

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**



**UNIVERSITE DE GHARDAIA
FACULTE DE SCIENCE ET TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DE SCIENCE ET TECHNOLOGIE**

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

LICENCE

Domaine : Science et Technologie

Filière : Hydraulique

Spécialité : Science de L'eau et de L'environnement

THEME:

***Diagnostic et gestion de réseau d'alimentation en eau
potable de la ville de zelfana
(Wilaya de Ghardaïa)***

PAR :

M^{elle}: Sebti khadidja

ENCADREUR

M^r: OULED BELKEIR CHIKHE Maitre assistance a univ Ghardaïa

Année universitaire:2012/2013

Dédicace

Avec l'aide de Dieu, j'ai pu réaliser ce modeste

travail que je dédie À:

Mes parents que Dieu les protège. Ils m'ont toujours

poussée à aller plus loin ; je leur

Suis très reconnaissante.

Mes chères sœurs et Mes chers frères.

Tout Les famille de Sebtí, Amieur,

Mes chers amis (es).

A tous ceux qui ont cru en moi

Remerciement

Je tiens tout d'abord et toujours à remercier mon DIEU qui m'a donné la santé. La volonté. Et la force d'atteindre mon but.

Mes chers parents qui m'ont toujours soutenue pendant le plus mauvais temps au cours de la préparation du mémoire et tout le temps...merci d'avoir fait de moi ce que je suis.

*Je remercie mon encadreur : Mr : OUELED BELKHEIR
CHIKHE d'avoir accepté de diriger ce travail, Pour ses conseils et ses consultations qui m'ont tout aidé a la réalisation de mon projet.*

Je remercie Co-encadreur monsieur BENADDA Lotfi pour son soutien et ses conseils ; grâce à qui nos efforts ont pu aboutir.

Aussi je tien beaucoup et avec un plaisir particulier à remercier Monsieur mechrrie, daheur, pour ses conseils ses encouragements, son aide pour réalisé ce travail

Par la même occasion je remercie tous mes Enseignants du département Hydraulique.

Un grand merci aux :

- *Ingénieurs subdivision d'hydraulique de zelfana:
Mr : oulhadj A, Ben Etala A.
➤ Algérie des eaux de zelfana.*
- *La subdivision d'habitat de la commune de Zelfana :
Surtout : Fenich J.*
- *La direction des ressources en eau de la wilaya de
Ghardaia : Achour, Bouabdelli.
Merci pour votre disponibilité.*

Un grand merci à toutes les personnes qui m'ont soutenu de près ou de loin au cours de la réalisation de ce modeste travail.

Merci à toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail, que ce soit par son amitié, ses conseils ou son soutien moral.

Khadija Sebtí

résumé

ملخص

عرف نظام التزويد بالمياه الصالحة للشرب لمدينة زلفانة تدهور كبير منذ سنوات والأمر يعود أساسا إلى قدم شبكة التوزيع من جهة وإلى سوء تسيير الموارد المائية من جهة أخرى.

هذه الدراسة تهدف إلى تشخيص نظام التزويد بالمياه الصالحة للشرب لمدينة زلفانة تحديدا بوسط المدينة وذلك بحصر النقائص الموجودة في الآبار الارتوازية والخزانات وكذلك الاعطاب التي تطرأ على شبكة التوزيع وأيضا مراجعة سعة الشبكة الحالية لإيصال التدفقات التي نحتاجها لأفاق الدراسة 2040.

هذه المراجعة سمحت لنا بلعتماد بعض التعديلات والنصائح لتحسين نظام التزويد بالمياه الصالحة للشرب للمدينة من بينها وضع الملحقات (الصمامات) وإضافة خزان مائي وتغيير اقطار و نوعية بعض الأنابيب.

الكلمات المفتاحية: نظام التزويد بالمياه- زلفانة- شبكة- تشخيص- تسيير-خزان.

Résumé

Le système d'alimentation en eau potable de la ville de Zelfana connu une grand défaillance pendant des années .le problème se réfère principalement du part à la vétusté du réseau de distribution et d'autre part à la mauvaise gestion des ressources en eau.

Cette étude consiste à établir un diagnostique du système d'alimentation en eau potable de la ville Zelfana, on déterminant les défaillances des forages (points de captage), les ouvrages de stockage (châteaux d'eau) et la vérification de la capacité du réseau existant qui va supporter les débits nécessaires à l'horizon d'étude (2040).

Cette vérification permet de donner un certains nombres de modifications et recommandations pour améliorer la distribution en eau potable de la ville telle que : l'ajout d'un réservoir en plus,le changement de certaines conduites en terme diamètre et matériaux ...etc.

Nous citons à la finles notions de gestion, d'exploitation et les opérations de contrôle et d'entretien nécessaires pour les ouvrages hydrauliques.

Les mots clés :système d'alimentation-réseau-diagnostic-réservoir-gestion.

résumé

Summary

The feeding system out of drinking water of the town of Zelfana, knew large a failure during years, and the problem refers mainly of the share to the out datedness of the distribution Network and in addition to the bad stock management out of water.

Me study consist in establishing a diagnostics of the feeding system out of drinking water of the town of zelfana. The détermination of the failures of drillings (points of collecting), system of repression (stations of pumping and conduits repression) as well as the Works of storage (towers) and the checking of the capacity of the network existing to convey the flows necessary to the horizon of study (2040).

This checking will able we to give certain numbers of modifications and recommendations to improve the drinking water supply of the city such as: Project one tower, change of certain conduits.

TABLE DE MATIERE

INTRODUCTION.....	01
-------------------	----

PARTIE I :PARTI BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 01: GENERALITE SUR L'EAU POTABLE

I.1. Introduction.....	4
I.2. Qualité de l'eau de consommation.....	4
I.2.1. potabilites des eaux.....	4
I.2.2. les limites de qualité.....	4
I.2.2.1. les parametres microbiologiques.....	5
I.2.2.2. les paramètres physico-chimique.....	5
I.3. la pollution des eaux.....	6
I.3.1. Définition.....	6
I.3.2. Les Conséquences De Pollution D'eau.....	7

CHAPITRE 02:CONCEPTION GENERALE SUR LE RESEAU D'AEP

II.1. Généralité.....	8
II.2. Captage et ressources hydrique.....	9
II.2.1. Les eaux de surface.....	9
II.2.1. Les eaux sous-terrain.....	10
II.3. Adduction.....	11
II.3.1. Définition.....	11
II.3.2. Les types des adductions.....	11
II.4. Les Réservoirs et les châteaux d'eau potable.....	11
II.4.1. rôle des réservoirs.....	12
II.4.2. Classification de réservoirs.....	12
II.4.3. Choix du type de réservoir.....	13
II.4.4. Altitude des réservoirs.....	14
II.4.5. Volume de réservoir.....	14
II.5. Le réseau de distribution.....	15
II.5.1. Définition.....	15
II.5.2. Structure des réseaux.....	15
II.5.3. Choit de type de réseaux de distribution.....	16
II.6. les Conduites.....	17
II.6.1. Définition.....	17

II.6.2. Les caractéristiques des conduites.....	18
II.6.3. Nettoyage et désinfection des canalisations.....	20
II.7. Les ouvrages annexes d'un réseau d'AEP.....	21
II.7.1. Stations de pompage.....	21
II.7.2. station de traitement.....	21

**CHAPITRE 03:LA GESTION ET EXPLOITATION DU RESEAU
D'AEP**

III.1. Généralité.....	23
III.2. Gestion des forages.....	23
III.2.1. Adaptation de la pompe au captage.....	23
III.2.2. La connaissance des paramètres patrimoniaux.....	24
III.2.3. les équipements techniques.....	24
III.2.4. Gestion technique et suivie général des installations.....	24
III.2.4.1. Contrôle hebdomadaire.....	24
III.2.4.2. Contrôle semestriel.....	25
III.2.4.3. Vieillessement des forages.....	25
III.3. Gestion des ouvrages de stockage.....	25
III.3.1. Aspect lie a l'exploitation de réservoirs.....	25
III.3.1.1. Contrôle hebdomadaire.....	26
III.3.1.2. contrôle semestriel.....	26
III.3.1.3. Nettoyage.....	26
III.4. Gestion du réseau de distribution.....	26
III.4.1. Rendement du réseau.....	26
III.4.2. la lutte contre le vieillissement des conduites.....	26
III.5. conclusion.....	27

PARTIE II: PARTIE PRATIQUE

CHAPITRE04 : CADRE PHYSIQUE

IV.1. présentation générale sur la wilaya de la wilaya de Ghardaïa.....	29
IV.1.1. Situation géographique.....	29
IV.1.2. Astronomique.....	29
IV.1.3. Situation administrative.....	29
IV.2. présentation du centre d'étude.....	32
IV.2.1. situation géographique.....	32
IV.2.2. topographie.....	34
IV.2.3. géologie et géomorphologie.....	34
IV.2.4. Sol.....	36

IV.2.5.hydrologie.....	36
IV.2.6.hydrogéologie.....	37
IV.2.7.Hydrographie.....	40
IV.2.8.Climatologie.....	40
IV.2.8.1.Aspects généraux.....	40
IV.2.8.2.Données pluviométrique et climatologique.....	41

CHAPITRE V : ASPECT SOCIO-ECONOMIQUE

V.1.Aperçu historique	48
V.2.Les activités économique de Zelfana.....	48
V.3.Secteur touristique a Zelfana.....	49
V.4.Topologie d’habitat.....	49
V.5.Estimation des besoins en eau.....	50
V.5.1.Introduction.....	50
V.5.2.L’évolution de la population.....	50
V.5.3.Evaluation du besoin par catégorie.....	53
V.6.Calcul des débits.....	58
V.6.1.Débit moyen journalière.....	58
V.6.2.Débit de pointe.....	58

CHAPITRE VI: LES INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUE

VI.1.Situation hydrique.....	59
VI.2.Ressources hydriques.....	59
VI.3.Hydrologie.....	60
VI.4.Réseau d’AEP.....	61
VI.4.1.Définition.....	61
VI.4.2.Choix du type de réseau de distribution.....	61
VI.5.Les conduites utilisées.....	62
VI.6.Châteaux d’eau.....	63
VI.6.1.Définition.....	63
VI.6.2.Vérification du volume.....	63
VI.6.3.Dimensionnement du réservoir.....	64
VI.7.Forages.....	64
VI.7.1.Définition.....	64
VI.7.2.Les caractéristiques des forages utilisée.....	65

**CHAPITRE VII : DIAGNOSTIQUE DU SYSTEME ACTUEL DU
RESEAU D'AEP**

VII.1. Etat de réseau actuel.....	67
VII.2. Recalcul de réseau.....	67
VII.3. Estimation des besoins pour chaque maille.....	70
VII.4. Evaluation des débits correctifs du réseau.....	74

CHAPITRE VIII : ETUDE ECONOMIQUE

VIII.1. Introduction.....	77
VIII.2. Les opérations régulières pour la réalisation Le réseau d'alimentation en eau potable.....	77
VIII.3. Détermination des différents volumes de réseau.....	78
VIII.3.1. Calcul du volume de déblai.....	78
VIII.3.2. Calcul du volume de sable.....	78
VIII.3.3. Calcul du volume de remblaiement.....	79
VIII.3.4. calcul du volume de la conduite.....	79
VIII.3.5. Conclusion	82
CONCLUSION GENERALE.....	84

Liste des tableaux

TABLEAU	TITRE	PAGE
Tableau 01	Concentration de quelques valeurs guide fixées par l’OMS	05
Tableau 02	Classification de la qualité des eaux, selon l’ANRH	06
Tableau 03	Caractéristiques des conduites selon le matériau le constituant	19
Tableau04	les daïras de la wilaya de Ghardaïa, les communes	30
Tableau 05	Inventaire des infrastructures hydrogéologiques	39
Tableau 06	Ouvrages de stockage des eaux	40
Tableau 07	Valeurs moyennes, max et min de températures de l’air (°C)	42
Tableau 08	Répartition mensuelle des pluies moyennes annuelles	43
Tableau 9	Répartition Saisonnière des pluies	44
Tableau 10	Les valeurs moy mensuelle de l’humidité	44
Tableau 11	Les valeurs moy mensuelle de la vitesse de vent	45
tableau12	Valeurs moyennes mensuelles des précipitations et des températures (2003-2012)	45
Tableau 13	Historique de la croissance de la population de la cour de la période (1977-2008).	51
Tableau 14	Evaluation des besoins domestique pour différent terme	54
Tableau 15	Besoins scolaires	54
Tableau 16	Besoins sanitaire	55
Tableau 17	Besoins sportif	55
Tableau 18	Besoins socio-culturels	55
Tableau19	Besoins administratifs	56

Tableau20	Besoins commerciaux	56
Tableau 21	Besoins divers (source	57
Tableau 22	Besoins touristiques	57
Tableau23	Tableau récapitulatif total	57
Tableau 24	Les conduites utilisées	62
Tableau 25	ouvrages de stockage des	63
Tableau 26	les caractéristiques des forages d'AEP	65
Tableau 27	Les résultats d'estimation des besoins	70
Tableau 28	Répartition des débits	70
Tableau 29	Répartition des débits correctifs	74
Tableau 30	Les différents volumes de réseaux	80
Tableau 31	Estimation financière du réseau	81

Listes des figures

N° Figures	Titres	Pages
Figure 1	Le processus de production et distribution de l'eau	09
Figure 2	captage des eaux de surface	10
Figure 3	captage des eaux sous terraines	11
Figure 4	les types de réservoirs	14
Figure 5	réseau ramifié ET réseau maillé	10
Figure 6	réseaux étagés	17
Figure 7	Situation nationale de Ghardaïa.	29
Figure 8	Les limites administratives de la wilaya	31
Figure 9	Situation géographique de la région d'étude	33
Figure 10	Photo satellite de la ville de Zelfana	34
Figure 11	Coupe géologique de Zelfana	35
Figure 12	Photo satellite de Oued M'Zab (2004)	37
Figure 13	carte hydrographique du bassin de M'Zab	40
Figure 14	Variations moyennes maximales et minimales de températures de l'air (°C)	42
Figure 15	Répartition mensuelle des pluies moyennes annuelles en %	43
Figure 16	Répartition saisonnière des pluies moyennes annuelles	44
Figure 17	Humidité relative de l'air	45
Figure 18	Valeur moy de la vitesse de vent	45

Figure19	Diagramme ombrothermique GOUSSEN de Ghardaïa 1996-2009	46
Figure20	Histogrammes de l'évolution de la population	52
Figure21	Histogrammes de l'évolution de la population pour la période (2008-2040)	21
Figure22	Photo satellite de Oued M'Zab (2004)	61

Liste des PLAN

PlanN01	Réseau actuel d'AEP du centre ville de Zelfana	66
PlanN02	Réseau d'AEP proposé	75
PlanN03	Réseau d'AEP Finale	76

Liste des abréviations

OMS	Organisation Mondiale de la santé.
AEP	Alimentation en Eau potable.
DBO₅	Demande Biochimique en Oxygène pour cinq jours.
DCO	Demande Chimique en Oxygène
APC	Assemble populaire communal.
DPAT	Direction de planification d'Aménagement de territoires.
ANRH	Agence nationale de ressources hydrique.
PDAU	plan directeur d'aménagement et d'urbanisme.
ADE	Algérien des eaux
PEHD	polyéthylène haute densité
PVC	polychlorure de vinyle
AC	Acier
MES	matière en suspension

Introduction

L'eau c'est la source de la vie et de développement compte parmi les richesses naturelles les plus précieuses, ayant une importance considérable pour le développement sociale et économique du pays. L'expansion démographique et l'élévation du niveau de la vie ont engendrés une demande en eau potable sans cesse.

La demande en eau s'accroît de jour en jour, et les ressources ainsi que le système d'alimentation en eau potable actuel deviennent insuffisants.

La ville de Zelfana, à laquelle se rattache cette étude, se situe à la zone septentrionale du Sahara Algérien, exactement dans la l'Est de la Wilaya de Ghardaïa. Sa situation géographique et sa richesse en terme eau thermale lui confèrent une zone touristique par excellence et considérée comme l'une des plus importantes régions touristiques thermales en Algérie. Le développement touristique ainsi que le développement socio-économique mette la commune devant de nombreux problèmes, notamment les problèmes de l'eau. Actuellement le système d'alimentation en eau potable (AEP) existant dans la ville de Zelfana ne répond plus à sa demande, et son réseau est en état de dégradation très avancée.

Dans ce cadre on propose cette étude dont l'objectif est de diagnostiquer et de redimensionner le réseau d'AEP du centre ville de Zelfana. En effet l'étude s'articule en deux parties. Dans la partie bibliographique on présente des descriptions ainsi que de définitions intervenantes dans la bonne gestion et la maîtrise des réseaux d'eau potable et les moyens d'assurer à ces ouvrages une durée de vie acceptable. En deuxième partie on présente la région d'étude de point de vue cadre physique, socio-économique et infrastructures hydrauliques existants. Aussi dans cette partie on procédé au diagnostique du réseau d'AEP existant et au redimensionnement nécessaires.

Nous finalisons notre étude par quelques recommandations nécessaires la valorisation du réseau d'AEP pour la bonne gestion.

CHAPITRE 01: GÉNÉRALITÉ SUR L'EAU POTABLE

I.1. INTRODUCTION

Une eau potable est une eau qui ne doit pas porter atteinte à la santé, et être agréable à boire. On utilise le terme “eau destinée à la consommation humaine”.

Il s’agit des eaux :

- ❖ destinées aux usages domestiques :
- ❖ Boisson, cuisson, préparation d’aliments, ou à d’autres usages,
- ❖ utilisées pour la fabrication d’aliments,
- ❖ utilisées pour la glace alimentaire

I.2. QUALITÉ DE L'EAU DE CONSOMMATION

Pour être potable, une eau ne doit pas contenir des germes de maladies à transport hydrique, de substances toxiques, ni des quantités excessives de matières minérales et organiques. Elle doit par ailleurs être limpide, incolore et ne présenter aucun goût ou odeur désagréable. Les qualités requises sont d’ordre bactériologique et physico-chimique. (AHONON A, 2011).

I.2.1. POTABILITES DES EAUX

Une eau potable doit présenter un certain nombre de rependre, à certain critères essentiels (incolair, insipide, inodore...) appréciés par le consommateur. Toutefois, ses qualités ne peuvent pas se définir dans l’absolu, ni d’une manière inconditionnelle

La potabilité et de la qualité chimique des eaux en fonction de la concentration des différents éléments chimiques dissous. L’organisation mondiale de la santé (OMS) a fixé des normes de concentration en éléments chimiques (Khadraoui et TALEB, 2008).

I.2.2. LES LIMITES DE QUALITÉ

Ce sont des paramètres dont la présence dans l’eau induit des risques immédiats à plus ou moins long terme pour la santé.

I.2.2.1. LES PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES

L'eau est un milieu vivant dans lequel on peut rencontrer de tout petits organismes vivants, invisibles à l'œil nu (inférieur à 1 micron): bactéries, virus,...

Parmi ces organismes, certaines espèces sont totalement inoffensives et d'autres peuvent être responsables de maladies graves : choléra, typhoïde

Pour garantir la qualité bactériologique, on recherche dans l'eau des germes indicateurs dont la présence peut être le signe d'une contamination d'origine fécale, et donc de l'existence possible d'éléments susceptibles de provoquer une maladie.

Ces paramètres indicateurs sont au nombre de 2 (*Escherichia coli* et entérocoques).

I.2.2.2. LES PARAMÈTRES PHYSIQUO-CHIMIQUE

On y trouve, des substances indésirables (nitrates, nitrites, cuivre,..), des sous-produits du traitement de l'eau des substances toxiques (arsenic, plomb, cyanure, mercure,...) et les pesticides.

L'organisation mondiale de la santé (l'OMS) a donné des valeurs guides pour les paramètres trouvés dans l'eau, le tableau suivant donne quelques-unes de ces valeurs guides fixées par l'OMS.

Tableau 01 : Concentration de quelques valeurs guide fixées par l'OMS

Paramètres ou substances chimiques	Concentration minimale acceptable	Concentration maximale acceptable
pH	7 à 8.5	6.5 à 9.5
Conductivité ($\mu\text{mhos/cm}$)	400	1250
Résidu sec (mg/l)	500	1500
calcium (mg/l)	75	250
magnésium (mg/l)	50	150
sodium (mg/l)	20	150
potassium (mg/l)	10	12
Sulfates (mg/l)	200	400
chlorures (mg/l)	200	600

Tableau 02 : Classification de la qualité des eaux, selon l'ANRH

Classe/paramètres	unité	bonne	moyenne	Pollué	Très polluée
DBO5	MG/L	<5	05-20	05-15	>15
DCO	MG/L	<20	20-40	40-50	>50
MO	MG/L	<5	05-	0.5-15	>15
NH4	MG/L	<0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
NO2	MG/L	<0.01	0.01-0.1	0.1-3	<3
NO3	MG/L	<10	0-20	20-40	>40
PO4	MG/L	<0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3

Source : (KHADRAOUI, 2008)

I3. LA POLLUTION DES EAUX

I.3.1. DÉFINITION

La pollution de l'eau est une altération qui rend son utilisation dangereuse et perturbe l'écosystème aquatique. Elle peut concerner les eaux superficielles (rivières, plans d'eau) et/ou les eaux souterraines.

L'introduction dans le milieu aquatique de toute substance susceptible de modifier les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques de l'eau et de créer des risques pour la santé de l'homme, de nuire à la faune et à la flore terrestres et aquatiques, de porter atteinte à l'agrément des sites ou de gêner toute autre utilisation normale des eaux.

Les eaux superficielles ou souterraines, les cours d'eau, lacs, étangs, les eaux littorales ainsi que l'ensemble des milieux aquatiques font l'objet d'un inventaire établissant leur degré de pollution.

Tout pollution est une altération d'une ou plusieurs caractéristiques physico chimique ou biologique d'une eau, en peut aussi dit que la pollution des eaux est un problème mondial dont les aspects et la portée sont évidemment différents selon le niveau de développement des nations.

La pollution des eaux se rapport à : jeter, déverser ou laisser écouler dans les cours des eaux directement ou indirectement, des substances quelconques, dont l'action ou les réactions ont détruit l'environnement.

Les rejets polluants qui se mélangent aux eaux naturelles ou provenant de diverses origines qui permettent leur classification en :

- ❖ Eaux usées domestiques.
- ❖ Eaux usées industrielles.
- ❖ Eaux usées urbaines.
- ❖ Eaux rejets polluants agricoles.

Apports dans les eaux liées à la pollution atmosphérique.
(BELKHOUDJA et LAHCENE, 2006).

I.3.2. LES CONSÉQUENCES DE POLLUTION D'EAU

- ❖ Pollution des lacs.
- ❖ Pollution des rivières.
- ❖ Pollution des eaux souterraines.

Les eaux souterraines sont aussi de plus affectées par diverses causes de pollution celles-ci sont soit d'origine domestique et/ou urbaine ou encore industrielle (microorganismes pathogènes, hydrocarbures, solvants organochlorés, etc.), soit d'origine agricole le rôle des engrais chimiques est aujourd'hui bien identifié dans le cas de la contamination des nappes aquifères par les nitrates. Par ailleurs, une augmentation générale de la teneur en sulfates et en chlorure des eaux souterraines s'observe également depuis quelques années dans les pays industrialisés (DAJOZ, R, 2008).

Chapitre 02 : Conception générale du réseau d'eau potable

II.1. Généralité

Le schéma général d'une installation de distribution d'eau dépend du type de la source d'eau exploitée. Cette source peut être une Rivière (une eau généralement douce, avec une salinité inférieure à 1 g/l), un Barrage (une eau généralement douce), une Nappe Souterraine (une eau douce, ou une eau saumâtre dont la salinité est entre 2 à 7 g/l) ou la Mer (eau salée à environ 35g/l).

L'eau souterraine (de la nappe) douce ne nécessite généralement pas de traitement. L'eau de surface (des rivières ou des barrages), par contre, nécessite un traitement physico-chimique pour la rendre potable. L'eau saumâtre (l'eau de nappe salée ou l'eau de mer) nécessite un traitement spécifique (le dessalement) pour ramener la salinité à moins de 1 g/l.

Dans le cas général, les installations nécessaires pour la distribution d'eau potable sont:

- La prise d'eau, le puits ou le forage.
- Première Station de pompage (SPI).
- Station de traitement (ou dessalement) des eaux.
- Réservoirs semi-enterrés.
- Deuxième Station de 'Pompage (SP2).
- Réservoir surélevé (ou sur-tour, ou château d'eau).
- Réseau de distribution d'eau potable.
- Réseau d'assainissement des eaux usées et/ou pluviales.
- Station de pompage et/ou station d'épuration des eaux usées.
- Rejet des eaux usées traitées ou non traitées (irrigation, Oued, la mer) (Mahmoud M, 2002).

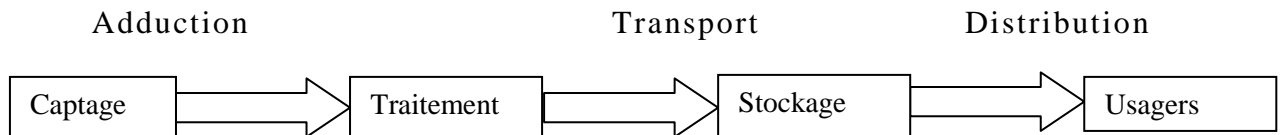


Figure 01 : Le processus de production et distribution de l'eau (DOUAIBIA R, (2009)).

II.2. Captage et ressources hydrique

Rappelons que l'eau couvre 75% de la surface du globe terrestre. Le volume total des eaux est d'environ 1,3.109 km³ dont 97% sont constituées par les océans et les mers.

La quantité d'eau douce n'atteint pas 3% dont les 2/3 se trouvent sous forme de glace dans les calottes polaires et les glaciers, Seulement 1% de «ces eaux est constitué d'eau douce disponible pour les diverses consommations de l'homme.

L'eau destinée à être traitée puis distribuée dans les réseaux peut être prélevée, soit par captage de sources, soit par des puits ou des forages dans des nappes d'eaux souterraines (que sont alimentée par l'infiltration direct des eaux de pluie ou par celle de l'eau de ruissellements ou d'accompagnement de rivières), soit par prise d'eau dans les rivières , dans les retenues , ou dans les lacs(AHONON A,(2011)).

II.2.1. Les eaux de surface

Elles regroupent toutes les eaux provenant d'un mélange d'écoulements souterrains et des eaux de pluie qui coulent ou qui stagnent à la surface du sol. Elles comprennent les eaux des grands cours d'eau, des étangs et des lacs, ainsi que des petits ruisseaux alimentés par des sources et qui recueillent les eaux de ruissellement des bassins versants. Les écoulements de surface constituent la cause essentielle de la turbidité et de la teneur en matières organiques, des débris d'origine végétale ou animale, ainsi que des micro-organismes pathogènes des eaux de surface. C'est ainsi que les eaux de surface font plus objets des pollutions physico-chimiques

et microbiennes (AHONON A,(2011)).

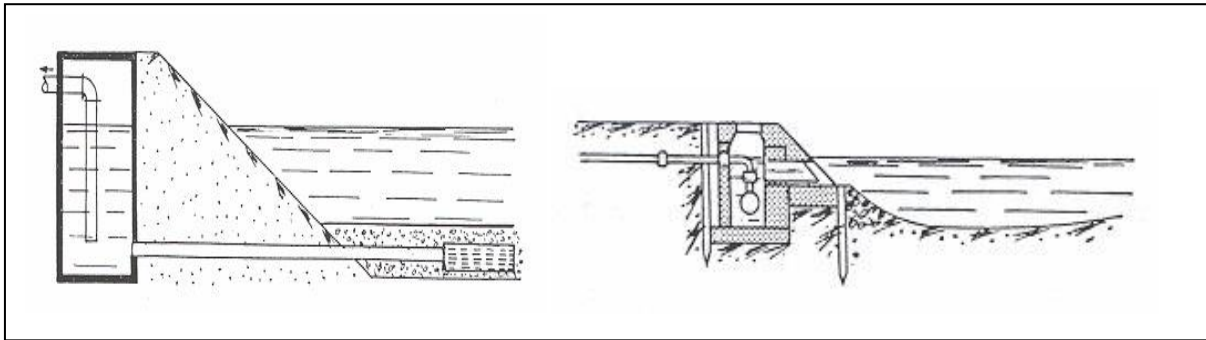


Figure 02 : captage des eaux de surface (IGOR B, 2004).

II.2.1. Les eaux sous-terrain

L'eau souterraine provient essentiellement de l'infiltration de l'eau de pluie, qui atteint les nappes aquifères en traversant les couches souterraines. La porosité et la structure du sol déterminent le type de nappe et le mode de circulation souterraine. Une nappe peut être libre. Elle est alors alimentée directement par l'infiltration des eaux de ruissellement. Le niveau de cette nappe fluctue en fonction de la quantité d'eau retenue. Elle peut être captive. Elle est alors séparée de la surface du sol par une couche imperméable. Elle est généralement plus profonde. Un cas particulier est présenté par les nappes alluviales: ce sont les nappes situées dans les terrains alluvionnaires sur lesquels circule un cours d'eau. La qualité de ses eaux est alors directement influencée par la qualité de l'eau de la rivière. La nature géologique du terrain a une influence déterminante sur la composition chimique de l'eau souterraine. Ces eaux présentent une faible turbidité, une température et une composition chimique constante.

Parfois, on a captée les eaux circulent des grandes profondeur.les procédés de captage varient selon la configuration du site. On évaluée les quantités d'eau on présence à l'aide de forage permettant d'attribuer les débits équivalents à ce recuisent par le projet d'alimentation en eau potable (AHONON A, (2011)).

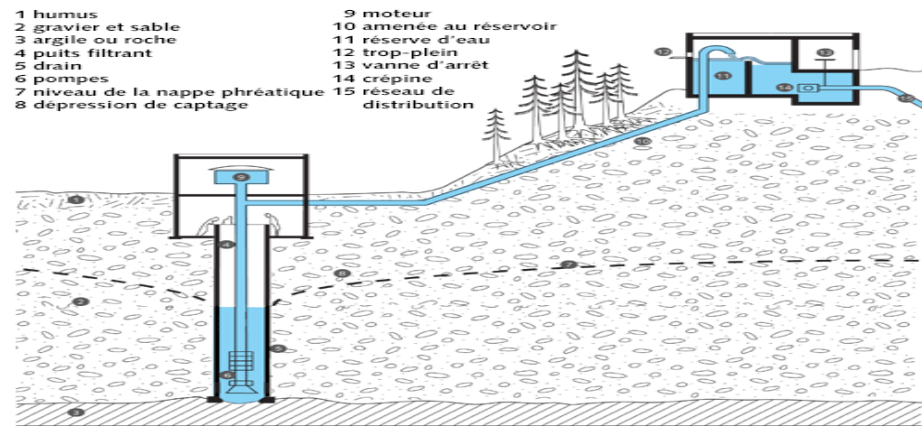


Figure 03 : captage des eaux sous terraine (IGOR B, 2004).

II.3. Adduction

II.3.1. Définition

L'adduction est le transfert de l'eau de la source naturelle ou de la station de traitement vers Les réservoirs de distribution.

II.3.2. Les types Des adductions

On distingue généralement deux types d'adduction:

- adduction gravitaire (écoulement à surface libre ou en charge) : quand la cote source est supérieure à la cote du réservoir.
- Adduction par refoulement (écoulement en charge seulement) :

Dans une adduction par refoulement, le captage se situe à un niveau inférieur à celui du réservoir de distribution. Les eaux de captage (ou traitées) sont relevées par une station de pompage dans cette conduite de refoulement.

II.4. Les réservoirs et les châteaux d'eau potable

Capter l'eau et surtout la stocker aux diverses étapes de son parcours correspond à différentes réalisations : Les réservoirs. Ce stockage est destiné à l'alimentation en eau des agglomérations Lorsque la topographie. Permet de disposer d'un point haut, on construit un réservoir au sol. Lorsque le terrain ne présente pas de point assez haut, on construit un réservoir surélevé : le château d'eau.

II.4.1. Rôle des réservoirs

Les réservoirs d'eau sont, en général, nécessaires pour pouvoir alimenter une agglomération en eau potable. Ils sont principalement imposés par la différence entre le débit de captage ou de refoulement d'eau (constant) et le débit d'eau consommé par l'agglomération (variable en fonction de l'heure de la journée).

En principe, les réservoirs se différencient d'après leur position par rapport au sol : réservoirs enterrés et réservoirs surélevés.

Par rapport au réseau d'approvisionnement, ils peuvent aussi être groupés en deux types :

Réservoirs de passage (placés entre le captage et le réseau de distribution de l'eau) et

Réservoirs d'équilibre (placés à la fin du réseau de distribution) (MAHMOUD M, 2002).

Les réservoirs offrent notamment les avantages suivants :

- Régularisation le fonctionnement de la station de pompage.
 - Simplification l'exploitation.
 - Assurer les pressions nécessaires en tout point du réseau.
 - Coordination du régime d'adduction d'eau au régime de distribution.
 - Maintenir l'eau d'une température constante et préserver des contaminations.
 - Jouer le rôle de brise charge dans le cas d'une distribution étagée
- Jouer le rôle de relais (RAHMANI A, (2008/2009)).

II.4.2. Classifications des réservoirs

Les réservoirs peuvent être classés de diverses façons selon les critères pris en considération :

➤ **Classification selon le matériau de construction**

Cette classification est basée sur la nature des matériaux de construction des réservoirs :

1. Réservoir métalliques.
2. Réservoir en maçonnerie.
3. Réservoir en béton armé.

➤ **Classification selon la situation des lieux**

Les réservoirs peuvent être classés selon leur position par rapport à la surface du sol :

1. Réservoir en terre.
2. Réservoir semi-enterré (sur surface).
3. Réservoir sur élevés ou sur tour.

➤ **Classification selon l'usage**

Vu les nombreux usages des réservoirs on peut les classer en :

1. Réservoir principal d'accumulation et de stockage.
2. Réservoir d'équilibre (réservoir tampon).
3. Réservoir de traitement.

➤ **Classification selon des considérations esthétiques**

Selon des servitudes d'esthétisme on peut affirmer les fonctions d'un réservoir comme on peut l'intégrer au paysage.

➤ **Classification selon la forme géométrique**

Généralement, on retrouve dans la pratique deux formes usuelles :

1. Réservoir cylindrique.
2. Réservoir rectangulaire (carré).

Comme on trouve parfois des réservoirs de formes quelconques (sphérique, conique, ...) (RAHMANI A, (2008/2009)).

II.4.3. Choix du type de réservoir

Nous savons qu'il existe des réservoirs enterrés, semi enterrés ou semi élevés dit < châteaux d'eau > pour le choix sera bien entendu une question d'espèce pour chaque cas, ce pendant à chaque fois que cela sera possible, il sera préférable d'avoir recours au réservoir enterré, semi enterré ou au plus élévation au dessus du sol avec radier largement enterré. (RAHMANI A (2008/2009)).

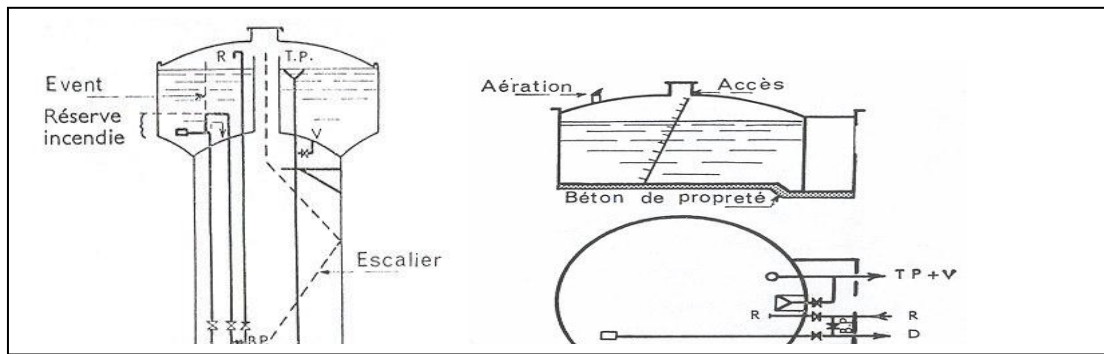


Figure04: les types de réservoirs. (Igor B. (2004)).

II.4.4. Altitude des réservoirs

Un des principaux rôles du réservoir est de fournir, pendant l'heure de pointe, une pression au sol suffisante " H_{min} " en tout point du réseau de distribution (voir plus loin les valeurs de cette pression), en particulier au point le plus défavorable du réseau (le point le plus loin et/ou le plus élevé). L'altitude du réservoir d'eau (précisément la cote de son radier) doit être calculée donc pour que, dans toute l'agglomération à alimenter, la pression soit au moins égale à H_{min} . C'est la cote du radier du réservoir qui est prise en compte, ce qui correspondant au cas d'alimentation le plus défavorable (le réservoir est alors presque vide).

C'est le calcul du réseau de distribution, pendant l'heure de pointe, qui permet de déterminer Les différentes pertes de charge et d'en déduire la cote de radier du réservoir.

La valeur de cette cote et la topographie des lieux détermineront le type de réservoir à adopter (Semi-enterré ou surélevé). On peut, si un relief est disponible, augmenter les diamètres des conduites de distribution pour diminuer les pertes de charge et éviter la surélévation du réservoir (solution à justifier par un calcul économique) (Mahmoud M, (2002)).

II.4.5. Volume de réservoir

Différentes méthodes sont utilisées pour le calcul de la capacité utile des réservoirs.

➤ Calcul à partir des courbes d'alimentation et de distribution:

La capacité des réservoirs est déterminée à partir des courbes de variation, en fonction des heures de la journée la plus chargée, des débits d'alimentation des réservoirs (provenant de la station de pompage ou de la

station de traitement) et des débits sortant des réservoirs (distribués ou, éventuellement, aspirés par une autre station de pompage).

➤ Calcul approximatif

La capacité des réservoirs est toujours déterminée à partir des courbes de variation des débits d'alimentation des débits distribués, avec des simplifications concernant principalement, une approximation par paliers de la courbe de consommation.

Il faut choisir un régime de variation de l'alimentation des réservoirs.

➤ Calcul forfaitaire

On prend, forfaitairement, une capacité des réservoirs égale à:

➤ 100% de la consommation journalière maximale de l'agglomération, dans le cas d'une commune rurale.

➤ 50% de la consommation journalière maximale de l'agglomération, dans le cas d'une commune urbaine.

➤ 25 % de la consommation journalière maximale de l'agglomération, dans le cas d'une grande ville (Mahmoud M, 2002).

II.5. Le réseau de distribution

II.5.1. Définition

Le réseau de distribution est un système de conduites connectées entre elles. L'eau est distribuée à partir de ce réseau qui doit être dimensionné de telle façon à assurer le débit et la pression nécessaires à chaque consommateur (Ben Messaoud N,(2005)).

Les réseaux de distribution d'eau ont pour objectif de ramener l'eau, à partir du ou des réservoirs, jusqu'aux consommateurs (ou abonnés) : fournir le débit maximal avec une pression au sol (ou charge) minimale compatible avec la hauteur des immeubles.

II.5.2. Structure des réseaux

L'eau est distribuée aux consommateurs par des réseaux de conduites locaux, à l'intérieur de la zone alimentée. Les principaux éléments d'un réseau de distribution sont: les conduites, les branchements et les pièces spéciales (coudes, raccordements, vannes, compteurs, bouches d'incendies, ...). Les conduites de distribution doivent suivre les rues de la ville et sont posées en terre, généralement, sous le trottoir.

II.5.3. Choix du type de réseau de distribution

Suivant la structure et l'importance de l'agglomération on distingue les différents types des réseaux de distribution dont :

- 1- Réseau ramifié.
- 2- Réseau maillé.
- 3- Réseau mixte
- 4- Réseau étagé
- 5- Réseau à alimentation distinctes.

1. Réseau ramifié : dans lequel les conduites ne comportent aucune alimentation en retour, présente l'avantage d'être économique, mais il manque de sécurité et de souplesse en cas de rupture : un accident sur la conduite principale prive d'eau tous les abonnés d'aval (André Dupont(1988)).

2. Réseau maillé : permet, au contraire, une alimentation en retour(André Dupont(1988)).

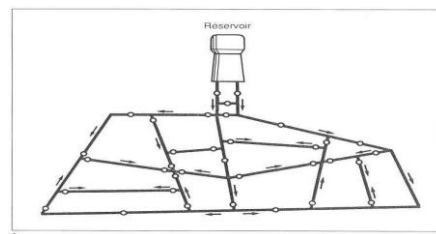
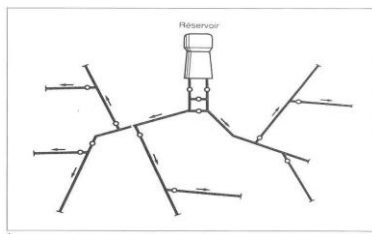


Figure 05 : réseau ramifié

réseau maillé (IGOR B, 2004)

3. Réseau mixte, qui est un réseau maillé comportant, en cas de besoin, quelques ramifications permettant d'alimenter quelques zones isolées de la ville (zones industrielles ou zones rurales).

4. réseaux étagés, dans le cas où la topographie est très tourmentée.

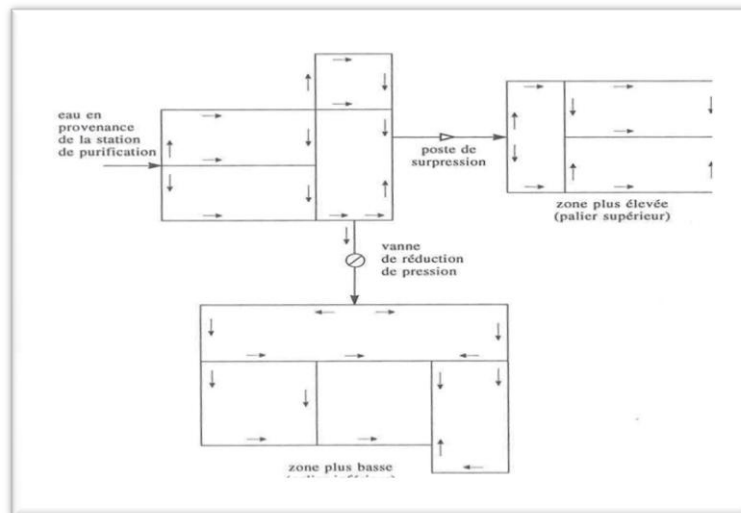


Figure : 06 réseaux étagés (IGOR B, 2004)

5. réseaux à alimentations distinctes : réseau d'eau potable et réseau d'eau non potable

En général, on utilise un réseau maillé pour alimenter une zone urbaine et un réseau ramifié

Pour alimenter une zone rurale. En irrigation, on n'utilise que les réseaux ramifiés.

II.6. Les conduites

II.6.1. Définition

Les conduites permettent le cheminement de l'eau d'un point à un autre point du réseau. Une Conduite est un segment de tuyau ou canalisation délimitée par deux points de consommation d'eau appelés nœuds. Chaque conduite est caractérisée par :

- un nœud initial et un nœud final.
- une longueur donnée L .
- un diamètre d .
- un coefficient de rugosité C traduisant la perte de charge
- un état : ouvert ou fermé

On distingue entre les conduites en fonction :

- Le diamètre des conduites

- La nature du matériau constituant la conduite (DOUAIBIA R, (2009)).

Il ya différents types des conduites :

Les conduites en plastique : c'est les conduites en PVC (conduites en polychlorure de vinyle), et les conduites en PEHD (conduites en polyéthylène haute densité) :

- Bonne résistance à la corrosion.
- Disponible sur le marché.
- Une pose de canalisation facile.

Leur inconvénient est le risque de rupture (BOUKAKA M (2003)).

❖ Les conduites en acier :

Les conduites en acier sont plus légers que les tuyaux en fonte, d'où l'économie sur le transport et la pose

- Bonne résistance aux contraintes (choc et écrasement)

Leur inconvénient est la corrosion.

❖ Les conduites en fonte : Présentent plusieurs avantages :

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

L'inconvénient est que les tuyaux en fonte sont très lourds, très chers et ne sont pas disponibles sur le marché.

❖ les conduites en béton armé.

II.6.2. Les caractéristiques des conduites

Les caractéristiques des conduites sont différentes selon le matériau de constitution.

Le tableau suivant donne les différentes caractéristiques de différents types de conduites.

Tableau 03 : Caractéristiques des conduites selon le matériau le constituant

Matériau	Avantages	Inconvénients	Valeur du k coéf. de rugosité
Fonte ductile	certaine résistance la corrosion, bonne sureté contre les ruptures, capacité de dilatation, technique de pose économique, sans problèmes	plus sensible que la fonte grise aux courants vagatures bonds et les sols agressifs.	0,1 - 0,5
Tuyaux en acier	haute élasticité, moins d'assemblages, bonne déformabilité, bonne sécurité contre les ruptures, assemblages par soudeure imperméables pour long- temps.	Corrodables si isolations défectueuses, par isolation ultérieure extérieure et intérieure, grande dépense de temps, pour les assemblages par soudeure des ouvriers spécialisés sont nécessaires,	0,05 - 0,5
Tuyaux en amiantement	résistants à la corrosion, non conducteurs d'électricité, affaiblissement par chocs, petit poids	sensibles aux chocs et cassures, réparations plus couteuses, sensibles aux eaux agressives et aux sois.	0,05- 0,1

	pas de dépôts, pose économique.		
Tuyaux en béton pré-contraint	résistants à la corrosion, bonne résistance aux ruptures, pas d'incrustation, colmatage des petites inétanchéités, non conducteurs d'électricité.	poids élevé, réparations coûteuses, dérivations et raccords très difficiles.	0,1 - 0,25
Tuyaux en matière synthétique (PE, PVC)	Petits poids, grandes longueurs, résistants aux corrosions, pas d'incrustations, flexibilité économiques, Pose facile, non conducteurs d'électricité.	sensibles aux coups, inflammables, la résistance diminue avec l'âge, sensibles à la température, fissures de résistance aux sollicitations mécaniques.	0,007 - 0,015

source (Mahmoud M, (2002)).

II.6.3. Nettoyage et désinfection des canalisations

Les réseaux possèdent des secteurs particulièrement sensibles à la formation des dépôts dans les conduites. Par exemple, c'est le cas des extrémités du réseau où la consommation est faible.

Les dépôts les plus couramment observés sont liés à la corrosion des canalisations et peuvent engendrer des problèmes de couleur, d'odeur ou de saveur. Il est donc important de mettre en place des campagnes systématiques de nettoyage, rénovation ou encore remplacement des conduites. (AEP final petit taille).

II.7. Les ouvrages annexes d'un réseau d'AEP

II.7.1. Stations de pompage

Dans un réseau d'eau potable, l'eau peut être pompée à plusieurs occasions lors de son cheminement :

- Dans les stations de pompage, généralement entre la ressource, le traitement et/ou les réservoirs,
- Dans les stations de reprise pour alimenter des réservoirs secondaires implantés sur le réseau,
- Dans les supprimeurs pour desservir des usagers situés aux extrémités du réseau sur des points hauts, Ou dans des immeubles. (AEP final petit taille).

II.7.2. Stations de traitement

selon la qualité des eaux, en fait le traitement

Dans le cas des eaux souterraines de bonne qualité la désinfection seule peut produire une eau de consommation que satisfaire à la norme en vigueur ; en revanche, une eau de lac ou de rivière exige de un traitement plus complet (IGOR B, (2004)).

Le traitement à effectuée sur l'eau brute aura pour but :

1) De la clarifiée

Dans la clarification, on s'efforce de débarrassée l'eau brute de ces particules colloïdale et en suspension en les retenant à leur passage dans une masse filtrante, après éventuellement, un traitement appropriée :

- Une réduction des matières en suspension par décantation
- Une élimination de fraction fine en trois étapes successives :
 - Coagulation (par ajoute le réactif adapté).
 - Flocculation (agitation favorisant le grossissement des particules)
 - Décantation (dépôt sur le font de boues ou flottation entrainement en surface par des bulles d'air).
- Une filtration à traverse une ou plusieurs couches des sables calibré retenant les MES.

2) De la rendre bactériologique ment pure et exempte de micropolluant.

Dans le but de rendre l'eau bactériologiquement pure on la stérilise par des oxydants tels que le chlore. La stérilisation s'applique aussi aux eaux de surface qu'aux eaux souterraines (IGOR B (2004)).

CHAPITRE03 : la gestion et exploitation du réseau d'AEP

III.1. Généralité

La mise en œuvre d'une gestion technique efficace des installations de protection et de distribution d'eau est un enjeu majeur pour les collectivités locales comme pour les individuels elle passe par la recherche d'une adéquation permanente entre ressources en eau et besoins. L'exploitation des ouvrages de production et de distribution d'eau doit anticiper sur l'évolution de la demande pour être en mesure de prendre rapidement que possible les décisions de gestion adéquats afin d'assurer le bon fonctionnement du réseau (BOUKAKA, M(2003)).

Le rôle d'un gestionnaire du réseau d'AEP c'est le fournir aux usages l'eau en quantité suffisant et se meilleur qualité possible (IGOR B (2004)).

La gestion des réseaux utilise de nombreuses informations sous des formes variée :

- Graphiques pour l'implantation des réseaux (conduites, vannes, appareilles).
- Alphanumériques (diamètre, longueur, non ou numéro de la rue, matériaux, date d'installation...).
- événementielles (fuites, travaux de réparations, observation..).
- dynamiques (état des vannes, ppression débit, vitesse..).

III.2. Gestion des forages

Trois conditions sont essentielles pour gérer et exploiter correctement les forages :

III.2.1. Adaptation de la pompe au captage

La pompe et un élément essentiel du captage elle doit être dimensionnée en fonction de nombreux critères :

- La hauteur d'élévation totale.
- Le débit refoule (BOUKAKA, M(2003)).

III .2.2. La connaissance des paramètres patrimoniaux

La connaissance des données patrimoniales est essentielle pour une bonne gestion, les paramètres d'exploitation de l'ouvrage doivent absolument être mis à la disposition des exploitants. La base de données qui permet de disposer de l'ensemble des paramètres patrimoniaux regroupe notamment :

- ✓ La coupe technique de l'ouvrage.
- ✓ Les principales caractéristiques physico-chimiques de l'eau.
- ✓ La position du niveau statique et du niveau dynamique à différents débits.
- ✓ Le débit spécifique de l'ouvrage.
- ✓ Le débit maximum d'exploitation à ne pas dépasser.

Un exploitant ne peut pas gérer correctement ces ouvrages sans avoir connaissance de ces informations patrimoniales (BOUKAKA, M(2003)).

III.2.3. Les équipements techniques

Il faut avoir les équipements suivants :

- ✓ Un compteur d'eau.
- ✓ Un compteur horaire par pompe.
- ✓ Un ampère mètre par pompe.
- ✓ Un voltmètre.
- ✓ Un manomètre.
- ✓ Un dispositif de protection des pompes contre le désamorçage.
- ✓ Une prise d'échantillon pour analyse.

III.2.4. Gestion technique et suivie général des installations (pour un captage par forage)

La gestion d'un forage où d'un champ captant nécessite un suivi général des installations et des équipements qui les composent pour ce la les opérations de contrôle de suivie et d'inspection (DEGREMONT, (1978) du(BOUKAKA M(2003)).

III.2.4.1. Contrôle hebdomadaire

- Étanchéité de la fermeture des trappes.
- Étanchéité de la fermeture de la tête de puits.

- Mesure des niveaux statiques et dynamiques.

III.2.4.2. Contrôle semestriel

- Affaissement de terrains contournant les forages.
- Comparaison du niveau de forage et du niveau d'eau et du piézomètre de contrôle.
- Mesure des prélèvements et niveau.
- État de fonctionnement de l'installation.

III.2.4.3. Vieillessement des forages

Le vieillissement des forages est un phénomène inéluctable qui s'accompagne de plusieurs effets :

a) Phénomène de corrosion

- Corrosion électrochimique.
- Corrosion bactérienne.

b) Phénomène de colmatage

- Colmatage mécanique.
- Colmatage chimique.
- Colmatage biologique.

III.3. Gestion des ouvrages de stockage

Les réservoirs sont des ouvrages de stockage dont la durée de vie est généralement longue (50 ans minimum) les problèmes d'exploitation ou d'entretien peuvent concerner les réservoirs trouvent le plus souvent leur origine dans les insuffisances au niveau de la conception.

Les réservoirs constituent un élément important des réseaux de distribution puisque ce sont des ouvrages qui assurent la régulation et la sécurité de distribution (BOUKAKA, M(2003)).

III.3.1. Aspects liés à l'exploitation des réservoirs

Les réservoirs sont des ouvrages qui nécessitent des interventions régulières (opérations courante de surveillance, entretien et nettoyage) ou occasionnelle Les réservoirs doivent être conçus pour permettre ces interventions avec le maximum de facilité et de sécurité. Parmi les opérations de contrôle et d'inspection sur les ouvrages de stockage on site :

III.3.1.1. Contrôle hebdomadaire

- État de propreté, porte, fenêtre et accès, étanchéité de la fermeture.
- Aération, obstruction et détérioration des grilles de protection.
- Turbidité de l'eau.

III.3.1.2. Contrôle semestriel

- État de l'ouvrage, fissuration.
- Trop plein et vidange, fonctionnement des clapets, nettoyage et écoulement d'eau dans la conduite de drainage.
- Contrôle de l'appareillage de mesure.

III.3.1.3. Nettoyage

Les opérations de nettoyage et de désinfection des réservoirs comportent des diverses phases, comme le décapage des dépôts et rinçage des parois des poteaux et du radier avec un jet sous pression, on prend soin de ne pas détériorer les revêtements éventuels. (BOUKAKA M(2003)).

III.4. Gestion du réseau de distribution

Le coût et l'organisation du réseau dépendent de façon très importante du linéaire du réseau et de sa consistance de sa vétuste et de son état le coût global d'entretien intègre.

III.4.1. Rendement du réseau

Le rendement du réseau de distribution d'eau potable mesure l'écart entre le volume entrant dans le réseau et les volumes consommés où facturé. Donc c'est un élément important pour le gestionnaire de service et il doit lui porter une attention constante.

III.4.2. La lutte contre le vieillissement des conduites

Le vieillissement d'une conduite correspond à sa dégradation dans le temps celui-ci donnant lu soit au mauvais fonctionnement hydraulique du réseau (chute de pression, chute de rendement du réseau et coupure).

Soit à d'autres dommages (dégradation de la qualité de l'eau, déstabilisation et plainte des abonnés).

III.5. Conclusion

Pour assurer une bonne gestion du réseau de distribution il faut que ce dernier soit bien connu, en respectant les diverses normes et les conditions de pose des conduites et d'équiper le réseau de différents organes et accessoires, en adaptant les matériaux appropriés qui faciliteront sa gestion et son entretien (BOUKAKA, M(2003)).

CHAPITRE 04: CADRE PHYSIQUE

IV.1. présentation générale de la wilaya de Ghardaïa

IV.1.1. Situation géographique

La Wilaya de GHARDAIA, se situe au centre de la frange nord du Sahara, à 600 Kms au sud d'Alger ; s'étend sur une superficie de 84,660 km², issue du découpage administratif du territoire de 1984, la Wilaya Ghardaïa dépendait de l'ancienne Wilaya de Laghouat, et composée des anciennes daïras de Ghardaïa, Metlili et El-Menia

Fig07: Situation nationale de Ghardaïa.
Source (Google earth 2000)



IV.1.2. Astronomique

GHARDAIA se situe entre 32° 30 ' et 33°2' de latitude nord et à 2°3' à 3°45' de longitude est.

IV.1.3. Situation administrative

La Wilaya de Ghardaïa, située au centre de la partie Nord du Sahara, est limitée :

- Au Nord par la Wilaya de Laghouat (200km).
- Au Nord Est par la Wilaya de Djelfa (300km).
- A l'Est par la Wilaya d'Ouargla (200 km).
- Au Sud par la Wilaya de Tamanrasset (1,470 km).
- Au sud-ouest par la Wilaya d'Adrar (400km).
- A l'Ouest par la Wilaya d'El Bayadh (350km).

TableauN04 : les daïras de la wilaya de Ghardaïa, les communes, et leur superficie

Daïras	Communes	Superficies (Km ²)
GHARDAIA	Ghardaïa	306
El-Menia	El-Menia	23.921
	Hassi-El-Gara	27.699
DAYA	Daya	2.235
BERRIANE	Berriane	2.610
	Metlili	5.010
METLILI	Sebseb	4.367
GUERRARA	Guerrara	3.382
ZELFANA	Zelfana	1.946
BOUNOURA	Bounoura	779
	El-Atteuf	717
MANSOURA	Mansoura	4.813
	HassiElfhal	6.875
Total		84660,12

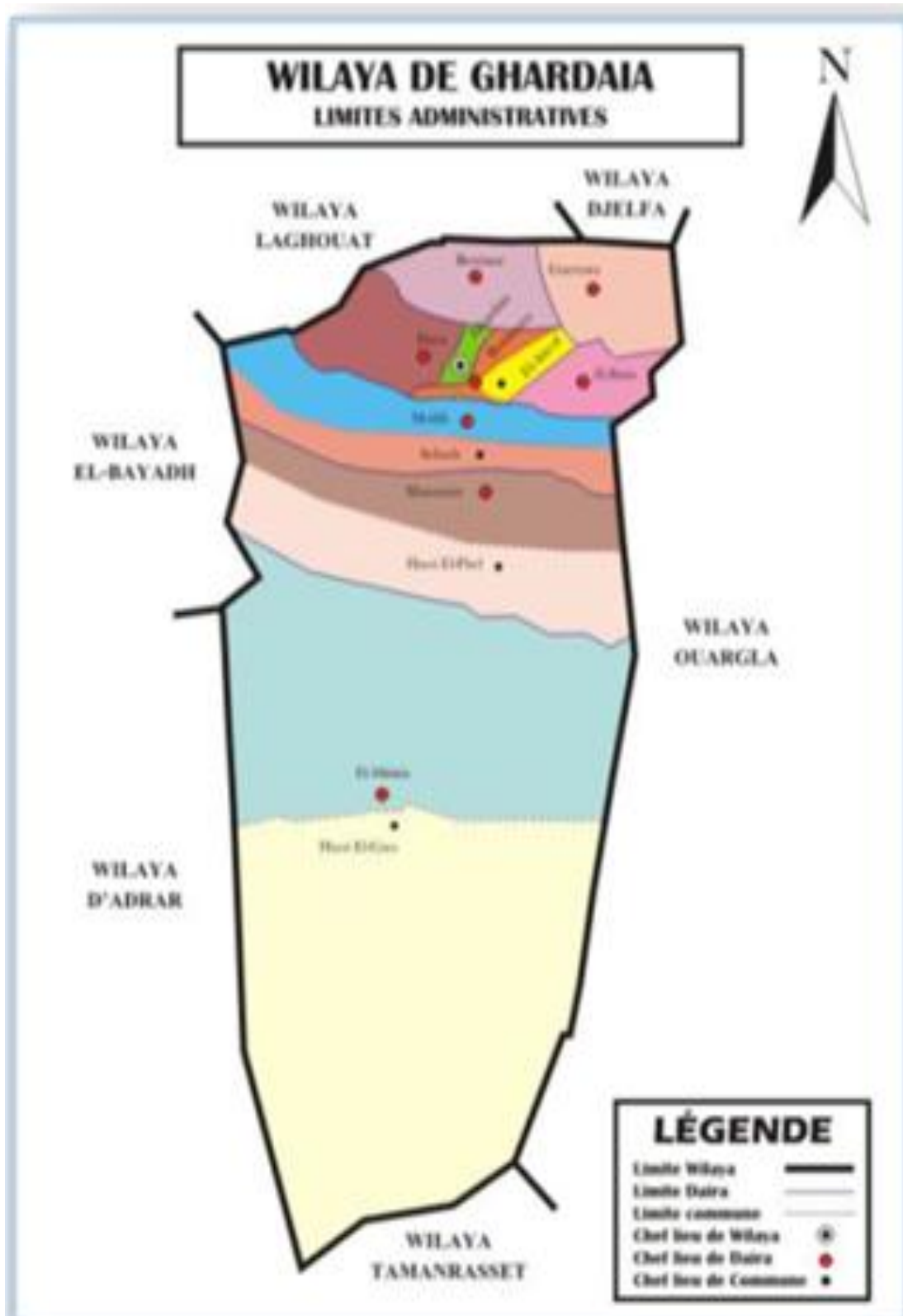


Fig08: Les limites administratives de la wilaya de Ghardaïa (Atlas 2005)

IV.2.Présentation du centre d'étude (zelfana)

IV.2.1. Situation géographique

La ville de Zelfana est située au Sud-est de la ville de Ghardaïa à 65 km du chef lieu de la Wilaya. Elle s'étend sur une superficie de 2220 km², mais d'après le cadastre des communes il faut noter que la surface de la commune dans l'ancien PDAU est de 2400km².

La ville de Zelfana est à 43 Km seulement de l'Aéroport International Moufdi Zakaria.

Cette petite localité est composée de quatre grands quartiers : Zelfana centre, Gouifla, Zelfana Oued et Hassi Nour.

Elle est limitée :

- Au nord par la commune de Guerrara.
- Au sud par la commune de Métlili Chaanba.
- A l'est par la willaya d'Ouargla.
- A l'ouest par la commune d'El Atteuf.

D'après Google Earth Ses Coordonnées :

Latitudes : 32°25'45 Nord.

Longitude : 4°13'35 Est.

Altitude : 357m.

SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA REGION D'ETUDE

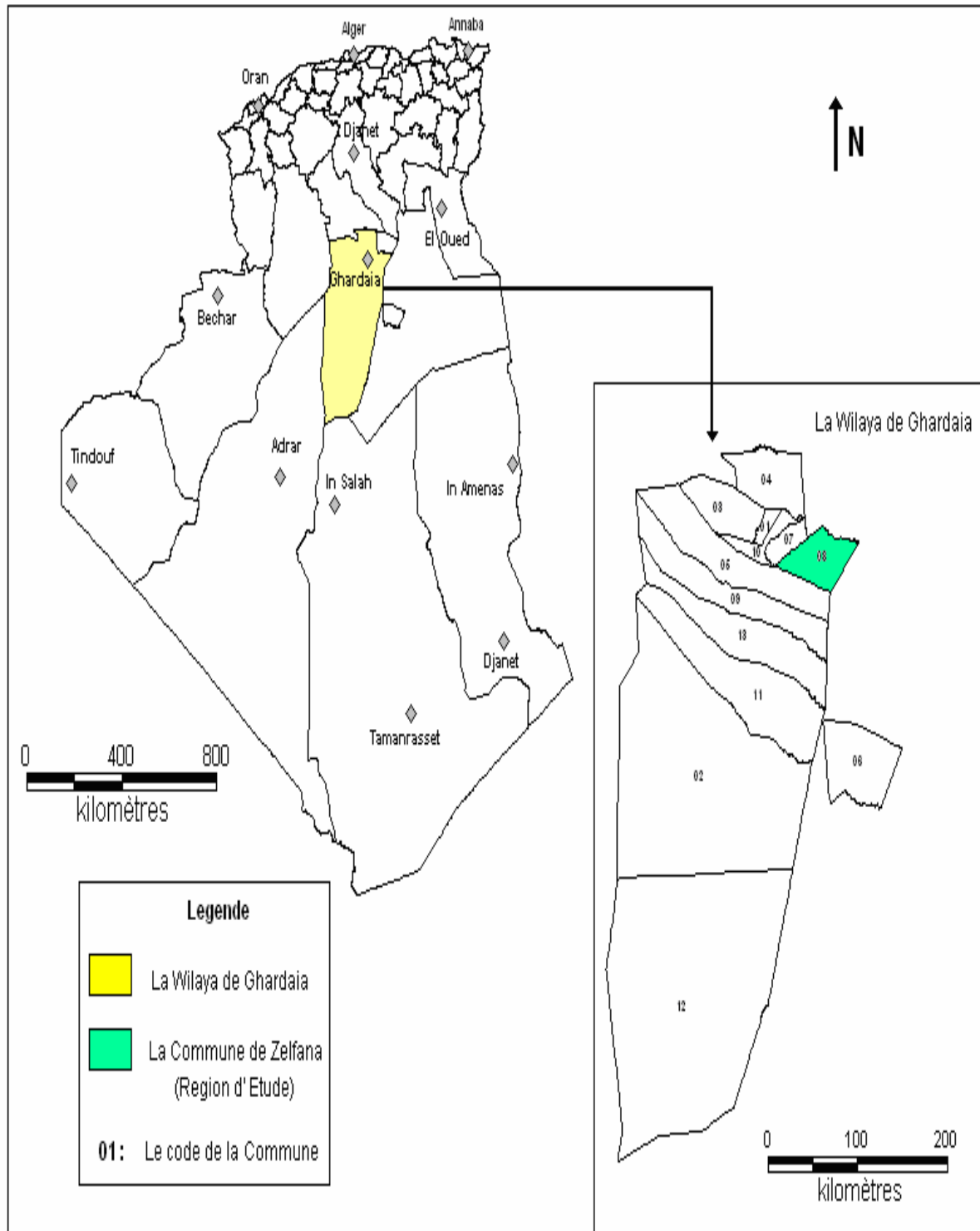


Fig9 : Situation géographique de la région d'étude

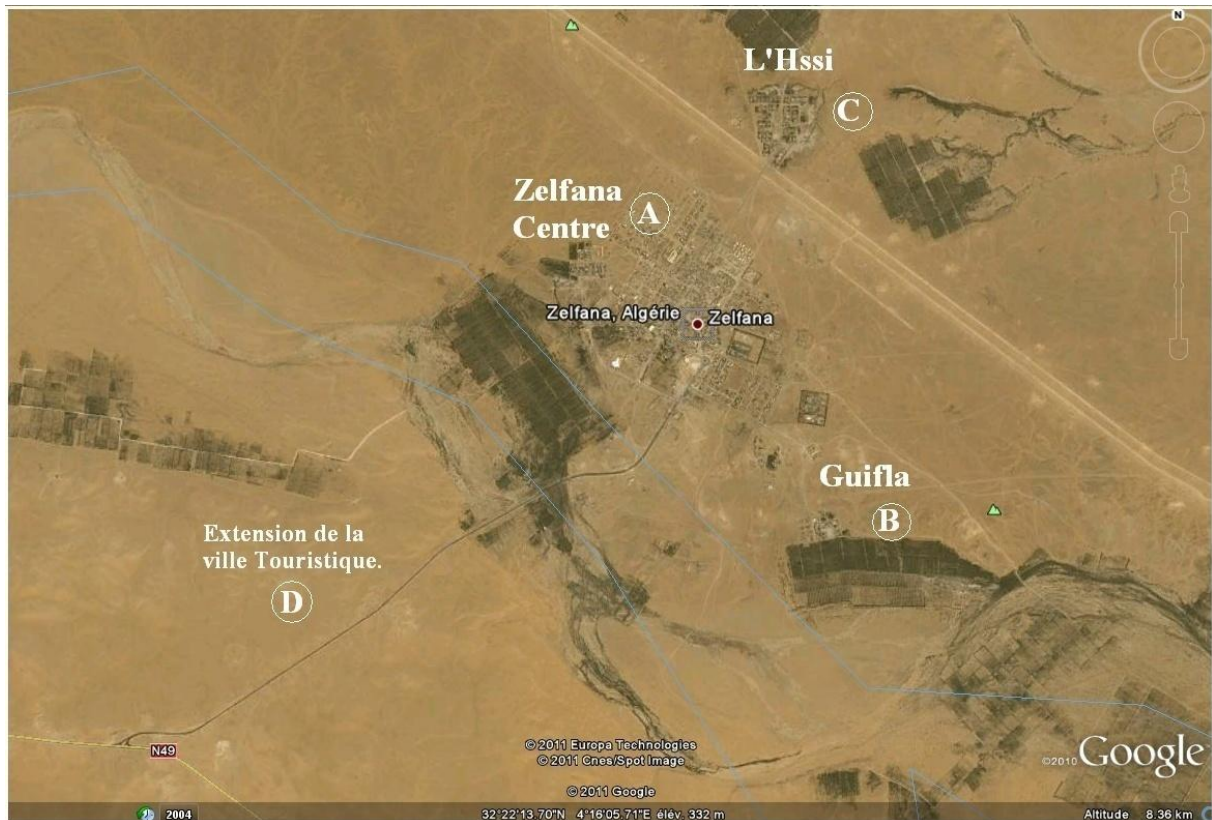


Figure 10 : Photo satellite de la ville de Zelfana (2004) « GOOGLE EARTH ».

IV.2.2. Topographie

La totalité des terrains de l'agglomération sont relativement plat "pente 4% vers la direction sud-ouest ; l'altitude moyenne est d'environ 360m.

IV.2.3. Géologie et géomorphologie

Le terrain de zelfana est le résultat des formations néogènes et revête d'origine quaternaire ou mi-pliocène. Les formations néogènes au niveau de zelfana reposent sur des formations du reste calcaires et dolomies, parfois en alternance avec des formations meubles ou de marne. Selon une étude faite par L.T.P.S ces formations mi-pliocène que marque le contact avec le II et le IV aire, allant de haut vers le bas sont :

- une croute calcaire 03m.
- des sables légèrement gypseux 03m.
- poudingues 01m.
- argiles versicolores gypseux et hydrophiles 03m.

- sables roses a gris 08m.
- sable argileux et argiles sableux 22m.

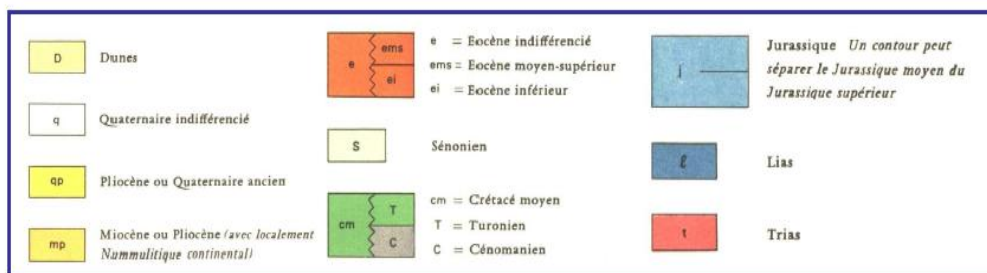
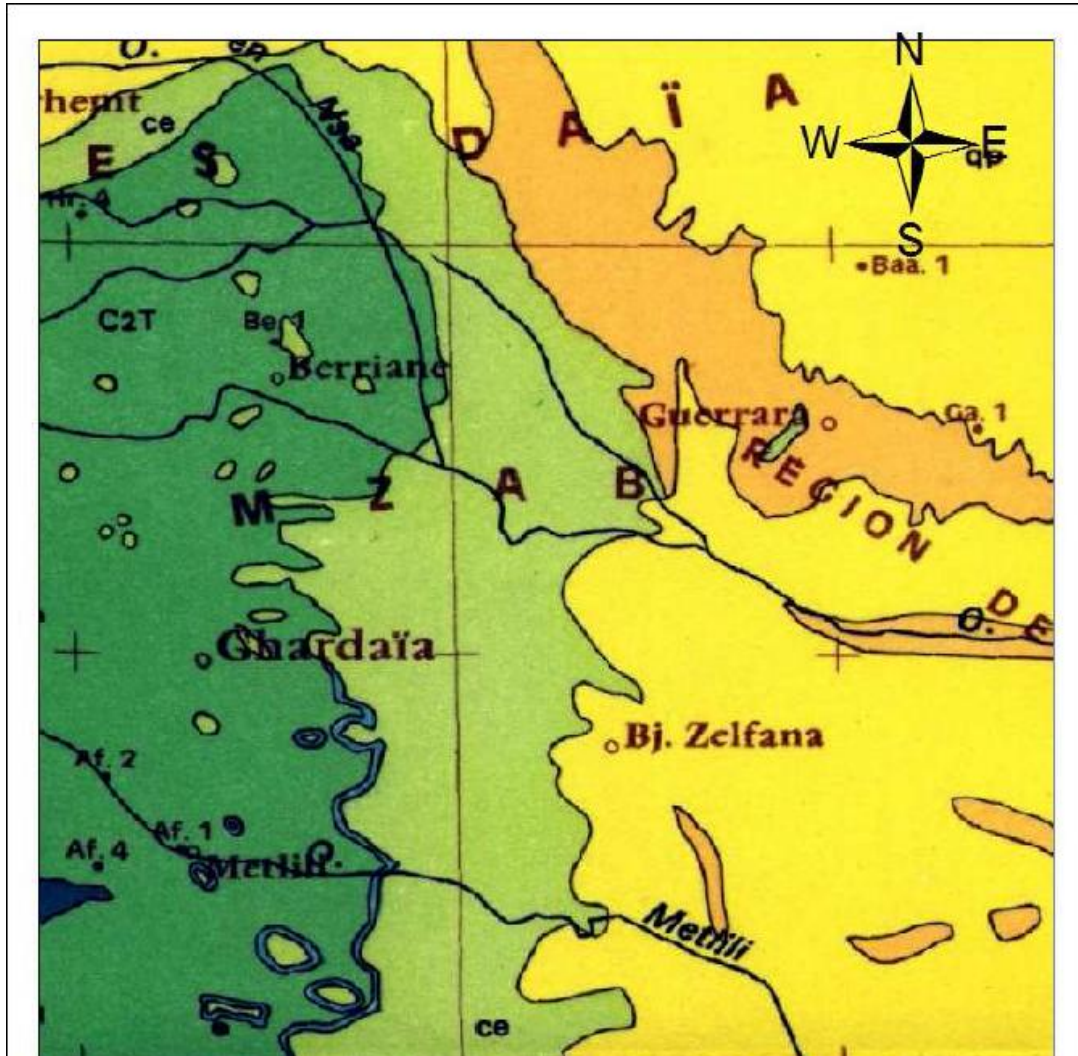


Figure 11 : coupe géologique de Zelfana (source: Hydraulique De Ghardaïa).

IV.2.4.Sol

Au terme de l'étude géotechnique entreprise dans le cadre du POS de Zelfana on peut déduire ce qui suit :

- ✓ La zone de Zelfana est réputée pour avoir un sol fissurable dans le temps. L'urbanisation est sollicitée malgré cette nature particulière du sol.
- ✓ La région se présente en terrain découvert, quasi-aride à surface pratiquement plane.
- ✓ En surface, le sol est sablo-caillouteux chargé d'éléments gypso-calcaire. A première vue, les sites en question ne montrent aucun symptôme d'instabilité si ce n'est le point ci-dessous

Indiqué. Des sondages carottés descendus jusqu'à 9m par endroit n'ont décelé aucune nappe d'eau.

- ✓ Les analyses granulométriques confirment la dominance de la proportion sableuse
- ✓ Les analyses chimiques aux sulfates montrent que, le sol est très chargé en ions sulfatés, ce qui met en évidence l'agressivité du sol vis à vis des fondations.

IV.2.5.Hydrologie

Dans le désert non seulement les précipitations sont rares et irrégulière mais l'évaporation est considérable et plus importants que le niveau précipitations.

La commune de Zelfana fait partie du bassin hydrographique du Sahara. Plus précisément à l'unité du Sahara septentrionale.

Les caractéristiques climatiques se répercutent directement sur l'hydrographie saharienne entraînant la rareté des eaux superficielles et l'importance des eaux souterraines

Le climat dominant est ce de Sahara qui est caractérisé par des hivers courts et rigoureux et des étés longs et chauds.

La pluviométrie est généralement irrégulière, avec une moyenne annuelle de l'ordre de 141mm.

Ces précipitations passent par 4 périodes majeures, la première est caractérisée par une sécheresse

La deuxième période est remarquable par une augmentation un peu remarquable toujours la troisième est la période la plus pluvieuse, la dernière période est caractérisée par une régularisation remarquable des précipitations.

Au cœur du Sahara on peut assister à des phénomènes inhabituels comme des inondations. Durant certaines années exceptionnelles, comme au début du siècle passé où en 1991 et en automne 1994 de violentes crues ont déferlé sur la vallée en causant de sérieux dégâts et aussi au dernier temps les crues d'Octobre 2008. L'oued M'Zab traverse la commune de zelfana, il traverse la la partie sud-ouest de la ville.



Figure12: Photo satellite d'Oued M'Zab (2004) « GOOGLE EARTH ».

IV.2.6.Hydrogéologie

Les eaux souterraines sont essentiellement du Continental Intercalaire. Celle ci est une nappe chaude, elle constitue par conséquent le plus important réservoir géothermique dans le Sahara algérien.

L'aquifère du Continental Intercalaire s'étend en Algérie sur une vaste superficie d'environ, 700 000 km². Elle se limite au Nord par la ligne allant de la frontière tunisienne aux environs de Bechar, à l'Est par la frontière Alger-Tunisienne et Alger-Libyenne à l'Ouest par la ligne Bechar - Adrar et au Sud la ligne In Salah et In Amenas.

La nappe albienne est définie par les formations continentales du Crétacé inférieur comprises entre le Néocomien et le Cénomanién, constituées de sables, de grès avec des intercalations d'argiles.

La nappe du Continental Intercalaire est une nappe fossile, c'est-à-dire qu'elle est faiblement alimentée par rapport à son volume considérable. Son alimentation s'effectue principalement par infiltration des eaux de ruissellement des oueds qui descendent des massifs montagneux de l'Atlas saharién. Un gradient de profondeur est observé du Sud-ouest vers le Nord-est, la profondeur moyenne au Nord-est est de près de 1000 m, la nappe affleure au Sud-ouest plus particulièrement dans les régions d'Adrar et In Salah.

L'unité du Sahara septentrionale se distingue par des ressources en eau importantes, caractérisées par deux importants aquifères qui sont la nappe du continentale intercalaire (C.I) et celle du complexe terminal (C.T). Dans cette région la nappe phréatique est également exploitée pour les besoins d'agricultures de même que pour les besoins de l'alimentation en eau potable (A.E.P).

La commune de Zelfana satisfait ses besoins en eau (AEP, AEI et irrigations), à partir de la nappe du continentale intercalaire (l'Albien). Les coupes géologiques et les différents sondages trouvés dans la documentation, montrent qu'on peut atteindre le toit de l'Albien à moins de 350m à l'Ouest de la commune, et entre 450m et 800m dans le reste de la commune.

Tableau 05 : Inventaire des infrastructures hydrogéologiques

Non du forage	Zelfana 1	Hessaie	Zelfana 4	Cimetière	EI moussalaha	Karfo - hssai guerara
Exploitant gestionnaire	APC	APC	APC	APE	APE	APE
Nappe	Albienne	Albienne	Albienne	Albienne	Albienne	Albienne
Profondeur (m)			920	1000	1000	1020
Débit mob (l/s)	10	60	60	60	45	65
Niveau statique (m)		Artésien	Artésien	Artésien	Artésien	Artésien
Débit exploitation l/s	10	60	60	60	45	65
Date mise en service	1948	1985	1978	2004	2007	2012
Volume annuelle prélevée en (m3)	262800	1892160	1892160	1892160	1419120	2049840
Utilisation des eaux (AEP, AEI, IRR)	AEP	AEP	AEP	AEP	AEP	AEP
Qualité des eaux	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne
Etat actuelle du forage	Exploite	Exploite	Exploite	Exploite	Exploite	Exploite

Tableau 06 : Ouvrages de stockage des eaux.

Commune	Réservoirs (Château d'eau)		
	Nom	Nombre	Capacité m ³
Zelfana	Château d'eau n °1	01	750m ³
	Château d'eau n °2 (Abandonné)	01	300m ³

IV.2.7. Hydrographie

Etant donnée que la région constitue l'extension naturelle de chebka, ce dernier est constitué par un réseau de vallées conforme à la topographie générale s'ordonne autour d'axes Nord - Ouest Sud - Est, grossièrement orthogonal aux lignes de relief qu'il traverse. Ces vallées qui constituent le bassin du M'Zab, se sont creusées à des époques où le réseau hydrographique était beaucoup plus actif qu'il ne l'est aujourd'hui.

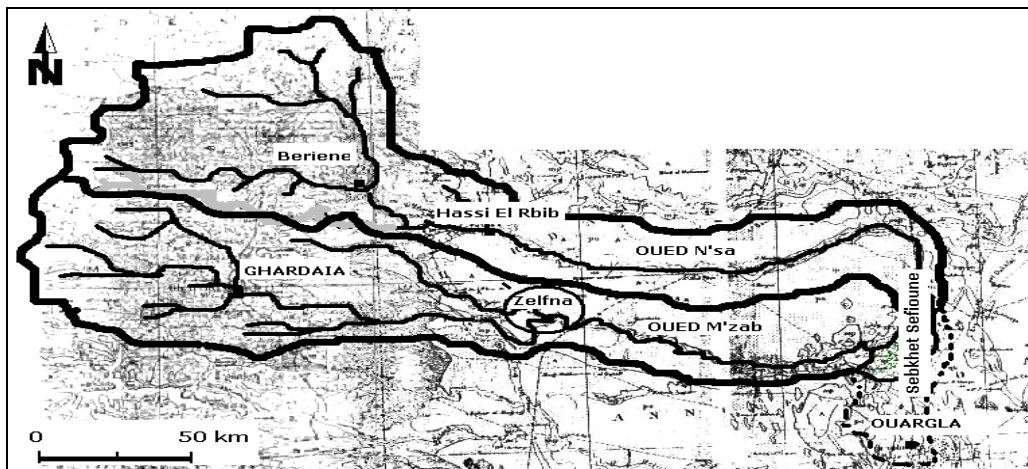


Fig13 : carte hydrographique du bassin de M'Zab

IV.2.8. Climatologie

IV.2.8.1. Aspects Généraux

La commune de Zelfana fait partie du bassin versant du Sahara septentrional.

Le climat dominant est cela du Sahara qui est caractérisé par des hivers courts et rigoureux et des étés longs et chauds.

Les valeurs des précipitations annuelles sont relativement faibles, allant de 100 à 200mm/an, par contre les températures sont extrêmement élevées peuvent atteindre 50°C.

Ces caractéristiques ont une influence directe sur l'hydrographie et les autres activités économiques de la région.

Le territoire de la commune de Zelfana s'insère dans un ensemble physique un peu vaste et très hétérogène, il présente une diversité physique mais certains éléments lui sont propres et l'individualisent :

- Le climat de la région se caractérise par une grande sécheresse de l'atmosphère laquelle se traduit par un énorme déficit de sa saturation et d'évaporation considérable ainsi la très forte insolation due à la faible nébulosité qui sous cette altitude donne l'importance accrue aux phénomènes thermiques.
- Le climat saharien se caractérise par des étés aux chaleurs torrides et des hivers doux surtout pendant la journée.
- La très faible pluviosité à l'extrême fait disparaître la couverture végétale et fait accroître l'importance du moindre souffle de vent et lui permet des actions mécaniques toujours notables.
- Apparenté au caractère fondamental du climat saharien (sécheresse de l'air) nous remarquons que les microclimats jouent un rôle considérable dans cette région du Sahara, caractérisé par l'existence des palmeraies et des petits jardins disséminés le long de la commune et au sein des palmeraies qui constituent le centre de vie des habitants de la commune.

Il faut tenir compte également du fait que les moyennes de températures sont relevées à l'ombre, et celle-ci est rare au Sahara où la température au sol peut dépasser 60°C.

IV.2.8.2. Données pluviométriques et climatologique

Les données pluviométriques et climatologiques sont obtenus a partir de la station météorologique de **Ghardaïa (DAUG, code : 60-56-60)**.

La station	Code de la station	Coordonnées		
		Latitude	Longitude	Altitude
Ghardaïa	60-56-60	32,4 N	3,81 E	450 m

A. Température

L'étude hydrologique d'une région comporte l'analyse de son bilan thermique. La température est définie comme l'état atmosphérique de l'air ; elle varie selon les altitudes et la latitude de chaque région. Les données disponibles des températures moyennes mensuelles, moyennes des maximales, les moyennes des minimales durant la période (2002-2012) sont représentées graphiquement par la figure

Tableau 07: Valeurs moyennes maximales et minimales de températures de l'air (°C)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
t moy(°C)	11,2	12,9	17,1	21,6	26	31,6	35,52	34,4	28,74	23,4	16,73	12
Tm(°C)	6,17	7,42	11	14,9	19	24,3	28,25	27,5	22,63	17,9	11,46	7,2
TM(°C)	16,8	18,4	23,1	27,7	32	38	41,8	40,6	34,9	29,2	22,44	17

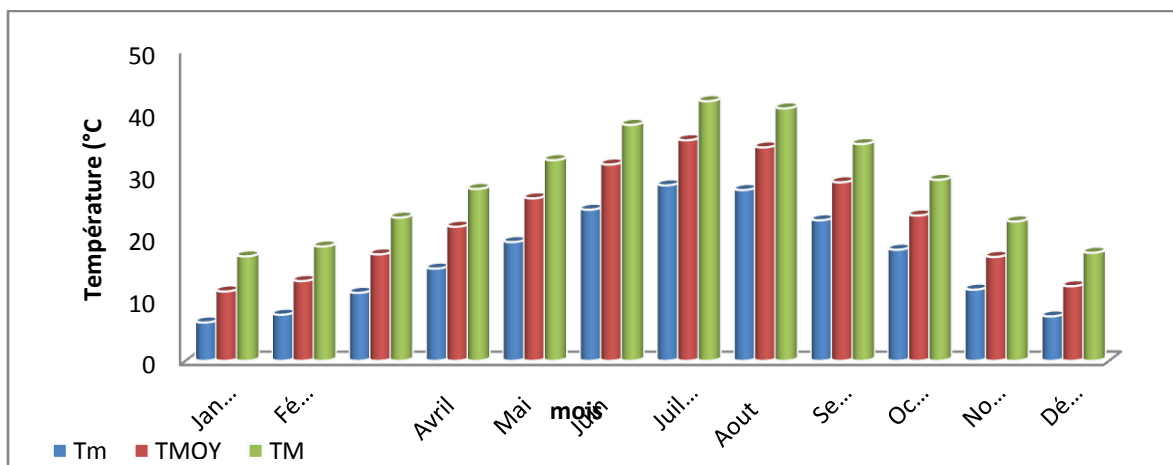


Figure 14: Variations moyennes maximales et minimales de températures de l'air (°C)

D'après le graphe, les valeurs mensuelles de la température de l'air varient avec une certaine régularité pendant l'année, avec un maximum en Juillet (35,52°C) et un minimum en Janvier (6,17 °C).

B.pluviométrie

La station pluviométrique la plus proche et la plus crédible par rapport au bassin versant d'étude est celle de Ghardaïa (DAUG : 60-56-60) qui est la plus représentative, tant pour sa période d'observation (2003-2012) que pour sa proximité de notre zone d'étude.

Les années d'observations ont été traitées en tenant compte de toute la série avec les années communes soit 10 ans d'observation complète sans lacunes qui donne une pluie moyenne annuelle de 100 mm.

La distribution mensuelle des précipitations en mm et en pourcent de la station de Ghardaïa est portée dans le tableau suivant :

Tableau 08: Répartition mensuelle des pluies moyennes annuelles

mois	jan	fev	Mar	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Des
Pmoy (mm)	11,86	1,728	11,837	8,305	2,311	4,142	3,859	9,398	18,647	14,223	5,997	3,835

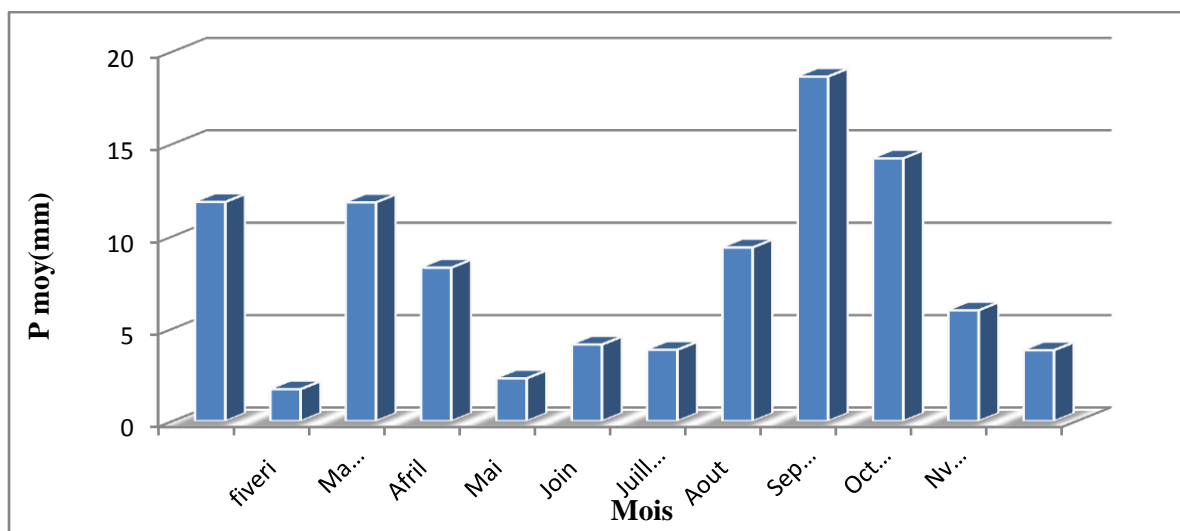
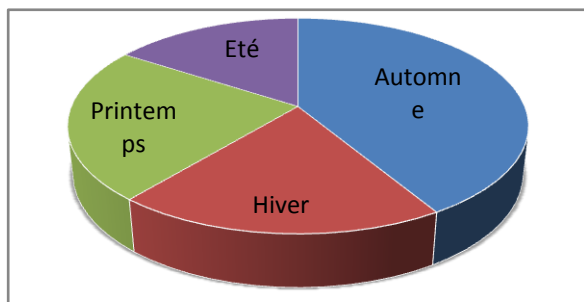


Figure15: Répartition mensuelle des pluies moyennes annuelles en %

Tableau 09 : Répartition saisonnière des pluies moyennes annuelles

Mois	Automne	Hiver	Printemps	Eté	Annuelle
P moy (%)	41.37	19.67	23.14	15.82	100

**Figure 16 : Répartition saisonnière des pluies moyennes annuelles**

C.Humidite relative de l'air

Les variations de l'humidité relative de l'air sont fondamentalement conditionnées par les variations de la température et par la nature des masses d'air locales. On admet que la variation de la température de l'air provoque, en règle générale, une variation contraire de l'humidité relative de l'air. La distribution spatiale des valeurs de l'humidité de l'air et variations journalières et annuelles, peuvent être modifiées par l'action des facteurs locaux.

Tableau 10 : les valeurs moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air.

Mois	JAN	fév	mar	avr	mai	juin	juil	aut	sep	oct	nov	dec
H(%)	11,76	9,88	8,45	7,58	6,33	5,43	4,57	5,51	7,89	9,72	10,92	11,94

Le mois durant lequel on enregistre les valeurs les plus basses sont le mois de Juillet avec une valeur d'humidité relative de 4,57%. C'est pour les mois de décembre qu'on enregistre les valeurs les plus élevées, autour de 11,94%.

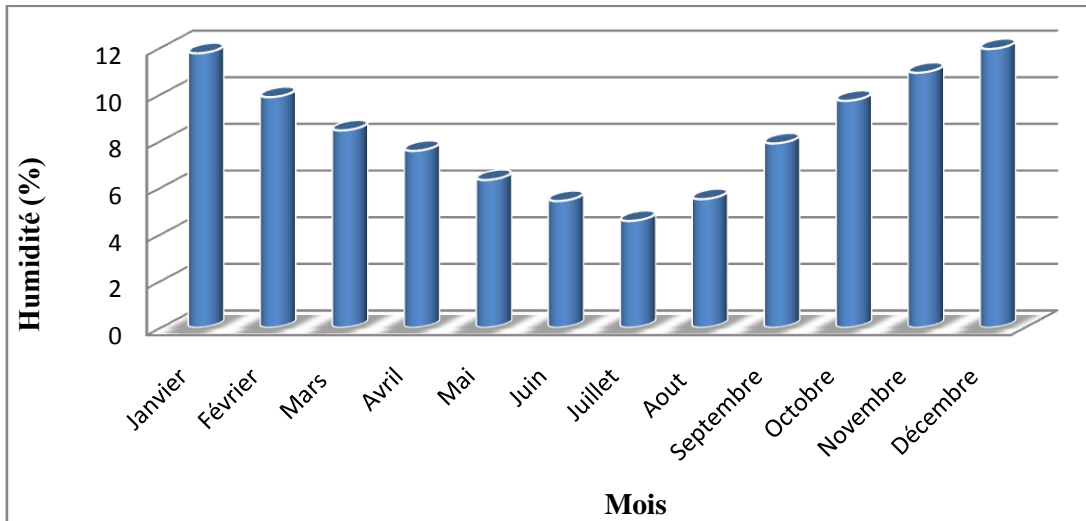


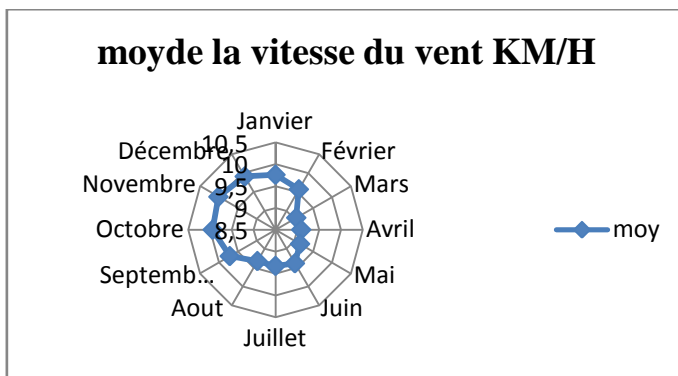
Figure 17: Humidité Relative de l'air

D. Vitesse du vent

Tableau N11 : les valeurs moyennes mensuelles de la vitesse du vent (m/s)

mois	jan	fév	Mar	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Des
V (m/s)	9,76	9,57	9,05	9,09	9,15	9,39	9,33	9,33	9,71	9,94	10,01	9,91

La vitesse moyenne du vent présente une petite variation pendant toute l'année, en oscillant entre une valeur minimale en mars de l'ordre de 9,05m/s, et une valeur maximale de 10,01m/s environ en novembre. Le graphique ci-après présente une illustration de ce paramètre sur l'année.



Figur18: Valeurs moyennes de la vitesse du vent (m/s)

E. Diagramme ombro_thermique de GAUSSEN

Le diagramme ombro-thermique de BAGNOULS et GAUSSEN permet de suivre les variations saisonnières de la réserve hydrique. Il est représenté (Fig2) :

- ✓ En abscisse par les mois de l'année.
- ✓ En ordonnées par les précipitations en mm et les températures moyennes en C°.
- ✓ Une échelle de $P=2T$.

Tableau12 : Valeurs moyennes mensuelles des précipitations et des températures (2003-2012)

mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
t moy(°C)	11	13	17	22	26	32	36	34	29	23	17	12
Pmoy (mm)	12	1,73	12	8,31	2,3	4,1	3,9	9,4	19	14,2	6	3,8

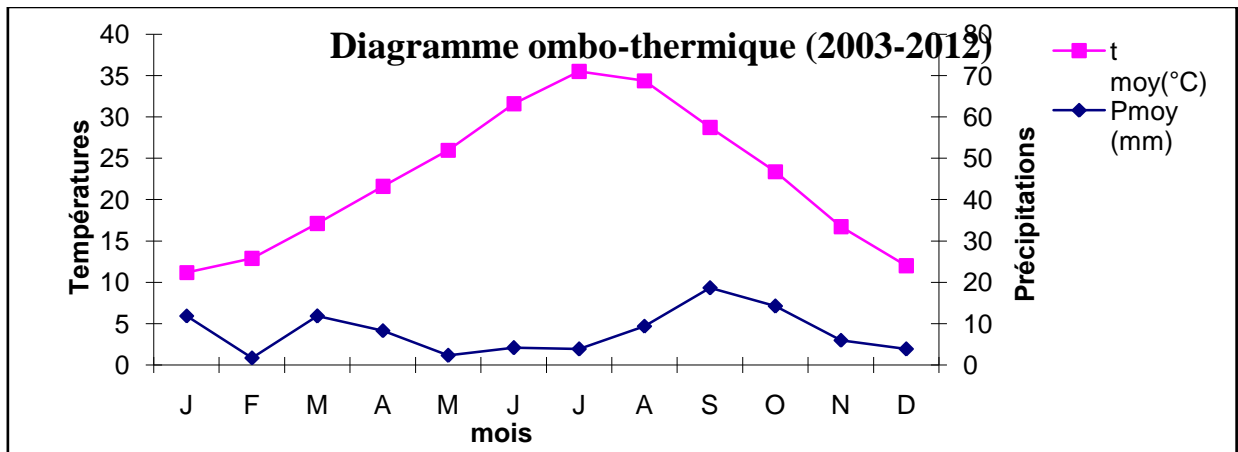


Figure 19 : de Diagramme ombro-thermique GOUSSEN de Ghardaïa (2003-2012).

F.Conclusion

- La région de Zelfana est l'une des communes de Ghardaïa, Elle appartient au bassin versant du Sahara Septentrional.
- Le climat dominant est ce de Sahara qui est caractérisé par des hivers courts et rigoureux et des étés longs et chauds.
- Les températures sont extrêmement élevées peuvent dépassées 40° en Eté.
- La pluviométrie est généralement irrégulière, avec une moyenne annuelle de l'ordre de 100mm.

CHAPITRE V: Aspect socio-économique

APERCU HISTORIQUE

Avant son urbanisation, la région de ZELFANA était un point de rencontre et de passage entre le Sud-est et le Sud-ouest et le Centre. Elle était le point de rencontre de toutes les caravanes. Après le forage du premier puits en 1947, Zelfana a connu une grande activité urbanistique où se sont fixés les habitants venus des villes avoisinantes : METLILI, GHARDAIA, et OUARGLA Composés surtout de fellahs et d'éleveurs, ils s'adonnèrent à leur activité principale à savoir la culture des palmiers.

La réputation de ZELFANA s'est faite autour de ses sources thermales et de ses eaux hautement curatives, elle est une commune en 1985 et au rang de Daïra en 1991.

V.2. LES ACTIVITÉS ÉCONOMIQUES DE ZELFANA

La population active est estimée à fin 2008 (sur la base des résultats du RGPH 2008) à 2 100 actifs, soit un taux d'activité de 22 %. La population occupée se chiffre à 1 350 employés soit 75 % de la population active, les sans travail représentent 35 % de la population active.

La population occupée est répartie (estimation) comme suit :

- ❖ Les secteurs primaire et tertiaire offrent presque le même nombre d'emploi au sein de la commune.
- ❖ Le secteur primaire (agriculture) occupe 500 personnes soit 37 % du total des occupés. C'est en effet, le secteur qui emploie le plus grand nombre de personnes.
- ❖ Il est à signaler que la majorité des emplois, relevant du secteur tertiaire sont offerts en agglomération chef-lieu qui dispose d'équipements collectifs.
- ❖ Le secteur secondaire crée en quelque sorte une concurrence aux deux autres secteurs. En effet, ce secteur qui regroupe le B T P et l'industrie totalise un effectif de 430 occupés, soit presque 30% du total.

- L'industrie présente un total de 300 occupés soit 67% par rapport au secteur secondaire et 22% par rapport au total, donc l'industrie paraît importante comparée aux autres branches du secteur tertiaire
- Les femmes occupées représentent 6 % de population occupée totale. L'emploi féminin se concentre dans la branche services /administration avec environ 12 % de l'effectif de la branche.

Sur la base des prévisions de la population active, et pour réduire le taux de chômage estimé à 35 %, il faudra créer pour le court terme 300 emplois (dont 30% pour l'agriculture), pour le moyen terme 530 et pour le long terme 700 emplois (Selon les données du PDAU).

V.3. Secteur touristique a zelfana

La wilaya de Ghardaïa présente un intérêt touristique important. Elle offre une multitude de curiosités (naturelles, historique culturelles) telles que la vallée du M'Zab, la région de METLILI, les oasis de Zelfana, SEBSEB et EL-MENEA.

La source thermale de Zelfana est certainement un des principaux pôles d'attraction du tourisme saharien. Elle est bien visitée par les touristes individuels qu'à travers de nombreux circuits organisés par les agents de tourisme. Ces sources présentent une vocation nationale et un intérêt thérapeutique de premier ordre qui nécessite une mise en valeur compte tenu de l'importance et des besoins exprimés en la matière.

V.4. Topologies D'habitat

L'aspect général des constructions à la commune revêt un cachet traditionnel de type individuel avec l'existence de quelques logements type semi-collectif.

La typologie de l'habitat autorisée pour la commune de Zelfana, est en grande partie individuelle. Cette typologie est la mieux adaptée pour le mode de vie de la population ainsi qu'aux conditions climatiques de la région.

Toutefois, le semi collectif est autorisé notamment pour la CNEP, OPGI, CNL,...etc et également les coopératives et les logements de fonction et ceci sans dépasser le Rez-de chaussée.

V.5. Estimation des besoins en eau

V.5.1. Introduction

L'estimation des besoins en eau d'une agglomération nous exige de donner une norme fixée pour chaque catégorie de consommateur. cette norme unitaire (dotation) est définie comme un rapport entre le débit journalier et l'unité de consommateur (agent, élève, lit...).

Cette estimation en eau dépend de plusieurs facteurs de l'évolution de la population, des équipements sanitaires, du niveau de vie de la population ...).elle diffère aussi d'une période à un autre et d'une agglomération à un autre.

L'étude présente, se base sur le recensement de l'APC, les orientations des plans d'urbanisation et des équipements.

V.5.2. l'évolution de la population

La population est un paramètre déterminant et statistique dans toute L'étude de planification et d'élaboration d'un projet d'alimentation en eau potable, donc son exploitation ultérieure, pour les besoins en eau varient non seulement avec l'évolution démographique, le niveau de vie de la population, mais aussi avec la diversité des activités locales et les extensions.

❖ Population actuelle

La population de référence qui sera prise dans notre étude est celle obtenue par le **RGPH2008** et sur laquelle on se basera pour l'évaluation de la population pour les différents termes.

P₀=10136 habitants (données recueillis auprès de L'A.P.C du ZELFANA).

❖ Période envisage pour l'étude

D'une part l'horizon prévu pour cette étude est l'an **2040** soit au bout de **28** ans. D'autre part Au-delà de cet horizon, l'estimation devient grossière en raison des incertitudes sur les différentes évolutions de l'agglomération.

❖ Accroissement de la population

La croissance démographique (ou croissance de la population) représente la variation de la population dans le temps.

Un taux d'accroissement démographique de l'ordre de 2,53 % par an en 2008. La répartition de la population par sexe est représentée par 50,5 % Masculin contre 49,5 % Féminin. La daïra de Zelfana couvre une superficie de 2400 km², soit une densité moyenne de peuplement de 4 habitants/ km².

L'exploitation des données de l'Etat civil a donné les résultats suivants pour l'année 2008 :

- ✓ Taux de natalité : 2,20%.
- ✓ Taux de mortalité : 0.26 %.
- ✓ Taux de mortalité infantile : 2,72 %.
- ✓ Taux de croissance : 2,53 %.

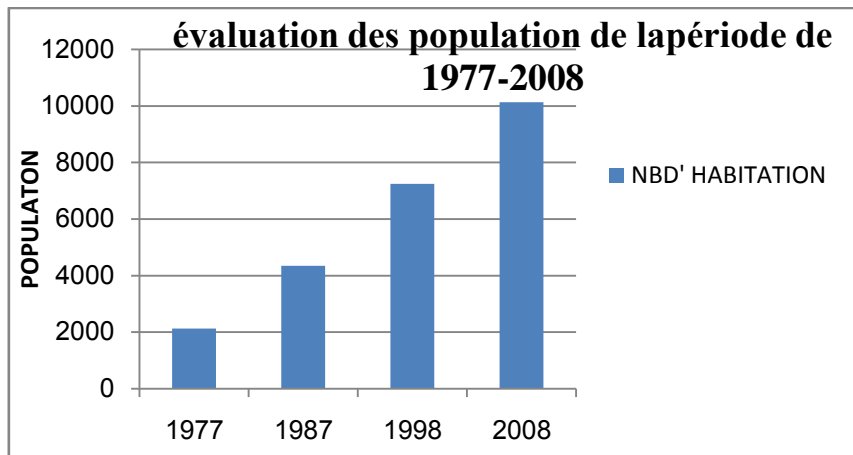
La population de Zelfana s'est accrue de 18 % du R.G.P.H 2002 à 2008 ; elle se caractérise par un fort taux d'accroissement démographique 2,53 %, un faible taux d'urbanisation 60 %, et une forte concentration de la population dans les agglomérations chefs-lieux 84 %.

La région de zelfana contient 1723 parcs logement, et 10136 habitant(en 2008).

Pour suivre cette évolution, la consultation des résultats des R.G.P.H qu'a connus L'Algérie depuis le recouvrement de l'indépendance nationale s'avère inévitable.

Tableau 13 : Historique de la croissance de la population de la cour de la période (1977-2008).

Année	1977	1987	1998	2008	2012 (estimation) pour centre centre ville de zelfana
Zelfana	2123 hab	4345 hab	7241hab	10136 hab	16275 hab



Figur20: Histogrammes de l'évolution de la population

❖ **Estimation du NB de population pour centre ville de zelfana (centre d'étude)**

La ville de zelfana contient 2325 logements, et chaque logement contient 7 personnes, donc le NB de population est calculé comme la relation suivante :

NB de logements * le NB de personnes de chaque logement

AN : $2325 * 7 = 16275$ habitants.

➤ **Évolution de la population**

$$P_f = P_0 (1+t)^n$$

P_f : NB de population au futur.

P_0 : NB de population actuel.

N : NB de l'année.

T : taux d'accroissement ($t = 2,53\%$).

➤ **Calcul du NB de population à moyen terme (pour centre ville de zelfana)**

$$P_{2020} = P_{2012} (1+0.0253)^8$$

AN) $P_{2020} = 16275 (1+0.0253)^8 = 19876$

$$\mathbf{P_{2020} = 19876 \text{ habitants.}}$$

➤ **Calcul de NB de population au long terme (pour centre ville de zelfana)**

$$P_{2040} = P_{2020} (1+0.0253)^{20}$$

AN) $P_{2040} = 19876 (1+0.0253)^{20} = 32760$ habitants.

P2040= 32760 habitants.

Tableau 13 : évolution de la population pour la période (2008-2040).

Année	2008	2012	2020	2040
Population	10136	16275	19876	32760

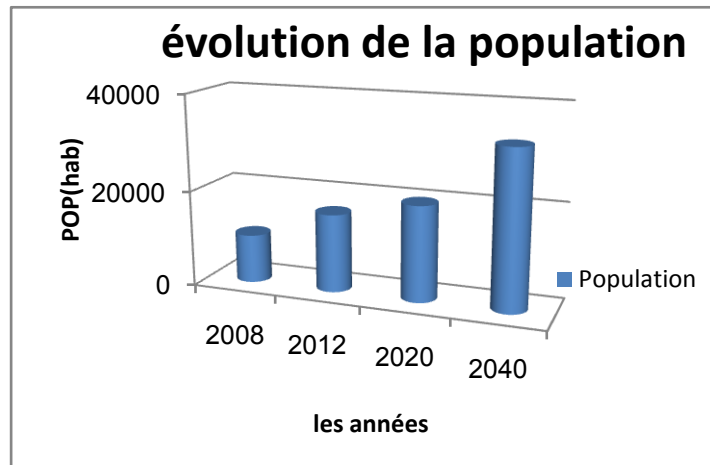


Figure21: Histogrammes de l'évolution de la population pour la période (2008,2040).

V.5.3. Evaluation du besoin par catégorie du centre ville de zelfana (centre d'étude)

Pour établir un projet d'alimentation en eau potable, et donc son exploitation ultérieure, il faut savoir la quantité d'eau globale qu'on exige et le régime des consommations de cette quantité, donc il est nécessaire de procéder à un recensement de toutes les catégories de consommations rencontrées au niveau du ZELFANA. Les besoins en eau potable seront déterminés d'après les données recueillies du PDAU, de l'enquête faite au niveau de L'A.P.C de ZELFANA.

La dotation

C'est le débit journalier par rapport au NB de la population, elle estimée de : 200 l/J/HAB.

V.5.3.1. Les besoins domestiques

Les besoins domestiques de la population sont présentés sur le tableau suivant :

Tableau 14 : évaluation des besoins domestique pour différent terme

Horizon	NB de population	la dotation (l/J/H)	débit journalière (m ³ /j)	débit journalière (L/S)
2012	16275	200	3255	37,67
2020	19876	200	3975,20	46,00
2040	32760	200	6552	75,83

V.5.3.2. les besoins scolaire

Les besoins scolaire sont présentés sur le tableau suivant :

Tableau 15: Besoins scolaires

Désignation	Nb			Nb d'élèves			Dotation (l/j/e)	Consommation (m ³ /j)			Consommation (l/s)		
	A	M.T	L.T	A	M.T	L.T		A	M.T	L.T	A	M.T	L.T
Ecole	05	08	13	1526	1864	3072	15	22.89	27.96	46.08	0.26	0.32	0.53
CEM	03	03	05	1089	1330	2192	15	16.34	19.95	32.88	0.19	0.23	0.38
Lycée	01	02	02	730	892	1469	15	10.95	13.38	22.04	0.13	0.15	0.26
C.F.P.A	01	02	02	450	630	1043	15	6.75	9.45	15.65	0.08	0.11	0.18
Total :								56.93	70.74	116.65	0.66	0.81	1.35

V.5.3.3. Les besoins sanitaires

Les besoins sanitaire sont présentés sur le tableau suivant :

Tableau 16: Besoins sanitaire

Désignation	Nb			unité	Dotation (l/j/l)	Consommation (m ³ /j)			Consommation (l/s)		
	A	M.T	L.T			A	M.T	L.T	A	M.T	L.T
01 Hôpital	40lits	100	200	40	100	4	10	20	0.05	0.12	0.23
Pharmacie 3	02	04	08	3	50	0.3	0.6	1.2	0.003	0.007	0.01
Salles de soin 15	03	04	05	15	100	4.5	6	7.5	0.05	0.07	0.09
Total :						8.8	16.6	28.7	0.103	0.197	0.33

V.5.3.4. Besoins sportifs

Les besoins sportif sont présentés sur le tableau suivant :

Tableau 17: Besoins sportif

Désignation	Nb			unité	Dotation (l/j/U)	Consommation (m ³ /j)			Consommation (l/s)		
	A	M.T	L.T			A	M.T	L.T	A	M.T	L.T
alle de spor	01	02	04	100	100	10	20	40	0.12	0.23	0.46
T de foot	01	02	03	50	100	5	10	15	0.06	0.12	0.17
Total :						15	30	55	0.18	0.35	0.63

V.5.3.5. besoins socioculturels

Les besoins socioculturels sont présentés sur le tableau suivant :

Tableau 18: Besoins socio-culturels

Désignation	Nb			Nb de fidèle			Dotation (l/j/f)	Consommation (m ³ /j)			Consommation (l/s)		
	A	M.T	L.T	A	M.T	L.T		A	M.T	L.T	A	M.T	L.T
Mosquée	03	06	08	2000	3000	4000	20	40	60	80	0.46	0.69	0.93
Bibliothèque	01	02	03	200	400	600	10	02.00	04.00	06.00	0.02	0.05	0.07
Zaouïa	02	02	02	800	800	800	50	40.00	40.00	40.00	0.46	0.46	0.46
Total :								82	104	126	0.94	1.2	1.46

V.5.3.6. besoins administratifs

Les besoins administratifs sont présentés sur le tableau suivant :

Tableau 19: Besoins administratifs

Désignation	nb		Unité	Dotation (l/j/u)	Consommation (m ³ /j)		Consommation (l/s)	
	A	F			A	F	A	F
Daïra	01	01	40	20	0.8	0.8	0.01	0.01
A .P.C	01	01	50	20	1	1	0.01	0.01
P.T.T	01	01	20	20	0.4	0.4	0.005	0.005
Gendarmerie	02	02	40	20	1.6	1.6	0.02	0.02
Sureté urbaine	00	01	/	20	/	/	/	/
P .civil	01	01	20	20	0.4	0.4	0.005	0.005
SD.HY + SD.AG	01	01	15	20	0.3	0.3	0.003	0.003
ADE	01	01	5	20	0.1	0.1	0.001	0.001
Travaux publique	01	01	5	20	0.1	0.1	0.001	0.001
CNAC	01	01	10	20	0.2	0.2	0.002	0.002
Habitat	01	01	10	20	0.2	0.2	0.002	0.002
Finance	01	01	10	20	0.2	0.2	0.002	0.002
ADS	01	01	10	20	0.2	0.2	0.002	0.002
Bureau d'emploi	01	01	10	20	0.2	0.2	0.002	0.002
caserne	01	01	30	20	0.6	0.6	0.01	0.01
G. Communal	01	01	30	20	0.6	0.6	0.01	0.01
Total					6.9	6.9	0.09	0.09

V.5.3.7. Besoins commerciaux

Les besoins commerciaux sont présentés sur le tableau suivant :

Tableau 20: besoins commerciaux

Désignation	Nb			unité	Dotation (l/j/U)	Consommation (m ³ /j)			Consommation (l/s)		
	A	M.T	L.T			A	M.T	L.T	A	M.T	L.T
Café	10	15	20	6	10	0.6	0.9	1.2	0.006	0.01	0.01
Boulangerie	02	03	04	6	10	0.12	0.18	0.24	0.001	0.002	0.005
Restaurant	10	15	20	60	10	6	9	12	0.07	0.10	0.14
Boucherie	04	06	08	2	50	0.8	1.2	1.6	0.01	0.013	0.02
St-service	01	02	02	15	50	0.75	1.5	1.5	0.01	0.02	0.02

Marché	01	02	02	50	10	0.5	1	1	0.01	0.01	0.01
ammam piscir	04	06	08	750	200	600	900	1200	6.94	10.42	13.89
Total :						608.77	913.78	1217.54	7.05	10.58	14.10

V.5.3.8. Besoins divers

Les besoins divers sont présentés sur le tableau suivant :

Tableau 21: Besoins divers

Désignation	Nb			unité	Dotation (l/j/U)	Consommation (m ³ /j)			Consommation (l/s)		
	A	M.T	L.T			A	M.T	L.T	A	M.T	L.T
Entreprise	04	06	08	10	40	1.6	2.4	3.2	0.02	0.03	0.04
Park APC	03	03	03	15	40	1.8	1.8	1.8	0.06	0.06	0.06
Park CAPS	01	01	01	8	30	0.24	0.24	0.24	0.003	0.003	0.003
Total :						3.64	4.44	5.24	0.083	0.093	0.103

V.5.3.9. Besoins touristiques

Les besoins touristiques sont présentés sur le tableau suivant :

Tableau 22: Besoins touristiques

Désignation	nb			Capacité (lits)			Dotation (l/j/lit)	Consommation (m ³ /j)			Consommation (l/s)		
	A	M.T	L.T	A	M.T	L.T		A	M.T	L.T	A	M.T	L.T
Centresde repos	7	25	20	500	1000	1500	150	75	150	225	0.87	1.74	2.60
Hôtels	01	02	03	70	140	210	200	14	28	42	0.16	0.3	0.5
hébergement	01	02	02	50	100	100	200	10	20	20	0.12	0.2	0.2
Total :								99	198	287	1.15	2.24	3.3

V.5.3.10. Les besoins récapitulatifs total

Tableau 23: Tableau récapitulatif des différents besoins Des équipements

Désignation	Consommation (m ³ /j)			Consommation (l/s)		
	A	M.T	L.T	A	M.T	L.T
Scolaires	56.93	70.74	116.65	0.66	0.81	1.35
Sportifs	15.00	30.00	55.00	0.18	0.35	0.63
Sanitaires	8.80	16.60	28.70	0.10	0.20	0.33

Socio-culturels	82.00	104.00	126.00	0.94	1.20	1.46
Commerciaux	608.77	913.78	1217.54	7.05	10.58	14.10
Administratifs	6.90	6.9	6.9	0.09	0.09	0.09
Divers	3.64	4.44	5.24	0.08	0.09	0.10
Touristiques	99.00	198.00	287.00	1.15	2.24	3.30
Total	881,04	1344,46	1843,03	10.25	15,56	21,36

V.6. Calcule des debits

V.6.1. Debit moyen journalier

Le débit moyen journalier représente la somme des débits des besoins domestique et les débits des équipements).

Q Moy j = Σ (Besoins domestique + Besoins des équipements) + pertes dans le réseau (30%).

Le débit de besoin domestique est : 3255(m³/j) ou 37,67(l/s) .

Le débit de besoin des équipements : **881,04 (m³/j) ou 10.25 (l/s).**

La somme =**4136,04 (m³/j) ou 47.92 (l/s).**

AN : Q Moy j = 4136,04 + 0.3 = **4136,34 (m³/j)** ou Q Moy j = 47.92 + 0.3 = **48.22(l/s).**

Q Moy j = (m³/j) Ou **Q Moy = 49.65 (l/s)**

V.6.2. débit de Pointe

$$Q_p = K_p \times Q \text{ Moy } j$$

K_p : coefficient de pointe, avec K_p .

$$K_p = 1.5 + 2.5/\sqrt{Q} \text{ (en L/S)}$$

$$K_p = 1.5 + 2.5/\sqrt{49.65} = 1.85.$$

$$Q_p = K_p \times Q \text{ Moy } j = 1.85 \times 4261.34 = 7883.48 \text{ (m}^3\text{/j).}$$

$$Q_p = 7883.48 \text{ (m}^3\text{/j)}$$

$$\text{Ou } Q_p = 1.86 \times 49.65 = 91.85 \text{ (l/s).}$$

$$Q_p = 91.85 \text{ (l/s)}$$

CHAPITRE VI : Les infrastructures hydrauliques

VI.1. Situation hydrique

Actuellement l'utilisation, sans compter les réservoirs d'eau fossile située dans la couche géologique du continent intercalaire.

Les forages sont cherché l'eau à de grandes profondeurs. On parle d'une réserve située en dessous du grand Erg Oriental mais quelques soient les estimations, il n'y a qu'une certitude : ces réserves ne sont pas réalisées et donc limitées dans le temps.

Actuellement, l'alimentation en eau s'effectue par des forages puisant l'eau fossile de la nappe albienne (continental intercalaire) dont les réserves sont estimées à 15.000 milliards m³.

VI.2. Ressources hydriques

- **Les eaux de surface :**

Ces eaux sont quasiment insignifiantes en raison de la rareté des précipitations, le site étudié est drainé (en cas des crues) par des chaabets de direction Sud-est au Nord-Ouest qui s'écoulent vers Oued M'Zab

- **Les ressources en eaux souterraines :**

Sont localisées dans trois niveaux aquifères différents :

La nappe phréatique qui est une nappe libre dont l'alimentation dépend des précipitations et de retour d'excès d'eau d'irrigation ; on la trouve principalement sous les fonds des vallées sous la forme de nappes d'infiltration - flux dans les alluvions (jusqu'à 60 m de profondeur);

La nappe du complexe terminal qui regroupe deux aquifères :

- nappe du miopliocène sableux présente principalement au Sud-est (90 m de profondeur);
- nappe des calcaires du sénonien et l'éocène au nord - est (160 m de profondeur) ;

A Zelfana, la nappe du complexe terminal se confond avec la nappe superficielle que l'on a pu nommer "nappe phréatique du M'Zab"; les eaux y étaient naturellement de bonne qualité mais sont aujourd'hui, presque partout souillées par des infiltrations non contrôlées.

La nappe du continental intercalaire contenue dans les niveaux sablo - gréseux de l'Albien que l'on trouve, à des profondeurs variables, à travers toute la wilaya. A Zelfana La nappe du continental intercalaire est exploitée par des forages de profondeurs variables qui peuvent atteindre 1 200 m. Les débits unitaires moyens sont de 70 à 80 l/s. La nappe est artésienne, mais le niveau de refoulement n'atteint le haut du puits qu'en peu d'endroits. Il faut noter que les forages profonds sont coûteux et posent des problèmes de maintenance non résolus qui raccourcissent leur durée de vie.

VI.3. Hydrologie

Dans le désert non seulement les précipitations sont rares et irrégulière mais l'évaporation est considérable et plus importants que le niveau précipitations.

La commune de Zelfana fait partie du bassin hydrographique du Sahara. Plus précisément à l'unité du Sahara septentrionale.

Les caractéristiques climatiques se répercutent directement sur l'hydrographie saharienne entraînant la rareté des eaux superficielles et l'importance des eaux souterraines

Le climat dominant est ce de Sahara qui est caractérisé par des hivers courts et rigoureux et des étés longs et chauds.

La pluviométrie est généralement irrégulière, avec une moyenne annuelle de l'ordre de 141mm.

Ces précipitations passent par 4 périodes majeures, la première est caractérisée par une sécheresse

La deuxième période est remarquée par une augmentation un peu remarquable toujours la troisième est la période la plus pluvieuse, la dernière période est caractérisée par une régularisation remarquable des précipitations.

Au cœur du Sahara on peut assister à des phénomènes inhabituels comme des inondations. Durant certaines années exceptionnelles, comme au début du siècle passé où en 1991 et en automne 1994 de violentes crues ont déferlé sur la vallée en causant de sérieux dégâts et aussi au dernier temps les crues d'Octobre 2008. L'oued M'Zab traverse la commune de zelfana, il traverse la partie sud-ouest de la ville.



Figure 22: Photo satellite d'Oued M' Zab (2004) « GOOGLE EARTH ».

VI.4. Réseau d'AEP

VI.4.1. Définition

Le réseau de distribution est un système de conduites connectées entre elles. L'eau est distribuée à partir de ce réseau qui doit être dimensionné de telle façon à assurer le débit et la pression nécessaires à chaque consommateur.

VI.4.2. Choix du type de réseau de distribution

Suivant la structure et l'importance de l'agglomération on distingue les différents types des réseaux de distribution dont :

- 1- Réseau ramifié.

- 2- Réseau maillé.
- 3- Réseau combiné.
- 4- Réseau étagé.
- 5- Réseau à alimentation distinctes.

➤ **Remarque**

Dans le centre ville de zelfana, le réseau utilisé est un réseau mixte : entre réseau maillé et réseau ramifié.

La longueur de réseau d'AEP utilisé dans le centre ville de zelfana est : 46099mètre.

VI.5. Les conduites utilisées

VI.5.1. Définition

Les conduites permettent le cheminement de l'eau d'un point à un autre point du réseau.

Il ya différents types des conduites :

- les conduites en plastique : c'est les conduites en PVC (conduites en polychlorure de vinyle), et les conduites en PEHD (conduites en polyéthylène haute densité).
- les conduites en béton armé.
- les conduites en acier.
- les conduites en fonte.

Les conduites utilisées dans le réseau d'AEP dans le centre d'étude sont : des conduites en plastique (PVC, et PEHD), en AC, et en béton armé.

Et différents diamètres comme dans le tableau suivant :

Tableau 24 : Les conduites utilisées

type	PVC	AC	PEHD
Le diamètre (mm)	40,50, 63,75,90	0,90,100, 125,150,200	(20→27),110,160, 200,250

Pour le type de PEHD : le diamètre de (20--27) utilisée pour les maisons, et le grand diamètre de 250 utilisée pour l'adduction.

VI.6. Châteaux d'eau(les réservoirs)

VI.6.1. Définition

Un château d'eau est une construction destinée à entreposer l'eau, et placée en général sur un sommet géographique pour permettre de la distribuer sous pression.

Il existe deux (2) châteaux d'eau utilisé dans le centre d'étude.

Le type de château d'eau utilisée dans la ville de zelfana est réservoir de type cylindrique.

Tableau25 : ouvrages de stockage des eaux

Commune	Réservoirs (Château d'eau)		
	Nom	Nombre	Capacité m ³
Zelfana	Château d'eau n °1	01	750m ³
	Château d'eau n °2 (Abandonné)	01	300m ³

VI.6.2. Vérification du volume

$$V_{tr} = V_{eq} + V_r + V_{Inc} + V_{major}$$

V_{tr} : volume totale de réservoir

V_{eq} : volume d'équipements, $V_{eq} = 20\% V_r$.

➤ V_r : volume du réservoir, $V_r = Q \cdot 1 \text{ jour}$.

➤ V_{Inc} : volume d'incendie, $V_{Inc} = 20\% V_r$.

➤ V_{major} : $V_{major} = 10\% V_r$.

$$AN: V_{TR} = 2355 + 471 + 471 + 235.5 = 3532.5 \text{ m}^3$$

$V_{TR} = 3532.5 \text{ m}^3$

On trouve le volume total de 3532.5 m^3

La capacité de stockage demandée est estimée à 3532.5m^3 , or, que 750 m^3 représente la capacité du réservoir existant. Donc il est indispensable de projeter un nouveau réservoir pour répondre aux besoins.

Notons que le deuxième réservoir existant à Zelfana et qui a une capacité de 300 m^3 est en mauvais état c'est pour cela qu'il n'est plus en marche.

La commune est caractérisée à des autres communes par les tourisms, donc le volume du réservoir n'est pas constant, elle est toujours variable.

VI.6.3. Dimensionnement du réservoir

On a le volume calculé est $=3532.5\text{m}^3$

L'hauteur du resrvoir: L'hauteur du réservoir est varier entre 4 à 5mètre, je prend l'hauteur = 5mètre.

La surface : La surface = le volume / L'hauteur du réservoir.

AN : La surface $= 3532.5 / 5 = 706.5\text{ m}^2$

La surface = 706.5 m²

Le diamètre : le diamètre = la racine de $(4 * \text{la surface} / 3.14)$.

AN : $D = \sqrt{(4 * 706.5 / 3.14)} = 30\text{ m}$

Le diamètre = 30 m

VI.7. Les forages

VI.7.1. Définition

Un forage est un trou creusé dans la terre, l'équipement du trou tel les tubages et de manière générale les moyennes techniques permettant de creuses varient en fonction de son dimensionnement et de ses objectifs.

Il existe deux (02) forages d'eau utilisé pour l'alimentation en eaux potable dans le centre ville de zelfana. et un autre forage pour l'irrigation.

Les caractéristiques de ces deux forages sont présentées dans le tableau suivant :

VII.7.2. Les caractéristiques des forages utilisés

Tableau N26 : les caractéristiques des forages d'AEP utilisés pour centre ville

Non du forage	zelfana 4	karfo hssai guerara
Exploitant gestionnaire	APC	EPE
Nappe	Albienne	Albienne
Toit (m)	750	695
Mur (m)	920	1020
Ø (")	13 ^{3/8}	13 ^{3/8}
Profondeur (m)	920	1020
Débit mob (l/s)	60	65
Niveau statique (m)	Artésien	Artésien
Débit exploitation l/s	60	65
Date mise en service	1978	2012
Dispositif comptage oui/non	NON	NON
Durée annuelle de pompage (h)	8760	8760
Volume annuelle prélevée en (m3)	1892160	2049840
utilisation des eaux (AEP, AEI, IRR)	AEP	AEP
Qualité des eaux	bonne	bonne
Etat actuelle du forage	exploite	exploite

Chapitre VII. Diagnostique du système actuel du réseau d'AEP

VII.1. Etat de réseau actuel

La situation d'alimentation en eau potable est alarmante, actuellement, il est établi que cette situation n'est guère satisfaisante, il est constaté en plus des grands perturbations de la distribution d'eau dues aux coupures fréquents dans le réseau, un écart important entre :

- Réseau de distribution ancien surdimensionné, corrodés méconnu, points de control insuffisants.
- Capacité de stockage insuffisante.
- Configuration géométrique anarchique (ni maillée ni ramifié).
- Taux de fuites très important.
- L'ancien de réseau.
- Conduites des adductions anciennes ou corrodées, et non protégées.
- la dégradation des conduites.
- le type des conduites est en ciment, donc par long tems, elles vont dégrader.
- l'influence de tissu urbain, la mauvaise organisation et gestion des logements.
- Piquages sur les conduites d'adduction directement.
- Intersection entre l'assainissement et l'AEP (tertiaire), hors normes des distances horizontales et verticales.

VII.2. Recalcul De Réseaux

Le réseau de distribution est de type maille : c'est la méthode la plus efficace pour la gestion du réseau. Il se compose de huit mailles. Le piquage aux nœuds est effectuée dans le but d'alimenter les réseaux ramifiés situés dans chacune des mailles.

Le calcul des mailles est appliqué par la méthode de HARDY-CROSS, le procédé interactif est le principe de base de cette méthode tout en tenant compte des débits en route dans les tronçons et les piquages en nœuds concernés.

➤ **Calcul des réseaux maillés**

Pour un réseau maillé, après le calcul des débits en route de tous les tronçons, on utilise l'expression $Q_c = Q_t + 0,5Q_t$ pour répartir ces débits aux nœuds du réseau. Il faut vérifier que la somme des débits aux nœuds est égale à la somme des débits en route de tous les tronçons. Le calcul des réseaux ramifiés, tel que nous l'avons vu, ne présente pas de difficulté. En revanche, le calcul des réseaux maillés est plus compliqué. Plusieurs méthodes ont été utilisées pour réaliser ce calcul. Une des méthodes la plus utilisée est celle de Hardy Cross, par approximations successives, et que nous allons présenter.

➤ **Les lois applicables**

Loi des nœuds : elle exprime le principe de la conservation de la matière (débit) en chaque nœud : $\Sigma Q = 0$ ou $\Sigma Q_{entrant} = \Sigma Q_{sortant}$.

Loi des mailles : c'est le principe de la conservation de l'énergie. Chaque nœud ayant une charge unique, la perte de charge est nulle sur chaque maille.

➤ **Méthode de Hardy Cross**

Elle s'applique dans les conduites où les éléments suivants sont définis :

- ✓ Diamètre des conduites.
- ✓ longueur des conduites.
- ✓ débit de service en route.
- ✓ débit entrant et sortant à chaque nœud.
- ✓ cote géométrique de chaque nœud.
- ✓ choix d'une formule de calcul de perte de charge.
- ✓ choix d'un sens de circulation pour le calcul de perte de charge.
- ✓ répartition provisoire des débits, respectant la loi des mailles.
- ✓ vérification des vitesses. (HANIA 2012).

➤ **Les lois applicables dans la méthode de Hardy-cross**

$$Q = Q_t / \Sigma L$$

$$Q_{unitaire} = Q \times L$$

$Q_{\text{tronçon}} = Q_{\text{in}} + Q_{\text{aval}}$

$D_{\text{calculée}} = \sqrt{\frac{4 \times Q_{\text{tr}}}{3,14 \times V}}$ ON estime le DN

$$V = \frac{4 \times Q_{\text{tr}}}{3,14 \times DN}$$

$$Re = (V \times DN) / \delta$$

$$\lambda = (-2 \times \text{LOG}(\left(\frac{\varepsilon}{3,71}\right) + (2,51/Re\sqrt{\lambda_0})))^{-2}$$

$$\Delta H = (\lambda \times V^2 \times l) / (2 \times g \times D) \Delta Q = -(\Sigma \Delta H_L / n * \Sigma (\Delta H_L / Q)) \text{ avec } n=1,85$$

$$Q_{\text{corr}} = Q_{\text{tr}} + \Delta Q$$

➤ le débit spécifique

Pour le calcul on admet l'hypothèse selon laquelle les besoins domestique répartie régulièrement sur la longueur du réseau de distribution.

➤ Débit en route

Le débit en route de chaque tronçon est un débit uniformément reparti sur son parcours est donné par la formule suivante :

$$QR = Q_{\text{cons}} - \Sigma Q_{\text{conc}} \text{ (l/s).}$$

Avec :

QR : Débit en route.

Q_{cons} : Débit de consommation.

Q_{conc} : Débit concentré.

Pour notre cas, la répartition des débits en route son déterminer a partir des estimations des besoins pour chaque maille.

Le tableau suivant donne les déférents besoins pour chaque maille.

VII.3. Estimation des besoins pour chaque maille

Tableau N 27: Les résultats d'estimation des besoins pour chaque maille

Maille	débit totale en (l/s)	débit de point en (l/s)
Maille 01	8,89	16
Maille 02	5,64	10,16
Maille 03	9,06	16,3
Maille 04	5,106	9,19
Maille 05	14,57	26,23
Maille 06	3,23	5,82
Maille 07	0,67	1,21
Maille 08	13,72	24,69

Après l'estimation des besoins, on détermine les débits en route initiales.

Cette répartition est affichée dans le tableau suivant, avec les autres caractéristiques des mailles :

Tableau N 28 : Répartition des débits en route initiales

N° maille	Tronçon	Longueur (m)	Q ₀ (l/s)	D CAL(m)	D _{nor} (mm)intér	D _{nor} (m)	épaisseur	Φ extérieur		V (m/s)
I	1 2	170,36	32	0,202	250	0,250	0,0251	0,200	0,200	0,404
	2 5	207,81	27	0,185	250	0,250	0,0202	0,210	0,210	0,654
	5 7	240,59	13	0,129	160	0,160	0,0162	0,128	0,160	0,777
	7 10	135,26	10	0,113	125	0,125	0,0127	0,100	0,110	0,869
	10 23	584,57	3	0,062	63	0,063	0,008	0,047	0,05	0,995
	23 22	510,13	1	0,036	40	0,040	0,0051	0,030	0,033	1,616
	22 21	920,78	1	0,036	40	0,040	0,0051	0,030	0,033	1,616
	21 1	203,86	25	0,178	200	0,200	0,0027	0,195	0,200	34,949
II	1 2	170,36	32	0,202	250	0,25	0,0251	0,200	0,200	0,404
	2 3	430,65	3	0,062	90	0,09	0,008	0,074	0,063	1,254
	3 4	430,65	2	0,050	90	0,09	0,008	0,074	0,063	1,254
	4 18	430,65	2,7	0,059	63	0,063	0,008	0,047	0,063	1,254

	18 19	430,65	1	0,036	160	0,16	0,008	0,144	0,063	1,254
	19 20	430,65	3,16	0,063	160	0,16	0,008	0,144	0,063	1,254
	20 21	430,65	20	0,160	160	0,160	0,0162	0,1276	0,160	0,777
	21 1	430,65	25	0,178	200	0,200	0,0202	0,1596	0,200	0,624
	2 3	430,65	3	0,062	90	0,090	0,008	0,074	0,063	1,253
III	3 4	272,48	2	0,050	90	0,090	0,008	0,074	0,063	1,253
	4 6	216,85	6	0,087	125	0,125	0,0092	0,107	0,09	1,354
	6 9	143,26	10	0,113	110	0,110	0,0127	0,085	0,11	0,868
	9 8	298,86	8	0,101	110	0,110	0,011	0,088	0,09	0,947
	8 7	380,85	3	0,062	110	0,110	0,008	0,094	0,063	1,253
	7 5	154,6	13	0,129	160	0,160	0,0162	0,128	0,16	0,776
	5 2	207,81	27	0,185	250	0,250	0,0202	0,210	0,200	0,624
IV	15 13	135,64	30,23	0,196	200	0,200	0,0202	0,160	0,160	0,498
	13 14	135,64	24,23	0,176	200	0,200	0,0202	0,160	0,160	0,498
	14 9	135,64	18	0,151	160	0,160	0,0162	0,128	0,160	0,776
	9 6	135,64	10	0,113	110	0,110	0,0094	0,091	0,063	0,908
	6 4	135,64	6	0,087	125	0,125	0,0092	0,107	0,075	1,128
	4 18	135,64	2,7	0,059	63	0,063	0,008	0,047	0,05	0,995
	18 17	135,64	3,31	0,065	110	0,110	0,0094	0,091	0,063	0,908
	17 16	135,64	16,77	0,146	160	0,160	0,0162	0,128	0,160	0,776
	16 15	135,64	16,77	0,146	160	0,160	0,0162	0,128	0,160	0,776
V	7 8	380,85	3	0,062	110	0,110	0,0080	0,094	0,05	0,316
	8 9	298,86	8	0,101	110	0,110	0,0110	0,088	0,09	0,947
	9 14	165,02	18	0,151	160	0,160	0,0162	0,128	0,160	0,776
	14 13	240,59	24,23	0,176	200	0,200	0,0202	0,160	0,160	0,499
	13 12	441,19	6	0,087	90	0,090	0,0092	0,072	0,09	1,354
	12 11	972,47	3	0,062	63	0,063	0,0080	0,047	0,05	0,995
	11 10	251,77	6	0,087	90	0,090	0,0092	0,072	0,09	1,354
	10 7	135,26	10	0,113	125	0,125	0,0127	0,100	0,11	0,868
VI	17 18	361,23	3,31	0,065	110	0,110	0,0094	0,0912	0,063	0,908
	18 19	343,04	1	0,036	160	0,160	0,008	0,144	0,050	0,995
	19 32	447,97	0,5	0,025	40	0,040	0,008	0,024	0,050	0,995
	32 33	471,12	10,96	0,118	125	0,125	0,0127	0,100	0,110	0,868
	33 17	658,36	11,96	0,123	125	0,125	0,0127	0,100	0,110	0,868
VII	19 20	382,78	3,16	0,063	160	0,160	0,008	0,144	0,050	0,995

	20 24	102,25	16	0,143	160	0,160	0,0162	0,1276	0,160	0,776
	24 30	614,54	1	0,036	40	0,040	0,0051	0,0298	0,033	1,615
	30 31	266,97	9,09	0,108	110	0,110	0,0111	0,0878	0,09	0,930
	31 32	153,5	9,46	0,110	110	0,110	0,0111	0,0878	0,09	0,930
	32 19	447,97	0,5	0,025	40	0,040	0,0041	0,0318	0,033	2,500
VIII	24 25	841,14	13	0,129	160	0,160	0,0162	0,1276	0,160	0,776
	25 26	260,1	10	0,113	125	0,125	0,0127	0,100	0,110	0,868
	25 27	502,52	1	0,036	40	0,040	0,0051	0,0298	0,033	1,615
	27 28	604,77	2	0,050	63	0,063	0,008	0,047	0,050	0,995
	28 29	217,68	4,69	0,077	90	0,090	0,0092	0,0716	0,09	1,354
	29 30	435,61	6,69	0,092	110	0,110	0,0111	0,0878	0,09	0,930
	30 24	614,54	1	0,036	90	0,090	0,0051	0,0798	0,033	1,615

Cette répartition son donné aussi dans le plan suivant :

VII.4. Évaluation des débits correctifs du réseau

Après avoir la réparation arbitrairement les débits à travers les tronçons, nous avons faire des itérations nous avons trouvé les débits correctifs.

Le tableau suivant représente les débits correctifs.

Tableau N 29 : Répartition des débits correctif

N° maille	Tronçon	Q _{cor.}	V (m/s)	λ_5	j ₀ (m)	ΔH_0 (m)	$\Delta H_0/Q_5$	Q CORRIGE
I	1 -2	41,075	1,31	0,0381	0,016719	-2,848	-69,34	42,59
	2 -5	33,376	0,97	0,0376	0,008568	-1,78	-53,35	34,47
	5 -7	19,376	1,52	0,0446	0,040971	-9,857	-508,72	20,47
	7 -10	12,529	1,61	0,049	0,064843	-8,771	-700,06	14,07
	10-23	3,162	1,82	0,0668	0,240786	-140,756	-44511,81	3,16
	23- 22	1,162	1,67	0,0828	0,393822	-200,901	-172858,21	1,16
	22-21	1,162	1,67	0,0828	0,393822	362,624	312007,5	1,16
	21-1	34,075	1,15	0,0385	0,013257	2,703	79,31	35,59
Tot						0,41	93385,32	
						DQ	-0,00221	

II	1 -2	22,883	0,73	0,0383	0,005214	0,888	38,815	21,366
	2 -3	0,301	0,07	0,0605	0,000205	0,088	292,635	-0,121
	3 -4	-0,699	0,16	0,0574	0,001044	0,45	-643,416	-1,121
	4-18	3,164	1,82	0,0668	0,241113	103,835	32813,8	2,979
	18-19	-6,001	0,37	0,0434	0,002088	0,899	-149,82	-7,34
	19-20	-4,135	0,25	0,0438	0,001	-0,431	104,178	-4,108
	20-21	11,087	0,87	0,0448	0,013467	-5,8	-523,091	9,568
	2-1	15,883	0,79	0,0414	0,008338	-3,591	-226,083	14,366
Tot						96,34	31707,02	
						DQ	-1,5192	

III	2 -3	5,699	1,33	0,0551	0,066702	-28,725	-5040,719	6,121
	3 -4	4,699	1,09	0,0552	0,045404	-12,372	-2633,027	5,121
	4 -6	9,163	1,03	0,0478	0,024134	5,233	571,143	9,4
	6 -9	13,163	2,34	0,0521	0,172251	24,677	1874,694	13,4
	9- 8	4,152	0,68	0,0517	0,013973	-4,176	-1005,673	4,601
	8- 7	-0,848	0,12	0,0529	0,000428	0,163	-192,462	-0,399
	7- 5	6,582	0,51	0,0451	0,004775	0,738	112,159	5,487
	5 -2	20,582	0,6	0,0378	0,003274	0,68	33,061	19,487
Tot						-13,78	-6280,83	
						DQ	-1,097	

IV	15-13	20,853	1,04	0,0413	0,014339	-1,945	-93,271	19,519
	13-14	17,219	0,86	0,0414	0,009793	-1,328	-77,14	17,432
	14 -9	10,989	0,86	0,0448	0,013231	-1,795	-163,312	11,202

	9-6	6,837	1,05	0,0508	0,031121	-4,221	-617,42	6,6
	6-4	2,837	0,32	0,0486	0,002352	-0,319	-112,466	2,6
	4-18	2,236	1,29	0,0669	0,120567	-16,354	-7315,052	2,421
	18-17	-4,155	0,64	0,051	0,011549	1,567	-377,031	-5,309
	17-16	7,393	0,58	0,045	0,006015	0,816	110,352	6,059
	16-15	7,393	0,58	0,045	0,006015	0,816	110,352	6,059
						-22,76	-8534,99	
						DQ	-1,33	

V	7-8	11,848	6,848	0,0502	0,026536	-10,106	-1475,874	6,399
	8-9	25,011	0,99	0,0513	0,112902	33,742	2847,996	11,399
	9-14	31,241	1,95	0,0446	0,068183	11,251	449,868	24,798
	14-13	3,634	1,96	0,0412	0,032102	7,723	247,225	31,028
	13-12	0,634	1,56	0,056	0,032504	-14,34	-3946,501	2,088
	12-11	3,634	0,9	0,0679	0,009835	9,564	15093,367	-0,912
	11-10	7,429	0,37	0,056	0,032504	8,183	2252,115	2,088
	10-7		0,9	0,0491	0,022879	3,095	416,533	5,886
Tot			0,95			49,11	15884,73	
						DQ	-1,55	

		10,775						
VI	17-18	8,001	1,65	0,0506	0,077083	-27,845	-2584,213	11,929
	18-19	0,206	0,49	0,0432	0,003692	-1,266	-158,301	9,34
	19-32	9,048	0,46	0,0937	0,041232	18,471	89755,685	0,409
	32-33	10,048	1,16	0,049	0,033883	15,963	1764,285	8,869
	33-17		1,29	0,049	0,041759	27,492	2736,112	9,869
Tot					32,81	91513,57		
						DQ	-0,18	

		10,455						
VII	19-20	14,382	0,64	0,043	0,006281	2,404	229,98	11,591
	20-24	-0,097	1,13	0,0447	0,022614	-2,312	-160,77	13,999
	24-30	7,472	0,14	0,087	0,002903	-1,784	18325,15	-0,488
	30-31	7,842	1,23	0,0515	0,045571	12,166	1628,18	7,089
	31-32	0,794	1,3	0,0515	0,05018	7,703	982,21	7,459
	32-19		1	0,0805	0,129109	-57,837	-72823,03	0,591
Tot					-39,66	-51818,29		
						DQ	-0,383	

		12,48						
VIII	24-25	9,48	0,98	0,0448	0,017044	-14,337	-1148,82	12,487
	25-26	0,48	1,22	0,049	0,037182	-9,671	-1020,19	9,487
	25-27	1,48	0,69	0,0834	0,067501	-33,921	-70734,71	0,487
	27-28	4,17	0,85	0,0671	0,052972	32,036	21652,53	1,487
	28-29	6,17	1,04	0,0559	0,04275	9,306	2231,83	4,177
	29-30	2,097	1,02	0,0516	0,031109	13,551	2196,49	6,177
	30-24		0,42	0,0541	0,006086	3,74	1783,37	2,488
						DQ	0,71	

On représente le réseau dans un plan suivant :

CHAPITRE VIII : Etude Economique

VIII.1. Introduction

L'étude du devis estimatif nous permet d'avoir une idée sur le coût de réalisation de notre projet, ce calcul consiste à déterminer les quantités de toutes les opérations effectuées sur le terrain, on multiplie le volume des travaux par le prix unitaire.

VIII.2. Les opérations régulières pour la réalisation de réseau d'alimentation en eau potable

Après le dimensionnement de réseau d'AEP tous les projets de ces réseaux seront réalisés comme suivant :

Terrassements en fouille (en tranché) dans un sol de tous types confondus.

- Fourniture et pose d'un lit de sable d'épaisseur de 10 cm sur le fond de la tranchée.
- Fourniture et pose de conduites en PEHD de plusieurs diamètres.
- Fourniture et pose d'un fourreau de sable jusqu'à 20cm au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite.
- Fourniture et pose d'un grillage avertisseur avec fil en inox couleurs bleue.
- Remblais en tout venant expurgé des grosses pierres avec arrosage et compactage par couche de 20cm.
- Fourniture et pose de pièces spéciales vanne, coude, tés, vidange, ventouse et autre.
- Réalisation de regards en béton armé pour pièces spéciales de dimension 0.80*0.80 avec tampon en fonte série lourd.
- Remise en état des lieux.

VIII.3. DETERMINATION DES DIFFERENTES VOLUMES DES RESEAU

VIII.3.1. Calcul du volume de déblai

Selon la largeur du godet de la pelle choisie, les volumes excavés pour chaque type de diamètre seront : $V = b \cdot Htr \cdot L$ [m³].

Avec:

Htr: Profondeur de la tranchée (m).

B : largeur de la tranchée(m) .

L : longueur totale de la tranchée (m).

VIII.3.2. Calcul du volume de sable pour le lit de pose

Avant la pose de la conduite on procède aux opérations suivantes :

- ❖ Eliminer les grosses pierres sur les côtes de la tranchée.
- ❖ Respecter les côtes du profil en long.
- ❖ Nivelier soigneusement le fond de la tranchée pour que la pression soit constante entre les points de changement de pente prévue.
- ❖ Etablir en suite le niveau du fond de la fouille en confectionnant un lit de pose bien donnée avec la terre meuble du sable.

➤ Pose de conduite

Le principe de pose de la canalisation est pratiquement le même par contre le mode de pose est variable d'un terrain à l'autre. Avant la descente des conduites en fouille on procède à un treillage des conduites de façon à écarter celle qui ont subit un choc et aussi pour les débarrassées de tous corps étranger (Terre, pierre...etc.). Les conduites seront par la suite posées lentement à l'aide d'un pose tube dans la fond de fouille. Cette pose s'effectuera par tronçon successif au cours de la pose on vérifie régulièrement l'alignement des tuyaux pour opérer correctement on utilise des nivelleter. A chaque arrêt de la pose on bouche les extrémités du tronçon de la conduite.

➤ Le volume

Ce volume est donné par la formule suivante :

$$VLP=e.b.L \text{ (m}^3\text{)}$$

Avec :

E : épaisseur de la couche du lit de pose ; e=0.10m

B : largeur de la tranchée(m) ;

L : longueur totale de la tranchée (m).

VIII.3.3. Calcul Du Volume De remblaiement Des Tranchées

Vr : Volume total des remblais ;

$$Vr = Vdf - Vc - VS$$

Ou :

Vdf : volume total des déblais foisonnés ;

Vc : volume total occupé par les conduites ;

Vs : volume total de sable pour le lit de pose la conduite ;

Avec :

Le volume des déblais des tranchées « vp » pour ce type de tranchée est donné par la relation suivante :

$$VD=b.L.Htr \text{ (m)}$$

Avec :

B : largeur de la tranchée (m) ;

$$B=D+2.a ; (a=0.20m)$$

A : distance entre la conduite et l'extrémité de la fouille ;

L : longueur totale de la tranchée (m) ;

Htr: Profondeur de la tranchée (m).

$$Htr = E+h+D(m)$$

Ou :

E: épaisseur da la couche du lit de pose ; e=0.10m.

H : profondeur minimale au dessus de la génératrice supérieure de la couche (m) ;

D : diamètre nominal de la conduite (m)

VIII.3.4.Calcul du volume de la conduite

Le volume occupé par la conduite dans la tranchée est donné par la relation suivante :

$$V_C= \pi D^2/4 .L \text{ en (m)}$$

Avec :

D : diamètre de la conduite (m).

L : longueur totale de la tranchée (m).

Le tableau suivant représente les différents volumes de réseau d'AEP :

Tableau N°30: les différents volumes de réseau d'AEP

Diam	Long	b (largeur)	H	e	V_{fouim}	V_{Ls}	V_{r}
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ³)		(m ³)
0,040	3444	0,640	1	0,1	2204	639	2034
0,063	2123	0,663	1		1408	441	1257
0,090	2833	0,690	1		1955	664	1678
0,110	2176	0,710	1		1545	555	1287
0,125	2013	0,725	1		1459	546	1187
0,160	2796	0,760	1		2125	865	1637
0,200	1011	0,800	1		809	359	584
0,250	378	0,850	1		321	156	215

Avec :

b : largeur de la tranchée.

e : l'épaisseur de lit de pose.

H : la hauteur du tranché.

V_{fouim} : le volume de foulliment.

V_{Ls} : le volume de lit de sable.

V_{r} : le volume de remplie.

Après le calcul de tous les volumes, on donne l'estimation Financière du Réseau d'AEP du centre ville de la centre ville de Zelfana.

Le tableau suivant représente l'estimation financière du réseau.

Tableau N° 31 : Estimation Financière du Réseau d'AEP du centre ville de la centre ville de Zelfana

°N	Désignations des Travaux	Unité	Quantité	Prix Unitaire (HT)	PrixTotal (HT)
1	Terrassement en tranché dans le sol	m3	11825	1 800,00	21 285893,43
2	pose d'un lit de sable	m3	4225	1 500,00	6 337 201,33
3	pose d'une Conduit en PEHD PN16 DN 40 mm Fourniture et	ml	2204	800,00	1 763 281,92
4	.Fourniture et pose d'une Conduit en PEHD DN 63 mm	ml	1408	1 250,00	1 759 684,88
5	.Fourniture et pose d'une Conduit en PEHD DN 90 mm	ml	1955	1 500,00	2 932 258,50
6	.Fourniture et pose d'une Conduit en PEHD DN 110 mm	ml	1545	1 750,00	2 703 580,60
7	.Fourniture et pose d'une Conduit en PEHD DN 125 mm	ml	1459	2 200,00	3 210 081,05
8	.Fourniture et pose d'une Conduit en PEHD DN 160 mm	ml	2125	2 750,00	5 843 033,90
9	.Fourniture et pose d'une Conduit en PEHD DN 200 mm	ml	809	2 850,00	2 304 487,20
10	.Fourniture et pose d'une Conduit en PEHD DN 250 mm	ml	321	3 100,00	996 477,95
11	Fourniture et pose d'un grillage avertissant avec fil en inox couleurs bleue	mL	16773	150,00	2 515 950,00
12	grosses pierres avec expurge des Remblais en tous venant .arrosage et compactage par couche de 20 cm	m3	9880	600,00	5 927 732,82
13	,pièces spéciales vanne coude, tés Fourniture et pose de .autre vidange, ventouse et	FFT	1	5 000 000,00	5 000 000,00
14	Réalisation de Regards en béton armé pour pièces spéciale de .avec tampon en fonte série lourd 0.80*0.80 dimension	U	33	420 000,00	13 860000,00
Prix de la TVA	HT				76 439 664
Prix global en TTC	TVA 17%				12 994 743
	TTC				89 434 406

VIII.3.5. Conclusion

Après tous l'estimation financières de projet le coût global de l'étude de projet est de l'ordre de 76 439 664 DA et après ajoutent de la valeur de TVA qui a été estimé à 17% est gagné a 12 994 743 DA ; Et après l'ajoute de 10% du coût total du montant total estimatif du projet est l'enveloppe financière totale estimée a 89 434 406 DA.

Conclusion générale

La planification d'un réseau d'alimentation en eau potable repose sur une analyse très détaillée de la demande totale de la population. En effet, cette analyse permet le choix optimal de toutes les composantes du réseau et le bon dimensionnement des ouvrages.

La ville de Zelfana, souffre de puits longtemps de la mauvaise gestion de son réseau d'AEP, les causes sont multiples et ces effets sur la vie quotidienne des citoyennes sont très visibles.

Nous avons essayé dans cette étude de diagnostiquer le système d'AEP du centre-ville de Zelfana dans son ensemble qui s'étale le captage, le réseau de distribution, le réservoir de stockage et les divers équipements. En effet nous avons relevés tous les problèmes liés à la distribution et stockage. Une étude de redimensionnement paraît nécessaire pour vérifies la conception actuelle du réseau.

Le principal résultat de ce diagnostic montre que le problème de manque d'eau dans la ville de Zelfana, ne résulte pas d'insuffisance des ressources ou de manque d'eau dans les forages, mais le problème réside dans la conception actuelle et la mauvaise gestion.

D'une manière générale, on peut citer les défaillances du réseau comme suite

- L'accroissement démographique, l'extension urbaine et le développement des activités ont généré des besoins de plus en plus importants en eau pour la population.
- L'extrême exploitation de la nappe ces dernières années a engendré une diminution considérable de la production des ressources.
- Capacité de stockage insuffisante.
- Conduites des adductions anciennes ou corrodées, et non protégées.
- points de control insuffisants
- Configuration géométrique anarchique (ni maillée ni ramifié).
- Taux de fuites très important.
- Piquages sur les conduites d'adduction illicite et directe.
- Intersection entre l'assainissement et l'AEP (tertiaire), hors normes des distances horizontales et verticales.

Conclusion générale

- Extension de la ville non prévue dans le dimensionnement du réseau
- Taux très important des abonnées sans compteur.

Dans ce cadre on propose :

- ❖ Réhabilitation complet du réseau d'alimentation avec séparation des bords et du secteur touristique de l'agglomération urbaine (chaque secteur à son forage).
- ❖ Rénovation du réseau principal en amiante ciment par un réseau en PEHD ou PRV .
- ❖ Emplacement des pièces accessoires spéciales (Vannes...) pour en faciliter la gestion des interventions sur le réseau (panes et entretiens).
- ❖ Adapter le réseau maille, car c'est le plus efficace pour la gestion du réseau.
- ❖ Le contrôle permanent par l'emplacement des compteurs au niveau des ouvrages (forages et réservoirs) et au niveau des consommateurs pour diminuer le gaspillage.

Référence bibliographique

AHONON Awovi Selom. 27 décembre 2011, Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de surface dans les zones montagneuses du sud-ouest du Togo. Mémoire Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master international. Université de LOME.

AÏSSATA BOUBAKAR HASSANE.2010.Aquifères superficiels et profonds et pollution urbaine en Afrique : Cas de la communauté urbaine de Niamey (Niger). THESE de DOCTORAT Présentée pour obtenir le grade de Docteur de l'Université Abdou Moumouni de Niamey.

BELKHOUDJA fethallah et lahcene Mohamed, 2006 : Traitement des rejets liquides industriels au niveau de la SONATRACH DP HASSI R'EML, technicien supérieur en gestion des déchets, institut National de la formation professionnelle Mansoura TLEMCEN, P71.

BEN MESSAOUD Noureddine. 2005, Alimentation en eau potable de la ville de chebli (w.BLIDA) .Mémoire de fin d'étude En vue de l'obtention du diplôme D'ingénieur d'état en hydraulique, Ecole nationale supérieure de l'hydraulique ABDELLAH ARBAOUI (E.N.S.H).

BOUKAKA Mouloud, 2003, diagnostic du système d'alimentation en eau potable De la ville de Iarbaa (w Blida). Ecole nationale supérieure de l'hydraulique ARBAOUI ABDALLAH En vue de l'obtention du diplôme D'ingénieur d'état en hydraulique.

DOUAIBIA Rochdi. , juin 2009, Analyse du dysfonctionnement du système de distribution d'eau potable de l'étage de birtouta modélisation du réseau via épannait. Mémoire de Projet de Fin d'Etudes Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'Etat en Hydraulique, Ecole nationale polytechnique.

HANIA, KHADEUR, 2012, document de formation sur logiciel loup, institue nationale de perfectionnement de l'équipement BP N°503 ROUTE –KSAR el boukhari-w-MEDEA 26300

IGOR blindu.outil d'aide au diagnostique des eaux potable de la ville de Chisinau. Thèse pour obtenir le grade de docteur, Ecole Nationale Supérieur des MINES de SAINTE-ETIENNE et de l'université de JEANMONNET.12 mai 2004.

Jean-Claude chazzelon, 2005, documents sur l'AEP, office internationale de l'eau IS ,rue edouardechamerland87065 limoges cedex france.AEP

LOUNES Amine 2008. Simulation d'un réseau de distribution d'eau potable à pression modulée, Ecole nationale polytechnique Département d'hydraulique

Mémoire de fin d'étude Pour l'obtention du diplôme D'ingénieur d'état en hydraulique

MAHMOUD Moussa. Document/poly "d'alimentation en eau potable" deuxième Année option Génie Civil de l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis, 2002.

PAPE MAMADOU DIOUF 2005 Conception et dimensionnement d' réseau d'alimentation en eau potable et d'u système d'évacuation des eaux usées de la nouvelle ville de DIAMNIADIO.

Projet de fin d'études En vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur de Conception

Université CHEIKH ANTA DIOP de DAKAR Ecole supérieure polytechnique Juillet 2005.

RAHMANI Amine. Etude de diagnostic du réseau de distribution en eau potable de la ville d'afir. Ecole nationale supérieure polytechnique

Mémoire de projet de fin d'études Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en hydraulique 2008-2009.

S.OUALI, B. MEHMAH, A. MALEK .2007, Etude de faisabilité d'utilisation des eaux thermales de Zelfana Dans la production d'hydrogène. Centre de Développement des Energies Renouvelables, BP62, Route de l'Observatoire, Bouzareah 16340 Alger.

SIMTCHOU Maliwessong. 2011. Evaluation de l'acceptabilité socio-économique et de la

Qualité de l'eau des systèmes d'approvisionnement en eau Potable (AEP) en milieu rural et semi-urbain : cas de la Petite station de KPELE-sud (préfecture de kloto).

Mémoire Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master international. UNIVERSITE DE LOME.

LES LIVRES

ANDRE Dupont. Hydraulique urbain, tome II (ouvrage de transport, élévation et distribution des eaux). Editions Eyrolles paris 1988.

DAJOZ Roger, 2008 : Précis d'écologie, Ed 8^{ème} DUIVOD, Paris, P631.

KHADRAOUI Abderrazak Et Taleb Safia. 2008. Qualité des eaux dans le sud algérien (potabilité- pollution et impact sur le milieu).Edition, khayame, constatine .p367.

REGIS Et Réchir, 2010-2011 : technique de la gestion de la distribution des eaux. Edition, le moniteur.

ANNEXES

LES ANNEXES

1. Caractéristique des mailles

Caract. des mailles											
N° maille	N° maille adj.	Tronçon	Longueur (m)	Sens	D CAL	Dnor		épaisseur	Φ		Q ₀ (l/s)
I	II	1 - 2	170.36	-1	0.202	250	0.250	0.0251	0.200	0.200	32
	III	2 - 5	207.81	-1	0.185	250	0.250	0.0202	0.210	0.210	27
	III	5 - 7	240.59	-1	0.129	160	0.160	0.0162	0.128	0.160	13
	v	7 -10	135.26	-1	0.113	125	0.125	0.0127	0.100	0.110	10
		10 - 23	584.57	-1	0.062	63	0.063	0.008	0.047	0.05	3
		23 - 22	510.13	-1	0.036	40	0.040	0.0051	0.030	0.033	1
		22 - 21	920.78	1	0.036	40	0.040	0.0051	0.030	0.033	1
	II	21 - 1	203.86	1	0.178	200	0.200	0.0027	0.195	0.200	25
Tot											
II	I	1 - 2	170.36	1	0.202	250	0.25	0.0251	0.200	0.200	32
	III	2 - 3	430.65	1	0.062	90	0.09	0.008	0.074	0.063	3
	III	3 - 4	430.65	1	0.050	90	0.09	0.008	0.074	0.063	2
	IV	4 - 18	430.65	1	0.059	63	0.063	0.008	0.047	0.063	2.7
	VI	18 -19	430.65	1	0.036	160	0.16	0.008	0.144	0.063	1
	VII	19 - 20	430.65	-1	0.063	160	0.16	0.008	0.144	0.063	3.16
		20 - 21	430.65	-1	0.160	160	0.160	0.0162	0.1276	0.160	20
	I	21 - 1	430.65	-1	0.178	200	0.200	0.0202	0.1596	0.200	25
Tot											
III	II	2- 3	430.65	-1	0.062	90	0.090	0.008	0.074	0.063	3
	II	3 - 4	272.48	-1	0.050	90	0.090	0.008	0.074	0.063	2
	IV	4 - 6	216.85	1	0.087	125	0.125	0.0092	0.107	0.09	6
	IV	6 - 9	143.26	1	0.113	110	0.110	0.0127	0.085	0.11	10
	V	9 - 8	298.86	-1	0.101	110	0.110	0.011	0.088	0.09	8
	V	8 - 7	380.85	1	0.062	110	0.110	0.008	0.094	0.063	3
	I	7 - 5	154.6	1	0.129	160	0.160	0.0162	0.128	0.16	13
	I	5 - 2	207.81	1	0.185	250	0.250	0.0202	0.210	0.200	27
Tot											
IV		15-13	135.64	-1	0.196	200	0.200	0.0202	0.160	0.160	30.23
	v	13 -14	135.64	-1	0.176	200	0.200	0.0202	0.160	0.160	24.23
	v	14 - 9	135.64	-1	0.151	160	0.160	0.0162	0.128	0.160	18
	III	9 - 6	135.64	-1	0.113	110	0.110	0.0094	0.091	0.063	10
	III	6 - 4	135.64	-1	0.087	125	0.125	0.0092	0.107	0.075	6

LES ANNEXES

2. Les approximations

2.1. 1ère approximation

1ère approximation								Corrections			Q _{cor.}
Tronçon	Q ₀ (l/s)	V (m/s)	λ ₀	j ₀ (m)	ΔH ₀ (m)	ΔH ₀ /Q ₀	Maille	Maille adj.	Total	Q _{corrigé}	V (m/s)
1 - 2	32	1.021	0.0382	0.0101648	-1.732	-54.115	0.12	0.979	1.1	33.099	1.056
2 - 5	27	0.783	0.0377	0.0056176	-1.167	-43.237	0.12	0.5	0.6	27.649	0.802
5 - 7	13	1.017	0.0447	0.0184898	-4.448	-342.189	0.12	0.5	0.6	13.649	1.068
7 - 10	10	1.284	0.0490	0.0413623	-5.595	-559.467	0.12	1.6	1.7	11.721	1.505
10 - 23	3	1.730	0.0668	0.2167658	-126.715	-42238.258	0.12		0.1	3.120	1.799
23 - 22	1	1.434	0.0829	0.2917793	-148.845	-148845.361	0.12		0.1	1.120	1.606
22 - 21	1	1.434	0.0829	0.2917793	268.665	268664.52	0.12		0.1	1.120	1.606
21 - 1	25	0.841	0.0386	0.0071538	1.458	58.335	0.12	1.0	1.1	26.099	0.878
					-18.379	76640.227					
					ΔQ	0.1199				□	
1 - 2	32	1.021	0.0382	0.0101648	1.732	54.115	-0.98	-0.12	-1.1	30.901	0.986
2 - 3	3	0.698	0.0554	0.0185847	8.003	2667.831	-0.98	0.53	-0.4	2.550	0.593
3 - 4	2	0.465	0.0557	0.0083058	3.577	1788.441	-0.98	0.53	-0.4	1.550	0.361
4 - 18	2.7	1.557	0.0668	0.1756701	75.652	28019.376	-0.98	1.88	0.9	3.603	2.078
18 - 19	1	0.061	0.0474	0.0000633	0.027	27.278	-0.98	0.38	-0.6	0.401	0.025
19 - 20	3.16	0.194	0.0442	0.0005894	-0.254	-80.318	-0.98	0.40	-0.6	2.576	0.158
20 - 21	20	1.565	0.0446	0.0436440	-18.795	-939.765	-0.98		-1.0	19.021	1.488
21 - 1	25	1.250	0.0412	0.0205837	-8.864	-354.575	-0.98	-0.12	-1.1	23.901	1.195
					61.08	31182.38					
					ΔQ	-0.9794				□	
2 - 3	3	0.698	0.0554	0.0185659	-7.995	-2665.142	-0.53	0.9794	0.4	3.450	0.803
3 - 4	2	0.465	0.0557	0.0082974	-2.261	-1130.441	-0.53	0.9794	0.4	2.450	0.570
4 - 6	6	0.672	0.0480	0.0103790	2.251	375.114	-0.53	1.9	1.4	7.353	0.824
6 - 9	10	1.779	0.0521	0.0994209	14.243	1424.303	-0.53	1.9	1.4	11.353	2.021
9 - 8	8	1.315	0.0514	0.0515267	-15.399	-1924.908	-0.53	1.6	1.1	9.071	1.492
8 - 7	3	0.432	0.0507	0.0051396	1.957	652.478	-	1.6	1.1	4.071	0.587

LES ANNEXES

							0.53					
7 - 5	13	1.017	0.0447	0.0184711	2.856	219.664	-0.53	-0.1	-0.6	12.351	0.966	
5 - 2	27	0.783	0.0377	0.0056119	1.166	43.193	-0.53	-0.1	-0.6	26.351	0.764	
					-3.18	-3005.74						
					ΔQ	-0.5294				□		
15 - 13	30.23	1.511	0.0412	0.0300335	-4.074	-134.758	-1.9	0	-1.9	28.348	1.418	
13 - 14	24.23	1.211	0.0412	0.0193196	-2.621	-108.152	-1.9	1.6	-0.3	23.948	1.198	
14 - 9	18	1.408	0.0446	0.0353358	-4.793	-266.275	-1.9	1.6	-0.3	17.718	1.386	
9 - 6	10	1.531	0.0507	0.0663517	-9.000	-899.994	-1.9	0.5	-1.4	8.647	1.324	
6 - 4	6	0.672	0.0480	0.0103790	-1.408	-234.634	-1.9	0.5294	-1.4	4.647	0.521	
4 - 18	2.7	1.556	0.0668	0.1754925	-23.804	-8816.221	-1.9	0.9794	-0.9	1.797	1.036	
18 - 17	3.31	0.507	0.0512	0.0073450	0.996	300.988	-1.9	0.4	-1.5	1.808	0.277	
17 - 16	16.77	1.311	0.0447	0.0306843	4.162	248.182	-1.9	0	-1.9	14.888	1.165	
16 - 15	16.77	1.311	0.0447	0.0306843	4.162	248.182	-1.9	0.0	-1.9	14.888	1.165	
					-36.38	-9662.68						
					ΔQ	-1.9						□
7 - 8	3	0.316	0.0511	0.0027585	-1.051	-350.196	-1.6	0.5	-1.071	1.929	0.278	
8 - 9	8	1.315	0.0514	0.0515267	15.399	1924.908	-1.6	0.5	-1.071	6.929	1.140	
9 - 14	18	1.408	0.0446	0.0353358	5.831	323.951	-1.6	1.9	0.282	18.282	1.430	
14 - 13	24.23	1.211	0.0412	0.0193196	4.648	191.833	-1.6	1.9	0.282	24.512	1.226	
13 - 12	6	1.490	0.0558	0.0882278	-38.925	-6487.539	-1.6		-1.601	4.399	1.093	
12 - 11	3	1.729	0.0668	0.2165466	210.585	70195.012	-1.6	0	-1.601	1.399	0.807	
11 - 10	6	1.490	0.0558	0.0882278	22.213	3702.187	-1.6	0	-1.601	4.399	1.093	
10 - 7	10	1.283	0.0490	0.0413205	5.589	558.902	-1.6	-0.1199	-1.721	8.279	1.063	
					224.29	70059.06						
					ΔQ	-1.6				□		
17 - 18	3.31	0.507	0.0512	0.0073450	-2.653	-801.576	-0.4	1.9	1.5	4.812	0.737	
18 - 19	1	0.061	0.0474	0.0000633	-0.022	-21.708	-0.4	1.0	0.6	1.599	0.098	
19 - 32	0.5	1.105	0.0928	0.2407123	107.832	215663.755	-0.4	0.4	0.0	0.515	1.140	
32 - 33	10.96	1.407	0.0490	0.0496081	23.371	2132.424	-0.4	0	-0.4	10.580	1.359	
33 - 17	11.96	1.535	0.0490	0.0590458	38.873	3250.283	-0.4	0	-0.4	11.580	1.487	
					167.40	220223.18						
					ΔQ	-0.4				□		
19 - 20	3.16	0.194	0.0442	0.0005888	0.225	71.319	-0.4	1.0	0.6	3.744	0.230	
20 - 24	16	1.251	0.0447	0.0279393	-2.857	-178.550	-0.4		-0.4	15.605	1.221	
24 - 30	1	1.434	0.0829	0.2914843	-179.129	-179128.779	-0.4	0.4	0.0	0.982	1.409	
30 - 31	9.09	1.501	0.0514	0.0672953	17.966	1976.438	-0.4		-0.4	8.695	1.437	
31 - 32	9.46	1.562	0.0514	0.0728701	11.186	1182.406	-0.4		-0.4	9.065	1.498	
32 - 19	0.5	0.630	0.0808	0.0513562	-23.006	-46012.036	-0.4	0.4	0.0	0.485	0.611	
					-175.61	-222089.20						
					ΔQ	-0.4				□		
24 - 25	13	1.017	0.0447	0.0184711	-15.537	-1195.139	-0.4	0.0	-0.4	12.623	0.988	

LES ANNEXES

25 - 26	10	1.283	0.0490	0.0413205	-10.747	-1074.747	-0.4	0.0	-0.4	9.623	1.236
25 - 27	1	1.434	0.0829	0.2914843	-146.477	-146477	-0.4	0	-0.4	0.623	0.893
27 - 28	2	1.153	0.0669	0.0964641	58.339	29169	-0.4	0	-0.4	1.623	0.936
28 - 29	4.69	1.165	0.0559	0.0539876	11.752	2506	-0.4	0	-0.4	4.313	1.072
29 - 30	6.69	1.105	0.0515	0.0365200	15.908	2378	-0.4	0	-0.4	6.313	1.043
30 - 24	1	0.200	0.0552	0.0014093	0.87	866	-0.4	0.4	0.0	1.018	0.204
					-85.90	-113827					
					ΔQ	-0.4				□	

2.2. 2ème approximation

2ème approximation							Corrections			Q _{cor.}
Tronçon	Q _{corrigé}	λ_0	j_0 (m)	ΔH_0 (m)	$\Delta H_0/Q_0$	Maille	Maille adj.	Total	Q _{corrigé}	V (m/s)
1 - 2	33.099	0.0382	0.0108724	-1.852	-55.96	-0.037	1.4940	1.5	34.56	1.103
2 - 5	27.649	0.0377	0.0058897	-1.224	-44.27	-0.037	0.7	0.7	28.30	0.821
5 - 7	13.649	0.0447	0.0203755	-4.902	-359.15	-0.037	0.7	0.7	14.30	1.119
7 - 10	11.721	0.0490	0.0567693	-7.679	-655.14	-0.037	0.9	0.9	12.63	1.621
10 - 23	3.120	0.0668	0.2343984	-137.022	-43918.71	-0.037		0.0	3.08	1.778
23 - 22	1.120	0.0829	0.3657299	-186.570	-166593.99	-0.037		0.0	1.08	1.553
22 - 21	1.120	0.0829	0.3657299	336.757	300700.62	-0.037		0.0	1.08	1.553
21 - 1	26.099	0.0386	0.0077937	1.589	60.88	-0.037	1.5	1.5	27.56	0.927
				-0.90	89134.30					
				ΔQ	0.0051					
1 - 2	30.901	0.0382	0.0094810	1.615	52.270	-1.5	-0.005	-1.5	29.40	0.938
2 - 3	2.550	0.0555	0.0134544	5.794	2272.162	-1.5	0.692	-0.8	1.75	0.407
3 - 4	1.550	0.0560	0.0050127	2.159	1392.691	-1.5	0.692	-0.8	0.75	0.174
4 - 18	3.603	0.0667	0.3124308	134.548	37342.896	-1.5	1.640	0.1	3.75	2.162
18 - 19	0.401	0.0533	0.0000114	0.005	12.282	-1.5	0.369	-1.1	-0.72	0.044
19 - 20	2.576	0.0445	0.0003949	-0.170	-66.013	-1.5	0.391	-1.1	1.47	0.090
20 - 21	19.021	0.0446	0.0394846	-17.004	-893.980	-1.5	0.000	-1.5	17.53	1.371
21 - 1	23.901	0.0412	0.0188188	-8.104	-339.082	-1.5	-0.005	-1.5	22.40	1.120
				118.84	39773.23					
				ΔQ	-1.4940					
2 - 3	3.450	0.0553	0.0245417	-10.569	-3063.486	-0.69	1.4940	0.80	4.25	0.99
3 - 4	2.450	0.0555	0.0124255	-3.386	-1381.946	-0.69	1.4940	0.80	3.25	0.76
4 - 6	7.353	0.0479	0.0155702	3.376	459.185	-0.69	1.6	0.95	8.30	1
6 - 9	11.353	0.0521	0.1282056	18.367	1617.786	-0.69	1.6	0.95	12.30	2
9 - 8	9.071	0.0514	0.0662707	-19.806	-2183.333	-0.69	0.9	0.25	9.32	2
8 - 7	4.071	0.0505	0.0094311	3.592	882.234	-0.69	0.9	0.25	4.32	1
7 - 5	12.351	0.0448	0.0166957	2.581	208.988	-0.69	0.0	-0.70	11.65	1
5 - 2	26.351	0.0377	0.0053520	1.112	42.207	-0.69	0.0	-0.70	25.65	1
				-4.73	-3418.36					
				ΔQ	-0.6921				□	

LES ANNEXES

15 - 13	28.348	0.0412	0.0264455	-3.587	-126.539	-1.6		-1.6	26.71	1.34
13 - 14	23.948	0.0412	0.0188935	-2.563	-107.011	-1.6	0.9	-0.7	23.25	1.16
14 - 9	17.718	0.0447	0.0342762	-4.649	-262.397	-1.6	0.9	-0.7	17.02	1.33
9 - 6	8.647	0.0507	0.0497020	-6.742	-779.643	-1.6	0.7	-0.9	7.70	1.18
6 - 4	4.647	0.0482	0.0062530	-0.848	-182.517	-1.6	0.7	-0.9	3.70	0.41
4 - 18	1.797	0.0670	0.0780105	-10.581	-5888.504	-1.6	1.49	-0.1	1.65	0.95
18 - 17	1.808	0.0518	0.0022201	0.301	166.590	-1.6	0.4	-1.3	0.54	0.08
17 - 16	14.888	0.0447	0.0242252	3.286	220.715	-1.6		-1.6	13.25	1.04
16 - 15	14.888	0.0447	0.0242252	3.286	220.715	-1.6	0.0	-1.6	13.25	1.04
				-22.10	-6738.59					
				ΔQ	-1.6					□
7 - 8	1.929	0.0512	0.0021471	-0.818	-423.974	-0.9	0.7	-0.3	1.68	0.24
8 - 9	6.929	0.0515	0.0387256	11.574	1670.376	-0.9	0.7	-0.3	6.68	1.10
9 - 14	18.282	0.0446	0.0364842	6.021	329.325	-0.9	1.6	0.7	18.98	1.48
14 - 13	24.512	0.0412	0.0197900	4.761	194.245	-0.9	1.6	0.7	25.21	1.26
13 - 12	4.399	0.0559	0.0475713	-20.988	-4770.774	-0.9		-0.9	3.46	0.86
12 - 11	1.399	0.0671	0.0474055	46.100	32945.818	-0.9		-0.9	0.46	0.26
11 - 10	4.399	0.0559	0.0475713	11.977	2722.496	-0.9		-0.9	3.46	0.86
10 - 7	8.279	0.0491	0.0283893	3.840	463.796	-0.9	0.0051	-0.9	7.33	0.94
				62.47	33131.31					
				ΔQ	-0.94					□
17 - 18	4.812	0.0509	0.0154672	-5.587	-1161.016	-0.4	1.6	1.3	6.08	0.93
18 - 19	1.599	0.0457	0.0001562	-0.054	-33.495	-0.4	1.5	1.1	2.72	0.17
19 - 32	0.515	0.0928	0.2558705	114.622	222439.214	-0.4	0.4	0.0	0.54	1.19
32 - 33	10.580	0.0490	0.0462832	21.805	2060.975	-0.4		-0.4	10.21	1.31
33 - 17	11.580	0.0490	0.0554180	36.485	3150.713	-0.4	0	-0.4	11.21	1.44
				167.27	226456.39					
				ΔQ	-0.4					□
19 - 20	3.744	0.0439	0.0008226	0.315	84.097	-0.4	1.5	1.1	4.85	0.30
20 - 24	15.605	0.0447	0.0266067	-2.721	-174.341	-0.4		-0.4	15.21	1.19
24 - 30	0.982	0.0829	0.2813623	-172.908	-176089.099	-0.4	0.1	-0.3	0.73	1.05
30 - 31	8.695	0.0514	0.0616457	16.458	1892.840	-0.4		-0.4	8.30	1.37
31 - 32	9.065	0.0514	0.0669889	10.283	1134.386	-0.4		-0.4	8.67	1.43
32 - 19	0.485	0.0809	0.0483294	-21.650	-44666.780	-0.4	0.4	0.0	0.46	0.58
				-170.22	-217818.90					
				ΔQ	-0.4					
24 - 25	12.623	0.0448	0.0174361	-14.666	-1161.893	-0.1		-0.1	12.48	0.98
25 - 26	9.623	0.0490	0.0383092	-9.964	-1035.493	-0.1		-0.1	9.48	1.22
25 - 27	0.623	0.0832	0.1135156	-57.044	-91608.336	-0.1		-0.1	0.48	0.69
27 - 28	1.623	0.0670	0.0636662	38.503	23728.104	-0.1		-0.1	1.48	0.85
28 - 29	4.313	0.0559	0.0457237	9.953	2307.872	-0.1		-0.1	4.17	1.04
29 - 30	6.313	0.0515	0.0325635	14.185	2247.060	-0.1		-0.1	6.17	1.02
30 - 24	1.018	0.0552	0.0014612	0.898	882.038	-0.1	0.4	0.3	1.27	0.25
				-18.13	-64640.65					
				ΔQ	-0.1					

LES ANNEXES

2.3. 3ème approximation

3ème approximation							Corrections			
Tronçon	Qcorrigé	λ_1	j_0 (m)	ΔH_0 (m)	$\Delta H_0/Q_1$	Maille	Maille adj.	Total	Q _{cor.}	V (m/s)
1 - 2	34.56	0.0382	0.0118469	-2.018	-58.40	0.05	1.6112	1.7	36.221	1.156
2 - 5	28.30	0.0377	0.0061707	-1.282	-45.31	0.05	1.1	1.1	29.454	0.854
5 - 7	14.30	0.0447	0.0223708	-5.382	-376.26	0.05	1.1	1.1	15.454	1.209
7 - 10	12.63	0.0490	0.0658571	-8.908	-705.50	0.05	1.0	1.1	13.724	1.762
10 - 23	3.08	0.0668	0.2288840	-133.799	-43400.17	0.05		0.1	3.137	1.809
23 - 22	1.08	0.0829	0.3420208	-174.475	-161117.27	0.05		0.1	1.137	1.631
22 - 21	1.08	0.0829	0.3420208	314.926	290815.20	0.05		0.1	1.137	1.631
21 - 1	27.56	0.0386	0.0086841	1.770	64.24	0.05	1.6	1.7	29.221	0.983
				-9.17	85176.54					
				ΔQ	0.0538					
1 - 2	29.40	0.0382	0.0085869	1.463	49.754	-1.61	-0.05	-1.7	27.737	0.89
2 - 3	1.75	0.0558	0.0063609	2.739	1566.963	-1.61	1.10	-0.5	1.232	0.29
3 - 4	0.75	0.0572	0.0011936	0.514	687.039	-1.61	1.10	-0.5	0.232	0.05
4 - 18	3.75	0.0667	0.3381395	145.620	38846.027	-1.61	1.55	-0.1	3.688	2.13
18 - 19	-0.72	0.0490	0.0000343	0.015	-20.425	-1.61	0.36	-1.3	-1.974	0.12
19 - 20	1.47	0.0460	0.0001332	-0.057	-38.937	-1.61	0.27	-1.3	0.135	0.01
20 - 21	17.53	0.0447	0.0335407	-14.444	-824.135	-1.61		-1.6	15.915	1.25
21 - 1	22.40	0.0413	0.0165395	-7.123	-317.955	-1.61	-0.05	-1.7	20.737	1.04
				128.73	39948.33					
				ΔQ	-1.6112					
2 - 3	4.25	0.0552	0.0372072	-16.023	-3768.565	-1.1	1.61	0.5	4.768	1.11
3 - 4	3.25	0.0554	0.0218167	-5.945	-1828.090	-1.1	1.61	0.5	3.768	0.88
4 - 6	8.30	0.0479	0.0198197	4.298	517.790	-1.1	1.55	0.5	8.755	0.98

LES ANNEXES

19 - 20	4.85	0.0434	0.0013614	0.521	107.506	-0.273	1.6	1.3	6.185	0.38
20 - 24	15.21	0.0447	0.0252980	-2.587	-170.024	-0.273		-0.3	14.941	1.17
24 - 30	0.73	0.0834	0.1570436	-96.510	-131940.22	-0.273	0.0	-0.3	0.479	0.69
30 - 31	8.30	0.0515	0.0562542	15.018	1808.575	-0.273		-0.3	8.031	1.33
31- 32	8.67	0.0515	0.0613632	9.419	1085.933	-0.273		-0.3	8.401	1.39
32 - 19	0.46	0.0808	0.0440867	-19.750	-42629.763	-0.273	0.4	0.1	0.551	0.69
				-93.89	-171737.99					
				ΔQ	-0.3					
24 - 25	12.48	0.0448	0.0170532	-14.344	-1149.15	0.0		0.0	12.46	0.97
25 - 26	9.48	0.0490	0.0372055	-9.677	-1020.54	0.0		0.0	9.46	1.21
25 - 27	0.48	0.0834	0.0683451	-34.345	-71192.76	0.0		0.0	0.46	0.66
27 - 28	1.48	0.0671	0.0531857	32.165	21697.73	0.0		0.0	1.46	0.84
28 - 29	4.17	0.0559	0.0428104	9.319	2233.47	0.0		0.0	4.15	1.03
29 - 30	6.17	0.0516	0.0311378	13.564	2197.51	0.0		0.0	6.15	1.02
30 - 24	1.27	0.0545	0.0022425	1.378	1086.39	0.0	0.3	0.3	1.52	0.30
				-1.94	-46147.35					
				ΔQ	-0.02					

2.4. 4ème approximation

4ème approximation							Corrections			
Tronçon	$Q_{cor.}$	λ_2	j_0 (m)	ΔH_0 (m)	$\Delta H_0/Q_2$	Maille	Maille adj.	Total	$Q_{cor.}$	V (m/s)
1 2	36.221	0.0382	0.0130117	-2.217	-61.20	0.01	1.6	1.6	37.866	1.208
2 5	29.454	0.0377	0.0066795	-1.388	-47.13	0.01	1.4	1.4	30.853	0.895
5 7	15.454	0.0447	0.0260962	-6.278	-406.28	0.01	1.4	1.4	16.853	1.319
7 10	13.724	0.0489	0.0777765	-10.520	-766.54	0.01	-1.2	-1.1	12.581	1.616
10 23	3.137	0.0668	0.2369268	-138.500	-44154.41	0.01		0.0	3.149	1.816
23 22	1.137	0.0828	0.3767696	-192.201	-169083.43	0.01		0.0	1.149	1.648
22 21	1.137	0.0828	0.3767696	346.922	305194.05	0.01		0.0	1.149	1.648
21 1	29.221	0.0386	0.0097605	1.990	68.09	0.01	1.6	1.6	30.866	1.038
				-2.19	90743.17					
				ΔQ	0.0121					
1 - 2	27.737	0.0383	0.0076457	1.303	46.960	-1.6	0.0	-1.6	26.092	0.833
2 - 3	1.232	0.0563	0.0031860	1.372	1113.288	-1.6	1.4	-0.2	0.987	0.230
3 - 4	0.232	0.0620	0.0001249	0.054	231.402	-1.6	1.4	-0.2	-0.013	0.003
4 - 18	3.688	0.0667	0.3272574	140.933	38217.002	-1.6	1.5	-0.1	3.565	2.056

LES ANNEXES

18 - 19	-1.974	0.0451	0.0002350	0.101	-51.255	-1.6	0.3	-1.3	-3.289	0.202
19 - 20	0.135	0.0674	0.0000016	-0.001	-5.230	-1.6	0.2	-1.5	-1.319	0.081
20 - 21	15.915	0.0447	0.0276737	-11.918	-748.812	-1.6		-1.6	14.283	1.117
21 - 1	20.737	0.0413	0.0141803	-6.107	-294.490	-1.6	0.0121	-1.6	19.092	0.955
				125.74	38508.86					
				ΔQ	-1.633					
2 - 3	4.768	0.0552	0.0467406	-20.129	-4222.040	-1.4	1.63	0.2	5.013	1.166
3 - 4	3.768	0.0553	0.0292443	-7.968	-2115.023	-1.4	1.63	0.2	4.013	0.934
4 - 6	8.755	0.0479	0.0220415	4.780	545.922	-1.4	1.51	0.1	8.878	0.995
6 - 9	12.755	0.0521	0.1617620	23.174	1816.819	-1.4	1.51	0.1	12.878	2.292
9 - 8	9.270	0.0514	0.0692045	-20.682	-2231.010	-1.4	-1.15	-2.5	6.729	1.107
8 - 7	4.270	0.0505	0.0103700	3.949	924.819	-1.4	-1.15	-2.5	1.729	0.249
7 - 5	10.504	0.0448	0.0120940	1.870	177.998	-1.4	-0.01	-1.4	9.105	0.712
5 - 2	24.504	0.0377	0.0046318	0.963	39.280	-1.4	-0.01	-1.4	23.105	0.670
				-14.04	-5063.24					
				ΔQ	-1.4					
15 - 13	25.158	0.0412	0.0208435	-2.827	-112.379	-1.5		-1.5	23.648	1.183
13 - 14	22.745	0.0413	0.0170488	-2.313	-101.670	-1.5	-1.2	-2.7	20.080	1.004
14 - 9	16.515	0.0447	0.0297917	-4.041	-244.681	-1.5	-1.2	-2.7	13.850	1.084
9 - 6	7.245	0.0508	0.0349292	-4.738	-653.965	-1.5	1.4	-0.1	7.122	1.091
6 - 4	3.245	0.0485	0.0030679	-0.416	-128.249	-1.5	1.4	-0.1	3.122	0.350
4 - 18	1.712	0.0670	0.0708594	-9.611	-5613.180	-1.5	1.633	0.1	1.835	1.058
18 - 17	-0.652	0.0542	0.0003018	0.041	-62.802	-1.5	0.3	-1.2	-1.845	0.283
17 - 16	11.698	0.0448	0.0149839	2.032	173.744	-1.5		-1.5	10.188	0.797
16 - 15	11.698	0.0448	0.0149839	2.032	173.744	-1.5		-1.5	10.188	0.797
				-19.84	-6569.44					
				ΔQ	-1.5					□
7 - 8	1.730	0.0514	0.0017319	-0.660	-381.360	1.2	1.4	2.5	4.271	0.616
8 - 9	6.730	0.0515	0.0365389	10.920	1622.697	1.2	1.4	2.5	9.271	1.525
9 - 14	19.485	0.0446	0.0414301	6.837	350.878	1.2	1.5	2.7	22.150	1.733
14 - 13	25.715	0.0412	0.0217738	5.239	203.718	1.2	1.5	2.7	28.380	1.419
13 - 12	2.413	0.0563	0.0143914	-6.349	-2631.771	1.2		1.2	3.567	0.886
12 - 11	-0.587	0.0680	0.0084658	8.233	-14014.873	1.2		1.2	0.567	0.327
11 - 10	2.413	0.0563	0.0143914	3.623	1501.850	1.2		1.2	3.567	0.886
10 - 7	6.234	0.0492	0.0161330	2.182	350.053	1.2	0.0121	1.1	7.377	0.947
				30.02	-12998.81					
				ΔQ	1.2					

LES ANNEXES

17 - 18	7.272	0.0508	0.0351904	-12.712	-1748.084	-0.3	1.5	1.2	8.465	1.296
18 - 19	3.974	0.0438	0.0009251	-0.317	-79.853	-0.3	1.6	1.3	5.289	0.325
19 - 32	0.449	0.0929	0.1945210	87.140	194047.074	-0.3	0.2	-0.1	0.311	0.687
32 - 33	9.850	0.0490	0.0401313	18.907	1919.536	-0.3		-0.3	9.532	1.224
33 - 17	10.850	0.0490	0.0486657	32.040	2953.063	-0.3		-0.3	10.532	1.352
				125.06	197091.74					
				ΔQ	-0.3					
19 - 20	6.185	0.0434	0.0022165	0.848	137.177	-0.2	1.6	1.5	7.639	0.47
20 - 24	14.941	0.0447	0.0243971	-2.495	-166.969	-0.2		-0.2	14.762	1.15
24 - 30	0.479	0.0834	0.0673839	-41.410	-86426.121	-0.2	0.0	-0.2	0.293	0.42
30 - 31	8.031	0.0515	0.0526117	14.046	1749.041	-0.2		-0.2	7.852	1.30
31 - 32	8.401	0.0515	0.0575566	8.835	1051.712	-0.2		-0.2	8.222	1.36
32 - 19	0.551	0.0808	0.0623480	-27.930	-50695.583	-0.2	0.3	0.1	0.689	0.87
				-48.11	-134350.74		-0.2			
				ΔQ	-0.2					
24 - 25	12.46	0.0448	0.0169958	-14.296	-1147.21	0.0		0.0	12.468	0.98
25 - 26	9.46	0.0490	0.0370408	-9.634	-1018.27	0.0		0.0	9.468	1.22
25 - 27	0.46	0.0834	0.0625193	-31.417	-68090.96	0.0		0.0	0.468	0.67
27 - 28	1.46	0.0671	0.0516882	31.259	21390.08	0.0		0.0	1.468	0.85
28 - 29	4.15	0.0559	0.0423802	9.225	2222.22	0.0		0.0	4.158	1.03
29 - 30	6.15	0.0516	0.0309261	13.472	2190.02	0.0		0.0	6.158	1.02
30 - 24	1.52	0.0545	0.0032234	1.981	1302.48	0.0	0.2	0.2	1.707	0.34
				0.59	-43151.64	0.0				
				ΔQ	0.01					

2.5. 5^{ème} approximation

5 ^{ème} approximation							Corrections			
Tronçon	$Q_{cor.}$	λ_3	j_0 (m)	ΔH_0 (m)	$\Delta H_0/Q_3$	Maille	Maille adj.	Total	$Q_{cor.}$	V (m/s)
1 - 2	37.866	0.0382	0.0142160	-2.422	-63.96	0.0	1.6166	1.6	39.484	1.26
2 - 5	30.853	0.0376	0.0073260	-1.522	-49.35	0.0	1.0	1.0	31.857	0.92
5 - 7	16.853	0.0447	0.0310180	-7.463	-442.82	0.0	1.0	1.0	17.857	1.40
7 - 10	12.581	0.0490	0.0653896	-8.845	-702.99	0.0	1.3	1.3	13.874	1.78
10 - 23	3.149	0.0668	0.2387519	-139.567	-44323.78	0.0		0.0	3.150	1.82
23 - 22	1.149	0.0828	0.3848039	-196.300	-170872.30	0.0		0.0	1.150	1.65
22 - 21	1.149	0.0828	0.3848039	354.320	308422.95	0.0		0.0	1.150	1.65
21 - 1	30.866	0.0386	0.0108855	2.219	71.90	0.0	1.6	1.6	32.484	1.09
				0.42	92039.65					

LES ANNEXES

				ΔQ	0.00100					
1 - 2	26.092	0.0383	0.0067697	1.153	44.200	-1.62	0.0	-1.6	24.474	0.78
2 - 3	0.987	0.0566	0.0020555	0.885	897.092	-1.62	1.0	-0.6	0.374	0.09
3 - 4	-0.013	0.1249	0.0000008	0.000	-26.540	-1.62	1.0	-0.6	-0.626	0.15
4 - 18	3.565	0.0667	0.3059082	131.739	36951.791	-1.62	1.4	-0.2	3.350	1.93
18 - 19	-3.289	0.0441	0.0006377	0.275	-83.488	-1.62	0.3	-1.4	-4.644	0.29
19 - 20	-1.319	0.0463	0.0001076	-0.046	35.143	-1.62	0.2	-1.4	-2.766	0.17
20 - 21	14.283	0.0447	0.0223036	-9.605	-672.487	-1.62		-1.6	12.666	0.99
21 - 1	19.092	0.0413	0.0120280	-5.180	-271.310	-1.62	0.0	-1.6	17.474	0.87
				119.22	36874.40					
				ΔQ	-1.6166					
						po				
2 - 3	5.013	0.0552	0.0516639	-22.249	-4438.062	-1.0	1.6	0.6	5.626	1.31
3 - 4	4.013	0.0552	0.0331644	-9.037	-2251.707	-1.0	1.6166	0.6	4.626	1.08
4 - 6	8.878	0.0478	0.0226633	4.915	553.538	-1.0	1.4	0.4	9.276	1.04
6 - 9	12.878	0.0521	0.1648948	23.623	1834.297	-1.0	1.4	0.4	13.276	2.36
9 - 8	6.729	0.0515	0.0365292	-10.917	-1622.483	-1.0	1.3	0.3	7.016	1.15
8 - 7	1.729	0.0514	0.0017301	0.659	381.168	-1.0	1.3	0.3	2.016	0.29
7 - 5	9.105	0.0449	0.0091003	1.407	154.517	-1.0	0.0	-1.0	8.101	0.63
5 - 2	23.105	0.0378	0.0041207	0.856	37.062	-1.0	0.0	-1.0	22.101	0.64
				-10.74	-5351.67					
				ΔQ	-1.0037					
15 - 13	23.648	0.0412	0.0184238	-2.499	-105.676	-1.4		-1.4	22.247	1.11
13 - 14	20.080	0.0413	0.0133000	-1.804	-89.840	-1.4	1.3	-0.1	19.971	1.00
14 - 9	13.850	0.0447	0.0209775	-2.845	-205.440	-1.4	1.3	-0.1	13.741	1.08
9 - 6	7.122	0.0508	0.0337561	-4.579	-642.929	-1.4	1.0	-0.4	6.724	1.03
6 - 4	3.122	0.0485	0.0028418	-0.385	-123.483	-1.4	1.0	-0.4	2.724	0.31
4 - 18	1.835	0.0670	0.0813215	-11.030	-6011.693	-1.4	1.6166	0.2	2.050	1.18
18 - 17	-1.845	0.0518	0.0023107	0.313	-169.907	-1.4	0.3	-1.1	-2.983	0.46
17 - 16	10.188	0.0448	0.0113795	1.544	151.507	-1.4		-1.4	8.787	0.69
16 - 15	10.188	0.0448	0.0113795	1.544	151.507	-1.4		-1.4	8.787	0.69
				-19.74	-7045.95					
				ΔQ	-1.4					□
7 - 8	4.271	0.0505	0.0103743	-3.951	-925.011	-1.3	1.0	-0.3	3.984	0.57
8 - 9	9.271	0.0514	0.0692179	20.686	2231.225	-1.3	1.0	-0.3	8.984	1.48
9 - 14	22.150	0.0446	0.0535044	8.829	398.618	-1.3	1.4	0.1	22.259	1.74
14 - 13	28.380	0.0412	0.0265054	6.377	224.700	-1.3	1.4	0.1	28.489	1.42
13 - 12	3.567	0.0560	0.0313352	-13.825	-3875.229	-1.3		-1.3	2.276	0.57
12 - 11	0.567	0.0681	0.0079065	7.689	13549.35	-1.3		-1.3	-0.724	0.42
11 - 10	3.567	0.0560	0.0313352	7.889	2211.443	-1.3		-1.3	2.276	0.57
10 - 7	7.377	0.0491	0.0225562	3.051	413.598	-1.3	-0.001	-1.29	6.084	0.78
				36.75	14228.70					
				ΔQ	-1.29					

LES ANNEXES

17 - 18	8.465	0.0507	0.0476338	-17.207	-2032.783	-0.3	1.4	1.1	9.603	1.47
18 - 19	5.289	0.0435	0.0016265	-0.558	-105.486	-0.3	1.6	1.4	6.644	0.41
19 - 32	0.311	0.0932	0.0935304	41.899	134792.751	-0.3	0.2	-0.1	0.218	0.48
32 - 33	9.532	0.0490	0.0375955	17.712	1858.095	-0.3		-0.3	9.270	1.19
33 - 17	10.532	0.0490	0.0458691	30.198	2867.203	-0.3		-0.3	10.270	1.32
				72.04	137379.78					
				ΔQ	-0.3					
19 - 20	7.639	0.0432	0.0033680	1.289	168.773	-0.2	1.6	1.4	9.086	0.56
20 - 24	14.762	0.0447	0.0238180	-2.435	-164.983	-0.2		-0.2	14.592	1.14
24 - 30	0.293	0.0840	0.0254276	-15.626	-53282.512	-0.2	0.0	-0.2	0.119	0.17
30 - 31	7.852	0.0515	0.0502995	13.428	1710.304	-0.2		-0.2	7.682	1.27
31 - 32	8.222	0.0515	0.0551368	8.463	1029.433	-0.2		-0.2	8.052	1.33
32 - 19	0.689	0.0806	0.0973300	-43.601	-63266.631	-0.2	0.3	0.1	0.782	0.99
				-38.48	-113805.62					
				ΔQ	-0.17					
24 - 25	12.468	0.0448	0.0170137	-14.311	-1147.79	0.0		0.0	12.47	0.98
25 - 26	9.468	0.0490	0.0370931	-9.648	-1018.98	0.0		0.0	9.47	1.22
25 - 27	0.468	0.0834	0.0643725	-32.348	-69085.61	0.0		0.0	0.47	0.68
27 - 28	1.468	0.0671	0.0521691	31.550	21488.56	0.0		0.0	1.47	0.85
28 - 29	4.158	0.0559	0.0425189	9.256	2225.83	0.0		0.0	4.16	1.03
29 - 30	6.158	0.0516	0.0309954	13.502	2192.50	0.0		0.0	6.16	1.02
30 - 24	1.707	0.0544	0.0040471	2.487	1457.23	0.0	0.2	0.2	1.88	0.38
				0.49	-43888.27					
				ΔQ	0.006					

2.6. 6ème approximation

6ème approximation							Corrections			
Tronçon	$Q_{cor.}$	λ_4	j_0 (m)	ΔH_0 (m)	$\Delta H_0/Q_4$	Maille	Maille adj.	Total	$Q_{cor.}$	V (m/s)
1 - 2	39.484	0.0382	0.015452	-2.632	-66.67	0.0	1.6	1.6	41.075	1.31
2 - 5	31.857	0.0376	0.007809	-1.623	-50.94	0.0	1.5	1.5	33.376	0.97
5 - 7	17.857	0.0446	0.034815	-8.376	-469.06	0.0	1.5	1.5	19.376	1.52
7 - 10	13.874	0.0489	0.079476	-10.750	-774.84	0.0	-1.4	-1.3	12.529	1.61
10 - 23	3.150	0.0668	0.238903	-139.656	-44337.80	0.0		0.0	3.162	1.82
23 - 22	1.150	0.0828	0.385472	-196.641	-171020.32	0.0		0.0	1.162	1.67
22 - 21	1.150	0.0828	0.385472	354.935	308690.12	0.0		0.0	1.162	1.67
21 - 1	32.484	0.0385	0.012052	2.457	75.63	0.0	1.6	1.6	34.075	1.15
				-2.29	92046.12					
				DQ	0.012					
1 - 2	24.474	0.0383	0.005960	1.015	41.486	-1.58	0.0	-1.6	22.883	0.73
2 - 3	0.374	0.0595	0.000310	0.133	356.894	-1.58	1.5	-0.1	0.301	0.07

LES ANNEXES

3 - 4	-0.626	0.0577	0.000842	0.363	-579.479	-1.58	1.5	-0.1	-0.699	0.16
4 - 18	3.350	0.0668	0.270094	116.316	34725.776	-1.58	1.4	-0.2	3.164	1.82
18 - 19	-4.644	0.0437	0.001258	0.542	-116.633	-1.58	0.2	-1.4	-6.001	0.37
19 - 20	-2.766	0.0444	0.000454	-0.195	70.672	-1.58	0.2	-1.4	-4.135	0.25
20 - 21	12.666	0.0448	0.017556	-7.561	-596.909	-1.58		-1.6	11.087	0.87
21 - 1	17.474	0.0413	0.010084	-4.343	-248.512	-1.58	-0.012	-1.6	15.883	0.79
				106.27	33653.29					
				DQ	-1.5789					
2 - 3	5.626	0.0551	0.065019	-28.001	-4976.921	-1.5	1.5789	0.1	5.699	1.33
3 - 4	4.626	0.0552	0.044018	-11.994	-2592.660	-1.5	1.5789	0.1	4.699	1.09
4 - 6	9.276	0.0478	0.024728	5.362	578.110	-1.5	1.4	-0.1	9.163	1.03
6 - 9	13.276	0.0521	0.175206	25.100	1890.680	-1.5	1.4	-0.1	13.163	2.34
9 - 8	7.016	0.0515	0.039706	-11.867	-1691.319	-1.5	-1.4	-2.9	4.152	0.68
8 - 7	2.016	0.0512	0.002344	0.893	442.691	-1.5	-1.4	-2.9	-0.848	0.12
7 - 5	8.101	0.0450	0.007213	1.115	137.652	-1.5	-0.01	-1.5	6.582	0.51
5 - 2	22.101	0.0378	0.003772	0.784	35.469	-1.5	-0.01	-1.5	20.582	0.60
				-18.61	-6176.30					
				DQ	-1.51					
15 - 13	22.247	0.0413	0.016312	-2.213	-99.457	-1.4		-1.4	20.853	1.04
13 - 14	19.971	0.0413	0.013156	-1.784	-89.353	-1.4	-1.4	-2.8	17.219	0.86
14 - 9	13.741	0.0447	0.020648	-2.801	-203.824	-1.4	-1.4	-2.8	10.989	0.86
9 - 6	6.724	0.0508	0.030108	-4.084	-607.325	-1.4	1.5	0.1	6.837	1.05
6 - 4	2.724	0.0487	0.002171	-0.295	-108.106	-1.4	1.5	0.1	2.837	0.32
4 - 18	2.050	0.0669	0.101476	-13.764	-6712.833	-1.4	1.5789	0.2	2.236	1.29
18 - 17	-2.983	0.0513	0.005983	0.812	-272.014	-1.4	0.2	-1.2	-4.155	0.64
17 - 16	8.787	0.0449	0.008478	1.150	130.876	-1.4		-1.4	7.393	0.58
16 - 15	8.787	0.0449	0.008478	1.150	130.876	-1.4		-1.4	7.393	0.58
				-21.83	-7831.16					
				DQ	-1.4					□
7 - 8	3.984	0.0505	0.009033	-3.440	-863.527	1.4	1.5	2.9	6.848	0.99
8 - 9	8.984	0.0514	0.065002	19.427	2162.389	1.4	1.5	2.9	11.848	1.95
9 - 14	22.259	0.0446	0.054035	8.917	400.583	1.4	1.4	2.8	25.011	1.96
14 - 13	28.489	0.0412	0.026710	6.426	225.564	1.4	1.4	2.8	31.241	1.56
13 - 12	2.276	0.0563	0.012820	-5.656	-2484.946	1.4		1.4	3.634	0.90
12 - 11	-0.724	0.0677	0.012798	12.446	-17195.115	1.4		1.4	0.634	0.37
11 - 10	2.276	0.0563	0.012820	3.228	1418.062	1.4		1.4	3.634	0.90
10 - 7	6.084	0.0492	0.015372	2.079	341.743	1.4	-0.012	1.3	7.429	0.95

LES ANNEXES

				43.43	-15995.25						
				DQ	1.4						
17 - 18	9.603	0.0507	0.061268	-22.132	-2304.589	-0.2	1.4	1.2	10.775	1.65	
18 - 19	6.644	0.0433	0.002554	-0.876	-131.873	-0.2	1.6	1.4	8.001	0.49	
19 - 32	0.218	0.0936	0.046099	20.651	94861.653	-0.2	0.2	0.0	0.206	0.46	
32 - 33	9.270	0.0490	0.035562	16.754	1807.313	-0.2		-0.2	9.048	1.16	
33 - 17	10.270	0.0490	0.043620	28.718	2796.240	-0.2		-0.2	10.048	1.29	
				43.11	97028.74						
				DQ	-0.2						
19 - 20	9.086	0.0431	0.004753	1.819	200.233	-0.2	1.6	1.4	10.455	0.64	
20 - 24	14.592	0.0447	0.023277	-2.380	-163.106	-0.2		-0.2	14.382	1.13	
24 - 30	0.119	0.0862	0.004272	-2.625	-22126.620	-0.2	0.0	-0.2	-0.097	0.14	
30 - 31	7.682	0.0515	0.048163	12.858	1673.701	-0.2		-0.2	7.472	1.23	
31 - 32	8.052	0.0515	0.052899	8.120	1008.388	-0.2		-0.2	7.842	1.30	
32 - 19	0.782	0.0805	0.125281	-56.122	-71739.669	-0.2	0.2	0.0	0.794	1.00	
				-38.33	-91147.07						
				DQ	-0.21						
24 - 25	12.47	0.0448	0.017029	-14.324	-1148.30	0.0		0.0	12.480	0.98	
25 - 26	9.47	0.0490	0.037137	-9.659	-1019.57	0.0		0.0	9.480	1.22	
25 - 27	0.47	0.0834	0.065900	-33.116	-69895.54	0.0		0.0	0.480	0.69	
27 - 28	1.47	0.0671	0.052563	31.788	21569.09	0.0		0.0	1.480	0.85	
28 - 29	4.16	0.0559	0.042632	9.280	2228.78	0.0		0.0	4.170	1.04	
29 - 30	6.16	0.0516	0.031051	13.526	2194.46	0.0		0.0	6.170	1.02	
30 - 24	1.88	0.0542	0.004907	3.016	1603.03	0.0	0.2	0.2	2.097	0.42	
				0.51	-44468.05						
				DQ	0.01						

LES ANNEXES

Résultats d'analyses chimiques de nouveau forage de zelfana(KARFO HSSAI Guerara)

LABORATOIRE CENTRALE : N : 13-ADE/UG/LABO/2013

La Date: 13/01/2013

Désignation	Résultats	Norme J, O, R, A, N:18	Unité
Ph	8	>6,5et<9	
Salinité	1		‰
Conductivité20c	2020	2800	Us/Cm
Température	16,6	25	C
Turbidité	8,36	5	Ntu
TDS	1216		Mg/L
Durté Totalet, H	480	500	Mg/L
Tac	150		Mg/L De Caco3
Calcium ca ²⁺	169,93	200	Mg/L
Magnésiummg ²⁺	13,6		Mg/L
Sodiumna ²⁺		300	Mg/L
Potassium+	14	12	Mg/L
Ammonium Nh ⁴⁺	0,048	0,5	Mg/L
Nitrite No ²⁻	0,007	0,2	Mg/L
Nitrate No ³⁻	15,5	50	Mg/L
Fer Fe ²⁺	0,31	0,3	Mg/L
Orthophosfate O- Po ₄	0.010	0,5	Mg/L

SOURCE : Algérien des eaux de zelfana

LES ANNEXES

Résultats d'analyses de la forage N 04 de centre ville DE zelfana

La Date:06/04/1996

Désignation	Résultats	Unité
PH	7,8	
Conductivité _{25c}		‰
Résidu Sec A 110c	21	Us/Cm
Turbidité	1222	C
Calcium ca ²⁺	95	Mg/L De Caco3
Magnésiummg ²⁺	74	Mg/L
Sodiumna ²⁺	200	Mg/L
Potassium+	13	Mg/L
Nitrate No ^{3^-}	15	Mg/L
Fer Fe ²⁺	15	Mg/L
Clore Cl	270	Mg/L
So ₄	388	Mg/L
Co ₃ H	159	Mg/L

Source : la subdivision d'hydraulique de zelfana

LES ANNEXES

Inventaire Des Forages Destinée A L' AEP de la ville de zelfana

Exploitant Gestionnaire	APC	APC	APC	E P E	E P E	E P E
Non Du Forage	Zelfana 1	Hssaie	Zelfana 4	Cimetière	El Mousalaha	Karfo Hssai Guerara
Nappe	Albienne	Albienne	Albienne	Albienne	Albienne	Albienne
X		04 12 53		04 13 09		
Y		32 25 52		32 23 19		
Z		373		352		
Toit (M)			750	700	650	695
Mur (M)			920	1000	1005	1020
Ø (")	13 ^{3/8}	13 ^{3/8}	13 ^{3/8}	13 ^{3/8}	13 ^{3/8}	13 ^{3/8}
Profondeur (M)			920	1000	1000	1020
Débit Mob (L/S)	10	60	60	60	45	65
Niveau Statique (M)	Artésien	Artésien	Artésien	Artésien	Artésien	Artésien
Débit Exploitation L/S	10	60	60	60	45	65
Date Mise En Service	1948	1985	1978	2004	2007	2012
Durée Annuelle De Pompage (H)	7300	8760	8760	8760	8760	8760
Volume Annuelle Prélevée En (M3)	262800	1892160	1892160	1892160	1419120	2049840
Qualité Des Eaux	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne

Source:hydraulique de la wilaya de Ghardaia

LES ANNEXES

Détermination des besoins pour chaque maille

Débit des catégories/maille	Maille 01	Maille 02	Maille 03	Maille 04	Maille 05	Maille 06	Maille 07	Maille 08
population	/	5,22	5,74	4,57	14,11	2,72	0,69	3,32
Centre de repos	1.3	/	/	/	/	/	/	/
bain	5.91	/	2,81	/	/	/	/	/
parc	0.003	/	/	0,06	/	/	/	/
Café+restaurant	0.014	/	/	/	/	/	/	/
Besoin touristique (hôtel..)	1.58	/	/	/	/	/	/	/
administrations	0.004	0,004	0,006	0.004	/	/	0.002	0.004
mosquée	0.08	/	0.05	/	/	/	/	/
caserne	0.01	/	/	/	/	/	/	/
Ecole primaire	/	0,18	0,18	/	0.18	0.18	/	/
E-FONDAMENTALE	/	0,21	0,21	/	/	0.21	/	/
Lycée	/	/	/	0.42	/	/	/	/
FP	/	0,26	/	/	/	/	/	/
marché	/	0,03	/	/	/	/	/	/
La poste	/	0,002	/	/	/	/	/	/
Bibliothèque	/	/	0.023	/	/	/	/	/
Salle de soin	/	/	0.03	/	0,28	/	/	/
hôpital	/	/	/	0.05	/	/	/	/
T de foot	/	/	/	/	/	/	/	/
Salle de sport	/	/	/	/	/	0.12	/	/
P .civil	/	/	/	/	/	/	/	0.01
St-service	/	/	/	/	/	/	/	0.01
débit totale en(l/s)	8.901	5	9,05	5,25	14,4	3,23	0,65	3,34
débit de pointe	16	10,16	16,3	9,19	26,23	5,82	1,21	24,69avec l'incendie