

République Algérienne Démocratique et Populaire

*Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique*



*Université de Ghardaïa*

N° d'ordre :

N° de série :

Faculté des Sciences et Technologies  
Département des Sciences et Technologie

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de**

**MASTER**

**Domaine :** *Sciences et Technologies*

**Filière :** Hydraulique

**Spécialité :** Ressource Hydrique

**Par: ZAOUI Hocine**

**Thème**

**APPORT DES SYSTEMES D'INFORMATION GEOGRAPHIQUES  
(S.I.G) A LA GESTION DES RESEAUX D'AEP : APPLICATION  
SUR LE RESEAU DU QUARTIER DE 5 JUILLET  
(ZELFANA)**

**Soutenu publiquement le : ../05/2018**

**Devant le jury :**

<b>Mme chaker</b>	MAB	Univ. Ghardaïa	<b>Président</b>
<b>Mr Boubelli Salim</b>	MAA	Univ. Ghardaïa	<b>Examineur</b>
<b>Mr Azzouz</b>	MAB	Univ. Ghardaïa	<b>Examineur</b>
<b>Mr ACHOUR Mansour</b>	MAB	Univ. Ghardaïa	<b>Encadreur</b>

**Année universitaire 2017/2018**

# *Dédicaces*

*Je dédie ce travail à :*

*Ma très chère mère qui m'a toujours apportée*

*Son amour et son affection*

*Mon cher père, qui m'a toujours encouragée, conseillée et*

*Soutenue dans mon travail*

*Mes très chères sœurs*

*Mes très chers frères*

*A mes très chers amie(s)*

*Toute ma belle famille*

*A tous les enseignants de l'hydraulique,*

*Et tous les étudiants de l'hydraulique, en particulier*

*La promotion 2017/2018*

*A tous ceux qui portent le nom ZAOUI*

*A toutes personnes utilisant ce document pour un bon usage.*

*Hocine*

# Remerciements

*Au terme de ce modeste travail, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et nos vifs remerciements tout d'abord :*

*ALLAH le tout puissant pour m'avoir donné la santé, le courage Et la volonté d'étudier, et la force de réaliser ce travail.*

*Notre Encadreur : Mr Achour Mansour. Maître assistant chargée de cours à l'université de Ghardaïa, pour ses orientations, ses précieux conseils et sa contribution dans l'élaboration de ce travail.*

*Nous tenons également à remercier :*

*Mr. ARIF le chef département de la science technique*

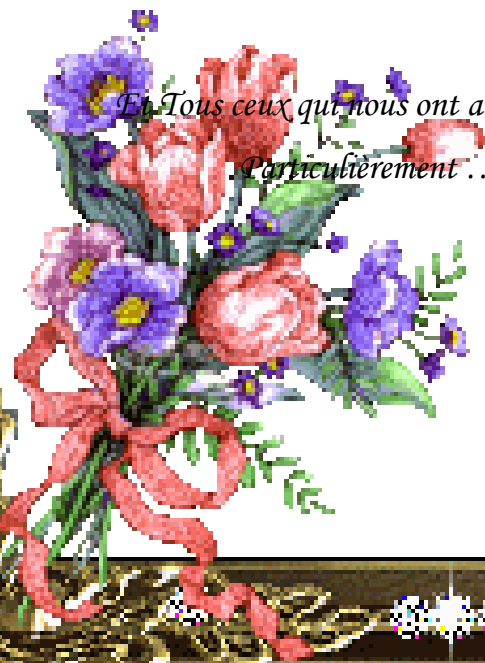
*Tous nos enseignants du Département d'Hydraulique particulièrement.*

*Mr. BOUTELLI; Mr. MECHRI; Mr. CHOUIREB; Mr. BOULAMAIZ, Mr. OULED BELKHIR, Mr. DAHEUR;*

*Mme. AZZOUC ; Mme. MOULAI ; Mme. AMIEUR ; Mme. BABA AMER et Mme. BOUAMER*

*Et Tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin dans l'élaboration de ce travail. Particulièrement .....*

*Mr. Zaoui hocine*





*Résumés*

## Résumé

Les techniques des systèmes d'information géographiques jouent un rôle très important actuellement dans le domaine de la gestion des réseaux d'AEP. Dans ce cadre, nous avons traité le réseau d'AEP du quartier de 5 juillet de la commune de Zelfana.

Dans cette étude nous avons menu un diagnostic précis de son réseau d'AEP et ces différentes composantes, nous avons fais modélisation du réseau par ArcGIS est lacération den passe de donne.

## Mots clés

Zelfana, réseau d'alimentation en eau potable, diagnostic, diagramme, ArcGIS

## الملخص

تلعب تقنيات نظم المعلومات الجغرافية حاليا دورا رئيسيا في مجال تسيير شبكات المياه. من خلال هذا العمل قمنا بمعالجة احد مشاكل الري الممتلة في دراسة شبكة التزويد بالمياه الصالحة للشرب بمنطقة 5 جويلية بزلفانة. في دراستنا هذه قمنا بتشخيص دقيق لشبكة التزويد بالمياه الصالحة للشرب من خلال وصفنا لمكوناتها واعادة رسم الشبكة مرفوق بمحاكات هذه الشبكة بنظام الاركجيس وانشاء قاعدة بيانات.

## الكلمات المفتاحية

زلفانة، شبكة التزويد بالمياه الصالحة للشرب، التشخيص، المخطط البياني، الاركجيس.

## Abstract

Geographic Information Systems (GIS) technologies play a very important role now in the field of AEP network management. In this context, we treated the AEP network of the district of July 5 in the municipality of Zelfana.

In this study we have an accurate diagnosis of its AEP network and these different components, we did network modeling by ArcGIS is laceration den pass of gives

**key words** :Zelvana, drinking water supply network, diagnosis, diagram, arggis.



*Sommaire*

## *Table des matières*

Dédicaces	
Remerciements	
Résumé	
Sommaire	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Introduction générale.....	1
Chapitre I. Présentation Générale du Secteur d'étude.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
I. Généralités.....	3
I.1 Situation géographique de la wilaya.....	3
I.2 Situation géographique de la commune de Zelfana .....	4
I.3 Situation géographique du zone d'étude (5 juillet) .....	5
I.4 Cadre physique .....	5
I.4.1 Topographie.....	5
I.4.3 Sol.....	6
I.5 Hydrologie .....	6
I.6 Hydrogéologie .....	7
I.6.1 Caractéristiques des eaux thermales de Zelfana .....	9
I.6.2 Composition minérale des eaux thermales de Zelfana .....	9
I.7 Climatologie .....	10
I.7.1 Aspects généraux .....	10
I.7.2 Données pluviométriques et climatologique .....	11
I.7.3 Températures .....	11
I.7.4 Pluviométrie.....	12
I.7.5 Humidité relative de l'air.....	12
I.7.6 Vitesse du vent.....	13
Conclusion .....	14
Chapitre II. Calcule des besoins et des débits .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II. Introduction.....	16
II.1 Etude démographique.....	16
II.1.1 population.....	16
II.1.2 population actuelle .....	17

II.1.3 Période envisagée pour l'étude .....	17
II.1.4 Evaluation de la population .....	17
II.2 Besoins en eau à Zelfana.....	17
II.2.1 Normes unitaires de la consommation .....	17
II.2.2 Besoins .....	18
II.3 Evaluation des besoins en eau .....	18
II.3.1 Besoins domestiques .....	18
II.3.2 Besoins scolaires .....	18
II.3.3 Besoins socio-culturels et sportifs.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II.3.4 Besoins administratifs et publics .....	19
II.4 Récapitulation de la consommation moyenne .....	19
II.5 Etude des variations des débits .....	20
II.10. Calcul des consommations journalières maximales .....	20
II.11. Coefficient d'irrégularité journalière minimale .....	21
II.12. Coefficient d'irrégularité horaire .....	21
II.12.1. Le coefficient d'irrégularité horaire maximale .....	21
II.12.2. Le coefficient d'irrégularité horaire minimale .....	21
II.13. Calcul du débit de point $Q_p$ .....	22
II.14. Calcul de la consommation horaire.....	22
II.8. Conclusion .....	26
Chapitre III. Diagnostic du Système Actuel d'A.E. P.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
III. Introduction .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
III.1 Diagnostique du réseau de distribution .....	25
Chapitre IV.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Généralités sur le SIG .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
IV. Définition.....	28
IV.1 Fonctions du SIG.....	28
IV.2 L'information géographique.....	28
IV.2.1 Données spatiales.....	28
IV.2.2 Données attributaires .....	29
IV.3 Organisation des données dans un SIG .....	29
IV.4 Les formats de données .....	29
IV.4.1 Le format "Vecteur" .....	30
IV.4.2 Le format "Raster" .....	30
IV.5 Les différents types d'entités .....	31



IV.5.1 Entités de base .....	31
IV.5.1.1 Points .....	31
IV.5.1.2 Lignes .....	31
IV.5.1.3 Polygones.....	32
IV.6 Les applications d'ArcGIS .....	32
IV.6.1 ArcToolBox .....	32
IV.6.2 ArcCatalog.....	33
IV.6.3 ArcMap.....	33
Chapitre IV.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Modélisation par le système SIG .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
V. Matériels et méthodes .....	36
V.1 Données utilisées.....	36
V.2 Logiciels utilisés .....	36
V.3 Résultats et discussion .....	36
V.3.1 Etapes de la construction de la base des données .....	36
V.3.2 Interface ArcCatalog .....	38
V.3.3 Interface ArcMap .....	39
V.3.3.1 Utilisation de l'outil IDENTIFY .....	41
V.3.3.2 Requête SQL sous la table attributaire.....	41
V.3.3.3 Création des fichiers de forme (Shapefiles).....	43
V.3.3.3 Création des champs dans la table attributaire.....	44
V.4 Traitement et manipulation de la base de données du réseau .....	46
V.4.1 Calcul des longueurs des tronçons .....	46
V.4.2 Gestion des étiquettes par les expressions SQL.....	47
Conclusion.....	52
générale .....	52
Conclusion generale	
Bibliographie.....	52



*Liste des  
figures*

## *Liste des figures*

<i>Figure I.1 : Situation géographique de la wilaya de Ghardaïa.....</i>	<i>3</i>
<i>Figure I.2 : Photo satellite de la ville de Zelfana (2018) « GOOGLE EARTH ».....</i>	<i>4</i>
<i>Figure I.3: Photo satellite quartier 05 juillet (2018) « GOOGLE EARTH ». ....</i>	<i>5</i>
<i>Figure I.4: Variations moyennes maximales et minimales de températures de l'air (°C) station de Ghardaïa (1973-2007).....</i>	<i>11</i>
<i>Figure I.5: Répartition mensuelle des pluies moyennes annuelles en % .....</i>	<i>12</i>
<i>Figure I.6: Humidité Relative de l'air.....</i>	<i>13</i>
<i>Figure I.7: Valeurs moyennes de la vitesse du vent (m/s) .....</i>	<i>14</i>
<i>Figure IV.1 : formats de données.....</i>	<i>31</i>
<i>Figure IV.2 : trois formes de base .....</i>	<i>32</i>
<i>Figure IV.3 : ArcToolBox.....</i>	<i>32</i>
<i>Figure IV.4 : ArcCatalog .....</i>	<i>33</i>
<i>Figure IV.5 : ArcMap .....</i>	<i>33</i>
<i>Figure V.1: Organigramme des étapes de traitement sous ArcGIS.....</i>	<i>37</i>
<i>Figure V.1 : Affichage du fichier AutoCAD sous ArcMap .....</i>	<i>40</i>
<i>Figure V.2 : Localisation du réseau d'AEP de la zone d'étude .....</i>	<i>40</i>
<i>Figure V.3 : Identification du réseau d'AEP.....</i>	<i>41</i>
<i>Figure V.4 : sélection par attribut .....</i>	<i>42</i>
<i>Figure V.5 : Sélection du réseau d'AEP du quartier 5 juillet.....</i>	<i>42</i>
<i>Figure V.6 : Création du fichier de forme shapfile (SHP) du réseau d'AEP.....</i>	<i>43</i>
<i>Figure V.7 : réseau d'AEP avec sa table attributaire.....</i>	<i>43</i>
<i>Figure V.8 : Création des champs dans la table attributaire.....</i>	<i>44</i>
<i>Figure V.9 : réseau d'AEP avec sa table attributaire correspondante .....</i>	<i>45</i>
<i>Figure V.10 : outil de calcul géométrique sous ArcMap.....</i>	<i>46</i>
<i>Figure V.11 : les longueurs des tronçons calculées par l'outil géométrique.....</i>	<i>46</i>

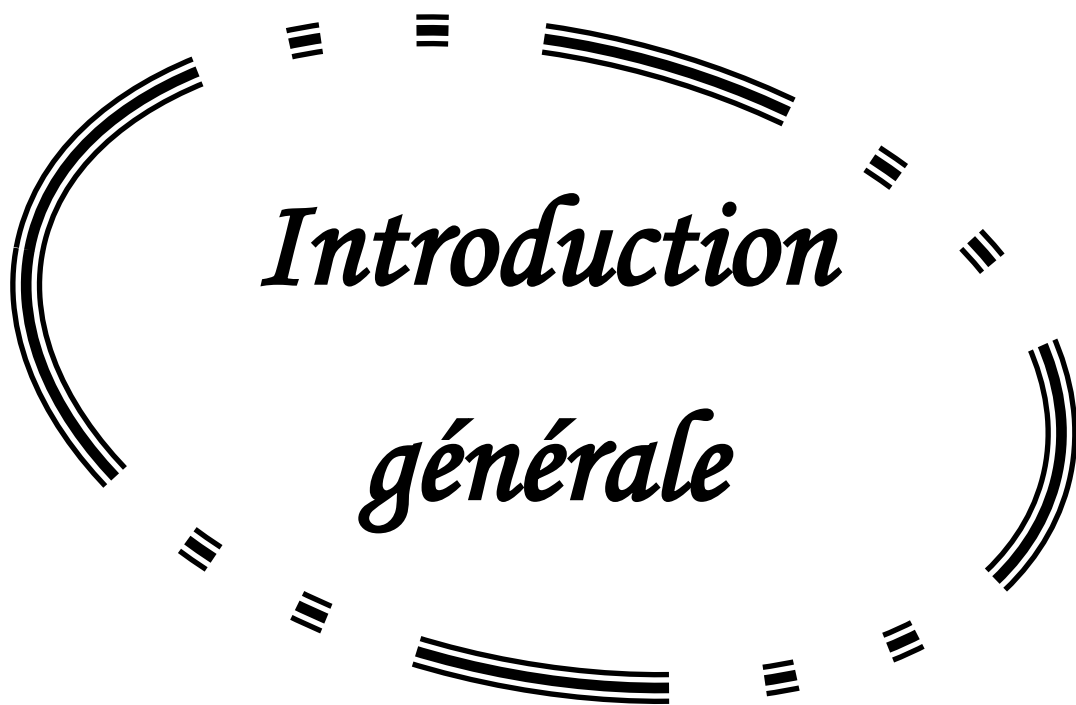
<i>Figure V.12 : l'expressions SQL utilisée.....</i>	<i>47</i>
<i>Figure V.13 : réseau d'AEP avec les étiquettes correspondantes.....</i>	<i>47</i>
<i>Figure V.14 : réseau d'AEP avec les étiquettes correspondantes.....</i>	<i>48</i>
<i>Figure V.15 : réseau d'AEP avec la couche des vannes correspondantes.....</i>	<i>48</i>
<i>Figure V.16 : Réseau d'AEP du secteur d'étude finalisé sous ArcMap.....</i>	<i>49</i>
<i>Figure V.17: Réseau d'AEP du secteur d'étude finalisé sous ArcMap.....</i>	<i>49</i>
<i>drapé par image satellitaire.....</i>	<i>49</i>
<i>Figure V.18 : Cartes du réseau d'AEP du secteur d'étude.....</i>	<i>50</i>
<i>Figure V.19 : Cartes des vannes sont réseau d'AEP.....</i>	<i>51</i>



*Liste des  
tableaux*

## *Liste des tableaux*

<b>TABLEAU 01 : Inventaire des infrastructures hydrogéologiques.</b> .....	<b>8</b>
<b>TABLEAU 02 : Ouvrages de stockage des eaux.</b> .....	<b>9</b>
<b>TABLEAU 03 : Composition minérale des eaux thermales de Zelfana.</b> .....	<b>9</b>
<b>TABLEAU 04 : Données pluviométriques et climatologique</b> .....	<b>11</b>
<b>Le tableau 05 : présente les valeurs moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air.</b> .....	<b>13</b>
<b>Le tableau 06 : présente les valeurs moyennes mensuelles de la vitesse du vent (m/s).</b> .....	<b>13</b>
<b>Tableau 07 : Normes unitaires de la consommation.</b> .....	<b>18</b>
<b>Tableau 08 : Evaluation des besoins domestiques pour différents termes (PDAU/ L'A.P.C DE ZELFANA).</b> .....	<b>18</b>
<b>TABLEAU 09: Besoins scolaires. (PDAU/ L'A.P.C DE ZELFANA).</b> .....	<b>19</b>
<b>Tableau 10: Besoins socio-culturels et sportifs. (PDAU/ L'A.P.C DE ZELFANA).</b> .....	<b>19</b>
<b>Tableau 11: Besoins administratifs et publics. (PDAU/ L'A.P.C DE ZELFANA).</b> .....	<b>19</b>
<b>Tableau 12 : Récapitulation de la consommation moyenne journalière. (PDAU/ L'A.P.C de ZELFANA).</b> .....	<b>19</b>
<b>Tableau 13 : Calcul des consommations maximales journalières.</b> .....	<b>20</b>
<b>Tableau 14 : Les valeurs de <math>\beta</math> en fonction de la population.</b> .....	<b>21</b>
<b>Tableau 15 : Répartition des débits horaires. (PDAU/ L'A.P.C de ZELFANA).</b> .....	<b>23</b>
<b>Tableau 16 : Détermination de débit maximum journalière. (PDAU/ L'A.P.C de ZELFANA).</b> .....	<b>24</b>
<b>Tableau 17: Diagnostique du réseau de distribution</b> .....	<b>26</b>



*Introduction*  
*générale*

# Introduction générale

---

## Introduction générale

L'eau est un élément essentiel à toute forme de vie, a toujours influencé la vie de l'homme dans ses activités et son installation autour des points d'eau formant ainsi des agglomérations dont les besoins ne cessent de croître.

Depuis leurs origines les êtres humains ont été très sensibles à la qualité de l'eau, c'est l'un des besoins les plus fondamentaux de notre physiologie. Tant que l'humanité ne s'est pas sédentarisés, le problème de l'eau se limitait à la recherche d'un endroit d'approvisionnement facile d'accès (rivière, chute, source).

Cependant, avec l'apparition de collectivités plus en plus importantes, c'est-à-dire à la naissance des cités, l'urbanisation éloignait la population du milieu naturel et restreignait la diversité des sources d'approvisionnement, le besoin de l'apporter s'est alors fait sentir.

Devant de telles situations, il est impératif de concevoir des systèmes de protection de cette ressource et un système judicieux d'adduction, de stockage et de distribution afin de satisfaire la demande et de pallier aux pertes.

L'utilisation facile de l'eau et d'une façon bien organisée s'obtient seulement par une eau potable est transportée dans des canalisations fermées et généralement enterrées c'est le réseau d'AEP (alimentation en eau potable), qui assure la bonne gestion des eaux potables.

La géométrie des réseaux d'AEP peuvent être maillé ou ramifié, et l'ensemble des deux donne un réseau mixte, et chaque type a ses avantages et ses inconvénients, qui le caractérisent.

La gestion et l'entretien de ces réseaux nécessite un diagnostic et un suivi périodique. Parmi les techniques récentes utilisées ; c'est le Système d'Informations Géographiques (S.I.G).

Le Système d'Informations Géographiques (S.I.G) est une technique moderne, très largement employée dans le domaine de l'hydraulique. Le S.I.G permet une gestion facile et souple des réseaux d'AEP, que ce soit la localisation des tronçons de canalisations, des vannes et de pièces spéciales, des postes énergétiques, la sélection des itinéraires d'accès pour l'intervention. Le S.I.G permet aussi de repérer rapidement des défauts sur les réseaux (fuites, branchements illicites ...).

L'objectif de notre travail de mémoire, est une contribution au diagnostic et la gestion d'un réseau AEP en utilisant la technique du S.I.G. L'outil informatique que nous avons pour les traitements, est le logiciel ArcGIS ; avec sa dernière version ArcGIS Desktop v 10.5. Le site choisi est situé au centre-ville de Zelfana, il concerne le réseau d'Alimentation en Eau Potable du quartier de 5 juillet.



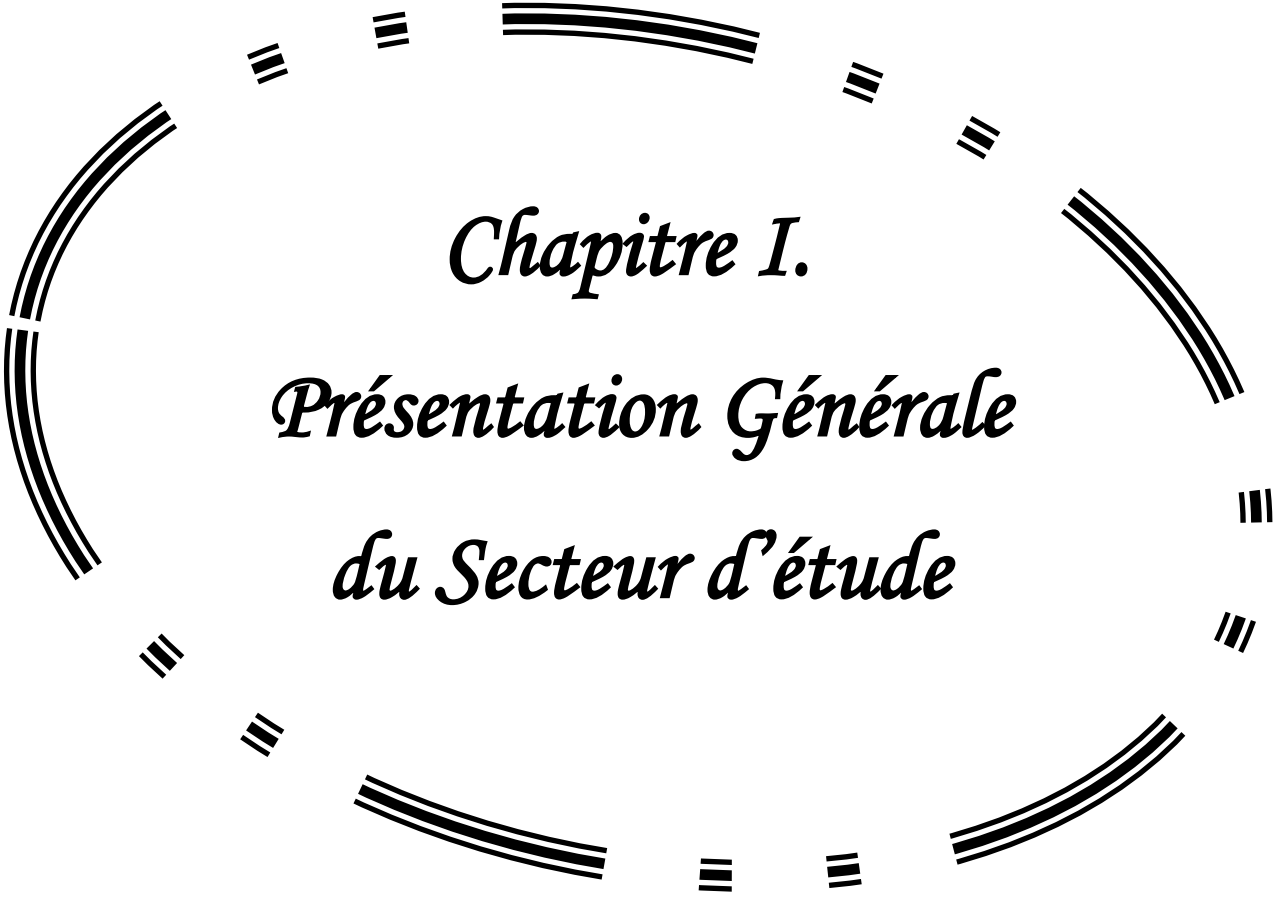
## Introduction générale

---

Pour mener bien notre travail, nous avons opté par les chapitres suivants :

- Chapitre I, donne une présentation générale de la zone d'étude, situation géographique, description du tissu urbain, et des données climatiques (la température, la pluviométrie, les vents, aperçu géologique et relief, ressources hydriques).
- Chapitre II, nous présentons les besoins en eau de l'agglomération (les besoins : domestiques, sanitaires, d'arrosages, socioculturelles, public, ...) ; ainsi que les caractéristiques de la consommation.
- Chapitre III, nous d'écrivons un diagnostic hydraulique pour déterminer les différentes composantes du réseau de distribution, et de préparer une base de données sur le réseau, que nous allons injecter dans le S.I.G.
- Chapitre IV, les traitements, la manipulation et l'affichage de la base des données sous le logiciel ArcGIS, a l'aide de ses modules ArcCatalog et ArcMap.

Et en fin, nous terminerons le présent travail par une conclusion et quelques recommandations.



*Chapitre I.*

*Présentation Générale*

*du Secteur d'étude*

## I. Généralités

L'essor de l'agglomération de ZELFANA, le développement touristique ainsi que le développement socio-économique mette la commune devant de nombreux problèmes, notamment les problèmes de l'eau.

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, c'est dans ce contexte que s'inscrit ce projet d'étude du diagnostic et schéma directeur du réseau de distribution d'eau potable de la ville de ZELFANA.

### I.1 Situation géographique de la wilaya

La Wilaya de Ghardaïa se situe dans le Sahara Nord Central algérien s'étend sur une superficie de 84,660 km<sup>2</sup>. Elle est limitée :

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

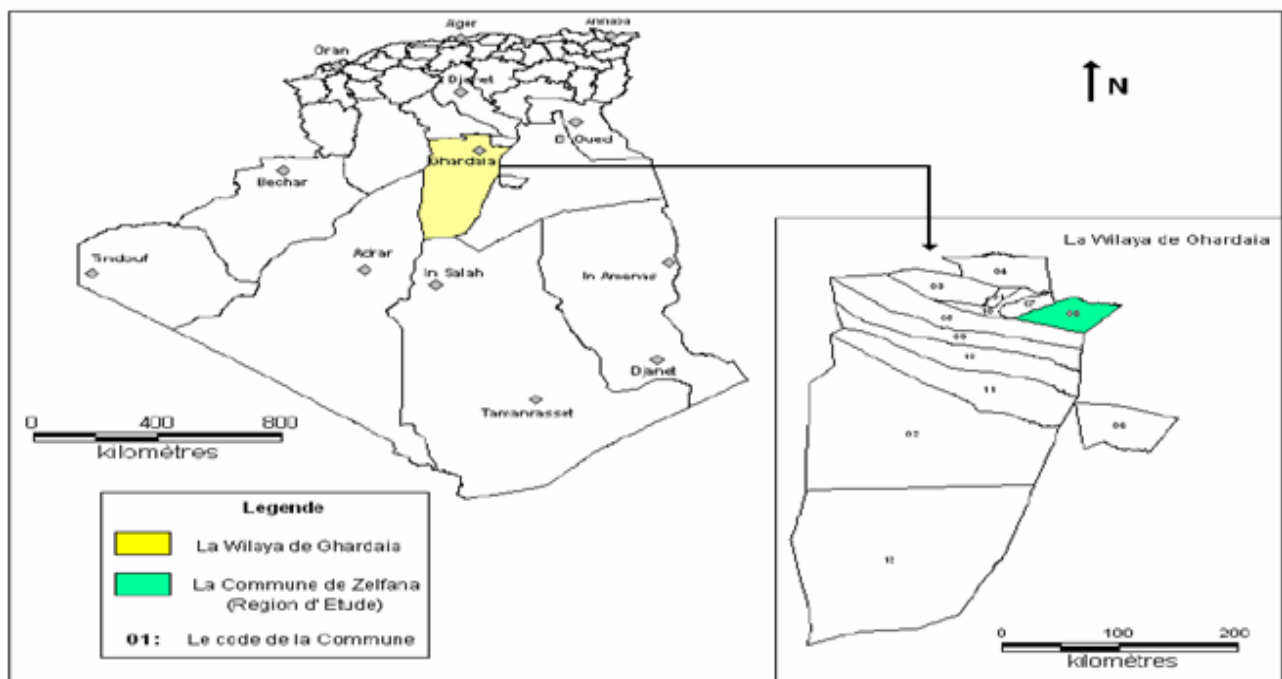


Figure I.1 : Situation géographique de la wilaya de Ghardaïa.

Elle comporte 13 communes parmi lesquelles la commune de Zelfana qui fait l'objet de notre étude. Zelfana est montée au rang de commune en 1985, et au rang de Daïra en 1991.

La région thermale de Zelfana peut s'enorgueillir d'être considérée comme un espace de convivialité pour les populations de la wilaya de Ghardaïa et les régions avoisinantes. Les eaux thermales de Zelfana sont captées à partir de la nappe du Continental intercalaire.

## II.2 Situation géographique de la commune de Zelfana

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 Métili 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.



Figure I.2 : Photo satellite de la ville de Zelfana (2018) « GOOGLE EARTH ».

### I.3 Situation géographique du zone d'étude (5 juillet)

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 km<sup>2</sup>, mais d'après le cadastre des communes il faut noter que la surface de la commune dans l'ancien PDAU est de 2400km<sup>2</sup>.



Figure I.3: Photo satellite quartier 05 juillet (2018) « GOOGLE EARTH ».

### I.4 Cadre physique

#### I.4.1 Topographie

La totalité des terrains de l'agglomération sont relativement plats « pente  $\approx$  4% vers la direction Sud-ouest ». L'altitude moyenne de la région d'étude est d'environ 360m.

#### I.4.2 Géologie sommaire :

La région de Zelfana est à l'Est de la Chebka des M'Zab, le terrain est le résultat des formations Néogène et revente d'origine Quaternaire ou mio-pliocène, les formations Néogènes au niveau de Zelfana reposent sur des formations de calcaires et dolomies, parfois en alternance avec des formations meubles ou de marne.

Selon une étude faite par LTPS, ces formations mio-pliocène qui marquent le contact avec le tertiaire et le quaternaire sont :

- Une croûte calcaire.
- Sables légèrement gypseux.
- Poudingues.
- Argiles versicolores gypseux et hydrophiles.
- Sables roses à gris.
- Sables argileux et argiles sableux.

### **I.4.3 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.

### **I.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 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.

## **I.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 km<sup>2</sup>. Elle se limite au Nord par la ligne allant de la frontière tunisienne aux environs de Bechar, à l'Est par la frontière Algéro-Tunisienne et Algéro-Libyenne à l'Ouest par la ligne Bechar - Adrar et au Sud la ligne InSalah 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 saharien. 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 01 : Inventaire des infrastructures hydrogéologiques.**

N°	Description des infrastructures	Caractéristique physiques	Valeur d'origine	Date de mise en service
01	Forage N° 04	Forage AEP	80 l/s	1978
02	Forage N°02 Gouifla	/	/	/
03	Forage N°17(mixte)	/	/	/
04	Forage N°9 Eau non potable	/	Zone d'activité	1992
05	Forage N°11 Hassi Noor	/	/	1996



TABLEAU 02 : Ouvrages de stockage des eaux.

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

### I.6.1 Caractéristiques des eaux thermales de Zelfana

Comme en Algérie, beaucoup de ressources géothermiques de basse enthalpie restent inexploitées dans la production d'électricité à travers le monde.

L'Algérie est considérée parmi les pays riches en eau thermo minérale. En effet, de nombreuses sources thermales existent dans le Nord de l'Algérie, alors que dans le Sud du pays se trouve un important réservoir géothermique appelé Continental Intercalaire. Les eaux thermales de Zelfana sont captées à partir du Continental Intercalaire.

Les caractéristiques de profondeur, de température et de salinité sont spécifiques au type de la formation géologique du Continental Intercalaire dans la région d'étude.

- Le réservoir du Continental Intercalaire présente (Zelfana et Guerrara) un gradient du Sud-ouest vers le Nord-est de 400 à 1000 m de profondeur.
- La nappe est artésienne mais cependant elle présente un rabattement important sur presque toute la région du M'Zab qui est dû à la surexploitation de celle-ci.
- Les eaux thermales de la nappe sont chlorurées sodiques, elles se caractérisent par une température moyenne de plus de 46 °C et une salinité moyenne de 1g/l.

TABLEAU 03 : Composition minérale des eaux thermales de Zelfana.

PH	Température	Résidu sec (mg)	Calcium	Magnésium	Sodium	Potassium	Chlorure	Sulfate	Bicarbonates	Nitrate
6.5	41.5°	18.1	163	61	518	22	497	518	165	15

## **I.7 Climatologie**

### **I.7.1 Aspects généraux**

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

Le climat dominant est celui 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.

### I.7.2 Données pluviométriques et climatologique

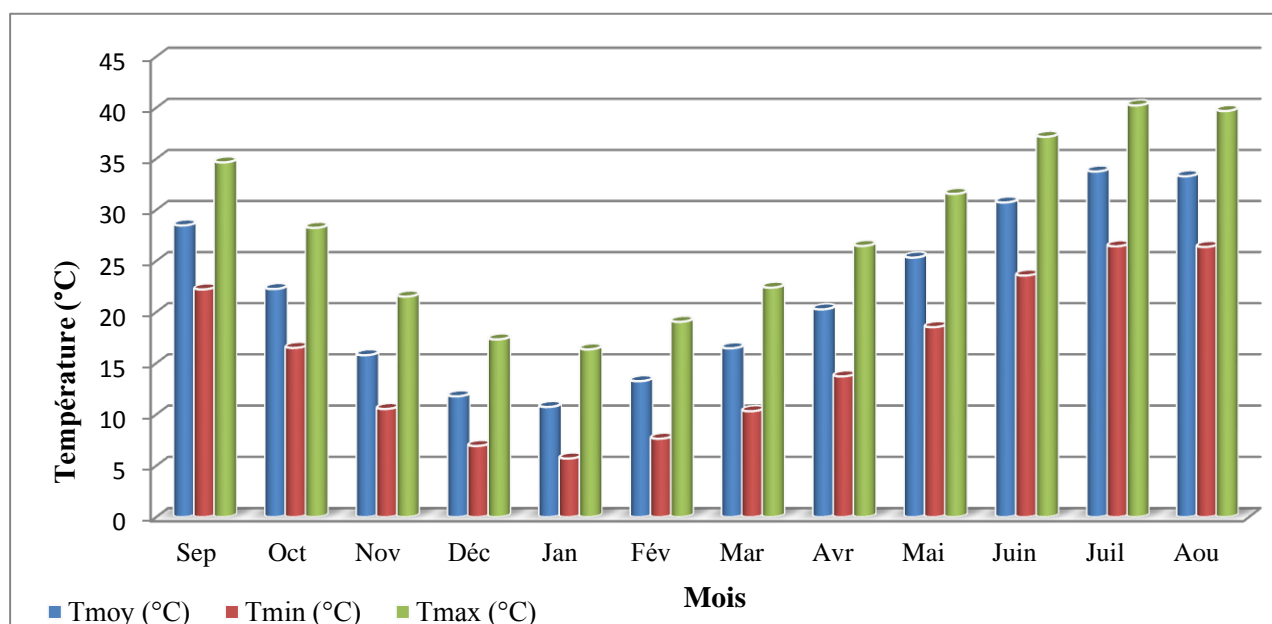
Les données pluviométriques et climatologiques sont obtenus a partir de la station météorologique de **Ghardaïa (DAUG, code : 60-56-60)**.

**TABLEAU 04 : Données pluviométriques et climatologique**

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

### I.7.3 Températures

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 (2007-2015) sont représentées graphiquement par la figure (4).



**Figure I.4: Variations moyennes maximales et minimales de températures de l'air (°C) station de Ghardaïa (2007-2015)**

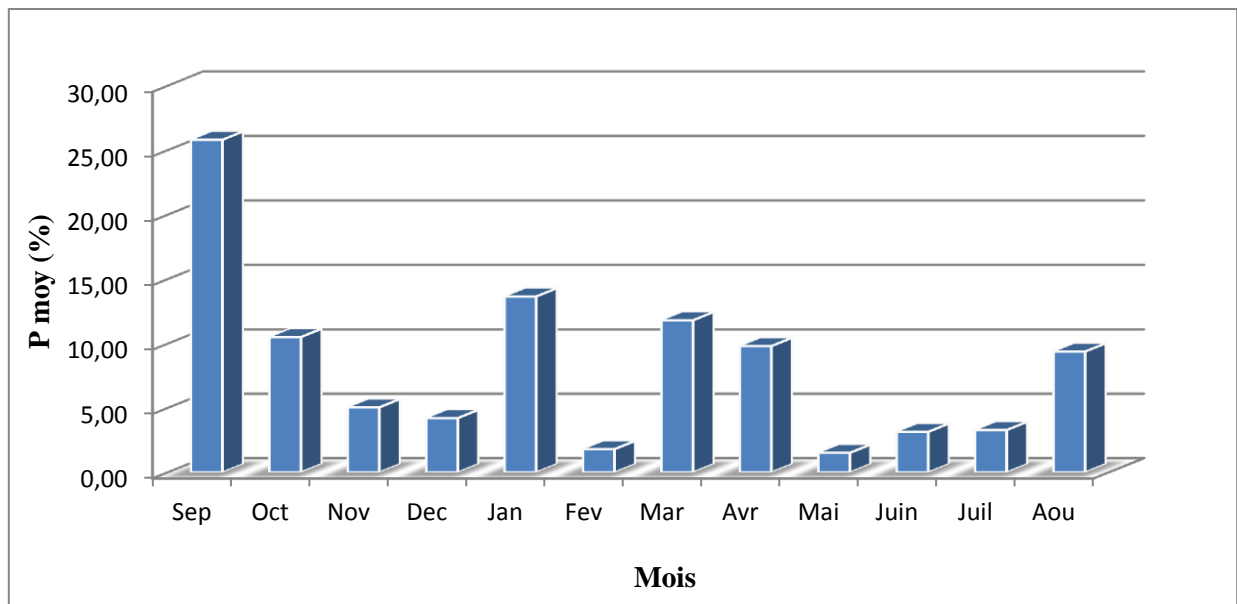
D'après le graphe, les valeurs mensuelles de la température de l'air varient avec une certaine régularité pendant l'année, avec un maximum en Juillet (40.24°C) et un minimum en Janvier (5.72 °C).

### I.7.4 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 :



*Figure I.5: Répartition mensuelle des pluies moyennes annuelles en %*

### I.7.5 Humidité 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.

Le tableau 05 : présente les valeurs moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air.

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
H(%)	34.57	43.65	52.94	56.91	55.06	46.91	40.50	35.16	30.76	26.58	23.29	25.01

Le mois durant lequel on enregistre les valeurs les plus basses sont le mois de Juillet avec une valeur d'humidité relative de 23.29%. C'est pour les mois de novembre et décembre qu'on enregistre les valeurs les plus élevées, autour de 56.91%.

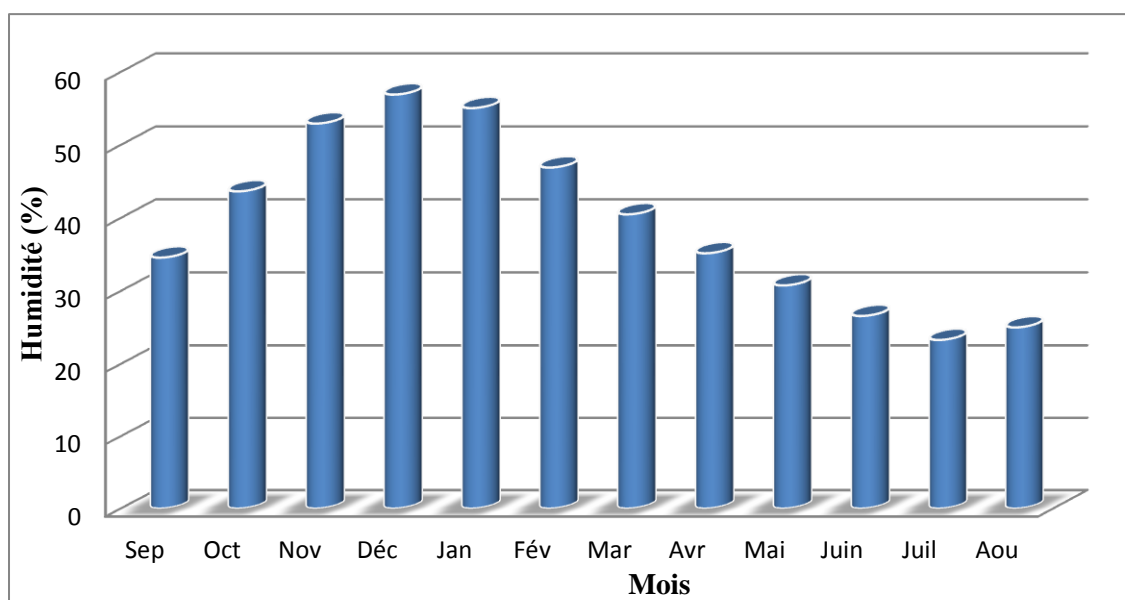


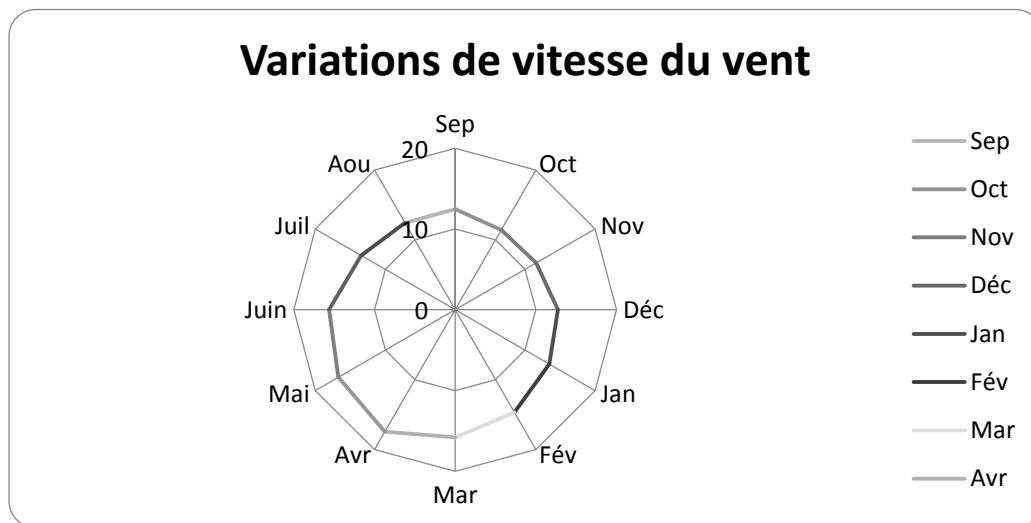
Figure I.6: Humidité Relative de l'air

### I.7.6 Vitesse du vent

Le tableau 06 : présente les valeurs moyennes mensuelles de la vitesse du vent (m/s).

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou
V (m/s)	12,49	11,43	11,61	12,74	13,46	14,70	15,80	17,43	16,71	15,64	13,45	12,43

La vitesse moyenne du vent présente une petite variation pendant toute l'année, en oscillant entre une valeur minimale en Octobre de l'ordre de 11.43 m/s, et une valeur maximale de 17.43 m/s environ en Avril. Le graphique ci- après présente une illustration de ce paramètre sur l'année.



**Figure I.7: Valeurs moyennes de la vitesse du vent (m/s)**

## I.8 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 141mm.*
- *La série utilisée contient beaucoup d'exceptions au niveau des précipitations enregistrées dans les mois Mai, Juin, Juillet, Aout.*
- *Ces précipitations passent par 4 périodes majeures, la première est caractérisée par une sécheresse presque totale avec quelques exceptions aux mois d'Avril, Juin, Juillet.*



*Chapitre II.*

*Calcul des besoins  
et des débits*

## **II. Introduction**

Le calcul des besoins en eau d'alimentation pour une agglomération exige une fixation impérative des normes de consommations unitaires qui doivent rester valables tant que les critères qui ont contribué à l'établissement de ces normes restent inchangés.

En règle générale, les normes objectives résultent de l'adéquation des critères sociopolitiques et socio-économique procèdent à la fois de :

- La volonté politique des pouvoirs publics qui fixent pour chaque période de planification les objectifs qualitatifs et quantitatifs du secteur de l'alimentation en eau potable.
- Des ressources en eau susceptibles d'être mobilisés pour satisfaire les besoins en eau domestiques (qualité et quantité) ...etc.

Pour l'essentiel, on peut dire que l'évaluation des besoins en eau d'alimentation postule la satisfaction d'un niveau sanitaire générale en étroite relation et dépendance avec le développement socio-économique du pays.

Dans ce chapitre nous entamons la critique du réseau de distribution tronçon par tronçon, en indiquant la longueur, le diamètre, le matériau et l'état de chaque tronçon et on mentionne les problèmes rencontrés.

L'objet de ce diagnostic est de vérifier l'état du système d'alimentation en eau de la zone d'étude, et la détermination des défaillances du système de refoulement et du réseau de distribution.

À partir du réservoir, l'eau est distribuée dans une canalisation sur laquelle des branchements seront piqués en vue de l'alimentation des abonnés.

Les canalisations devront en conséquence présenter un diamètre suffisant de façon à assurer le débit maximal afin de satisfaire tous les besoins en eau des consommateurs

### **II.1 Etude démographique**

#### **II.1.1 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.



### II.1.2 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.

$P_0=10137$  habitants (données recueillis auprès de L'A.P.C du ZELFANA).

### II.1.3 Période envisagée pour l'étude

D'une part l'horizon prévu pour cette étude est l'an **2043** soit au bout de **25** ans. D'autre part Au-delà de cet horizon, l'estimation devient grossière en raison des incertitudes sur les différentes évolutions de l'agglomération.

### II.1.4 Evaluation de la population

La détermination de sa population dépend du nombre d'occupation par logements, donnée par

$$P_f = N_{log} \times T_x$$

Avec :

$P_f$  : population de future ;

$N_{log}$  : nombre de logement ;

$T_x$  : nombre d'occupation par logement ;

Le nombre d'occupation par logement appliqué est de 7 hab./log.

$$P_f = 3150 \text{ hab.}$$

## II.2 Besoins en eau à Zelfana

### II.2.1 Normes unitaires de la consommation

Nous avons jugé nécessaire d'adopter les dotations suivantes pour prendre en compte l'évolution démographique et sociale de l'agglomération.

L'estimation des besoins en eau pour différents horizons nécessite des normes de consommations unitaires, celles-ci sont établies sur la base de certains critères socio-économique et sanitaires, elles doivent répondre à une politique de redressement du niveau de vie des populations auxquels elles sont plus ou moins liées et elles doivent leur assurer une vie saine et hygiénique.

Tableau 07 : Normes unitaires de la consommation.

<i>PERIODE</i>	<i>ANNEE</i>	<i>2012</i>	<i>2017</i>	<i>2022</i>	<i>2027</i>	<i>2032</i>	<i>2037</i>
<i>DOTATION</i>	<i>l/J/Hab.</i>	<i>200</i>	<i>200</i>	<i>200</i>	<i>200</i>	<i>200</i>	<i>200</i>

**N.B :** Les dotations actuelles sont difficiles à estimer. Cela est due au plusieurs causes ; on cite quelques-unes :

- Manque des données réelles sur les débits des ressources alimentant la ville ainsi que les débits distribués sur cette dernière.

- L'état du réseau actuel avec les piquages illicites et les fuites rend l'estimation des volumes d'eau distribué.

Dans le but d'avoir des valeurs plus au moins proche du réel. Le bureau d'étude a trouvé nécessaire de faire toute une enquête détaillée sur tout le système d'alimentation y compris la moyenne de la consommation de chaque individu. L'opération est en cour.

## II.2.2 Besoins en eaou

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 rencontré 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**.

## II.3 Evaluation des besoins en eau

### II.3.1 Besoins domestiques

Tableau 08 : Evaluation des besoins domestiques pour différents termes (PDAU/ L'A.P.C DE ZELFANA).

besoins en logements			
population	3150	200	630000
total			630

## II.3.2 Besoins scolaires

TABLEAU 09: Besoins scolaires. (PDAU/ L'A.P.C DE ZELFANA).

Besoins de scolaire				
pipenièr	30	5	150	0.15
Total			150	0.15

## II.3.3 Besoins socio-culturels et sportifs

Tableau 10: Besoins socio-culturels et sportifs. (PDAU/ L'A.P.C DE ZELFANA).

Les besoins sociaux, culturelles et sportifs				
03 centres commerciaux	360	15	5400	5.4
café & restaurant	60	30	1800	1.8
hammam	80	150	12000	12
bonglows ben hamouda	120	300	36000	36
Total			55200	55.2

## II.3.4 Besoins administratifs et publics

Tableau 11: Besoins administratifs et publics. (PDAU/ L'A.P.C DE ZELFANA).

Besoins administrative et public				
Gendarmerie Nationale	70	10	700	0.7
protection civile	30	500	15000	15
DTP	38	15	570	0.57
magasine	12	10	120	0.12
Total			16390	16.39

## II.4 Récapitulation de la consommation moyenne

Après l'étude détaillée des besoins, dressons un tableau récapitulatif pour pouvoir calculer le débit total nécessaire pour alimenter la localité jusqu'à l'horizon.

Tableau 12 : Récapitulation de la consommation moyenne journalière. (PDAU/ L'A.P.C de ZELFANA).

besoins en logements	252
Besoins éducatifs	0.75
Besoins administratives et publics	35.96
Les besoins sociaux, culturelles et sportifs	50.9
Besoins de sanitaires	0.525
Besoins d'rosages	30

## II.5 Etude des variations des débits

En raison de l'irrégularité dans la consommation et en tenant compte des fuites qui peuvent avoir lieu, le débit exigé par les consommateurs sera déterminé en affectant au débit moyen journalier un coefficient qui tient compte des pertes et des saisons.

Ce dernier représente le coefficient d'irrégularité de la consommation journalière définie comme étant le rapport entre la consommation maximale journalière [ $Q_{max.j}$ ] et la consommation moyenne journalière [ $Q_{moy.j}$ ].

$$K_{max.j} = \frac{Q_{max.j}}{Q_{moy.j}}$$

Avec :

$K_{max.j}$ : 1.1 à 1.3 les besoins domestiques.

$K_{max.j}$ : 1.0 autres besoins.

## II.10. Calcul des consommations journalières maximales

Le débit maximum journalier est :

$$Q_{max.j} = K_{max.j} \cdot Q_{moy.j}$$

Avec :  $K_{max.j}$  : coefficient d'irrégularité journalière maximale.

$Q_{moy.j}$  : débit moyen journalier ( $m^3/j$ ).

Les calculs sont représentés dans le *Tableau (13)*.

**Tableau 13 : Calcul des consommations maximales journalières.**

Nature des Consommations	Débit moyen journalier $Q_{moys}$ [ $m^3/j$ ]	Coefficient d'irrégularité [ $K_j$ ]	Débit maximum journalier $Q_{max.j}$ [ $m^3/j$ ]
1- Agglomération			
domestique	252	1.3	327.60
Sanitaire	0.525	1.3	0.68
Scolaire	0.75	1.3	0.98
Socioculturels et sportifs	50.9	1.3	66.17
Administratifs	36	1.3	46.75
aires de jeux	30	1.3	39.00
Total			481.18

## II.11. Coefficient d'irrégularité journalière minimale

Ce coefficient est défini comme étant le rapport entre la consommation journalière minimale et la consommation moyenne journalière [2], nous permet de déterminer le débit minimum journalier en envisageant une sous consommation en fonction de l'importance de l'agglomération variant entre 0.7 et 0.9.

$$\text{Donc, on a : } \mathbf{K \max. j} = \frac{Q_{min.j}}{Q_{moy.j}}$$

## II.12. Coefficient d'irrégularité horaire

Le débit moyen subit non seulement des variations journalières ou saisonnières mais aussi des variations horaires.

Le coefficient d'irrégularité de consommation horaire est calculé par la formule.

$$\mathbf{Q \text{ moy. h}} = \frac{Q_{max.j}}{24}$$

Avec :  $Q_{max,h}$ : débit maximal horaire ( $m^3/h$ ).

### II.12.1. Le coefficient d'irrégularité horaire maximale

$$\text{Donné par : } \mathbf{K \max. h} = \frac{Q_{max.h}}{Q_{moy.h}} = \alpha_{max} . \beta_{max}$$

### II.12.2. Le coefficient d'irrégularité horaire minimale

$$\text{Donné par : } \mathbf{K \min. h} = \frac{Q_{min.h}}{Q_{moy.h}} = \alpha_{min} . \beta_{min}$$

Avec :

$\alpha$ : Coefficient qui dépend du niveau des confort des conditions locales et du niveau de développement.

$\alpha_{max} = 1.2 \div 1.4$ ; on prend  $\alpha_{max} = 1.3$

$\alpha_{min} = 0.4 \div 0.6$ ; on prend  $\alpha_{min} = 0.5$

**Tableau 14 : Les valeurs de  $\beta$  en fonction de la population.**

<b><math>N^{bre}</math> d'habitants.</b>	<b>1000</b>	<b>1500</b>	<b>2000</b>	<b>10000</b>	<b>20000</b>	<b>50000</b>
$\beta_{max}$	2	1.8	1.5	1.3	1.2	1.15
$\beta_{min}$	0.1	0.1	0.1	1.4	0.5	0.6

D'après le nombre de la population dans la région qui est égale 6725 habitants, les valeurs de  $\beta_{\max}$  et  $\beta_{\min}$  correspondants sont :

$$\beta_{\max} = 1.33 \quad \beta_{\min} = 1.3$$

Donc :

$$K_{\max,h} = 2.53$$

### II.13. Calcul du débit de point $Q_p$

En raison des variations journalière et horaire, il y a lieu d'appliquer au débit moyen un coefficient de majoration afin d'obtenir le plus fort débit instantané que l'on peut avoir dans une conduite [18].

Donc le coefficient de point sera égal au produit des deux coefficients journalier et horaire.

$$K_p = K_j \cdot K_h$$

Avec :  $K_p$  : Coefficient de pointe.

$K_j$  : Coefficient d'irrégularité journalière

$K_h$  : Coefficient d'irrégularité horaire.

**on a :**  $K_p = 1.2 \times 2.53$

$$K_p = 3.29$$

On a :

$$Q_p = Q_{\text{moy},j} K_p$$

Avec :  $Q_p$  : débit de pointe.

$Q_{\text{moy},j}$  : débit moyen journalier.

$K_p$  : Coefficient de pointe.

$$Q_p = 12.14 \text{ (l/s)}$$

### II.14. Calcul de la consommation horaire

Les conduites devront pouvoir transiter les eaux à plus fort débit instantané, l'heure de pointe est l'heure pour laquelle la consommation est maximale.

Le débit horaire demandé pour chaque groupe de consommation est [12] :

$$Q_h = \frac{Ch \cdot Q_{max.j}}{100}$$

Avec ;  $Q_h$  : Débit horaire nécessaire [ $m^3/j$ ]

$Ch$  : pourcentage horaire.

**Tableau 15 : Répartition des débits horaires. (PDAU/ L'A.P.C de ZELFANA).**

<b>Nombres d'habitants</b>				
<b>Heures</b>	<b>Moins de 10000</b>	<b>10001à50000</b>	<b>50001à100000</b>	<b>Plus de100000</b>
<b>h</b>	<b>Ch%</b>	<b>Ch%</b>	<b>Ch%</b>	<b>Ch%</b>
<b>0..1</b>	1	1.5	3	3.35
<b>1..2</b>	1	1.5	3.2	3.25
<b>2..3</b>	1	1.5	2.5	3.3
<b>3..4</b>	1	1.5	2.6	3.2
<b>4..5</b>	2	2.5	3.5	3.25
<b>5..6</b>	2	3.5	4.1	3.4
<b>6..7</b>	5	4.5	4.5	3.85
<b>7..8</b>	6.5	5.5	4.9	4.45
<b>8..9</b>	6.5	6.25	4.9	5.2
<b>9..10</b>	5.5	6.25	4.6	5.05
<b>10..11</b>	4.5	6.25	4.8	4.85
<b>11..12</b>	5.5	6.25	4.7	4.6
<b>12..13</b>	7	5	4.4	4.6
<b>13..14</b>	7	5	4.1	4.55
<b>14..15</b>	5.5	5.5	4.2	4.75
<b>15..16</b>	4.5	6	4.4	4.7
<b>16..17</b>	5	6	4.3	4.65
<b>17..18</b>	6.5	5.5	4.1	4.35
<b>18..19</b>	6.5	5	4.5	4.4
<b>19..20</b>	5	4.5	4.5	4.3
<b>20..21</b>	4.5	4	4.5	4.3
<b>21..22</b>	3	3	4.8	3.75
<b>22..23</b>	2	2	4.6	3.75
<b>23..24</b>	1	1.5	3.3	3.7

**Remarque :**

Cette variation des débits horaires est exprimé en pourcentage (%) par rapport au débit maximal journalier de l'agglomération.

Pour notre cas nous choisissons la répartition Moins de 10000hab.

**Tableau 16 : Détermination de débit maximum journalière. (PDAU/ L'A.P.C de ZELFANA).**

Heures	Agglomération		Ordonnées de la Courbe integral
	$Q_{\max, j} = 481.18 \text{ m}^3/\text{h}$		
h	%	m3/h	%
0-1	1	4.81	4.81
1--2	1	4.81	9.62
2--3	1	4.81	14.44
3--4	1	4.81	19.25
4--5	2	9.62	28.87
5--6	3	14.44	43.31
6--7	5	24.06	67.36
7--8	6.5	31.28	98.64
8--9	6.5	31.28	129.92
9--10	5.5	26.46	156.38
10--11	4.5	21.65	178.03
11--12	5.5	26.46	204.50
12--13	7	33.68	238.18
13--14	7	33.68	271.86
14--15	5.5	26.46	298.33
15--16	4.5	21.65	319.98
16--17	5	24.06	344.04
17--18	6.5	31.28	375.32
18--19	6.5	31.28	406.59
19--20	5	24.06	430.65
20--21	4.5	21.65	452.30
21--22	3	14.44	466.74
22--23	2	9.62	476.36
23--24	1	4.81	481.18



D'après le tableau N° 16. On remarque que les heures de pointe se situe entre 12h et 14h, et les heures de faibles consommations sont les heures de la nuit. En se base sur cette variation pour déduire les différents cas de fonctionnement du réseau.

## **II.15 Diagnostique du réseau de distribution**

À partir du réservoir, l'eau est distribuée dans une canalisation sur laquelle des branchements seront piqués en vue de l'alimentation des abonnés.

Les canalisations devront en conséquence présenter un diamètre suffisant de façon à assurer le débit maximal afin de satisfaire tous les besoins en eau des consommateurs.

Le réseau de distribution couvre pratiquement la totalité de la zone de 5 juillet, et il est de type maillé et ramifié (type mixe.).

Ce réseau a été réalisé au fur et à mesure du développement et de l'extension de la ville, a une longueur totale de .....

Les défaillances existantes sont les suivantes :

- ✚ Le réseau de distribution ne possède aucun système de comptage.
- ✚ Les conduites en amiante ciment présentent des fissures.
- ✚ Manque d'entretien.
- ✚ Les fuites au niveau des branchements.
- ✚ Les bouches d'incendie et les robinets vanne sont corrodés et le nombre est très limité.


Tableau 17: Diagnostique du réseau de distribution

Type réseau	N° Trançon	CTN (m)		LTR (m)	DN (mm)	Matériaux	Pièces spéciales		
		Am	Av				Type	DN (mm)	Matériau
MAILLE	A1-A2	353.5	353.2	103.0	160	PEHD	vanne à bille bridée	160	en fonte
	A2-A3	353.2	352.7	46.5	100	AC	vanne à bille bridée	100	en fonte
	A3-A4	352.7	351.5	255.0	63	PVC	/	/	/
	A4-A5	351.5	353.0	185.0	100	AC	vanne à bille bridée	100	en fonte
	A5-A6	353.0	352.5	197.5	110	AC	vanne à bille bridée	110	en fonte
	A6-A7	352.5	352.8	57.1	63	PVC	/	/	/
	A6-A8	352.5	352.5	56.7	110	AC	/	/	/
	A8-A9	352.5	351.2	166.4	63	PVC	/	/	/
	A8-A10	352.5	352.0	42.2	110	AC	/	/	/
	A5-A11	353.0	352.0	58.0	100	AC	/	/	/
	A11-A12	352.0	352.1	109.5	63	PVC	/	/	/
	A11-A13	352.0	351.8	56.9	100	AC	/	/	/
	A13-A14	351.8	352.1	303.2	63	PVC	/	/	/
	A14-A15	351.8	352.1	57.7	100	AC	vanne à bille bridée	100	en fonte
	A15-A16	352.1	352.3	302.5	63	PVC			
	A15-A17	352.1	352.1	58.4	100	AC			
	A17-A18	352.1	352.2	301.8	100	AC	/	/	/
	A17-A19	352.1	352.7	347.5	63	PVC	/	/	/
	A19-A20	352.7	451.1	704.0	160	PEHD	/	/	/
	A20-A1	451.1	353.5	220.0	160	PEHD	vanne à bille bridée	100	en fonte

## II.16. Conclusion

L'étude des différentes catégories des besoins que nous l'avons effectuée, est basée sur les dotations qui sont fixées selon le plan du développement national.

Le débit journalier celui qui sera consommé moyennement à l'horizon de 481.18 m<sup>3</sup>/h.



*Chapitre III.*  
*Généralités sur le SIG*

## IV. Définition

Il existe de nombreuses définitions d' un Système d' Information Géographique (SIG). Très simplement, un SIG est un outil informatique qui permet d' intégrer, de localiser, d' analyser et de représenter des données qui ont ou non une dimension géographique.

Pour fonctionner, il est nécessaire d'associer tous les éléments suivants :

**Les personnes :** c' est l' élément le plus important dans un SIG. Les personnes doivent définir les traitements et développer les procédures d' exploitation.

**La disponibilité et l'exactitude des données :** elles conditionnent les possibilités d'interrogation et d'analyse.

**Le matériel :** les capacités du matériel conditionnent la rapidité d' exploitation, la facilité d' utilisation et le type de sortie possible.

**Les logiciels :** on entend par là les SIG, mais aussi les logiciels de bases de données, de dessin, de statistiques, d' imagerie ou d' applications spécifiques.

**Les procédures de traitement de l' information :** la mise en place d' un SIG suppose l' application de certaines règles et procédures.

### IV.1 Fonctions du SIG

- La combinaison de tous ces éléments donne accès aux fonctions de base suivantes :
- .La saisie, le stockage et la gestion de données.
- .Le traitement, l' analyse, la sélection et l' affichage de données.
- .La production de cartes, rapports, tableaux et autres synthèses d' information

### IV.2 L' information géographique

L'information géographique peut être définie comme étant une représentation de la réalité localisée dans le temps et dans l'espace. Elle possède deux composantes : les données spatiales (liées parfois entre elles par des règles de comportement) et les données attributaires.

#### IV.2.1 Données spatiales

Les données spatiales représentent des objets géographiques associés avec leur localisation dans le monde réel (données localisées). Les objets géographiques sont représentés sur les cartes par des points, des lignes et des polygones.

### IV.2.2 Données attributaires

Les données attributaires décrivent des propriétés particulières des objets géographiques, telles que le numéro d'une parcelle, la largeur d'un pont, le type de végétation ...

Une capacité puissante des SIG réside dans le lien établi entre les données spatiales et les données attributaires. Par exemple, une parcelle porte un numéro. Ces deux éléments illustrent la relation existant entre l'espace et l'attribut.

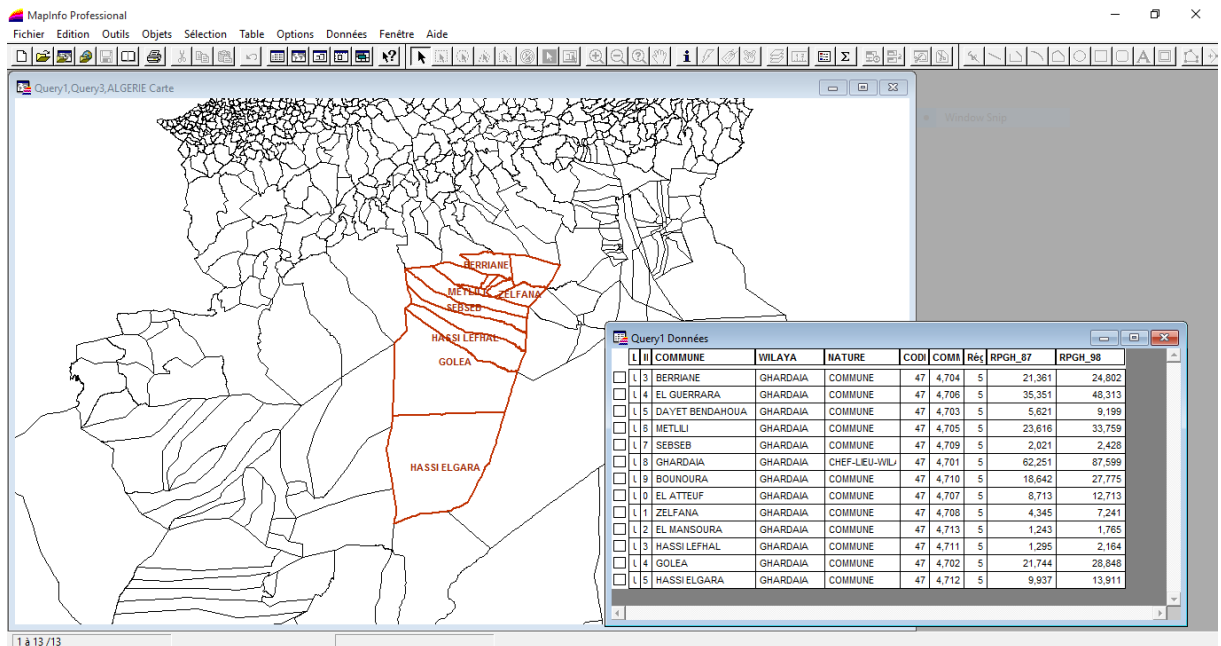


Figure III.1 : Données attributaires et spatial sous un SIG

### III.3 Organisation des données dans un SIG

Une base de données géographique est le cœur d'un SIG car elle permet de stocker les données spatiales mais aussi les données attributaires. Elle est constituée d'une série de couches d'information géographique organisées de façon efficace pour être utilisée par une ou plusieurs applications.

### III.4 Les formats de données

Deux formats de données différents peuvent être utilisés pour stocker l'information géographique.

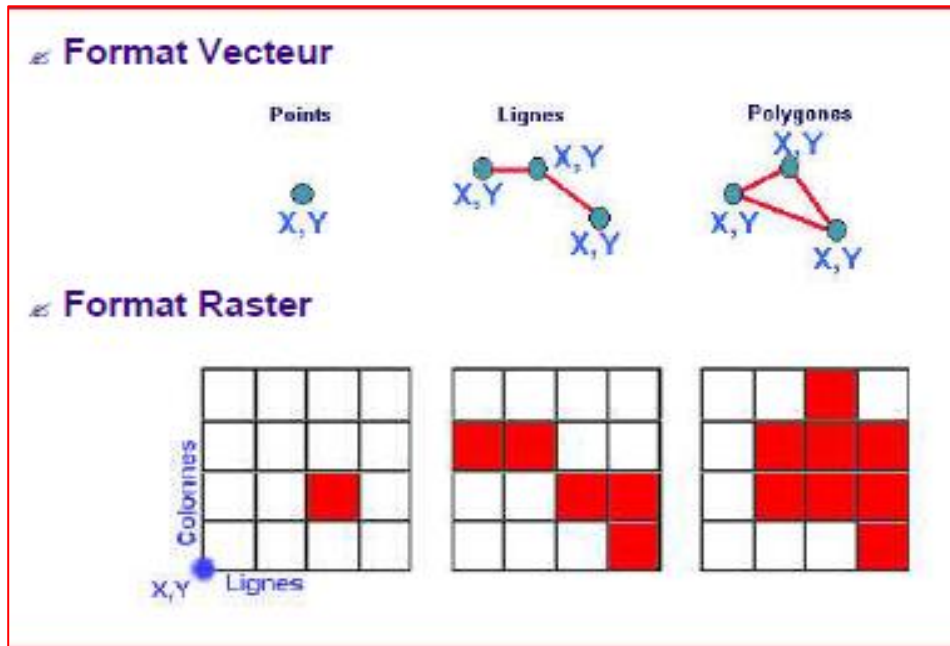
Le format "vecteur" (ou objet) permet de représenter et de localiser chaque objet du monde réel en utilisant des formes géométriques tandis que le format raster (ou image) présente une image de la réalité.

**III.4.1 Le format "Vecteur"**

Les données au format "vecteur" permettent de définir individuellement chaque objet de la réalité par une forme géométrique (entité) telle qu'un point, une ligne ou un polygone. Chaque type d'objet est défini par un couple de coordonnées X,Y (points) ou par une série de couple de coordonnées X,Y (lignes ou polygones), chaque couple étant relié à son voisin par une corde.

**III.4.2 Le format "Raster"**

Les données au format "raster" utilisent une matrice de cellules carrées (ou pixels) pour modéliser les objets du monde réel. Seul un couple unique de coordonnées indiquant les coordonnées d'un coin de l'image (généralement le coin en bas à gauche), le nombre de lignes et de colonnes ainsi que la taille des cellules sont stockés



**Figure IV.1 :** formats de données.

### III.5 Les différents types d'entités

Les utilisateurs de SIG sont amenés à représenter des phénomènes ou des objets du monde réel en utilisant différents types d'entités.

#### III.5.1 Entités de base

Il existe trois formes de base utilisées pour représenter des objets du monde réel : des points, des lignes ou des polygones. Ces formes sont souvent appelées objets géométriques, entités géométriques ou types d'entités.

##### IV.5.1.1 Points

Les points définissent des localisations discrètes qui sont trop petites pour être représentées par des lignes ou des surfaces, telles que les localisations de cabines téléphoniques ou des immeubles.

##### III.5.1.2 Lignes

Les lignes représentent des objets géographiques trop proches pour être représentés par des surfaces (ex: les rues, les réseaux d'assainissement, ...) ou dont la longueur est disproportionnée par rapport à la largeur (ex: les ruisseaux, les routes, ...) ou encore les objets linéaires qui ont une longueur mais pas de surface comme des lignes d'altitude.

### III.5.1.3 Polygones

Les polygones (ou surfaces) sont des éléments fermés qui représentent des entités du monde réel telles que les départements, les districts, les parcelles, les types de sol ou les plans d'occupation du sol

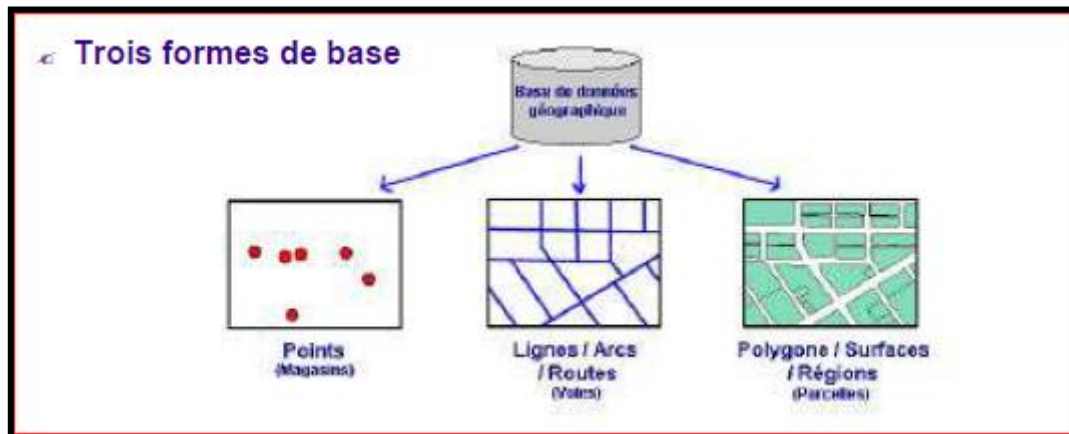


Figure IV.2 : trois formes de base

## III.6 Les applications d'ArcGIS

Sous le logiciel ArcGIS on distingue trois permettant de travailler dans l'environnement

### III.6.1 ArcToolBox

Est l'application permettant de traiter les Couvertures, les Grilles, les TIN, ... à l'aide des commandes ARC d'ArcInfo™Workstation.



Figure IV.3 : ArcToolBox



### III.6.2 ArcCatalog

Est l'application permettant de gérer, de consulter et de documenter vos sources de données.

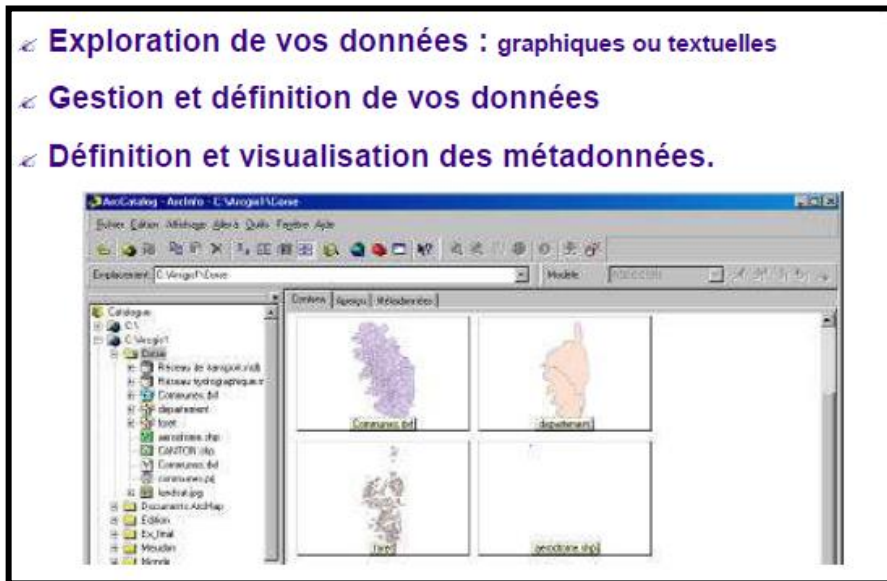


Figure IV.4 : ArcCatalog

### III.6.3 ArcMap

Est l'application centrale d'ArcGIS. Elle permet de visualiser, de créer, de modifier, d'analyser et de présenter vos données spatiales et attributaires et de localiser l'image dans l'espace géographique. Nouvelles applications permettent de travailler dans l'environnements.

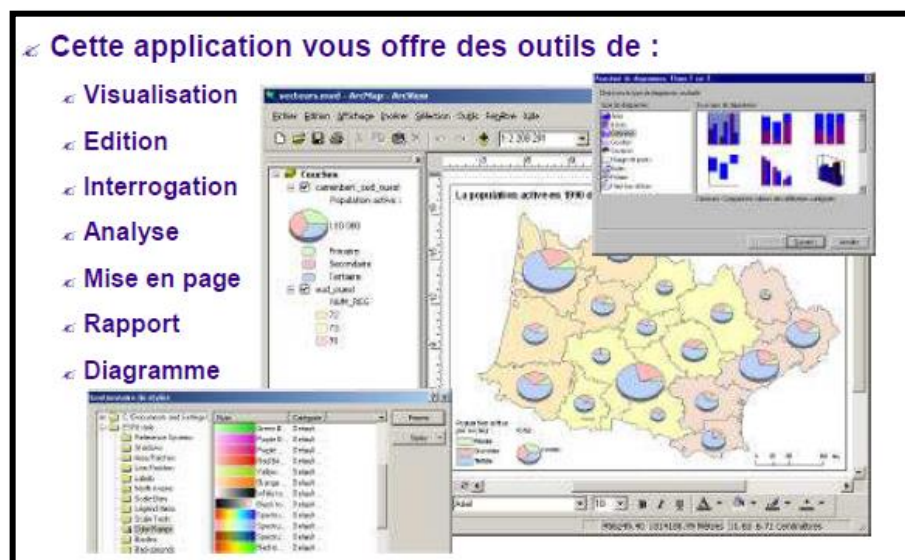


Figure IV.5 : ArcMap

### **III.7. Conclusion**

A travers cette partie nous avons constaté que le SIG joue un rôle important dans divers domaines avec ses différentes composantes, car il permet d'intégrer, de localiser, d'analyser et de représenter des données qui ont ou non une dimension géographique.

Dans la partie suivante nous allons utiliser cette techniques dans la gestion d'un réseau d'AEP sis dans la ville de Zelfana.



*Chapitre IV.*  
*Modélisation par le*  
*système SIG*

## **IV. Matériels et méthodes**

Pour réaliser cette étude nous avons utilisé diverses méthodes et logiciels, ce qui nous a permis de construire une base de données que ce soit des cartes automatisées, ou des tableurs dans un environnement du système d'information géographique SIG.

### **IV.1 Données utilisées**

Les services de l'annexe de l'ADE de Zelfana, ainsi que les services techniques de l'APC, nous ont mis à notre disposition un fichier complet numérique au format AutoCAD et d'extension DWG. Le fichier contient :

- Plan calque du réseau d'AEP du centre-ville de Zelfana type polyline
- Plan calque des vannes et pièces spéciales type point
- Plan calque d'un fond topographique type polyline
- Plan calque des points cotes type point
- Plan calque du tissu urbain type polygone
- Plan calque du réseau routier type polyline

### **IV.2 Logiciels utilisés**

Le SIG en tant que software, dispose d'une gamme très large de logiciels. Pour mener bien notre étude dans ce domaine, nous avons utilisé le logiciel ArcGIS de version 10.5 du 2016.

L'ArcGIS est devenu actuellement le leader des SIG, suite à sa simplicité d'utilisation, son interface conviviale et aussi il est doté de modules et d'outils très variés et puissants fonctionnant en mode vectoriel et en mode raster.

Nous avons utilisé aussi les logiciels AutoCAD et l'Excel pour préparer et corriger les données du fichier.

### **IV.3 Résultats et discussion**

#### **IV.3.1 Etapes de la construction de la base des données**

Nous décrivons dans ce qui suit les différentes étapes qui nous permis d'intégrer les données sous SIG.

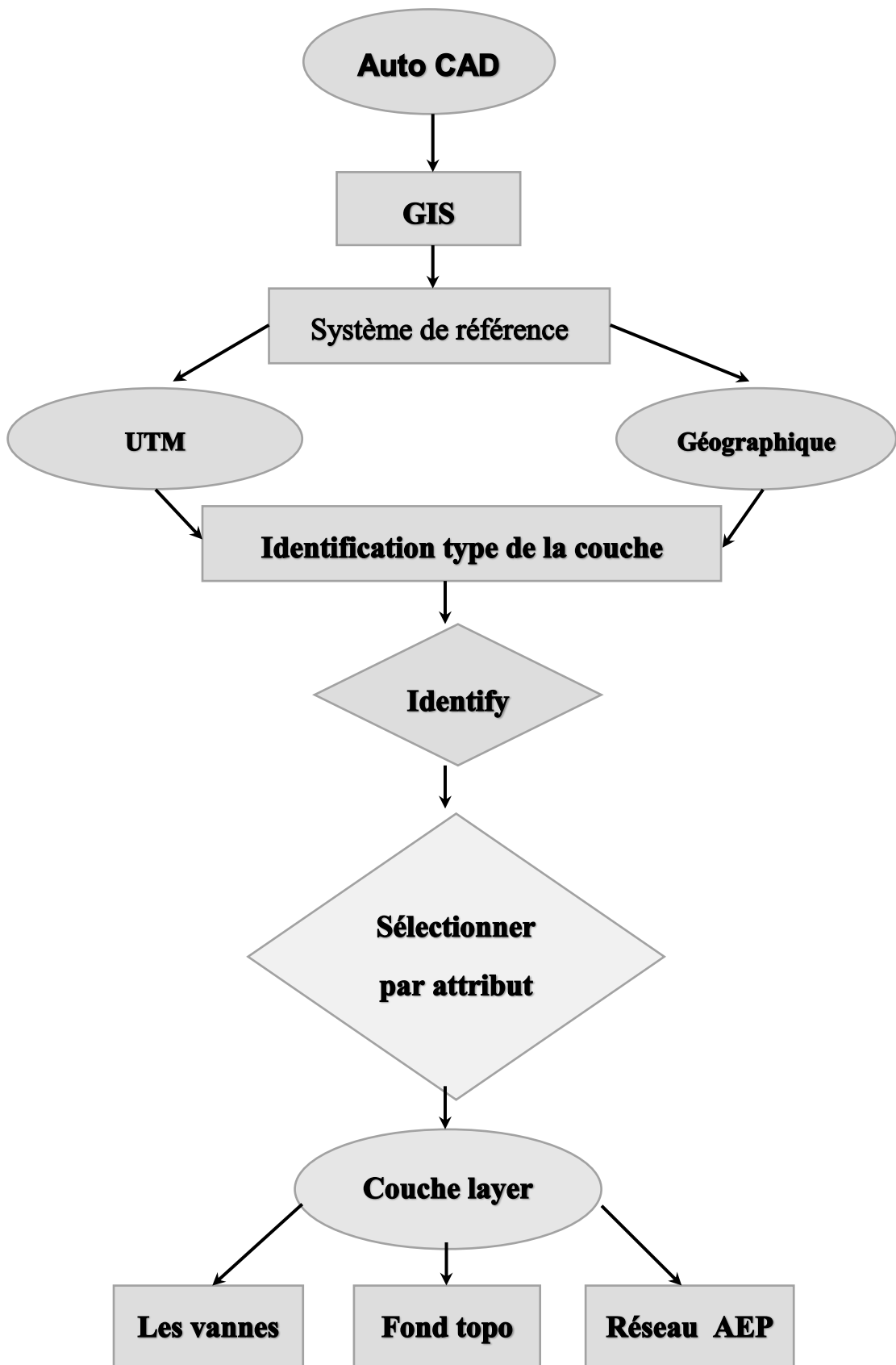


Figure V.1: Organigramme des étapes de traitement sous ArcGIS

### IV.3.2 Interface ArcCatalog

Sous ce module nous pouvons visualiser temporairement le contenu du fichier, que ce soit géométrique ou attributaire. Permet aussi l'affectation de la projection géographique correspondant à la zone étudiée.

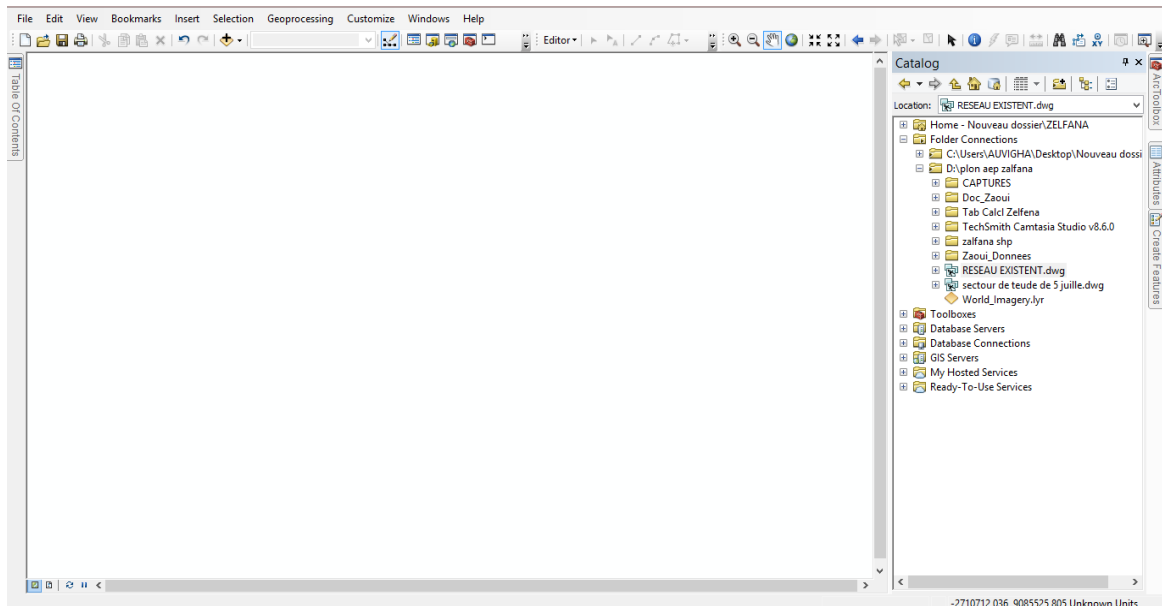


Figure IV.2- Affichage du fichier AutoCAD sous le module ArcCatalog

Affectation de la référence géographique au fichier, dans ce cas nous avons choisi le système de référence métrique type UTM,

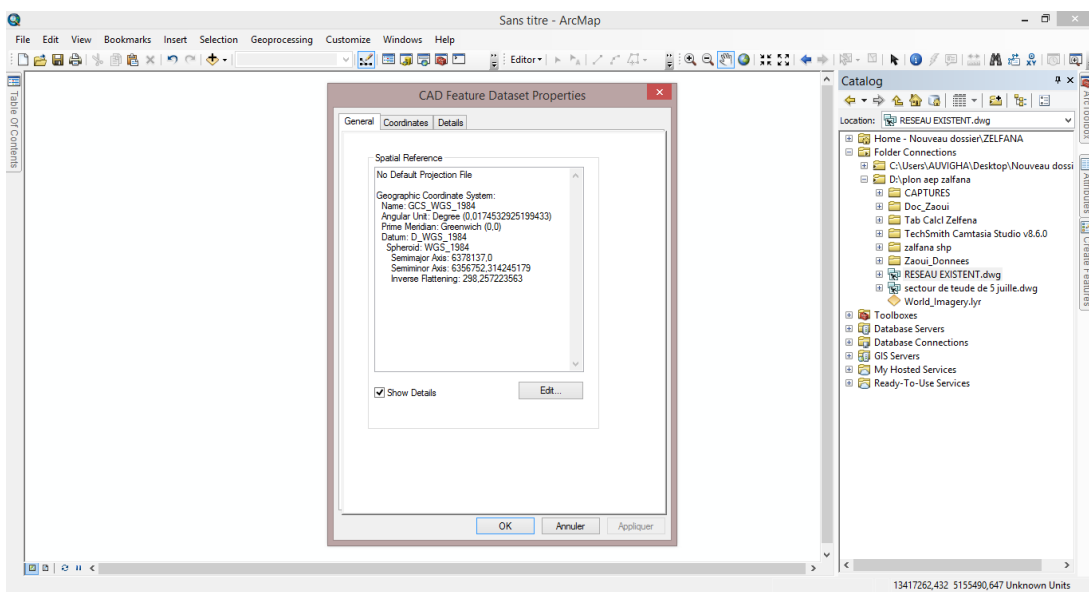


Figure IV.3- Affichage du fichier AutoCAD sous le module ArcCatalog

Sous le menu Spatial référence nous optons pour la zone UTM 31 Nord du géoïde WGS 1984, qui correspond aux découpages de notre zone d'étude.

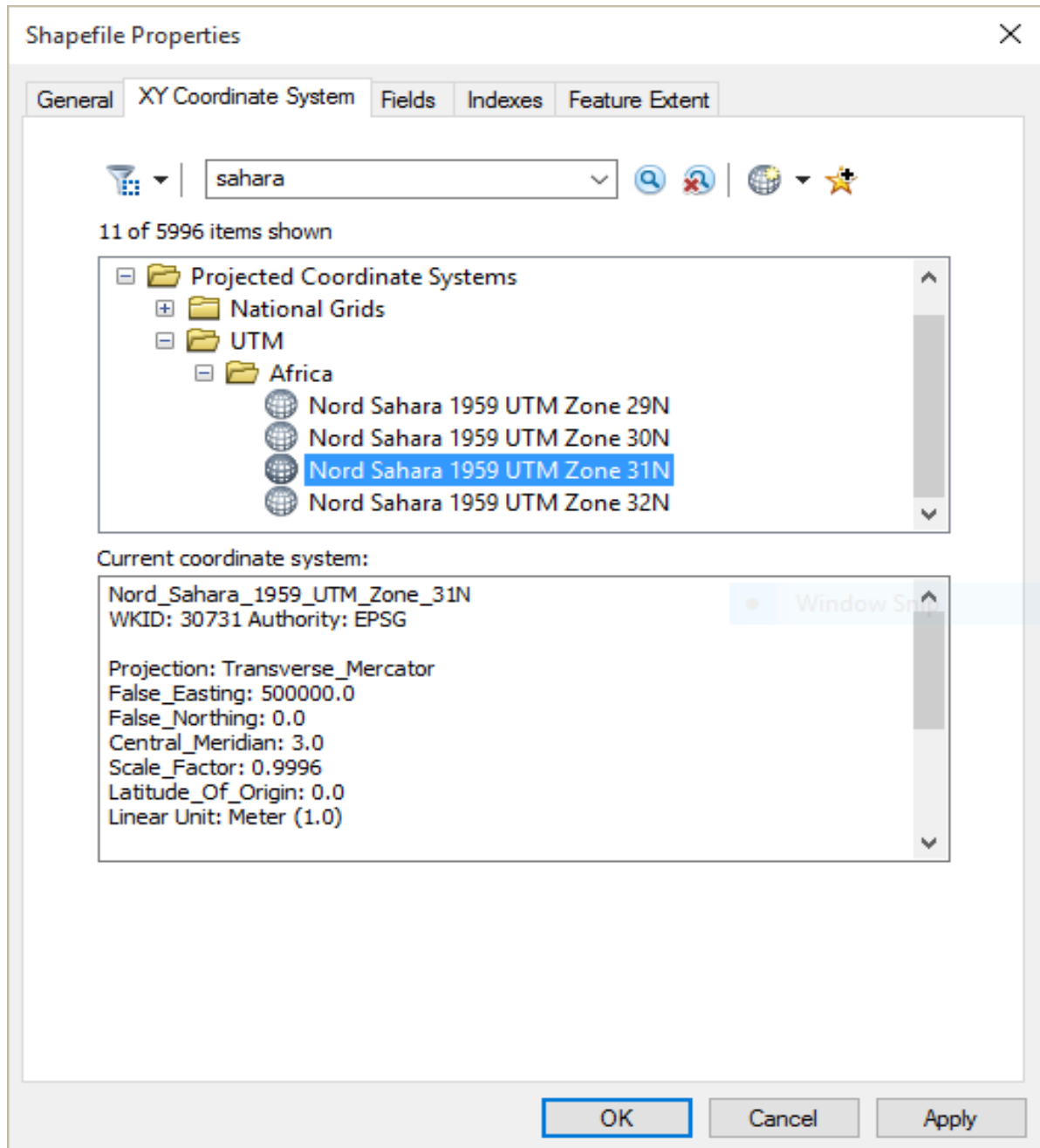


Figure IV.4- menu Spatial référence

### IV.3.3 Interface ArcMap

Ce module représente l'espace de travail proprement dit du logiciel ArcGIS, il permet l'affichage thématique et les différents traitements mathématiques et requêtes SQL

Affichage du fichier AutoCAD sous le module ArcMap.

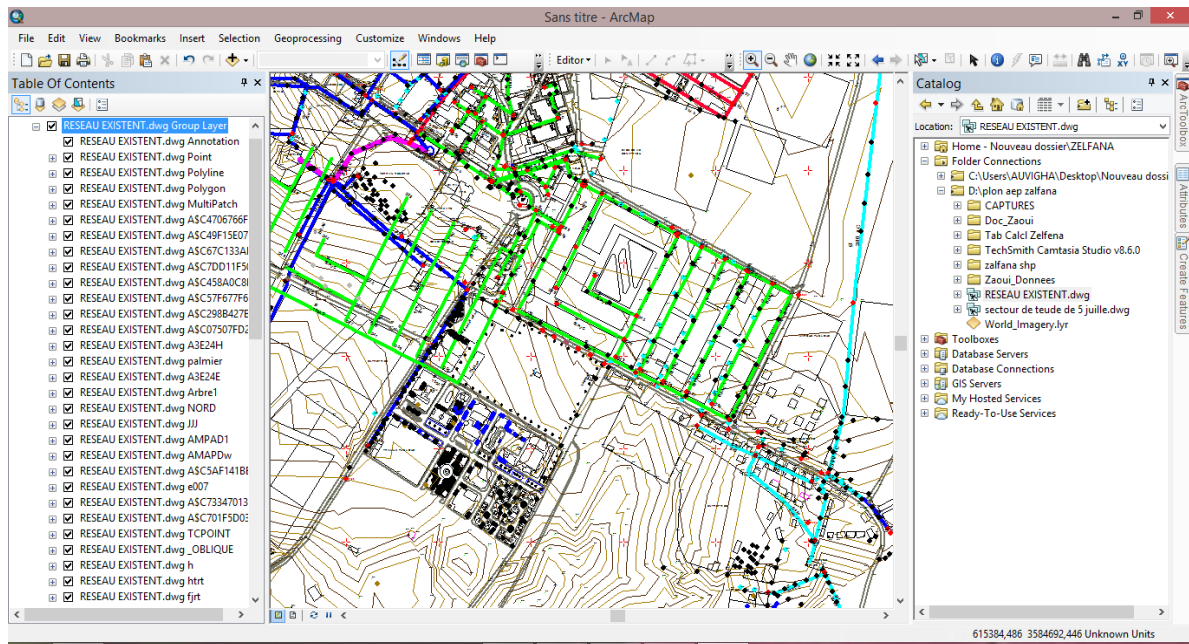


Figure IV.5 Affichage du fichier AutoCAD sous ArcMap

Localisation du secteur d'étude qui correspond à la cité du 5 juillet

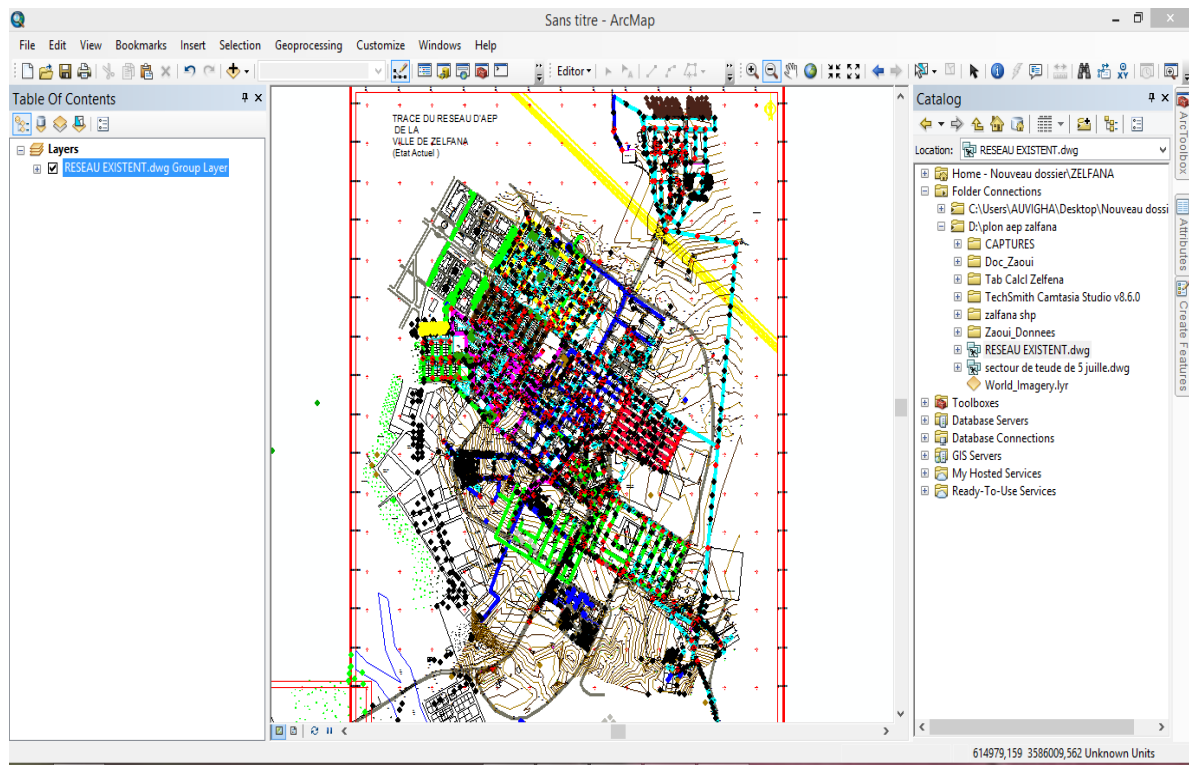


Figure IV.6 Localisation du réseau d'AEP de la zone d'étude



### IV.3.3.1 Utilisation de l’outil IDENTIFY

Cet outil permet l’Identification des couches et de différencier les types de layers composants les différents calques du fichier AutoCAD.

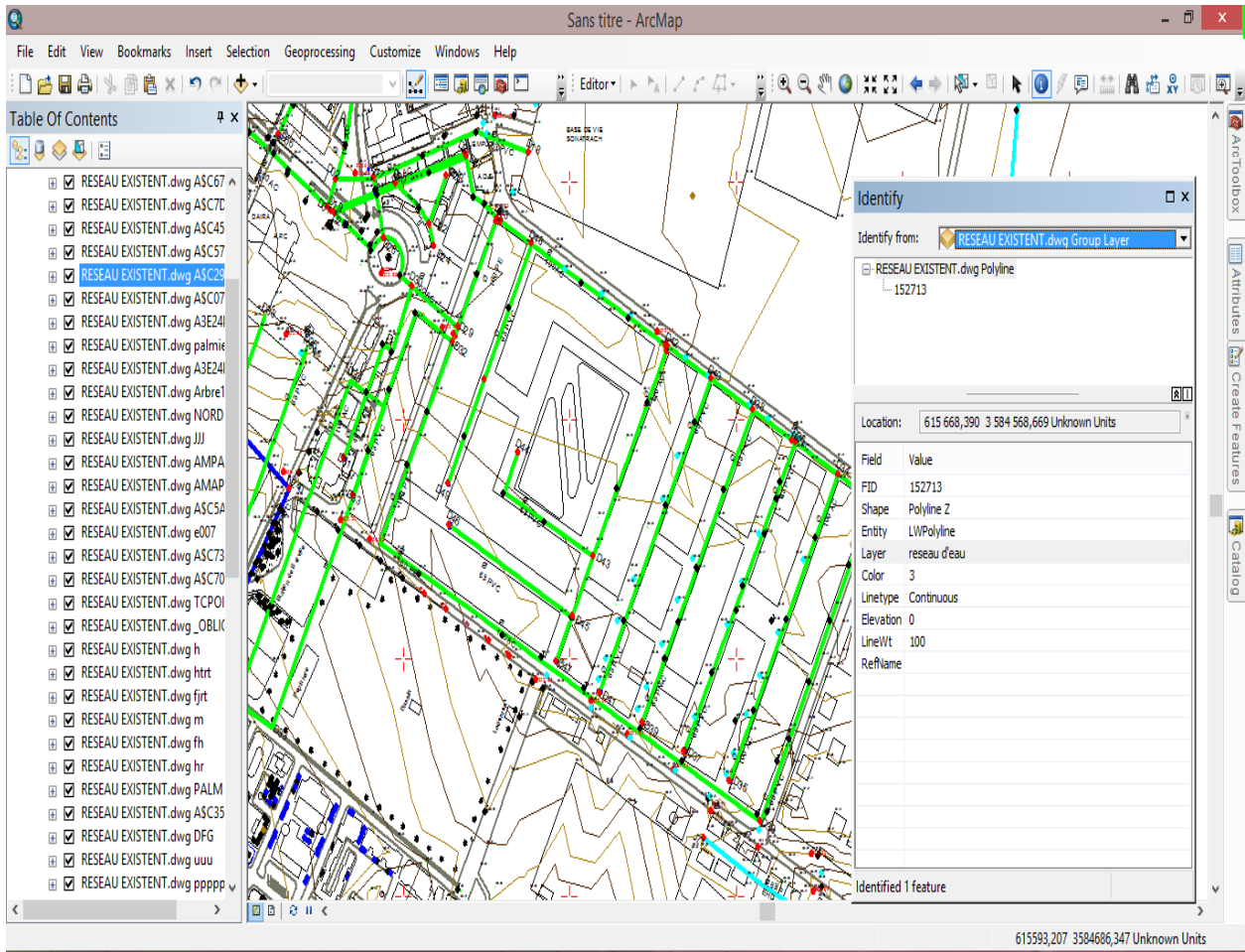


Figure IV.7 Identification du réseau d’AEP

### IV.3.3.2 Requête SQL sous la table attributaire

La requête SQL nous permet de sélectionner à travers la table attributaire les layers (couches) correspondantes pour chaque type d’éléments du réseau de notre secteur d’étude, qui sont ;

- Layer qui correspond au réseau d’AEP de type polyline
- Layer qui correspond aux vannes du réseau de type point
- Layer qui correspond au fond topographique de la zone.

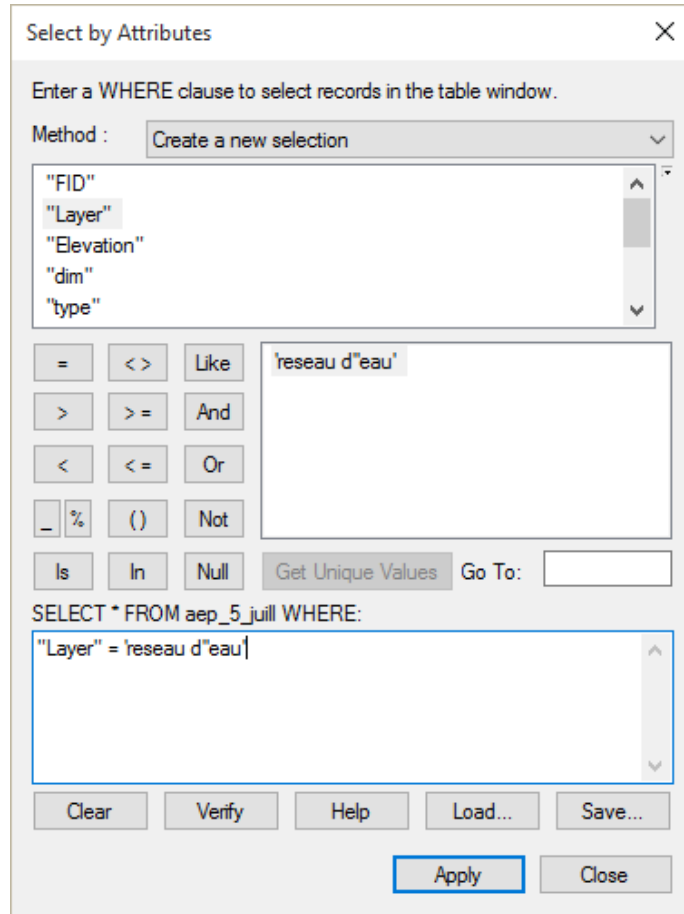


Figure IV.8 sélection par attribut

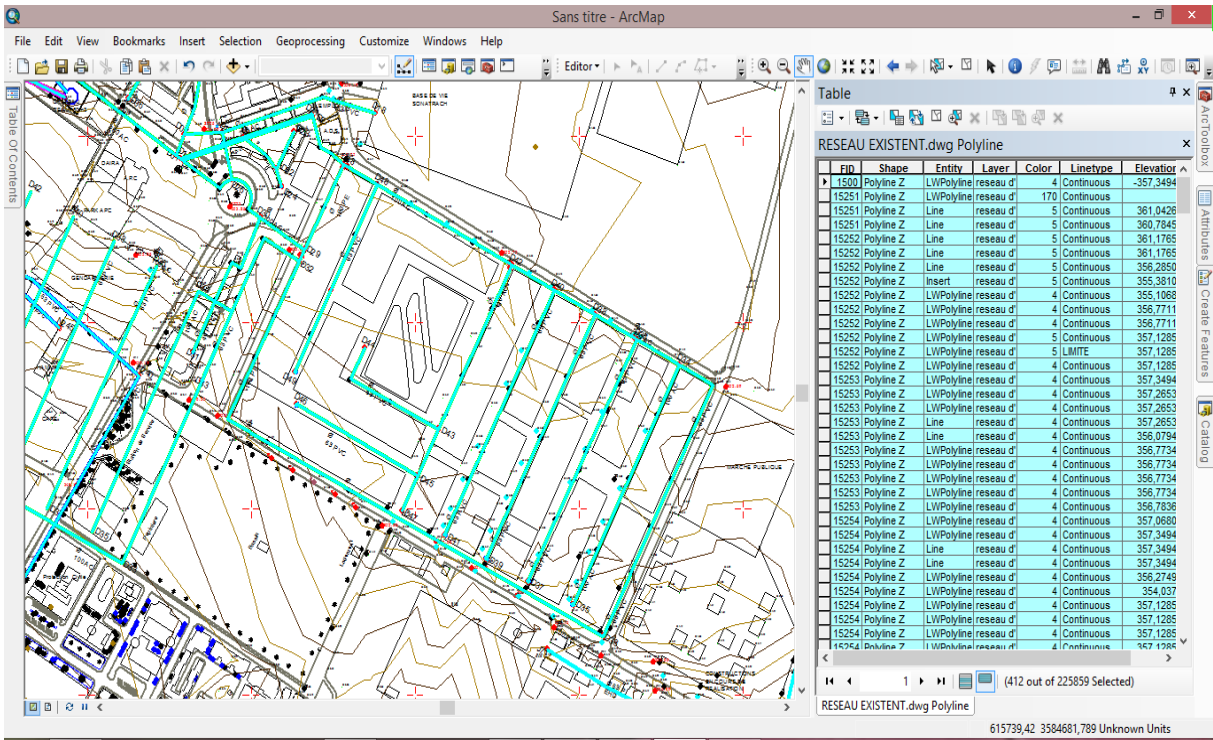


Figure IV.9 Sélection du réseau d'AEP du quartier 5 juillet

### IV.3.3.3 Création des fichiers de forme (Shapefiles)

Une fois les éléments du réseau sélectionnés, le module ArcMap nous permet de créer des fichiers de forme (Shapefiles), qui sont les fichiers standards du logiciel ArcGIS.

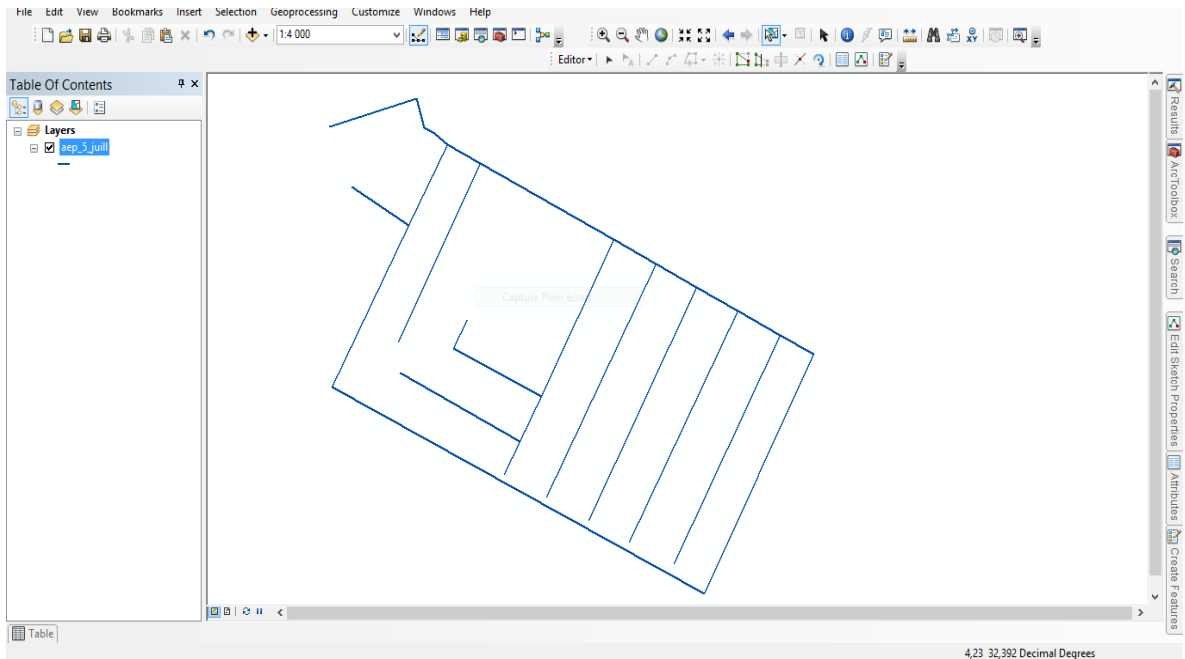


Figure IV.10 Création du fichier de forme shapfile (SHP) du réseau d'AEP

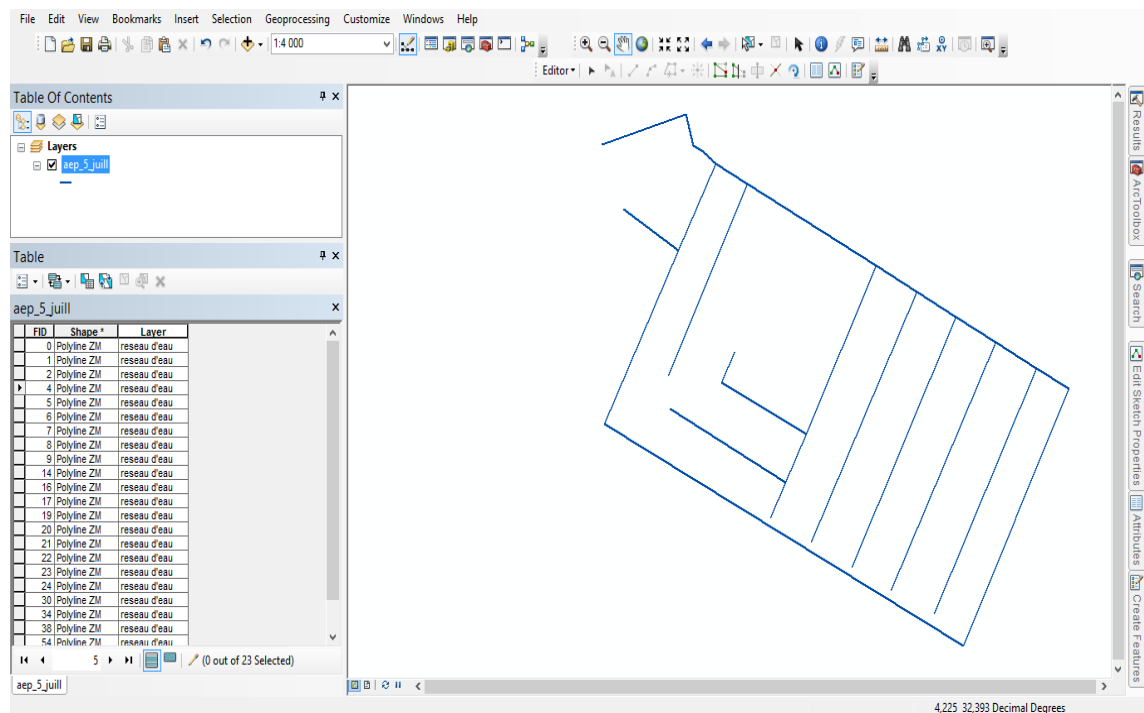


Figure IV.11 réseau d'AEP avec sa table attributaire

### IV.3.3.3 Création des champs dans la table attributaire

En ouvrant pour chaque type de layer sa table attributaire, le module ArcMap nous permet de créer des champs dans les tables correspondantes,

- Un champ de type texte (**tronçon**) qui va contenir la nomenclature de chaque tronçon du réseau d'AEP.
- Un champ de type numérique (**Long\_T**) qui va contenir les valeurs de longueurs des tronçons du réseau d'AEP en mètre.
- Un champ de type numérique (**DN\_mm**) qui va contenir les valeurs des diamètres normalisés des tronçons du réseau d'AEP en millimètre.
- Un champ de type numérique (**CTN\_m**) qui va contenir les valeurs des cotes naturelles du terrain des tronçons du réseau d'AEP en mètre.
- Un champ de type numérique (**CTN\_Am**) qui va contenir les valeurs des cotes naturelles en amont des tronçons en mètre.
- Un champ de type numérique (**CTN\_Av**) qui va contenir les valeurs des cotes naturelles du terrain en aval des tronçons en mètre.
- Un champ de type texte (**Matériaux**) qui va contenir la description de la matière composante des tronçons.

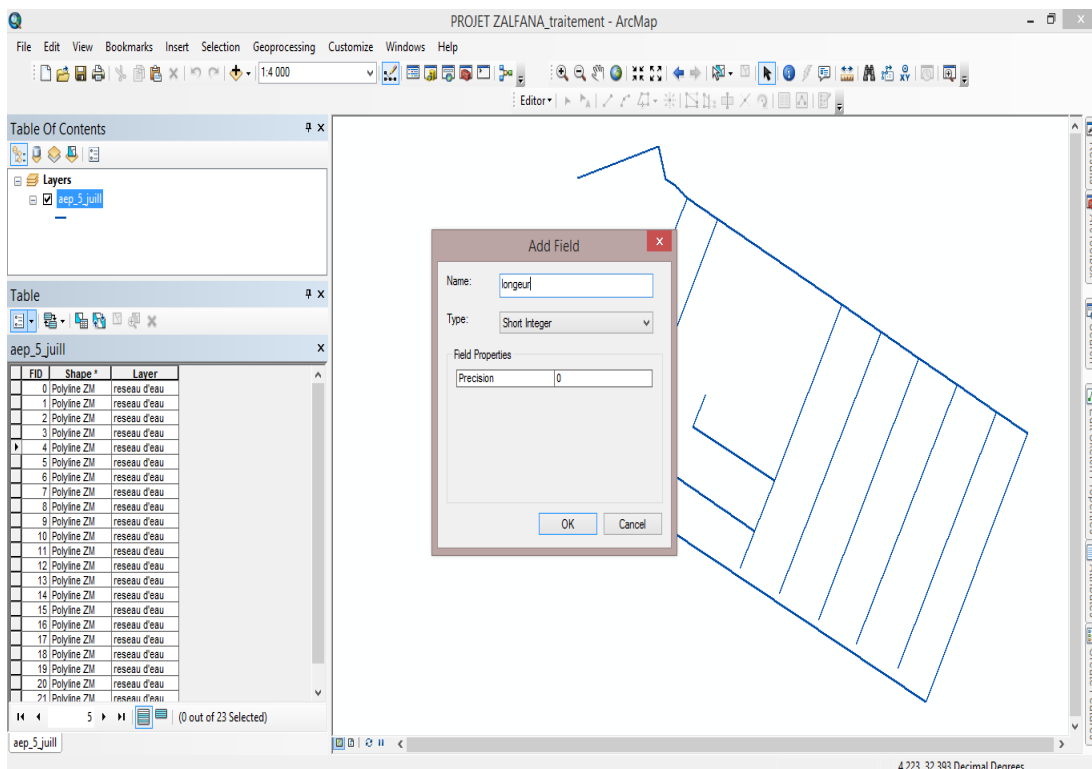


Figure IV.12 Création des champs dans la table attributaire

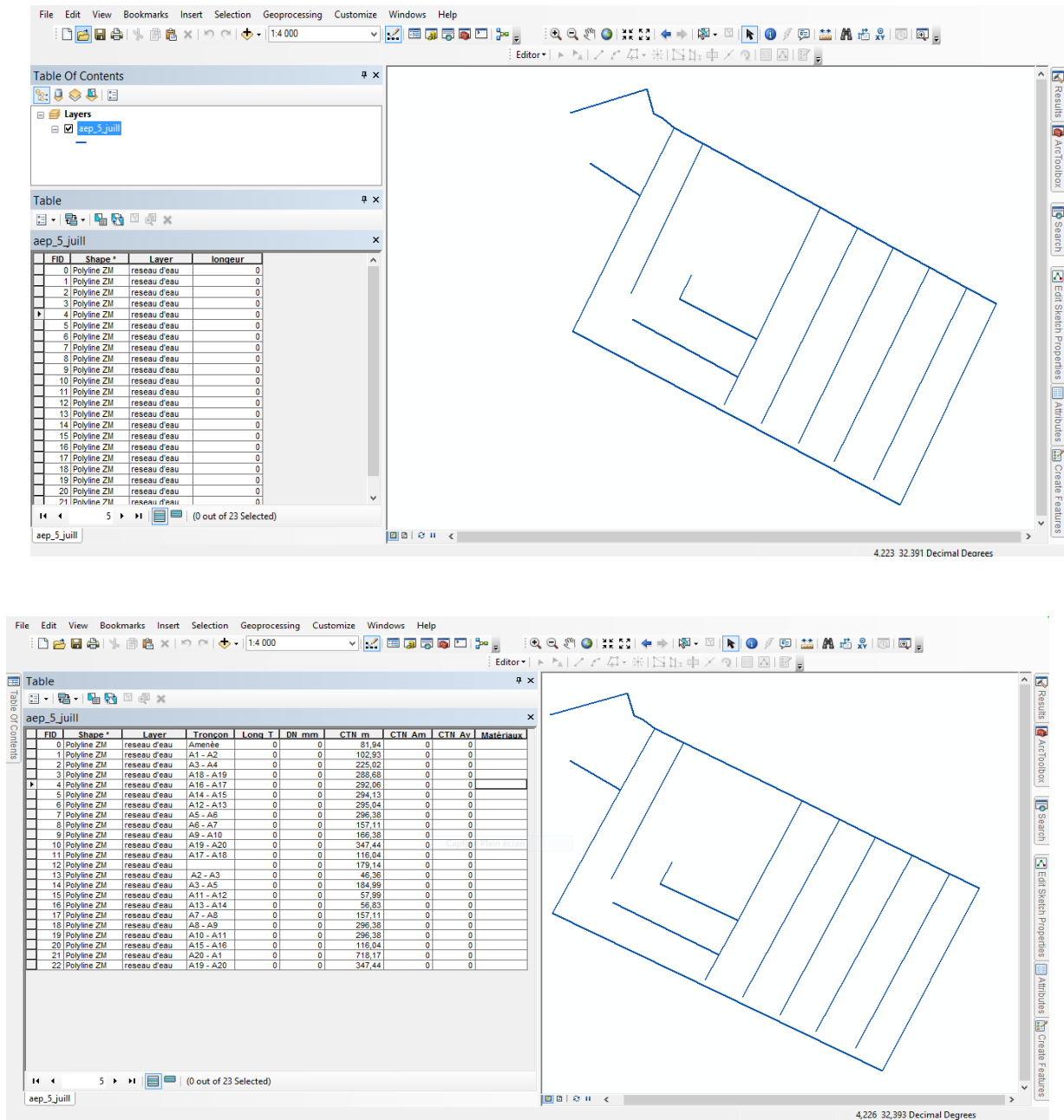


Figure IV.13 réseau d'AEP avec sa table attributaire correspondante

Pour le layer représentant les vannes et les pièces spéciales du réseau, nous avons ;

- Un champ de type texte (**Pièces**) qui va contenir les types des pièces spéciales existantes dans le réseau.
- Un champ de type numérique (**DN\_Pc**) qui va contenir les diamètres des pièces spéciales naturelles en aval des tronçons.
- Un champ de type texte (**Nature\_Pc**) qui va contenir la description de la matière composante des pièces spéciales.

## IV.4 Traitement et manipulation de la base de données du réseau

### IV.4.1 Calcul des longueurs des tronçons

Avec l’outil **Calculate Geometry** nous avons pu calculer toutes les longueurs du différent tronçon de notre réseau

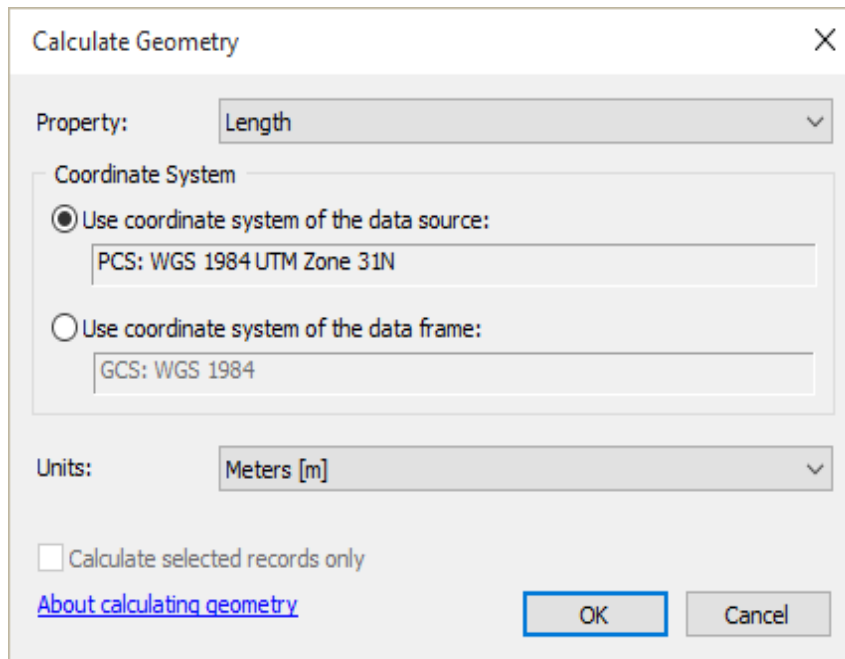


Figure IV.14 outil de calcul géométrique sous ArcMap

ID	Shape	Layer	Tronçon	Long. T	DN mm	CTH m	CTH Am	CTH Av	Matériaux
0	Polyline ZM	reseau d'eau	Amenée	81,935365	0	81,94	0	0	
1	Polyline ZM	reseau d'eau	A1 - A2	102,53422	0	102,93	0	0	
2	Polyline ZM	reseau d'eau	A3 - A4	225,02083	0	225,02	0	0	
3	Polyline ZM	reseau d'eau	A18 - A19	288,68409	0	288,68	0	0	
4	Polyline ZM	reseau d'eau	A16 - A17	292,06163	0	292,06	0	0	
5	Polyline ZM	reseau d'eau	A14 - A15	294,12657	0	294,13	0	0	
6	Polyline ZM	reseau d'eau	A12 - A13	295,00727	0	295,04	0	0	
7	Polyline ZM	reseau d'eau	A5 - A6	197,51037	0	296,38	0	0	
8	Polyline ZM	reseau d'eau	A6 - A7	119,75984	0	157,11	0	0	
9	Polyline ZM	reseau d'eau	A9 - A10	166,37775	0	166,38	0	0	
10	Polyline ZM	reseau d'eau	A19 - A20	513,53825	0	347,44	0	0	
11	Polyline ZM	reseau d'eau	A17 - A18	58,341003	0	116,04	0	0	
13	Polyline ZM	reseau d'eau	A2 - A3	46,356065	0	46,36	0	0	
14	Polyline ZM	reseau d'eau	A3 - A5	184,98982	0	184,99	0	0	
15	Polyline ZM	reseau d'eau	A11 - A12	57,993253	0	57,99	0	0	
16	Polyline ZM	reseau d'eau	A13 - A14	56,83446	0	56,83	0	0	
17	Polyline ZM	reseau d'eau	A7 - A8	37,345865	0	157,11	0	0	
18	Polyline ZM	reseau d'eau	A8 - A9	56,712274	0	296,38	0	0	
19	Polyline ZM	reseau d'eau	A10 - A11	42,158177	0	296,38	0	0	
20	Polyline ZM	reseau d'eau	A15 - A16	57,703452	0	116,04	0	0	
21	Polyline ZM	reseau d'eau	A20 - A1	204,55373	0	718,17	0	0	
22	Polyline ZM	reseau d'eau	A19 - A20	347,51578	0	347,44	0	0	

Figure IV.15 les longueurs des tronçons calculées par l’outil géométrique



### IV.4.2 Gestion des étiquettes par les expressions SQL

En utilisant l'outil Expression label sous ArcMap, nous avons la possibilité de gérer les étiquettes. Dans notre cas, nous avons utilisé l'expression SQL suivante pour afficher sur le réseau d'AEP certaines caractéristiques techniques (Tronçon, Diamètre et matériaux) ;

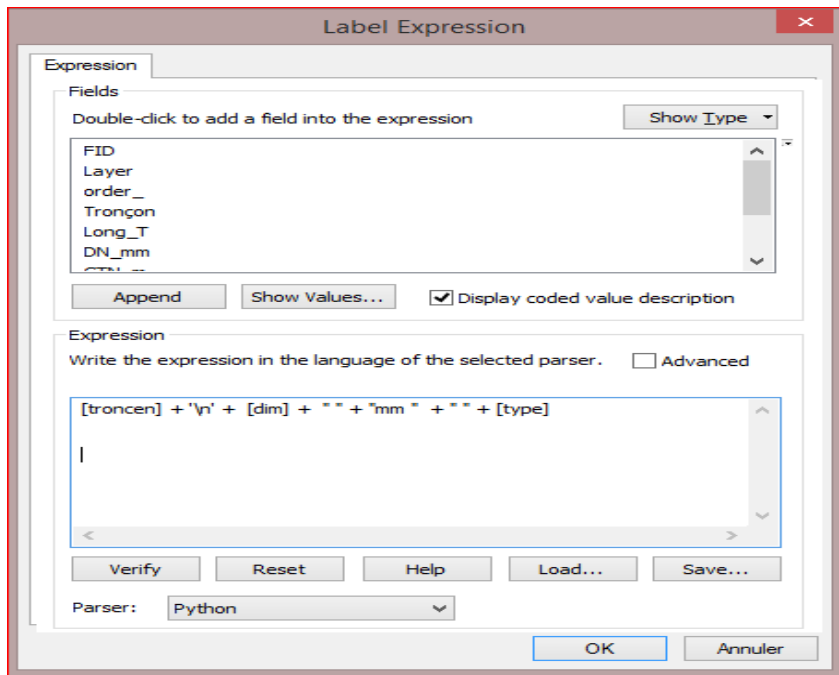


Figure IV.16 l'expressions SQL utilisée

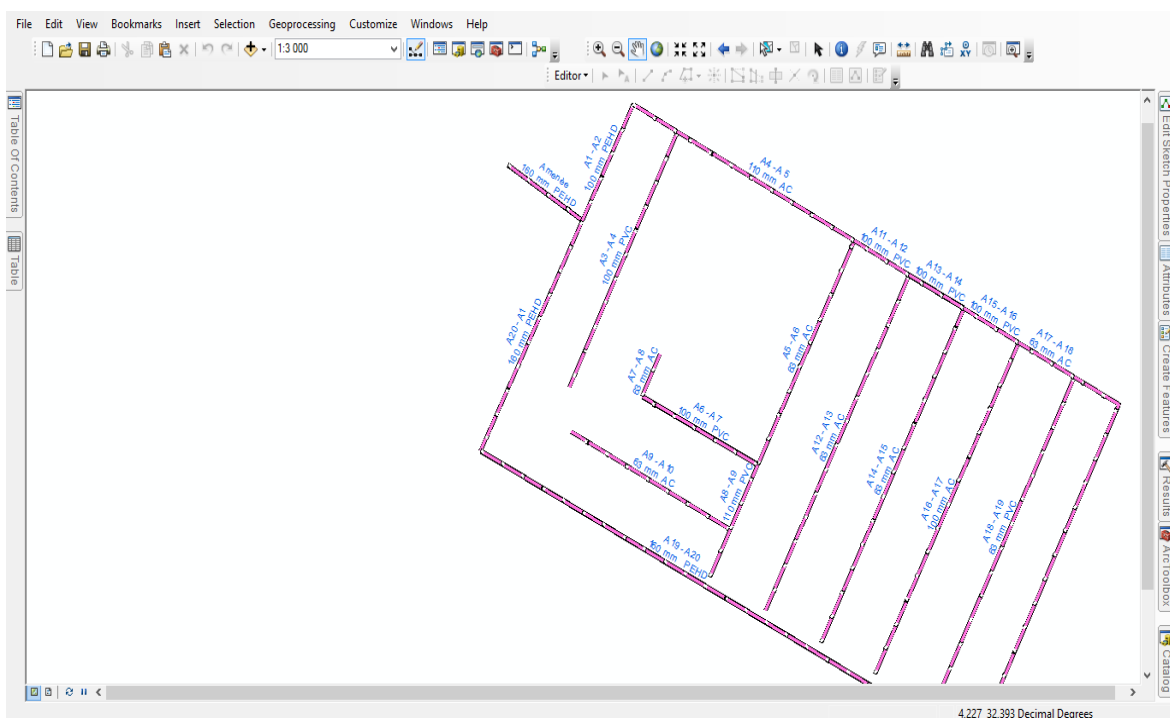


Figure IV.17 : réseau d'AEP avec les étiquettes correspondantes

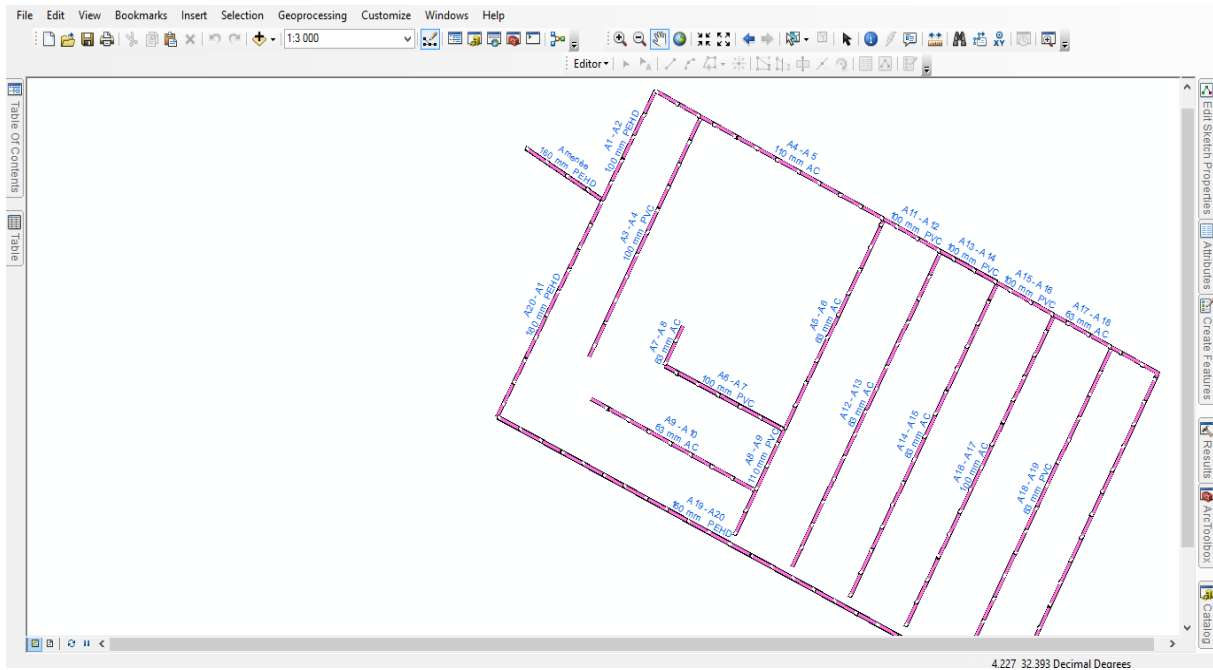


Figure IV.18 réseau d'AEP avec les étiquettes correspondantes

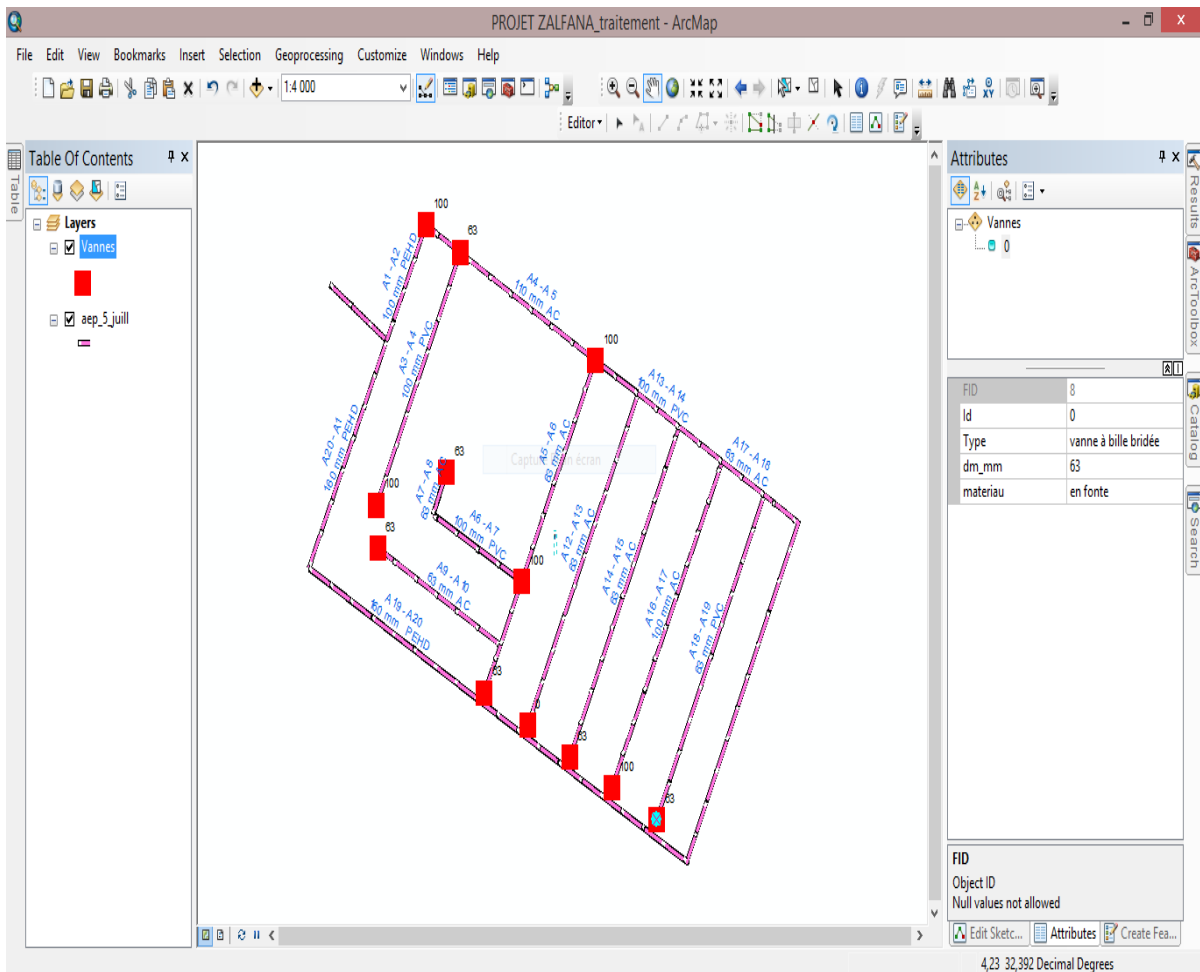


Figure IV.19 réseau d'AEP avec la couche des vannes correspondantes



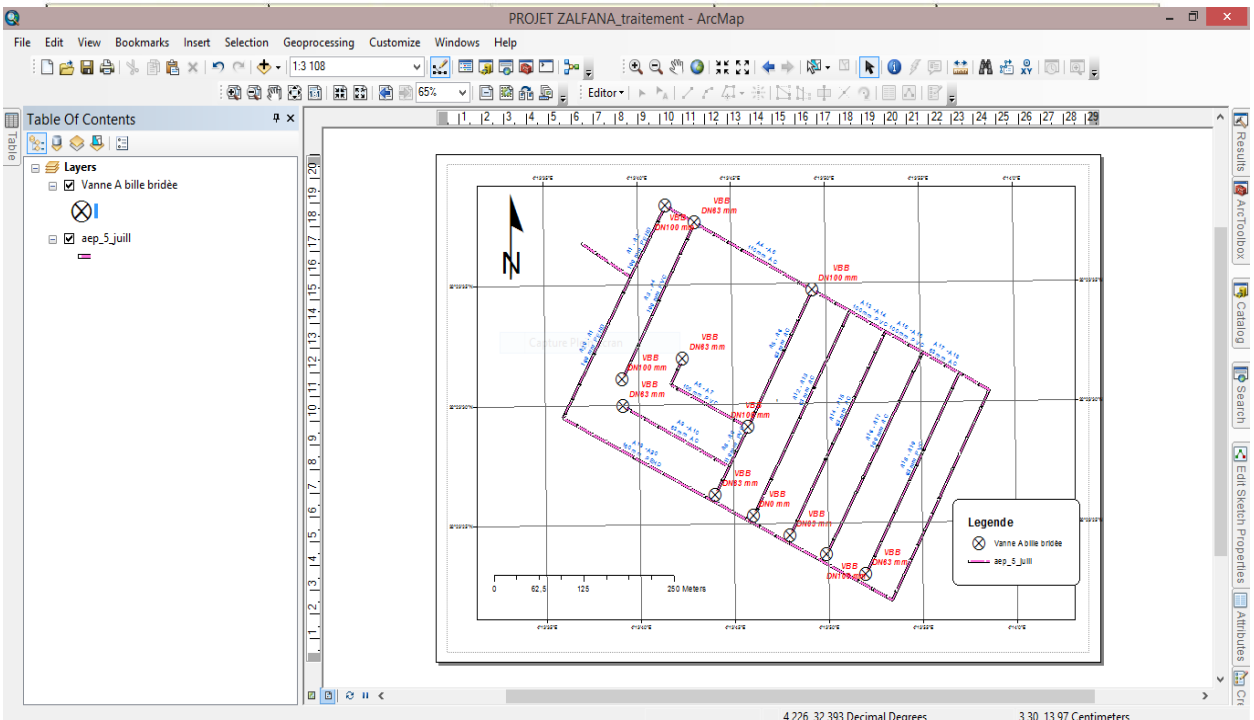


Figure IV.20 Réseau d'AEP du secteur d'étude finalisé sous ArcMap

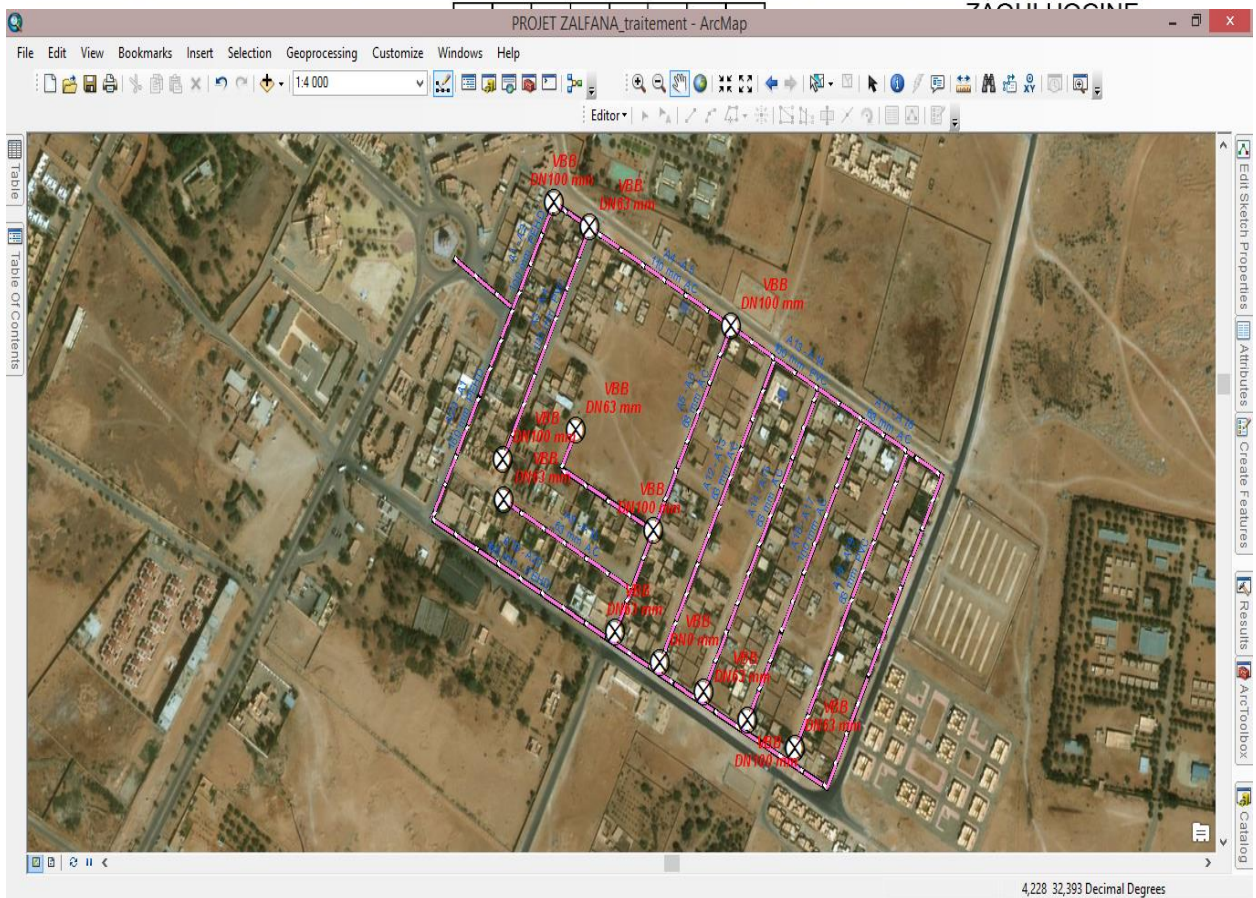


Figure IV.21 Réseau d'AEP du secteur d'étude finalisé sous ArcMap drapé par image satellitaire

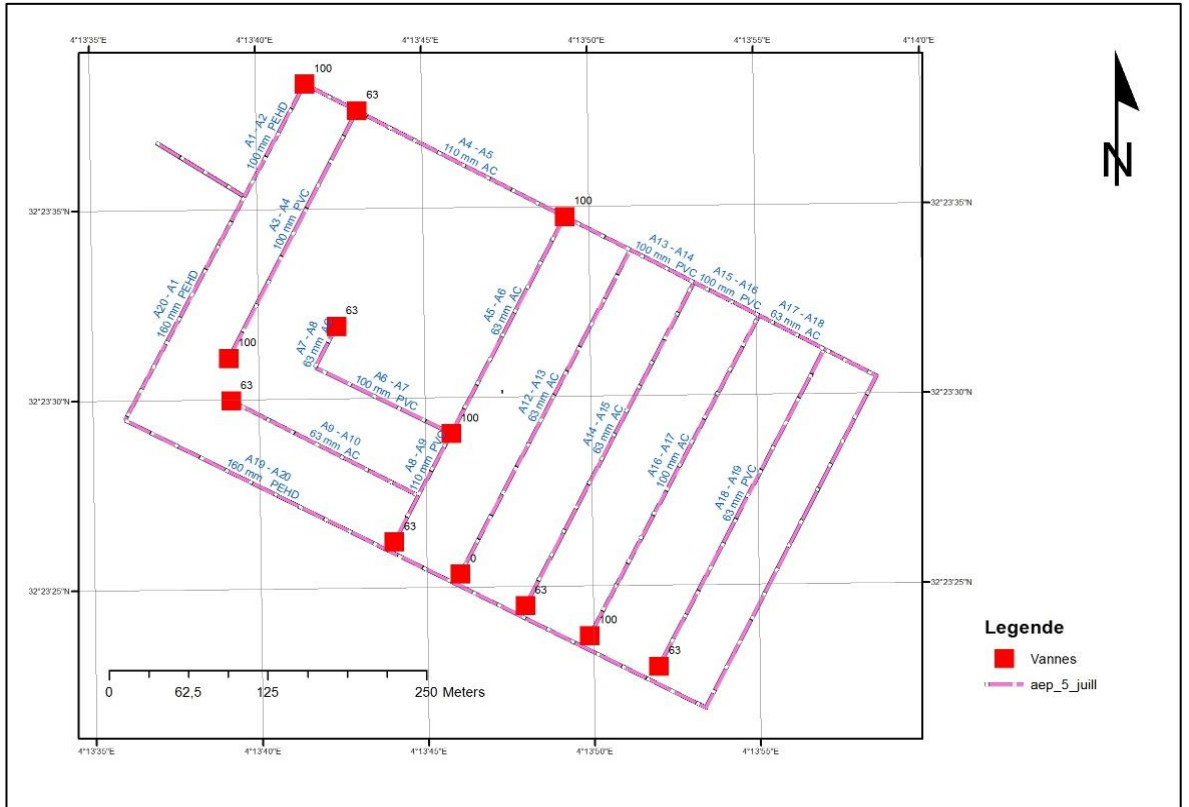
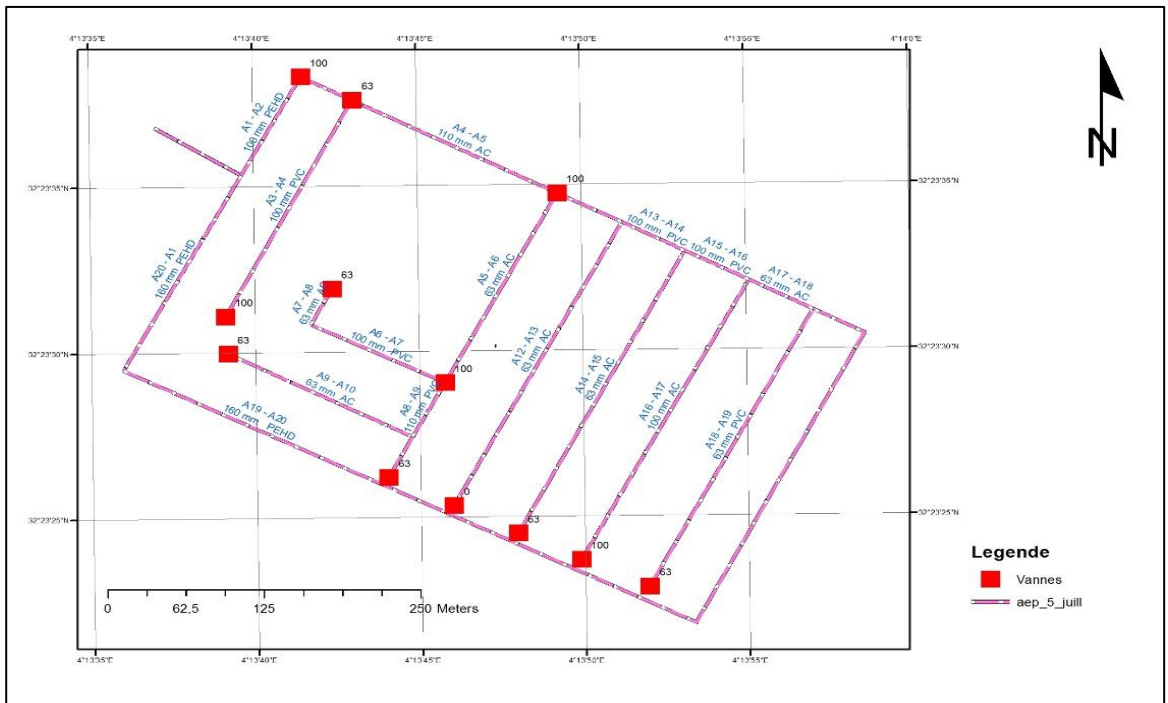


Figure V.18 : Cartes du réseau d'AEP du secteur d'étude



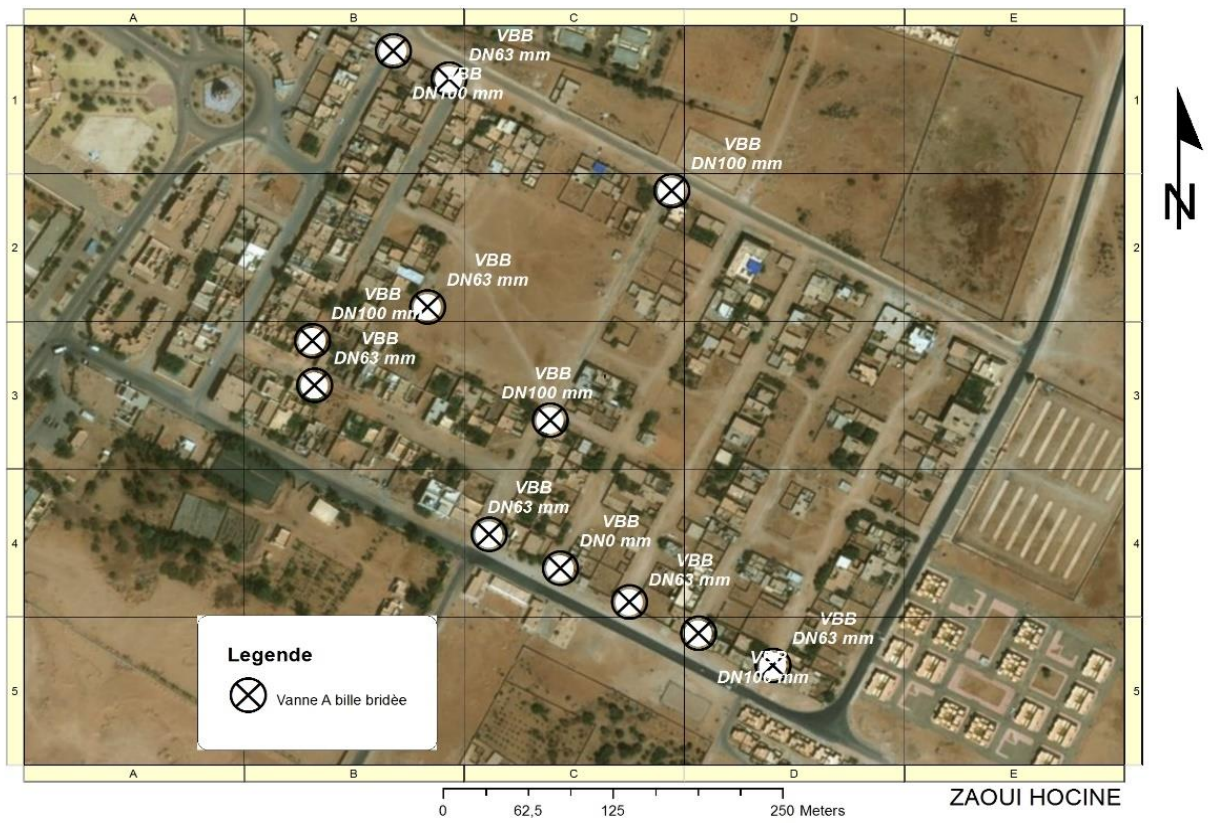


Figure V.19 : Cartes des vannes sans réseau d'AEP



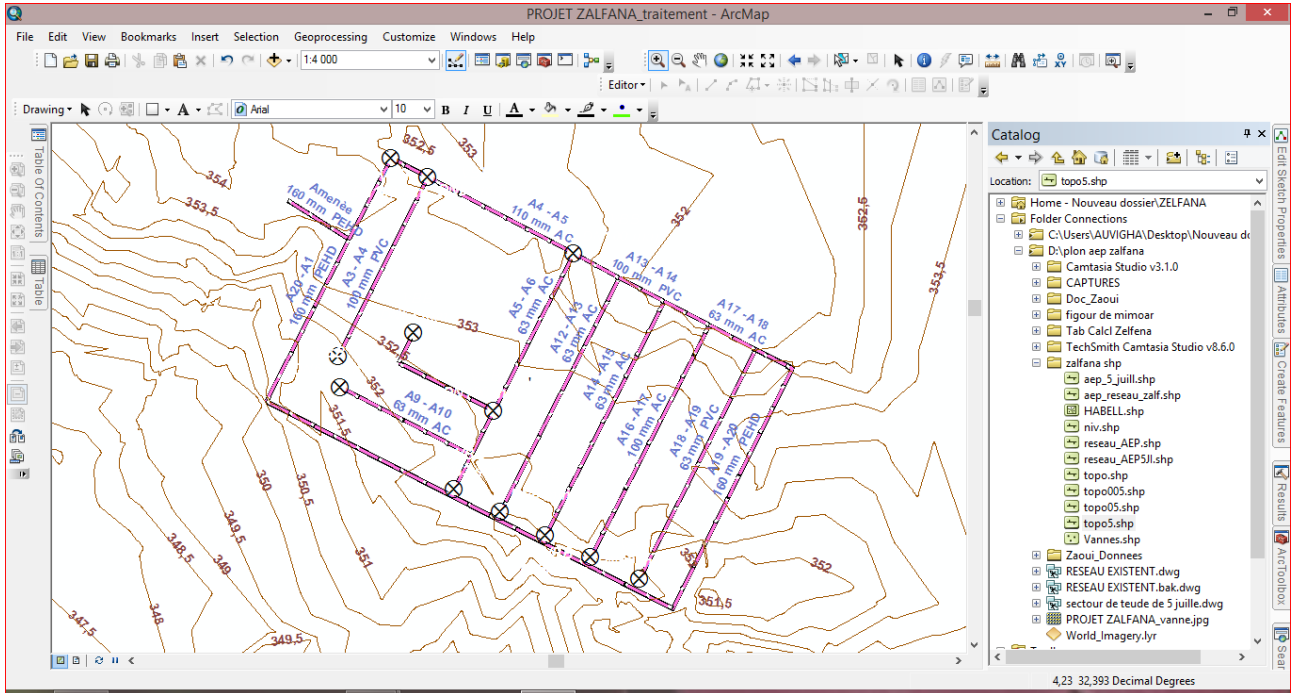
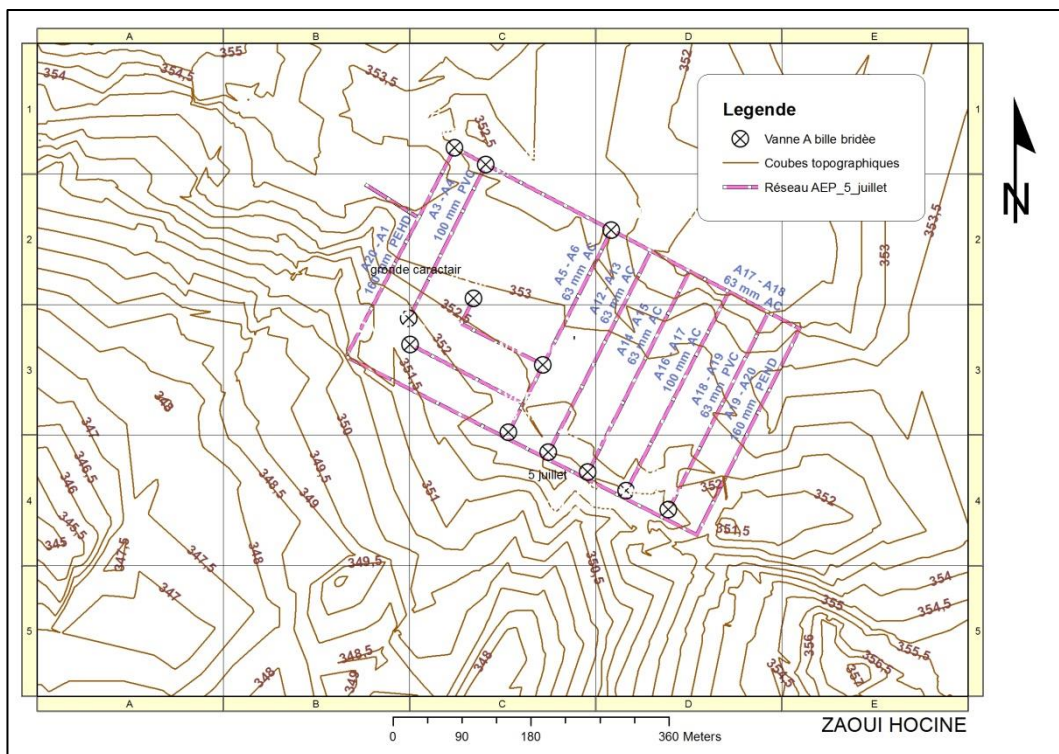


Figure V.20 réseau AEP sous un font topographique



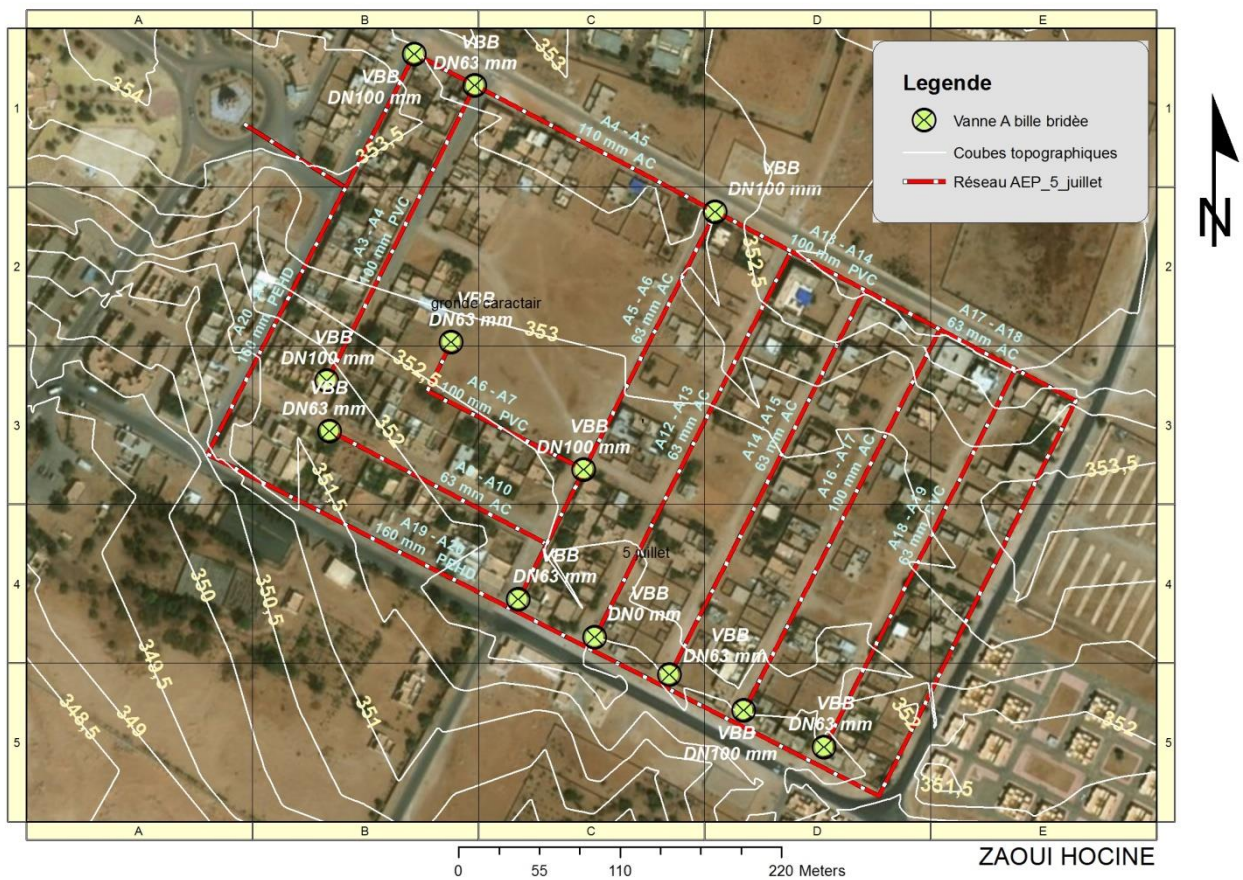


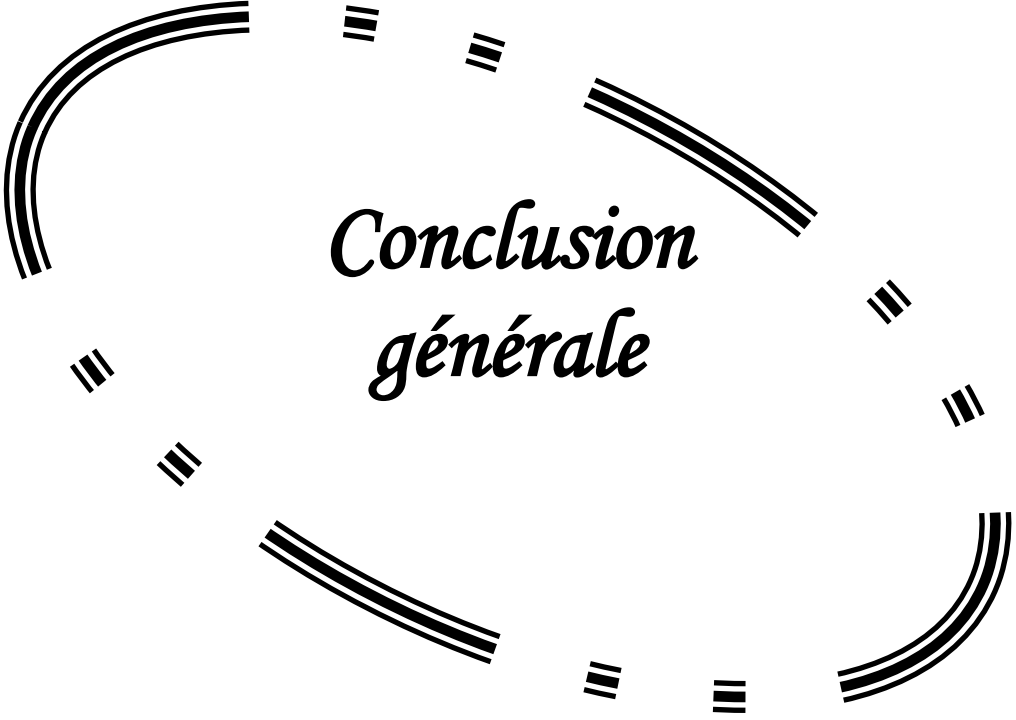
Figure V.21 réseau AEP sous un font topographique et image satellitaire

#### IV.5. Conclusion

A travers cette partie nous avons essayé de mettre en application la technique du SIG sous le logiciel ArcGIS, sur le réseau d'AEP, nous avons extrait le réseau via un fichier AUTOCAD pour l'afficher sous ArcMap, puis un jeu de traitement des étiquettes, un font topographique, et sous une image satellitaire du site en question.

Nous avons aussi créé une base de données sous forme de table attributaire contenant tous les caractéristiques du réseau. Cette base peut être enrichie selon la disponibilité des données.





*Conclusion  
générale*

## CONCLUSION GENERALE

Dans ce mémoire de fin d'étude nous avons procédé à l'étude du réseau d'AEP quartier 05 juillet commune de zelfana.

En premier lieu, nous avons défini les caractéristiques physiques du milieu étudié, par la localisation de l'agglomération,

Dans notre part nous avons donné un aperçu sur les réseaux d'AEP, et sur le SIG avec l'application du programme numérique ArcGIS Desktop.

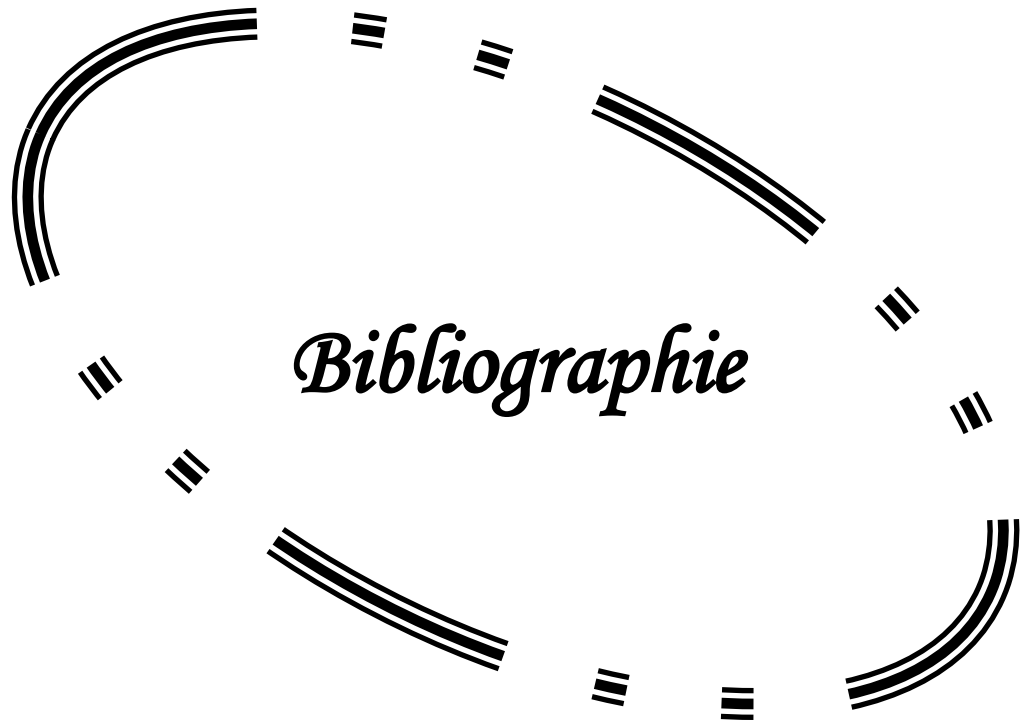
Nous avons par la suite estimé les besoins en eau de la zone étudiée, tel que le débit moyen journalière, le débit des équipements, et le débit de point .

Nous avons également , effectué un diagnostic du réseau existant , par l'estimation de cote terrain naturel de chaque tronçon à l'aide du plan AutoCAD de la zone, et nous avons également ressortie tous les caractéristiques du réseau (débits, vitesses, diamètres normalisé, pièces spéciales, et pression).

Notre étude est achevée par une caractérisation par un système d'information géographique (SIG) en utilisant le logiciel ArcGIS 10.5.

j'espère que notre modeste travail puisse servir à l'élaboration d'un nouveau réseau d'alimentation en eau potable dans d'autre ville.





*Bibliographie*

**Références Bibliographies**

[1]. Rapport PDAU – APC de zelfana .

[2]. HENIA Kaddour, Formation en système d'information géographique – session : du 04 au 08 novembre 2012, INPE 2012 ;

[3].help Pdf Arc GIS Desktop

[4] D. O'SULLIVAN and D. UNWIN, Géographique Information Analysés, John Wiles & sons, Inc.,

Hoboken, New Jersey, USA (2003).

[5] ESRI (Environmental System Research Institute), ArcGIS 10.5 desktop software help (2016).

[6] BOB BOOTH and ANDY MITCHELL, Getting Started with ArcGIS, GIS by ESRI, 261p. (2001).

[7] BOB BOOTH, SCOTT CROSIER and JILL CLARK, Building a Geodatabase, 382 p. ESRI, USA (2004).

[8] ANNUAIRE STATISTIQUE De La Wilaya De Ghardaïa 2016, DPAT



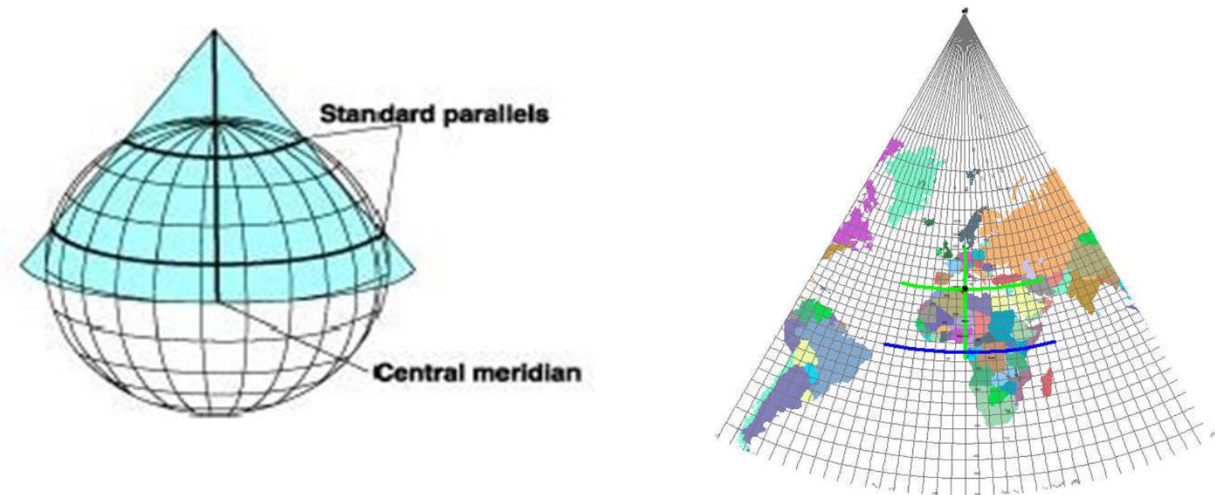
# *Annexes*

## LES SYSTEMES DE PROJECTION

### 1-Projection conique conforme de Lambert

C'est l'une des projections les plus utilisées. C'est une projection conforme sur un cône tangent à un parallèle. Les méridiens sont des droites concourantes, et les parallèles sont des arcs de cercle.

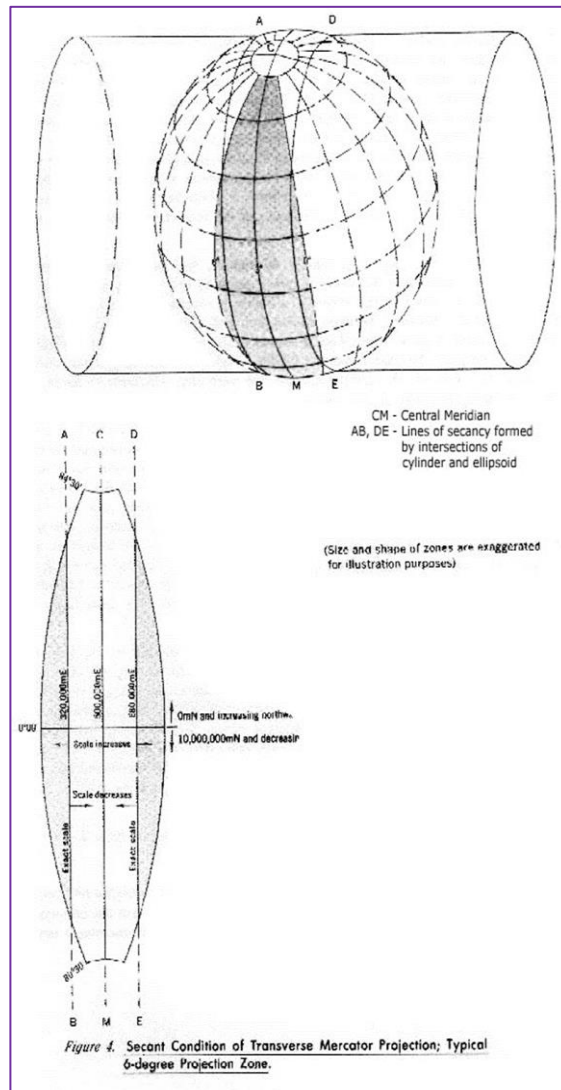
Le système Lambert est largement utilisé en Algérie, pour réduire les erreurs de projection deux zones dénommées Lambert Nord Algérie et Lambert Sud Algérie.

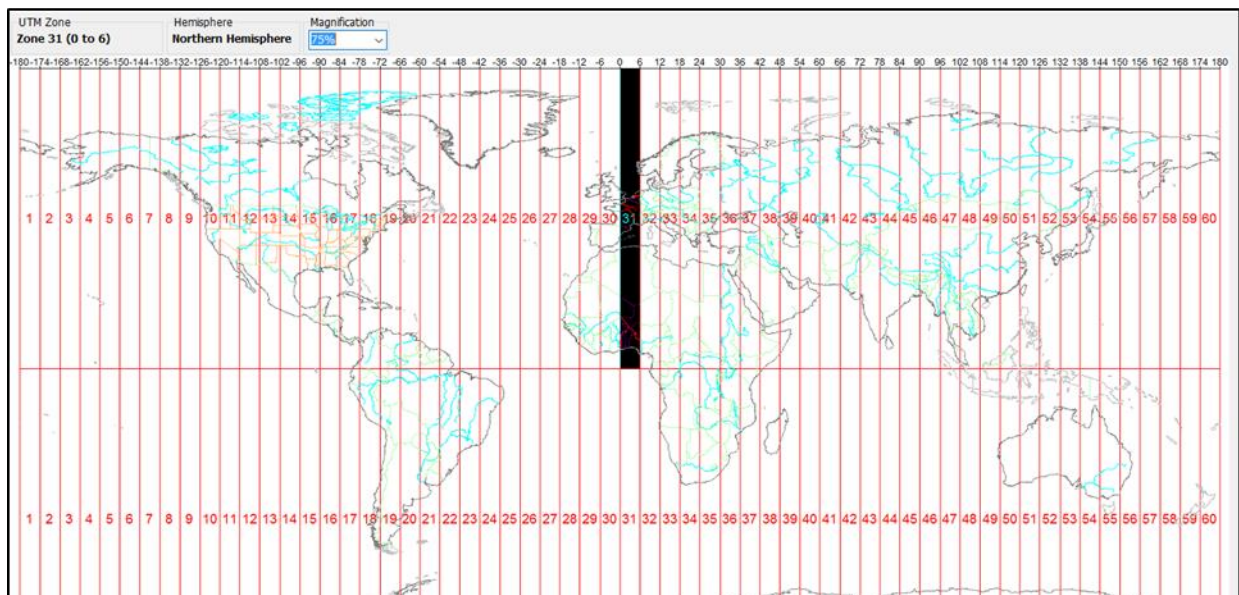
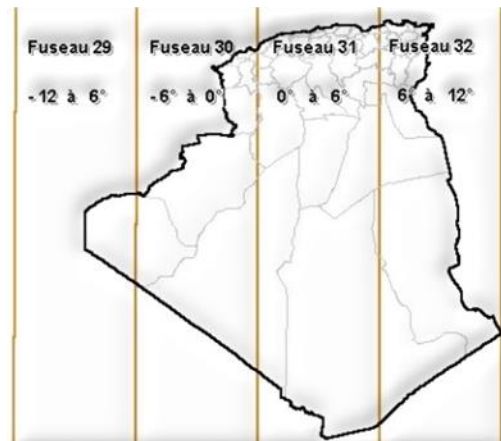
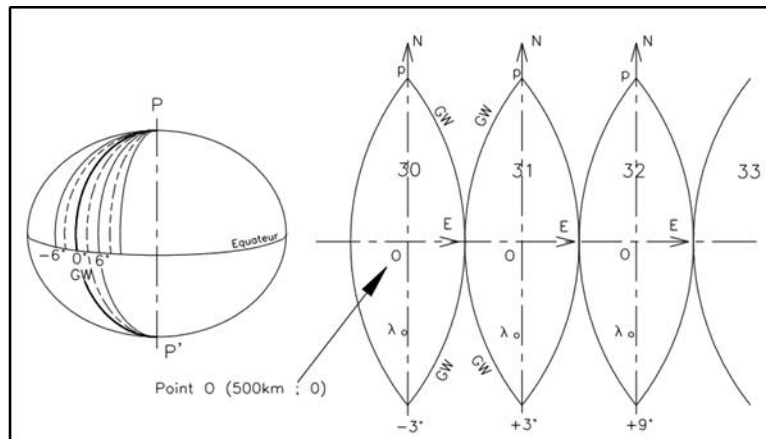


### 1 - La projection Universel Transversal Mercator (UTM) :

C'est une projection cylindrique transversale conforme. Le globe est divisé en soixante zones nord et sud, nommés fuseaux. Chaque fuseau a une distance de 6 degré et possède un système de coordonnées planes indépendant avec ;

- L'axe des Y coïncide avec le méridien central et l'axe des X avec l'équateur,
- En Y, la valeur est de 0 mètre pour le nord (False northing) et elle est de 10.000.000 pour le sud,
- En X, on attribue la valeur de 500.000 mètres (False easting).





### Système de projection UTM en Algérie