

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa

N°d'ordre :
N° de série:

Faculté des Sciences et Technologie
Département des Sciences et Technologie

Projet de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du diplôme de

LICENCE

Domaine : Science et Technologie

Filière : Hydraulique

Spécialité : Sciences de l'eau et de l'environnement

THEME:

*Etude des différents systèmes hydrauliques appliqués au Parc
citadin projeté à Bouhraoua (wilaya de Ghardaïa)*

PAR :

Dalila KHELIFA OUI

Fatma BEN DJELLOUL

Nadia EL HAMD OU

Jury:

M^f : BENADDA Lotfi Maitre Assistant A Univ. Ghardaïa

Encadreur

M^{elle} : Z.BABA AMER Maitre de conférence B Univ. Ghardaïa

Examineur

ANNEE UNIVERSITAIRE: 2013/2014

Remerciement

Merci à Allah ; notre guide, notre force, notre bonheur et la raison de notre existante. C'est lui qui nous a fait comprendre le but de cette vie, et qui nous a donné le pouvoir d'aimer les gens et d'apprécier les choses.

Merci d'être là dans les moments les plus difficiles.

*Tout d'abord, notre remerciements à **Mr. BENADDA Lotfi** d'avoir fait l'honneur d'être notre promoteur. Nous sommes très reconnaissant pour sa disponibilité, pour son écoute, ainsi que pour sa confiance pour bien mener ce travail.*

*Nos remerciements vont également à Monsieur **Mr. OULED BELKHAIR**, et **Mr. BOUBLI SALIM** pour leurs conseils et encouragements.*

Nous tenons aussi à remercier tous nos enseignants qui ont contribué à notre formation particulièrement ceux du département d'Hydraulique, de nous avoir donné la chance d'apprendre, et de nous faire partager leurs savoirs.

*Nous remercions infiniment tous se qui nous a aidé de proche ou de loin, spécialement **Mr. Abderrahim LEBDI**, le responsable de la bibliothèque de Ouargla et nos chères amies **ARAB Soria**, **FARADJI hadjer**, **BENKADI Meriem**, **M^{elle} SATARIO Siham**, sans oublier les responsables de la bibliothèque de Ghardaïa.*

Enfin à tous ce qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je tien à te dévoiler mes sincères sentiment d'amour et de respect pour celle qui m'a appris le courage, qu'elle a fait tants de sacrifices durant mes études du primaire a ce jour ma mère

« Aicha »

A mon support dans ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde dans son vaste paradis, à toi mon père

« Djelloul ».

A mes beaux frères Younes et Choaibe

Pour l'âme de ma sœur qui m'a accompagné depuis l'enfance, et était plus d'une sœur ma cousine « Siham »

Le ponpon de ma famille « Ismail »

A mes grands parents, à mes oncles et à mes tantes.

A mes cousins et cousines bien aimés, que dieu nous garde unis, et toute la famille « Khelifaoui » et « Merghaido ».

A mon amie d'étude et enfance « Meriem »

A mes amies de l'université Zineb, Aicha, Wahiba, Fatima, Sakina, Zohra, fati et khedidja.

A mes amies de la promo : Hayat, Soumia, Aicha Y, Saida, Asma, Salka Sabi et hafssa

A mes binômes : Fatma et Nadia.

A la promo de la 3^{ème} année hydraulique

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés et qui m'ont accompagnaient durant mon chemin d'études supérieures, mes aimables amis, collègues d'études

 **DALILA KHELIFAOU**

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

L'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde dans son vaste paradis, à toi :

Mon Père.

La lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur Maman que j'adore.

Ma deuxième maman ma chère tante Laimou qui s'est sacrifiée pour que nous vivrions une belle vie.

Mon oncle Mehmed peut-il reposer en paix.

Ma chère sœur Fatiha et mes sœurs Lallah et Aicha.

Mes chers frères : Mehmed ; Abdelaziz ; Abdessalam ; Ismail Lakhdar et le ponpon Djelloul.

Mon cher fiancé Ahmed et toute sa famille Bendjelloul.

La famille Djellouli, sans oublier Ahlam ; Fardous et ses frères.

Mon oncle Abderrehman et son marie et tous mes oncles et mes tantes.

Ma chère amie Alia Ben Abdessalam.

Mes amies : Wahiba ; Zohra ; Aicha ; Djamila ; Sakina ; Zineb ; Fatima ; Saida Wafa ; Somia ; Khadidja ; Karima ; Djemaa ; mahjouba et mes binômes : Nadia et Dalila.

Tous mes collègues d'études ; sans oublier les étudiants de la 3^{ème} année hydraulique

FATMA BENDJELLOUL

Dédicace

*À la fontaine de la patience, de l'optimisme et de l'espoir mon Cher Papa
Pour ma mère que Dieu la garde in chaa Allah.*

*Entre eux a grandi la bougie allumée et la flamme du sens de la vie: Ma sœur
Aicha.*

*A mes chères sœurs : Houda, Zahra et son Mari ainsi que sa famille
A l'épouse de mon père respectable et leurs enfants : Ismail, Samiha, Wassila, et
Alktekuth Malek.*

*A mes Chers frères, leurs enfants et leurs conjoints : Mohammed, Abdel-Samad,
Abdel- Rahman Abdel-Aziz, djalloul, Abdel-Ghani, Ahmed, Ali, djamaa et ;
Fatima.*

A fahed; Badr El-Din, Isra, Hammadi, Buthainah, Rofidah, Moaaz.

A mes oncles (m'Hamed ; boudjamaa) et mes tantes et ses enfants.

A mon amie Bacha Fatima.

*A mes sœurs de la résidence universitaire : Assali Sakina, Hadji Aicha, Fradji
Wahiba, Maddah Zineb, Haibawi Zahra.*

A mes binômes : Khelifaoui Dalila et Ben Djelloul Fatima.

*A mes amies sœurs : Bochanna Kalthoum et sa famille, et El-Salka Muhammad
Sabi ; Hafsa Gassoum (sabseb) ; Khadidja et Fatima*

*A toutes les filles d'Ain Salah et Tamanrasset et ainsi les filles de la résidence
universitaire.*

A : Aicha, Soumia (Tama) et surtout Hayat Salem (Metlili)

A tous les étudiants du Département de technologie de l'université de Ghardaia.

A chacun je souhaite les meilleurs vœux.

 **NADIA EL HAMDOU**

Résumé

الملخص:

تمتاز منطقة غرداية بمناخ فريد من نوعه ويرجع هذا الى موقعها الاستراتيجي كما انها تشتهر بوديانها الكبيرة من بينها واد نشوا الذي يمر بمحاذاة مدينة بوهراوة.

المهدف من هذا العمل هو دراسة حديقة عامة خالية لتزويدها بكامل شروط الراحة والرفاهية المرغبة من طرف الزوار.

ولتحقيق أهداف محددة مسبقا تنقسم دراستنا هذه إلى جزأين أساسيين بحيث يهتم الجزء الأول بالجانب النظري (التزويد

الري. التطهير الخ) أما الجزء الثاني يهتم بدراسة المعطيات المدنية والتي تفيدنا في دراسة وتنفيذ المشروع

كلمات المفتاحية: حديقة العامة. النظام الهيدروليكي. واد نشو. وبهراوة

Résumé

La région du Ghardaïa est caractérisée par un climat unique selon sa position stratégique, elle englobe également les grandes vallées, d'où notamment la vallée de Nechou, au Nord de l'agglomération de Bouhraoua. Le but de ce travail est d'étudier les édifices hydrauliques du parc citadin projeté dans la région permettant de fournir le complet confort aux visiteurs. Afin d'atteindre les objectifs préétablis cette étude est divisée en deux parties importants: la première partie concerné par l'aspect théorique et les techniques utilisées (alimentation en eau potable, l'irrigation et l'assainissement..... etc.). La deuxième partie traite la zone étudiée et la mise en œuvre du projet.

Mots-clés: parc citadin; Le système hydraulique; oued Nechou; Bouhraoua.

Abstract

Ghardaia is characterized by unique climate, this is due to the strategic location it has. Ghardaia is also famous with its large valleys. One of them is Nachou Valley which runs along the region of Bohrawa.

The aim of the present work is to study a vacant garden park in Bouhraoua in order to see what implementations could be done to provide it with full terms of comfort and luxury required by visitors.

In order to achieve our pre-set targets, we organized our work into two parts. The first part establishes a theoretical background for the study. It deals with the different techniques used such as: water supply, irrigation and cleansing, etc. The second part is concerned with data field which help us in the study and the implementation of the project.

Keywords: garden Park, The hydraulic system, Nachou valley, Bouhraw

Tableau de matière

Tableau de matière

LISTE DE FIGURE	
LISTE DES TABLEAUX.....	
LISTE DES ABREVIATIONS	
INTRODUCTION GENERALE.....	2

Chapitre 01; étude du milieu physique

1.1.	Présentation de la ville de Ghardaïa	4
1.1.1.	Introduction	4
1.1.2.	Situation géographique	4
1.1.3.	Limites géographiques	5
1.1.4.	Situation géographique de parc citadin	6
1.2.	Géologie et hydrogéologie	7
1.2.1.	Géologie.....	7
1.2.2.	Hydrogéologie.....	8
1.2.2.1.	Nappes phréatiques	8
1.2.2.2.	Nappes du continental intercalaire	8
1.3.	Ressource hydrique	8
1.4.	Conditions climatiques.....	9
1.4.1.	Présentation de la station climatique.....	9
1.4.2.	Analyse des précipitations	9
1.4.2.1.	Précipitations annuelles	9
1.4.2.2.	Précipitations mensuelles	10
1.4.2.3.	Précipitations maximales journalières	11
1.4.2.4.	Precipitations saisonnieres	12

Tableau de matière

1.4.2.5.	Loi intensite – duree – frequence	13
1.4.3.	Analyse des temperatures	16
1.4.3.1.	Temperatures moyennes mensuelles	16
1.4.3.2.	Variation des temperatures annuelles (moy, min, max)	17
1.4.3.3.	Relation précipitations – temperature	18
1.4.3.3.1.	Indice de martonne	18
1.4.3.3.2.	Indice d’emberger	19
1.4.3.3.3.	Diagramme ombrothermique	20
1.4.4.	Etude de l’evaporation	21
14.4.1.	Evaporation mesurée	21
14.4.2.	Evaporation réelle	23
1.4.5.	Les vents	24
1.4.5.1.	Les vents d’origine Nord	24
1.4.5.2.	Les vents d’origine Est	24
1.4.5.3.	Les vents d’origine Ouest	24
1.5.	Détermination de l’apport moyen annuel	26
1.5.1.	Formule de Derri	26
1.5.2.	Formule de coutagne	26
1.5.3.	Formule rationnelle	26
1.5.4.	Formule de Sami	26
1.5.5.	Formule de Chaumont	27
1.5.6.	Formule de Adjel – Smain	27
1.5.7.	Valeur de l’apport moyen	27
1.6.	Morphologie	28
1.6.1.	Paramètres géométriques et de reliefs	28
1.6.1.1.	Paramètres géométriques	28
1.6.1.2.	Superficie et perimetre	28

Tableau de matière

1.6.1.3.	Indice de forme (ou de compacité).....	29
1.6.1.4.	Rectangle équivalent.....	29
1.6.2.	Paramètres de relief	29
1.6.2.1.	Détermination de la courbehypsometrique	30
1.6.2.2.	Altitudes	30
1.6.2.2.1.	Altitude moyenne	30
1.6.2.2.2.	Altitude de fréquence 50 %	30
1.6.2.2.3.	Dénivelée spécifique (d).....	30
1.6.2.3.	Indice de pente de roche « IP »	31
1.6.2.4.	Indice de pente global « I g »	31
1.6.3.	Paramètres hydrographique	32
1.6.3.1.	Chevelue hydrographique	32
1.6.3.2.	Densité de drainage	33
1.6.3.3.	Coefficient de torrentialité	33
1.6.3.4.	Coefficient de ruissellement	33
1.7.	Présentation démographique.....	35
1.7.1.	Evaluation de population.....	35
1.7.2.	Estimation de la population.....	35

chapitre 02: dimensionnement réseau d'AEP

2.	Réseaux alimentation de l'eau potable (AEP)	36
2.1.	La dotation en eau	36
2.2.	Détermination des débits moyens	36
2.3.	Détermination de la pression	37
2.4.	Dimensionnement des réseaux ramifié	38
2.5.	Dimensionnement des conduite de refoulement	38
2.5.1.	Le débit unitaire	38

Tableau de matière

2.5.2.	Le débit tronçon	38
2.5.3.	Le débit tronçon total	38
2.6.	Pompes et stations de pompage	38
2.6.1.	Différent types de pompes	39
2.6.1.1.	Les pompes centrifuges	39
2.6.1.1.1.	Principe de fonctionnement	39
2.6.1.1.2.	Caractéristiques	40
2.6.1.1.3.	Réglage débit d'une pompe centrifuge	41
2.6.1.1.4.	Vitesse de rotation-pompes centrifuges	41
2.6.1.2.	La pompe volumétrique ou a piston	42
2.7.	Stockage de l'eau	42
2.8.	Equipement d'AEP du parc citadin projeté	43
2.8.1.	La source d'alimentation	43
2.8.2.	Les stockages	43
2.8.3.	Les adductions	43
2.8.4.	Les stations de pompage	43
2.8.5.	Les réseaux de distribution	43

Chapitre 03:dimensionnement de réseau d'assainissement

3.	Réseaux d'assainissement	46
3.1.	Définition	46
3.2.	Les différents types de réseaux	46
3.2.1.	Système séparatif	46
3.2.2.	Système pseudo-séparatif	46
3.2.3.	Système unitaire	47
3.3.	Conception d'un réseau d'assainissement	48
3.4.	Les facteurs influant les projets d'assainissement	48

Tableau de matière

3.5.	Procédure de dimensionnement	48
3.6.	Recommandation sur le dimensionnement	48
3.7.	La méthode permette eau pluviaux	49
3.8.	Temps de concentration	50
3.8.1.	La loi de KIRPICH	50
3.8.2.	La loi de PASSINI	50
3.8.3.	La loi de GIANDOTTI	50
3.8.4.	La loi de BOURIER	50
3.8.5.	Déversoir d'orage	50
3.9	Dimensionnement du réseau d'assainissement	51
3.10.	Fosse septique	51
3.10.1.	Définition	51
3.10.2	Fonctionnement	51
3.11.	L'assainissement au niveau du parc citadin	52

Chapitre 04: dimensionnement réseau d'irrigation

4.	Etude des réseaux d'irrigation	55
4.1.	Introduction	55
4.2.	Mode de distribution	55
4.2.1.	Distribution continue	55
4.2.2.	Distribution par rotation	55
4.2.3.	Distribution a la demande	55
4.2.4.	Choix du mode de distributions	55
4.3.	Mode d'irrigation	56
4.3.1.	L'irrigation par aspersion	56
4.3.2.	L'irrigation localisée ou micro-irrigation	57
4.3.3.	Paramètres d'arrosage	58
4.3.4.	Dose maximale théorique	58

Tableau de matière

4.3.5.	Dose pratique d'arrosage (D_p)	59
4.3.5.1.	Espacement d'arrosage (N_i).....	59
4.3.5.2.	Dose réelle (D_r)	59
4.3.5.3.	Module (m)	59
4.3.5.4.	Le débit fictif continu	60
4.4.	Méthode d'irrigation	60
4.4.1.	Irrigation par aspersion.....	60
4.4.2.	Irrigation goutte a goutte	62
4.4.2.1.	Pour l'arboriculture.....	63
4.4.2.2.	Pour les maraichères	63
4.5.	Durée d'arrosage (t).....	63
4.5.1.	Irrigation par aspersion.....	63
4.5.2.	Irrigation par aspersion.....	64
4.6.	L'irrigation au niveau du parc citadin	64
Chapitre 05: loisir d'eau		
5.	Etude de loisir d'eau	66
5.1.	Plan d'eau.....	66
5.1.1.	Définition de plan d'eau	66
5.1.2.	Les différences entre les plans d'eau	66
5.1.2.1.	La profondeur.....	67
5.1.2.2.	La pente de la berge et la nature de la berge	67
5.1.3.	La superficie de plan d'eau	67
5.2.	Jet d'eau.....	68
5.2.1.	Définition de jet d'eau	68
5.2.2.	Type de jets d'eau	69
5.2.2.1.	Jets ronds.....	69
5.2.2.2.	Jets orbitaux	69

Tableau de matière

5.2.2.3.	Jets plats	69
5.2.2.4.	Jets rotatifs	69
5.2.3.	Equipment et méthode d'essai	69
5.3.	Cours d'eau	70
5.3.1.	Importance des cours d'eau	71
5.3.2.	Les types de cour d'eau	71
5.3.2.1.	Cours d'eau intermittent	71
5.3.2.2.	Cours d'eau permanent.....	71
5.3.3.	Les usages du cours d'eau et de ses aménagements.....	72
5.4.	Loisirs d'eau sur le parc citadin	72

conclusion générale

CONCLUSION GENERALE	74
---------------------------	----

Annexe

PLAN DU PARC CITADIN.....	77
PLAN DU COFFERAGE DU FORAGE.....	78
PLAN DU REFOULEMENT	79
PLAN DE DISTRIBUTION	79
PLAN DE STATION DE POMPAGE.....	80
PLAN D'ASSAINISSEMENT	80
PLAN RESERVOIRE.....	81
PLAN RESEAU D'IRRIGATION	81
PLAN PLANS ET COURS D'EAU	82
DIFFERENTES VUES D'AMENAGEMENT.....	83

Référence bibliographie

REFERENCE BIBLIOGRAPHIE	87
-------------------------------	----

Liste de figure

LISTE DE FIGURE

Figure01 : Situation géographique de la région d'étude).....	5
Figure02 : la structure géographique de Ghardaïa (Atlas de Ghardaïa ,2004). (Atlas de Ghardaïa ,2004).....	5
Figure 03 : la situation de parc citadin).....	6
Figure 04 : la situation géographique du parc citadin sur la carte d'état major).....	7
Figure 05 : Précipitations Moyennes Mensuelles).....	10
Figure 06 :Variation des Pluies Saisonnières).....	12
Figure 07 :Variation des Pluies Fréquentielles).....	13
Figure 08 : Ajustement des pluies journalières maximales a la loi de Gumbel.....	14
Figure 09 :Courbes Intensités – Durées - Fréquences).....	16
Figure 10 :Variation de la Température Moyenne Mensuelle).....	17
Figure 11 :Variation entre Températures Moy., Min. et Max.).....	18
Figure 12 : abaque de demartonne)	19
Figure 13 :Climogramme d'Emberger).....	20
Figure14 :Diagramme Ombrothermique).....	21
Figure 15 :Evaporation moyenne mensuelle.....	22
Figure 16 :Evaporation de la surface d'eau libre.....	23
Figure 17 :Vitesse maximal du vent.....	25
Figure 18 : Courbe hypsométrique du bassin versant du parc citadin.....	30
Figure. 19 : Chevelue hydrographique du bassin versant.....	32
Figure 20 : construction d'une pompe centrifuge.....	39
Figure 21 : la pomp centrifuge.....	40
Figure22 : le type de roue de l'écoulement.....	40

Liste de figure

Figure 23 : la pompe de piston.....	42
Figure 24 : les systèmes séparatifs.....	46
Figure 25 :le système pseudo-séparatif.....	46
Figure 26 : le système unitaire.....	47
Figure 27 : types des réseaux d'égouts.....	47
Figure 28 : déversoir d'orage.....	50
Figure 29 : Types d'asperseurs.....	56
Figure 30 : le type de distribution.....	57
Figure 31 : le fileter	58
Figure 32 : Injecteurs.....	58
Figure 33 : Implantation des asperseurs.....	61
Figure34 : Forme de bulbe.....	62
Figure 35 : plant d'eau dans le parc citadin.....	66
Figure 36 : jet d'eau au niveaux du parc citadin.....	68
Figure 37 : cour d'eau du parc citadin.....	72

Liste des tableaux

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01 : Caractéristiques des Précipitations Moyennes Annuelles.....	9
Tableau 02 : Précipitations Moyennes Mensuelles.....	10
Tableau 03 : Caractéristiques des Précipitations Moyennes Annuelle.....	11
Tableau 04 : Caractéristiques des Précipitations Moyennes Annuelles.....	12
Tableau 05 : Répartition des pluies saisonnières.....	12
Tableau 06 : Pluies de Fréquence (f).....	13
Tableau07 : Pluies Fréquentielles et Intensités Pluviales.....	15
Tableau 08 : Variation de la Température Moyenne Mensuelle.....	16
Tbleau 09 : Variation des Températures Moyenne, Minimales et Maximale.....	17
Tableau 10 : Evaporation moyenne mensuelle (mm).....	22
Tableau 11 : Evaporation Réelle Mensuelle (mm).....	23
Tableau 12 : Moyenne mensuelles des vitesses maximal du vent.....	25
Tableau 13 : valeur de l'apport moyen	28
Tableau14 : la valeur des paramètres de relief du bassin versant.....	31
Tableau 15 : Les caractéristiques du chevelu hydrographique.....	33
Tableau16 : Classification du Coefficient de ruissellement selon l'ANRH.....	34
Tableau 17 : résultat de Q_{MOY} Q_p ; K_p	36
Tableau18 : Variation de Q, H, P en fonction de n.....	42
Tableau 19 : dimensionnement de réseau d'assainissement.....	49
Tableau20 :la surface de pland'eau.....	67

Liste des abréviations

LISTE DES ABREVIATIONS

ANRH : Agence National de Ressource Hydrique.

CI : continental intercalaire.

RN01 : route national n01.

ONM: organization nationale mondiale.

LISTE DES SYMBOLES

P: pluie (mm)

T: température ($^{\circ}\text{C}$)

$^{\circ}\text{C}$: degrés Celsius.

H: hauteur d'eau (mm).

Evp: évaporation (mm).

V: vent (km/h).

Q_{moy}: le débit moyen (m^3/S).

Q_p : débit de pointe.

S: superficies (km^2).

P: périmètre (km).

L_{tp} : longueur de talweg principale.

M: présente l'unité de mesure (mètre).

Mm: présente l'unité de mesure (millimètre).

Km: présente l'unité de mesure (kilomètre).

Km/h: kilomètre par heure.

M³/s: mètre cube/par seconde.

Mm/h: millimètre par heure.

K_C : coefficient de compacité.

L: rectangle équivalent.

H: l'altitude(m).

D: dénivellation spécifique.

IP: pente de roche.

Dd: densité de drainage.

Q_u: débit unitaire (m^3/s).

Q_{fc}: le débit fictif continu.

Introduction générale

Introduction générale

L'eau a pris une dimension exceptionnelle dans le secteur de l'hydraulique en Algérie, des investissements considérables sont lancés pour construire des grands barrages, la rénovation des réseaux, les travaux de forages ...etc.

Cet intérêt est d'autant plus justifié que les ressources hydriques sont liées aux priorités actuelles du développement, de satisfaction et de loisirs.

Parmi les loisirs liés aux investissements hydrauliques sont les jets d'eau, les fontaines, les plans d'eau, les jeux d'eau, les cascades, les espaces verts et leur irrigation ...etc.

Les villes de Sahara Algériennes manquent fortement de ce type de loisirs et de plaisance qui marque le côté esthétique des agglomérations, dont la population ne trouve souvent pas d'endroits de tendresse et de loisirs.

Ghardaïa, est l'une des villes du Sahara Algérien, manque également de tels édifices de beauté marquant les villes, en plus de la rareté des zones et de parcs de repos et de balades.

Dans ce travail, on s'est intéressé à l'étude des différents réseaux hydrauliques d'un parc citoyen pour la population de Ghardaïa, situé au Nord de la ville, au lieu-dit Bouhraoua.

Ce parc est composé de plans d'eau, de jets d'eau, de fontaines, jeux d'eau (cours d'eau en écoulement avec cascade), en plus des réseaux et d'ouvrage d'alimentation, de pompage et de stockage, irrigation des espaces verts, ainsi que les réseaux d'assainissement.

Dans ce modeste travail, nous allons essayer de dimensionner ces différents composants hydrauliques de ce parc citoyen.

Cette étude s'articule sur les points suivants:

- ❖ L'étude de milieux physique.
- ❖ Captage des eaux.
- ❖ Dimensionnement de l'AEP.
- ❖ Réseaux d'assainissement.
- ❖ Réseaux d'irrigation.
- ❖ Loisirs d'eau.

Chapitre 01:

Etude du milieu physique

1.1. Présentation de la ville de Ghardaïa

1.1.1. Introduction

La ville de Ghardaïa est située au centre du Sahara algérienne, cette ville à un caractère spécial, car elle conserve toujours sa culture ancienne et son patrimoine.

La wilaya de Ghardaïa classée par l'UNESCO patrimoine culturel mondial recèle de nombreuses et diverses ressources naturelles, notamment touristiques, énergétiques, minières, hydriques et agricoles.

Dans ce chapitre on essayera de faire une identification générale des caractéristiques géographique, climatique, populaire, qui nous aidera à avoir une image claire de Ghardaïa.

1.1.2. Situation géographique

La région du M'Zab est située à 600 KM au sud d'Alger sur la RN °1, également la route de l'union africaine, à 32°30 de latitude nord et à 3° 45' de longitude est. Elle occupe le fon de la vallée de oued M'Zab (2); elle est limitée:

- ❖ Au Nord par la wilaya de Laghouat ;
- ❖ Au Nord Est par la wilaya de Djelfa ;
- ❖ A l'Est par la wilaya d'Ouargla ;
- ❖ Au Sud par la wilaya de Tamanrasset ;
- ❖ Au sud-ouest par la wilaya d'Adrar ;
- ❖ A l'Ouest par la wilaya d'El Bayadh ;

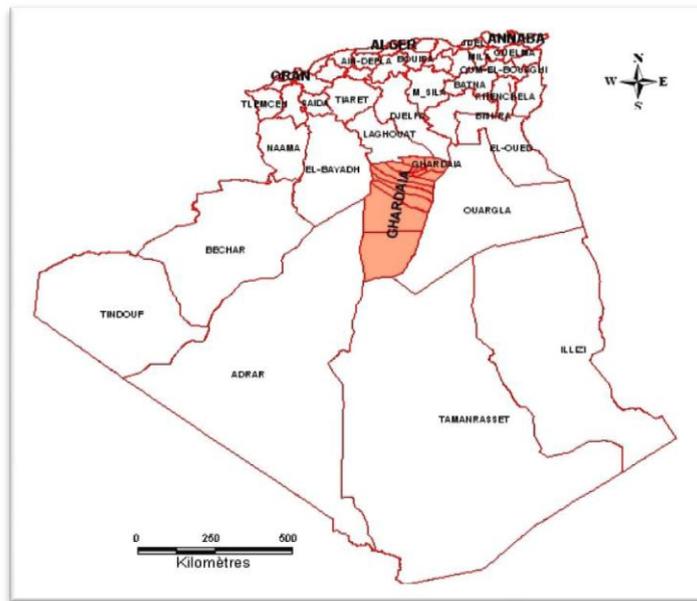


Figure01 : Situation géographique de la région d'étude

1.1.3. Limites géographiques

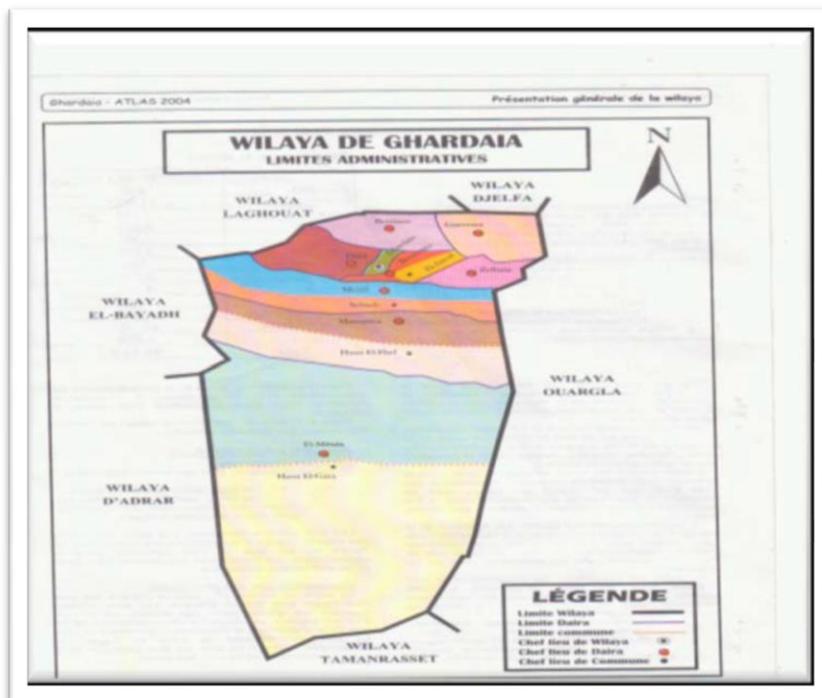


Figure02 : la structure géographique de Ghardaïa (Atlas de Ghardaïa ,2004). (Atlas de Ghardaïa ,2004).

1.1.4. Situation géographique de parc citadin

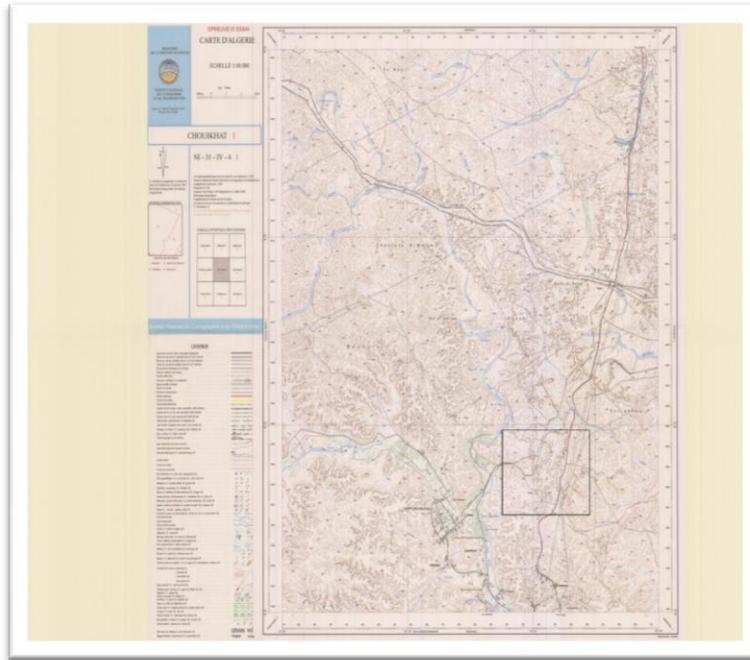
Le parc citadin se situe sur a prolongement de la RN 01 au nord de la ville de Ghardaïa en allant vers Ouargla. ;

Le terrain réserve au projet se situe au parc citadin ; il est limité :

- ❖ Au Nord par : L'Oued Nechou
- ❖ Au Sud par : Bouhraoua
- ❖ Au Est par : RN N°01
- ❖ au ouest par : dayet ben Dahoua



Figure 03 : la situation de parc citadin



**Figure 04 : la situation géographique du parc citadin sur la carte d'état major
CHOUIKHAT 1 au 1/50000**

1.2. Géologie et hydrogéologie

1.2.1. Géologie

Du point de vue géologie ,la wilaya de Ghardaïa est située aux bordures occidentales du bassin sédimentaire secondaire de Sahara ,sur un grand plateau subhorizontal de massifs calcaires d'âge Tourin appelé couramment «la dorsale de M'Zab» .l'épaisseur de ses massifs calcaires recoupés par les sondages est de l'ordre de 110 mètres .sous les calcaires turoniens on recoupe une couche imperméable de 220 mètres formée d'argile verte et de marne riche en gypse et en anhydrite ; elle est attribuée au cénomanien .l'étage de l'Albien est représenté par une masse importe de sables fins à grès et d'argile vertes.

Elle abrite des ressources hydrauliques considérables, l'épaisseur est de l'ordre de 300 mètres.

Les alluvions quaternaires formées de sables, galets et argiles tapissent le fond des vallées des oueds de la dorsale, d'une épaisseur de 20 à 35mètres .ces alluvions abritent des nappes superficielles d'Inféro-flux (nappes phréatiques) (ANRH, 2007).

1.2.2. Hydrogéologie

1.2.2.1. Nappes phréatiques

D'une manière générale, les vallées des oueds de la région sont le siège des nappes phréatiques. L'eau captée par des puits traditionnels d'une vingtaine de mètres de profondeur en moyenne mais qui peuvent atteindre 50 m et plus, permet l'irrigation des cultures pérennes et en particulier des dattiers. L'alimentation et le comportement hydrogéologique sont liés étroitement à la pluviométrie (ANRH, 2007).

La qualité chimique des eaux est comme suit :

- ❖ A l'amont, elle est bonne à la consommation.
- ❖ A l'aval, elle est mauvaise et impropre à la consommation, contaminée par les eaux urbaines (ANRH, 2007).

1.2.2.2. Nappes du continental intercalaire

La nappe continentale Intercalaire draine, d'une façon générale, les formations gréseuses et grésio-argileuses du Barrémien et de l'albien. Elle est exploitée, selon la région, à une profondeur allant de 250 à 1000 m.

Localement, l'écoulement des eaux se fait d'ouest en est. L'alimentation de la nappe bien qu'elle soit minime, provient directement des eaux de pluie au piémont de l'Atlas saharien en faveur de l'accident de sud atlantique.

La nappe CI, selon l'altitude de la zone et la variation de l'épaisseur des formations postérieures au CI, est :

Jaillissante et admet des pressions en tête d'ouvrage de captage.

Exploitée par pompage à des profondeurs importantes, dépassant parfois les 120 m (Ghardaïa, Metlili, Berriane et certaines régions d'El-Menia).

Les eaux, l'exploitation de celles d'El-Menia qui sont extrêmes douces ne sont pas trop chargées (résidu sec variant entre 1 et 0.8 g/l) (ANRH, 2007).

1.3. Ressource hydrique

Dans la ville de Ghardaïa, et comme toutes les zones sahariennes, l'évaporation est plus importante que le niveau de précipitations.

Les ressources en eau de la vallée du M'Zab proviennent de deux aquifères : l'aquifère des alluvions et l'aquifère du Continental intercalaire.

Nous examinons ci-dessous la situation de ces deux aquifères et les problèmes posés par leur exploitation.

La principale source d'eau utilisable dans la zone de Ghardaïa, c'est l'eau fossile située dans la couche géologique du continental intercalaire (CI), qui s'appelle la nappe albienne.

Cette nappe (selon quelques estimations) contient une réserve importante des eaux non renouvelables situées en dessous du grand Erg Oriental, le nombre des forages albiens exploités dans chaque commune.

1.4. Conditions climatiques

1.4.1. Présentation de la station climatique

Cette synthèse climatique, s'appuie sur les données climatiques de la station de Ghardaïa (ANRH-Ghardaïa), située au alentour de la zone d'étude, sur une série allant du 1973-2011.

1.4.2. Analyse des précipitations

Les précipitations constituent un facteur essentiel pour définir le climat régnant dans la région et pour l'analyse des ressources en eau.

1.4.2.1. Précipitations annuelles

La pluviométrie observée à la station met en évidence l'importance des variations d'amplitude de la pluviométrie d'une année à l'autre.

La variation des précipitations annuelles durant la période d'observation montre l'écart important entre les valeurs extrême, signe d'une irrégularité.

Nous résumons dans le tableau ci-dessous les principales caractéristiques des précipitations moyennes annuelles :

Tableau 01 : Caractéristiques des Précipitations Moyennes Annuelles

	Valeurs
P_{moy} Annuelle (mm)	111.60
P_{Min} Annuelle (mm)	21.2
P_{Max} Annuelle (mm)	197.7

Etude de milieu physique

Nous remarquons que la précipitation maximale annuelle peut dépasser la moyenne annuelle, signe d'une très grande irrégularité et de grands écarts des précipitations.

1.4.2.2. Précipitations mensuelles

La pluviométrie moyenne interannuelle 1973-2011 a été évaluée à 111,6mm. Sa répartition mensuelle est donnée dans le tableau ci-dessous

Tableau 02 : Précipitations Moyennes Mensuelles

	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	TOT
PLUIE (mm)	9.2	15.8	11.6	6.5	11.9	10.6	12.8	12.5	10.1	4.3	1.0	5.3	111.6
%	8.2	14.2	10.4	5.8	10.7	9.5	11.5	11.2	9.1	3.9	0.9	4.8	100

SCE ANRH-Ghardaïa

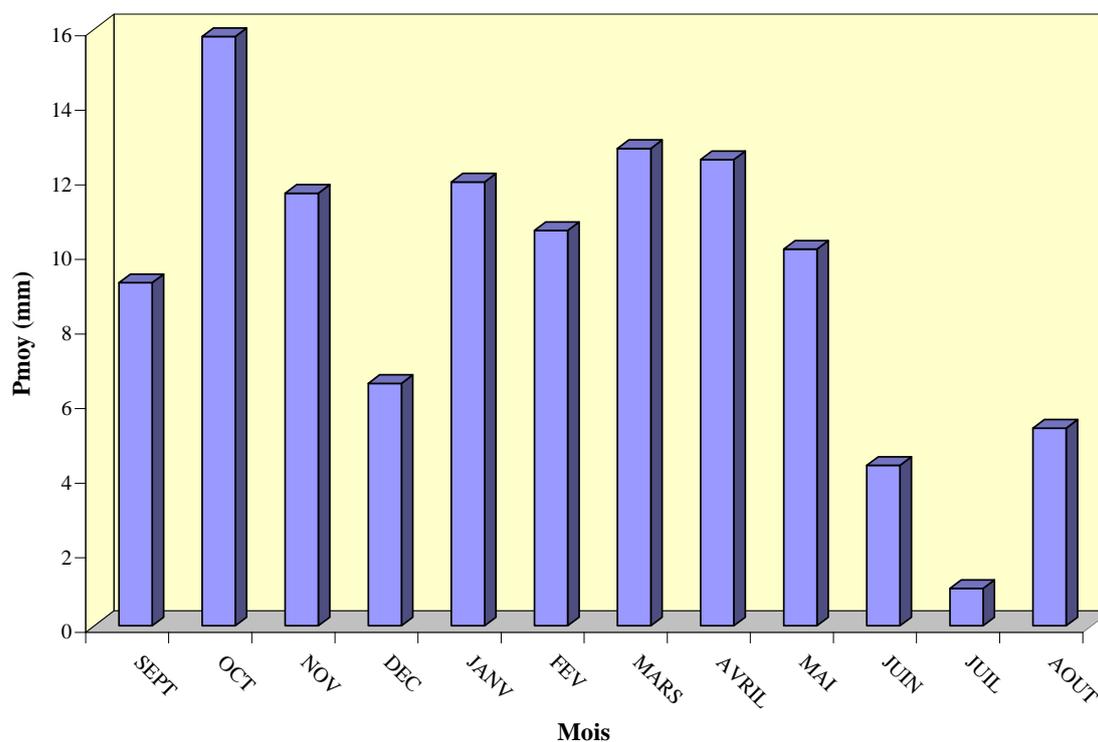


Figure 05 : Précipitations Moyennes Mensuelles

L'analyse du tableau et de la figure met en évidence deux saisons bien marquées :

- ❖ Une saison humide allant de Septembre à Mai, avec quelques maxima remarquables en Octobre, Mars et Avril.
- ❖ Une saison sèche allant de Juin à Août, avec des minima remarquables en Juin et Juillet avec une pluviométrie pratiquement nulle sur ces deux mois.

Le tableau suivant résume les caractéristiques des précipitations moyennes annuelles :

Tableau03 : Caractéristiques des Précipitations Moyennes Annuelles

	Valeurs
P_{An} (mm)	111.60
P_{Moy} Mensuelle (mm)	9.30
P_{Min} Mensuelle (mm)	1.00
P_{Max} Mensuelle (mm)	15.0
Ecart Type	4.23
Cv	0.45

1.4.2.3. Précipitations maximales journalières

Les précipitations maximales journalières permettent de calculer les intensités des pluies les plus fréquentes et d'estimer par conséquent un débit de crue (débit de pointe des eaux pluviales).

La série d'observation enregistrée entre 1973 jusqu'à 2011 nous a permis de déduire la pluviométrie maximale journalière qui est de 43.8 mm.

Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques des précipitations journalières maximales (sur la série de 1973 – 2011) :

Tableau 04 : Caractéristiques des Précipitations Moyennes Annuelles

	Valeurs
$P_{j \max}$ (mm)	20.20
Ecart Type	9.56
Cv	0.47

1.4.2.4. Précipitations saisonnières

Pour apprécier la variation des précipitations ou le régime pluviométrique saisonnier de la région étudiée, nous avons calculé le total des précipitations de chaque saison et pour la même période (1973-2011).

Nous résumons dans le tableau suivant la variation saisonnière des précipitations :

Tableau 05 : Répartition des pluies saisonnières

Mois	S - O - N	D - J - F	M - A - M	J - Jt - A
Saison	Automne	Hiver	Printemps	Ete
Noumérat	36,64 mm	28,91 mm	35,46 mm	10,61 mm
	32,82%	25,90%	31,77%	9,50%

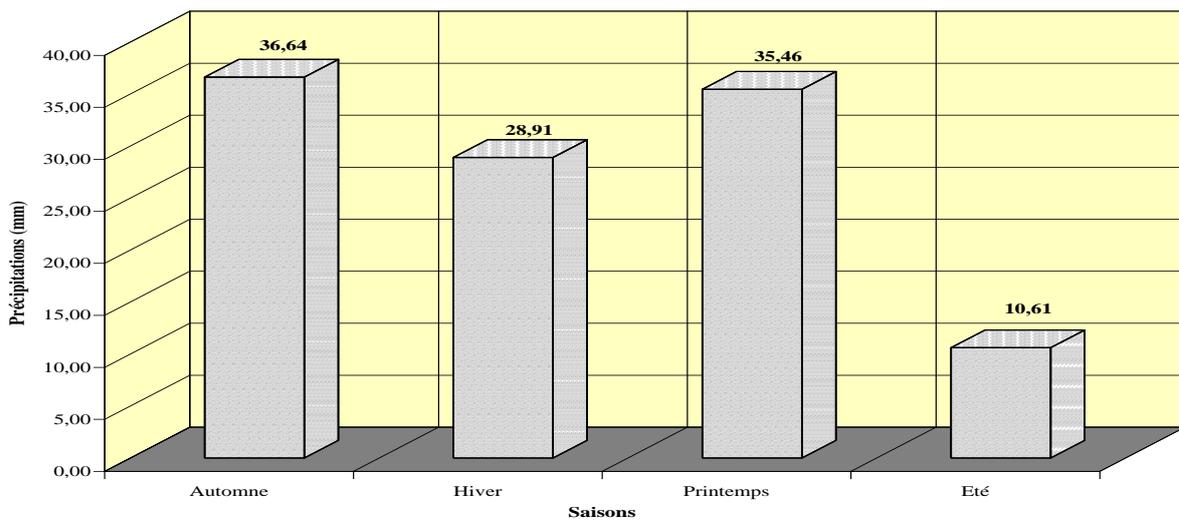


Figure 06 : Variation des Pluies Saisonnières

Etude de milieu physique

En examinant les données du tableau, nous remarquons que les saisons les plus pluvieuses sont l'automne et le printemps avec plus de 30% de précipitations chacune, l'été est le mois le moins pluvieux avec moins de 10% de précipitations.

1.4.2.5. Loi intensité – durée – fréquence

L'Ajustement des pluies maximales de 24 heures de la station suit une loi de distribution statistique Log-normale (loi des valeurs extrêmes de Gumbel). Le calcul d'une pluie de fréquence (f) est calculé par la relation :

$$P_{j_f} = \frac{P_j}{\sqrt{Cv^2 + 1}} e^{u\sqrt{\ln(Cv^2 + 1)}}$$

PJ : Pluie journalière maximale ;

Cv : Coefficient de variation ;

μ : Variable réduite de Gauss.

Tableau 06 :Pluies de Fréquence (f)

Période de retour (An)	2	5	10	20	50	100
Fréquence de dépassement (%)	50	80	90	95	98	99
Variable Réduite de Gauss	0	0,84	1,28	1,64	2,05	2,32
Pluie de Fréquence (f)	18,28	26,65	32,47	38,17	45,89	51,80



Figure 07 :Variation des Pluies Fréquentielles

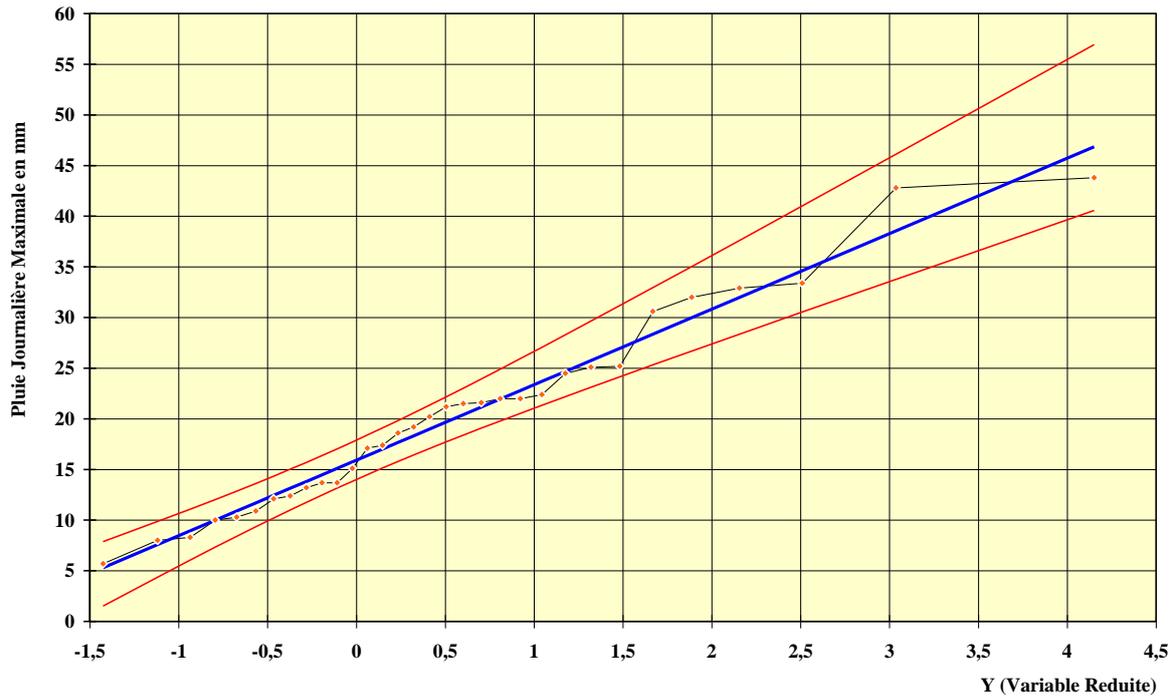


Figure 08 : Ajustement des pluies journalières maximales a la loi de Gumbel

La pluie de durée t (h) et de fréquence donnée (f) est calculée par :

$$P_t = P_{jf} \left(\frac{t}{24} \right)^b$$

- P_j : Pluie journalière maximale annuelle moyenne (en mm),
- P_{jf} : pluie journalière maximale annuelle de fréquence f (en mm),
- P_t : pluie maximale annuelle de durée (t) et de fréquence (f) (en mm),
- T : durée de pluie (en heure),
- b : exposant climatique de la station pluviométrique : $b = 0,45$,
- C_v : coefficient de variation de la série pluviométrique,
- u : variable réduite de GAUSS.

Les intensités maximales annuelles de durée t (h) et de période de retour

T (an) sont calculées par la relation suivante : $I = \frac{P_t}{t}$

Nous résumons les calculs dans le tableau suivant :

Etude de milieu physique

Tableau07 :Pluies Fréquentielles et Intensités Pluviales

Durée de l'avers t(h)		Période de retour (An)					
		2	5	10	20	50	100
30	Pt	3,20	4,67	5,69	6,69	8,04	9,07
	I	6,40	9,34	11,38	13,37	16,08	18,15
1	Pt	4,37	6,38	7,77	9,13	10,98	12,40
	I	4,37	6,38	7,77	9,13	10,98	12,40
2	Pt	5,97	8,71	10,61	12,48	15,00	16,93
	I	2,99	4,36	5,31	6,24	7,50	8,47
4	Pt	8,16	11,90	14,50	17,04	20,49	23,13
	I	2,04	2,98	3,62	4,26	5,12	5,78
6	Pt	9,79	14,28	17,40	20,46	24,59	27,76
	I	1,63	2,38	2,90	3,41	4,10	4,63
12	Pt	13,38	19,51	23,77	27,94	33,59	37,92
	I	1,11	1,63	1,98	2,33	2,80	3,16
24	Pt	18,28	26,65	32,47	38,17	45,89	51,80
	I	0,76	1,11	1,35	1,59	1,91	2,16
48	Pt	24,97	36,41	44,36	52,14	62,68	70,76
	I	0,52	0,76	0,92	1,09	1,31	1,47
72	Pt	29,96	43,69	53,24	62,58	75,23	84,93
	I	0,42	0,61	0,74	0,87	1,04	1,18

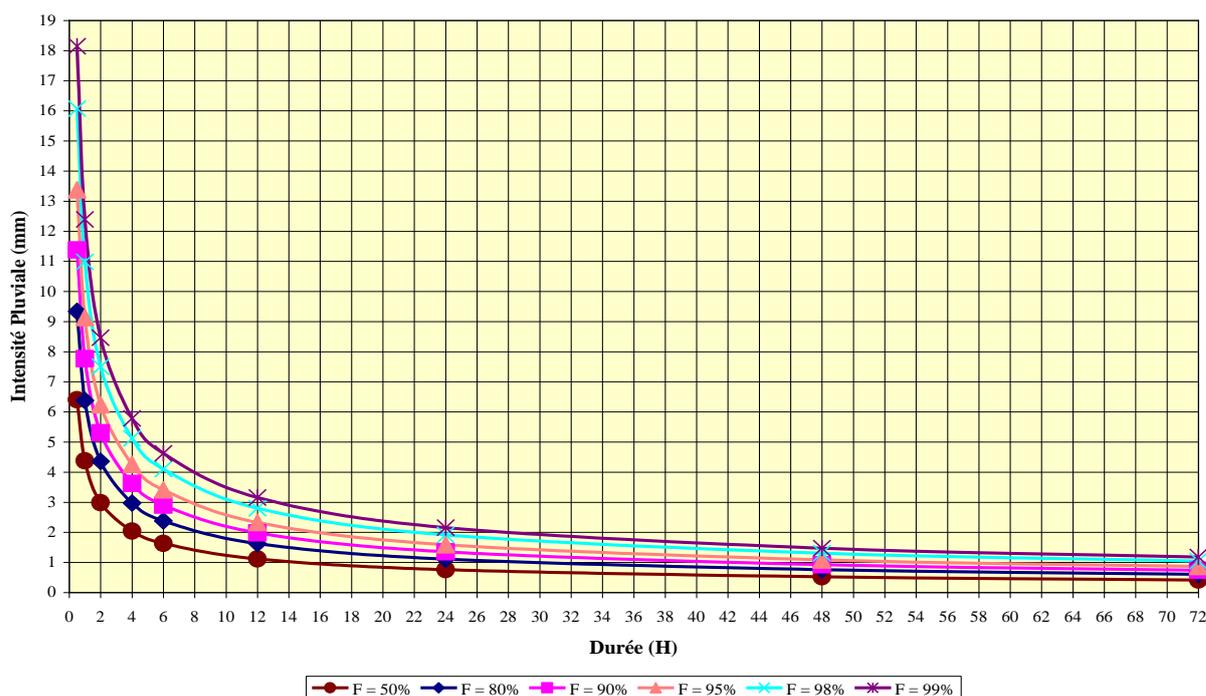


Figure 09 : Courbes Intensités – Durées - Fréquences

1.4.3. Analyse des températures

1.4.3.1. Températures moyennes mensuelles

Nous résumons dans le tableau suivant, la variation de la moyenne mensuelle des Température :

Tableau 08 : Variation de la Température Moyenne Mensuelle

Mois	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août
Temp. Moy. en °C	26,1	19,9	13,8	9,6	8,6	10,8	14,1	17,2	22,4	27,8	31,5	31,0

SCE ANRH-Ghardaïa

Nous remarquons que la température moyenne annuelle est égale à 19,4°C avec un minima moyen enregistré le mois Janvier de 8,6°C et un maxima moyen enregistré le mois de Juillet de 31,5°C.

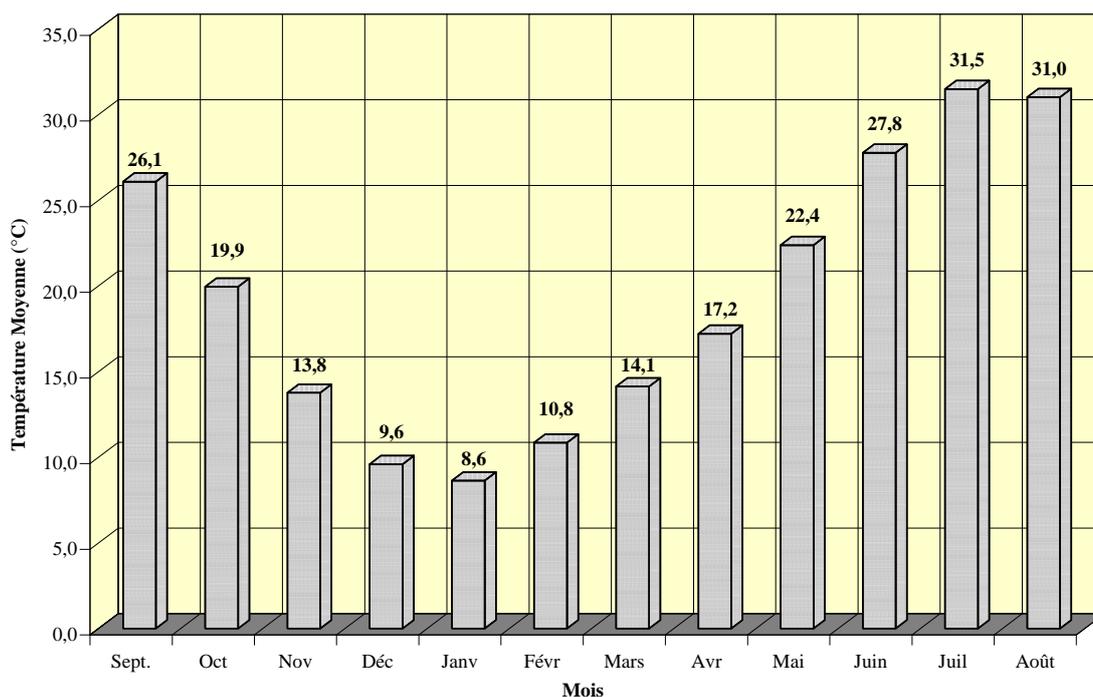


Figure 10 :Variation de la Température Moyenne Mensuelle

1.4.3.2. Variation des températures annuelles (moy, min, max)

Nous résumons dans le tableau suivant la variation entre les températures moyennes, minimales et maximales annuelles de la station étudiée (sur une série allant du 1988 à 2005).

Tbleau 09 :Variation des Températures Moyenne, Minimales et Maximales

Années		1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Température (°C)	Moy.	18,7	18,9	19,7	17,9	18,0	18,6	19,6	19,4	18,9	19,8	19,6	20,2	19,7	20,8	20,0	20,0	19,1	19,6
	Min.	7,8	6,2	9,0	7,1	5,8	7,3	9,2	8,7	9,3	9,0	8,4	8,3	6,4	9,3	10,3	8,4	7,7	7,0
	Max.	31,4	31,1	30,9	30,9	30,2	32,0	31,8	31,6	31,6	32,1	32,5	33,2	32,7	32,9	30,0	33,1	31,6	32,8

SCE ANRH-Ghardaïa

Nous représentons cette variation par la figure suivante :

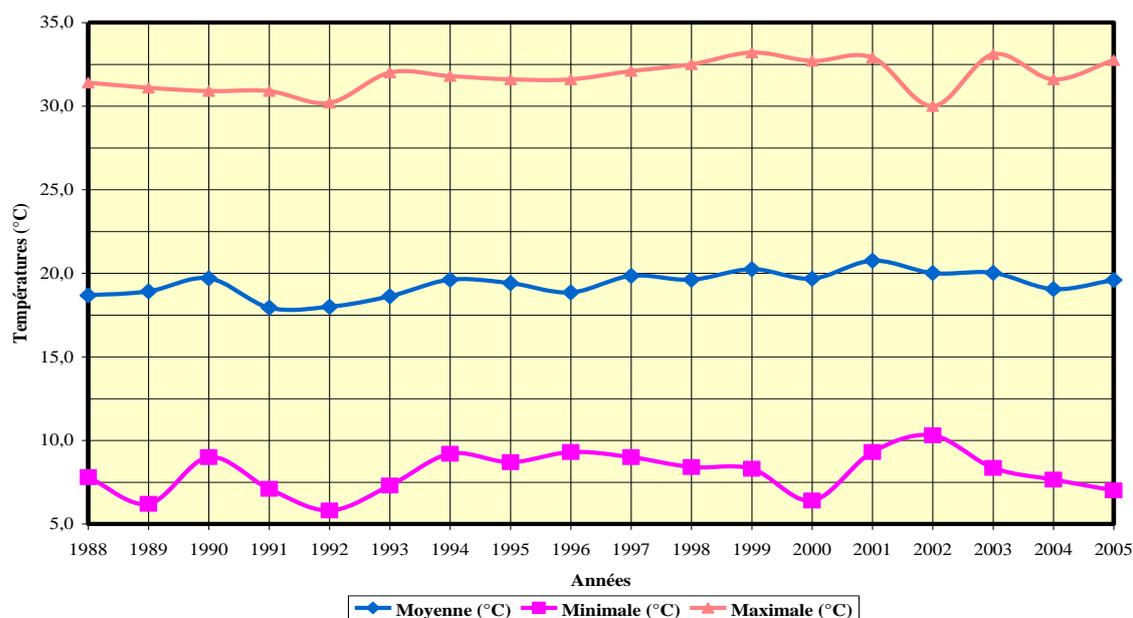


Figure 11 :Variation entre Températures Moy., Min. et Max.

Nous remarquons une symétrie entre les températures minimales et maximales par rapport à la moyenne, impliquant un climat annuellement régulier.

L'année 2002 est froide ; vu l'écart enregistré de température le plus faible.

L'année 2004 est extrême (très chaude ou très froide) ; vu l'écart plus important.

1.4.3.3. Relation précipitations – température

Les variables climatiques constituent un système complexe agissant d'une manière synthétique sur les interactions des écoulements. Plusieurs formules et approches pratiques essaient de représenter cette action synthétique du climat par des indices et des méthodes graphiques.

1.4.3.3.1. Indice de Martonne

L'indice d'aridité reporté sur l'abaque de DE-MARTONNE, nous donnera le type du régime climatique et les conditions d'écoulement :

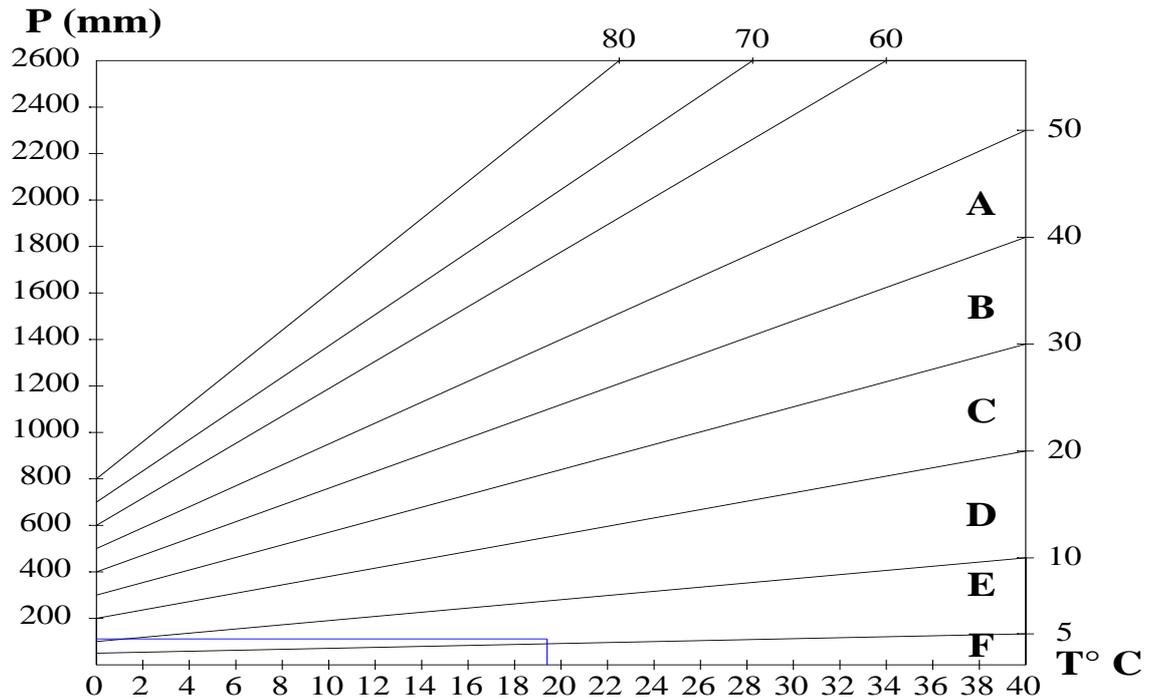


Figure 12 : Abaque de demartonne

Zone A : Ecoulement abondant,

Zone B : Ecoulement exoréique,

Zone C : Zone tempérée, drainage extérieur, irrigation non indispensable,

Zone D : Régime semi-aride, écoulements temporaires, formations herbacées,

Zone E : Régime désertique, écoulements temporaires,

Zone F : Hyper-acidité, aréisme.

Nous remarquons que la zone du site étudié appartient à la « Zone E » traduisant un régime désertique à écoulement temporaire et à formations herbacées proche du régime désertique.

1.4.3.3.2. Indice d'emberger

L'indice d'Emberger nous permet de spécifier le type du climat, il dépend du quotient portant son nom et de la température moyenne minimale du mois le plus froid. Le quotient d'Emberger est donné par la relation suivante :

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

Q = 16,66

Nous reportons la valeur du quotient d'Emberger dans sont climogramme sur la figure suivante :

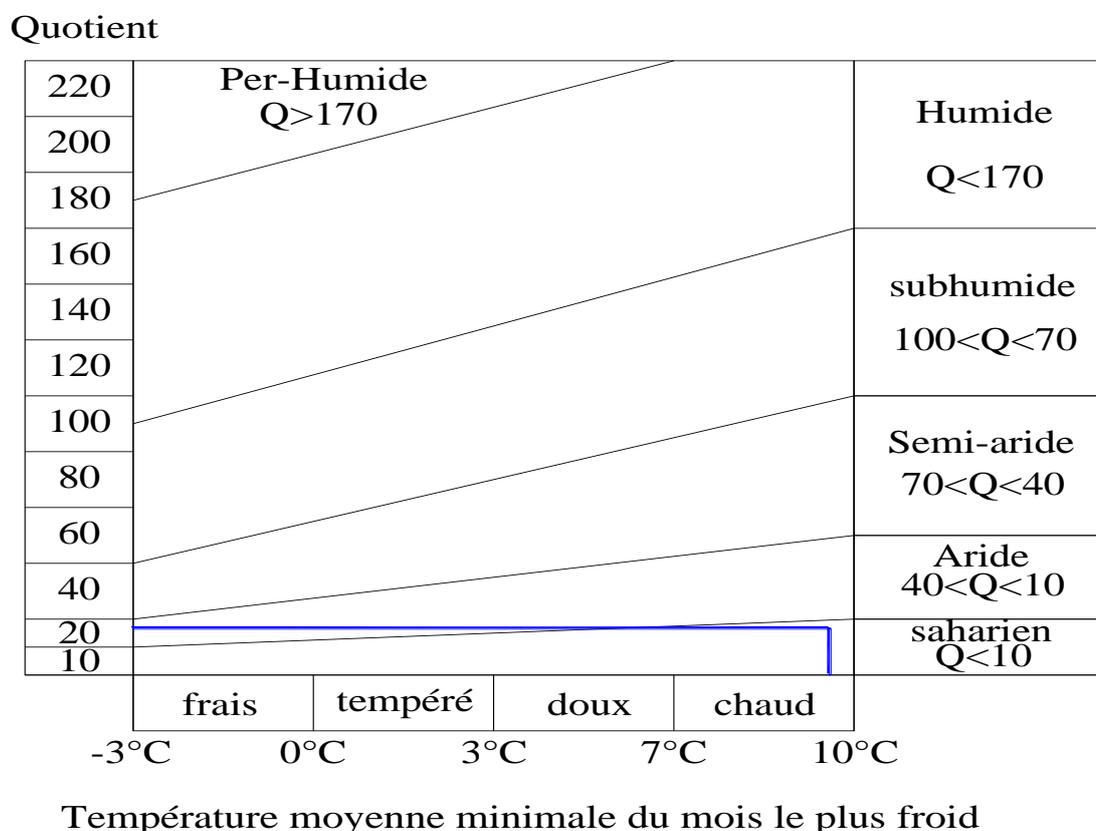


Figure 13 :Climogramme d'Emberger

Selon le Climogramme d'Emberger, le climat de la région étudié appartient à une zone Saharienne.

1.4.3.3.3. Diagramme ombrothermique

Afin de préciser les périodes sèches et humides durant l'année, nous avons établi le diagramme ombrothermique qui caractérise les interactions entre les précipitations moyennes mensuelles et les températures moyennes mensuelles.

Selon le diagramme ombrothermique est représenté par la figure ci-dessous, nous remarquons que la période humide débute à la mi-décembre jusqu'à la fin du mois de Janvier soit une moyenne de 45 jours durant l'année.

Quant à la période sèche, elle s'étale à partir du mois de Février et dure jusqu'à la mi-décembre, soit une durée de Dix (10) mois et demie.

Ainsi, durant l'année il est enregistré 87,40% de période sèche et 12,60% de période humide, confirmant l'aridité et le climat désertique de la région étudiée, avec peu d'écoulement ou écoulement temporaire.

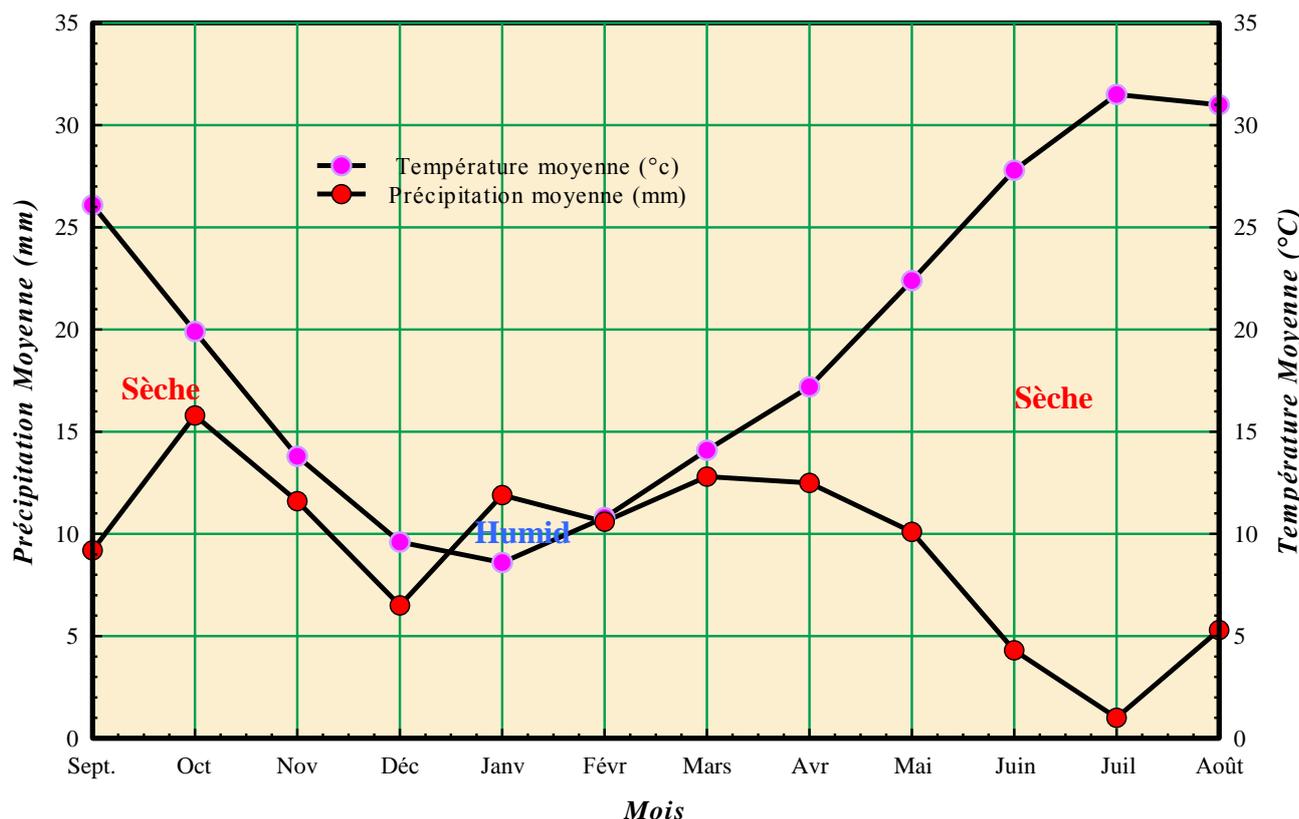


Figure14 : Diagramme Ombrothermique

1.4.4. Etude de l'évaporation

14.4.1. Evaporation mesurée

L'évaporation est mesurée journalièrement sur le bac type COLORADO de la station de Ghardaïa (1988,2005).

Cette évaporation journalière est définie par la relation :

$$E = P \pm H$$

E : Evaporation journalière du bac en mm,

P : Précipitation en mm,

H : Hauteur d'eau ajoutée ou enlevée dans le bac (mm).

Etude de milieu physique

Pour notre zone d'étude, les valeurs observées de l'évaporation du plan d'eau libre sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 10 : Evaporation moyenne mensuelle (mm)

Mois	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Annuel
Evaporation (mm)	286,4	179,3	107,5	77,8	81,8	110,6	181,3	246,8	329,7	378,4	439,9	382,0	2801,53

Source ANRH

Nous représentons dans la figure suivante la variation de l'évaporation par rapport à la précipitation et la température.

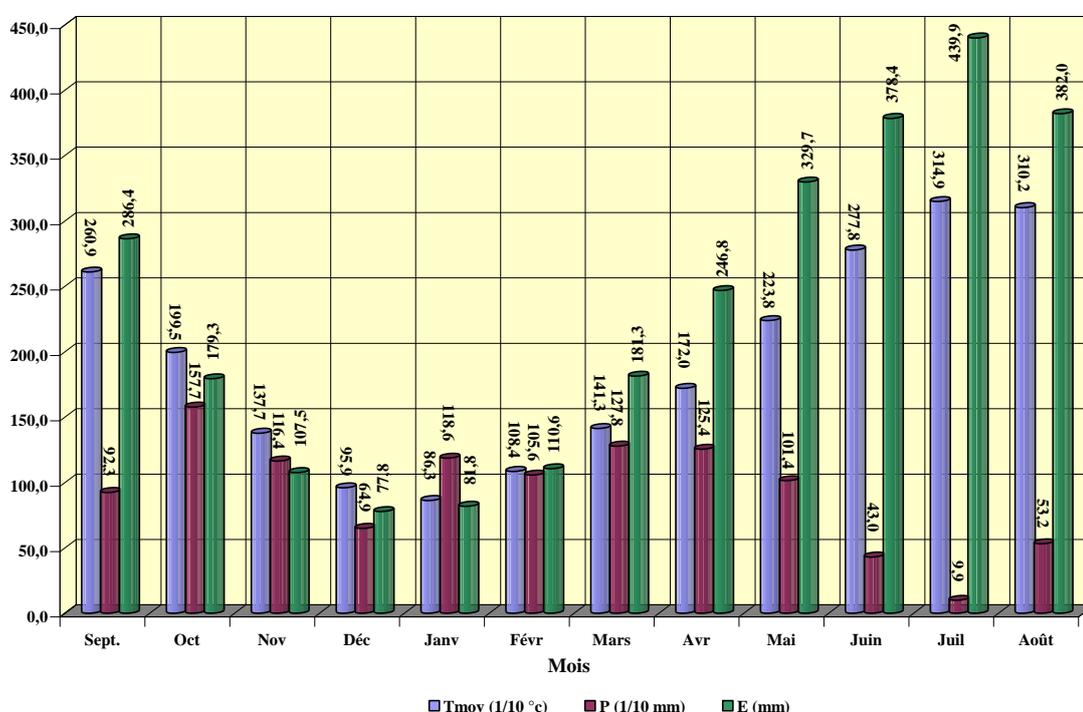


Figure 15 :Evaporation moyenne mensuelle

Nous remarquons que l'évaporation varie proportionnellement à la température et contrairement à la précipitation. Cette évaporation est faible entre Novembre et Mars et plus faible encore entre Décembre et Janvier, c'est-à-dire durant la période humide, lorsque les précipitations sont plus élevées que les températures. Au autres mois l'évaporation est très importante enregistrant des pics très élevés allant à 440 mm le mois de Juillet.

14.4.2. Evaporation réelle

Ces mesures ne sont pas représentatives de l'évaporation réelle d'une surface d'eau libre. Cet écart résulte de la différence d'inertie thermique des appareils mis en place ainsi que de l'effet de paroi pour les bacs. Pour déterminer l'évaporation réelle on utilise un coefficient correcteur (K).

D'après diverses études réalisées en Algérie et à l'aide du mémoire réalisé sur la détermination pratique de l'évaporation de (M.RTOU-ORSTOM) le coefficient correcteur retenu pour le bac Colorado est égal à :

$$K = 0.78$$

L'estimation de l'évaporation réelle est résumée dans le tableau suivant :

Tableau 11 : Evaporation Réelle Mensuelle (mm)

Mois	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	An
Evaporation (mm)	223,4	139,9	83,9	60,7	63,8	86,2	141,4	192,5	257,2	295,2	343,1	297,9	2185,2

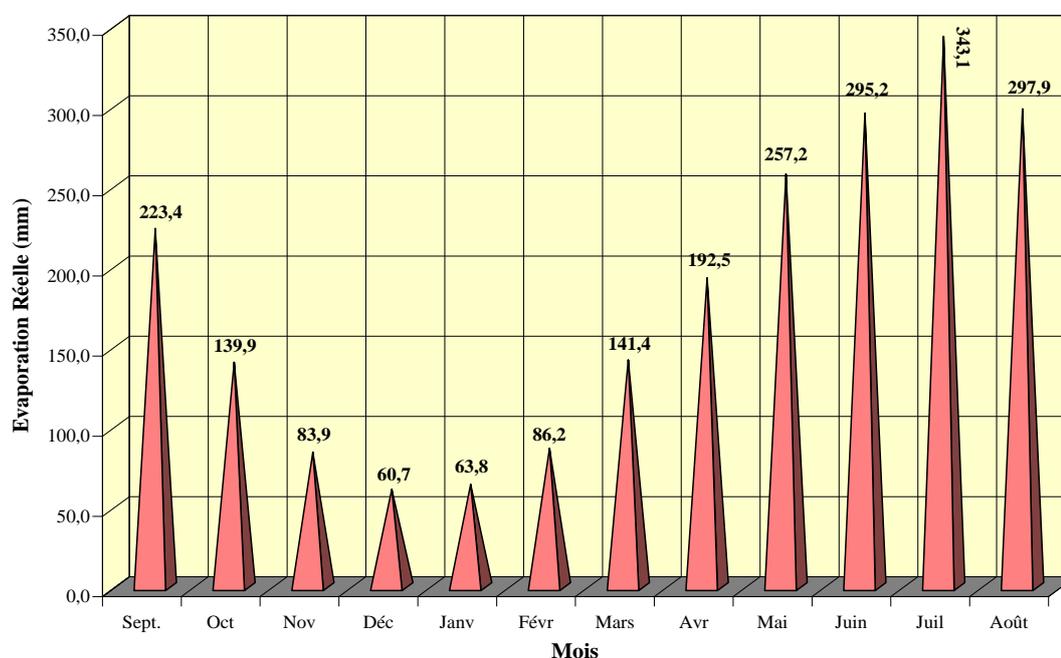


Figure 16 :Evaporation de la surface d'eau libre

1.4.5. Les vents

En hiver, les latitudes les plus basses permettent aux perturbations du front polaire de descendre vers Sud atlantiques et le Sahara septentrional ; les vents sont réguliers sur la partie méridionale des hautes pressions, dit : l'Alizé d'Harmattan.

En été, les influences sahariennes s'étendent dans toutes l'Algérie septentrionale jusqu'au Sud de l'Europe à cause des déplacements des hautes pressions vers les latitudes les plus élevées.

- ❖ Au Sud du Sahara : ce sont les vents du Nord à Nord/Est.
- ❖ Au Nord/Est du Sahara : ce sont les vents Alésiens saisonniers Nord à Nord/Est.
- ❖ Au Nord du Sahara : ce sont les vents du Sud très brûlants.

1.4.5.1. Les vents d'origine Nord

Les vents du Nord sont les plus fréquents pendant les mois de Janvier à Mars, Octobre et Décembre. Ils sont à l'origine d'importantes précipitations quant les perturbations qui se forment sur la Méditerranée progressent vers le Sud Algérien.

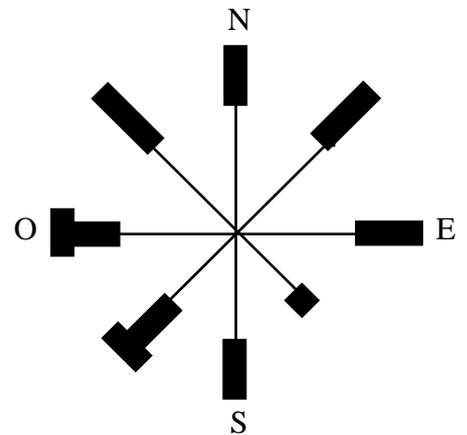
1.4.5.2. Les vents d'origine Est

Cette direction prédomine au cours des mois d'Avril jusqu'à Septembre avec des fois des vents soufflant du Nord au Sud. Les vents du Sud sont à l'origine du sirocco qui atteint les côtes méditerranéennes. Ils sont fréquents pendant l'été (Juillet - Août) et rares en hiver mais peuvent se manifester au mois de Septembre.

1.4.5.3. Les vents d'origine Ouest

Ces vents sont présents pendant toute l'année avec cependant une certaine force remarquable au cours de l'hiver et du printemps. Les averses

Direction des vents dominants



Etude de milieu physique

qu'on observe pendant ces deux saisons sont dues à ces vents qui circulent d'Ouest en Est.

Nous résumons dans le tableau suivant les vitesses des vents observés entre 1988-2006 de la station de Ghardaïa :

Tableau 12 : Moyenne mensuelles des vitesses maximal du vent

Mois	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Vent Max en (km/h)	28,76	31,34	24,36	22,96	25,05	21,03	17,05	16,71	16,98	20,33	20,24	21,11

SCE ONM-Ghardaïa

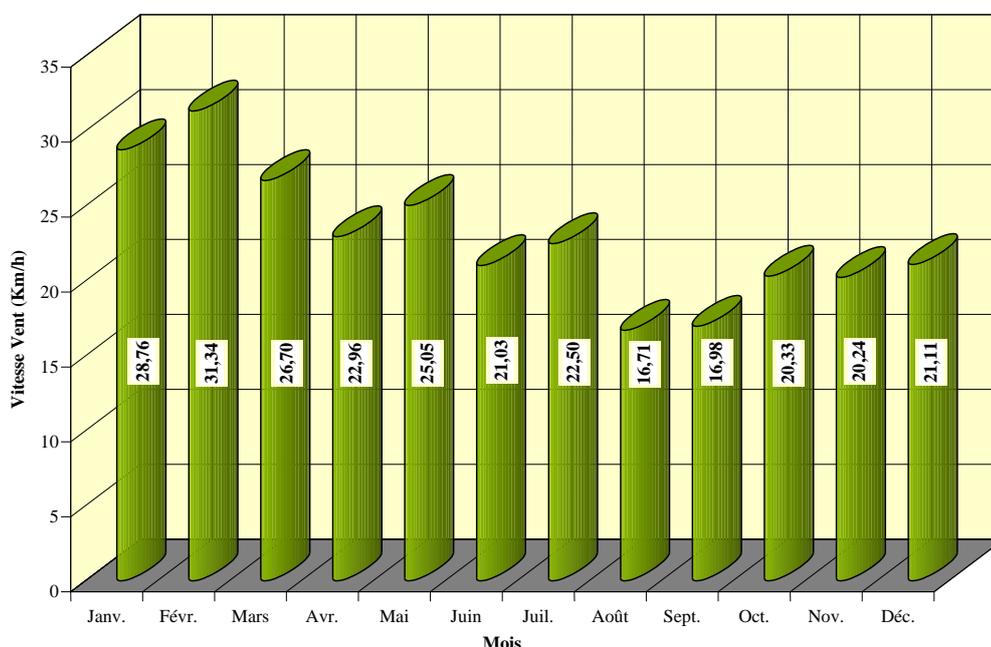


Figure 17 :Vitesse maximal du vent

L'analyse de la figure, montre que la vitesse maximale du vent, mise à part les mois d'Août et Septembre, elle dépasse les 20 km/h, avec des pics qui peuvent atteindre 30 Km/h enregistrés en Janvier et Février.

Ces vents de différentes directions sont caractérisés par une circulation importante de grandes masses mouvantes de sable. Cette mouvance du sable augmente d'avantage en se déplaçant vers le Sud de la zone étudiée.

Ceci implique la formation des bancs de sable et des dunes, au niveau des obstacles ou lors d'une diminution de la vitesse du vent.

1.5. Détermination de l'apport moyen annuel

Le dimensionnement des corrections torrentielles s'articule sur une étude hydrologique consiste essentiellement à la détermination des différents apports hydriques permettant la projection adéquate du type de la correction des talwegs avec l'estimation de sa quantification.

1.5.1. Formule de Derri

L'apport est donné par la relation suivante :

$$A_0 = K \times M_0 \times S$$

$$M_0 = 11,8 \times P^{2,82} \text{ et } K = 31,54 \times 10^3$$

P : représente la précipitation moyenne annuelle en m.

S : représente la superficie du bassin versant en km².

1.5.2. Formule de Coutagne

L'apport est donné par la relation suivante :

$$L_e = (0,164 - 0,00145 \times \sqrt{S}) P$$

$$A_0 = L_e \times S$$

P : précipitation moyenne annuelle en (mm).

S : représente la superficie du bassin versant en km².

1.5.3. Formule rationnelle

L'apport est donné par la relation suivante :

$$A_0 = P \times C_e \times S$$

S : la superficie du bassin versant en m².

P : précipitation moyenne annuelle en m

Ce : coefficient d'écoulement tiré de l'abaque, pour des oueds à écoulement temporaire :

$$C_e = 0,004$$

1.5.4. Formule de Samie

La lame d'eau écoulée (Le) est donnée par la relation suivante :

$$Le = (293 - 2,2 \times \sqrt{S}) P^2$$

$$A_0 = Le \times S$$

L'apport est donné par la relation suivante :

$$A_0 = Le \times S$$

P : précipitation moyenne annuelle en (mm).

S : représente la superficie du bassin versant en km².

1.5.5. Formule de Chaumont

La lame d'eau écoulée (Le) est donnée par la relation suivante :

$$Le = (1 - 10^{-KP^2}) P$$

$$A_0 = Le \times S$$

K : coefficient égal à :

$$K = \alpha \times 0,01 \times \text{Log } S$$

α : variable fonction des conditions d'écoulements ($\alpha = 0,175$).

S : représente la superficie du bassin versant en km².

P : précipitation moyenne annuelle en (mm)

P : précipitation moyenne annuelle en (cm).

1.5.6. Formule de Adjel – Smain

La lame d'eau écoulée (Le) est donnée par la relation suivante :

$$Le = 11,7 \times e^{3,81 P}$$

$$A_0 = Le \times S$$

S : représente la superficie du bassin versant en km².

P : précipitation moyenne annuelle en (mm).

1.5.7. Valeur de l'apport moyen

Nous résumons le calcul des apports hydriques [en m/an] pour le bassin versant étudié dans le tableau ci-dessous :

Tableau 13 : valeur de l'apport moyen

Relation	Apport
Derri	1503
Coutagne	18076
Rationnel	874
Samie	3611
Chaumont	21846
Ajel-Smain	35039
Moyenne	13491

Le débit d'écoulement moyen à travers ce bassin versant est de :

$$\underline{Q_{Moy} = 13491 \text{ m}^3/\text{an}}$$

L'écoulement donc à travers le bassin versant étudié est insignifiant.

1.6. Morphologie

1.6.1. Paramètres géométriques et de reliefs

1.6.1.1. Paramètres géométriques

Les paramètres géométriques se résument dans la superficie du bassin versant (S), son périmètre (P), son indice de forme ou de compacité (IF) et le rectangle équivalent avec ses différentes côtes.

La détermination de ses paramètres repose sur le tracé du bassin versant sur carte d'état major avec précision (Fig. 01).

1.6.1.2. Superficie et périmètre

Le bassin versant du site étudié au lieudit Oued Nechou, occupe une superficie (S), un périmètre (P), et une longueur du Talweg Principal (LTP) :

- ❖ S = 1.75 Km² ;
- ❖ P = 5.65 Km ;
- ❖ L_{TP} = 1.16 Km.

1.6.1.3. Indice de forme (ou de compacité)

La valeur de cet indice permet d'avoir une idée sur la forme du bassin versant. Il est donné par la formule suivante :

$$K_c = 0,28 \times \frac{P}{\sqrt{S}} ;$$

L'indice de forme du bassin versant est égal à : $KC = 1,20$

Nous remarquons que $KC > 1,12$. Nous avons donc un bassin versant de forme allongée.

1.6.1.4. Rectangle équivalent

Le dimensionnement du rectangle équivalent consiste à la détermination de sa largeur (l) et longueur (L) respective. La largeur et la longueur du rectangle équivalent sont données par les relations qui suivent.

$$L = \frac{K_c}{1,12} \times \sqrt{S} \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1,12}{K_c} \right)^2} \right) ; \quad l = \frac{K_c}{1,12} \times \sqrt{S} \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1,12}{K_c} \right)^2} \right)$$

Les dimensions des rectangles équivalents du bassin versant sont :

$$L = 1,93 \text{ Km} ; \quad l = 0,91 \text{ Km}$$

1.6.2. Paramètres de relief

Les paramètres de relief se résument dans l'Indice de Pente de Roche (IP) et l'Indice Global (IG) qui requièrent la connaissance de la répartition hypsométrique et de la Dénivelée Utile (D).

1.6.2.1. Détermination de la courbe hypsométrique

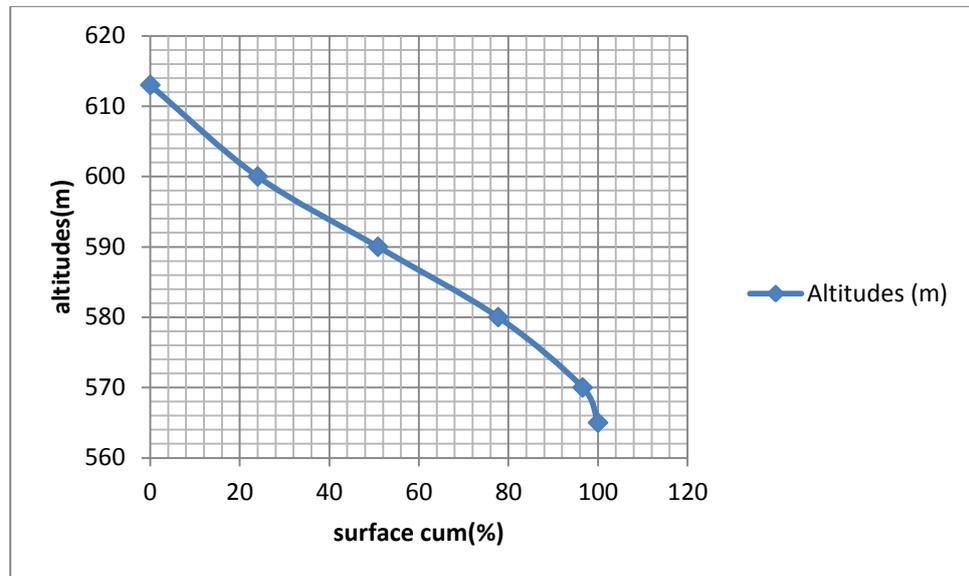


Figure 18 : Courbe hypsométrique du bassin versant du parc citadin

1.6.2.2. Altitudes

1.6.2.2.1. Altitude moyenne

Elle est donnée par la relation :

$$H_{moy} = \frac{1}{S_T} \sum S_i \times \frac{H_{i-1} + H_i}{2} = 590.36m$$

S_i : Surface partielle ;

S_T : Surface totale ;

H_{i-1} : Altitude d'ordre (i-1) ;

H_i : Altitude d'ordre (i).

1.6.2.2.2. Altitude de fréquence 50 %

Elle est déduite de la courbe hypsométrique: H50%

1.6.2.2.3. Dénivelée spécifique (d)

La dénivelée spécifique est la différence d'altitudes (H) comprise entre la surface cumulée de 5% ($H_{5\%}$) et 95% ($H_{95\%}$) :

$$D = H_{5\%} - H_{95\%}$$

1.6.2.3. Indice de pente de roche « IP »

Il est donné par la formule suivante :

$$I_p = \frac{1}{\sqrt{L}} \sum \sqrt{S_i \times d_i}$$

Si : Fraction en % de la surface S comprise entre deux courbes de niveau ;

di : Distance entre deux courbes de niveau.

1.6.2.4. Indice de pente global « I g »

C'est le rapport de la dénivelée spécifique D s
ur la longueur du talweg principal, il est donné par la relation suivante :

$$I_g = \frac{D}{L}$$

Nous résumons les valeurs des paramètres de relief du bassin versant dans le tableau suivant :

Tableau14 : la valeur des paramètres de relief du bassin versant :

Paramètres	Valeur
Alt. Min.	565
Alt. Max.	613
Alt. Moye.	590.36
Alt. 50%	590
Alt. 5%	610
Alt. 95%	572
D	38
IP	22, 57
IG	19.70

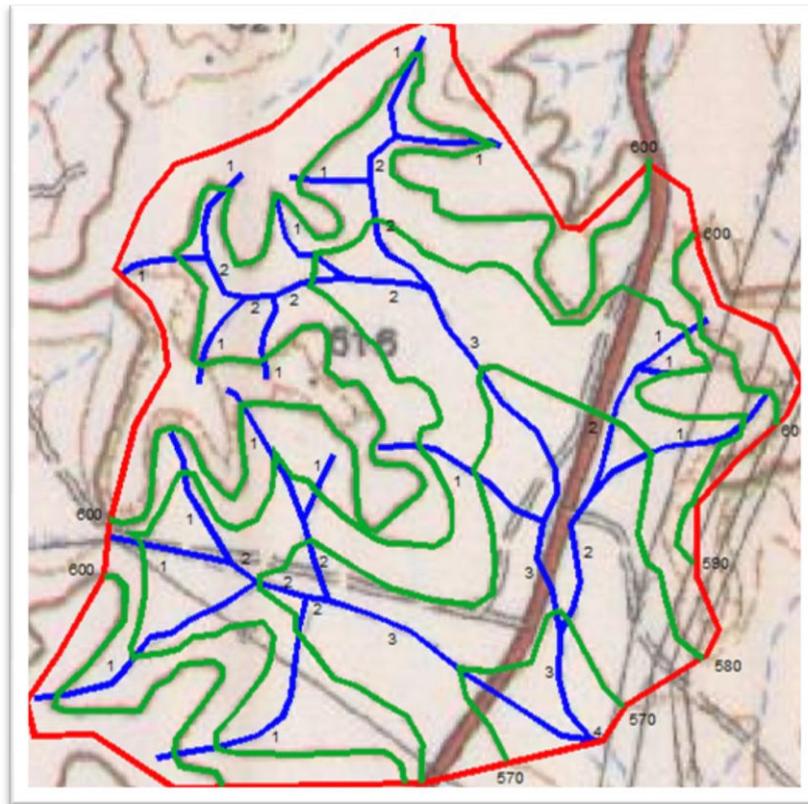


Figure 19 : chevelue hydrographique du bassin versant
Extrait de la carte d'état major chouikhat 1 au 1/50000

1.6.3. Paramètres hydrographique

Les paramètres hydrographiques se résument essentiellement dans la densité de drainage, sa détermination repose sur une classification des talwegs par ordres et détermination des longueurs de chaque ordre.

En conséquence toute mesure s'appuie sur l'établissement du plan chevelu hydrographique complet du bassin versant.

1.6.3.1. Chevelue hydrographique

Le cours principal d'un oued est alimenté par les affluents les plus importants qui sont eux mêmes alimentés par des affluents de second ordre, ainsi de suite jusqu'aux ruisselets et petits cours d'eau de tête du bassin formant ce que les cartographes appellent le chevelu (Fig. 01). Les caractéristiques du chevelu hydrographique sont résumées dans ce tableau :

Tableau 15: Les caractéristiques du chevelu hydrographique

Ordre de talweg	Nombre de talweg	Longueurs cumulées des talwegs (Km)	Longueur moyenne de rang (Km) ¹
1	18	4,97	0.28
2	5	1,95	0.39
3	2	1,84	0.92
4	1	0.016	0.016

(1 : La longueur moyenne du rang = longueur cumulée du talweg / nombre de talweg du même ordre)

1.6.3.2. Densité de drainage

La relation de la densité de drainage est donnée par la formule suivante :

$$D_d = \frac{\sum L_i}{S}$$

$$\underline{D_d = 4.96}$$

Ainsi Le réseau pluvial du bassin versant est bien développé, le bassin est donc bien drainé.

1.6.3.3. Coefficient de torrentialité

Il se calcul à partir de la formule suivante : $C_T = D_d \times F_1$

$$F = \frac{N_1}{S}$$

F1 : Fréquence des talwegs d'ordre 01 :

N1 : Nombre de talwegs d'ordre 01.

$$\underline{F = 10.29}$$

$$\underline{C_T = 51.02}$$

1.6.3.4. Coefficient de ruissellement

Le coefficient de ruissellement est généralement tabulé en fonction des conditions physiques du bassin versant (relief, sols, végétation, taux d'urbanisation), il est déterminé sur la base de classification dressée par L'ANRH sur les bassins versants algériens en fonction de leurs sols

Etude de milieu physique

(Tableau ci-après), de la taille du bassin, et de la pluviométrie journalière de fréquence 1%. Dans notre cas le coefficient de ruissellement :

$$\underline{C_R = 0,25}$$

Tableau 16: Classification du Coefficient de ruissellement selon l'ANRH

Catégorie des sols	Appellation des sols	Pj max (mm)	Surface des bassins versants (en km ²)				
			<0,1	>0,1 <2,0	>2,0 <10,0	>10,0 <100,0	>100,0
1	<i>Asphaltes, roches non fissurées, béton</i>	---	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
2	<i>Sols argileux gras, croûtes et sols encroûtés</i>	>0,8	0,80	0,70	0,65	0,65	0,60
		81 – 150	0,90	0,85	0,80	0,80	0,80
		151 – 200	0,95	0,90	0,90	0,90	0,90
		>200	0,95	0,95	0,95	0,90	0,90
3	<i>Sols argileux, sols forestiers d'argile grise, sols argileux gris et lourds</i>	>0,8	0,70	0,60	0,55	0,55	0,45
		81 – 100	0,80	0,75	0,70	0,65	0,65
		101 – 150	0,85	0,80	0,75	0,65	0,65
		151 – 200	0,85	0,85	0,80	0,70	0,70
		>200	0,90	0,90	0,80	0,75	0,75
4	<i>Sols châtaîns lœss, sols carbonatés</i>	>0,8	0,55	0,45	0,40	0,35	0,30
		81 – 150	0,65	0,55	0,50	0,45	0,40
		151 – 200	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55
		>200	0,8	0,75	0,70	0,65	0,60
5	<i>Limons sableux, sols marrons et gris marrons des zones steppiques et désertiques, sols gris limoneux – sableux.</i>	>0,8	0,35	0,28	0,20	0,20	0,15
		80 – 150	0,45	0,35	<u>0,25</u>	0,25	0,20
		151 – 200	0,55	0,45	0,40	0,35	0,30
		>200	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
6	<i>Sols sableux, graviers, sols à roches friables</i>	-	0,25	0,20	0,15	0,10	0,10

1.7. Présentation démographique

1.7.1. Evaluation de population

La zone d'étude actuellement en cours de construction, est vierge en matière de population, mise à part au niveau de Bouhraoua où population au recensement de 2013 était de 1000 habitants. Cette population a évalué selon le recensement communal de 2050.

1.7.2. Estimation de la population

Dans la zone du parc citadin estimé le visiteur en 2013 est 1000
Visiteurs par jour au maximum.

chapitre 02 :

Dimensionnement des réseaux d'AEP

2. Réseaux alimentation de l'eau potable (AEP)

2.1. La dotation en eau

La dotation en eau est la quantité de l'eau attribuée à chaque individu par jour. Celle-ci est variable pour chaque type d'agglomération, elle croit en fonction de l'ampleur de l'agglomération.

Toutefois, les efforts de certains spécialistes ont permis de cerner la dotation en eau par des intervalles, en fonction du type des agglomérations, comme suit :

- ❖ Les hameaux : $80 \leq \text{Dot.} \leq 100 \text{ l/j/hab.}$
- ❖ Les villages: $100 \leq \text{Dot.} \leq 150 \text{ l/j/hab.}$
- ❖ Les villes: $150 \leq \text{Dot.} \leq 250 \text{ l/j/hab.}$
- ❖ Les capitales : $250 \leq \text{Dot.} \leq 500 \text{ l/j/hab.}$
- ❖ Les métropoles: $500 \leq \text{Dot.} \leq 1000 \text{ l/j/hab.}$
- ❖ Les mégapoles : $\text{Dot.} \geq 1000 \text{ l/j/hab.}$

Pour un parc citadin la dotation est de : **50 l/j/hab.**

2.2. Détermination des débits moyens

Le débit moyen consommé au niveau du parc citadin est donné par la relation :

$$Q_{\text{moy}} = P \times \text{Dot.}$$

Q_{moy} : Débit moyen

P : Population

Dot. : Dotation

Le tableau suivant résume le calcul du débit.

Le tableau 17 : résultat de Q_{MOY} ; Q_p ; K_p

	valeur
Visiteurs	1000
Dot (l/j/hab.)	50
Q_{moy} (l/j)	50000
Q_{moy} (l/s)	0,5787037

2.3. Détermination de la pression

En écoulement, la pression de l'eau entre deux points successifs (A et B) suit le théorème de BERNOULLI, indiquant que celle-ci est constante.

Le théorème de BERNOULLI est sous forme d'additions de la pression due à l'énergie cinétique et de la pression due à l'énergie piézométrique, corrigée par le facteur des pertes de charge.

$$\frac{P_A}{\rho g} + Z_A + \frac{V_A^2}{2g} = \frac{P_B}{\rho g} + Z_B + \frac{V_B^2}{2g} + \sum \Delta H$$
$$\sum \Delta H = \Delta H_l + \Delta H_s$$

- ❖ ΔH : La perte de charge totale engendrée dans le tronçon.
- ❖ ΔH_l : La perte de charge linéaire.
- ❖ ΔH_s : La perte de charge singulière.
- ❖ $\frac{p}{\rho g}$: est la hauteur de pression (énergie due à la pression).
- ❖ Z : est cote moyenne de la conduite(en m).
- ❖ $\frac{v^2}{2g}$:La hauteur cinétique (énergie due à la vitesse).
- ❖ $\frac{p}{\rho g} + z$: Est la hauteur piézométrique.
- ❖ ρ : est la masse volumique de fluide (eau : $\rho \cong 1000\text{kg/m}^3$)
- ❖ g : accélération révisionnelle (= 9.81m/s^2)
- ❖ p : est la pression statique.

$$\Delta H_l = \lambda (v^2) / (2gD)$$

$$\Delta H_s = 20\% \times \Delta H_l$$

Si $Re < 2000$, régime laminaire :

$$\lambda = (64/Re)$$

$$Re = (V * D) / (\nu)$$

Si $Re > 2000$, régime turbulent :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \ln \left(\frac{\epsilon}{3.7D} + \frac{2.51}{Re\sqrt{\lambda}} \right)$$

2.4. Dimensionnement des réseaux ramifié

Un réseau ramifié est un réseau tel que tout point du réseau ne peut être alimenté que d'une seule façon.

Ainsi, la caractéristique d'un réseau ramifié est que l'eau circule, dans toute la canalisation dans un seul sens (des conduites principales vers les conduites secondaires, vers les conduites tertiaires.....).

En d'autres termes, un réseau tel que tout nœud n'est nœud aval que d'un seul tronçon. Un réseau ramifié ne peut comporter qu'un seul nœud référence amont.

2.5. Dimensionnement des conduite de refoulement

2.5.1. Le débit unitaire

$$Q_u = \frac{Q_p}{L_t}$$

- ❖ Q_p : le débit de point.
- ❖ L_t : la longueur totale.

2.5.2. Le débit tronçon

$$Q_{tr} = Q_u \times L_i$$

- ❖ L_i : la longueur partielle de chaque conduite.
- ❖ Q_u : le débit unitaire.

2.5.3. Le débit tronçon total

$$Q_{tot} = \sum Q_{av} + Q_{TR}$$

- ❖ $Q = S \times V$
- ❖ $S = \frac{\pi D^2}{4}$
- ❖ $D_{calcul} = \sqrt{\frac{(Q \times 4)}{\pi}}$

2.6. Pompes et stations de pompage

Le refoulement des eaux se fait par une station de pompage (ou une usine élévatoire).une station de pompage comporte principalement :

La salle d'arrivée d'eau (ou bêche d'aspiration).

La salle des commandes

La salle des machines, comportant généralement plusieurs groupes élévatoires.

Chaque groupe élévatoire est constitué d'un moteur et d'une pompe.

2.6.1. Différent types de pompes

Les pompes véhiculant des liquides se divisent en deux catégories principales :

- ❖ **Les pompes centrifuges** : le mouvement du liquide résulte de l'accroissement d'énergie qui lui est communiqué par la force centrifuge (énergie sous forme de vitesse).
- ❖ **Les pompes volumétriques ou à piston** : l'écoulement résulte de la variation d'une capacité occupée par le liquide (énergie sous forme de pression).

Actuellement, les pompes centrifuges sont les plus utilisées.

2.6.1.1. Les pompes centrifuges

Cette pompe on l'utilise pour le pompage de l'eau

2.6.1.1.1. Principe de fonctionnement

Une pompe centrifuge est constituée par :

- ❖ Une roue à aubes (palette) tourne autour de son axe
- ❖ Un distributeur dans l'axe de la roue
- ❖ Un collecteur de section croissante, en forme de spiral appelée volute.

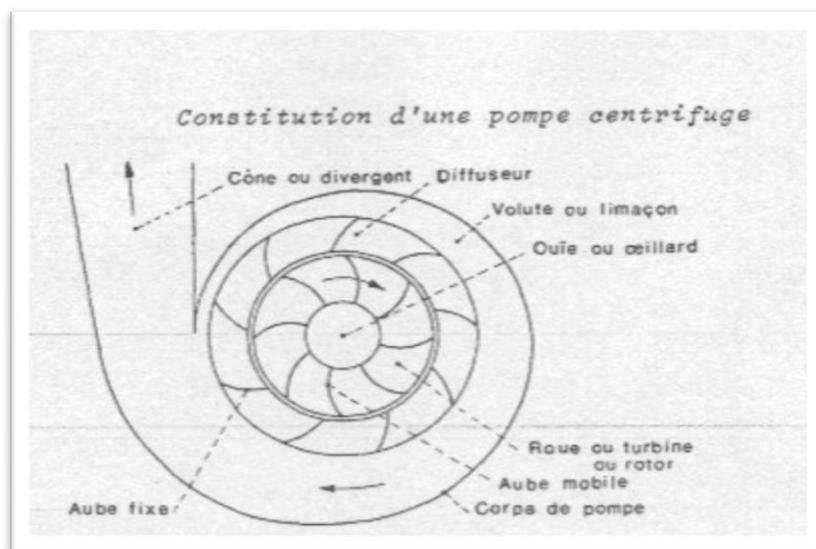


Figure 20 : construction d'une pompe centrifuge

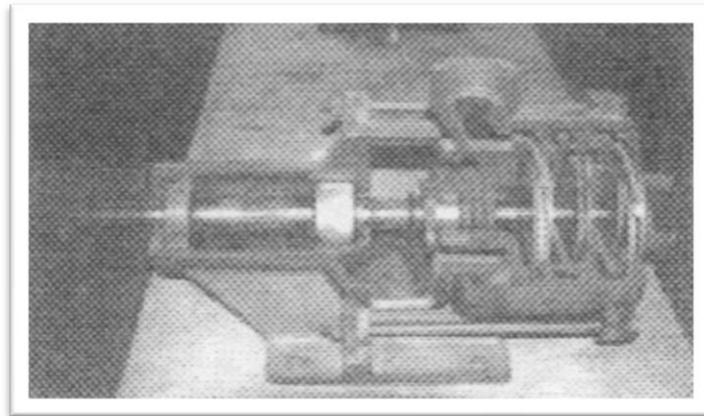


Figure 21: la pomp centrifuge

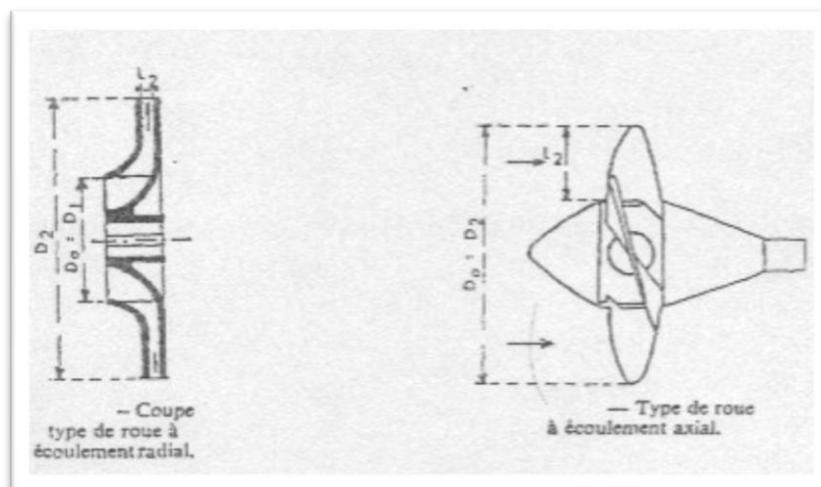


Figure22: le type de roue de l'écoulement

Le liquide arrive dans l'axe de l'appareil par le distributeur et la force centrifuge le projette vers l'extérieur de la turbine.

Il acquiert une grande énergie cinétique qui se transforme en énergie de pression dans le collecteur ou la section est croissante.

L'utilisation d'un diffuseur (roue à aubes fixes) à la périphérie de la roue mobile permet une diminution de la perte d'énergie.

2.6.1.1.2. Caractéristiques

Les hauteurs manométriques totales Fourmies ne peuvent dépasser quelques dizaines de mètres (monocellulaires).

Dimensionnement réseau d'AEP

Pour dépasser ces valeurs on utilise des pompes centrifuges multicellulaires ou plusieurs roues sont montées en série sur le même arbre.

Il est également possible de coupler en série plusieurs de ces pompes.

Les pompées centrifuges vérifient des lois (lois de similitude) qui à partir d'une courbe caractéristique établie pour une vitesse de rotation N de la roue de la pompe permettent d'obtenir la caractéristique pour une vitesse de rotation N' quelconque.

2.6.1.1.3. Réglage débit d'une pompe centrifuge

- ❖ Variation de la vitesse de rotation de la pompe par un dispositif électronique.
- ❖ Vanne de réglage située sur la canalisation de refoulement de la pompe pour éviter le risque de cavitation : suivant son degré d'ouverture, la perte de charge du réseau va augmenter ou diminuer ce qui va entraîner la variation du point de fonctionnement.

Le réglage du débit est important pour des besoins dus au procédé mais aussi pour se placer dans des plages de fonctionnement où le rendement est meilleur.

2.6.1.1.4. Vitesse de rotation-pompes centrifuges

Si la vitesse de rotation d'une pompe centrifuge passe de n_1 à n_2 tours/min ; le débit Q la hauteur manométrique HMT et la puissance absorbée P varient dans les rapports suivant :

$$\boxed{Q_2 = \frac{n_2}{n_1} \cdot Q_1 \quad P_2 = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3 \cdot P_1 \quad H_2 = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 \cdot H_1}$$

La vitesse d'un moteur électrique est donnée par la relation générale :

$$\boxed{n = \frac{f}{p} \cdot 60 \quad [\text{t/min}]}$$

Avec : f = fréquence (50 Hertz) et p = nombre de paire de pôle.

Le tableau suivant donne, en %, la variation des débits, des hauteurs et de la puissance en fonction de la variation de n (aussi en %) :

Tableau18: Variation de Q, H, P en fonction de n

n	0	5	10	15	20	25
Q	0	5	10	15	20	25
H	0	10	21	32	44	56
P	0	16	33	52	73	95

n : vitesse de rotation

Q : le débit

H : la hauteur

P : nombre de paire de pôle.

2.6.1.2. La pompe volumétrique ou a piston

On utilise cette pompe pour l'aération des plan d'eau.

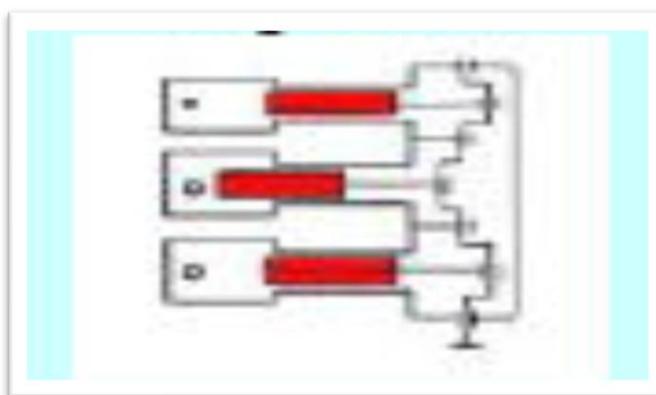


Figure 23: la pompe piston

2.7. Stockage de l'eau

L'eau du parc citadin doit être stockée pour assurer à la fois la distribution et la pression.

Souvent on utilise pour les parcs citadins des ouvrages de stockage enterré ou d'une architecture présentable.

2.8. Equipement d'AEP du parc citadin projeté

2.8.1. La source d'alimentation

Le captage de l'eau destiné à l'alimentation en eau du parc citadin est réalisé à partir d'un forage d'eau implanté sur le site du parc.

La profondeur du forage est de 400 ml pour captée les eaux profondes de l'albien.

Le débit du forage est de 5 l/s permettant l'alimentation en eau de l'ensemble du parc de détente.

2.8.2. Les stockages

Le parc est doté de deux stockages enterré sur le sol, d'une capacité totale de 250 m³ chacun, ils sont de type circulaire en béton armé.

Les réservoirs assurent la pression et l'alimentation en eau de tout le parc, ainsi que l'alimentation des plans d'eau, du cours d'eau mise à eau et de l'arrosage des espaces verts.

2.8.3. Les adductions

Deux adductions sont projetés pour alimenté les deux stockages de DN110 mm et de 16 bars de pressions, sur une longueur totale de 2000 ml.

2.8.4. Les stations de pompage

En plus du forage, pour assurer le stockage deux stations de pompage sont projetées avec chacune une bache de 50 m³ de capacité.

Pour permettre la circulation des eaux dans la chaâbat aménagé un pompage est effectué à son aval à partir d'un puisard.

Enfin, pour les jets d'eau, des pompes émergées dans des regards de 1 m³ d'eau assurent les différents jets.

Les pompes et stations de pompage, sont dotés des abris et des équipements hydromécaniques et électromécaniques adéquats.

D'autres pompes de type volumétrique, assure l'insufflation d'air pour oxygéner les plans d'eau du parc.

2.8.5. Les réseaux de distribution

Le réseau de distribution alimente les 10 bornes fontaines du site, le cours d'eau et les plans d'eau, ainsi que le bloc administratif projeté, les cafétérias.

Dimensionnement réseau d'AEP

Il est composé de trois diamètres en PEHD 16 bars de pression, en l'occurrence le DN 90 mm, DN 75 mm et DN 40 mm.

La longueur totale du réseau projeté tout diamètre confondu est de 5100 ml.

Les plans des réseaux d'AEP suscités sont donnés en annexes.

Chapitre 03 :

Dimensionnement du réseau d'assainissement

3. Réseaux d'assainissement

3.1. Définition

L'assainissement est d'assurer l'évacuation de l'ensemble des eaux pluviales et usées ainsi que leur rejet dans les exutoires naturels sous des modes compatibles.

3.2. Les différents types de réseaux

3.2.1. Système séparatif

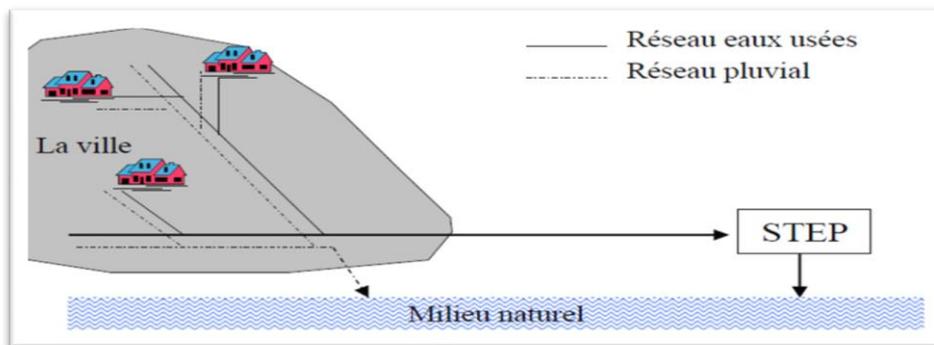


Figure 24 : les systèmes séparatifs

3.2.2. Système pseudo-séparatif

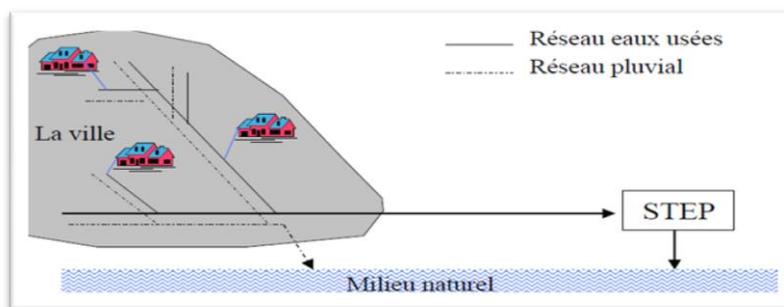


Figure 25: le système pseudo-séparatif

3.2.3. Système unitaire

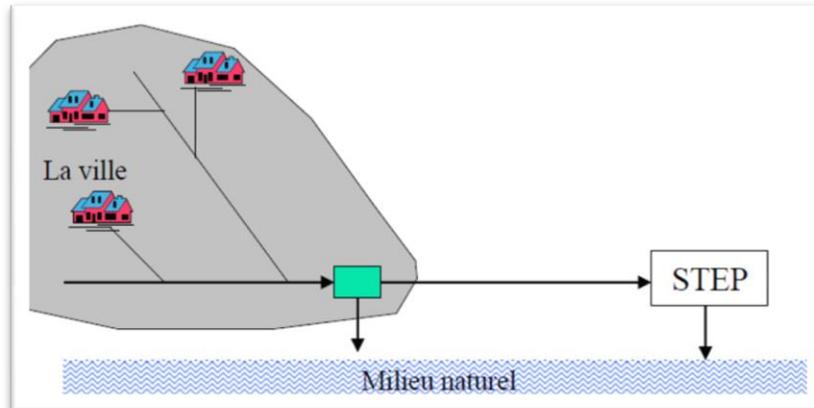


Figure 26 : le système unitaire

Remarque:

Ses systèmes dans une même ville peuvent être de type: « mixtes »

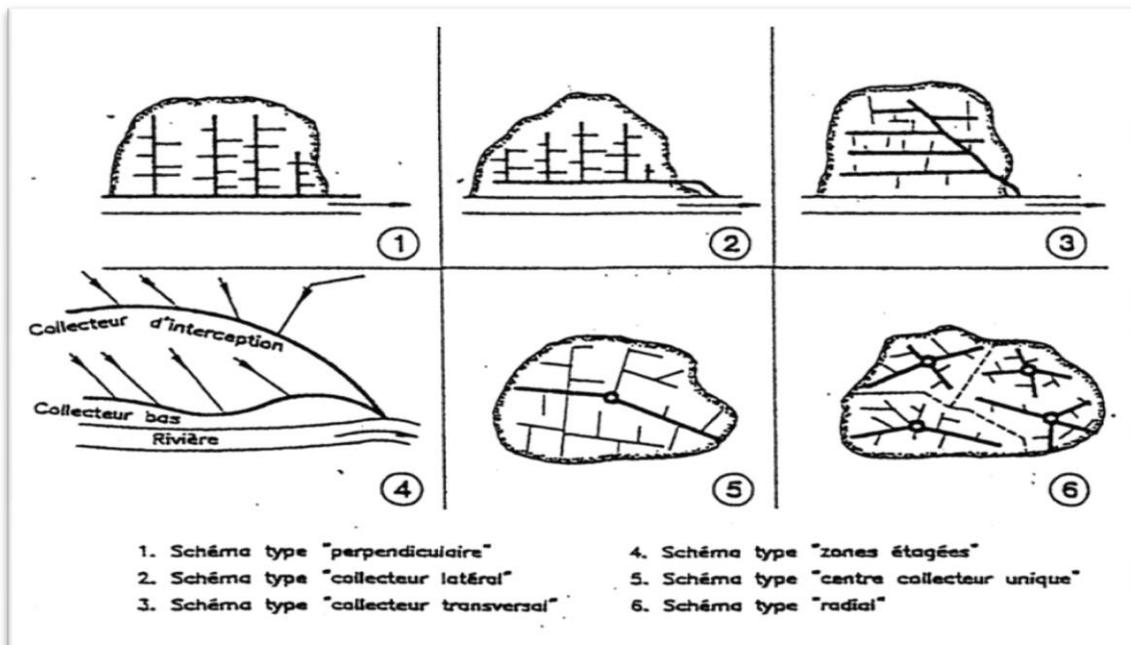


Figure 27 : types des réseaux d'égouts

3.3. Conception d'un réseau d'assainissement

Choix du mode d'assainissement :

- ❖ Choix du type de réseau
- ❖ Localisation des points de Rejets
- ❖ Type et implantation des ouvrages de stockage
- ❖ Implantation des ouvrages de traitement
- ❖ Tracé en plan du réseau
- ❖ Dimensionnement

3.4. Les facteurs influant les projets d'assainissement

- ❖ Les données naturelles du site
- ❖ Les caractéristiques de l'agglomération
- ❖ Les contraintes liées à l'assainissement

3.5. Procédure de dimensionnement

- ❖ Tracé du réseau en plan;
- ❖ Découpage en tronçon;
- ❖ Délimitation du BV drainé par chaque tronçon;
- ❖ Calcul des débits générés par ce bassin;
- ❖ Dimensions de la canalisation en fonction de la pente;
- ❖ Tracé des profils en long des canalisations;
- ❖ Vérification du bon fonctionnement du réseau.

3.6. Recommandation sur le dimensionnement

- ❖ Suivre le plan de la voirie
- ❖ Distance max entre deux regards de visite = 70 m
- ❖ Regard de visite au changement de pente et de direction
- ❖ Couverture minimale de la canalisation de 80cm
- ❖ Suivre la pente naturelle
- ❖ Pente min : 2 mm/m pour les eaux usées ;

Dimensionnement réseau d'assainissement

4 mm/m pour les eaux pluviales

- ❖ Diamètre minimal : 300 mm
- ❖ Diamètre croissant d'amont en aval

3.7. La méthode permet eau pluviaux

Pour la détermination des débits des eaux pluviales nous avons utilisés la méthode rationnelle la plus appropriée pour ce type d'étude.

$$Q = K \times C \times I \times A$$

$$K = \sqrt[n]{\frac{1}{A}}$$

- ❖ N : Exposant, $5 \leq n \leq 7$;
- ❖ A : Superficie du bassin versant en Ha ;
- ❖ K : Coefficient de surface

Remarque : Lorsqu'A < 1 Ha → K = 1

- ❖ C : Coefficient du ruissellement ;
- ❖ I : Intensité pluviale en mm/H

$$I = \frac{Pt}{t}$$

$$P_{j_f} = \frac{P_j}{\sqrt{Cv^2 + 1}} e^{\mu \sqrt{\ln(Cv^2 + 1)}}$$
$$Pt = P_{j_f} \left(\frac{t_c}{24} \right)^b$$

Tableaux19 : dimensionnement de réseau d'assainissement

Period de retour (An)	2	5	10	20	50	100
Fréquence de dépassement (%)	50	80	90	95	98	99
Variable Réduite de Gauss (μ)	0	0.84	1.28	1.64	2.05	2.32

3.8. Temps de concentration

3.8.1. La loi de KIRPICH

$$T_c = 0,945 \times \frac{L^{1,115}}{(H_{\max} - H_{\min})^{0,385}}$$

3.8.2. La loi de PASSINI

$$T_c = 0,108 \times \frac{\sqrt[3]{S \times L}}{\sqrt{I_p}}$$

3.8.3. La loi de GIANDOTTI

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{H}}$$

3.8.4. La loi de BOURIER

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{H}}$$

3.8.5. Déversoir d'orage

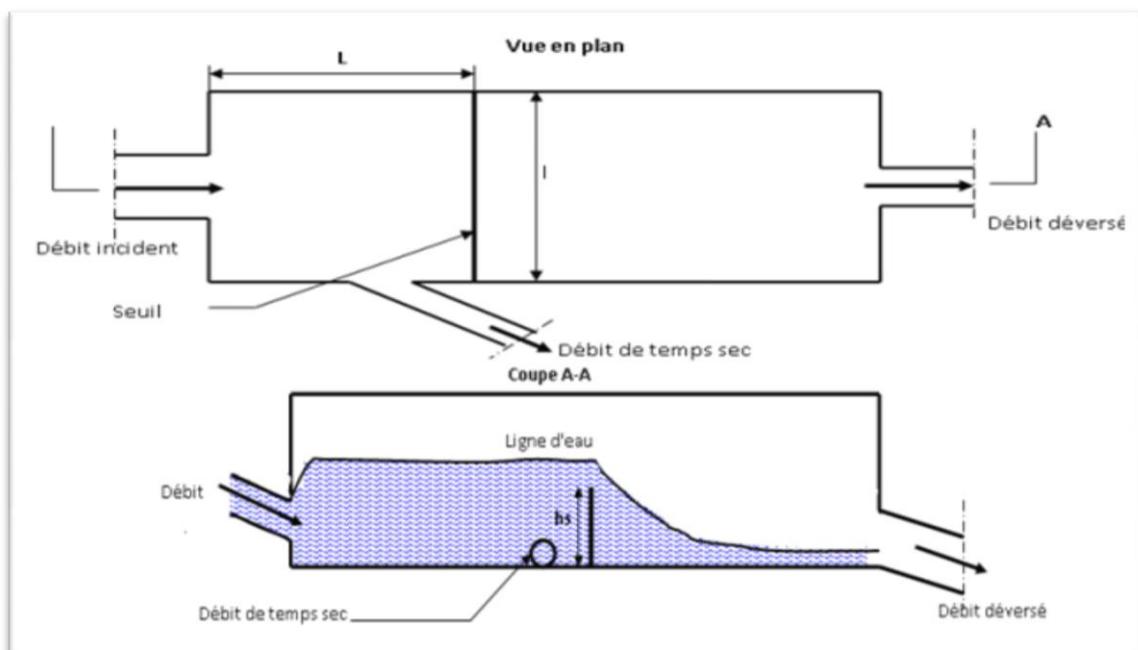


Figure 28 : déversoir d'orage

3.9. Dimensionnement du réseau d'assainissement

3.9.1. Calcul de base

$$Q = K \cdot Rh^{(2/3)} \cdot I^{(1/2)} \cdot S_m$$

- ❖ Ouvrage en fonte ; béton ; PVC ; PEHD : K= 70 à 80
- ❖ Ouvrage métalliques : K=40 à45
- ❖ Fossés : K=25 à30
- ❖

3.9.2. Condition auto-curage

3.9.2.1. Eau usée domestique

- ❖ A pleine ou à demi-section : $V \geq 0.70$ m/s ou à l'extrême rigueur 0.50m/s
- ❖ Pour une hauteur d'eau égale au 2/10 du Φ : $V \geq 0.30$ m/s
- ❖ La hauteur d'eau doit être égale aux 2/10 du Φ ; assuré par le débit moyen actuel

3.9.2.2. Eau usée pluviale

- ❖ Pour 1/10 du débit à pleine section : $V \geq 0.60$ m/s
- ❖ Pour 1/100 du débit à pleine section : $V \geq 0.30$ m/s

3.10. Fosse septique

3.10.1. Définition

La fosse septique est l'un des éléments constitutifs d'une installation d'assainissement non collectif.

Elle reçoit soit uniquement les eaux-vannes (sanitaires), soit l'ensemble des eaux vannes et ménagères (cuisine, lavage). On lui préfère alors l'appellation de fosse toutes eaux. Les eaux pluviales y sont proscrites dans les deux cas car elles subissent de trop grandes variations de débit qui provoquerait le dysfonctionnement de l'installation.

3.10.2. Fonctionnement

Cette fosse a pour objet de faire décanter les matières solides et les hydrolyser(liquéfier)par fermentation sous l'actiondes bactéries anaérobies naturellement présentes dans les effluents.

Ce travail demande plusieurs semaines à plusieurs mois de séjour pour les matières fécales et déchets de cuisine.

Dimensionnement réseau d'assainissement

La fosse n'assure qu'un prétraitement d'une dizaine de jours de rétention. La capacité de la cuve doit donc être calculée en conséquence.

Le volume utile des fosses toutes eaux doit être au moins égal à 3 m³. Les fosses septiques étant conçues initialement pour ne recevoir que les eaux vannes, elles doivent obligatoirement être munies d'un bac dégraisseur, s'il est prévu de les transformer en fosse toutes eaux puisqu'elles ne sont pas habilitées à prétraiter les eaux grasses. Ce bac doit être d'un volume minimal de 200 litres s'il reçoit seulement les eaux de cuisine et de 500 litres s'il reçoit les eaux de la cuisine accompagnées des eaux de salle de bain. Les fosses toutes eaux en revanche sont munies d'une paroi siphonide assurant la fonction de dégraissage.

Dans les cas où la fosse toutes eaux serait éloignée de l'habitation (plus de 10 mètres) il est alors recommandé d'installer tout de même un bac dégraisseur, juste après le regard de collecte des eaux usées. Cela permet de se prémunir contre tout risque de colmatage des canalisations par les graisses.

La fosse n'assure qu'une fonction de prétraitement ; seulement 30 % de la pollution carbonée est détruite. Le traitement proprement dit est le plus souvent assuré par le sol, au moyen de tranchées d'épandage. Cela suppose que les caractéristiques pédologiques des sols soient compatibles : suffisamment perméable mais pas trop pour éviter un transfert trop rapide vers la nappe phréatique.

Dans le cas contraire, on doit recourir à des massifs de sable (perméabilité insuffisante) ou des terres filtrants si la nappe affleure. Dans les cas difficiles, il faut mettre en place des installations plus sophistiquées (filtres bactériens par exemple) qui sont en fait de mini stations d'épuration.

3.11. L'assainissement au niveau du parc citadin

L'assainissement au niveau du parc citadin de Bouhraoua est assuré par un réseau séparatif des eaux pluviales et eaux de ruissèlement d'une part, et d'autre part, des eaux sanitaire des cafétérias et du bloc administratif, ainsi que les eaux des toilettes.

Dimensionnement réseau d'assainissement

Les eaux de ruissèlement des plans d'eau et des pluies sont évacuées vers la chaâbat aménagée sous forme de cours, dont les eaux qui s'écoule dans son aménagement sont également évacuées en partie par le biais d'un déversoir d'orages situé à l'aval du cours d'eau aménagé, directement vers le milieu naturel.

Quant-aux eaux sanitaires et de toilettes sont évacuées vers deux fosses septiques projetées au niveau du parc citadin, dont le curage doit se faire périodiquement.

Les plans des réseaux d'assainissement projetés sont donnés en annexes

Chapitre 04 :

Dimensionnement du réseau d'irrigation

4. Etude des réseaux d'irrigation

4.1. Introduction

Une fois les besoins en eau de la zone à irriguer déterminés, le problème est de répartir ces besoins sur les parcelles de façon que chacune d'elles reçoive la dose correcte au moment opportun.

C'est un problème délicat et complexe qui dépend des types de sols, des dimensions des parcelles et des cultures pratiquées.

Trois modes de répartition peuvent être employés :

- ❖ La distribution continue,
- ❖ La distribution par rotation,
- ❖ La distribution à la demande

4.2. Mode de distribution

4.2.1. Distribution continue

Le principe de cette méthode est de donner à chaque exploitation le débit qui lui est nécessaire, d'une façon continue pendant toute la période des arrosages.

4.2.2. Distribution par rotation

Dans cette méthode, l'eau est délivrée selon un calendrier précis et fixe. La parcelle reçoit le débit nécessaire sous forme d'un volume délivré pendant un intervalle de temps prédéterminé.

4.2.3. Distribution à la demande

C'est la méthode la plus rationnelle. Elle consiste à livrer l'eau à l'irriguant quand il la demande parce que les plantes en ont besoin à ce moment-là.

Il s'agit donc d'adopter pour l'irrigation les mêmes modalités de distribution que dans les services d'alimentation en eau potable.

4.2.4. Choix du mode de distributions

La distribution continue est une distribution non économique ; l'eau est distribuée continuellement sans tenir compte des périodes successives du développement végétal et sa répartition est mal assurée sur la zone à irriguer.

Dimensionnement réseau d'irrigation

La distribution par rotation présente l'inconvénient de ne pas tenir compte de la variation des besoins de la plante au cours de son cycle végétatif ce qui entraîne des rendements plus faibles.

La distribution à la demande offre l'avantage de fournir l'eau à la plante suivant ses besoins. Elle n'est pas contraignante pour les fellahs mais demande pour une meilleure efficacité une automatisation asservie à l'humidité du sol, aux besoins instantanés des plantes (irrigation programmée) et au temps d'arrosage (irriguer par exemple la nuit pour éviter des pertes importantes par évaporation).

Nous adopterons donc cette méthode pour notre projet

4.3. Mode d'irrigation

4.3.1. L'irrigation par aspersion

Dans ce système d'arrosage l'eau est répandue sous forme de pluie sur le sol ; le phénomène naturel est ainsi reproduit, et l'application de l'eau sur l'aire occupée par les cultures est uniforme.

Les organes essentiels de l'irrigation par aspersion sont des appareils dits « arroseurs » appelés aussi « asperseurs » dont nous distinguons plusieurs types (fig29) :

- ❖ Arroseurs mono-buse,
- ❖ Arroseurs à double buses et
- ❖ Arroseurs géant.

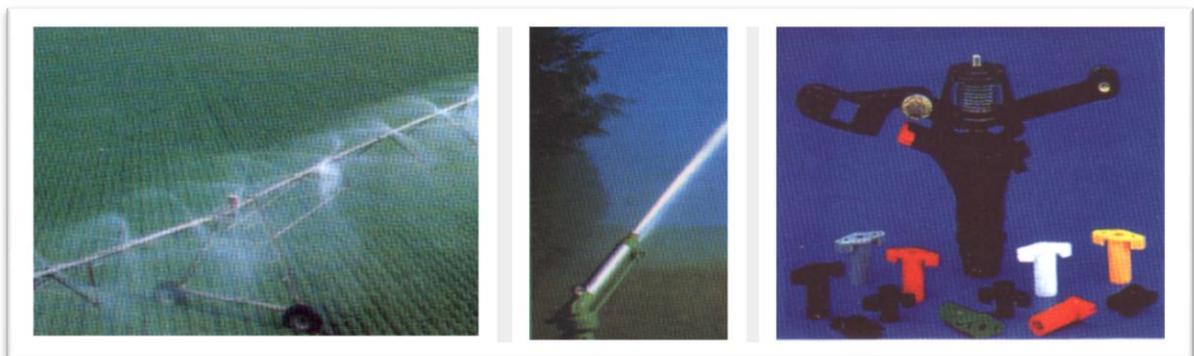


Figure 29 : Types d'asperseurs

Dimensionnement réseau d'irrigation

Le choix du type d'asperseur dépend de la nature du sol, du type de cultures et du mode d'installation qui peut être fixe ou mobile.

4.3.2. L'irrigation localisée ou micro-irrigation

Cette méthode d'irrigation sous pression est appelée ainsi du fait que l'eau est appliquée sous forme de gouttes à la partie du sol devant être alimentée seulement ; la plus grande partie du sol superficiel restant ainsi sec. L'eau est distribuée ponctuellement au niveau de la plante au moyen de distributeurs qui peuvent être des goutteurs, des mini-diffuseurs, des ajutages calibrés ou des gaines qui sont des tubes poreux (figure. 30)

Le système adapté à l'irrigation localisée dépend de :

- ❖ Type de sol
- ❖ La nature des cultures
- ❖ La qualité de l'eau et
- ❖ La configuration de la parcelle à irriguer.



Figure 30 : le type de distribution

Pour la protection et la durée de vie des équipements à la parcelle, l'irrigation localisée ou goutte à goutte demande l'utilisation d'une eau propre, nécessitant une filtration préalable. Nous assurons une pré filtration au niveau du barrage et une filtration par modules au niveau de la parcelle.

La filtration par modules au niveau des parcelles est assurée par un dispositif spécial dit « filtres » (figure 31)

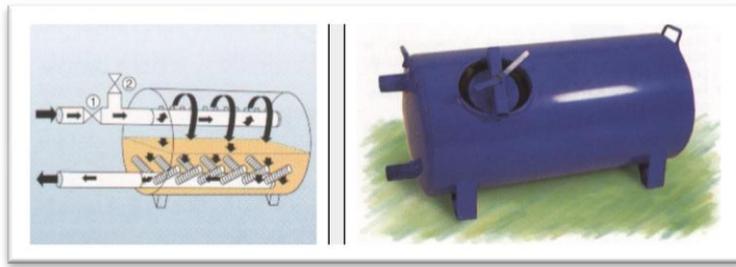


Figure 31 : Filtres

La fertigation (injection de fertilisants) peut être faite directement au niveau de l'installation après le filtre, elle est assurée par un petit organe dit « injecteur » dont il existe plusieurs types (figure 32)



Figure 32 : Injecteurs

4.3.3. Paramètres d'arrosage

Dans ce paragraphe, nous allons définir et estimer les différents paramètres qui nous serviront à dimensionner les réseaux de distribution et les équipements.

4.3.4. Dose maximale théorique

La dose maximale théorique est la quantité maximale d'eau que le sol est capable d'emmagasiner et qui est susceptible d'être utilisée par les plantes :

$$v = \sum_{i=1}^n \frac{H_{ri} - H_{fi}}{100} \cdot h_i$$

v : dose maximale théorique (mm).

h_i : profondeur des racines (mm).

H_r et H_f en % du volume.

Pour un hectare :

$$V = 10 \cdot v \text{ (en m}^3\text{/ha)}$$

Elle est égale au volume des eaux capillaires et dépend des caractéristiques des sols.

4.3.5. Dose pratique d'arrosage (D_p)

Elle est estimée généralement à 2/3 de V , soit :

$$D_p = \frac{2}{3} V \text{ (en m}^3\text{/ha)}$$

Ceci pour tenir compte des différentes pertes qui se produisent dans le sol.

4.3.5.1. Espacement d'arrosage (N_i)

Le nombre d'arrosage pendant le mois i est donné par la relation :

$$N_i = \frac{B_i}{D_p}$$

Comme N_i n'est généralement pas entier, on prendra comme nombre d'arrosages le nombre entier juste supérieur à N_i .

4.3.5.2. Dose réelle (D_r)

La dose réelle est la quantité d'eau qu'on répartira sur la parcelle pendant la durée d'arrosage :

$$D_r = \frac{B_i}{N_i} \text{ (en m}^3\text{/ha)}$$

4.3.5.3. Module (m)

Le module (m) est fonction de la perméabilité du sol (K). Il faut donner autant d'eau que le sol est capable d'en absorber par infiltration. Il conviendrait cependant de relier le module (m) à la vitesse de filtration (K) :

$$m = K.S \text{ (en m}^3\text{/s/ha)}$$

4.3.5.4. Le débit fictif continu

C'est la quantité d'eau distribuée en continu par hectare ; elle varie d'un mode d'irrigation à un autre. Elle est donnée par la relation suivante :

$$Q_{FC} = \frac{B_i}{E_r} \times C_a \text{ (en l/s/ha)}$$

Avec :

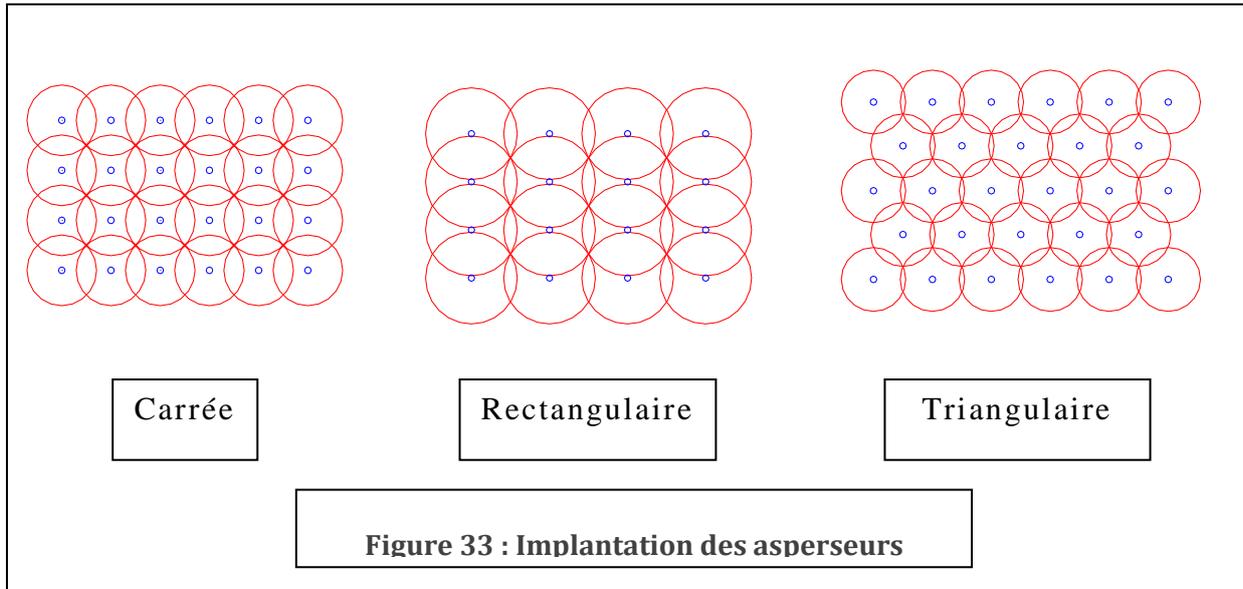
- ❖ E_r l'efficience de répartition, il correspond au rendement de chaque système d'irrigation et il doit être inférieur à 1.
- ❖ C_a coefficient d'application au champ, qui est le rapport de tous les volumes mouillés entourant les champs des racines de toutes les plantes par le volume de toute la zone irriguée qui est égale à la surface de la zone en question par la profondeur des racines des plantes de cette même zone. Ce coefficient doit être inférieur ou égal à 1.

4.4. Méthode d'irrigation

4.4.1. Irrigation par aspersion

En irrigation par aspersion, l'application de l'eau sur l'aire occupée par les cultures est uniforme, entraînant une efficience d'irrigation de l'ordre de 70%.

L'implantation des asperseurs suit une configuration géométrique rectangulaire, carrée ou triangulaire (fig34) de façon que toutes les parties de la parcelle soient irriguées ce qui entraînerait un coefficient d'application au champ (C_a) égal à 1.



La disposition triangulaire offre un nombre réduit d'asperseurs et une meilleure répartition de la pluviométrie avec un recouvrement minimum, c'est cette disposition que nous recommandons.

$$N_0 = \frac{S}{\sigma} \times (1 - \% \text{ de recouvrement})$$

Le nombre d'appareils (N_0) dans l'hectare est donnée par :

- ❖ N_0 nombre d'asperseurs utilisés dans un hectare,
- ❖ S la surface d'un hectare,
- ❖ σ la surface irriguée par l'asperseur,

Le nombre d'asperseurs final (N) par hectare correspond au nombre d'asperseurs utilisés dans un hectare (N_0) par l'espacement d'arrosage (N_i) :

$$N = \frac{N_0}{N_i}$$

Pour notre projet, nous adopterons l'aspersion pour la pomme de terre et les cultures fourragères pour lesquelles la goutte à goutte est inadaptée.

4.4.2. Irrigation goutte a goutte

Les distributeurs fournissent à la plante juste la quantité d'eau nécessaire à son développement et pendant toute la période végétale en maintenant l'humidité nécessaire au développement des cultures. L'efficacité d'irrigation sera donc élevée, et sera prise égale à 80%.

L'eau sortant d'un ou de plusieurs distributeurs crée dans le sol une zone humide dite « bulbe » dans lequel l'eau se transmet par capillarité en un écoulement non saturé vers la périphérie du bulbe. La forme du bulbe dépend du type du sol, du débit et de la durée totale de l'arrosage et est proche d'un demi-ellipsoïde géométrique (figure 34).

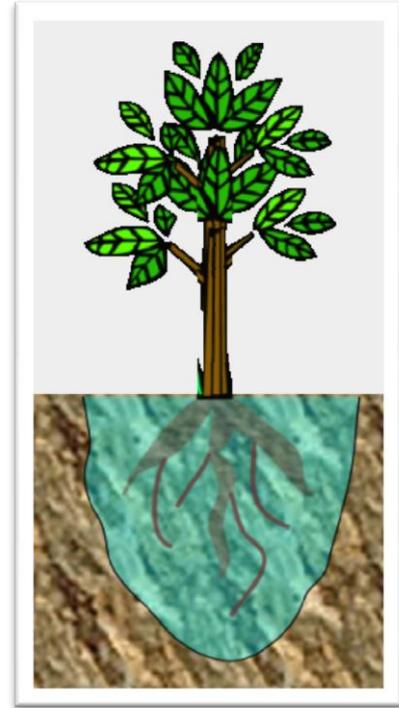


Figure 34 : Forme de bulbe

Pour plus de sécurité nous considérons des bulbes cylindriques dont le volume est donné par :

$$V_{\text{bulbe}} = \pi r^2 h \text{ (En m}^3\text{)}$$

Le coefficient d'application au champ (Ca) est déterminé par le rapport des volumes mouillés de tous les bulbes par le volume égal au produit de la surface de la parcelle par la profondeur des racines :

$$Ca = \frac{N \times V_{\text{bulbe}}}{S \times h}$$

- ❖ N le nombre des bulbes,
- ❖ V_{bulbe} le volume de bulbe,
- ❖ S la superficie à irriguer.

Le nombre de distributeurs dépend du type de cultures implantées et de leurs besoins en eau. Il varie d'un à plusieurs distributeurs par arbre pour l'arboriculture et à un distributeur par plante pour les cultures maraîchères.

L'écartement entre les distributeurs est fonction de la distance entre les plans.

Dans notre cas nous utilisons l'irrigation goutte à goutte pour l'arboriculture et le maraîchage et nous procédons aux calculs de E_a pour l'arboriculture représenté par les agrumes et le maraîchage représenté par la tomate.

4.4.2.1. Pour l'arboriculture

L'écartement entre arbre est de 5m, le nombre d'arbres par hectare sera de 400 arbres ; sachant que la profondeur des racines des agrumes est de 1.00 m, le coefficient d'application au champ est de 78.53% ; nous adoptons :

$$E_a = 80\%.$$

4.4.2.2. Pour les maraichères

L'écartement entre les plants de tomate qui représente le maraîchage est de 0.7m entre les pieds et de 1m entre les lignes, le nombre de tomates par hectare sera ainsi de 14250 plants ; sachant que la profondeur des racines est de 0.30 m, le coefficient d'application au champ est de 54.84% ; nous adoptons :

$$E_a = 60\%.$$

Nous donnerons plus bas les calculs du débit fictif continu (QFC) dans les tableaux 4.9, 4.10, 4.11 et 4.12.

4.5. Durée d'arrosage (t)

C'est le temps nécessaire pour déverser sur le sol la dose réelle d'arrosage.

4.5.1. Irrigation par aspersion

La durée d'arrosage (T') en aspersion dépend de la densité d'aspersion ; cette dernière est une caractéristique technique qui dépend de l'asperseur au même titre que la pression de service. Elle est fixée indépendamment de la caractéristique du sol, et n'est pas nécessairement égale à la vitesse de

filtration K ($\delta \leq K$). La surface de l'unité parcellaire d'arrosage (s) est déterminée par le rapport du module m par la densité d'aspersion (δ en mm) et la durée (T') est définie par le rapport de la dose réelle par la densité d'aspersion :

$$T' = \frac{Dr}{\delta} \text{ (En heures)}$$

4.5.2. Irrigation par aspersion

La durée d'arrosage à la goutte à goutte est plus importante que les autres types d'arrosage. Elle varie selon le débit du distributeur utilisé et la nature de la culture :

$$T'' = \frac{B_i}{q_g \times N_p} \times Ca \text{ (En heures)}$$

4.6. L'irrigation au niveau du parc citadin

Au niveau du parc citadin différents types d'espaces verts sont projetés, en l'occurrence, le gazon, les palmiers, les cyprès, les haies, les plantes botaniques ...etc.

Toutes ces plantes sont irriguées, soit par aspersion comme le gazon, le goutte à goutte pour les arbres (palmiers, cyprès, haies ...), et par des gaines d'irrigation comme certaines plantes botaniques.

L'ensemble des plans d'irrigation sont donnés en annexes

Chapitre05 : loisirsd'eau

5. Etude de loisir d'eau

5.1. Plan d'eau

5.1.1. Définition de plan d'eau

Les plans d'eau désignent une étendue d'eau douce continentale de surface, libre stagnante, d'origine naturelle ou anthropique, de profondeur variable. Ils peuvent posséder des caractéristiques de stratification thermique.

Le terme plan d'eau recouvre un certain nombre de situations communément appelées lacs, retenues, étangs, gravières, carrières ou marais.

Autre définition ; les plans d'eau sont des étendues d'eau stagnantes qui répondent à diverses dénominations selon leur destination, leurs usages ou leurs caractéristiques physiques : étang, lac, pisciculture, gravière, etc.



Figure35: plan d'eau dans parc citadin

5.1.2. Les différences entre les plans d'eau

Les sensations de navigation sur un plan d'eau conduisent à parler de dureté de l'eau, de glisse, de turbulence et aussi de température et de qualité de l'eau... Ces sensations trouvent leur explication dans des caractéristiques physiques que sont la profondeur, la pente de la berge, le renouvellement de l'eau, la densité et la nature du fond.

Tous ces éléments sont reliés à la genèse du plan d'eau.

5.1.2.1. La profondeur

La profondeur est un paramètre lié à la vitesse de déplacement de l'embarcation. C'est également un paramètre de description du biotope. La profondeur et la température sont liées. Plan d'eau peu profond :

Il se réchauffe en été car la surface de l'eau exposée au réchauffement solaire est importante par rapport au volume d'eau total.

- La température ne s'y stratifie pas.
- La lumière atteint le fond.

5.1.2.2. La pente et la nature de la berge

Cependant, la pente n'est pas homogène. Les queues de lacs et les fonds ont souvent des berges peu pentues tandis que les pieds de digues peuvent être pentus.

5.1.3. La superficie de plan d'eau

Après le calcul de la surface de plan d'eau sur l'auto cade

Tableau 20: la surface de plan d'eau

Plan d'eau	Superficie (m ²)	Profondeur (m)
1	5800	0.60
2	2700	0.60
3	200	0.60
4	115	0.60

5.2. Jet d'eau

5.2.1. Définition de jet d'eau

Un jet d'eau est de l'eau sous pression, propulsée à l'air libre. Le caractère esthétique du phénomène est exploité dans les fontaines, en agriculture, pour l'arrosage automatique, en protection civile dans les canons à eau ou les lances d'incendie. Les propriétés du jet d'eau sont aussi exploitées dans différents processus industriels comme le découpage jet d'eau. Dans l'hydrojet, le jet d'eau sert de propulsion maritime à réaction: l'eau est pompée sous le bateau puis expulsée à haute vitesse derrière celui-ci. Dans une douche, le jet d'eau quelquefois multiple a vertu relaxante. (1).

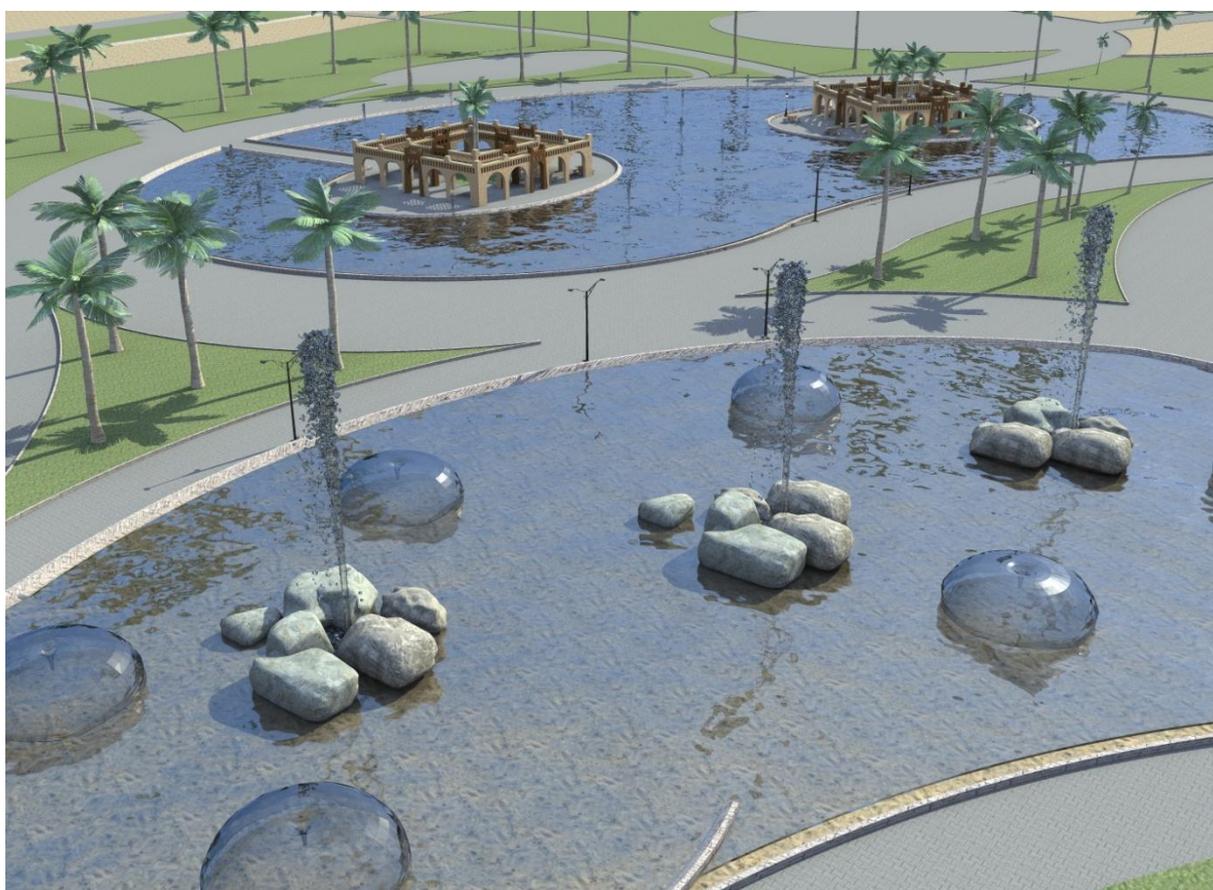


Figure 36 : jet d'eau au niveau du parc citadin

5.2.2. Type de jets d'eau

Plusieurs types de jets ont été utilisés: ronds, plats, rotatifs et orbitaux:

5.2.2.1. Jets ronds

Également appelée jets crayons, ils produisent des jets de forme droite, fabricant indique un coefficient d'efficacité de buse 95% de l'énergie à l'entrée de la buse est restituée à la sortie.

Les diamètres utilisés pour les essais vont de 1mm à 3mm par pas de 0,1mm.

5.2.2.2. Jets orbitaux

Il s'agit d'un jet droit tournant autour d'un axe formé par la lance.

Le diamètre de la buse est de 1,25mm .sa pression maximal admissible est 1,500 bars.

5.2.2.3. Jets plats

Ils peuvent avoir plusieurs angles d'ouverture. Pour l'étude 2 angles d'ouverture ont été choisis : 30° et 15°. L'efficacité de ces buses est de 67%.

5.2.2.4. Jets rotatifs

La tête à 2 buses correspond 2 buses jets ronds inclinées à 20° produisant la rotation de la tête .les buses sont les même que celles utilisées pour les essais jet rond seul dont l'efficacité est de 95%.

Les buses utilisées avaient un diamètre de 0,9mm ' 1,1mm et 1,2mm

La tête à 3 buses correspond 3 buses ; les buses sont différents de utilisées pour la tête rotatives à 2 buses .leur efficacité est de 70%.

Les diamètres des buses utilisées pour les essais étaient 0,4mm et 0,45mm.

5.2.3. Equipment et méthode d'essai

Le jet d'eau haute pression exploite la transformation de l'énergie potentielle de l'eau (pression) en énergie cinétique, par laminage au travers d'un trou calibré (buse), avant projection sur la pièce à traiter. La variété des

applications : découpe par jet d'eau pure, par jet chargé d'abrasif, décapage et hydro démolition ont permis de créer une gamme importante et variée de générateurs H.P.

Leurs caractéristiques de débit et pression sont, en effet, adaptées à l'application visée. Deux types de technologie sont disponibles dans ce domaine:

Pompes à pistons : elles permettent des débits d'eau enlevés, de plusieurs dizaines de litres par minute, mais sont limitées à 2800 bars. Ce sont des pompes utilisant le principe d'un système bielle-manivelle. Le ou les pistons sont ainsi animés d'un mouvement de translation alternatif dans un cylindre, le premier demi cycle permettant le remplissage du cylindre et le second la compression de l'eau, cette alternance étant assurée par le biais d'un jeu de clapets anti-retour.

Pompes intensifiées : elles seules permettent d'atteindre 4000 bars mais elles ne délivrent que 2 à 10 litres par minute.

C'est ce dernier type d'équipement qui est utilisé en découpe par jet d'eau, que ce soit en eau pure ou en eau chargée.

L'eau, à la pression du réseau, est envoyée dans un amplificateur de pression constitué d'un piston alternatif à deux sections dont le rapport des surfaces est de l'ordre de 20.

Une centrale oléo-hydraulique agit sur la plus grande section du piston qui, en se déplaçant, comprime l'eau au niveau de la plus petite section.

5.3. Cours d'eau

Qu'est-ce qu'un cours d'eau ?

L'appellation « cours d'eau » à un sens juridique, contrairement à d'autres termes comme la rivière, le fleuve, le ruisseau, le torrent, la ravine, le thalweg ou le fossé. Ces derniers, bien que fréquemment reportés sur les cadastres, ne préjugent en rien de la classification du milieu naturel en tant que « cours d'eau ».

De plus, il n'existe pas de texte réglementaire définissant de manière claire et précise les caractéristiques d'un « cours d'eau » en tant que tel. De ce fait, seul le service de police de l'eau situé à la Direction Départementale

de l'Agriculture et de la Forêt est habilité à indiquer, pour chaque cas particulier, si celui-ci est considéré comme un cours d'eau ou pas.

5.3.1. Importance des cours d'eau

Outre l'importance socio-économique et culturelle associée à la pêche sportive, les cours d'eau ont une grande valeur d'un point de vue écologique. Ils contribuent grandement à la production forestière et recueillent l'eau des précipitations. Les cours d'eau constituent l'habitat de la faune aquatique et sont tout aussi essentiels pour la faune terrestre et ailée qui s'y abreuvent et en dépendent (castor, rat musqué, loutre, vison, etc.). Une attitude responsable et respectueuse de l'environnement suggère de ne pas détourner, creuser, empiéter, abaisser ou rehausser un lac ou un cours d'eau. On doit éviter également de laver la machinerie, de déverser de l'huile, de la terre, des déchets de coupe, des produits chimiques dans un lac ou un cours d'eau ou encore d'utiliser un cours d'eau comme voie d'accès (éviter les passages à gué) et d'y laisser des arbres ou des branches.

5.3.2. Les types de cour d'eau

5.3.2.1. Cours d'eau intermittent

Cours d'eau dont le lit est complètement à sec pendant certaines périodes.

5.3.2.2. Cours d'eau permanent

Cours d'eau qui coule en tout temps.

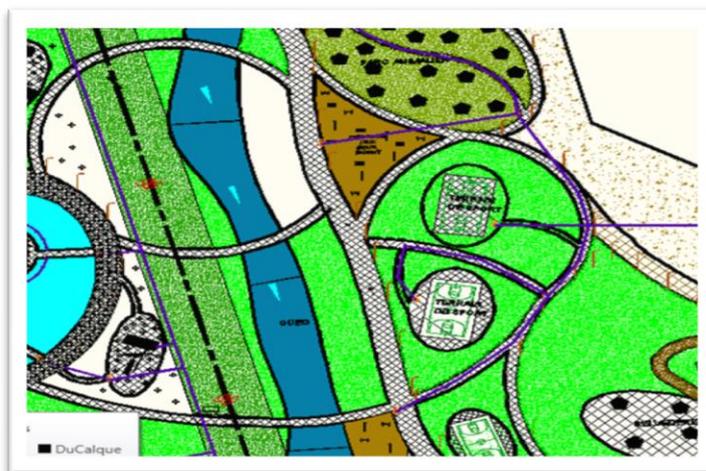


Figure 37 : cours d'eau du parc citadin

5.3.3. Les usages du cours d'eau et de ses aménagements

Les aménagements réalisés sur les cours d'eau l'ont souvent été pour un usage précis (moulins, ponts routiers, buses pour passages d'engins agricoles...). Le rétablissement de la continuité par l'aménagement ou la gestion de l'ouvrage doit tenir compte de ces usages ou de ces fonctions.

Le cours d'eau peut aussi avoir des usages de loisir, dont il doit être pris en compte dans tout aménagement ou gestion d'obstacle visant à améliorer la continuité.

L'intérêt historique ou patrimonial d'un ouvrage doit aussi être évalué avant toute intervention sur celui-ci afin de prendre en compte l'enjeu patrimonial.

5.4. Loisirs d'eau sur le parc citadin

Au niveau du parc citadin nous avons projeté quatre (04) plans d'eau importants sur lesquels plusieurs types de jets sont appliqués.

En plus des plans d'eau avec jets, la chaaba sèche est aménagée de façon à créer un cours d'eau avec écoulement permanent avec des cascades à l'aide du pompage. Le cours d'eau est traversé par des passerelles à des différents endroits.

En annexes nous présentons les plans du cours d'eau aménagé, ainsi que les plans d'eau avec les jets.

Conclusion générale

Conclusion générale

CONCLUSION GENERALE

Malgré que la zone de Ghardaïa soit à caractère touristique, elle ne possède pas assez de lieux de confort, de loisir et de détente pour sa population.

Dans ce travail nous avons projeté un parc citadin dans la région de Bouhraoua au Nord de la ville de Ghardaia. Nous avons, par la suite, procédé au dimensionnement et la projection des différents réseaux et ouvrages hydrauliques de telle façon d'offrir le plus de détente et de plaisir aux visiteurs du parc citadin.

Ainsi, le parc est déparagé en deux par une chaabat sèche aménagée sous forme d'un cours d'eau à écoulement permanent par le biais d'un système de pompages des eaux avec cascades et traversée par des passerelles à des différents endroits.

De part et d'autre du plan d'eau, des espaces verts sont implantés avec différents types de cultures, à savoirs des palmiers, des cypréses, des haies, du gazon, des plantes botaniques, et y sont irriguées par différents systèmes d'arrosages, en l'occurrence, l'aspersion, le goutte à goutte et les gaines d'irrigation.

En plus, des aires vertes, des plans d'eau important sont calés à des différents niveaux du parc, sur lesquels est associé différents types de jets d'eau, entourant parfois des espaces d'assise et des cafétérias nageants.

Pour la consommation en eau, des bornes fontaines sont placées à des différentes places du parc citadin, et y sont réalisé d'une architecture typique au cachet du Ghardaia, surtout aux endroits où les aires de jeux et au croisement des chemins pédestres situé dans le site.

L'ensemble de ses réseaux hydrauliques sont alimentés par un forage projeté sur le site, alimentant par pompage deux réservoirs enterrés de stockage et de régulation de la pression.

L'évacuation des eaux sanitaire et de ruissellement se fait respectivement par le biais de réseaux séparatifs, vers deux fosses septiques et vers le milieu naturel.

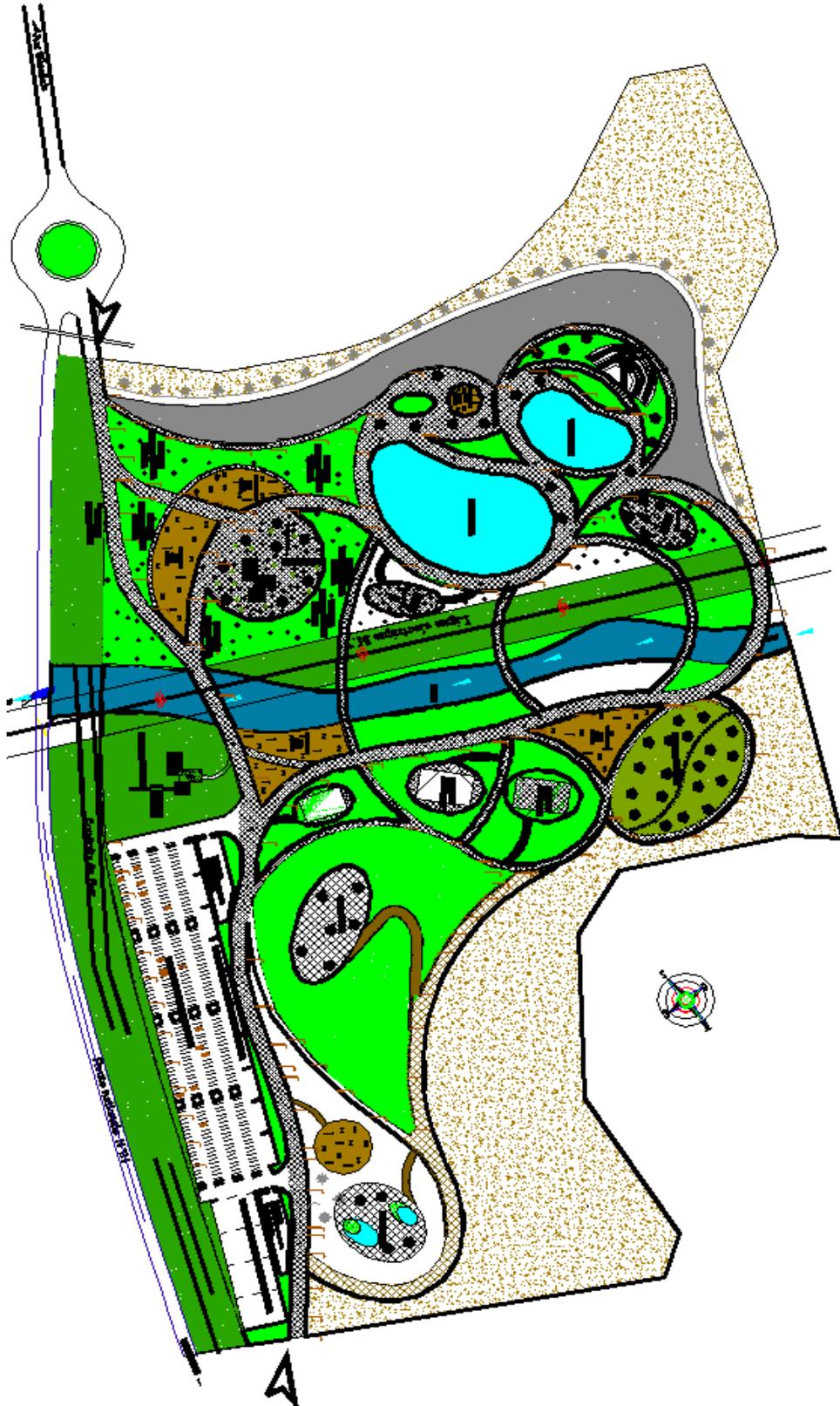
Conclusion générale

L'ensemble du plan d'aménagement avec les différentes projections sur le parc citadins, sont décrite en annexe

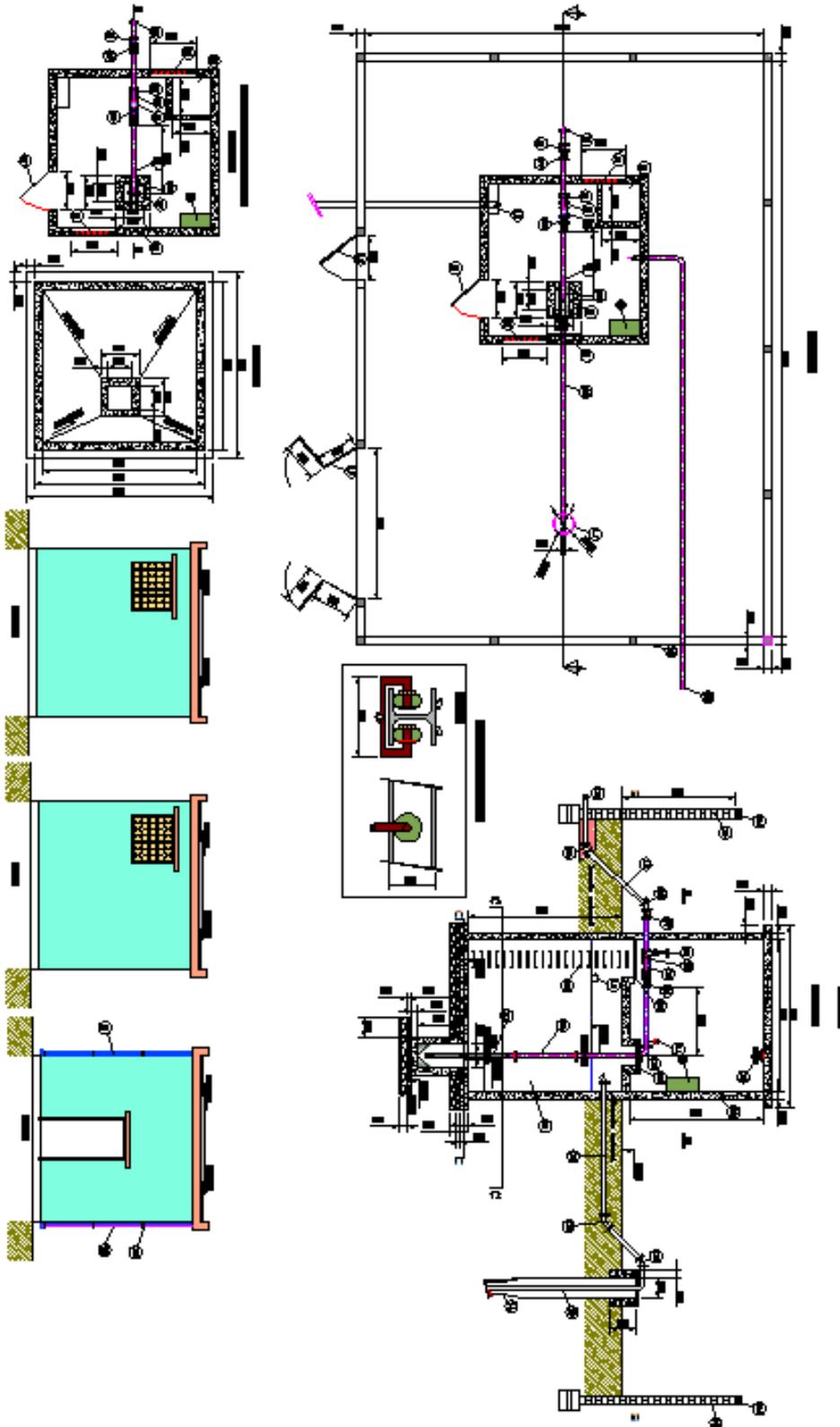
Finalement, nous souhaitons que notre étude constitue une référence pour l'aménagement des sites citadins, notamment en matière de reflexe hydraulique.

Annexes

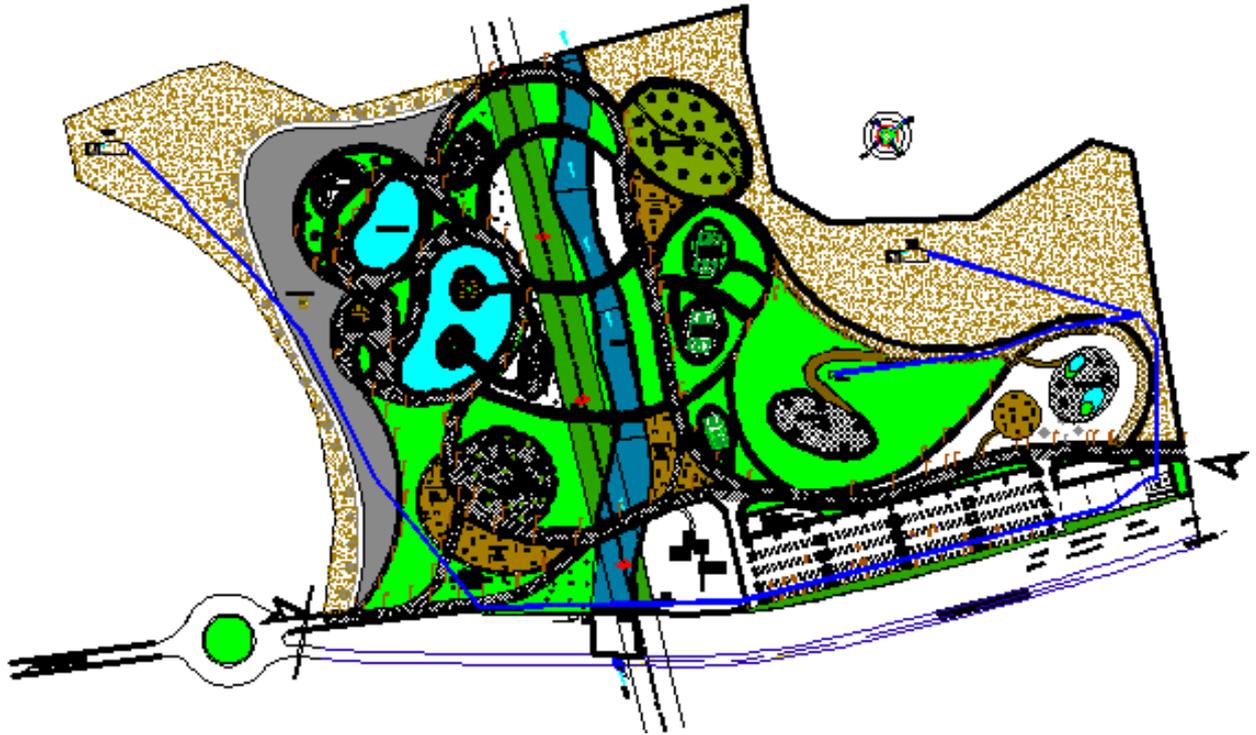
PLAN DU PARC CITADIN



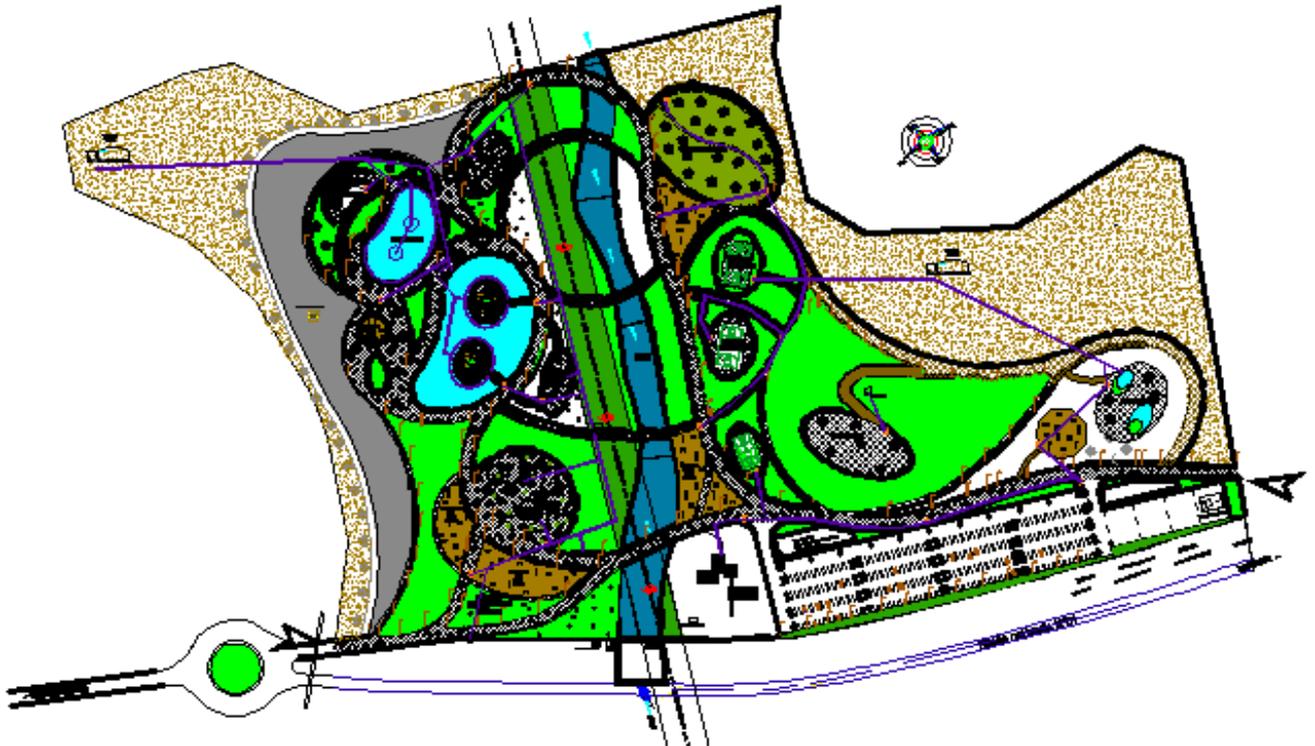
PLAN DU COFFERAGE DU FORAGE



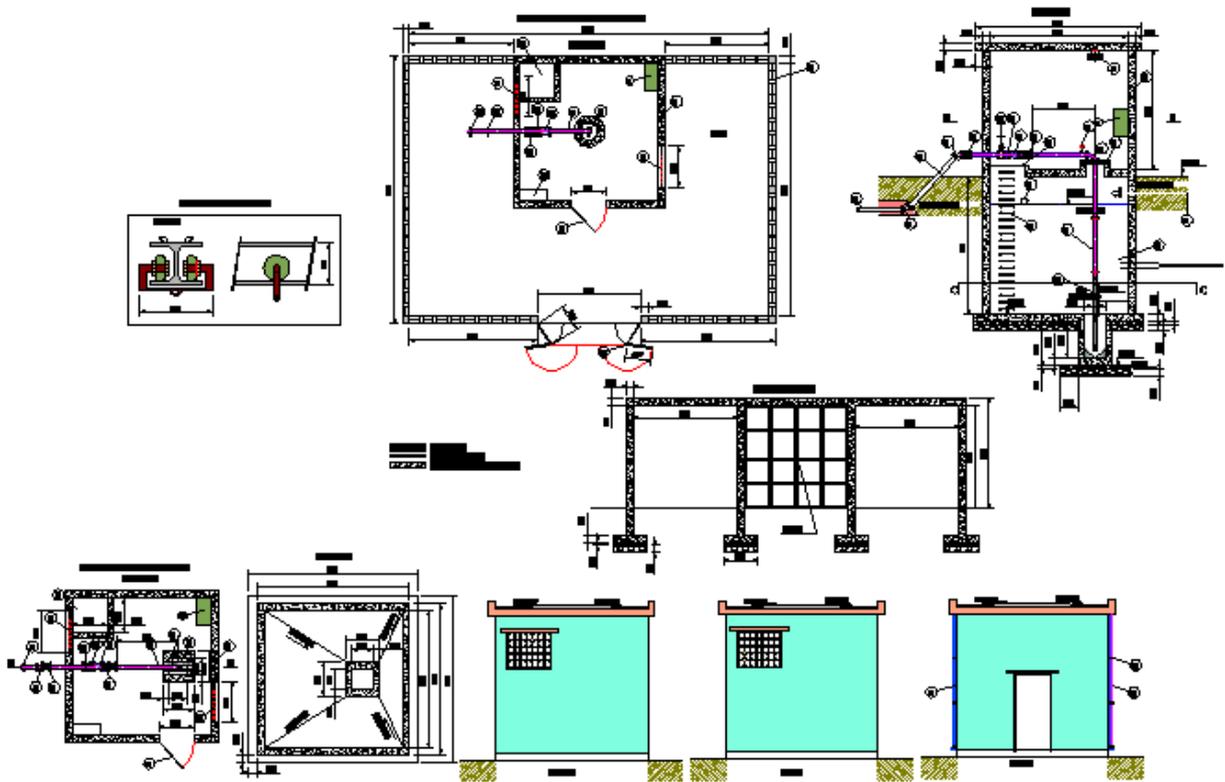
PLAN DU REFOULEMENT



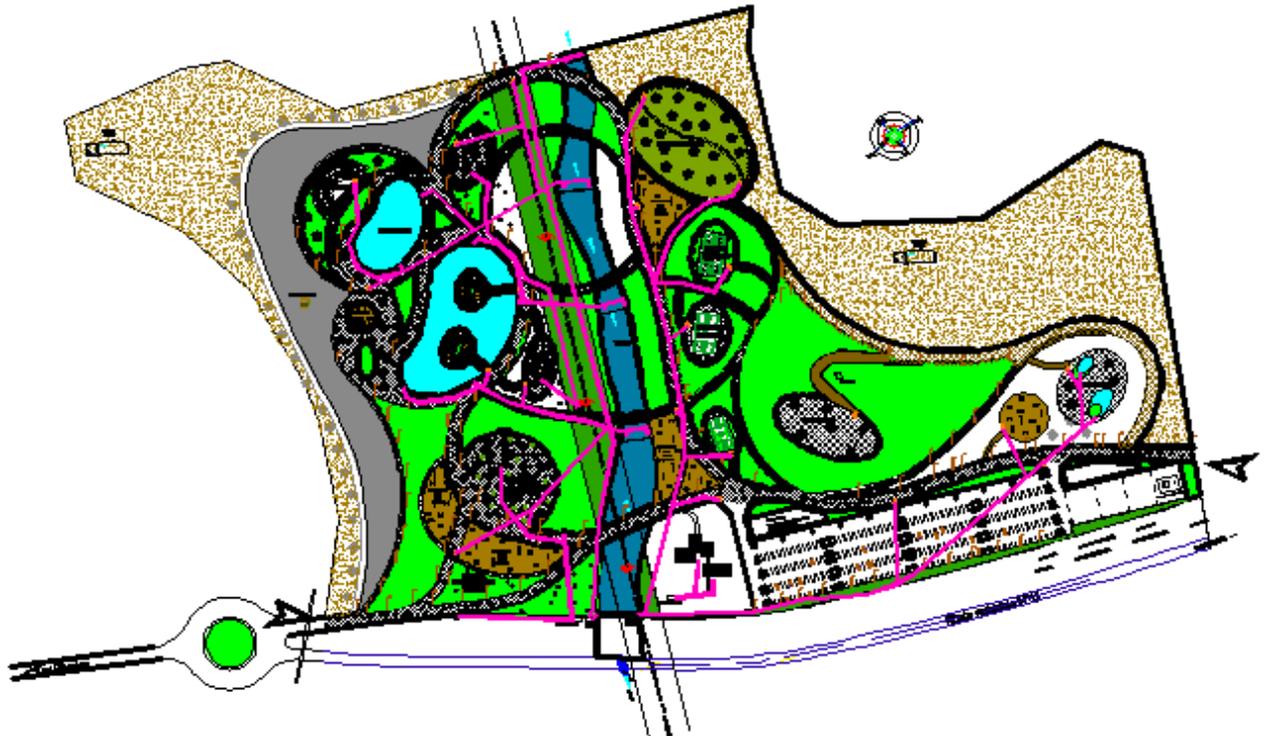
PLAN DE DISTRIBUTION



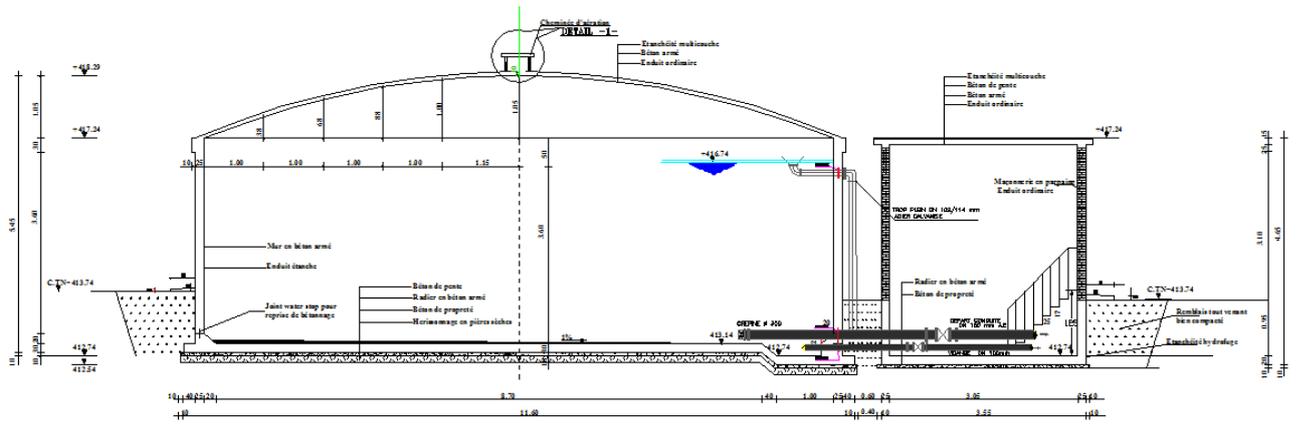
PLAN DE STATION DE POMPAGE



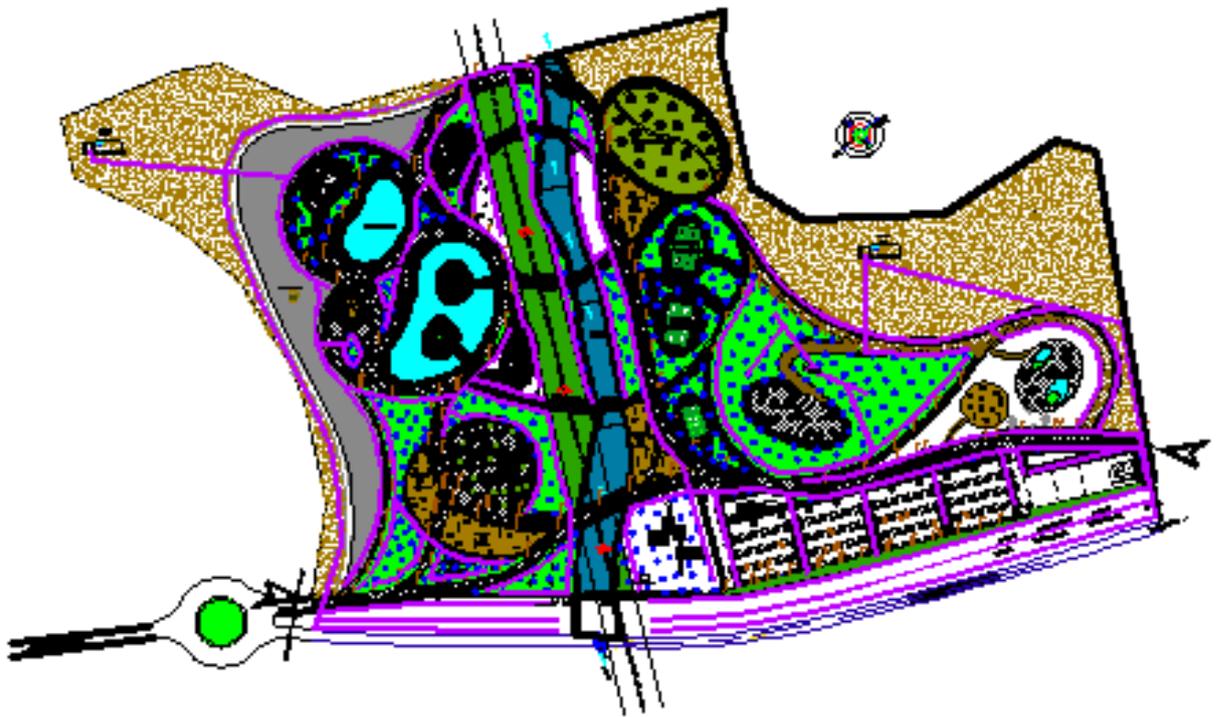
PLAN D'ASSAINISSEMENT



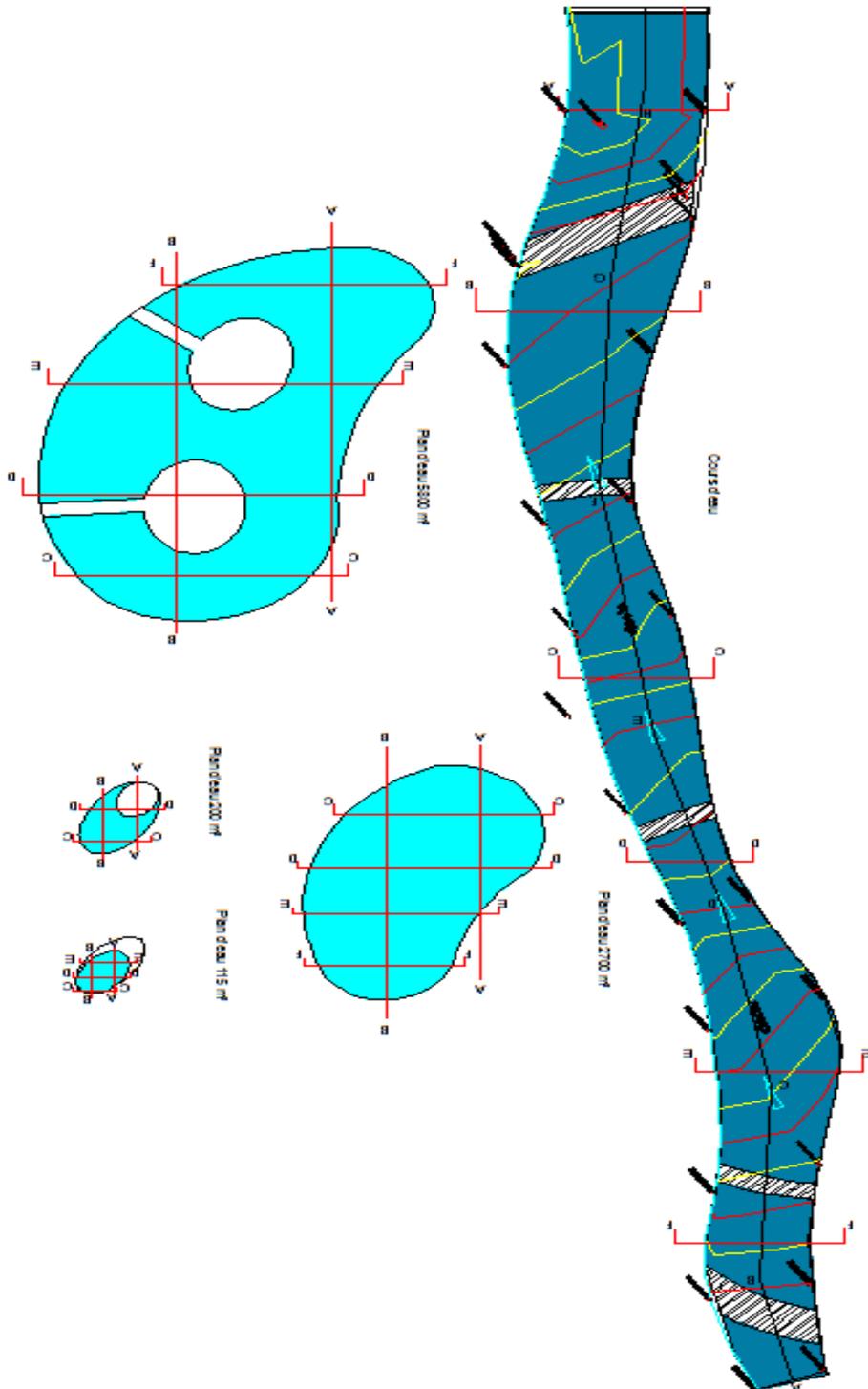
PLAN RESERVOIRE



PLAN RESEAU D'IRRIGATION



PLAN PLANS ET COURS D'EAU



DIFFERENTES VUES D'AMENAGEMENT







Bibliographie

REFERENCE BIBLIOGRAPHIE

1-ANRH. Agence national de ressource hydrique. (2009).

2-KHALIFA ALI. Étude du système ancestral de captage et de distributions des eaux des l'oasis de Ghardaïa. (Université d'Ouargla 2008)

3-BEN ADDA LOTFI, cours l'eau de consommation (université de Ghardaïa 2012-2013)

4- BEN KADI MERIEM Contribution à étude hydrologique et hydrographique de la valle de N'SA. (Mémoire 2012-2013)

5- LADJ KHALED, cours de station de pompage et la pompe (université de Média 2010)

6-FAYÇAL GUEMAR ; Etude systèmes traditionnel de captage es eaux et de régations dans loisir de la ville de m'Zab (Université d'Ouargla2007/208)

7-BEN ADDA LOTFI ; cours alimentation de l'eau potable (université de Ghardaïa)

8-Ben Adda Lotfi ; cours de 1^{er} master modalisation du réseau d'assainissement (Université de Ghardaïa 2013-2014)

9- ANRH, étude impact Ghardaïa

10-ZAKARIA Mohamed; étude station d'épuration de noumurate par lagunage Naturel (université de Ghardaïa2012-2013)

11-MOUNIR BOUSIM ; cours ESIER. Alimentation l'eau potable (2004)

