12 : L'Année de calcul.

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	M.A
P (mm)	64.1	57.1	52.3	40.8	27.3	10.2	2.3	6.6	27.6	38.7	55.8	70.9	453.7

CONCLUSION :

L'ajustement des pluies moyennes annuelles est fait à l'aide du **HYFRAN** pour la loi normale et la loi log normale. Ainsi, le test de validité de l'ajustement (χ^2) a montré que la série s'ajuste mieux avec la loi **Normale**.

Cette étude a permis de reconstituer l'année de pluie mensuelle de probabilité **80%**, pratiquement, on est sur l'avoir ces donner de pluies **8 année /10**.

Chapitre IV :

Calcul des

besoins en

eau des

cultures

Introduction :

L'estimation des besoins en eau des cultures est une étape essentielle dans l'établissement d'un projet d'irrigation. Ces besoins doivent être minutieusement calculés pour éviter tout surdimensionnement ou sous-dimensionnement des réseaux d'irrigation.

IV-1) - Calcul de L'évapotranspiration :

Les besoins en eau (**B**), qui peut également s'exprimer sous le terme **déficit hydrique**, se définit comme la différence entre l'**évapotranspiration réelle (ETR)** de la culture considérée et les **précipitations efficaces (P_{eff})**.

L'évaluation des besoins en eau du périmètre est basée sur la détermination des besoins de chaque culture retenue dans le **calendrier agronomique**, pour cela il faut déterminer :

IV-1-1) - L'évapotranspiration Réelle :

S'obtient en multipliant l'évapotranspiration standard par le coefficient cultural.

$$ETR = ET_0 \cdot K_c$$

ET₀ : Représente l'évapotranspiration standard (de référence)

K_c : Le coefficient cultural.

L'évapotranspiration de référence (**ET₀**) d'une culture de référence conduite dans des conditions de référence, de sorte que le taux d'évapotranspiration (**mm /j**) représente les conditions climatique locales.

IV-1-2) - L'évapotranspiration potentielle de référence (ET₀) :

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, les plus communiquement employées sont :

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

En ce qui concerne les méthodes empiriques, il existe des formules de calcul dont les principales sont :

- **Prinstley-Taylor**.
- **Makkink**.

- **Turc.**
- **Hargreaves.**
- **Blaney-Cridle.**
- **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 **Penman Monteith modifiée** comme méthode privilégiée d'estimation de **ET_o**.

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

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

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

ET_o : représente l'évapotranspiration de référence, exprimée en **mm / jour**.

w : facteur de pondération rendant compte de l'effet de rayonnement à différente température et altitude.

R_n : rayonnement net évaporation équivalente exprimé en **mm/ j**

F(u) : fonction liée au vent.

e_a : tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, en **millibars**.

e_d : tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimée en **millibars**.

(e_a - e_d) : constitue le facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

C : facteur de correction pour 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 **Mr Penman et Monteith 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 ET_0 calculés à l'aide du logiciel **CROPWAT 8.0** sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Tableau N° IV. 1 : Calcul d' ET_0

Mois	Temp Min	Temp Max	Humidité	Vent	Insolation	Ray.	ET_0
	°C	°C	%	m/s	heures	MJ/m ² /jour	mm/mois
Janvier	6.7	17.3	69	3.6	5.8	9.7	65.61
Février	6.6	18.4	71	3.2	6.8	12.9	66.15
Mars	8.5	21.4	72	3.0	8.1	17.3	97.03
Avril	9.4	23.6	73	2.9	9.7	22.3	119.14
Mai	12.8	29.1	75	2.8	10.8	25.5	157.26
Juin	16.6	33.9	77	2.7	11.3	26.7	177.72
Juillet	19.6	36.6	79	2.7	11.9	27.2	197.72
Août	20.5	37.5	79	2.8	11.4	25.1	192.90
Septembre	18.1	33.0	77	3.0	9.4	19.9	144.66
Octobre	15.4	28.5	71	3.0	8.5	15.4	116.56
Novembre	10.3	22.7	71	3.6	7.3	11.5	82.08
Décembre	7.9	17.8	70	4.1	5.5	8.7	67.46
Moyenne	12.7	26.6	74	3.1	8.9	18.5	123.69
Total							1484.30

L'examen de ce tableau permet d'estimation de l'évapotranspiration de référence annuelle. Nous montra la variabilité mensuelle du régime de cette demande qui s'élève durant le mois Juillet pour atteindre son maximum **197.72 mm** puis régresser jusqu'à une valeur minimale de **65.61mm** durant le mois de **Janvier**.

Le total annuel selon cette méthode est de l'ordre de **1484.0mm**.

IV-2) - L'assolement :

Au sens agronomie, l'assolement est la répartition des cultures au cours d'une campagne culturale donnée sur les différentes parcelles d'une exploitation agricole.

Donc nous nous définirons la rotation par la succession des cultures sur une même sole pendant un nombre d'année correspondant au type d'assolement adopté

IV-2-1) - Le calendrier cultural :

Pour établir un calendrier cultural propre à notre région d'étude, on a consulté l'étude préliminaire, surtout pour le choix de la date de semis et la durée de cycle végétatif.

Le cycle végétatif des différentes cultures est donné par le calendrier cultural représenté dans le tableau suivant :

Tableau N° IV. 2 : Calendrier cultural

	S.	O.	N.	D.	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.
Blé			=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====			
Orge			=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====			
Orge en vert			=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====			
Avoine			=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====			
Maïs grain								=====	=====	=====	=====	=====
Luzerne	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====
Fève/pois vert	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====
Haricot vert						=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====
Oliviers	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====
Agrumes	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====
Coton	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====
Abricotier	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====
Betterave								=====	=====	=====	=====	=====
Oignon d'hiver					=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====
Pomme de terre								=====	=====	=====	=====	=====
Tomate					=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====
Piment	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====
Poivron	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====
Carotte							=====	=====	=====	=====	=====	=====
Laitues							=====	=====	=====	=====	=====	=====
Courgette	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====
Concombre	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====
Pastèques							=====	=====	=====	=====	=====	=====
Cultures fourragères							=====	=====	=====	=====	=====	=====

(Source : ONID Skikda)

Pour l'établissement des différents assolements /rotation nous avons tenu compte de plusieurs facteurs.

- La variation des profondeurs d'enracinement.
- L'équilibre du sol en éléments minéraux et en matière organique.
- La période de végétation.
- Le procédé cultural.

Trois modèles d'assolement ont été définies et sont représenté dans le tableau :

Tableau N° IV. 3 : Les assolements

Cultures		Assolement a		Assolement b		Assolement c	
		Surface (en ha)	Surface (en %)	Surface (en ha)	Surface (en %)	Surface (en ha)	Surface (en %)
Céréaliculture	Blé	90.4	10.86	80.5	9.68	109.3	13.14
	Orge	100.3	12.05	79.7	9.58	110.2	13.25
	Orge en vert	22.1	2.66	10.6	1.27	29.3	3.52
Fourragères	Luzerne	14.7	1.77	44.6	5.36	14.7	1.77
	Avoine	46.3	5.56	73.8	8.87	46.3	5.56
	Mais grain	59.5	7.15	89.1	10.71	59.5	7.15
cultures maraîchères	Pomme de terre	107.3	12.90	83.1	9.99	84.1	10.11
	Oignon d'hiver	7.2	0.87	6	0.72	6.5	0.78
	Piment	8.0	0.96	5.7	0.69	6.7	0.81
	Poivron	7.3	0.88	5	0.60	5.5	0.66
	Carotte	33.6	4.04	26.9	3.23	27.9	3.35
	laitues	7.7	0.93	6.5	0.78	7.5	0.90
	Haricot vert	6.2	0.75	4.9	0.59	5.9	0.71
	Courgette	6.2	0.75	4.9	0.59	5.9	0.71
	Concombre	6.2	0.75	4.9	0.59	5.9	0.71
Industrielle	Pastèques	16.4	1.97	13.2	1.59	14.2	1.71
	Tomate	18.5	2.22	15.3	1.84	22.4	2.69
	Coton	8.4	1.01	5.9	0.71	16.7	2.01
	Betterave	33.4	4.02	29.1	3.50	36.1	4.34
Arboriculture	Oliviers	44.3	5.32	44.3	5.32	44.3	5.32
	Agrumes	11.9	1.43	11.9	1.43	11.9	1.43
	Abricotier	7.5	0.90	7.5	0.9	7.5	0.9
Légumes	Fève/pois vert	44.3	5.32	49.3	5.93	31.7	3.81
	Haricot vert	10.2	1.23	15.2	1.83	7.9	0.95
autres cultures fourragères		16.6	2.00	16.6	2	16.6	2

(Source : ONID Skikda)

IV-3) - Le coefficient cultural :

Les valeurs du coefficient cultural (K_c) de chaque culture ont été ressorties en fonction de son stade végétatif et la date de semis (Référence bulletin FAO d'irrigation et drainage).

Tableau N° IV. 4 : Coefficient cultural

	S.	O.	N.	D.	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.
Blé			0.7	0.85	1	1.05	1.1	1.1	0.25			
Orge			0.7	0.85	1	1.05	1.1	1.1	0.25			
Orge en vert			0.7	0.85	1	1.05	1.1					
Avoine			1	1.05	1.05	1.1	1					
Maïs grain								0.5	0.7	1.1	1.05	0.9
Luzerne	1.15	0.4	0.4	0.45	0.58	0.65	0.8	0.95	0.95	0.98	1.05	1.1
Fève/pois vert	0.4	0.7	1.05	1	1	0.9						
Haricot vert						0.5	0.75	1	0.9	0.7		
Oliviers	0.8	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.65	0.65	0.7	0.8
Agrumes	0.95	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.85	0.85	0.9	0.9	0.95
Coton	0.6								0.36	0.7	0.9	0.7
Abricotier	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.55	0.6	0.7	0.75	0.8	0.82	0.8
Betterave								0.5	0.7	0.85	0.9	0.85
Oignon d'hiver					0.4	0.6	0.75	0.8	0.9	0.9		
Pomme de terre								0.5	1.05	1.1	1.05	
Tomate					0.4	0.7	1.05	1.05	0.8	0.8	0.6	
Piment	0.95	0.9							0.5	0.7	0.8	1
Poivron	0.95	0.9							0.5	0.7	0.8	1
Carotte							0.7	0.85	1	0.9		
laitues							0.7	0.95	0.9			
Haricot vert							0.5	0.8	1	0.9	0.85	
Courgette	0.75								0.5	0.7	0.8	0.9
Concombre	0.75								0.6	0.7	0.9	0.95
Pastèques							0.4	0.7	0.9	0.75	0.65	
Cultures fourragères							0.4	0.6	0.7	0.9	0.85	0.5

IV-4) - Calcul de la pluie efficace :

Elle est définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, par percolation en profondeur. C'est la pluie effectivement retenue dans la zone racinaire.

Pour l'estimation de la pluie efficace, nous avons pris en considération la méthode basée sur une fraction de la pluie totale (pourcentage), elle est détaillée comme suit :

$$P_{\text{eff}} = P_{i \text{ moy } 80\%} \cdot A \quad \text{avec } A = 0.8 ; \quad \text{Si } P_{i \text{ moy } 80\%} > 5\text{mm}$$

$$P_{\text{eff}} = 0 ; \quad \text{Si } P_{i \text{ moy } 80\%} < 5\text{mm}$$

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

$P_{i \text{ moy } 80\%}$: pluie moyennes en (mm/mois).

Les calculs sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau N° IV. 5 : La pluie efficace

Mois	P _{i moy 80%}	P _{eff}
J	64.09	51.272
F	57.11	45.688
M	52.3	41.84
A	40.84	32.672
M	27.33	21.864
J	10.15	8.12
J	2.32	1.856
A	6.63	5.304
S	27.56	22.048
O	38.69	30.952
N	55.82	44.656
D	70.85	56.68
Total	453.7	362.96

IV-5) - La réserve facilement utilisable(RFU) :

La réserve utile c'est la quantité d'eau contenue dans la tranche de sol explorée par les racines, entre le point de **ressuage** et le point de **flétrissement**.

Mais les plantes ayant d'autant plus de mal à extraire l'eau que l'humidité s'approche du point de **flétrissement**, on nomme **Réserve Facilement Utilisable (RFU)**. La quantité d'eau égale à **1/3** ou **2/3** de la **RU (SOLTNER, 1986)** ;

On considère généralement que la **RFU** correspond au **2/3** de la réserve Utile(**RU**) On obtient donc :

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

Y : degré de tarissement, **Y=2/3**.

Da : densité apparente. Avec **Da= 1.5**.

Z : profondeur d'enracinement **mm**.

H_{cc} : humidité à la capacité au champ, dans notre cas. On prend (**27%**)

H_{pf} : humidité au point de flétrissement, dans notre cas. On prend (**13%**)

Donc humidités disponible (**H_{cc}-H_{pf}**) = **14%**.

Tableau N° IV. 6 : Humidité à la capacité au champ et de flétrissement

Texture	Humidités pondérales en % du poids sec			Réserve utile volumétrique en mm
	A la rétention H _{CC}	Du flétrissement H _{PF}	Disponible (H _{CC} - H _{PF})	
sableuse	9 (6 à 12)	4 (2 à 6)	5 (4 à 6)	85 (70 à 100)
Sablo-limoneuse	14 (10 à 18)	6 (4 à 8)	8 (6 à 10)	120 (90 à 150)
Limoneuse	22 (18 à 26)	10 (8 à 12)	12 (10 à 14)	170 (140 à 190)
Limono-argileuse	27 (25 à 31)	13 (11 à 15)	14 (12 à 16)	190 (170 à 220)
Argilo-limoneuse	31 (27 à 35)	15 (13 à 17)	16 (14 à 18)	210 (180 à 230)
Argileuse	35 (31 à 39)	17 (15 à 19)	18 (16 à 20)	230 (220 à 250)

(Source : Référence bulletin FAO d'irrigation et drainage)

IV-5-1) - Les profondeurs d'enracinement :

Les valeurs de profondeur d'enracinement des différentes cultures sont données par le tableau ci-dessus :

Tableau N° IV. 7 : Les profondeurs d'enracinements des différentes cultures

	S.	O.	N.	D.	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.
Blé			0.3	0.4	0.6	0.7	0.9	1	1.1			
Orge			0.3	0.4	0.6	0.7	0.9	1	1.1			
Orge en vert			0.3	0.4	0.6	0.7	0.9					
Avoine			0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	0.9			
Maïs grain								0.3	0.5	0.7	0.9	1
Luzerne	1							0.3	0.5	0.6	0.8	0.9
Fève/pois vert	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6						
Haricot vert						0.2	0.3	0.4	0.5	0.6		
Oliviers	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
Agrumes	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Coton	1								0.3	0.5	0.6	0.8
Abricotier	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Betterave								0.3	0.4	0.6	0.7	0.8
Oignon d'hiver					0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.5		
Pomme de terre								0.1	0.25	0.35	0.4	
Tomate					0.25	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1	
Piment	0.7	0.8							0.25	0.4	0.5	0.6
Poivron	0.7	0.8							0.25	0.4	0.5	0.6
Carotte							0.2	0.25	0.35	0.4		
Salade (laitues)							0.2	0.35	0.45			
Haricot vert							0.25	0.3	0.4	0.5	0.6	
Courgette	0.7								0.25	0.35	0.5	0.6
Concombre	0.8								0.3	0.5	0.6	0.7
Pastèques							0.25	0.4	0.6	0.7	0.8	
Cultures fourragères							0.25	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7

(Source : bulletin FAO d'irrigation et de drainage N° 56)

IV-6) - L'efficience de l'irrigation :

Les besoins en eau dépendent aussi des pertes dans le système d'apport de l'eau aux plantes, elles sont dues :

- Aux pertes du système d'irrigation à la parcelle.
- Aux pertes dans le système de mobilisation de l'eau et le réseau de transport de l'eau à la parcelle.

Donc nous définissons l'efficacité de l'irrigation comme étant le rapport entre le besoin d'eau strictement nécessaire à la culture et le volume d'eau à introduire dans le réseau d'irrigation. La formule utilisée pour l'estimation de l'efficacité d'un réseau d'irrigation est donnée par l'expression suivante :

$$E_i = E_d \cdot E_t \cdot E_u$$

Avec :

E_i : Efficacité d'irrigation en (%)

E_t : Efficacité de transport en (%)

E_d : Efficacité de type de distribution en (%)

E_u : Efficacité de l'uniformité de la distribution.

Donc, dans notre cas : $E_i = 75\%$

IV-7) - Les besoins en eau des cultures :

Le besoin d'irrigation net, noté B_{net} ; est le volume (ou la hauteur) d'eau d'irrigation théoriquement nécessaire pour obtenir une production normale sur l'ensemble de la surface cultivée.

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

Avec :

B : besoin en eau d'irrigation (mm/mois) ;

ETP : évapotranspiration potentielle (mm / mois) ;

P_{eff} : pluie efficace (mm/mois) ;

RFU : réserve facilement utilisable mm/mois ;

Le besoin d'irrigation brut, noté B_{rut} ; est le volume (ou la hauteur) d'eau d'irrigation nécessaire en pratique (y compris les pertes et les besoins de lessivage mais à l'exclusion de la contribution des autres ressources).

Les besoins en en eaux des cultures sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau N° IV. 8 : Besoins en eaux unitaires pour les différentes cultures

Besoins (mm) Culture	S.	O.	N.	D.	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	Σ B net (mm)	Eff	Σ B brut (mm)
Blé			10.70	0.00	0.00	0.00	58.59	91.38	9.75				170.43	0.75	227.23
Orge			10.70	0.00	0.00	0.00	58.59	91.38	9.75				170.43	0.75	227.23
Orge en vert			10.70	0.00	0.00	0.00	58.59						69.29	0.75	92.39
Avoine	64.75	73.95	35.32	8.55	10.62	18.68	49.59						261.46	0.75	348.62
Maïs grain								24.80	84.72	187.37	205.75	168.31	670.94	0.75	894.59
Luzerne	43.28							12.88	68.99	116.28	176.09	149.02	566.55	0.75	755.40
Fève/pois vert	35.12	49.24	39.43	5.18	7.34	5.45							141.75	0.75	189.00
Haricot vert						0.00	28.83	83.67	116.17	116.28			344.95	0.75	459.94
Oliviers	84.58	41.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.71	71.26	107.40	136.55	149.02	620.05	0.75	826.73
Agrumes	107.68	54.60	13.31	0.00	0.00	0.00	28.08	60.90	104.11	151.83	176.09	177.95	874.54	0.75	1166.06
Coton	57.75								32.65	116.28	176.09	129.73	512.50	0.75	683.33
Abricotier	88.31	55.52	0.00	0.00	0.00	0.00	32.89	67.91	114.93	169.60	195.86	177.95	902.98	0.75	1203.98
Betterave								24.80	85.42	142.94	176.09	158.66	587.91	0.75	783.88
Oignon d'hiver					0.00	0.00	28.83	59.84	116.17	151.83			356.67	0.75	475.56
Pomme de terre								26.20	141.51	187.37	205.75		560.83	0.75	747.77
Tomate					0.00	0.00	56.54	88.23	98.34	134.06	116.78		493.94	0.75	658.59
Piment	110.48	68.35							55.02	116.28	156.32	187.60	694.05	0.75	925.40
Poivron	110.48	68.35							55.02	116.28	156.32	187.60	694.05	0.75	925.40
Carotte							24.68	66.85	132.95	151.83			376.30	0.75	501.74
laitues							24.68	78.06	116.52				219.26	0.75	292.35
Haricot vert							4.93	60.54	132.60	151.83	166.21		516.10	0.75	688.13
Courgette	81.55								55.02	116.28	156.32	168.31	577.47	0.75	769.96
Concombre	80.85								70.39	116.28	176.09	177.95	621.57	0.75	828.75
Pastèques							0.00	47.93	115.47	125.17	126.66		415.23	0.75	553.64
Cultures fourragères							0.00	36.71	85.42	151.83	166.21	91.15	531.31	0.75	708.41
totale	864.8	411.6	120.2	13.7	18.0	24.1	454.8	951.8	1872.2	2627.0	2669.2	1923.2			

IV-8) - Calcul du débit fictif continu :

Le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures. Le débit spécifique est défini d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale. Ce débit spécifique est défini par la formule et permet de déterminer les débits à la parcelle et à l'entête de l'entité d'étude :

$$q_s = \frac{B}{T \cdot t \cdot 3600 \cdot K} (l/s/ha)$$

Avec :

B : Besoin au mois de pointe net en **m³/ha**.

T : Temps d'irrigation par jour = **20 h/j**

t : Durée d'irrigation en jours = **30 jours**.

K : Coefficient d'efficacité globale du système d'irrigation **0.75**.

D'après le tableau N° **IV.8**, les besoins de pointe correspondent au mois de Juillet, soient donc **2669.2 mm/mois**.

Le débit spécifique calculé, il est de **16.48 l/s/ha**, ce débit dépasse les normes (**1.5 l/s/ha**), ce qui risque d'aboutir à un surdimensionnement. Dans ce cas, on a deux méthodes

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

Dans notre cas, la culture la plus exigeante est la pomme de terre (mois de **juillet**), avec des besoins estimés à **205.75 mm/mois**, le débit spécifique est donc :

$$q_s = 1.27 (l/s/ha)$$

Nous tenons compte la superficie irrigable de ce secteur le débit réseau sera :

$$Q_c = q_s \cdot S = 1056.64 l/s$$

IV-8-1) - Estimation des volumes d'eau d'irrigation :

La gestion des périmètres d'irrigation nécessite de connaître d'une part le bilan de besoins en eau d'irrigation et d'une autre part les ressources en eau. Pour le calcul de volume total d'irrigation nous tenons compte de l'assolement le plus exigeant en plus des besoins de l'arboriculture. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessus :

Tableau N° IV. 9 : Le volume d'eau pour les différents assolements

Cultures		ΣB brut mm	Assolement A		Assolement B		Assolement C	
			S (ha)	V (m ³)	S (ha)	V (m ³)	S (ha)	V (m ³)
Céréaliculture	Blé	227.23	90.4	205420.13	80.5	182923.91	109.3	248367.49
	Orge	227.23	100.3	227916.37	79.7	181106.03	110.2	250412.60
	Orge en vert	92.39	22.1	20418.33	10.6	9793.41	29.3	27070.47
Fourragères	Luzerne	755.40	14.7	111043.8	44.6	336908.40	14.7	111043.80
	Avoine	348.62	46.3	161409.51	73.8	257279.10	46.3	161409.52
	Maïs grain	894.59	59.5	532282.24	89.1	797081.47	59.5	532282.24
cultures maraîchères	Pomme de terre	747.77	107.3	802359.35	83.1	621398.53	84.1	628876.25
	Oignon d'hiver	475.56	7.2	34240.36	6	28533.64	6.5	30911.44
	Piment	925.40	8	74031.68	5.7	52747.57	6.7	62001.53
	Poivron	925.40	7.3	67553.90	5	46269.80	5.5	50896.78
	Carotte	501.74	33.6	168583.29	26.9	134966.98	27.9	139984.34
	laitues	292.35	7.7	22510.89	6.5	19002.71	7.5	21926.20
	Haricot vert	688.13	6.2	42663.85	4.9	33718.21	5.9	40599.47
	Courgette	769.96	6.2	47737.76	4.9	37728.24	5.9	45427.88
	Concombre	828.75	6.2	51382.78	4.9	40608.98	5.9	48896.53
	Pastèques	553.64	16.4	90796.52	13.2	73080.13	14.2	78616.50
Industrielle	Tomate	658.59	18.5	121839.15	15.3	100764.27	22.4	147524.16
	Coton	683.33	8.4	57399.95	5.9	40316.64	16.7	114116.58
	Betterave	783.88	33.4	261816.365	29.1	228109.47	36.1	282981.16
Arboriculture	Oliviers	826.73	44.3	366242.27	44.3	366242.28	44.3	366242.28
	Agrumes	1166.1	11.9	138760.66	11.9	138760.66	11.9	138760.66
	Abricotier	1203.9	7.5	90298.3	7.5	90298.30	7.5	90298.30
Légumes	Fève/pois vert	189.00	44.3	83726.40	49.3	93176.34	31.7	59912.58
	Haricot vert	459.94	10.2	46913.81	15.2	69910.78	7.9	36335.21
autre cultures fourragères		708.41	16.6	117596.61	16.6	117596.61	16.6	117596.61
Total				3944944.39		4098322.45		3832490.58

D'après les trois modèles cités au-dessus, les besoins en eau totaux bruts pour l'irrigation du périmètre sont estimés à environs de **4.1 Mm³** (le 2^{ème} modèle est le plus exigeant). Mais si nous tenons compte que les céréalicultures sont irrigués seulement par les eaux des pluies, donc les besoins en eau totaux bruts annuelle sont estimés à l'ordre de **3.72 Mm³**. Les besoins en eaux de ce périmètre sont capitulés dans le tableau suivant :

Tableau N° IV. 10 : Récapitulatif de la situation hydrique dans le périmètre d'étude

Superficie totale (ha)	Superficie irriguées (ha)	Besoins en eau bruts (m ³)	Volume d'eau alloué (m ³) 2014
1023	832	4098322.45	1553000.0

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons abordé en détail les besoins eau des cultures qui représentent la base de tout projet d'irrigation ou de la gestion des périmètres et en conclusion nous pouvons dire que :

Après avoir calculé les besoins en eau des cultures, nous avons calculé le débit spécifique et estimé le volume d'eau nécessaire à l'irrigation en tenant compte l'assolement le plus exigeant. Le volume est de l'ordre de **4.1Mm³**.

La comparaison entre le volume nécessaire à l'irrigation et le volume alloué par le barrage de Zerdazas nous montre que ce secteur est déficitaire, soit un déficit d'ordre **2.55Mm³**. Mais si nous tenons compte les céréalicultures sont irrigués que seulement par les eaux des pluies, le déficit sera d'ordre **2.17Mm³**

- « **Présentation du périmètre et ses besoins** », après nous avons parlé de cette première partie, on va commencer dans le diagnostic et la situation actuelle du secteur d'El-Harrouch dans le chapitre suivant.

Chapitre V :

Analyse de la

situation

actuelle

Introduction :

Après avoir présenté le secteur d'étude **III**, dégagé toutes les caractéristiques du milieu et calculé les **besoins** en eau des cultures, le présent chapitre a pour but d'analyser la **situation actuelle** du périmètre, autrement dit de faire un **diagnostic** général sur la situation du périmètre et de situer ses contraintes afin de donner les recommandations nécessaires pour la réhabilitation.

V-I) – Analyse de la situation actuelle du secteur III d'El-Harrouch :

L'exploitation du périmètre a été mise en service pour le secteur **III** d'*El Harrouch* en **1996**.

La superficie totale du secteur **III** retenue dans l'avant-projet est de **1023ha** en équipé et de **975 ha** en irrigué, néanmoins l'extension urbaine de la Daïra d'**El-Harrouch** à fait réduire la superficie nette de près **250 ha**, et malgré des études de possibilité d'extension on a pu récupérer **150 ha** d'où le chiffre de **832.30 ha** affiché en irrigué.



Figure N° V. 1 : La zone étudiée « El-Harrouch » (24/8/205)

V-I-1) - Réservoir de régulation journalière (R N°3) :

En tête de chaque secteur irrigué, on prévoit des réservoirs des régulations journalières afin de diminuer le diamètre en amont et les étalonnages en aval, en plus de cela les réservoirs sont installés pour les missions suivantes :

- Rompre la charge statique, lorsqu'on arrose avec peu des bornes.
- Réserver et stocker le débit fictif continu, afin de desservir le réseau quand la demande de débit est maximale.

Le réservoir N°3 est réalisé entièrement en déblai, ayant la forme elliptique avec cote de la crête **166m** et du fond **159m** situé dans la partie **Nord- Est** de la colline. Cette dernière ayant une pente de talus de **8%** cela nous oblige à prévoir du coté **Sud-Ouest** des banquettes de **4 m** de large à tous les **3 m** de dénivellation pour arriver à la cote **175-176m**. Le talus prévoit un revêtement pour la protection du fond et de talus du réservoir avec une protection supplémentaire du **béton** compte tenu de l'agressivité du sol.

Dans cet endroit le détail de la protection comprend : Une couche de **béton bitumineux** de **10cm** pour le fond et de **5 cm** pour le talus, posé sur une couche de **gravier25-40** pour le fond et **3-8 (50%)** et **8-12 (50%)** pour le talus ensuite en met feutre collé à chaud sur un **bitume20/30** et à la fin en coule le **béton armé** (#Ø **8/15 cm** pour le fond et #Ø **6/15** pour le talus) d'une épaisseur de **15 cm**.

La même protection appliquée pour protéger le béton de tous les ouvrages du réservoir N°3 (l'arrive d'eau prise d'eau, drainage, déversoir).

V-I-1-1) - Calcul du réservoir de régularisation journalière R N°3 :

Le débit de pointe est : $Q_{brut} = 777.71$ l/s.

Le débit fictif : $Q_f = 571.08$ l/s.

Le volume nécessaire du réservoir sera :

$$V = \left[24 - \frac{Q \cdot 24 \cdot 3,6}{Q' \cdot 3,6} \right] Q \cdot 3,6$$

$$V = 13109.50 \text{ m}^3$$

$$V_T = V + 10\%V \quad \longrightarrow \quad V_T = 14420.45 \text{ m}^3$$

Tableau N° V. 1 : Capacité du réservoir N°III

Réservoir	Capacité (m3)	Secteur à alimenter
Réservoir n° 3	22 000	Secteur III d'El-Harrouch

(Source : ONID Skikda)



Figure N° V. 2 : Réservoir de régulation journalière « R N°3 » (24/08/2015)

V-I-2) - Station de pompage d'El-Harrouch :

Pour irriguer la zone de haute du secteur **III** on prévoit une station de pompage située à côté du réservoir **N°3** puisque la station doit fournir de l'eau à un réseau d'irrigation à la **demande**. Il est nécessaire que les pompes soient en charge de façon permanente, afin de pouvoir démarrer directement à la requête du réservoir **N°5**(réservoir de commande) compte tenu de ce qui précède la station est situé à la cote **160** avec un niveau de pompage à **155m**.

• Données de base :

- Superficie desservies **393ha**
- Débit de pointe **415.31l/s**

La station de pompage se compose comme suit :

- L'appareillage pour l'adduction aux pompes se compose de

- Une vanne papillon de **D 500mm**.
- Une bobine de démontage de **D 500 mm**.
- Un cône de raccordement au pompage.

- Le collecteur d'adduction est en **acier** avec brides à l'entrée de la station de pompage il y a une vanne papillon **Ø 600mm** afin de pouvoir l'isoler du réservoir **N°3**, l'adduction aux pompes est avec les mêmes caractéristiques avec un diamètre de **600mm**.

- Deux groupes plus de secours, chaque groupe aux caractéristiques suivantes :

- Groupe horizontal.
 - Un moteur d'une puissance de **200CV** et **1450** tours/min.
 - Une pompe.
 - Une hauteur de refoulement.
 - Débit devant être levé est de **208 l/s**
 - Un rendement minimum de **70%**.
- Le refoulement de la pompe aux mêmes caractéristiques de construction que le collecteur d'adduction avec **Ø 400mm**. L'appareillage nécessaire est :
- Un cône de raccordement à la pompe.
 - Une vanne papillon de **Ø 400mm**.
 - Une vanne de non-retour **Ø 400mm**.
 - Une bobine de démontage **Ø 400mm**.
- Le collecteur refoulement est construit avec les mêmes caractéristiques de celui d'adduction avec un **Ø 600mm**.
- A la sortie de la station de pompage, il y a une vanne papillon de **Ø 600mm** afin d'isoler la station du réseau s'il nécessaire. On a placé après vanne un té de dérivation pour l'unir avec le réservoir **anti-bélier**. Toutes ces données se reflètent dans le schéma ci-dessous :

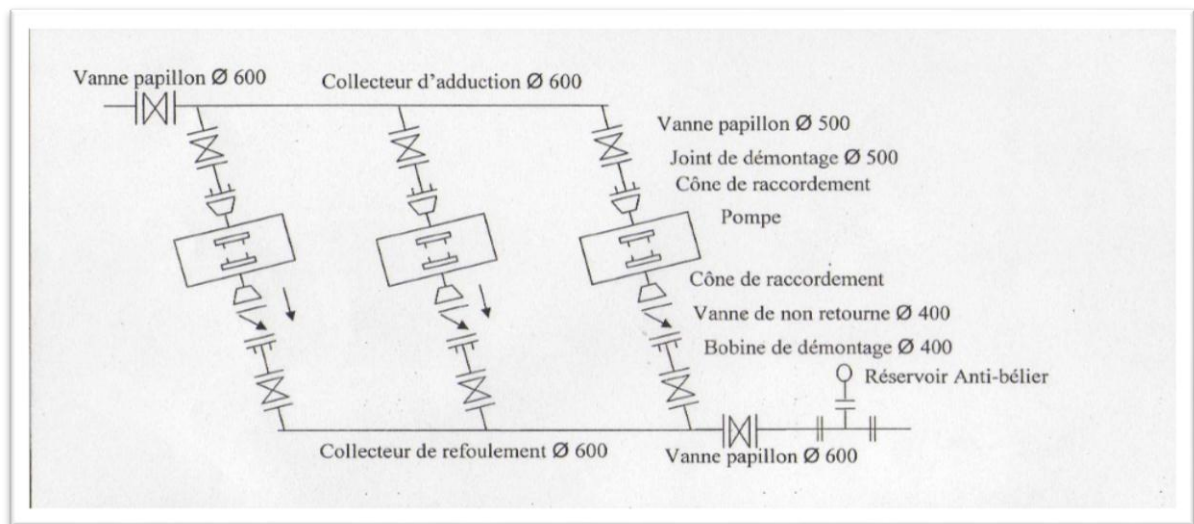


Figure N° V. 3 : Schéma de la station de pompage

- **02 pompes (+1) de secours de type centrifuge à axe horizontale (KSB)**
- Pompe (RDRA) **250 à 400 A**, le débit unitaire est de **208 l / s**, **HMT =55 m**, vitesse de rotation **1400t/m**, rendement de la pompe **79%**, puissance absorbé **142KW** et puissance du moteur **200 KW**.



Figure N° V. 4 : Station de pompage d'El-Harrouch (24/08/2015)

V-I-3) - Réservoir de commande :

Le réservoir de commande est situé sur la colline qui existe au **Sud-Ouest** du réservoir N°3 de manière que la côte la plus basse du contacteur de démarrage des moteurs soit au niveau de la côte **208.08**. Le réservoir N°5 est construit en béton armé cylindrique de **12 m** de diamètre et de **5.5 m** de hauteur.

Le volume du réservoir de commande doit être tel qu'entre deux démarrages consécutifs, il s'écoule un temps minimum de **30minute** (afin que l'échauffement produit par le démarrage antérieur ait le temps de se dissiper, en tenant compte fait que les moteurs démarrent en direct et en charge, ce qui évitera qu'une série de démarrages consécutifs produisent un sur-échauffement qui endommagerait le moteur).

Le volume nécessaire pour le réservoir devra être de :

$$V = \frac{Q \cdot T}{4} \cdot 1,10$$

$$V = \frac{0,41531 \cdot 1800}{4} \cdot 1,10$$

$$V = 206 \text{ m}^3$$

Etant :

Q : le débit de pointe m^3/s **T** : Le temps entre deux démarrages consécutifs = 30 min

On augmente le volume de **10%**, afin de tenir compte des appareils existants à l'intérieur du réservoir.

Le schéma ci-dessous montre la situation et la succession de :

- Réservoir de régularisation journalier (**R3**).
- La station de pompage.
- Le réservoir de commande de la station (**R5**).

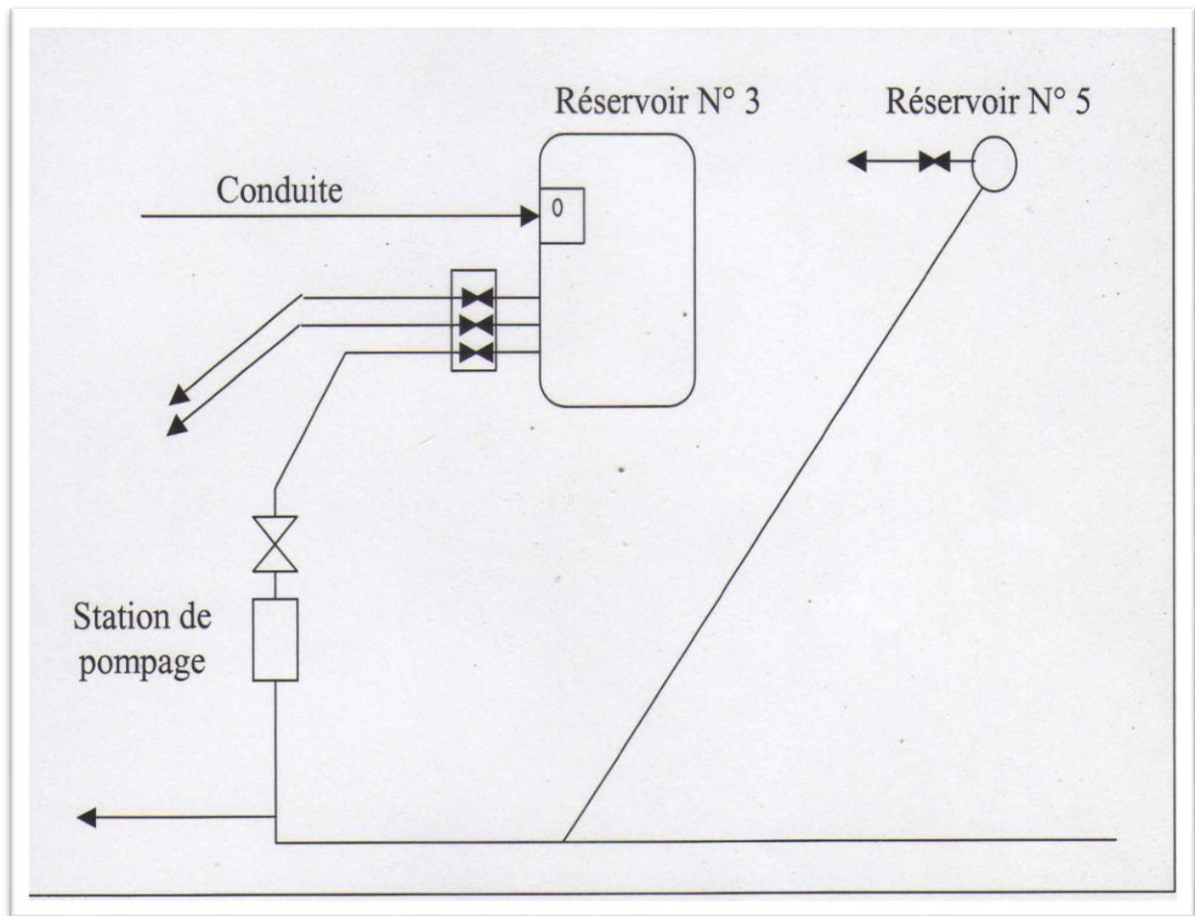


Figure N° V. 5 : Situation de réservoir N°3, réservoir de commande N°5 et la station de pompage

V-I-4) – Réseaux (canalisation) :

Le secteur alors est divisé en trois sous-secteurs :

- Sous-secteur irrigué par le réservoir de régulation journalière et qui correspond à la zone Est du secteur N°3 d'une superficie de **243.06 ha**.
- Sous-secteur irrigué directement par la conduite principale, au Nord du secteur, avec une superficie de **295.37ha**.
- Sous-secteur irrigué par un pompage supplémentaire, au Nord-Ouest et à l'Ouest du secteur, d'une superficie **293.57ha**.

V-I-4-1) – Différents nature de tuyaux :

On utilise pour la fabrication des tuyaux principalement les matériaux suivants : Fonte, Acier, Amiante ciment, Béton armé, Béton précontraint, Matière plastique.

Le choix d'un matériau ; parmi ceux qui ont été cités est souvent assez délicat l'importance du **diamètre** est l'un des facteurs du choix mais non seul. Ainsi on utilisera souvent le **béton armé** pour de canalisation de très gros diamètre (**1 à 3m**) tandis qu'au contraire la matière **plastique** sera plutôt réservée à des dérivations de très petits diamètres et les autres matériaux pour les diamètres intermédiaires.

A- Canalisation en fonte :

Malgré un prix de revient assez élevé les canalisations en fonte sont celles que l'on utilise le plus souvent.

Leurs qualités principales, depuis longtemps prouvées, sont la **longue durée**, la **résistance** aux efforts, l'**étanchéité**, un **bon** coefficient hydraulique d'écoulement et la facilité de pose.

Il faut tout ajouter, que, si le coefficient hydraulique est bon lorsque le tuyau est **neuf**, il est moins élevé que celui des tuyaux de ciment et qu'il diminue avec le temps du fait que les parois intérieures retiennent assez facilement des dépôts solides, surtout calcaires, qui s'y incrustent.

Ces incrustations qui peuvent atteindre des épaisseurs considérables diminuant le débit en réduisant le diamètre utile et en augmentant la rugosité. Toutefois il existe différents procédés chimiques et mécaniques permettant de détartrer les canalisations.

Enfin les tuyaux en fonte présentent également l'inconvénient d'être fragiles.

B- Canalisation en Acier :

Les canalisations en acier, obtenues soit par laminage à chaud sans soudure, soit à partir de tôles roulées longitudinalement, sont très **solides**. Elles sont en général assemblées bout à bout par soudure (Oxyacétylénique ou à l'arc électrique) si bien que les joints ne constituent pas des solutions de continuité dans leur résistance.

Leurs qualités principales sont leur **étanchéité**, leur **bon** coefficient d'écoulement hydraulique qui varie peu avec le temps, leur **souplesse**, leur **résistance homogène** ; ces deux dernières qualités rendant ces canalisations aptes au franchissement d'obstacle, par exemple les **traversées aériennes** ou **souterraines** de rivières ainsi qu'au transport de l'eau sous « **haute pression** ».

C- Canalisation en amiante-ciment :

Les tuyaux en amiante-ciment sont constitués d'un matériau comprenant un mélange d'amiante en fibre diffuse dans du ciment portland artificiel.

Ces tuyaux ; qui existent dans tous les diamètres commerciaux courants, ont des parois **très lisses**, donc un **bon** coefficient d'écoulement hydraulique qui s'altère peu avec le temps et une **bonne résistance mécanique** car les fibres d'amiante, très résistantes, jouent le rôle d'**armature**.

Il existe d'ailleurs plusieurs « série » et le constructeur indique la pression d'essai, la pression de service normal et les conditions d'emploi admissibles dans chaque série

Leur pose est facile et on les assemble en générale avec joints, ces joints se composent d'un manchon avec bagues en caoutchouc.

A l'exception de certains coudes, toutes les pièces spéciales sont en fonte. Ces tuyaux présentent une excellente résistance à la corrosion chimique et ils ne sont pas sensibles aux effets des « **courant vagabonds** » du sol.

D- Canalisation en béton :

Les tuyaux en béton ne sont en générale utilisés pour le transport de l'eau sous pression que pour des débits **très importants**, nécessitant de **très gros** diamètres.

Ils peuvent être en béton armé ordinaire, en acier soudé revêtu intérieurement et extérieurement de béton armé, ou encore en **béton précontraint**.

Quel qu'en soit le type, ces tuyaux sont **durables** et n'ont besoin d'**aucun** entretien ; il est nécessaire toutefois d'assurer leur protection dans les terrains parcourus par des courant vagabonds.

Ils résistent bien aux efforts **extérieur** ; leur coefficient d'écoulement hydraulique et **bon** et ne se modifie pas sensiblement avec le temps.

L'étanchéité est difficile à assurer avec les tuyaux en simple béton armé ; elle est par contre satisfaisante dans les dans les tuyaux en béton précontraint pour les tuyaux bonna

V-I-4-2) – Appareillage :

- **Vannes :**

Ce sont des vannes de sectionnement de certaine partie de la zone, dont la plus grande partie des robinets de vannes employés dans le projet d'exécution sont des vannes à opercule type **Sonacome** pour toutes les conduites inférieur ou égale à **600mm**.

Pour les conduites d'un diamètre supérieur à **600mm**, on a utilisé des vannes **papillon**, en diminuant le diamètre de la vanne (par exemple ; pour une conduite de **Ø 900mm**), afin d'abaisser le coût de projet car les vannes de gros diamètre sont chères et la perte de charge produite au point singulier d'un rétrécissement de la section est **négligeable**.

La priorité donnée aux vannes **papillon** pour les conduites de plus **grand** diamètre, malgré leur prix **élevé**, est dû au fait que les forces supportées par l'opercule sur la face amont pour grands diamètre et des pressions élevés rendent difficile l'utilisation des vannes **opercules**.

Les robinets de vannes, généralement on prévoit aux branchements des conduites secondaires à la conduite principale, afin d'assurer un fonctionnement **autonome** de ces dernières, au cas d'une **répartition** quelconque.

Toutes les vannes sont abritées dans des regards construits en **béton armé**, d'une forme rectangulaire, couverte des dalettes en béton armé. On prévoit également un accès dans les chambres de vannes qui est réalisé comme un capot métallique en tôle striée (pour les

chambres ayant des dimensions importantes) et des échelons en acier rond Ø 20 à l'intérieur de la chambre.

- **Ventouses :**

Ce sont des pièces hydrodynamiques pour dégager le gaz des conduites, se trouve dans les sommets des conduites.

Les ventouses projetées pour le réseau sont à doubles effets (entrée et sortie d'air).

L'emplacement des ventouses a été fait selon les critères suivants :

- Points **élevés** du réseau.
- Points élevés créés par la **fermeture** d'une vanne de sectionnement.

Si la conduite est **descendante**, la ventouse est placée à l'**aval** de la vanne et si la conduite est **ascendante**, la ventouse est située à l'**amont** de la vanne.

Pour les conduites de services ascendante (les antennes pour borne d'irrigation) ayant une **faible** longueur, on ne prévoit pas de ventouse une faible longueur, on ne prévoit pas de ventouse vue la présence des bornes dont la construction permet, dans une grande mesure, la sortie de l'air à pression.

Le diamètre de l'orifice des ventouses est en fonction du diamètre de la conduite à protéger.

Tableau N° V. 2 : Les différents diamètres de l'orifice des ventouses

Diamètre de la conduite (mm)	Diamètre de l'orifice des ventouses
≤ 350	5
400	10
500	
600	
700	15
800	
1250	200
1500	2xØ200

Les plans de montage des ventouses ont été établis, en étant compte des pièces disponibles au niveau du chantier.

Pour toutes les ventouses de Ø 65mm prévues pour les conduites en **amiantes ciment** le montage s'effectue moyennant d'une pièce en **Té**, dont bridée est en fonction du diamètre de la conduite. Pour Ø100, Ø125 et Ø150, la tubulure du **Té** est de Ø100mm.

Pour Ø150, Ø200 et Ø300, la tubulure du **Té** égale à Ø150mm.

Ensuite, on soude la manchette de Ø65mm sur une plaque pleine avec orifice V65mm, boulonnée à la bride du **Té**. A l'extrémité de manchette on met une vanne opercule Ø65PN16bars et après la ventouse même.

Le montage des ventouses pour les conduites en **fonte ductile** Ø100mm et 150mm se réalise de la même manière, mais comme les **Tés** ont une tubulure à l'emboîtement, on prévoit une pièce **B.U** en plus avec diamètre correspondante qui s'introduit dans la tulipe du **Té** et

soudé à ce point. Après on fixe la plaque pleine à la bride de **B.U** et on soude la manchette pour la ventouse.

Pour les tuyaux en **béton précontraint Ø1250mm** le raccord de la ventouse à la conduite s'effectue à l'aide d'un **Té1250/200** à la bride, où on place directement une manchette de **0.40m** de longueur et après c'est la vanne opercule qui vient, pour terminer l'ouvrage en plaçant la ventouse **au-dessus**.

En ce qui concerne les conduites en **béton précontraint Ø1500mm** on prévoit deux ventouses de **Ø200mm**, vu la grandeur du diamètre de la conduite et la qualité d'air à évacuer.

Le montage des ventouses se réalise avec un **Té Ø1500/300** sur la conduite, où on place un deuxième **Té Ø300/300** avec tubulure à bride et deux bouts lisses, les quels on bouche avec plaque pleine soudée, en faisant deux orifices de **Ø200mm** où on soude deux tubulure bridées pour pouvoir monter les deux vannes opercules et les deux ventouses **Ø200**.

Les ventouses sont abritées dans les regards préfabriquée en **béton armés** (dans dalle de fond) qui reposent sur deux poutres d'appui **140/10/10 cm** en béton armé.

Les dimensions des regards sont :

- Pour ventouses **Ø65** et **Ø100mm** en forme de carré **118/118cm** d'une hauteur de **100cm**.
- Pour ventouses **Ø150** et **Ø200** en forme rectangulaire **170/125cm** d'une hauteur de **150cm**.

Les regards sont enterrés de **50cm** à **70cm** pour **Ø65** et **Ø100mm** et de **70cm** à **100cm** pour **Ø150** et **Ø200mm** et ils sont couverts avec des dalettes en béton armé.

- **Vidange :**

Une vidange de fond est prévue au niveau de chaque point bas du réseau, afin de pouvoir vider les conduites en cas d'une réparation de côtes dernières.

On envisage deux types de vidanges de fond différentes :

- **Types I** : vidange direct : lorsqu'on peut évacuer les eaux dans un Chaâba ou n'importe quel collecteur naturel, d'une façon gravitaire.
- **Type II** : dans les cas où dans les alentours il n'existe pas un collecteur suffisamment bas, pour vidanger directement la conduite.

Dans ces cas on utilise une pompe portative pour vider la partie de la conduite qui est plus bas de la sortie de la vidange.

Le branchement de la vidange à la conduite à vider se réalise avec une pièce en **Té** prévue sur la conduite, d'où moyennant d'une manchette en acier **Ø100mm**, où arrive au regard de vidange, construit en béton armé, projeté pour y mettre une vanne **Ø100mm**, par lequel on vide la conduite.

Pour un vidange indirecte ; le regard est projeté en deux compartiments : L'un pour abriter la vanne et l'autre dans lequel, on placera la crépine de la pompe lorsque l'écoulement gravitaire de l'eau s'arrête.

Une sortie en tuyaux en acier **Ø150mm** est prévue pour cet effet au niveau du terrain naturel.

• **Buttées :**

Des efforts résultants de la poussée de l'eau véhiculée se produisent généralement :

A chaque changement de direction (**Coude**).

A chaque dérivation (**Tés**).

A chaque extrémité (**Bouchons**).

A chaque changement de diamètre (**Cônes**).

Ces efforts peuvent être très importants et ont tendance à déboîter les éléments de la canalisation qui ne sont pas verrouillés mécaniquement l'un à l'autre.

Pour éviter des incidents il est indispensable de buter les points indiqués ci-dessous à l'aide de massif de béton prenant appui sur le terrain.

Les poussées se calculant par la formule :

$$N = K.P.F$$

Où :

N : poussée en **t**.

P : pression caractéristique de la conduite en **bars**.

F : surface intérieur du tuyau en **cm²**.

K : coefficient dont la valeur dépend de la forme de l'élément concerné.

a) – Calculs pour les coudes :

$$N = K.P.F$$

K = 1.414 pour les coudes **90°** ou **1/4**

K = 0.766 pour les coudes **45°** ou **1/8**

K = 1.391 pour les coudes **20°30'** ou **1/16**

K = 0.196 pour les coudes **11°15'** ou **1/32**

b) – Calculs pour les tés :

$$N = P.F$$

F : surface de la section intérieure à la dérivation.

c) – Calculs pour les bouchons :

$$N = P.F$$

F : surface de la section intérieure.

d) – Calculs pour les cônes :

$$N = P. (F-f)$$

Fet **f** étant la surface intérieure respectivement du grand et du petit diamètre. En faisant les calculs, on a considéré que la pression maximale devant être supportée par le terrain, sans souffrir de la déformation est de **2 Kg/cm²**, cependant il s'agit d'une conduite d'eau et par conséquent le terrain peut être mouillé, c'est pourquoi par mesure de sécurité on a pris comme pression admissible celle de **1Kg/cm²**.

- **Bornes d'irrigation :**

Les bornes d'irrigation utilisées dans le projet d'exécution sont de deux types :

- **Type B** : avec un maximum de quatre prises et d'un débit de **7 l/s** par prise pour les petites parcelles.

- **Type A** : pour les grandes et moyennes parcelles avec un débit maximum de :

A80----- 10 l/s

A100----- 15 l/s

A150----- 20 l/s

Les bornes d'irrigation proprement dites sont constituées de :

Une partie semi enterrée appelée « **corps d'irrigation** » qui a les fonctions :

- Compactage.

- Régulation de prenions oral.

- Limitation du débit.

Les bornes de types **A150** sont appelées **bloc-raccord** d'irrigation ces appareils placés dans un regard semi enterré comprenant :

a) Un dispositif de sectionnement (robinet-vanne **Ø150mm**).

b) Un ensemble d'élément assemblés par brides, ayant les même fonctions que la prise d'irrigation.

V-II-) - Diagnostic du réseau d'irrigation :

Ce diagnostic a pour objectifs de connaître l'état fonctionnel du réseau. En plus, situer les problèmes du périmètre avec une analyse des causes de ces problèmes et les contraintes.

V-II-1) – Diagnostic physique du réseau :

Ce diagnostic concerne **28 841 ml** du réseau d'irrigation, conduite principale et secondaire, du point de vu de type du matériau, linéaire du réseau, répartition des longueurs et spatial par type du matériau et les appareils hydromécaniques.

Tableau N° V. 3 : Appareils Hydromécaniques et linéaire conduite du réseau

	Linéaire conduite (ml).				Appareils Hydromécaniques.			
	Amiante-ciment	Fonte	Béton	Acier	Bornes	Ventouse	Vannes	Vidanges
Secteur III	11385	8861	7339	1256	72	75	26	42
Adduction Zerdezas	/	/	2180	6545	/	19	03	19
Totaux	37566				256 Unités			

(Source : ONID Skikda)

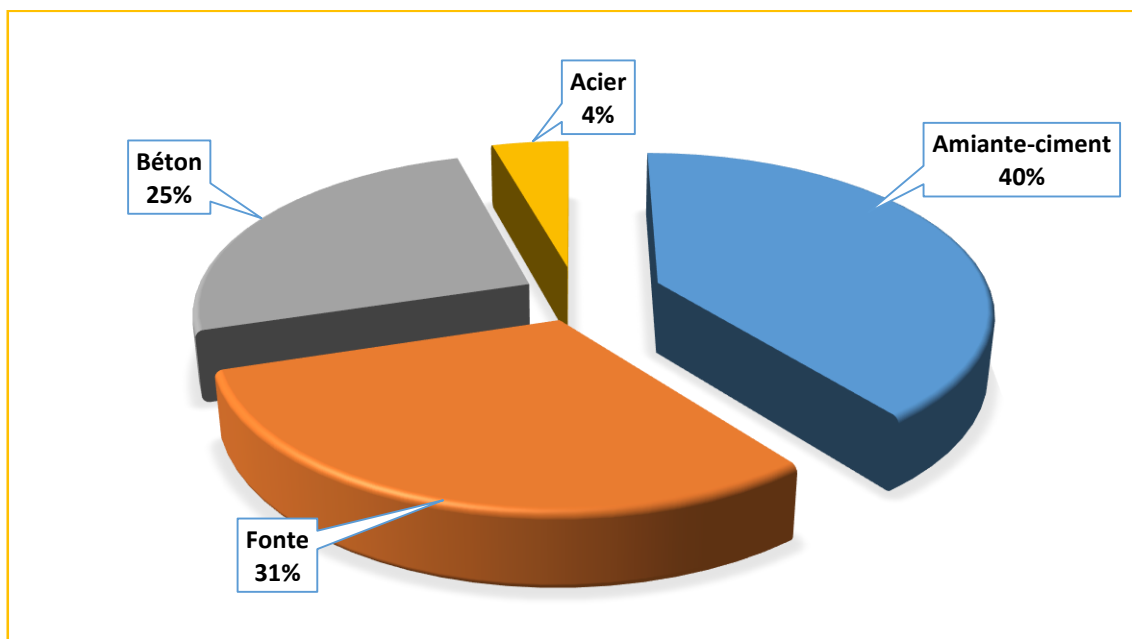


Figure N° V. 6 : Répartition des longueurs par type de matériaux

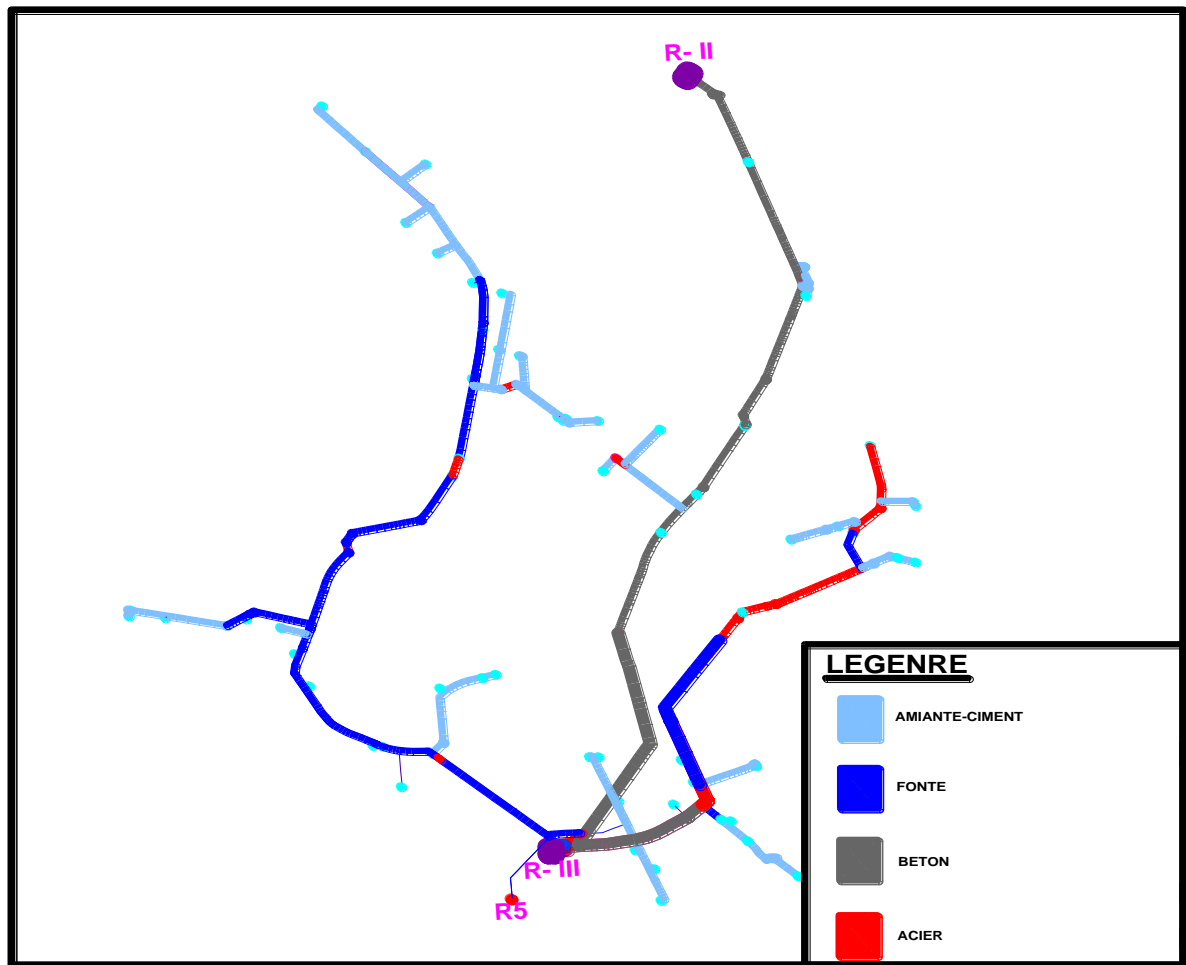


Figure N° V. 7 : Répartition spatiale des longueurs par type de matériaux

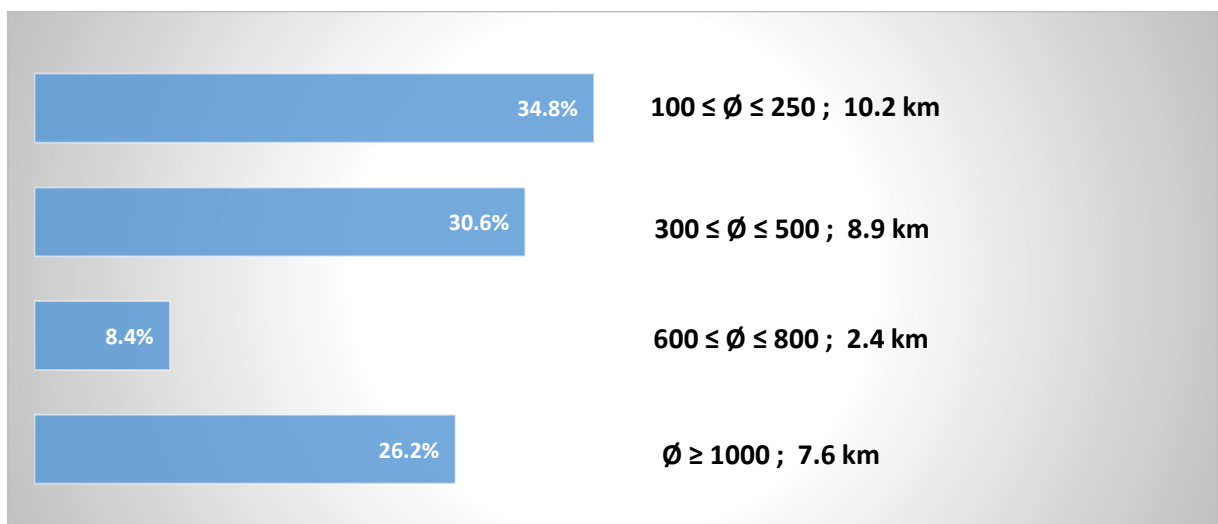


Figure N° V. 8 : Linéaire du réseau de distribution

V-II-2) - L'irrigation de la zone de haute :

L'irrigation du secteur (**Haute pression**) a été suspendue durant l'année **2014** et **saison 2015** à cause de la fuite sur la conduite **C-3-3** (Problème de **CHATAH**).

Mars 2014, La conduite principale de refoulement (**C-3-3** diamètre **600 mm**) qui aliment la zone de haute a été cassée, par la surcharge du domicile qui est juste au-dessus de la conduite au niveau du cône de changement du diamètre **600/700** entre les bornes **N° 49** et **N° 50**. Les opérations de recherche de la casse ont été lancées par **ONID** de la wilaya de **Skikda** dès la première réclamation. L'état actuel de la situation :

- La réparation de la casse est **bloqué** (il faut détruire la maison pour réparer la casse)
- **L'ONID** et les agriculteurs qui sont touché par ce problème ont déclarés deux procès judiciaires au niveau de la justice.

Malgré toutes, ces réclamations contre les propriétaires étaient inutiles car ils ont perdu le procès.

293 ha, c'est la superficie en suspendue durant tous cette période et la productivité agricole de la zone a connu une chute très grave. Le tableau suivant a récapitulé les propriétés de ce tronçon avant avoir la fuite :

Tableau N° V. 4 : Propriétés de tronçon cassé

N°	Désignation	L(m)	Q (l/s)	Ø (mm)	V (m/s)	Cote piézométrique		Cote projet		CTN	Pression manométrique		Pression de service	
						Début	fin	Début	Fin		Début	Fin	Début	Fin
11	Borne 49 ÷ cône 600/700	40.3	308.3	F.D 600	1.1	209.11	208.98	130.75	131.85	134.63	77.36	77.13	81.38	80.28
12	Cône 600/700 ÷ borne 50	237.6	308.3	F.D 700	0.8	208.98	208.64	131.85	140.23	142	77.13	68.41	80.28	71.90

(Source : ONID Skikda)

V-II-3) - La conduite C-3 :

La conduite **C-3** liée entre les deux réservoirs **II** et **III** non opérationnelles. Des travaux de réparation de la conduite de bons progrès dans le vois en direction de la rue Skikda-El-Harrouch.

Deux sections de tuyau en **béton** ont été remplacées. Cette section a été remblayée pendant que l'excavation et la réparation des autres fuites de la conduite **C-3** sont en cours

On estime que ces réparations sont achevées au début de mois d'**Novembre**. Jusqu'à ce moment-là, l'alimentation en eau de réservoir **II** par cette conduite est suspendue.

Les propriétés de conduite **C-3** sont récapitulé dans le tableau suivant :

Tableau N° V. 5 : Les propriétés de la conduite principale C-3

N	désignation	L(m)	Q (l/s)	Ø mm	V m/s	Cote piézométrique		Cote projet		CTN	Pression manométrique			Pression de service	
						début	fin	début	fin		début	borne	fin	début	fin
1	Branchement ÷ Borne 26	2767.0	1599	B.P 1250	1.3	159.3	155.8	159.3	92.2	95.4	00.00	63.66	/	5.8	72.8
2	Borne 26 ÷ C.3.2	240.74	1599	B.P 1250	1.3	155.8	155.5	92.2	89.9	93.1	63.66	-	65.6	72.8	75
3	C.3.2 ÷ Borne 27	143.26	1599	B.P 1250	1.3	155.5	155.4	89.9	89.4	92.1	65.57	65.57	/	75	75.6
4	Borne 27 ÷ Borne 28	626.89	1599	B.P 1250	1.3	155.4	154.6	89.4	69.3	72.5	65.97	85.28	/	75.6	95.7
5	Borne 28 ÷ Réservoir N°2	2940.4	1599	B.P 1250	1.3	154.6	150.9	69.3	139.5	148.9	85.28	/	11.5	95.7	25.5

(Source : ONID Skikda)

V-II-4) - Déficit en eau d'irrigation :

L'alimentation en Eau d'irrigation du secteur **III El-Harrouch** est assurée à partir du Barrage de **Zerdezas**, le volume régularisable à partir de Zerdezaz est de 18 hm³. Pour notre secteur **1.553 hm³** a été lâché et seulement **1.38 hm³** a été distribué. Les besoin de secteur en eau d'irrigation est estimer **4.1 hm³**.

Donc, notre zone d'étude est une zone déficitaire, soit un déficit d'ordre **2.6Mm³**.

Notre secteur d'étude est alimenté principalement par le barrage de Zerdezaz, Le volume utile initial du barrage était de **31 hm³**, suite à l'envasement, ce volume s'est réduit à **18.112hm³**. De **1971 à 1974**, le barrage a été surélevé de **13 m**, pour répondre au besoin de la région.

V-II-5) - Contraintes liées à la distribution d'Eau :

Dégradation totale des **pistes**, les pistes devient non accessibles. Du point de vue de la gestion de l'entretien, les dégradations affectant les pistes non revêtues sont rattachées à la nature, à la consistance de la couche. Cela due par l'inefficacité du système d'assainissement. Ces pistes ne sont pas régulièrement entretenues et comme premières conséquences elles sont soumises à plusieurs sortes de dégradations ce qui rend leur praticabilité difficile voire impossible à certaines périodes de l'année comme les saisons pluvieuses. Donc l'entretien des fuites devient très difficiles.

La suspension d'irrigation du secteur **III d'El-Harrouch** durant l'année **2009** et durant la campagne de saison **2010** en raison de la contrainte provoquée par les travaux d'Autoroute Est-ouest.

V-II-6) - Analyse des bornes :

Il s'agit d'équipement complexe regroupant la vanne à pression aval constant, le limiteur de pression, la vanne d'arrêt et le compteur d'eau.

Notre secteur d'étude possède **72 bornes** qui arrosent en moyenne **11.56 ha/borne**. Le type de borne qui prédomine est **A150** pour les grandes parcelles, puis **A100** et **A80** pour les parcelles de taille moyenne, et enfin le type **B** pour la petite parcelle. L'état actuel des bornes :

- Manquent des pièces hydrodynamiques le limiteur de pression et de débit (**70%** des bornes sont dans cet état)

- Des fuites sont signalées aux niveaux des raccords des bornes.
- les regards des bornes ne sont pas protégés par une dalle ou couverture métallique.
- les pluparts des regards des bornes sont immergées par les eaux des fuites par conséquent des herbages sont apparus.



Figure N° V. 9 : Borne d'irrigation à deux prises à l'état actuel (24/08/2015)

V-II-7) Réservoir de régulation journalière (R N°III) :

La comparaison entre le volume théorique nécessaire à la régulation journalière et la capacité théorique du réservoir nous a montré que cette dernière est suffisante pour la régulation. Or, les observations menées sur terrain ont montré que la capacité du réservoir est réduite à cause des dépôts (problème d'envasement), cette réduction est estimée par 15% de la capacité théorique.

Pour les ouvrages annexes du réservoir, il faut noter que la totalité de ces ouvrages sont en bonne état à l'exception de la vanne flottante qui ne fonctionne pas.

Utilisation direct de l'eau d'irrigation à partir le réservoir ; les agriculteurs utilisent des pompe à diesel pour refouler l'eau du réservoir directement aux parcelles le plus proche de réservoir sans passer par les bornes, cela va perturber et méconnaître le volume d'eau prélevé.



Figure N° V. 10 : Réservoir de régulation journalière envasé (ONID 26/02/2014)

V-II-8) - Les conduites :

En ce qui concerne les conduites, et d'après les observations et les données requises par les services gestionnaires de l'ONID, nous pouvons dire que :

- Les pertes des eaux dans le réseau sont assez importantes dans la conduite principale et les conduites secondaires à cause des fuites, mais l'estimation exacte de ces pertes est difficile.
- Une fuite d'eau provient généralement du réseau secondaire des conduites. Dans les cas les plus évidents, on peut l'apercevoir à la surface.
- Il faut noter aussi que vu à la qualité des eaux et la qualité des conduites, le problème de colmatage chimique et racinaire ne sont pas posés.

V-II-9) - Les superficies irrigables :

La superficie totale du secteur III retenue dans l'avant-projet est de **1023ha** en équipé et de **975 ha** en irrigué, néanmoins l'extension urbaine de la Daïra d'**El-Harrouch** à fait réduire la superficie nette de près **250 ha**, d'où le chiffre de **832.30 ha** affiché en irrigué.

Actuellement cette superficie a réduit, en raison des problèmes précités, jusqu'à **176.25ha**. En plus de ça, les travaux d'autoroute Est-Ouest a engendrée diminution des superficies.

Tableau N° V. 6 : Superficie Souscrite

Périmètre	Superficie Souscrite (ha)	Superficie Irriguée (ha)
Secteur III	176.25	176.25

(Source : ONID Skikda)

V-II-10) - Autres problèmes :

- Problème de construction à proximité des conduites d'irrigations.
- Changement des appareils hydromécaniques (vanne, ventouse,...)

-Des délestages électriques ou chutes de courant (perturbations au niveau du pompage).



Figure N° V. 11 : Ventouse à l'état actuel (24/08/2015)

V-II-11) - Les contraintes liées à l'entretien :

-Manque les pièces d'équipements hydromécaniques (limiteur de pression, limiteur de débit)

- La majorité des ventouses utilisées comme des bornes d'irrigations (par les agriculteurs).

-Les vannes non hermétiques.

-Les vannes de sectionnement non opérationnelles (surtout les vannes de grand diamètre).

-Manque les pièces de rechanges :

- ✓ les bornes et les ventouses.
- ✓ Les conduites en béton diamètre **1500mm** et **1250mm** avec les joints.
- ✓ Les pièces spéciales différentes diamètre (conduites en **fonte ductile**)
- ✓ Les conduites en amiante ciment diamètre **300mm** et **100mm**
- ✓ Les joint diamètre **300mm** et **100mm**.

-Manque les moyens matériels (mini retro chargeur pour le nettoyage au niveau du réservoir et pelle à chenille pour l'intervention des gros diamètres)

-La majorité des vidanges sont immergés engendré par les travaux de labours.

- Les agriculteurs ne respectent pas les servitudes entre les conduites d'irrigations et leurs habitations.
- les jours pluvieux pendant la période d'entretien.

V-II-12) - Modalités de gestion de l'eau :

Dans un réseau d'irrigation, la desserte de l'eau présente le mode de gestion ou de régulation ou de distribution de l'eau aux agriculteurs. Cette distribution est régie par un débit maximal que l'irrigant ne peut pas dépasser. Nous distinguons plusieurs modes de gestion, dans notre secteur d'étude, le mode de gestion utilisé est la distribution à la demande.

Dans une distribution à la demande, chaque agriculteur dispose d'une prise vannée sur le réseau collectif de distribution. Elle est effectuée dans le cas où le volume d'eau mobilisé est nettement supérieur au volume demandé, ce qui se répercute (poussivement) sur les débits.

Le rapport entre le débit affecté à chaque prise et le débit fictif continu caractérise la liberté offerte à l'agriculteur quant à l'organisation dans le temps de ses arrosages. Dans ce mode de gestion, l'agriculteur est libre d'utiliser le débit qu'il a souscrit.

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons analysé la situation actuelle de notre secteur d'étude. Cette analyse a pour objectif de faire un diagnostic général du périmètre, d'analyser l'état des ouvrages et de déterminer les points de dysfonctionnement afin de donner les recommandations nécessaires pour la réhabilitation.

En premier lieu, nous avons vu l'état théorique de l'ouvrage de régulation, les conduites de distribution et les bornes d'irrigation. En deuxième lieu, on a tiré toutes les contraintes présentées dans notre secteur d'étude. Ces contraintes sont liées à la disponibilité de l'eau, des contraintes techniques et d'entretien.

La partie suivante a pour but de proposer les recommandations nécessaires pour « **la réhabilitation** ».

Chapitre VI :

Réhabilitation

du réseau

d'irrigation

Introduction :

Après avoir tiré les contraintes techniques dans notre secteur d'étude, dans cette partie, nous essayons de donner quelques **recommandations** pour régler et éliminer ces contraintes présentes dans le secteur **III**. Le problème essentielles c'est celui de la zone de haute qui été suspendu depuis l'année **2014**.

Dans cette partie on va donner des solutions pour chaque problème traité dans la partie du diagnostic :

VI-1) - L'irrigation de la zone de haute :

Pour éliminer le problème de la conduite **C-3-3**, il faut éviter complètement la zone urbaine de la commune d'**El-Harrouch**, la solution la plus adopté est la modification du **tracé** de la conduite de refoulement.

VI-1-1) – Modification du tracé :

La modification va seulement toucher une partie de la conduite, qui est en contact avec la ville d'**El-Harrouch**. Pour plus des informations, sur cette tranche, sont résumées dans le tableau ci-après :

Tableau N° VI. 1 : Propriétés hydraulique de tracé

Désignation	L (m)	Q en tête (l/s)	Cote piézométrique		Cote projet		CTN		Pression manométrique		Pression de service	
			débit	Fin	débit	fin	débit	fin	débit	fin	débit	fin
Branchement C.3.3.4 ÷ fin d'acier (V8)	2415.5	388.8	210.7	199.7	108.3	152.4	111.2	154	102.4	47.3	103.9	59.7

(Source : ONID Skikda)

D'après le chef de service de l'**ONID**, pour éviter de tomber dans le même problème, la distance de **200m** au **minimum** entre la zone urbaine et le tracé de la conduite est requis dans cette situation. En plus, on place au niveau du nouveau tracé des plaques de signalisations le long de la conduite de refoulement.

Le tracé s'étendra sur plus **2.7 Km**, pour l'ancien sur **2.42 Km**, privilégiant les chemins et les parcelles communales afin de faciliter son entretien et minimiser les contraintes auprès des propriétaires.

Des changements ont été apportés à l'emplacement de la conduite, le nouveau tracé de la conduite qui amènera l'eau du branchement **C.3.3.4** jusqu'au la fin d'acier (**V8**). Les **deux** tableaux suivant explique ces changements pour les **bornes**, ses **branchements** aussi la **conduite** principale.

Tableau N° VI. 2 : Le nouveau tracé de conduite de refoulement

Désignation	L(m)	CTN		Côte projet	
		début	fin	débit	fin
Branchement C.3.3.4 ÷ fin d'acier	61	110.23	111.19	108.28	109.29
Branchement C.3.3.4 ÷ branchement Borne 48	242.8	111.19	128.05	109.29	126.55
Branchement Borne 48 ÷ borne 49	237.14	128.05	136.01	126.55	133.85
Branchement borne 49 ÷ cône 600/700	17.2	136.01	139.65	133.85	137.2
Cône 600/700 ÷ borne 50	13.23	139.65	141.23	137.2	139.19
Borne 50 ÷ borne 51	630.75	141.23	155.71	139.19	154.4
Borne 51 ÷ C.3.3.1	688.93	155.71	142.53	154.4	141.22
Branchement C.3.3.1 ÷ C.3.3.3	77.92	142.53	145.16	141.22	143.15
Branchement C.3.3.3 ÷ début d'acier	57.1	145.16	135.88	143.15	134.36
Début d'acier ÷ fin d'acier	48.96	135.88	133.61	134.36	132.1
Fin d'acier ÷ début d'acier	132.14	133.61	127.46	132.1	125.3
Début d'acier ÷ fin d'acier	17.64	127.46	126.02	125.3	124.15
Fin d'acier ÷ début d'acier	296.2	126.02	149.81	124.15	149
Début d'acier ÷ fin d'acier (V8)	241.11	149.81	147	149	145.4

Tableau N° VI. 3 : Les changements observés sur le tracé

Branchement	Bornes	Observations
C.3.3.4	Bornes N° 45, 46,47	Aucun changement
De borne 48	Borne N°48	Changement d'emplacement du toutes les appareils hydromécaniques (borne, vanne, ventouse)
De borne 49	Borne N°49	Changement d'emplacement de la borne
De borne 50	Borne N°50	Changement d'emplacement de la borne
De borne 51	Borne N°51	Changement d'emplacement de la borne et la ventouse
C.3.3.1	Borne N°60	L'emplacement de la borne et ventouse est le même, seulement la longueur du branchement est moins et l'emplacement sa vanne de tête sera changée l'emplacement
C.3.3.3	Bornes N° 52, 53, 54, 55	Aucun changement pour tous les appareils hydromécaniques seulement la longueur du branchement est moins et l'emplacement de ses vanne et ventouse de tête sera changée l'emplacement.

Finalement, le choix du nouveau tracé a été fait en tenant compte des contraintes liées à la construction de la future voie de contournement.

Le dessin ci-après illustre le nouveau tracé. La conduite sera située sur les propriétés hors la commune d'**El-Harrouch**.

Lors du tracé du réseau de distribution, nous prenons en considération les critères suivants :

- Chercher le tracé le plus court ;
- Eviter les traversés des routes et des oueds s'il est possible ;
- Eviter les changements de direction brusque.

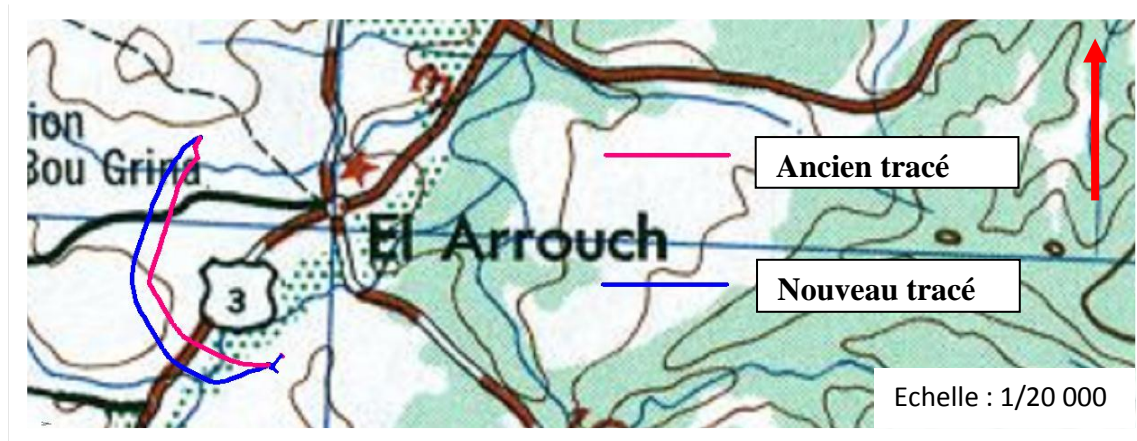


Figure N° VI. 1 : Le nouveau tracé de la conduite de refoulement.

VI-1-2) - Les ilots et les bornes d'irrigation :

Ce qui concerne les ilots et les parcelles, nous avons gardé le même découpage existant. Donc les surfaces des bornes restent les mêmes, seulement certaines bornes seront changées l'emplacement de **petites** distances.

VI-1-3) - Choix du matériau des conduites :

Le choix du matériau utilisé est en fonction de la pression supportée, de l'agressivité du sol et de l'ordre économique. Parmi les matériaux utilisés on peut citer : la fonte, le PVC, le PEHD et Béton précontraint. Nous utiliserons les conduites en **PEHD** (polyéthylène à haute densité) pour les conduites dont le diamètre est inférieur à **400mm** et inférieur à **25Bars**, et la fonte ductile pour les conduites dont le diamètre est supérieur ou égal à **400mm**.

VI-1-4) - Le calcul hydraulique :

Les dimensions des conduites doit répondre aux normes hydrauliques des vitesses admissibles, c'est -à-dire il faut éviter les vitesses supérieures à **2m/s** et inférieures à **0.5m/s**. Pour notre cas.

VI-1-4-1) - Calcul des pertes de charge et les pressions de services :

Ce qui concerne le calcul des pertes de charges et les pressions de service aux têtes des bornes, le calcul se fait à l'aide d'une simulation numérique par **EPANET**. Nous rappelons que la formule utilisée pour le calcul des pertes de charge par **EPANET** est celle de **Hazen-Williams** et elle est donnée par l'expression suivante :

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

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

C_{hw} Coefficient de perte de charge qui dépend du type de matériau il varie entre 130 et 150 pour le PEHD et la fonte.

VI-1-5) - Les résultats de dimensionnement et de la simulation :

VI-1-5-1) - Les Diamètres :

Nous avons eu les diamètres normalisés comme suite :

Tableau N° VI. 4 : Etat quantitatif des diamètres utilisés pour les conduites

Matériaux	D (mm)	Longueur (m)		
Fonte ductile	700	237.62	2 702.31	3 564.44
	600	812.48		
	500	1318.89		
	400	333.32		
PEHD	250	511.84	862.13	
	160	250.11		
	90	100.18		

Ainsi la répartition spatiale des diamètres dans le réseau est donnée par le schéma suivant :

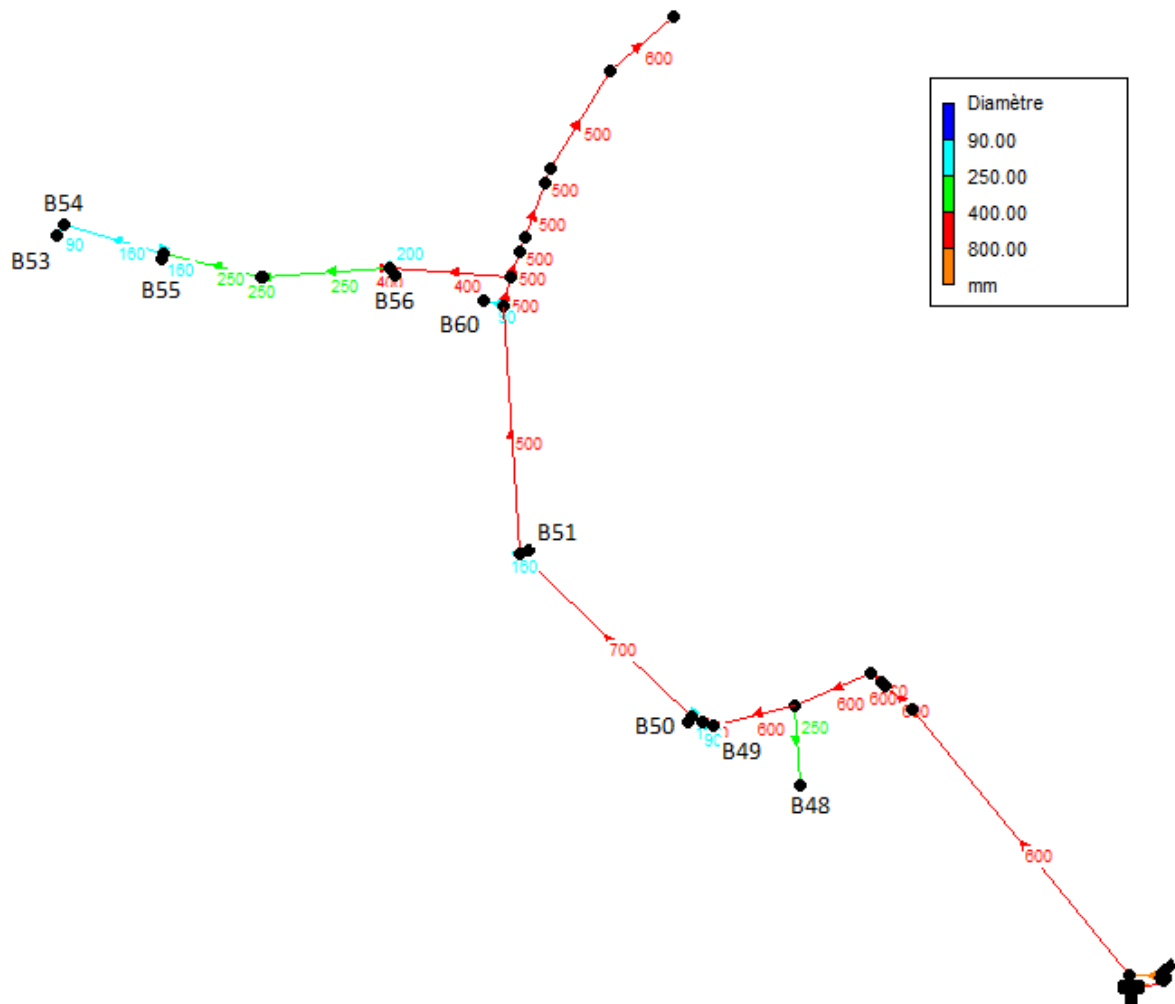


Figure N° VI. 2 : La répartition des diamètres dans le réseau de la distribution

VI-1-5-2) - Les vitesses :

Ce qui concerne les vitesses et d'après l'exploitation des résultats de la simulation nous avons observé que les vitesses varient entre **0.51m/s** et **1.50m/s**, ces valeurs sont acceptables et ne posent aucun danger, La répartition des vitesses dans le réseau est donné par le figure suivant :

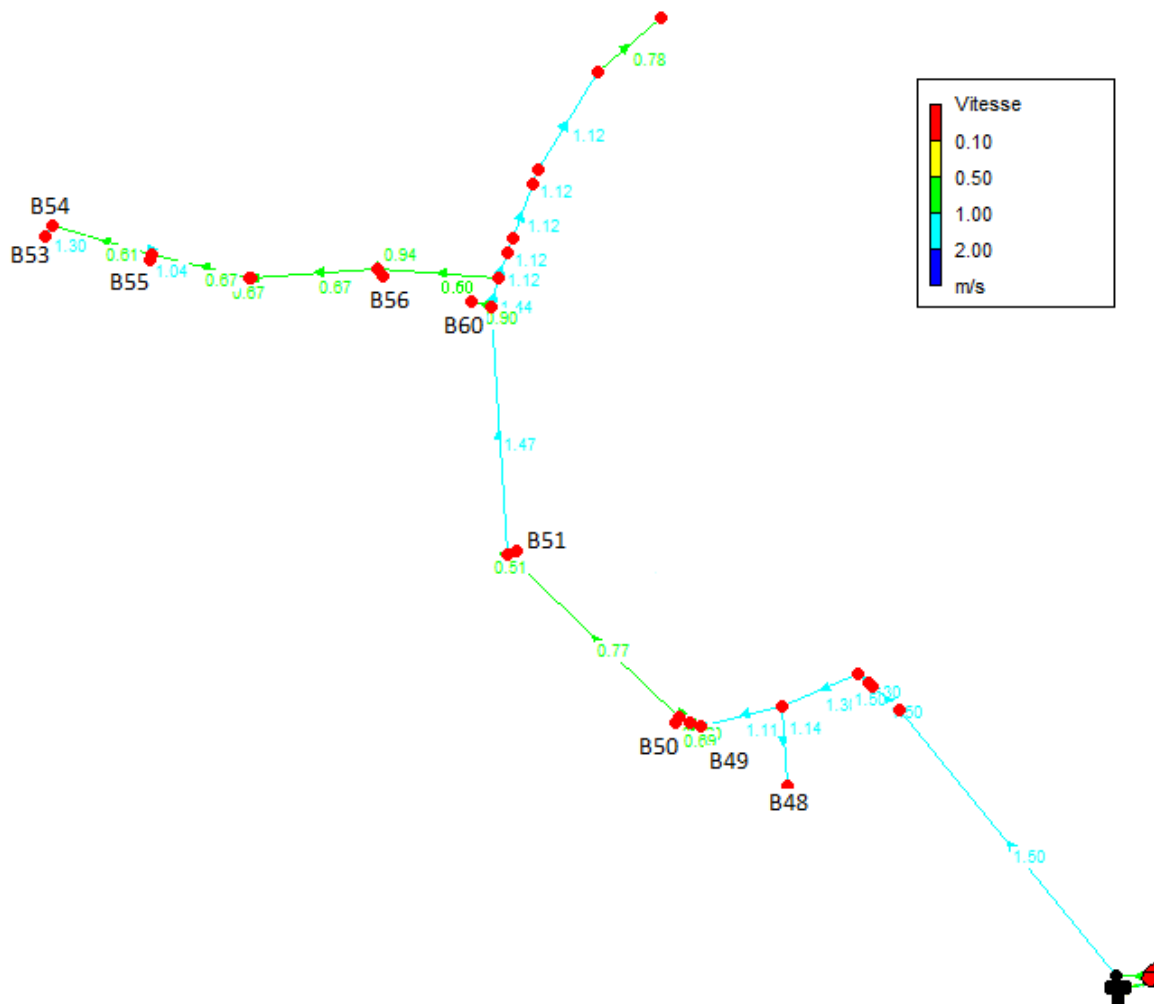


Figure N° VI. 3 : La répartition des vitesses dans le réseau

VI-1-5-3) - Les pressions de services :

Les pressions de services aux têtes des bornes varient entre **50.26** et **69.79m** c'est-à-dire entre **5 bar** et **7 bar**. D'après ces résultats, nous avons conclu que ces pressions sont bonnes pour n'importe qu'elle technique d'arrosage et qu'il faut utiliser des conduites de pression nominale **PN16** et que les bornes doivent être équipées par des limiteurs de pression. Les répartitions des pressions sont données par le schéma suivant :

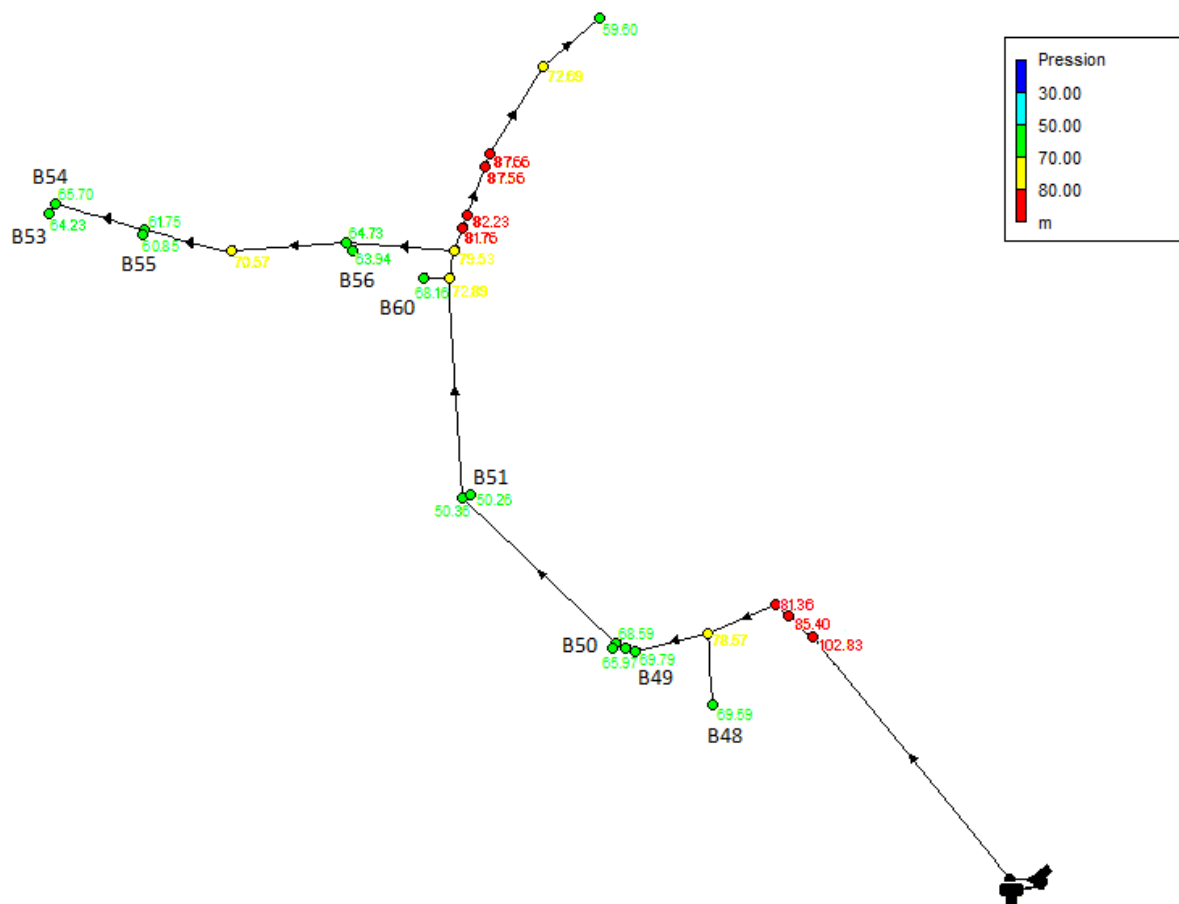


Figure N° VI. 4 : Les valeurs des pressions de services aux têtes des bornes et les conduites

VI-3) - Déficit en eau d'irrigation :

Selon les informations obtenues de l'**AGID** (Agence de réalisation et de Gestion des infrastructures hydrauliques pour l'Irrigation et le Drainage) et l'**OPI** (Office des périmètres irrigués), la disponibilité en eau serait d'une grande importance donc suffisante pour l'irrigation du secteur **(III) El-Harrouch**. Mais, la contrainte de limitation des ouvrages de stockage des eaux c'est le problème principal, éventuellement, le barrage du **Zerdezas** est envasé et le volume utile de ce dernier a diminué qui n'est plus suffisant pour la totalité du secteur **III**. Le volume utile initiale du barrage est réduit à près de **40%**, cela après une surélévation de **13 m**.

« Pour lutter contre la présence des sédiments, à ce jour, aucune solution ne s'impose. La technique de la surélévation de la digue est parfois envisagée. Selon certaines études, elle accélérerait paradoxalement le dépôt des sédiments.

Dans le cas de barrage côtier, ces derniers peuvent être utilisés pour le rechargement des plages proches. Cependant l'option la plus souvent retenue consiste en leur immersion au large. En apparence, cette solution préserve les équilibres estuariens mais elle déplace le problème. Les opérations d'immersion ne peuvent être réalisées qu'en prenant en considération les contraintes de préservation de l'écosystème. De surcroîts, coûteux et sans retour économiques.

La solution pourrait venir de Chine. Confrontée au problème de l'envasement de ses ports et de ses estuaires, ajoutées l'inconnue du barrage des Trois Gorges, la Chine entend apporter une réponse industrielle par la valorisation des sédiments en matériaux de construction.

D'abord pour la construction de digue, le remblaiement de route mais aussi pour la fabrication de produit noble, ainsi des briques. Cette démarche associe des industriels à des universités et des centres de recherche. Depuis plusieurs années, des départements de génie civil travaillent sur les performances mécaniques de la vase. Peu à peu, la technique s'améliore. Par exemple, l'expertise chinoise pourrait apporter des solutions à certains barrages fortement encombrés, comme ceux de Beni Amrane (Algérie). » ; François De la Chevalerie, 2005.

Pour une deuxième solution c'est amené l'eau à partir du barrage le plus proche de « **Guenitra** » qui a une capacité de **117.82 hm³** avec un volume régularisable de **48 hm³**, **21.82hm³** c'est pour l'**AEP**. Le transfert d'eau va ce fait à peu près sur **30 km**. Le barrage est situé dans le **Nord-Ouest** du barrage du **Zerdezas**.

Ainsi, pour les eaux souterraines, le sous-sol de la région de **Skikda** est bien pourvu en ressources d'eau souterraine, même si toutes les nappes ne présentent pas des capacités d'exploitation intéressantes (nappe des grés et nappe des flyschs dans la vallée de **Saf-Saf**). Le bassin versant de l'**Oued Saf-Saf** est le plus important de toute la région de **Skikda** marquée par une réserve régulatrice estimée à presque **125 Mm³**.

La dernière solution, c'est la **réduction** de la superficie irriguée à la superficie qui correspond à ressources existantes. Donc il faut exclure certaines cultures comme coton, pastèques et luzerne.

VI-4) - Réservoir de régulation journalière (R N°III) :

Pour la remise en état du réservoir, nous proposons les recommandations suivantes :

- Curage du réservoir pour éliminer la partie envasée.
- Entretien des appareils (flottants).
- Nettoyage du réservoir chaque année.

VI-5) - Les conduites :

Les recommandations nécessaires concernant les conduites de distribution sont :

- Détection des fuites et la réparation rapide.
- Remplacement des conduites en amiante-ciment à long terme par des conduites en **PEHD** et la **fonte ductile**.

VI-6) - Les superficies irrigables :

L'extension urbaine de la Daïra d'**El-Harrouch** a fait réduire la superficie nette de près **250 ha**, d'où le chiffre de **832.30 ha** affiché en irrigué. Pour cela des études sont faites pour la possibilité d'extension et la récupération de **170 ha**.

C'est dans le contexte de l'élargissement des surfaces agricoles et l'hydro amélioration des terres agricoles que la wilaya de **Skikda**, et particulièrement le périmètre d'irrigation de **Saf-Saf** (secteur **III El-Harrouch**) envisagent de procéder à l'extension de ses surfaces d'irrigation.

De ce fait une proposition d'extension du réseau d'irrigation au niveau de la ferme pilote « **Daoudi Laarbi** » cette dernière a une grande partie de sa superficie, non irrigué près de **70hectares**. Il est à noter aussi l'existence d'une superficie assez important de plus de

100hectares dont les propriétaires ont formulés à plusieurs reprises leur rattachement au réseau du périmètre existant et jusqu'à ce jour, ils n'ont pas pu être satisfait bien que du point de vue topographique, qualité des sols, leur terres dans un premier facilement irrigable situés, juste après le carrefour (El- Harrouch – Emjez- Eddchich et Salah Bouchaour – **face de l'AGID**)

- Zone 1 : la ferme pilote « **Daoudi Laarbi** »
- Zone 2 : le périmètre **face de l'AGID**.

Mais ces études ne teint pas en compte le manque d'eau dans le secteur III donc ce n'est pas applicable dans la réalité.

VI-7) - Autres recommandations :

Nous avons proposé les recommandations suivantes pour éliminer les contraintes techniques des appareillages :

- Installation des équipements hydromécaniques dans les bornes (limiteur de pression et limiteur de débit) ;
- Remplacement des équipements dysfonctionnés.

En ce qui concerne l'aménagement, nous proposons les recommandations suivantes :

- La réalisation des ouvrages de protection pour les conduites dans les croisements avec l'oued et le chemin de fer ;
- La remise en état des ouvrages de protection des appareillages ;
- La réalisation des pistes ;
- L'aménagement de l'oued.
- Désherbage, graissage et peinture des bornes.

VI-8) - Les recommandations concernant les contraintes de la gestion :

Ce qui concerne la gestion nous proposons les recommandations suivantes :

- Encourager le travail associatif ;
- Faire des formations pour la maîtrise des outils de gestion ;
- Définir d'autre mode de gestion de l'eau approprié pour notre secteur ;
- Utilisation du pilotage d'irrigation.
- Utilisation rationnelle des ressources hydriques pour une meilleure valorisation des terres agricoles

VI-9) - Recommandation à long terme :

Environ de **40%** du réseau est sont des conduites de nature **amiante-ciment**. L'exposition environnementale à l'amiante est une contamination de l'environnement extérieur et intérieur, qui affecte l'air, les sols et l'eau. Dans le cas des sols, la contamination se fait par les dépôts des résidus. Par contre la contamination des eaux se fait par la circulation des masses d'eau

dans les conduites d'amiante. Ainsi, pour les nouveaux raccordements ou dans le cas d'une réparation des conduites, une poussière d'amiante va être dégagée, ce qui peut causer des maladies pulmonaires graves.

C'est pourquoi nous essayons de remplacer cette partie du réseau de distribution avec un autre matériau hors le ciment-amiante. Cette solution est efficace et rentable mais elle est couteuse, donc nous le recommandé à long terme et que le remplacement du réseau ne se fait pas immédiatement.

Conclusion :

Dans ce chapitre et dans le cadre de la réhabilitation de secteur **III** du périmètre **Saf-Saf** dans la willaya de **Skikda**, nous avons modifié le tracé et redimensionné la partie de conduite de refoulement cassé du réseau de distribution. La première étape dans ce dimensionnement était le choix des matériaux des conduites et le tracé du réseau. Ce qui concerne les conduites, nous avons utilisé la **fonte ductile** pour les diamètres supérieurs ou égaux **400mm** et **PEHD** pour les diamètres inférieurs à **400mm**. Alors , dans le tracé, nous avons considéré le tracé le plus court et éviter les construction à proximité des conduites.

Après avoir analysé les contraintes du secteur, nous avons proposé des recommandations nécessaires pour la **réhabilitation**. Parmi elles, nous avons proposé des solution pour le déficit des eaux d'irrigation du périmètre et récupération des terres agricoles par l'extension du secteur **III**, une mise en état des ouvrages et des infrastructures dégradées, et pour le long terme le remplacement des conduites de amiante-ciment.

Dans le prochain chapitre nous abordons l'organisation de chantier et l'estimation du cout du projet.

Chapitre VII : Organisation de chantier et estimation des projets

Introduction :

Afin que notre projet soit exécuté dans les meilleures conditions possibles, deux opérations doivent être étudiées. Ces deux opérations sont l'organisation de chantier et l'estimation des devis. L'objectif de ces deux opérations est de déterminer et de coordonner la mise des moyens nécessaires pour une réalisation et une exécution des travaux dans des délais courts et de moindre coûts.

VII-1) - Les différents travaux sur chantier :

La réhabilitation du notre secteur d'étude nécessite un remplacement des conduites en **amiante-ciment** par des conduites en **PEHD** et **fonte ductile (à long terme)** et la modification du tracé d'une partie de refoulement (**à court terme**). Pour affecter ce projet de réhabilitation, nous devons exécuter les travaux suivants :

VII-1-1) - Exécution de la tranchée :

L'installation des conduites d'irrigation nécessite l'exécution du tranchée. La largeur de ce dernier doit être égale au diamètre extérieur de la conduite augmentée de **0.5m** dans le but de permettre aux poseurs de travailler à l'aise et d'effectuer sans gêne les différentes opérations de raccordements des tuyaux.

Tableau N° VII. 1 : Sur-largeur en fonction le diamètre

Ø de tube (mm)	Sur-largeur (mm)
20 à 160	100
180 à 600	300
> 600	400

La profondeur minimale recommandée est de **0.8m** par rapport à la génératrice supérieure pour les canalisations d'adduction.

VII-1-2) - Assise de la conduite :

Lorsque l'excavation des tranchées est terminée, on doit les remplir par une couche de **10-20cm** de **sable** ou de **gravier fin**, dans le but de maintenir la conduite dans l'axe de tranchée et soutenir le poids du sol situé au-dessus de la conduite.

Tableau N° VII. 2 : Hauteur de différentes couches

Couche	Matériau (granulométrie)	Hauteur de remblai
Lit de pose	Sable 0.1 à 5 mm (1)	Couche au moins 10 cm
Assise	Sable 0.1 à 5 mm	Jusqu'à hauteur axe de tube
Remblai de protection	Sable 0.1 à 5mm	10 cm de l'axe jusqu'à dessus du tube
Remblai supérieur	Réutilisation déblai (2)	Jusqu'à la surface.

(1) Entre **5** et **1 mm** en présence d'une nappe phréatique.

(2) Après élimination des éléments impropres.

VII-1-3) - Pose de la canalisation dans la tranchée :

Les tuyaux seront posés dans les tranchées creusées à l'aide d'appareil de levage. L'assemblage des conduites se fait à l'aide des manchons.

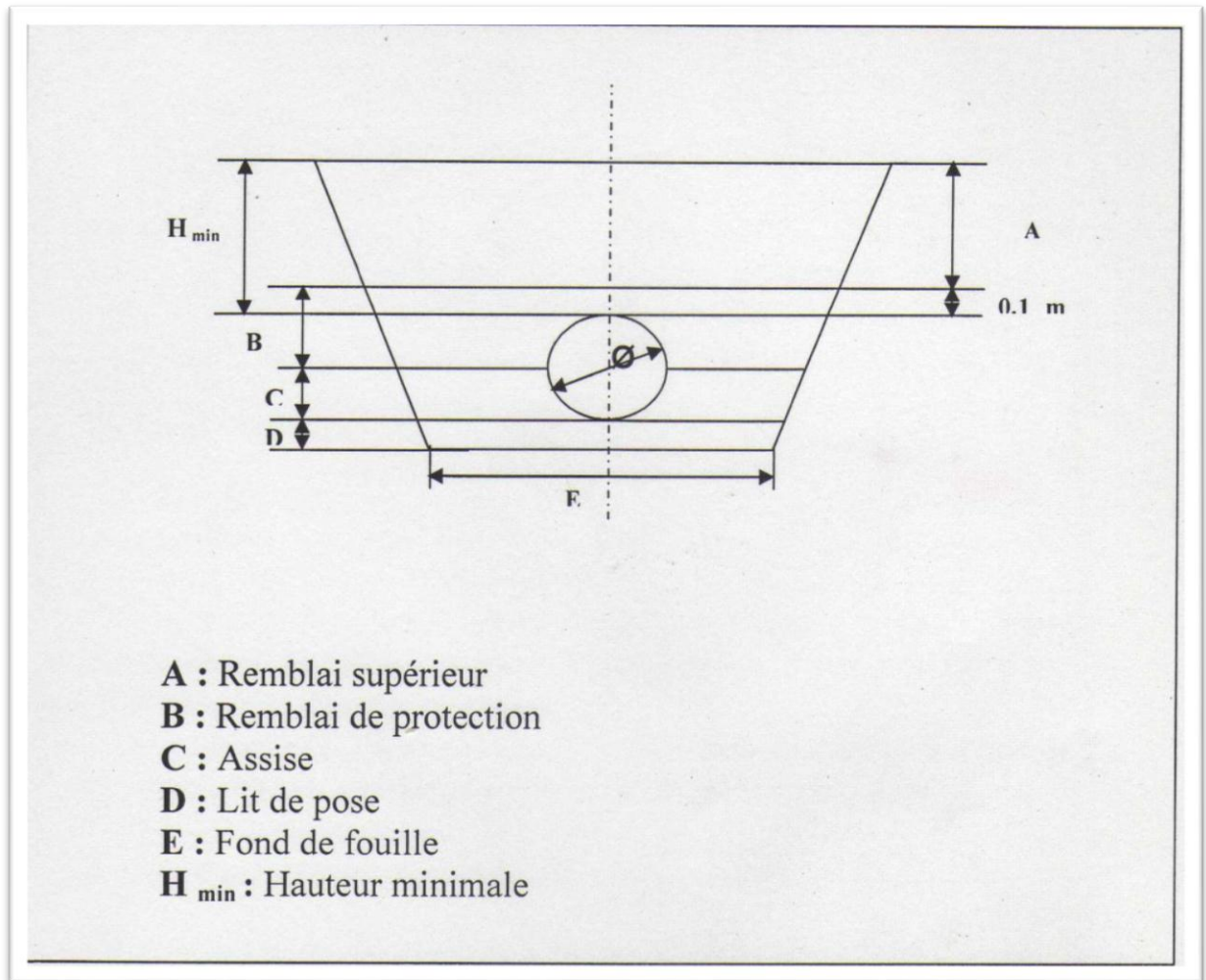


Figure N° VII. 1 : Section type de la tranchée

VII-1-4) - Epreuve d'essai de pression :

Pour éviter de laisser ouverte une très grande longueur de tranchée, on aura soin de remblayer au fur et à mesure que l'on pose les tuyaux. Avant cela, il est indispensable de s'assurer par un essai de l'étanchéité des joints. Les essais partiels sont effectués sur une longueur de **150 à 200m** à cet effet, nous adoptons une pression de **10 bars** pour l'épreuve.

VII-1-5) - Engins nécessaires pour l'exécution des travaux :

- ✓ Pelle excavatrice pour le terrassement de la tranchée.
- ✓ Bulldozer ou un chargeur pour le remblayage.
- ✓ Camions pour le transport des tronçons des conduites.
- ✓ Grue automotrice pour soulever, déplacer et déposer les tronçons des conduites.

VII-2) - Devis estimatif des travaux :

Dans cette partie, nous essayons de donner un devis estimatif du cout, en premier lieu nous allons faire une estimation approximative du devis concernant les travaux ensuite nous calculons le cout des conduites.

VII-2-1) - Calcul volume du travail :

Pour calculer le volume total du travail il faut calculer au début le volume du travail pour les opérations suivantes :

- Le volume de décapage :

$$V_{cv} = B.h.L \text{ (m}^3\text{)} \quad S=B.h \text{ (m}^2\text{)}$$

Avec L : longueur du tranché ; B : largeur du tranché ; h : hauteur de la couche

- Le Volume du déblai

$$V_d = L .b. H$$

V_d : Volume des déblais de la tranchée en (m³) ; L : Longueur de la tranchée en (m) ;

H : profondeur de la tranchée (m).

- Volume du lit de sable

$$V_s = L.b .e$$

Avec : V_s : volume du sable en (m³) ; e : épaisseur du sable, e = 10 cm.

- Remblaiement des tranchées

$$V_r = V_d - [V_{cdt} + V_s]$$

Avec : V_r : Volume du remblai en (m³) ; V_d : Volume du déblai en (m³) ;

V_{cdt} : Volume occupée par la conduite (m³) ; V_s : Volume du lit de sable (m³).

➤ **Le volume excédentaire**

$$V_{exc} = V_d - V_r$$

Les deux tableaux suivants regroupent les résultats :

Tableau N° VII. 3 : Cout de pose de canalisation de la conduite de refoulement (à court terme)

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
déblai en terrain	m3	5400	300.00	1 620 000
lit de sable	m3	270	800.00	216 000
remblaiement de la tranchée	m3	4600	200.00	920 000
volume de la couche végétale	m3	2700	400.00	1 080 000
volume excédentaire	m3	800	200.00	160 000
			TOTAL (HT)	3 996 000
			TVA 1 (17%)	679 320
			Montant TTC	4 675 320

Tableau N° VII. 4 : Cout de pose de canalisation du réseau à long terme

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
déblai en terrain	m3	22770	300.00	6 831 000
lit de sable	m3	1139	800.00	911 200
remblaiement de la tranchée	m3	19396	200.00	3 879 200
volume de la couche végétale	m3	11 385	400.00	4 554 000
volume excédentaire	m3	3374	200.00	674 000
			TOTAL (HT)	16 849 400
			TVA 1 (17%)	2 864 398
			Montant TTC	19 713 798

VII-2-2) - Devis estimatif des conduites :

Dans le calcul du devis estimatif pour le réseau de distribution, nous avons tenu compte des considérations suivantes :

- 1- Transport et pose **10%** du coût de la conduite.
- 2- Pièces spéciales **20%** du coût de la conduite,

Les résultats sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau N° VII. 5 : Estimation des prix des conduites de refoulement (à court terme)

Type	D (mm)	Longueur (m)	Prix unitaire (DA)	Prix total (DA)	transports et Pièces spéciale (DA)
PEHD	250	511.84	1689	864 498	259 349
	160	250.11	980	245 108	73 532
	90	100.18	632	63 314	18 944
Fonte ductile	700	237.62	20199	4 799 686	1 439 306
	600	812.48	17840	14 494 643	4 348 393
	500	1318.89	13845	18 260 032	5 478 010
	400	333.32	10550	3 516 526	1 045 958
Total (HT) (DA)				42 243 807	12 663 492
Total (HT) (DA)				54 907 299	
TVA (17%) (DA)				9 334 240.83	
Montant TTC (DA)				64 241 539.83	

Tableau N° VII. 6 : Estimation des prix des conduites du réseau à long terme

Type	D (mm)	Longueur (m)	Prix unitaire (DA)	Prix total (DA)	transports et Pièces spéciale (DA)
PEHD	315	870.71	2606	2 269 070	680 721
	250	2827.35	1689	4 775 394	1 432 618
	200	3159.04	1081	3 414 922	1 024 477
	160	1596.58	980	1 564 648	469 395
	125	384.89	872	335 624	100 687
	90	1654.62	632	1 045 720	313 716
Total (HT) (DA)				13 405 378	4 021 614
Total (HT) (DA)				17 426 992	
TVA (17%) (DA)				2 962 589	
Montant TTC (DA)				20 389 511	

Le devis total sera donc la somme du cout de travaux et le cout des conduites, après le calcul nous avons trouvé que le projet de réhabilitation coute :

- A Long terme : 40 103 309 (DA), quarante million, cent trois mille trois, cent neuf Dinar Algérienne.

- A Court terme : 68 916 859 (DA), soixante-huit millions et Neuf cent seize mille et huit cent cinquante-neuf Dinar Algérienne.

- Totale : 109 020 168 (DA), Cent neuf millions et vingt Mille et Cent soixante-huit Dinar Algérienne.

VII-3) - La planification des travaux d'installation du nouveau réseau d'irrigation :

Ce qui concerne l'installation du réseau d'irrigation, les opérations nécessaires et leurs durées pour effectuer cette tâche est donnée par le tableau suivant :

Tableau N° VII. 7 : Opération nécessaire pour l'implantation du réseau d'irrigation

Notation	Opérations	Durée (jours) A court terme
A	le piquetage	15
B	labourassions et décapage de végétaux	8
C	Excavation des tranchées et les fouilles	36
D	la pose lit de sable	15
E	la pose des conduites	10
F	raccordement des conduites et la pose des vannes, les bornes d'irrigation et les accessoires	20
G	Epreuve de joint et de canalisation	20
H	la pose des conduites	7
I	Remblaiement des tranchées	8
J	Travaux de finition	2

Pour la détermination de la durée totale du projet et le chemin critique, nous passons par le réseau à nœud. La représentation de ce dernier est donnée par le schéma suivant :

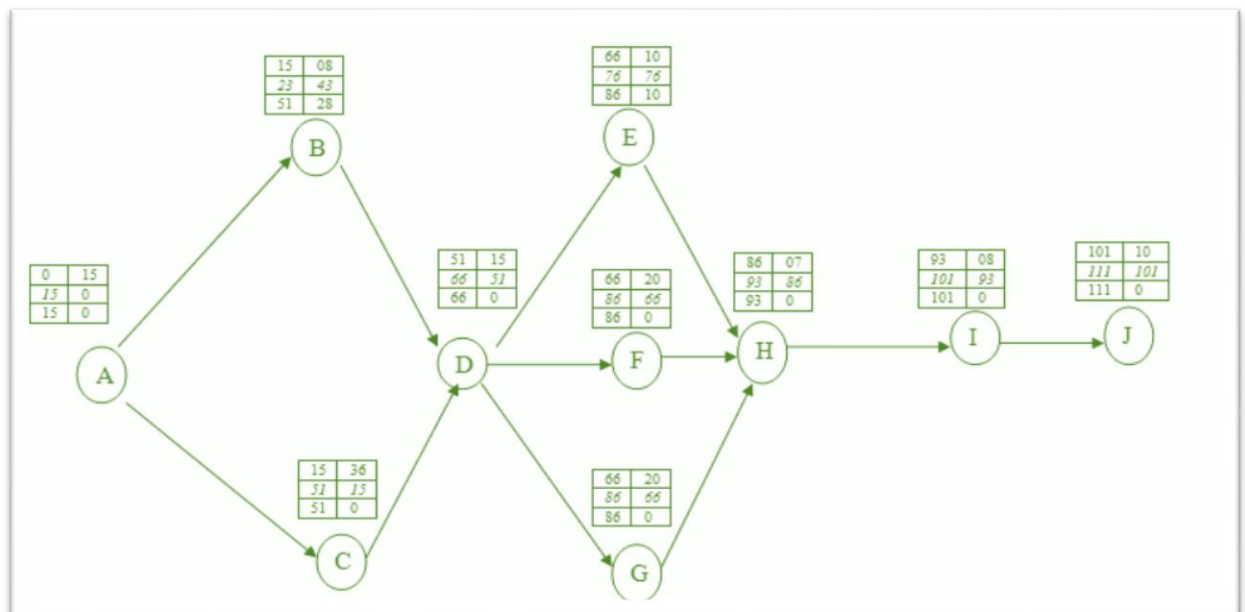


Figure N° VII. 2 : Calcul du réseau a nœud

Donc d'après le réseau à nœud nous concluons que les délais total du projet à court terme est **111 jour** ainsi le chemin critique est **A-C-D-F-H-I-J**.

Pour la partie à long terme, les travaux se font sur des intervalles de temps intermittents. Donc on ne peut pas estimer les délais total du ce projet

VII-4) - Sécurité et protection de travail :

Dans cette partie, nous essayons de donner un aperçu sur les instructions et la réglementation lors de l'enlèvement des conduites du ciment-amiante et l'emplacement du nouveau réseau.

Dans le cas de la pose ou de l'enlèvement des conduites, il convient de rappeler que tout travail qui n'exige pas des excavations est dangereux par nature. Ce risque est aggravé lorsque nous sommes en présence de matériaux reconnus par leurs fragilités et leurs dangers sur la santé et l'environnement. Pour cette raison, il est indispensable de définir la réglementation et les instructions nécessaires lors de ces travaux pour la protection de la vie humaine et l'environnement. Parmi ces mesures de sécurité dans ce cas exceptionnel, nous citons :

- ✓ Personnel portant les équipements de protection individuelle (**EPI**).
- ✓ Travaillez avec précaution
- ✓ Mouillez le matériau
- ✓ N'utilisez pas d'outil de coupe rapide pour ne pas alerter le matériau.
- ✓ Contrôle des mesures d'air ambiant par un laboratoire agréé.
- ✓ Zone balisée d'un périmètre minimum de 5 mètres pour protéger les alentours.
- ✓ Emballage spécial des déchets par des sacs à double couche.
- ✓ Les déchets doivent être évacués vers des centres de tri-regroupement de déchets de ce type, ainsi que vers des centres d'enfouissement technique.

Les mesures de protection dans le cas normal lors l'enlèvement ou la pose des conduites sont :

- ✓ L'utilisation des équipements de protection individuelle.
- ✓ L'échafaudage et le blindage des tranchées supérieures à 2m de profondeur.
- ✓ Le balisage et la signalisation.

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons défini la notion d'organisation de chantier et l'estimation des devis. Le but essentiel de ces notions est de garantir l'exécution du projet dans les meilleures conditions. Tout d'abord, nous avons défini toutes les tâches et les opérations nécessaires pour le projet de réhabilitation. Puis, nous avons choisi les engins les plus appropriés pour le bon déroulement des différentes étapes du projet. Par la suite, nous avons passé au calcul des délais des projets et la définition du chemin critique par la méthode du réseau à nœud. Enfin, nous avons calculé le devis estimatif des travaux de réhabilitation qui est de **Cent neuf millions et vingt Mille et Cent soixante-huit Dinar Algérienne 109 020 168 DA**, correspond à **131 034 DA/ha**, qui est un prix acceptable est dans les limites.

Conclusion générale

Conclusion générale :

Durant la dernière décennie, l'Algérie a connu une pénurie d'eau en cause de la sécheresse chronique qui sévit dans le pays, suivie d'une exploitation abusive des ressources en eau sans étude préalable ayant répandu un gaspillage énorme qui a causé des dégradations et des dysfonctionnements des infrastructures dans les périmètres d'irrigation.

Pour cette raison et dans le cadre d'obtenir un diplôme d'ingénieur en hydraulique, l'inutilité de notre projet de fin d'étude est « *Diagnostic et réhabilitation d'un réseau d'irrigation localisée d'une parcelle située à Saf-Saf secteur III El-Harrouch (Skikda) 832 ha à partir du barrage Zerdezas* »

Pour atteindre notre objectif, nous avons mise en évidence une analyse des conditions naturelles du milieu et nous avons conclu que notre région est caractérisée par un climat de type Subhumide, qui reçoit une moyenne de pluies (dont les moyennes annuelles sont de **570.69 mm**). Cela nous a permis de distinguer deux saisons :

- Une saison caractérisée par des températures supérieures à **20°C** (de **Mai** à **Octobre**) ;
- Une saison où les températures ne dépassent pas les **20°C** et ne descendent que rarement au-dessous de **12°C**

Par la suite nous avons étudié la problématique liée à la disponibilité de l'eau et nous avons conclu que le volume utile du barrage de **Zerdazas** est diminué à cause du problème d'envasement. Après avoir analysé les ressources en nous avons abordé l'étude pédologie qui est une étape très essentielle dans les projets d'irrigation et nous avons tirés les paramètres qui entre dans notre étude.

A partir des données pluviométrique requit par les services de gestionnaire de L'ANRH, nous avons abordé l'étude hydrologie afin de déterminer l'année de calcul. Dans cette partie nous avons comblé les lacunes par la méthode de régression linaires, tester l'homogénéité par le teste de **Wilcoxon**, ajustement par des lois statistiques et nous avons conclu à partir de teste de **khi carré** que notre échantillon s'ajuste mieux avec la loi **Log normal**.

Après la détermination de l'année de calcul, nous avons calculé les besoins en eau d'irrigation nous basons sur l'équation du bilan hydrique. Les besoins sont estimés à l'ordre de **4.1Mm³** qui nous donne un déficit de l'ordre de **2.55Mm³**.

L'analyse de l'état actuelle du périmètre et l'analyse des contraintes nous a montré que la plus part des infrastructures sont dégradés et les appareillages sont trouvées dans un mauvais état. Notre recommandation pour la réhabilité ce périmètre est de mise en état les infrastructures dysfonctionné, remplacement des conduites en **ciment-amiante** par des conduites en **PEHD** et de **fonte ductile**, modifié le tracé de la partie non opérationnelles de la conduite de refoulement et par la suite nous avons abordé le redimensionnement détaillé de cette conduite.

À la fin nous avons complété notre étude par une étude d'organisation de chantier et d'estimation du devis qui est de **Cent neuf millions et vingt Mille et Cent soixante-huit Dinar Algérienne 109 020 168 DA.**

REFERENCE BIBLIOGRAPHIE :

- A. Phocaidés. Manuel des techniques d'irrigation sous pression. 2^{ème} édition. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture ROME, 2008
- AMEURI, M'HAMED ANOUAR. Drainage Agricole De La Plaine De Ghriss (W.MASCARA). Mémoire de fin d'étude .ENSH BLIDA. 2011
- AMMAR Hachemi. Diagnostic des pratiques de l'irrigation par les techniques de la micro-irrigation et de l'aspersion (Cas du périmètre de la Mitidja ouest tranche II). Mémoire de fin d'étude. ENSH BLIDA.2005
- AOUATA, IBRAHIM. Etude de périmètre d'irrigation d'Ain Kercha partie ouest W.Oum Bouaghi. Mémoire de fin d'étude .ENSH BLIDA. 2014
- AZOUZ, Soria. Diagnostic d'un réseau d'irrigation localisée d'une parcelle située à Guerrouaou. Mémoire de fin d'étude .ENSH BLIDA. 2005
- BEN RABAH, Samia. Etat actuel des ressources en eau dans la Wilaya de Skikda (essai de synthèse) bilan – gestion perspective. Mémoire du Magister. UNIVERSITE BADJI MOKHTARANNABA Faculté des sciences de la Terre Département de Géologie.2006
- BOUADEM, Ali. Extension du périmètre SAF-SAF secteur 3. Université du 20 Aout 1955 Skikda Faculté des sciences, département d'agronomie. Mémoire de fin d'étude.2010
- BOUADEM Ali. L'estimation des paramètres d'arrosage dans la région de Skikda. Mémoire de fin d'étude. Département d'agronomie Skikda. 2013

Référence bibliographie

- BOUDJELAL, AMMAR. Détermination des besion en eau des cultures à l'aide de logiciel cropwat 4.3 dans la wilaya de tipaza. Mémoire de fin d'étude. Ecole nationle SUPREMERIEURE AGRONOMIQUE ELHarrach.2007
- BOUDJERADA, IDRIS. Etude de périmètre d'irrigation d'Ain Kercha partie est W.Oum Bouaghi. Mémoire de fin d'étude .ENSH BLIDA. 2014.
- BOULIFA, IBRAHIM. Etude du périmètre d'irrigation de F'kirina à l'aval de la retenue collinaire d'Oulmène (W -OUM EL BOUAGHI). Mémoire de fin d'étude .ENSH BLIDA. 2011.
- Bulletin FAO d'irrigation et de drainage. Conception et optimisation des réseaux d'irrigation et de drainage. Rome 1996.
- Girault, M. Eléments de méthodologie statistique.1^{er} edition. Paris : Dunod, 1967
- Guerifi, Chahinez. Périmètre irrigué SAF-SAF. Université du 20 Aout 1955 Skikda Faculté des sciences, département d'agronomie. Rapport de stage.2012
- HADEF, Djaber Abdellah. Irrigation du périmètre SAF-SAF « secteur 1 » à partir des eaux épurées de la STEP de Hamadi Krouma (W.Skikda). Mémoire de fin d'étude. ENSH BLIDA.2013
- HOUICHER Hocine. Indicateurs de performance de l'irrigation à l'échelle de l'exploitation agricole et de la parcelle. Cas de l'exploitation agricole de la Mitidja Ouest Tranche 1. Mémoire de fin d'étude. ENSH BLIDA. 2007
- LARKAM, AHMED. Etude d'un périmètre irrigué à partir d'une retenue collinaire de M'GHILA W.TISSEMSILT. ENSH BLIDA. Mémoire de fin d'étude.2012.
- Lasnier-Lachaise, L. Agronomie. Paris : Flammarion, 1963

Référence bibliographie

- Léopold RIEUL ; Pierre Ruelle, Guide pratique d'irrigation, 3ème édition. Antony (Hauts de Seine) : Cemegref.2003
- MEDJANI, Fethi. Ressources en eau vulnérabilité et développement durable dans la plaine de SKIKDA (NE Algérien). Mémoire du Magister. UNIVRSITÉ BADJI-MOKHTARANNABA, Faculté des Sciences de la Terre, Département de géologie.2007
- Otmane Mahira, Bouhadja Amira, Saad djaballah lamia. Extension du périmètre d'irrigation du Saf-Saf secteur III d'El-Harrouch. Mémoire de fin d'étude. Université de Skikda, agronomie. 2005
- Philippe Dhervilly (ARD), Daniel Levacher, Docteur en sciences. Envasement du barrage François de la Chevalerie, Université de Caen. 2006
- Touaibia, Benina. Manuel pratique d'hydrologie.2ème édition. Alger18. Mars 2004.

Annexes

Annexe I :

7

VALEURS DU COEFFICIENT CULTURAL K_c EN FONCTION DU STADE DE CROISSANCE DE DIFFERENTES CULTURES ANNUELLES

Tableau n° 3

cultures annuelles	POURCENTAGE DE LA PERIODE DE CROISSANCE									
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Betterave à sucre	0,45	0,50	0,70	0,90	1,05	1,15	1,25	1,25	1,15	1,10
Coton	0,20	0,30	0,40	0,60	0,80	1,00	1,00	0,90	0,700	0,60
Haricots	0,50	0,65	0,80	1,00	1,10	1,15	1,10	0,95	0,80	0,70
× Maïs Grains	0,45	0,55	0,65	0,80	1,00	1,08	1,08	1,02	0,95	0,85
Maïs Fourrage	0,45	0,50	0,60	0,70	0,90	1,02	1,10	1,10	1,05	0,95
Maraichage	0,35	0,50	0,65	0,75	0,80	0,82	0,80	0,75	0,65	0,50
Melons	0,45	0,58	0,60	0,70	0,80	0,82	0,80	0,75	0,72	0,76
Pomme de terre	0,35	0,45	0,60	0,85	1,10	1,25	1,35	1,38	1,35	1,25
Sorgho grain	0,30	0,50	0,70	0,50	1,10	1,05	0,95	0,80	0,70	0,60
Tomates	0,45	0,45	0,58	0,85	0,85	1,00	1,02	0,95	0,85	0,75

Annexe II :

VALEURS DU COEFFICIENT CULTURAL Kc POUR LES CULTURES PERENNES

Tableau n° 5

CULTURES PERENNES	MOIS (Hemisphere Nord)											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Agrumes	0.64	0.66	0.88	0.70	0.71	0.72	0.72	0.78	0.88	0.67	0.66	0.65
Arbres fruitiers à feuilles caduques	0.17	0.25	0.40	0.65	0.68	0.95	0.90	0.80	0.50	0.30	0.20	0.15
Arbres fruitiers avec cousses	0.65	0.75	0.85	0.95	1.10	1.15	1.10	1.05	0.95	0.90	0.80	0.60
Avocats	0.25	0.40	0.80	0.70	0.77	0.82	0.77	0.78	0.62	0.52	0.42	0.32
Luzerne	0.80	0.75	0.65	1.00	1.10	1.15	1.10	1.05	1.00	0.30	0.80	0.65
Prairies	0.50	0.60	0.75	0.85	0.90	0.92	0.92	0.90	0.88	0.80	0.65	0.55
Noyers	0.10	0.15	0.20	0.45	0.70	0.95	1.00	0.85	0.65	0.65	0.30	0.15
Vigne	0.20	0.25	0.30	0.50	0.70	0.80	0.80	0.75	0.65	0.50	0.35	0.20

Annexe III :

Caractéristiques hydriques de quelques sols :

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

Annexe IV :

5. RESERVE D'HUMIDITE FACILEMENT UTILISABLE (RFU)

DONNEES GENERALES SUR LA PROFONDEUR D'ENRACINEMENT DES CULTURES EN PHASE DE PLEIN DEVELOPPEMENT, FRACTION DE L'EAU UTILISABLE (q) ET RESERVE FACILEMENT UTILISABLE (p.Sa) POUR DIFFERENTS TYPES DE SOLS (en mm/m de profondeur) QUAND ETcult = 5-6 mm/jour

Cultures	Profondeur d'enracinement (d) m	Fraction (q) de l'eau utilisable ¹	Réserve d'eau facilement utilisable (p.Sa) mm/m ²		
			T.fin	T.moyenne	T.grossière
Luzerne	1.0-2.0	0.55	110	75	35
Banane	0.5-0.9	0.35	70	50	20
Orge ²	1.0-1.5	0.55	110	75	35
Haricot ²	0.5-0.7	0.45	90	65	30
Betterave	0.6-1.0	0.5	100	70	35
Chou	0.4-0.5	0.45	90	65	30
Carotte	0.5-1.0	0.35	70	50	20
Céleri	0.3-0.5	0.2	40	25	10
Agrumes	1.2-1.5	0.5	100	70	30
Tréfle	0.6-0.9	0.35	70	50	20
Carou		0.2	40	30	15
Coton	1.0-1.7	0.65	130	90	40
Courcoubis	0.7-1.2	0.5	100	70	30
Date	1.5-2.5	0.5	100	70	30
Fruitière café.	1.0-2.0	0.5	100	70	30
Lin ²	1.0-1.5	0.5	100	70	30
Cébetes ²	0.9-1.5	0.6	120	80	40
Cébet. d'hiver ²	1.5-2.0	0.6	120	80	40
Vigne	1.0-2.0	0.35	70	50	20
Gazon	0.5-1.5	0.5	100	70	30
Arachide	0.5-1.0	0.4	80	55	25
Laine	0.3-0.5	0.3	60	40	20
Mais ²	1.0-1.7	0.6	120	80	40
Mais-ensilage		0.5	100	70	30
Melon	1.0-1.5	0.35	70	50	25
Olivier	1.2-1.7	0.65	130	95	45
Oignons	0.3-0.5	0.25	50	35	15
Palmier	0.7-1.1	0.65	130	90	40
Pois	0.6-1.0	0.35	70	50	25
Poirron	0.5-1.0	0.25	50	35	15
Ananas	0.3-0.6	0.5	100	65	30
Pomme de terre	0.4-0.6	0.25	50	30	15
Carthame ²	1.0-2.0	0.6	120	80	40
Sisal	0.5-1.0	0.8	155	110	50
Sorgho ²	1.0-2.0	0.55	110	75	35
Soja	0.6-1.3	0.5	100	75	35
Epinard	0.3-0.5	0.2	40	30	15
Fraisier	0.2-0.3	0.15	30	20	10
Betterave sucr.	0.7-1.2	0.5	100	70	30
Canne à sucre ²	1.2-2.0	0.65	130	90	40
Tournesol ²	0.8-1.5	0.45	90	60	30
Potato douce	1.0-1.5	0.65	130	90	40
Tobac - int.	0.5-1.0	0.25	70	50	25
" " " "		0.65	130	90	40
Tomate	0.7-1.5	0.4	180	60	25
Légumes	0.3-0.6	0.2	40	30	15
Bé	1.0-1.5	0.55	105	70	35
" " " "		0.9	180	130	55
Volume total d'eau du sol disponible (Sa) (mm/m)			200	140	60

¹ Quand ET_{cul} < 3 mm/jour, augmenter les valeurs de 30 % ; quand ET_{cul} > 8 mm/jour, réduire les valeurs de 30 %. Ceci suppose des conditions non salines (CE < 2 dS/m).

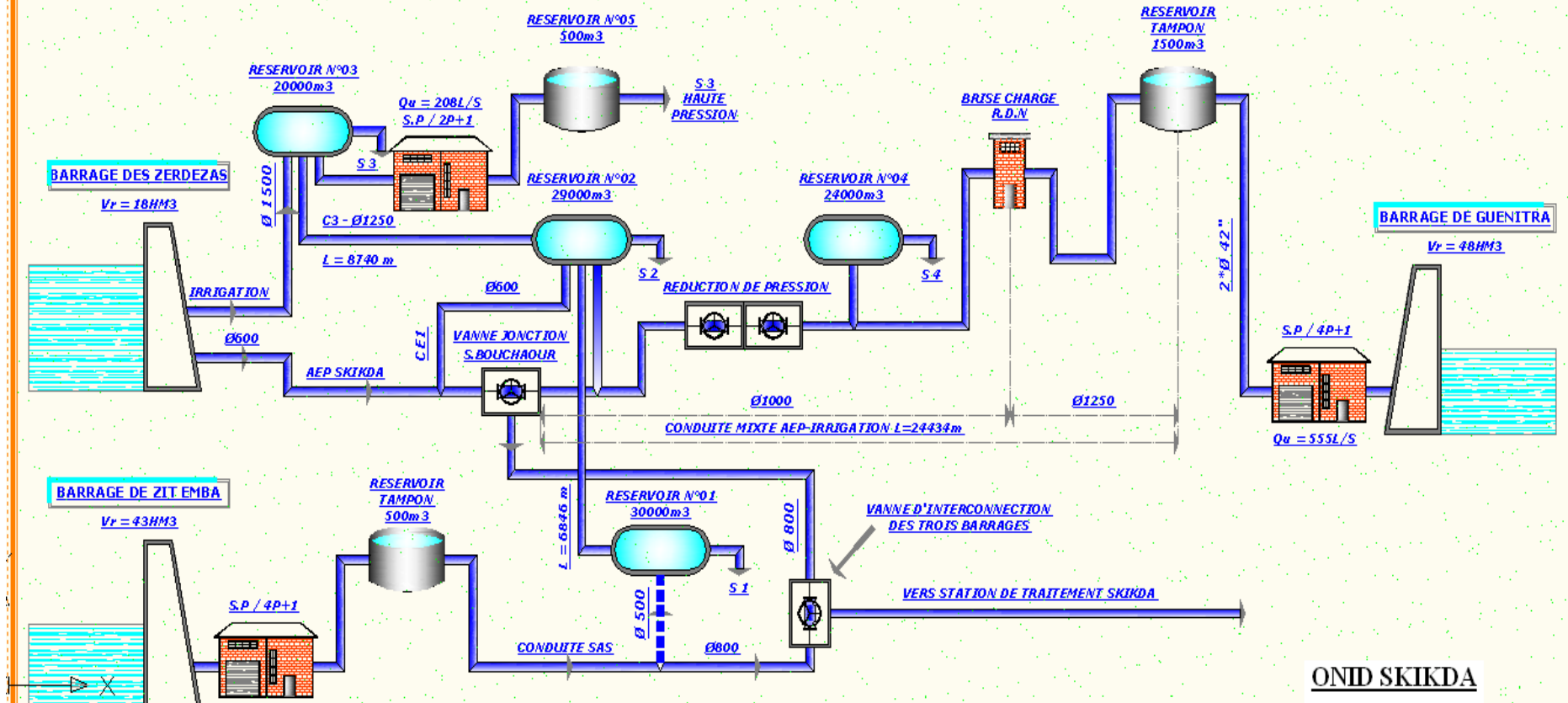
² Des valeurs supérieures à celles indiquées ici sont observées durant la maturation.

Sources: Taylor (1965), Stuart et Hagan (1972), Salter et Goodie (1967), Rijntjes (1965), etc.

Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage N° 24, Tableau 39 (nouvelle version).

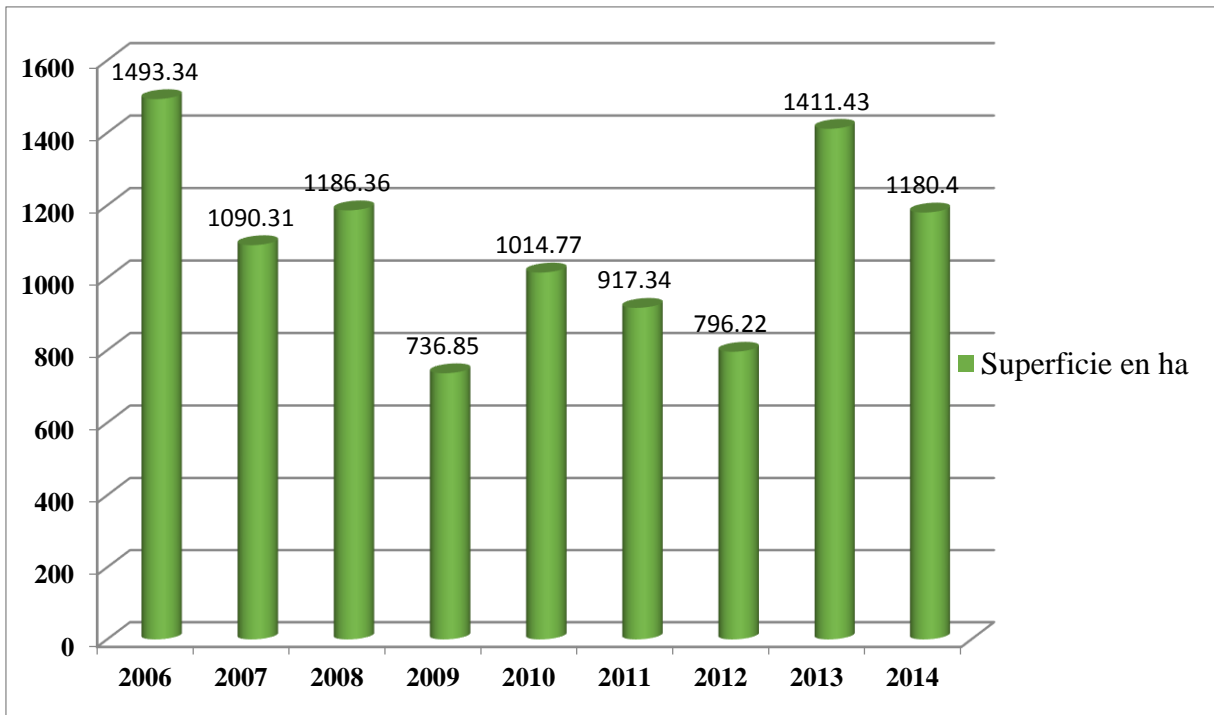
Annexe V :

SCHEMA SYNOPTIQUE ET PRINCIPE DE DISTRIBUTION HYDRAULIQUE DU PERIMETRE SAF SAF - SKIKDA

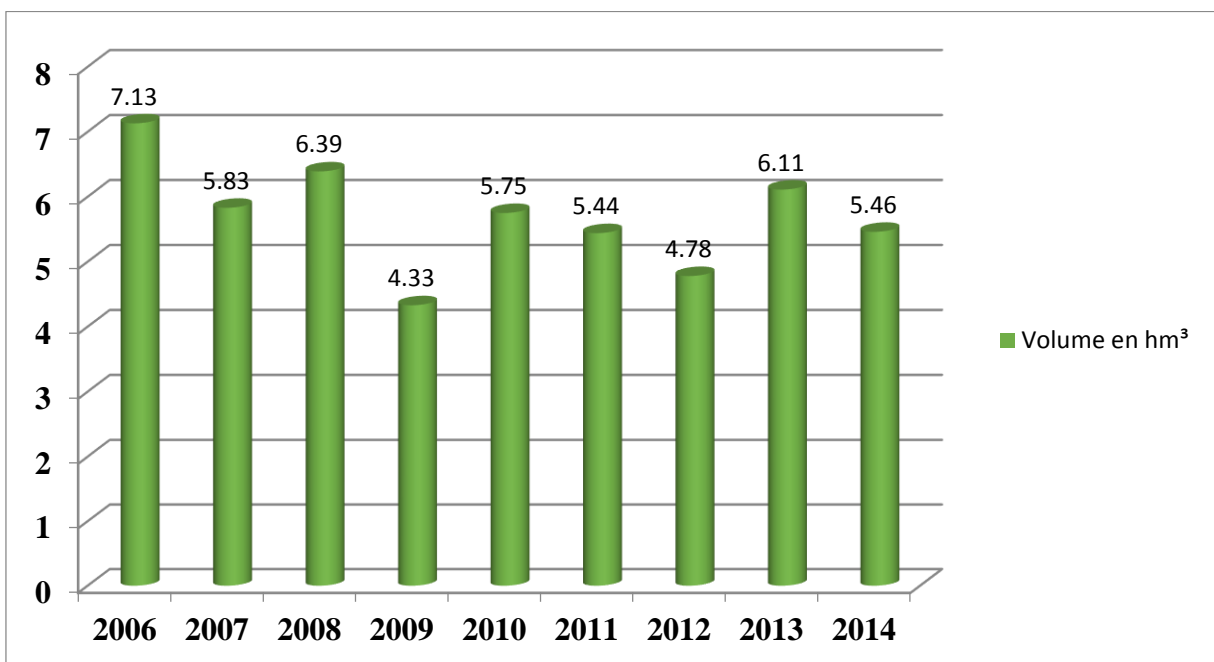


Annexe VI :

Evolution des superficies irriguée du périmètre Saf-Saf (2006-2014)



Evolution du volume consommé



Annexe VII :

Propriétés Hydraulique du réseau existant

C.3.1

N°	désignation	L(m)	Q (l/s)	Ø mm	V m/s	Cote piézométrique		Cote projet		CTN	Pression manométrique			Pression de service	
						début	fin	début	fin		début	borne	fin	début	fin
1	Début C.3.1 ÷ Branchement Borne 1	812.97	391.77	B.P 1000	0.5	158.52	158.32	158.52	113.74	115.67	00.00	/	44.58	6.48	51.26
2	Branchement Borne 1 ÷ Début de C.3.1.2	145.37	383.98	B.P 1000	0.49	158.32	158.29	113.74	110.07	112.17	44.58	/	48.22	51.26	54.93
3	Branchement C.3.1.2 ÷ Début d'acier	5.00	318.86	B.P 1000	0.41	158.29	158.29	110.07	109.94	112.09	48.22	/	48.35	54.93	55.06
4	Début d'acier ÷ Fin d'acier	60.20	318.86	Acier 500	1.62	158.29	158.01	109.94	108.62	110.70	48.35	/	49.39	55.06	56.38
5	Fin d'acier ÷ Branchement C.3.1.4	119.60	318.86	F.D 500	1.62	158.01	157.04	108.62	109.47	113.13	49.39	/	47.57	56.38	55.53
6	Branchement C.3.1.4 ÷ Branchement Borne 9	28.17	281.07	F.D 500	1.43	157.04	156.85	109.47	109.67	111.32	47.57	/	47.18	55.33	55.33
7	Branchement Borne 9 ÷ Branchement Borne 11	189.91	272.92	F.D 500	1.39	156.85	155.67	109.67	109.10	110.49	47.18	/	46.57	55.33	55.90
8	Branchement Borne 11 ÷ Branchement Borne 10	353.00	265.07	F.D 500	1.35	155.07	153.59	109.10	104.45	105.97	46.57	47.62	49.14	55.90	60.55
9	Branchement Borne 10 ÷ Branchement Borne 12	41.72	235.62	F.D 500	1.20	153.59	151.59	104.45	104.28	106.09	49.14	47.50	47.31	60.55	60.72
10	Branchement Borne 12 ÷ cône 500/400	430.56	210.22	F.D 500	1.07	151.59	149.91	104.28	85.03	86.59	47.31	/	64.88	60.72	79.97

C.3.1

N°	désignation	L(m)	Q (l/s)	Ø mm	V m/s	Cote piézométrique		Cote projet		CTN	Pression manométrique			Pression de service	
						début	fin	début	fin		début	borne	fin	début	fin
11	Cône 500/400 ÷ Branchement Borne 16	518.86	210.22	F.D 400	1.67	149.91	143.29	85.03	78.92	80.36	64.88	62.93	64.37	79.97	86.08
12	Branchement Borne 16 ÷ Début d'acier	472.64	180.22	F.D 400	1.43	143.29	138.66	78.92	76.87	77.89	64.37	/	61.79	86.08	88.13
13	Début d'acier ÷ Fin d'acier	127.00	180.22	Acier 400	1.43	138.66	138.06	76.87	71.67	77.26	61.79	/	66.39	88.13	93.33
14	Fin d'acier ÷ Cône 400/300	237.00	180.22	F.D 400	1.43	138.06	135.74	71.67	81.11	83.58	66.39	/	54.63	93.33	83.89
15	Cône 400/300 ÷ Branchement Borne 18	308.57	121.22	Acier 300	1.71	13.74	135.42	81.11	80.25	81.83	54.63	53.59	55.17	83.89	84.75
16	Branchement Borne 18 ÷ Branchement C.3.1.3	66.61	111.68	Acier 300	1.57	135.42	134.94	80.25	80.22	82.98	55.17	/	54.72	84.75	84.78
17	Branchement C.3.1.3 ÷ Branchement C.3.1.8	247.46	61.26	Acier 300	0.86	134.94	134.35	80.22	83.64	85.09	54.72	/	50.71	84.78	81.36
18	Branchement C.3.1.8 ÷ Fin Borne 23	438.31	20	Acier 150	1.13	134.35	130.52	83.64	76.74	77.94	50.71	52.58	53.78	81.36	88.26

C.3.1.2

N°	désignation	L(m)	Q (l/s)	Ø mm	V m/s	Cote piézométrique		Cote projet		CTN	Pression manométrique			Pression de service	
						début	fin	début	fin		début	borne	fin	début	fin
1	Branchement C.3.1 ÷ Borne 3	151.77	65.12	F.D 400	0.52	158.29	151.99	110.37	109.70	111.20	47.92	46.79	48.29	54.63	55.30
2	Borne 3 ÷ Branchement Borne 5	56.27	47.16	F.D 400	0.38	157.99	157.93	109.70	109.39	/	48.29	/	48.54	55.30	5.61
3	Branchement Borne 5 ÷ Début d'acier	110.47	36.92	A.C 300	0.52	157.93	157.82	109.39	107.34	/	48.54	/	50.47	55.61	57.66
4	Début d'acier ÷ Fin d'acier	48.87	36.92	A.C 300	0.45	157.82	157.82	107.34	106.70	/	50.47	/	51.12	57.55	58.30
5	Fin d'acier ÷ Borne 4	35.40	36.92	A.C 300	0.52	157.82	157.78	106.70	107.04	109.20	51.12	48.58	50.74	58.30	57.96
6	Borne 4 ÷ Début d'acier	156.48	20.40	A.C 300	0.29	157.78	157.73	107.04	106.40	/	50.74	/	51.33	57.33	58.60
7	Début d'acier ÷ Fin d'acier	14.22	20.40	Acier 300	0.25	157.73	157.73	106.40	100.89	/	51.33	/	56.84	58.60	64.11
8	Fin d'acier ÷ Borne 2	319.23	20.40	A.C 300	0.29	157.73	157.62	100.89	96.80	98.25	56.84	59.37	60.82	64.11	68.20

C.3

N°	désignation	L(m)	Q (l/s)	Ø mm	V m/s	Cote piézométrique		Cote projet		CTN	Pression manométrique			Pression de service	
						début	fin	début	fin		début	borne	fin	début	fin
1	Branchement ÷ Borne 26	2767.0	1599	B.P 1250	1.30	159.25	155.84	159.25	92.18	95.35	00.00	63.66	/	5.75	72.82
2	Borne 26 ÷ C.3.2	240.74	1599	B.P 1250	1.30	155.84	155.54	92.18	89.97	93.05	63.66	/	65.57	72.82	75.03
3	C.3.2 ÷ Borne 27	143.26	1599	B.P 1250	1.30	155.54	155.37	89.97	89.40	92.11	65.57	65.57	/	75.03	75.60
4	Borne 27 ÷ Borne 28	626.89	1599	B.P 1250	1.30	155.37	154.60	89.40	69.32	72.50	65.97	85.28	/	75.60	90.68
5	Borne 28 ÷ RESERVOIR N°2	2940.43	1599	B.P 1250	1.30	154.60	150.98	69.32	139.50	148.89	85.28	/	11.48	95.68	25.50

C.3.3

N°	désignation	L(m)	Q (l/s)	Ø mm	V m/s	Cote piézométrique		Cote projet		CTN	Pression manométrique			Pression de service	
						début	fin	début	fin		début	borne	fin	début	fin
1	Station de pompage ÷ branchement C.3.3.2	12	415.31	Acier 600	1.47	213.88	213.84	152.94	152.37	154.27	60.94	/	61.47	59.19	59.76
2	Branchement ÷ C.3.3.2	19	388.82	Acier 600	1.38	213.84	213.78	152.37	153.68	154.67	61.47	/	61.10	59.76	58.45
3	Branchement ÷ C.3.3 et refoulement	198.15	388.82	F.D 800	0.77	213.78	213.57	153.68	171.19	172.99	60.10	/	42.38	58.45	40.94
4	Branchement C.3.3 et refoulement ÷ Cône 800/600	746	388.82	F.D 600	0.77	213.57	212.78	171.19	113.69	115.61	42.38	/	99.09	40.94	98.44
5	Début acier ÷ Cône 800/600	154	388.82	F.D 600	1.38	218.78	212.03	113.69	107.30	110.03	99.09	/	104.73	98.44	104.83
6	Début acier ÷ Fin acier	44.54	388.82	Acier 600	1.38	212.03	210.66	107.30	108.28	110.23	104.73	/	102.38	104.83	103.85
7	Branchement C.3.3.4 ÷ Fin acier	61	388.82	F.D 600	1.38	210.66	210.37	108.28	109.29	111.19	102.38	/	101.08	103.85	102.84
8	Branchement C.3.3.4 ÷ Branchement Borne 48	232.35	332.77	F.D 600	1.18	210.37	209.51	109.29	126.79	128.29	101.08	/	82.72	102.84	85.34
9	Branchement Borne 48 ÷ Borne 49	121.79	312.66	F.D 600	1.11	209.51	209.11	126.79	130.75	132.91	82.72	/	77.36	85.34	81.38
10	Cône 600/700 ÷ borne 49	40.32	308.26	F.D 600	1.09	209.11	208.98	130.75	131.85	134.63	77.36	/	77.13	81.38	80.28
11	Cône 600/700 ÷ borne 50	237.62	308.26	F.D 700	0.8	208.98	208.64	131.85	140.23	142.27	77.13	/	68.41	80.28	71.90

C.3.3

N°	désignation	L(m)	Q (l/s)	Ø mm	V m/s	Cote piézométrique		Cote projet		CTN	Pression manométrique			Pression de service	
						début	fin	début	fin		début	borne	fin	début	fin
12	borne 50 ÷ borne 51	426.25	297.78	F.D 700	0.77	208.64	208.07	140.23	161.40	162.71	68.41	/	46.67	71.90	50.73
13	borne 51 ÷ C.3.3.1	455	287.57	F.D 500	1.46	208.07	204.64	161.40	135.22	136.53	46.67	/	69.45	50.73	76.91
14	Branchement C.3.3.3 ÷ C.3.3.1	82.73	281.83	F.D 500	1.44	204.67	204.07	135.22	131.69	133.16	69.45	/	72.38	76.91	80.44
15	Branchement C.3.3.3 ÷ début acier	78.72	219.18	F.D 500	1.12	204.07	203.70	131.69	128.16	129.68	72.38	/	75.54	80.44	83.97
16	début acier ÷ fin acier	24.63	219.18	Acier 500	1.12	203.70	203.64	128.16	127.10	128.61	75.54	/	76.04	83.97	85.03
17	fin acier ÷ début acier	151.87	219.18	F.D 500	1.12	203.64	202.93	127.10	122.40	124.56	76.04	/	80.53	85.03	89.73
18	début acier ÷ fin acier	23.20	219.18	Acier 500	1.12	202.93	201.32	122.40	123.05	124.92	80.53	/	78.27	89.73	89.08
19	fin acier ÷ début acier	302.20	219.18	F.D 500	1.12	201.32	199.91	123.05	137.20	138.01	78.27	/	62.71	89.08	74.93
20	début acier ÷ fin acier	177.80	219.18	Acier 600	0.78	199.91	199.72	137.20	152.40	154.00	62.71	/	47.32	74.93	59.73
21	fin acier ÷ Borne 57	894.50	219.18	F.D 500	1.12	199.72	195.56	152.40	155.24	156.44	47.32	39.12	40.32	59.73	56.89
22	Borne 57 ÷ début acier	556.10	194.53	F.D 400	1.55	195.56	188.74	155.24	126.32	127.69	40.32	/	62.42	56.89	85.81

C.3.3

N°	désignation	L(m)	Q (l/s)	Ø mm	V m/s	Cote piézométrique		Cote projet		CTN	Pression manométrique			Pression de service	
						début	fin	début	fin		début	borne	fin	début	fin
23	Début d'acier ÷ Fin d'acier	18.60	194.53	Acier 400	1.55	188.74	188.63	126.32	122.98	124.94	62.42	/	65.65	85.81	89.15
24	Fin d'acier ÷ Branchement C.3.3.10	148.05	194.53	F.D 400	1.55	188.63	188.84	122.98	126.95	128.32	65.65	/	59.86	89.86	85.18
25	Branchement C.3.3.10 ÷ Borne 66	41.75	96.19	F.D 400	0.77	186.81	186.66	126.95	128.57	129.89	59.86	56.77	58.09	85.18	83.56
26	Borne 66 ÷ Borne 65	409.85	83.80	F.D 400	0.67	186.66	185.49	128.57	140.25	141.33	58.09	44.16	45.24	83.56	71.88
27	Borne 65 ÷ Branchement C.3.3.7	384.113	74.31	F.D 400	0.59	185.49	184.60	140.25	138.75	141.47	45.24	/	45.85	71.88	73.38
28	Branchement C.3.3.7 ÷ Branchement C.3.3.9	312.02	68.70	F.D 400	0.55	184.60	183.97	138.75	132.05	133.10	45.85	/	51.92	73.38	80.08
29	Branchement C.3.3.9 ÷ Branchement C.3.3.12	340.83	59.33	A.M 200	1.89	183.97	177.91	132.05	125.54	126.83	51.92	/	52.37	80.08	86.59
30	Branchement C.3.3.12 ÷ Borne 71	284.52	43.76	A.M 200	1.39	177.91	175.03	125.54	123.33	124.66	52.37	/	51.70	86.59	88.80
31	Borne 71 ÷ cône 150/100	333.50	20.88	A.M 150	1.18	157.03	151.56	123.33	118.66	119.66	51.70	51.90	52.90	88.80	93.47
32	Cône 150/100 ÷ Borne 59	241.15	20.88	A.M 100	1.08	171.56	171.09	188.66	118.43	119.38	52.90	/	52.66	93.47	93.70

