

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة أبي بكر بلقايد- تلمسان
Université Aboubakr Belkaïd- Tlemcen –
Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

En : Hydraulique

Spécialité : Hydro-informatique

Par: **MADANI YOUSFI Kamel**
&
NEHARI Sidi Mohammed

Sujet

**Mise en place d'un outil de gestion des réseaux
d'assainissement**

Soutenu le 02/07/2017, devant le jury composé de :

Mme. DJEDID HAYET

Président

Mme. LALLAM FAIZA

Examinateur

Mr. BOUANANI ABDERRAZAK

Examinateur

Mr. ROUSSAT BOUHRIT

Encadreur

Mme. BOUKLI HACENE CHERIFA

Co-Encadreur

Dédicace

C'est grâce à Allah, seul, que j'ai pu achever ce travail. Je le dédie à :

*Mes très chers parents pour leur soutien et leur aide durant toute ma période d'études,
dont je leurs doit toute ma reconnaissance et mon respect.*

Que Dieu le tout puissant les garde en bonne santé.

Aux familles NEHARI, MADANI YOUSFI

A mes frères KADER et KHALIL

Mes chers amis et tous ceux qui m'ont aidés de loin et de près

*DJAMEL, BOUZIANE, Med EL AMINE, YACINE, LAKHDAR,
MOHAMED.*

Ma patrie l'ALGERIE

Tous mes enseignants

*A toute la promotion d'hydraulique 2017 plus particulièrement la promotion
d'Hydro-informatique chacun par son nom, avec qui nous avons partagé nos
meilleurs moments*

MADANI YOUSFI K & NEHARI MED

REMERCIEMENTS

Nous adressons nos plus sincères sentiments de reconnaissance et de remerciement envers le bon Dieu, le Clément et le Miséricordieux, celui qui nous a donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Nous exprimons toutes nos profondes reconnaissances à notre encadreur Mr ROUISSAT bouchrit, et notre co-encadreur Mme BOUKLI HACENE cherifa pour le temps qu'ils nous ont accordé, leur aide scientifique, ainsi que leurs précieux conseils.

Nous remercions également tous nos enseignants durant tout notre cursus et spécialement les professeurs d'hydro-informatique.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury qui nous font l'honneur de présider et d'examiner ce travail.

Nous remercions également les gens de l'ONA et de la SEOR ainsi que l'ingénieur Mr DJELLOUL SMIR M. pour leurs aides inestimables et pour le temps qu'ils nous ont accordé.

Enfin nos remerciements vont à toutes les personnes qui ont, de près ou de loin, apporté aide et encouragement.

Merci à tous,

Résumé

Ce travail vise à mettre en place un outil de gestion du réseau d'assainissement de la ville de Tlemcen, élaboré sous forme de base de données de type SIG. Les SIG Mapinfo et ArcGis ont été utilisés pour élaborer cette base de données. Un bref aperçu sur les systèmes d'assainissement et leur gestion a été exposé. Référencié sur la base d'une bibliographie riche et variée, nous avons développé la notion des systèmes d'information géographique et leurs applications dans le domaine de la gestion des réseaux d'assainissement. L'utilisation du SIG pour la création d'une base de données du réseau d'assainissement de la ville de Tlemcen permet d'avoir le réseau en détail avec tous ses éléments constitutifs. Ceci permettra de mieux identifier les défaillances et anomalies rencontrées dans la gestion de système d'assainissement pour une meilleure prise de décision dans la gestion de ce système.

Dans ce travail, des recommandations et suggestions sont proposées incitant les gestionnaires de ce réseau à améliorer la gestion du réseau d'assainissement.

Mots clés : Gestion, SIG, réseau d'assainissement, base de données, prise de décision.

Abstract

This work aims to set up a management tool for the sewerage network in the city of Tlemcen, developed in the form of a GIS-type database. Mapinfo and ArcGis GIS were used to develop this database. A brief overview of sanitation systems and their management was presented based on a rich and varied bibliography, we have developed the notion of geographic information systems and their applications in the field of the management of sanitation networks. The use of the GIS for the creation of a database of the sewerage network of the city of Tlemcen makes it possible to have the network in detail with all its components. This will help to better identify the failures and abnormalities encountered in the management of the sanitation system for a better decision-making in the management of this system.

In this work, some recommendations and suggestions are proposed in order to encourage the managers of this network to improve the management of the sewerage network.

Key words : Management, GIS, sewerage network, database, decision-making.

المخلص

يهدف هذا العمل إلى وضع أداة تسيير قنوات الصرف الصحي لمدينة تلمسان، وذلك عن طريق وضع قاعدة بيانات من نوع SIG. من أجل وضع قاعدة البيانات هذه، تم استخدام أنظمة المعلومات الجغرافية Mapinfo و ArcGis. تم عرض لمحة موجزة عن أنظمة الصرف الصحي وكيفية تسييرها. استناداً على أساس مراجع غنية ومتنوعة، وضعنا مفهوم نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقاتها في مجال تسيير قنوات الصرف الصحي. استخدام أنظمة المعلومات الجغرافية لإنشاء قاعدة بيانات لشبكة الصرف الصحي لمدينة تلمسان يساعد في الحصول على أجزاء هذه الشبكة وجميع مكوناتها بهذا يمكن التعرف جيداً على المشاكل والتشوهات على مستوى أنظمة الصرف الصحي بهدف إتخاذ القرارات اللازمة في تسيير هذه الأنظمة. في هذا العمل، تم تقديم توصيات ومقترحات لمسيري هذه القنوات، من أجل تطوير تسييرها.

الكلمات الجوهرية: التسيير، قنوات الصرف الصحي، أنظمة المعلومات الجغرافية، قاعدة بيانات، اتخاذ القرارات.

LISTE DES ABREVIATIONS

A	: Surface du bassin versant, en hectares ou surface imperméabilisée brute
ADE	: Algérienne Des Eaux
AEP	: Alimentation en Eaux Potable
AUTOCAD	: Logiciel de dessin
C	: Coefficient de ruissellement
CAO	: Conception Assisté par Ordinateur
CNIG	: Conseil National d'information Géographique
CR	: Classe de rigidité
DAO	: Dessin Assisté par Ordinateur
Dn	: Diamètre normalisé
DREWTE	: Direction des Ressources en Eaux de la Wilaya de Tlemcen
GPS	: Système de Positionnement Global
H	: Hauteur de pluie à l'épicentre de l'averse, en millimètres
i	: Intensité d'une averse
ONA	: Office National de l'Assainissement
PEHD	: Polyéthylène haute densité
PDAU	: Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme
PN	: Pression Nominale
PVC	: Chlorure de PolyVinyle
Q	: Débit maximal en m^3/s au point considéré
SGBDR	: Système de Gestion de Base de Données Relationnelle
SIG	: Système d'Information Géographique
SQL	: Structured Query Language
STEP	: Station d'épuration
SEOR	: Société des Eaux et de l'Assainissement d'Oran
URBAT	: Centre d'Etudes et de Réalisation en Urbanisme de Tlemcen
UTM	: Universal Transverse Mercator
WGS	: World Geodetic System
3D	: Trois dimensions

Table des matières

Introduction générale

CHAPITRE I : Etude des réseaux d'assainissement

I.1 Introduction	2
I.2 Définition d'un réseau d'assainissement	2
I.2.1 Eaux usées domestiques	2
I.2.2 Eaux usées industrielles	2
I.2.3 Eaux pluviales	2
I.3 Types d'assainissement.....	3
I.3.1 Assainissement non collectif.....	3
I.3.2 Assainissement collectif.....	3
I.4 Systèmes d'évacuation du réseau d'assainissement.....	4
I.4.1 Les réseaux unitaires	4
I.4.2 Les réseaux séparatifs.....	5
I.4.3 Les réseaux mixtes	5
I.4.4 Les réseaux pseudo-séparatif.....	5
I.4.5 Choix d'un système d'évacuation	6
I.5 Choix de configuration.....	7
I.5.1 Schémas perpendiculaire au cours d'eau.....	7
I.5.2 Schémas par déplacement latéral ou à collecteur latéral.....	8
I.5.3 Schémas à collecteur transversal ou de collecte oblique.....	8
I.5.4 Schémas par zones étagées ou par intercepteur.....	8
I.5.5 Schémas à centre collecteur unique et le schéma radial.....	9
I.6 Les méthodes de calculs.....	10
I.6.1 La méthode rationnelle.....	10
I.6.2 La méthode superficielle	11
I.7 Les ouvrages de réseaux d'assainissement.....	12
I.7.1 Ouvrages principaux.....	12
I.7.2 Ouvrages annexes.....	13
I.7.2.1 Ouvrages de collecte en surface	13
I.7.2.2 Boîtes de branchements :	14
I.7.2.3 Les regards.....	15

I.7.2.4 Bouches d'engouffrement.....	16
I.7.2.5 Passage en siphon :.....	16
I.7.2.6 Déversoirs d'orages :	17
I.7.2.7 Ouvrages de stockage :	18
I.7.2.8 Stations de pompages/ relevage :.....	18
1.8 Type de canalisations	18
I.8.1 En béton non armé.....	18
I.8.2 En béton armé.....	19
I.8.3 Tuyaux ovoïdes préfabriqués	19
I.8.4 Canalisations en béton à section elliptique.....	20
I.8.5 Dalots et conduits rectangulaires.....	20
I.8.6 Collecteurs visitables de sections particulières	20
I.8.7 Autre types de tuyaux.....	20
I.8.8 Choix de type de conduite à utiliser	22
I.9 Anomalies et dysfonctionnements du réseau	22
I.10 Gestion des réseaux d'assainissement	24
I.10.1 Gestion et exploitation de réseau.....	24
I.10.1.1 La connaissance du réseau.....	25
I.10.1.2 La surveillance du réseau.....	25
I.10.1.3 Les travaux d'entretien	25
I.10.1.4 Enlèvement des dépôts	25
I.10.1.5 Détection des fuites.....	25
I.10.1.6 Détection des eaux parasites.....	25
I.10.1.7 Rénovation des joints et des conduites défectueuses.....	26
I.10.2 Gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement.....	26
I.10.3 Gestion informatisée des réseaux	28
I.11 Conclusion	28

Chapitre II : Système d'information géographique

II .1 Introduction	29
II .2 Définitions des SIG	29
II .3 Structure d'un SIG.....	30

II .4 Fonctionnalités d'un SIG	31
II .5 Les données dans les SIG	33
II .5.1 Mode d'acquisition de données.....	33
II .5.1.1 Numérisation	33
II .5.1.2 Balayage électronique (scannérisation).....	34
II .5.1.3 Photogrammétrie	34
II .5.1.4 Images satellitaires (télé-détection)	35
II .5.1.5 Import de fichiers	36
II .5.2 Types de données dans un SIG	36
II .5.2.1 Données spatiales	37
II .5.2.2 Données associées	38
II .5.3 Modes de données dans un SIG	40
II .5.3.1 Mode vecteur.....	41
II .5.3.2 Mode raster.....	41
II .6 Cartographie des réseaux	43
II .6.1 Mise à jour des plans.....	44
II .6.2 Fonds de plans.....	44
II .7 Cartographie des réseaux d'assainissement à l'aide d'un SIG	45
II .8 Conclusion.....	46

CHAPITRE III : Présentation de la zone d'étude

III.1 Introduction	48
III.2 Situation géographique de groupement urbain de Tlemcen.....	48
III.3 Cadre topographique	49
III.4 Cadre démographique.....	50
III.5 Climatologie.....	50
III.5.1 Précipitation.....	50
III.6 Données géologiques.....	52

III.7 Diagnostic de l'état d'assainissement de la ville de Tlemcen.....	53
III.7.1 Système central (collecteur de Chaabet El Horra).....	53
III.7.2 Système central (collecteur de la ville ancienne)	54
III.7.3 Système Est (collecteur de Mechekana)	54
III.7.4 Système Ouest	54
III.8 Milieux récepteurs.....	56
III.9 Acquisition des données	57
III.10 Analyse des données	60
III.11 Numérisation des données	61
III.12 Conclusion	62

Chapitre IV : Mise en place du SIG pour le réseau d'assainissement de Tlemcen

IV.1 Introduction.....	64
IV.2 Système d'information géographique utilisé	64
IV.2.1 MapInfo	64
IV.2.2 ArcGIS.....	65
IV.3 Stage d'étude a la SEOR	65
IV.3.1 Transfer vers ArcGIS	66
IV.4 Le passage par MapInfo	67
IV.4.1 Convertir de plan AUTOCAD à MapInfo.....	67
IV.4.2 Calage de la carte.....	69
IV.4.3 Créations des tables	70
IV.4.4 Création de la carte des regards.....	71
IV.5 travail sous ArcGis.....	72
IV.5.1 Passage MapInfo –ArcGIS	72

IV.5.2 Transformation des données DAO	73
IV.5.3 Création d'une base de données de réseau d'assainissement	75
IV.5.3.1 Présentation des tables et des informations attributaires	76
IV.5.3.2 Création des domaines	77
IV.5.4 Correction de réseau	78
IV.5.5 Saisie des données	80
IV.5.6 Classification des entités (collecteurs, type nœud).....	81
IV.6 Requête et analyse.....	84
IV.6.1 Création des couches de requêtes	84
IV.7 Interprétation des résultats.....	87
IV.8 Discussions des résultats	90
IV.9 Conclusion	93

Conclusion générale

Références bibliographiques

Annexes

LISTE DES FIGURES

Figure I.1 :Structures fonctionnelles des réseaux et ouvrages	3
Figure I.2 : Schéma des systèmes d'évacuation du réseau d'assainissement	6
Figure I.3 :Schéma perpendiculaire	7
Figure I.4 : Schéma à déplacement latéral	8
Figure I.5 : Schéma collecteur transversal ou oblique	8
Figure I.6 : Schéma à collecteur étagé	9
Figure I.7 : Schéma de type radial	9
Figure I.8 : Découpage d'un bassin en n secteurs.....	11
Figure I.9 : Boîte de branchement eaux usées	14
Figure I.10 : Schéma de passage en siphon	16
Figure I.11 : Un déversoir d'orage.....	17
Figure I.12 : Coupe type d'un tuyau ovoïde préfabriqué	19
Figure II. 1 : Définition de SIG	30
Figure II. 2 :Structure d'un SIG	30
Figure II. 3 : Structure l'information géographique	31
Figure II. 4 :Superposition sous un SIG	31
Figure II. 5 :Extraction des couches	34
Figure II. 6 :Extrait d'une carte scannée.....	34
Figure II. 7 : Exemple de photos aériennes	35
Figure II. 8 : Exemple d'image satellitaire	35
Figure II. 9 : Exemple d'importation de fichiers vers le SIG	36
Figure II. 10 : Types de données dans un SIG	37
Figure II. 11 : Données spatiales	38
Figure II. 12 : Notion de couches de données	39
Figure II. 13 : Données associées	40
Figure II. 14 : Modes de données dans un SIG.....	40
Figure II. 15 : Mode vecteur	41
Figure II. 16 : Mode raster.....	42
Figure III.1 : Présentation de la région d'étude	49
Figure III.2 : Log lito stratigraphique synthétique des Monts de Tlemcen	53
Figure III.3 : Schéma représentatif des principaux collecteurs d'assainissement de Tlemcen.....	53

Figure III.4 : Mesure de diamètre de conduite (quartier les Cerisiers).....	57
Figure III.5 : Déversoir d'orage (Feddan Sbaa)	58
Figure III.6 : Regard de visite d'un dalot (Feddan Sbaa)	59
Figure IV.1 :Importation de la couche du réseau d'assainissement.....	68
Figure IV.2 : Définition de projection et les quatrepoints de calage pour la carte des collecteurs	68
Figure IV.3 :Superposition des couches (réseau, bâti, courbe de niveau)	70
Figure IV.4 : Description de la structure de la table (Regards)	70
Figure IV.5 : Emplacement des regards sur les collecteurs	71
Figure IV.6 : Représentation de la carte des regards	71
Figure IV.7 : Représentation de la carte des collecteurs sur ArcGIS	72
Figure IV.8 : Superposition des couches (collecteurs, regards, fond de plan)	73
Figure IV.9 : Données d'annotation d'après le fichier DAO	73
Figure IV.10 : Définition de la projection pour la carte des collecteurs.....	74
Figure IV.11 : Calage d'une image satellitaire avec le fond de plan.....	75
Figure IV.12 : Présentation des deux fichiers créés dans ArcCatalog	76
Figure IV.13 : La table attributaires des collecteurs dans ArcCatalogue.....	77
Figure IV.14 : Le domaine du différent type de matériau pour collecteurs.....	78
Figure IV.15 : Description du réseau corrigé.....	79
Figure IV.16 : le sens d'écoulement dans les collecteurs	79
Figure IV.17 : Structure de la table des collecteurs	80
Figure IV.18 : Structure de la table des regards.....	81
Figure IV.19 : Identification des nœuds selon leurs types.....	81
Figure IV.20 : Identification des collecteurs selon leurs types	82
Figure IV.21 : Carte de réseau d'assainissement de la ville de Tlemcen.....	83
Figure IV.22 : Requête 01 pour la sélection des diamètres<300mm.....	84
Figure IV.23 : Résultat de la requête N°01	85
Figure IV.24 : Requête N°2 pour la sélection des regards de jonction.....	86
Figure IV.25 : Résultat de la requête N°02.....	86
Figure IV.26 : Les différents types des canalisations du le réseau d'assainissement	87
Figure IV.27 : Répartition des collecteurs selon leurs diamètres	88
Figure IV.28 : Les différents diamètres des collecteurs.....	88
Figure IV.29 : Répartition des collecteurs selon leurs matériaux	89
Figure IV.30 : Répartition des regards selon leurs types	90
Figure IV.31 : Représentation en 3D du réseau d'assainissement de Tlemcen	92

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1 : Avantages et inconvénient de système unitaire.....	4
Tableau I.2 : Avantageset inconvénient de système séparatif	5
Tableau I.3 :Anomalies ponctuelles pouvant survenir au niveau des réseaux d'assainissement.....	22
Tableau II.1 : Avantages et inconvénients des modes Raster et Vecteur	42
Tableau III.1 :Evolution démographique au niveau de la wilaya de Tlemcen.....	50
Tableau III.2 : Valeur moyennes mensuelles de la pluviométrie (mm)	51
Tableau III.3 : Caractéristiques du réseau d'assainissement des centres urbains	56

Introduction générale

Les techniciens et les gestionnaires des réseaux d'assainissement se trouvent confrontés de plus en plus à des problèmes de maîtrise du développement et de gestion de ces réseaux.

Ces dernières années, le recours à l'outil informatique est devenu incontournable et essentiel pour la plupart des études d'aménagement et d'aide à la décision.

Le système d'information géographique (SIG) est un des outils informatiques qui a donné un grand essor aux techniques de gestion des réseaux urbains en général et d'assainissement en particulier. Ces systèmes reposent sur une base de données cartographiques et une base de données descriptives, nécessaires à la représentation des réseaux d'assainissement d'une ville sur des cartes numérisées.

Vu le manque de plans et les difficultés éprouvées dans la gestion du réseau d'assainissement de la ville de Tlemcen, la constitution d'une base de données pour ce réseau d'avère indispensable. Ceci permettra aux gestionnaires de connaître et de maîtriser de réseau en tout point et d'utiliser les eaux récupérées et traitées à des fins utiles.

Dans ce contexte, notre travail consiste à établir une base de données qui permettra de réaliser des cartes numérisées à base des systèmes d'information géographique. Il servira comme outil de gestion et prise de décision pour les exploitants de ce réseau.

Notre travail est organisé en quatre chapitres :

Le premier chapitre donne un aperçu général sur les réseaux d'assainissement, leur classification, leurs constituants ainsi que la gestion de ces derniers ;

Les notions fondamentales des systèmes d'informations géographiques, les types de données traités par ces derniers ainsi que les différents modes de données et les domaines d'application des SIG sont présentés dans le deuxième chapitre ;

La situation actuelle et la présentation du réseau d'assainissement de la ville de Tlemcen ainsi que les étapes d'inventaire, d'analyse et de numérisation des données sont examinées dans le troisième chapitre ;

Le dernier chapitre présente les différentes étapes ainsi que les traitements qui peuvent être effectués en se basant sur la base de données établie pour le réseau d'assainissement de la ville de Tlemcen ;

Enfin une conclusion générale qui met le point sur une telle étude et ses extensions futures avec quelques recommandations.

CHAPITRE I :
ETUDE DES
RÉSEAUX
D'ASSAINISSEMENT

CHAPITRE I : Etude des réseaux d'assainissement

I.1 Introduction

L'assainissement comprend l'évacuation et le traitement des eaux et des solides usagers. Ces matières incluent les eaux de pluies, de drainage, de lavage, les eaux usées et /ou provenant de toilettes, les excréments, et les déchets solides ; ces derniers ont différentes origines (domestique, agricole, industrielle, médicale ...).[1] Ce chapitre synthétise les notions fondamentales relatives aux réseaux d'assainissement et leur gestion en milieu urbain.

I.2 Définition d'un réseau d'assainissement

Le réseau d'assainissement est l'ensemble des ouvrages qui permettent d'évacuer les eaux usées vers les stations d'épuration afin de subir un traitement, avant leur rejet dans le milieu récepteur Les eaux usées peuvent être subdivisées en trois catégories (figure I.1) [2] :

I.2.1 Eaux usées domestiques

Elles se répartissent en : eaux ménagères (provenant des douches et de cuisine. De par leur provenance, ces eaux sont chargées de détergents, graisses, solvants, débris organiques, etc.) Et eaux vannes ou de W.C. qui sont chargées de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux. [3]

I.2.2 Eaux usées industrielles

Leurs caractéristiques varient d'une unité industrielle à l'autre. En plus de matières organiques azotées ou phosphorées, ces eaux peuvent contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des hydrocarbures, etc. Elles peuvent être mélangées aux eaux domestiques lorsqu'elles ne présentent pas de dangers pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des usines de dépollution.[4]

I.2.3 Eaux pluviales

Elles peuvent être contaminées par les polluants atmosphériques (dioxyde de soufre, oxyde d'azote, etc.) dû aux activités anthropogéniques. Par ailleurs, en ruisselant, ces eaux se chargent de résidus des toits et chaussées (huile de vidange, carburants, etc.).[5]

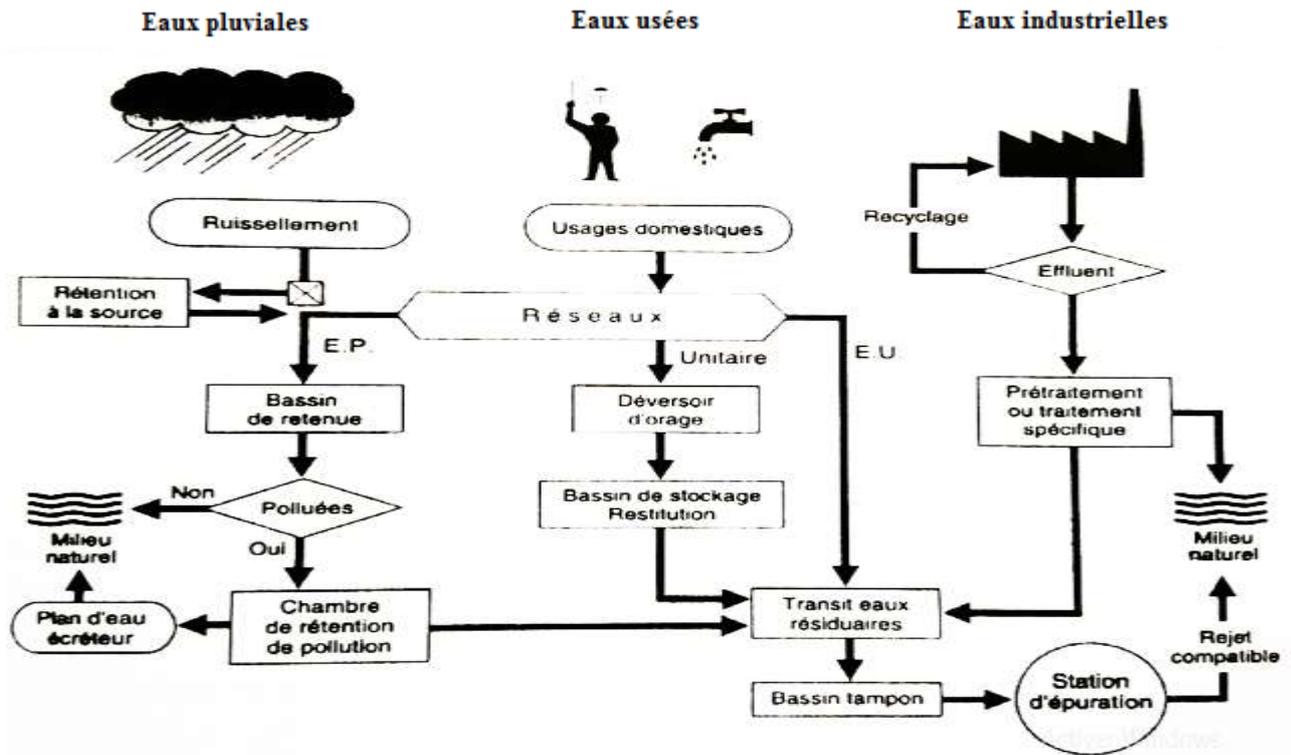


Figure I.1 : Structures fonctionnelles des réseaux et ouvrages[6]

I.3 Types d'assainissement

Selon la nature de l'habitat et le choix de la collectivité, on distingue deux types d'assainissement : Assainissement non collectif et assainissement collectif.

I.3.1 Assainissement non collectif

Pour une zone d'habitats dispersés, des systèmes d'assainissement sont mis en place pour chaque habitat (assainissement individuel) ou pour un groupe d'habitations (assainissement autonome).[7]

I.3.2 Assainissement collectif

L'assainissement collectif désigne le système d'assainissement dans lequel les eaux usées sont collectées et acheminées vers une station d'épuration pour y être traitées avant d'être rejetées dans le milieu naturel. Ce type d'assainissement comprend les réseaux de collecte et les équipements de traitement (la station d'épuration).

En zone urbaine ou d'habitats regroupés, les eaux usées sont collectées dans un réseau d'assainissement et drainées vers une station d'épuration où elles sont traitées avant tout rejet dans l'environnement.[8]

I.4 Systèmes d’évacuation du réseau d’assainissement

S’il est relativement facile de prévoir et de contrôler les volumes d’eaux usées domestiques, il en va tout autrement des eaux pluviales. Il existe deux types fondamentaux de réseaux de collecte (figure I.2) :

- Les réseaux unitaires ;
- Les réseaux séparatifs ;

En outre, il existe aussi des systèmes intermédiaires appelés pseudo-séparatif, système spéciaux et le système mixte.

I.4.1 Les réseaux unitaires

C’est-à-dire l’évacuation de l’ensemble des eaux usées et pluviales par un unique réseau, généralement équipé de déversoirs d’orage, de vannages, etc., permettant, en cas de pluies intenses, le rejet par surverse d’une partie des eaux, dirigées par un évacuateur vers le milieu naturel soit directement, soit après un traitement spécifique.

Le système unitaire s’impose de fait lorsqu’il n’y a plus de possibilité de concevoir économiquement un réseau séparatif et une reprise des branchements particuliers. Il serait également souhaitable lorsque l’urbanisation d’un secteur est en perpétuelle transformation.[9]

Le tableau I.3 présente les avantages et les inconvénients du système unitaire.

Tableau I.1 : Avantages et inconvénient de système unitaire[8]

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - conception simple : un seul collecteur, un seul branchement par immeuble. - encombrement réduit du sous-sol. - à priori économique (dimensionnement moyen imposé par les seules eaux pluviales). - aspect traditionnel, dans l’évolution historique des cités. - pas de risque d’inversion de branchement. 	<ul style="list-style-type: none"> - débit à la station d’épuration très variable. - lors d’un orage, les eaux usées sont diluées par les eaux pluviales. - apport de sable important à la station d’épuration. - acheminement d’un flot de pollution assez important lors des premières pluies après une période sèche. - rejet direct vers le milieu récepteur du mélange " eaux usées "

I.4.2 Les réseaux séparatifs

Le réseau séparatif consiste à spécialiser chaque réseau selon la nature des effluents. Un réseau est affecté à l'évacuation des eaux usées domestiques (eaux vannes et eaux ménagères) et des effluents industriels, sous la condition qu'ils aient des caractéristiques analogues à celles des eaux domestiques. Un autre réseau assure l'évacuation des eaux pluviales directement rejetées dans le milieu récepteur. L'origine du système séparatif est liée à la création des stations d'épuration : l'on pensait alors les alimenter avec les seules eaux usées domestiques, sans eaux parasites et sans mauvais branchements.[10]

Le tableau I.2 présente les avantages et les inconvénients de système séparatif.

Tableau I.2 :Avantages et inconvénient de système séparatif[11]

Avantages	Inconvénients
- diminution du diamètre moyen du réseau de collecte des eaux usées. - exploitation plus facile de la station d'épuration. - meilleure préservation de l'environnement des flux polluants domestiques. - certains coûts d'exploitation sont limités (relevage des effluents notamment).	- encombrement important du sous-sol. - coût d'investissement élevé. - risque important d'erreur de branchement.

I.4.3 Les réseaux mixtes

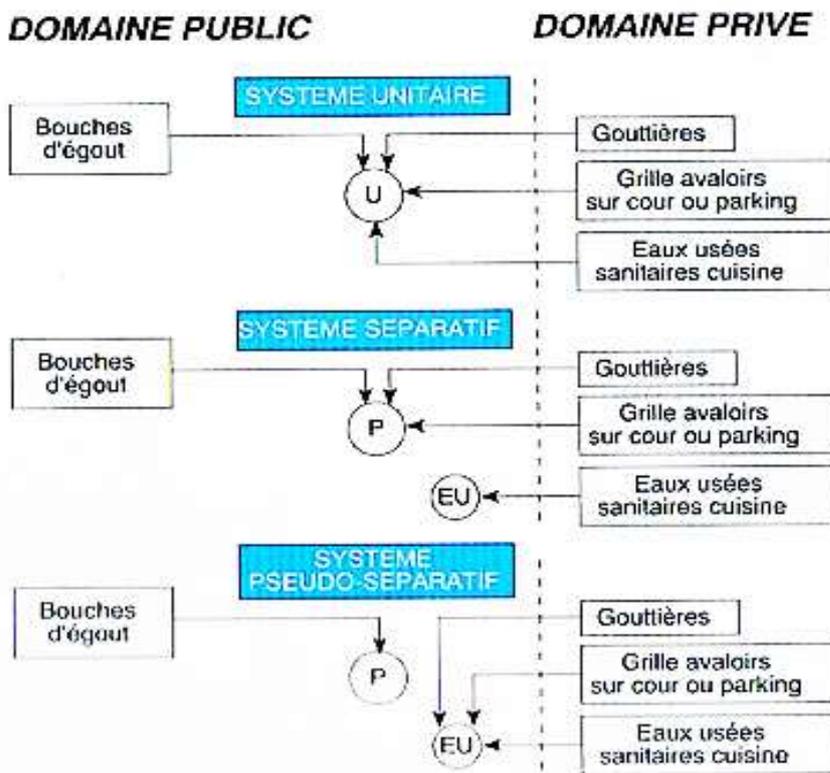
Désignant communément des réseaux constitués, selon les zones d'habitation, en partie en système unitaire et en partie en système séparatif.[10]

I.4.4 Les réseaux pseudo-séparatif

C'est un système dans lequel on divise les apports d'eaux pluviales en deux parties :

- L'une provenant uniquement des surfaces de voirie, et qui s'écoule par des ouvrages particuliers déjà conçus pour cet objet par les services de la voirie municipale (caniveaux, aqueducs, fossés avec évacuations directes dans la nature).
- L'autre provenant des toitures et cours intérieures qui sont raccordées au réseau d'assainissement, à l'aide des mêmes branchements que ceux des eaux usées domestiques. On regroupe ainsi les évacuations des eaux d'un même immeuble.

Ce système a été retenu dans de nombreuses zones suburbaines où les habitations sont relativement proches les unes des autres (centres d'agglomérations implantées en secteur rural, par exemple).[10]



U : unitaire, P : eaux pluviales, EU : eaux usées

Figure I.2 : Schéma des systèmes d'évacuation du réseau d'assainissement[12]

I.4.5 Choix d'un système d'évacuation

On pourra établir un réseau en système séparatif ou pseudo-séparatif dans les cas suivants :

- La topographie impose de très faibles pentes (diminution, voire suppression des postes de relèvement) ;
- La densité de l'habitat permet de laisser, au moins provisoirement, les eaux pluviales ruisseler sur la chaussée sur de grandes longueurs (zones d'extension), ou bien de nombreux cours d'eau sillonnent l'agglomération (réduction et même suppression du réseau pluvial) ;

- L'existence d'un ancien réseau non utilisable en système unitaire (manque d'étanchéité, par exemple) diminue l'importance du réseau pluvial ou, mieux, le supprime.

En revanche, le système unitaire peut être admis dans les cas suivants :

- L'agglomération dense dispose de fortes pentes et le milieu récepteur admet les eaux de déversoirs d'orage ;
- Le milieu récepteur est sensible à la pollution par les premiers débits pluviaux ; dans ce cas, même les déversoirs devraient être limités, et un bassin d'orage serait nécessaire à la station d'épuration. [9]

I.5 Choix de configuration

Bien que les réseaux d'évacuation revêtent des dispositions très diverses selon le système choisi et les contraintes, leur schéma se rapproche le plus souvent de l'un des cinq types suivants.

I.5.1 Schémas perpendiculaire au cours d'eau

Avec ses multiples débouchés, transversalement à la rivière, et l'orientation de ses artères dans le sens des pentes, il représente le prototype des réseaux pluviaux en système séparatif. C'est aussi trop souvent celui des villes et des communes rurales qui ne se préoccupent que de l'évacuation par les voies les plus économiques et les plus rapides, sans avoir le souci d'un assainissement efficace des eaux rejetées (figure I.3). [9]

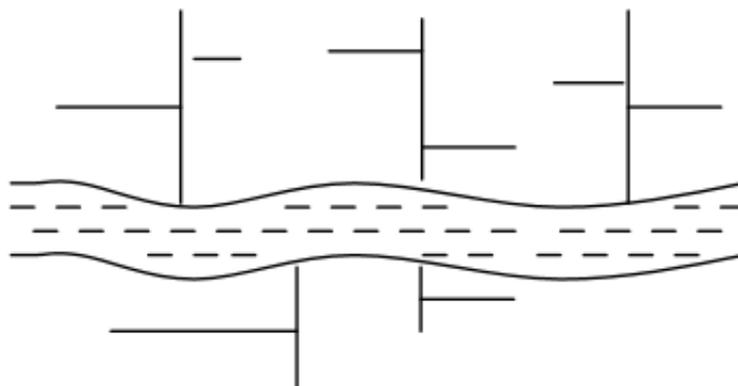


Figure I.3 : Schéma perpendiculaire [13]

I.5.2 Schémas par déplacement latéral ou à collecteur latéral

Il est le plus simple par rapport aux systèmes qui reportent le déversement de l'effluent à l'aval de l'agglomération. Dans ce but, il reprend l'ensemble des eaux débouchant par les artères perpendiculaires au moyen d'un collecteur de berge. Mais ce dispositif, par son défaut de pente, peut entraver le recours à l'écoulement gravitaire (figure I.4). [9]

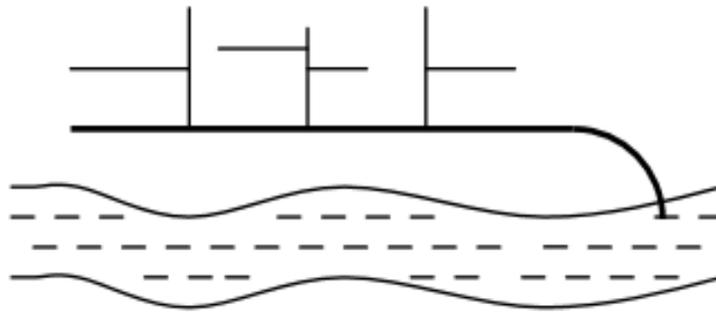


Figure I.4 : Schéma à déplacement latéral [13]

I.5.3 Schémas à collecteur transversal ou de collecte oblique

Il comporte des réseaux secondaires ramifiés sur le ou les collecteurs principaux. Ceux-ci disposent ainsi d'une pente plus forte et permettent de reporter facilement, par simple gravité, l'ensemble des effluents plus loin à l'aval que dans le dispositif précédent (figure I.5). [9]

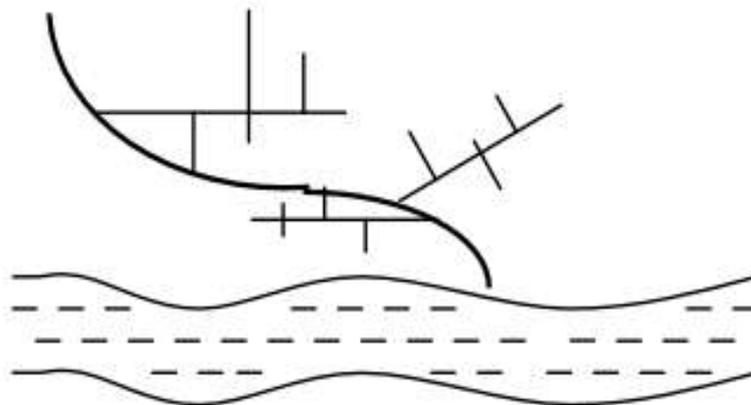


Figure I.5 : Schéma collecteur transversal ou oblique [13]

I.5.4 Schémas par zones étagées ou par intercepteur

Il s'apparente au schéma par déplacement latéral avec une multiplication des collecteurs longitudinaux ou obliques dans la rivière. Chacun des bassins de collecte de

l'agglomération dispose ainsi d'un collecteur principal indépendant. Les collecteurs bas, qui sont généralement à faible pente et dont l'effluent doit souvent faire l'objet de relèvement, se trouvent alors soulagés des apports des bassins en amont. Les collecteurs à mi-hauteur du versant, appelés intercepteurs, peuvent être réalisés initialement ou a posteriori, dans le cadre d'une restructuration, et sont au contraire plus faciles à projeter parce que la pente du terrain est plus forte (figure I.6). [9]

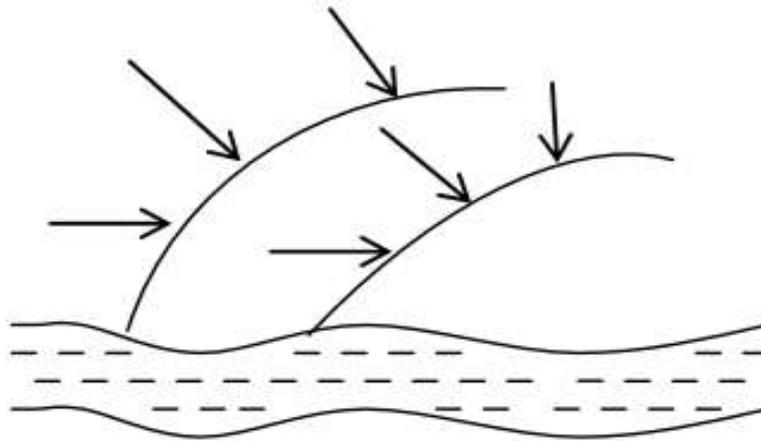


Figure I.6 : Schéma à collecteur étagé [13]

I.5.5 Schémas à centre collecteur unique et le schéma radial

Selon que le réseau converge sur un ou plusieurs points bas de l'agglomération, où il est possible de reprendre l'effluent pour le relever ou le refouler dans des émissaires importants de transport à distance, ces schémas s'appliquent plus particulièrement aux zones uniformément plates. Ils permettent de donner artificiellement la pente suffisante aux canalisations. Le système séparatif s'y révèle tout indiqué, ne serait-ce qu'en raison de l'importance ou de la multiplicité des relèvements que ces schémas nécessitent, sous réserve toutefois que l'évacuation des eaux pluviales n'implique pas elle-même des sujétions semblables (figure I.7). [9]

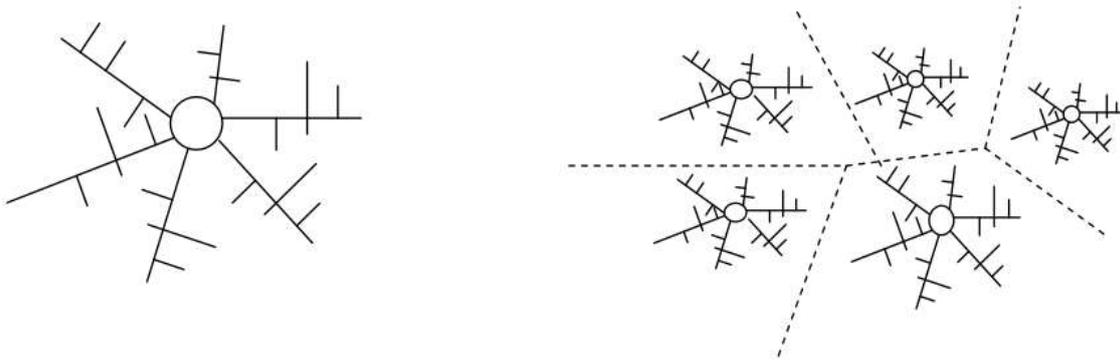


Figure I.7 : Schéma de type radial [13]

I.6 Les méthodes de calculs

I.6.1 La méthode rationnelle

La méthode «rationnelle» consiste à estimer les débits à partir d'un découpage du bassin versant en secteurs $A_1, A_2, \dots, A_j, \dots, A_n$, limités par des lignes isochrones telles que l'eau tombe sur le secteur A_1 (respectivement $A_1, \dots, A_j, \dots, A_n$) arrive à l'exutoire au bout d'un d'un temps Δt (respectivement $2 \Delta t, \dots, n \Delta t$) ainsi que le montre la (figure I.8).

Le hyétogramme de pluie sur un bassin se transforme ainsi en hydrogramme d'écoulement, en tenant compte de l'effet de stockage et de l'infiltration.

Le hyétogramme de pluie sur un bassin se transforme ainsi en hydrogramme d'écoulement, en tenant compte de l'effet de stockage et de l'infiltration. [6]

Si on considère une averse d'intensité constante i sur un secteur de superficie A ayant un coefficient de ruissellement pondéré C , le débit résultant du ruissellement s'exprime par la relation :

$$Q = C \cdot i \cdot A \quad (I.1)$$

Cependant, si on tient compte que l'intensité n'est pas uniforme (que l'averse a un épiceutre et se diffuse dans l'espace), il convient d'appliquer un coefficient k de répartition de la pluie qui diminue lorsque l'on s'éloigne de l'épiceutre.

On obtiendra alors la relation :

$$Q = C \cdot i \cdot A \quad (I.2)$$

Enfin, si l'on ne travaille pas dans un système cohérent d'unités (cas très fréquent en assainissement), il faut introduire un coefficient supplémentaire u dépendant des unités utilisées ⁸, ce qui conduit à la relation :

$$Q = u \cdot C \cdot i \cdot A \quad (I.3)$$

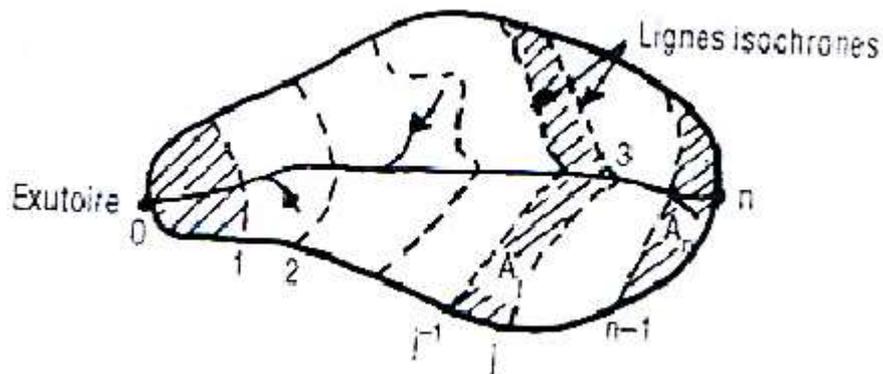


Figure I.8 : Découpage d'un bassin en n secteurs [6]

I.6.2 La méthode superficielle

Le modèle de Caquot, ou méthode superficielle, est une forme globaliste de la méthode rationnelle. D'une manière générale, en faisant intervenir tous les mécanismes de l'écoulement, cette méthode permet de calculer, aux divers points caractéristiques des tronçons, le débit de pointe qui sert à la détermination ultérieure des dimensions hydrauliques des ouvrages évacuateurs.

C'est un modèle déterministe de définition du débit de pointe s'appliquant à toute la surface considérée d'où l'expression courante de la méthode superficielle de Caquot mais, à la différence de la méthode rationnelle, il ne s'applique qu'aux surfaces urbaines drainées par des réseaux, à moins d'ajuster les paramètres.

Il est démontré, à propos de l'effet de capacité, que le débit, à l'instant où le réseau fonctionne au maximum (réseau plein), correspond exactement au volume tombé dans l'unité du temps, tandis que le volume tombé antérieurement a servi à la fois à l'écoulement, au remplissage des canalisations et à l'humidification de toutes les surfaces du bassin de réception, la capacité correspondante pouvant être grande s'il s'agit de terrains particulièrement perméables.

$$- q(\beta - \delta) \cdot t_c \text{ (I.4)}$$

Où :

$\alpha : A^-$, coefficient de distribution spatiale de l'averse, la valeur de A étant exprimée en hectares ;

H : hauteur de pluie à l'épicentre de l'averse, en millimètres entre et t_c ;

A : surface du bassin versant, en hectares ou surface imperméabilisée brute ;

C : coefficient de ruissellement ;

: Volume écoulé en pendant le temps de concentration t_c ;

$q \cdot t_c$: Volume stocké dans le réseau et le bassin versant depuis le début de l'averse et jusqu'à l'instant t_c ;

: Effet de capacité totale (β correspondant à l'écoulement et δ au stockage) ;

Q : débit maximal en — au point considéré.

Dans le modèle de Caquot, l'effet de capacité est traduit par :

Initialement

=1,1 valeur minimale

Cette dernière valeur correspond à un amortissement volumétrique minimal de 10% pour les bassins urbains de petite taille, donc à une surestimation du résultat. [9]

I.7 Les ouvrages de réseaux d'assainissement

Le réseau d'assainissement se subdivise en deux ouvrages :

- Ouvrages principaux ;
- Ouvrages annexes.

I.7.1 Ouvrages principaux

Les ouvrages principaux correspondent au développement de l'ensemble du réseau jusqu'à l'évacuation à l'exutoire et l'entrée des effluents dans la station d'épuration ; ces tuyaux se

présentent par tronçons de diamètre croissant de l'amont vers l'aval ; suivant la grandeur de leur section, on les classe ainsi :

- Collecteur principal, pour les grands diamètres supérieurs à $\varnothing 800$;
- Collecteur secondaire, pour les diamètres compris entre $\varnothing 400$ et $\varnothing 800$;
- Collecteur tertiaire, pour les diamètres inférieurs ou égaux à $\varnothing 300$. [14]

I.7.2 Ouvrages annexes

Pour raisons constructives et d'entretiens, et pour l'exploitation rationnelles des réseaux d'égout, les ouvrages annexes le long des collecteurs y sont indispensables (bouche d'égout, regard de visite, branchement...etc.).

I.7.2.1 Ouvrages de collecte en surface

Les ouvrages de collecte en surface sont destinés, en général, aux eaux pluviales. On en distingue deux catégories : les ouvrages de collecte et de transport tels que les fossés, gargouilles, caniveaux ; les ouvrages d'engouffrement, en tête et sur le cours du réseau principal tels que les bouches, avaloirs, grilles.

- Fossés :

Les fossés étaient principalement destinés à la collecte des eaux provenant des chaussées en milieu rural qui, depuis peu, rentrent dans les dispositions dites alternatives à la solution par tuyaux. Suivant les caractéristiques du relief, ils sont soit des ouvrages de transport à faible pente, soit des ouvrages de retenue, soit des ouvrages de stockage des eaux. Il faut procéder à un entretien périodique, afin de les débarrasser des produits décantés qui peuvent s'y accumuler et provoquer, notamment, des odeurs de fermentation. [9]

- Gargouilles :

Ont une fonction de liaison entre les descentes de gouttières et les caniveaux, évitant ainsi les ruissellements désordonnés sur les trottoirs.

Les gargouilles sont envisageables avec un système qui fait appel au drainage en surface. Ces eaux pluviales des toitures, cours intérieures, etc., sont évacuées vers le caniveau jusqu'à la bouche d'engouffrement ; on obtient ainsi une séparation contrôlée des sorties eaux pluviales et, par ailleurs, eaux usées. [9]

- Caniveaux :

Les caniveaux, annexes de la voirie en bordure du trottoir, sont destinés à recevoir les eaux de ruissellement et de gouttières via des gargouilles, et assurent le transport en surface des eaux pluviales jusqu'aux bouches et avaloir. Leur utilisation est également nécessaire aux ruptures de pentes des espaces revêtus (parking ...); selon l'importance, ils peuvent être constitués d'ouvrages longitudinal équipé de grilles ou de fente type Satujo, plus économique et bien adaptée aux voies urbaines express, à la fragilité des grilles...[6]

I.7.2.2 Boîtes de branchements :

Les boîtes de branchements qui sont en fait des mini-regards, qui permettent le raccordement des canalisations intérieures collectant les eaux vannes et ménagères avec le branchement au réseau (figure I.9). De même, en ce qui concerne les boîtes de pied de chute d'eaux pluviales. Ces boîtes de branchement assurent également un accès de contrôle et d'évacuation.

On appelle généralement boîte de branchement le regard borgne sur le réseau de collecte non visitable qui reçoit un branchement d'immeuble.

Les techniques précédentes conduisaient à des ouvrages de toutes dimensions, avec accordement en cunette, culotte, boîte hermétique, siphon disconnecteur...de toute nature, le plus souvent coulés en place, et jointoiment au mortier de ciment. Les techniques actuelles visent à une standardisation de ces ouvrages et à l'utilisation plus importante d'éléments constitutifs industrialisés à joints souples. [6]

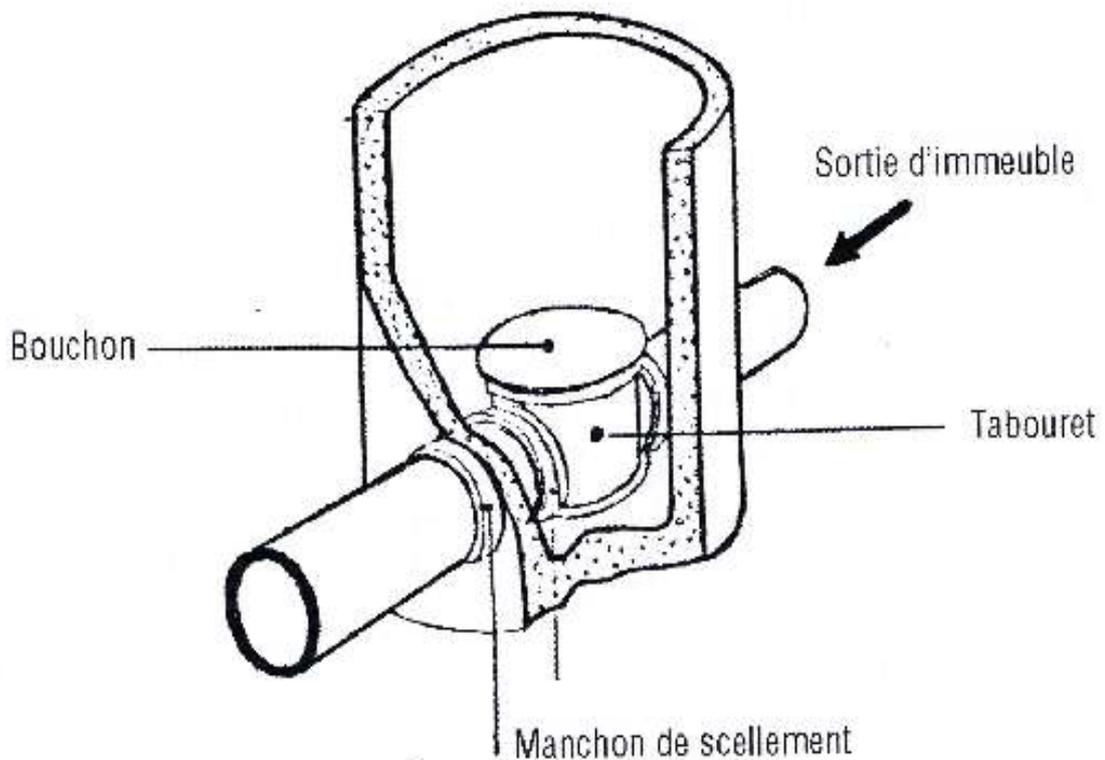


Figure I.9 : Boîte de branchement eaux usées [6]

I.7.2.3 Les regards

Les regards sont les ouvrages d'accès au réseau, qui permettent d'assurer l'entretien et la surveillance, ils assurent aussi l'aération du réseau, ils comportent en partie supérieure, un dispositif de fermeture constitué d'un cadre et d'un tampon.

Différents types de regards. On peut citer :

A. Regards de visite :

Pour pouvoir effectuer l'entretien et le curage régulier des canalisations, on prévoit les regards de visite assez rapprochés, ils permettent l'accès à l'ouvrage l'installation d'appareil de ramonage et d'extraction, la cuvette à un diamètre égale à celui de collecteur, c'est le type de regard le plus fréquemment construite. [13]

B. Regards de jonction :

Destiner à éviter le raccordement à angle droit d'une canalisation latérale pour favorisé les écoulements en diminuons les pertes de charge. Il sert à unir de conduite de même ou de différents diamètres.

C. Regards de chasse :

Ceux-ci jouent le rôle des réservoirs périodiques. Ils envoient un volume d'eau important dans la canalisation pour entraîner tous les éléments qui sont disposés et qui risquent d'obstruer la conduite lorsque la pente d'écoulement n'est pas suffisante. [13]

D. Regards de chute :

Les regards de chute sont très utilisés dans le cas où le terrain d'une agglomération est trop accidenté. Ils servent à créer un décrochement dans le profil en long du collecteur de tronçon et à éviter les grandes excavations, donc les grandes profondeurs d'ouvrage, ceci en respectant les pentes motrices. On distingue deux types de chute :

- La chute verticale profonde.
- La chute Toboggan [13]

I.7.2.4 Bouches d'engouffrement

Les bouches d'engouffrement sont destinées exclusivement à collecter les eaux en surface. Elles sont généralement disposées aux points bas des aires revêtues (parkings, espaces minéralisés) ou réparties sur les tronçons de voiries ou aux carrefours. En bordure, elles sont placées soit sous les trottoirs si celles-ci ont des dimensions suffisantes, soit sous les caniveaux et bords de chaussée dans le cas contraire.

Elles peuvent être classées selon deux critères principaux : la manière de recueillir les eaux et la manière dont les matières sont retenues.

La classification en deux groupes principaux, adoptée dans le fascicule 70 relatif aux travaux d'assainissement, est à prendre en compte [9]

I.7.2.5 Passage en siphon :

Le passage en siphon se réalise dans le cas de franchissement d'obstacles : cours d'eau, routes ou voies ferrées encaissées avec des puits verticaux ou inclinés ou mixtes (figure.10) ou d'autres dispositifs : tuyaux souples.

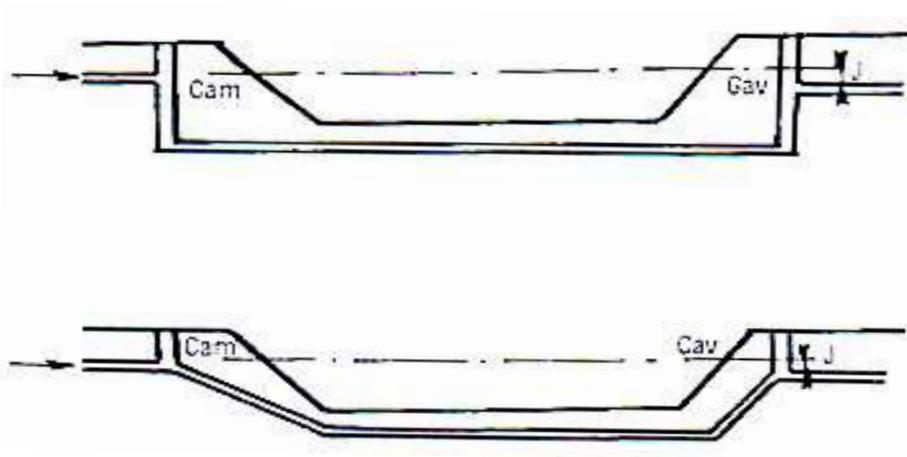


Figure I.10 : Schéma de passage en siphon [9]

I.7.2.6 Déversoirs d'orages :

Les déversoirs d'orages sont destinés à évacuer, en cas d'orages, le débit supplémentaire transitant dans les collecteurs, ces ouvrages acheminent directement les eaux vers le milieu naturel. En outre, la station d'épuration ne peut accepter qu'un débit d'eau concentré équivalent aux maximums de 3 à 4 fois par temps sec (figure I.11). [12]

Un déversoir est par conséquent, un ouvrage conçu à décharger le réseau d'une certaine quantité d'eau pluviale de façon à réagir sur l'économie des projets en réduisant les dimensions du réseau aval. On distingue plusieurs types des déversoirs :

- Les déversoirs à seuil latéral.
- Les déversoirs à seuil frontal.
- Les déversoirs avec ouverture du fond.
- Les déversoirs siphonoidale.
- Les déversoirs automatiques.



Figure I.11 : Un déversoir d'orage [15]

I.7.2.7 Ouvrages de stockage :**a) Bassin d'orage ou bassin de pollution :**

Ouvrage intercalé sur le réseau ayant pour objectif de limiter les rejets en polluants dans le milieu récepteur. Il répond à un objectif de qualité du milieu récepteur.

b) Bassin de retenue :

Ouvrage intercalé sur le réseau ayant pour objectif d'empêcher en cas de forte pluie le débordement du réseau et les inondations des propriétés riveraines. Il répond à un objectif purement hydraulique.

I.7.2.8 Stations de pompages/ relevage :

Les stations de pompage sont destinées en assainissement, à élever les eaux d'un niveau à un autre, soit pour le franchissement d'un obstacle, soit pour modifier des tracés devenus économiquement inacceptables en réseau gravitaire, ou en raison de conditions incompatibles avec les données d'aval.

Une station de pompage est constituée par :

- Une bache de stockage temporaire ou de reprise des effluents, équipée, normalement, en amont, d'un dégrillage et d'une chambre de dessablement, ce qui est souhaitable pour limiter les effets abrasifs et assurer la pérennité des matériels hydroélectriques ;
- Un ensemble hydroélectrique constitué d'une ou de plusieurs motopompes, immergées ou non, des tuyauteries et appareillages nécessaires à l'exhaure des effluents. [9]

1.8 Type de canalisations

Il existe plusieurs types de conduites qui diffèrent suivant leur matériau constitutif et leur destination.

I.8.1 En béton non armé

Les tuyaux en béton non armé sont fabriqués mécaniquement par un procédé assurant une compacité élevée du béton. La longueur utile ne doit pas dépasser 2,50 m.

Les industriels en maintenant l'homogénéité de leur fabrication, produisent actuellement des tuyaux en béton non armé dans trois classes : 60 B, 90 B et 135 B, correspondant à une charge minimale à l'écrasement rapportée à la surface diamétrale intérieure de 60, 90 ou 135 KN/m². [9]

I.8.2 En béton armé

Les tuyaux en béton armé sont fabriqués mécaniquement par un procédé assurant une compacité élevée du béton.

Pour pouvoir être dit « armé », un tuyau doit comporter deux séries d'armatures :

- Des barres droites, appelées génératrices ;
- Des spires en hélice continues, d'un pas régulier maximal de 15 cm.[9]

I.8.3 Tuyaux ovoïdes préfabriqués

Cette forme de conduite (Figure I.12) a été mise en point afin d'obtenir une vitesse d'écoulement en fonction du remplissage la moins variable possible. La longueur utile est d'au moins 1 m. Ils sont à joint à emboîtement mi- épaisseur ou à tulipe.

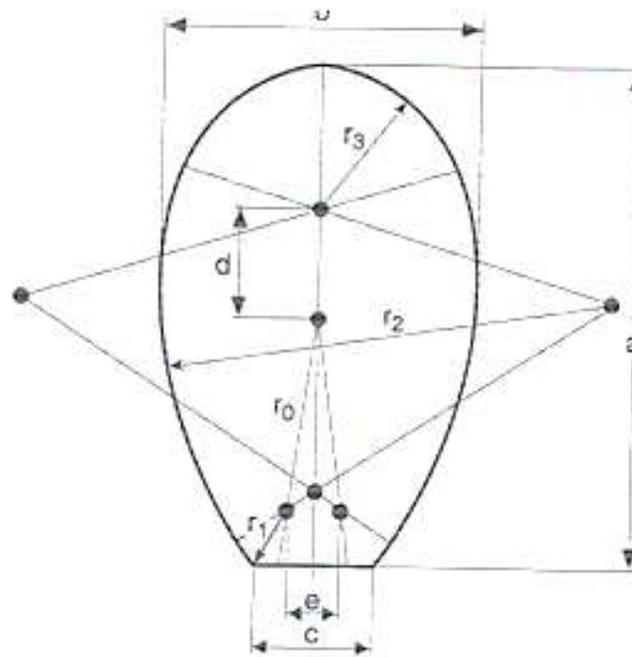


Figure I.12 :Coupe type d'un tuyau ovoïde préfabriqué [9]

S'ils sont armés, ils sont pourvus d'une armature répondant aux sollicitations particulières propres à la forme de la canalisation. La section des armatures, mesurée dans les sections les plus sollicitées en service, abstraction faite éventuellement de la présence d'un béton de forme, ne doit pas être inférieure aux 4/1000 de la section longitudinale du béton.

L'essai d'étanchéité est effectué sous une pression de 0.5 bar maintenue pendant 1heure, sur deux ovoïdes assemblés.

I.8.4 Canalisations en béton à section elliptique

- Élément autostable.
- Pose verticale ou horizontale à définir
- Joint incorporé

I.8.5 Dalots et conduits rectangulaires

L'utilisation des éléments préfabriqués de section carrée ou rectangulaire de classe A, posés sous chaussée, pouvant affleurer le sol et recevant directement les surcharges roulantes (sans dalle de répartition), constitue une solution intéressante : elle évite, dans certains cas, le recours à des tranchées profondes ou à un passage en siphon. Ces conduits rectangulaires peuvent aussi être utilisés pour du stockage linéaire sous chaussée. [9]

I.8.6 Collecteurs visitables de sections particulières

Ces collecteurs sont réalisés dans les centres urbains ou le système d'assainissement est du type unitaire.

Ils peuvent se classer en deux catégories :

-Les ouvrages ordinaires à cunette, conçus de telle sorte que les écoulements de temps sec, à faible débit, puissent s'effectuer à vitesse suffisante pour que l'autocurage soit assuré et que l'ouvrage soit visitable dans les meilleures conditions possibles, d'où leur forme à « rayon hydraulique » maximal pour l'écoulement des petits flots. [9]

I.8.7 Autre types de tuyaux

❖ PVC :(Chlorure de PolyVinyle)

Parmi les matières plastiques qui font partie intégrante de notre vie quotidienne, le PVC a permis de réaliser des produits d'une qualité et d'une durabilité remarquables, ce qui justifie son succès. Les canalisations en PVC, utilisées depuis plus de 50 ans, occupent une place prépondérante dans le milieu du bâtiment et des travaux publics. [16]

Caractéristiques :

Classe de rigidité de CR2 à CR16 : classe mini à retenir CR8

Emboitement avec joint, pas de collage

❖ **PEHD :**

Caractéristiques :

- Diamètre nominal = diamètre externe
- Dn : de 63mm à 1200mm
- Classe de pression : jusqu'à PN25
- Assemblage par électro soudure ou pièce spéciales

Domaines application :

- Adduction d'eau potable,
- Refoulement des eaux usées,
- Réseaux d'irrigation,
- Réseaux sous pressions,
- Transport de produits chimiques

❖ **PEHD gravitaire annelé :**

Caractéristiques :

- Classe de rigidité : CR8
- Diamètre nominal = diamètre interne
- Dn : de 160mm à 1200mm
- Double peau pour une meilleure rugosité

❖ **PEHD ondulé renforcé (P E O R) :**

Caractéristique :

- Diamètre : 400 – 2 500 mm (assainissement).
- Assainissement à grandes profondeurs jusqu'à 9 m.
- Pression : jusqu'à 04 bars.
- En utilisant le tube PE ondulé renforcé, économie jusqu'à 65% du poids.
- comparé à des tubes à parois lisses avec la même capacité statique.
- Durée de vie > 100 ans.
- Poids : 1/10 du poids du tube équivalent en béton. **[17]**

I.8.8 Choix de type de conduite à utiliser

Le choix de type de conduite à utiliser doit être fait en tenant compte des données suivantes :

- Nature de sol traversé.
- Les volumes des effluents, qui véhiculent des eaux usées et pluviales.
- Les diamètres utilisés.
- Les efforts extérieurs dus au remblai.
- La nature chimique des eaux usées.
- Nature de sol traversé.

I.9 Anomalies et dysfonctionnements du réseau

Le réseau d'assainissement est sujet à plusieurs dysfonctionnements qui remettent en cause sa fiabilité comme c'est illustré dans le (tableau I.3).

Tableau I.3 : Anomalies ponctuelles pouvant survenir au niveau des réseaux d'assainissement [18]

Typologies	Définition/description	Caractéristiques	Conséquences
Intrusion	Pénétration dans l'ouvrage (ou traversée) d'un élément extérieur : racines, tuyaux, gaines...	L'élément extérieur n'a aucun rapport avec l'ouvrage et constitue un obstacle à l'écoulement par réduction de la section hydraulique utile et création de turbulences. Les racines pénètrent préférentiellement au travers de défauts de structure.	• Apparition de défauts d'étanchéité et de fissures, avec infiltrations et exfiltrations.
Raccordement défectueux	Raccordement qui n'a pas été réalisé selon les règles de l'art. C'est le cas, par exemple, d'un branchement pénétrant, c'est-à-dire débordant le parement interne de l'ouvrage, et où le raccordement n'est pas étanche.	Le débordement du branchement à l'intrados est un obstacle à l'écoulement par réduction de la section hydraulique et création de turbulences. Un branchement défectueux facilite également l'intrusion de racines.	• Accumulation de matériaux divers. • Croissance et extension des intrusions de racines qui trouvent dans les conduites des éléments nutritifs.
Perforation	Perçement localisé de la conduite avec disparition d'une partie de la structure.	La perforation, généralement accidentelle (impact d'un élément dur extérieur) est caractérisée par un trou de dimension réduite affectant la structure.	Le défaut localisé d'étanchéité (infiltrations et exfiltrations) entraîne les matériaux du terrain et perturbe les écoulements si ces matériaux s'accumulent.
Poinçonnement	Déformation ponctuelle non	Le poinçonnement s'apparente à une	• Décompression du terrain au

	traversante de la conduite.	perforation non aboutie, c'est-à-dire sans percement ni perte d'étanchéité. Il se manifeste localement par une déformation du matériau constitutif de la conduite sous l'effet de la poussée d'un élément dur extérieur.	droit du poinçonnement. <ul style="list-style-type: none"> • Apparition de microfissures à l'intrados. • Evolution souvent rapide vers une perforation avec perte d'étanchéité.
Assemblage défectueux	Un assemblage défectueux isolé, entre deux éléments préfabriqués, est considéré comme une anomalie ponctuelle, des assemblages défectueux répétés constituant une déformation. Une défaillance de joint, un déboitement, une déviation angulaire, un emboitement désaxé, une épaufrure... peuvent chacun seul, ou en association avec un (des) autre(s), constituer un assemblage défectueux.	Un assemblage défectueux s'accompagne fréquemment d'une fissuration locale, plus ou moins visible, de la structure. Il constitue un passage préférentiel à l'intrusion des racines. La continuité mécanique et fonctionnelle n'est que localement, et faiblement, perturbée.	Elles se manifestent très localement par une perte ponctuelle d'étanchéité, des infiltrations et exfiltrations, la pénétration des racines, des affouillements et entraînements de terrain dans l'ouvrage.

I.10 Gestion des réseaux d'assainissement

La gestion d'un réseau d'assainissement a pour principale mission d'assurer les fonctions suivantes :

- **Collecte** : C'est un système de canalisation qui recueille et achemine les eaux urbaines résiduaires composé des eaux usées et des eaux de pluie. Un système de collecte comprend également tous les équipements nécessaires au bon fonctionnement du réseau d'assainissement : déversoir d'orage, station de relevage, bassin de rétention....

- **Traitement** : Le système de traitement comprend la station d'épuration et le déversoir en tête de la station. La définition indique cette dernière est un ouvrage de dépollution des eaux usées par des procédés divers : biologiques, physico-chimique..., localisé sur un espace géographique continu et homogène.

Après le traitement des eaux usées par procédés d'épuration se déverse directement au milieu récepteur. La gestion classique des réseaux présente beaucoup d'inconvénients.les supports cartographiques sur lesquels sont portés les objets représentant les réseaux sont difficilement manipulables. [19]

I.10.1 Gestion et exploitation de réseau

Comme d'autre réseau d'infrastructure (transport, eau potable), le système d'assainissement fait partie d'un patrimoine collectif indispensable au développement économique de la cité, en plus c'est un système qui aide à préserver le patrimoine le plus précieux qui nous été donné ; le milieu naturel. [19]

La sauvegarde du système d'assainissement se fait par une gestion rigoureuse et rationnelle de celui-ci.

Les travaux principaux pour munir à bien cette tache sont :

- La connaissance du réseau.
- La surveillance du réseau.
- Les travaux d'entretiens.
- Les travaux spécifiques.
- Une gestion informatisée.

I.10.1.1 La connaissance du réseau

La première condition pour une exploitation rationnelle du système d'assainissement est de connaître le tracé exact de celui-ci et toutes ces caractéristiques hydrauliques (débit, vitesse...etc.). Toutes ces caractéristiques topographiques (pente, côte...etc.). [13]

I.10.1.2 La surveillance du réseau

La surveillance du réseau se fait en continu par des opérations d'inspections périodique, et qu'on double après chaque événement exceptionnel « inondation, pluies torrentielles »

Dans tous les domaines il vaut mieux prévenir que guérir, cela conduit naturellement le gestionnaire à établir un véritable programme d'entretien se rapportant à l'ensemble des équipements, et qui s'accroît sur les pièces les plus vénérables (déversoir d'orage, les tronçons de conduite ou les vitesses d'eau sont susceptibles d'engendrer de dépôts). [19]

I.10.1.3 Les travaux d'entretien

Ces travaux ne se font pas d'une manière anarchique mais suivant un programme établi au préalable, et en mettant les moyens nécessaires. [13]

I.10.1.4 Enlèvement des dépôts

L'ennemie première des réseaux d'assainissement est le dépôt des matières en suspension, surtout, le sable. Le curage peut se faire automatiquement par des regards de chasse, mais ces derniers ont monté leur limite d'utilisation, donc il vaut mieux prévoir des chasses hydrodynamiques ou faire un curage à la main. [13]

I.10.1.5 Détection des fuites

Les causes principales des fuites sont :

Les fissures au niveau des collecteurs ou au niveau des regards. Les joints qui ne remplissent plus leur rôle.

I.10.1.6 Détection des eaux parasites

Les eaux parasites proviennent des nappes ou du réseau d'alimentation en eaux potable, la détection se fait la nuit et on reconnaît les eaux parasites par leur clarté.

I.10.1.7 Rénovation des joints et des conduites défectueuses

Dans la majeure partie des cas lorsqu'on détecte un élément défectueux on le répare, mais l'expérience a montré qu'il est préférable de le changer. Pour travailler à sec lors de la réparation du réseau on utilise un coussin gonflable qui sert d'obturateur.

Cette gestion manuelle est également très limitée. Les informations caractérisant les réseaux représentés sont portées sur le support en même temps que les projets graphiques eux-mêmes. Ceci peut provoquer une surcharge du support pouvant rendre illisibles certaines informations.

Cette gestion présente les problèmes suivants :

- l'archivage des documents cartographiques et les fiches techniques du réseau.
- La perte de temps pour la recherche d'une information bien déterminée.
- La difficulté de la mise à jour.
- La facilité de perdre des informations à cause de la mémorisation et l'archivage. [19]

I.10.2 Gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement

La politique de réhabilitation / renouvellement des réseaux d'assainissement reste encore parfois une politique minimum, qui consiste à pallier les défaillances les plus évidentes des réseaux d'assainissement, y compris au sein des grands centres urbains.

Cette approche prend cependant des formes de plus en plus élaborées. La plus élaborée et la plus souhaitable étant la gestion patrimoniale du réseau.

Le but principal de cette approche est de limiter la dévalorisation du patrimoine que constitue le réseau d'assainissement. Du fait de son caractère prévisionnel marqué, c'est également une démarche allant dans le sens d'une meilleure lutte :

- Contre la présence d'eaux parasites dans les réseaux ;
- Contre la pollution des eaux souterraines dues aux exfiltrations.

Il s'agit de programmer régulièrement le renouvellement de parties vétustes de l'infrastructure.

Une gestion patrimoniale n'interdit en rien de faire appel aux techniques de réparations ponctuelles ou de rénovation sur de grandes longueurs de conduite, bien au contraire. Ces techniques permettent, en effet, d'augmenter, parfois considérablement, la durée de vie d'une conduite et sont utiles pour obtenir un étalement dans le temps des investissements nécessaires au remplacement des infrastructures.

La démarche patrimoniale est parfois engagée sur la base d'une analyse du seul âge des équipements. Nous avons vu, dans la première partie, que le vieillissement du matériau et l'affaiblissement structurel qui peut en résulter, ne sont que des facteurs de défaillance parmi bien d'autres. Une gestion patrimoniale doit donc s'appuyer sur une connaissance la plus fine possible des infrastructures, accompagnée d'une analyse détaillée de toutes ces défaillances.

Un inventaire exhaustif des équipements, complété par un recensement précis de tous les incidents (localisation, description...) doit donc être mené.

Cet inventaire devra comprendre, au minimum, par tronçon :

- Le diamètre de la conduite ;
- Sa profondeur ;
- Son matériau ;
- Le type des joints ;
- La période de pose ;
- La nature du sol ;
- Les conditions d'implantation (sous chaussée, sous trottoir...).

La meilleure pratique dans ce domaine est de reporter ces renseignements sur un système d'information géographique qui, de plus, est mis à jour de manière permanente.

En effet, à chaque intervention sur le réseau, on peut compléter les informations citées juste avant si elles font défaut et on peut y adjoindre :

- Le type de dommage (ruine structurelle, fissure...) ;
- La cause du dommage (défaut de mise en œuvre, défaut du matériau, cause liée à l'environnement...) ;
- Les mesures prises (réparation, rénovation, remplacement...).

Pour une meilleure connaissance des coûts d'intervention, il est utile d'intégrer :

- Le type de revêtement de chaussée ;

- Les dommages causés aux autres réseaux ;
- Les dommages causés aux domaines publics et privés ;
- Des indications concernant la gêne par rapport aux activités de surface...
- La gestion d'une banque de données ainsi obtenue sera complétée par une cartographie des défaillances constatées (par une inspection télévisée, par exemple).

L'utilisation d'un système d'information géographique est en particulier d'une grande utilité pour localiser les secteurs posant problème, comprendre les causes et aider à la décision.[18]

I.10.3 Gestion informatisée des réseaux

La complexité des réseaux d'assainissement et la difficulté éprouvée par les gestionnaires de prévoir les phénomènes hydrauliques qui s'y déroulent, fait de la gestion informatisée une opération indispensable, rendue possible grâce aux progrès de l'informatique.

Elle permet en effet :

- D'améliorer la connaissance des réseaux faisant l'objet d'une telle étude ;
- De détecter et de comprendre les désordres pouvant se produire sur le réseau : on peut par exemple localiser les zones d'inondation et découvrir d'autres indices qui témoignent de dysfonctionnement ;
- Géo localiser les différents ouvrages constituant le réseau. [20]

I.11 Conclusion

Dans ce chapitre, les différents types et schémas d'assainissement ainsi que la conception des réseaux d'assainissement ont été étudiés. La gestion de ces réseaux a été ensuite détaillée.

Pour sauvegarder et préserver l'environnement contre toute pollution, la réalisation des systèmes d'assainissement est d'une importance capitale, et pour une meilleure gestion de ces réseaux, il est indispensable d'utiliser des outils d'aide à la décision tels que les systèmes d'information géographique, ces derniers sont développés dans le chapitre 2.

CHAPITRE II:
SYSTÈME
D'INFORMATION
GÉOGRAPHIQUE

Chapitre II : Système d'information géographique

II .1 Introduction

Les besoins en cartographie dans le quotidien des décideurs ont fait apparaître les systèmes d'information géographique (SIG). L'objectif du SIG est de produire des données géographiques dans le but d'effectuer des traitements sur les informations géolocalisées pour visualiser des cartes et prendre des décisions. C'est une des missions fondamentales du SIG que de fournir aux décideurs l'information pertinente à la prise de décision.[3]

Ce chapitre met le point sur les concepts fondamentaux des SIG et leurs intérêts dans la gestion des réseaux d'assainissement

II .2 Définitions des SIG

Un SIG a pour but d'informer sur la géographie d'un espace donné. Il s'appuie donc sur un certain nombre de bases de données géographiques, qu'il permet d'intégrer, de gérer, de traiter et de représenter sous forme de cartes. Plusieurs définitions des SIG existent mais toutes incluent l'ensemble de ces différentes fonctions.[21]

La définition française est due à l'économiste Michel Didier (1990), dans une étude réalisée à la demande du CNIG (Conseil national d'information géographique) : Un système d'information géographique est un "ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision".[21]

La définition américaine émane du comité fédéral de coordination inter-agences pour la cartographie numérique : Un système d'information géographique est un "système informatique de matériels, de logiciels, et de processus conçus pour permettre la collecte, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation et l'affichage de données à référence spatiale afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion (figure II.1). [22]

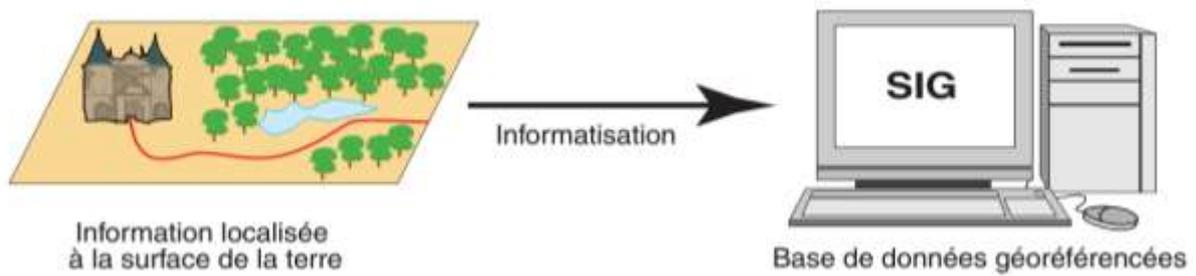


Figure II.1 : Définition de SIG [23]

II .3 Structure d'un SIG

La figure II.2 met en évidence quatre groupes de fonctionnalités au-dessous d'une couche d'applications : l'acquisition des données géographiques d'origines diverses, la gestion pour le stockage et la recherche des données, l'analyse spatiale pour le traitement et l'exploitation (voir figure II.3) et enfin la présentation des résultats sous forme cartographique.

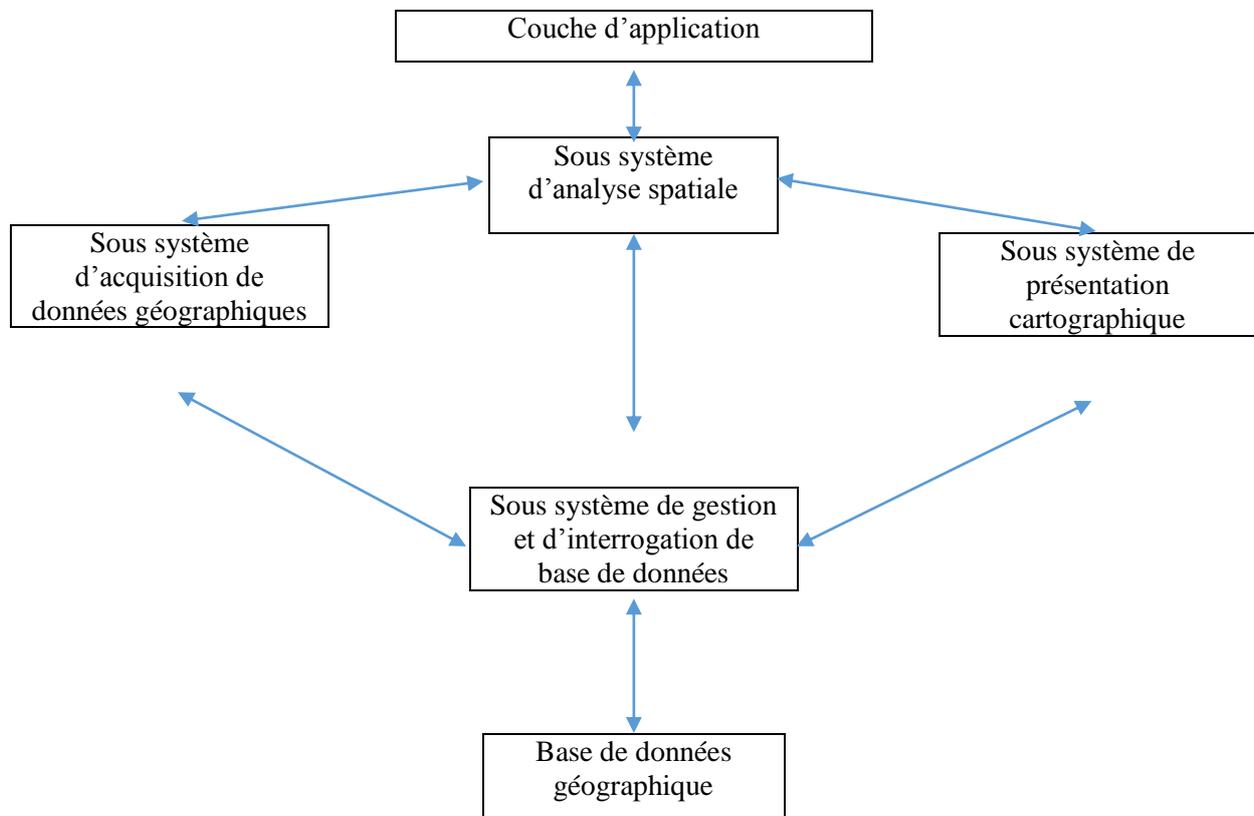


Figure II. 2 : Structure d'un SIG [23]

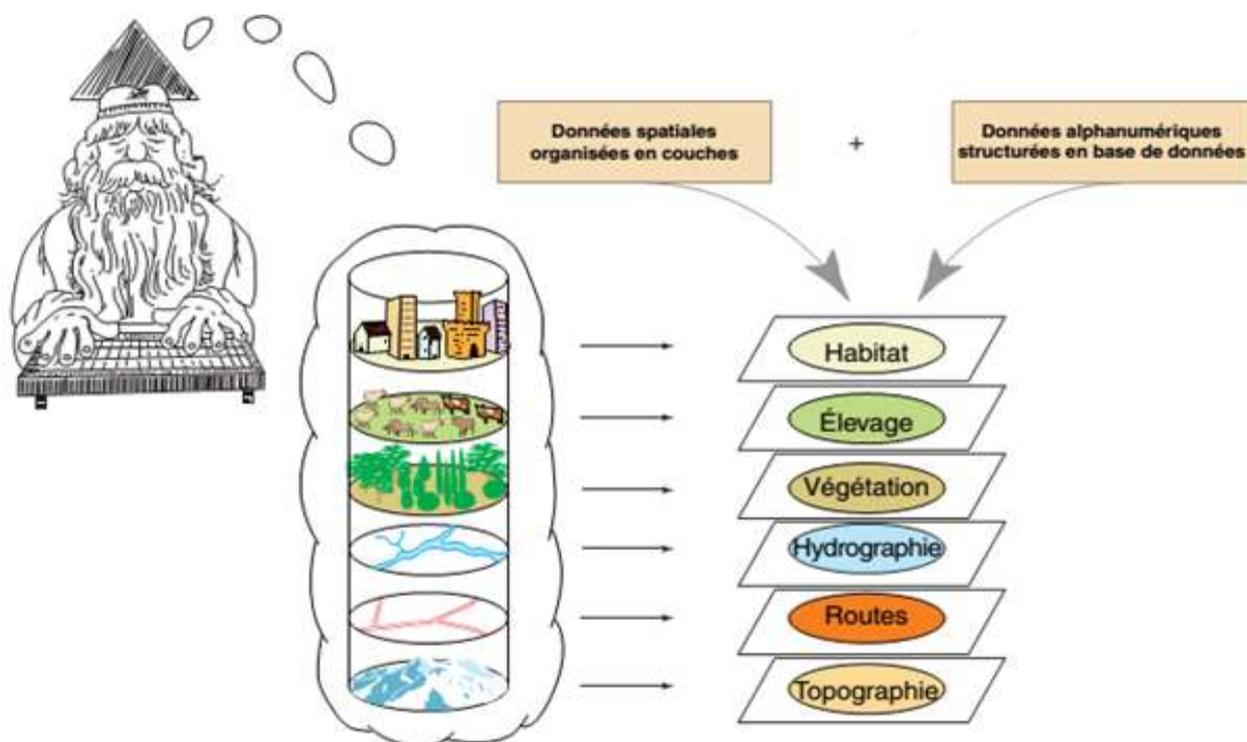


Figure II. 3 : Structure l'information géographique [23]

II .4 Fonctionnalités d'un SIG

Un SIG complet, permettra non seulement de dessiner puis tracer automatiquement le plan mais en outre :

- ❖ De disposer les objets dans un système de référence géographique de les convertir d'un système à un autre.
- ❖ De rapprocher entre deux cartes de sources différentes et de faciliter leur superposition comme c'est illustré dans la figure II.4.

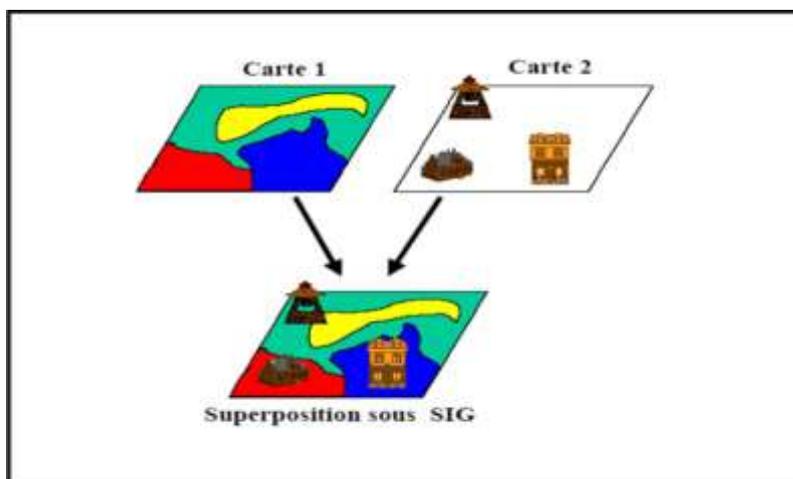


Figure II. 4 : Superposition sous un SIG [23]

- ❖ De corriger certains contours, de la moins fiable en reprenant les coordonnées correspondantes de la plus fiable.
- ❖ D'extraire tous les objets dans un périmètre donné.
- ❖ De fusionner tous les objets ayant une caractéristique commune, par exemple les parcelles adjacentes ayant la même densité de surface bâtie.
- ❖ De déterminer sur un réseau, l'itinéraire le plus court pour aller d'un point à un autre.

Selon Francis Hanigan Article de la revue trimestrielle Arc News, 1990, les principales utilisations proposées d'un système d'information géographique sont :

- ❖ Collecte, production et gestion de données géographiques : l'objectif est de créer et de tenir à jour une base de données géographique pour en permettre la consultation ou divers types d'utilisation, éventuellement par d'autres utilisateurs.
- ❖ Edition de cartes et de graphiques : le système d'information géographique est utilisé pour produire des cartes thématiques ou autres documents graphiques.
- ❖ Inventaire de biens ou d'installation : il s'agit de localiser, de compter et d'analyser la distribution d'objets situés à la surface, au-dessus ou au-dessous du sol, pour en optimiser l'utilisation.
- ❖ Allocation de ressources : ceci concerne la localisation des quantités, qualités et mouvements de ressources humaines ou non, pour en rendre compte et les analyser en fonction de critères politiques, économiques, sociaux, etc.
- ❖ Optimisation de flux : le système d'information géographique peut permettre la recherche d'un chemin optimal dans un réseau (de voies, de canalisation,...) à partir d'un ensemble de contraintes imposées comme le sens de circulation des débits aux heures de pointe...
- ❖ Choix du lieu d'implantation d'installation : il s'agit de sélectionner le meilleur site pour implanter un nouveau service en fonction des caractéristiques démographiques, techniques, économiques,...
- ❖ Evaluation des ressources de surface ou de sous-sol : analyse de phénomènes physiques pour comprendre, exploiter ou protéger des ressources naturelles.

Surveillance et contrôle : l'enregistrement et l'analyse des occurrences d'événements dans le temps permettent de comprendre le processus qui en est une cause et d'apporter des réponses ou des corrections. [24]

II .5 Les données dans les SIG

Le premier aspect auquel on pense quand on évoque la notion de logiciel de cartographie informatique ou de système d'information géographique est celui de manipuler les données. Dès lors, un certain nombre de questions se posent : Comment l'information contenue dans une carte peut-elle être stockée dans un ordinateur ? Quelles sont les données traitées par les SIG ?

II .5.1 Mode d'acquisition de données

Dans la pratique, les données géographiques proviennent de sources différentes, ont des modes d'acquisition différents, sont sur des médias différents, on dit qu'elles sont multi sources. Certaines données sont directement mesurées sur le terrain (levés topographiques) ou captées à distance (système de positionnement Global GPS, photos aériennes, images satellitaires), ou saisies à partir de cartes ou de plans existants, ou récoltées par des organismes de production de données et ensuite importées. Il s'agira d'intégrer ces données hétérogènes, car de qualité, de fiabilité, de précision et d'extensions spatiales bien différentes.

Nous présentons dans ce qui suit les principales méthodes d'acquisition de données. [25]

II .5.1.1 Numérisation

La numérisation (digitalisation ou vectorisation) permet de récupérer la géométrie des objets disposés sur un plan ou une carte préexistante. Elle consiste à faire évoluer un curseur sur un plan posé sur une table à digitaliser et préalablement calé en coordonnées. La table est réceptive aux signaux électriques émis par le curseur. Elle peut localiser ces signaux sur le plan de la table avec une précision de l'ordre du dixième de millimètre. La figure II.5 présente un exemple d'extraction des couches. [25]



Figure II. 5 : Extraction des couches [23]

II .5.1.2 Balayage électronique (scannérisation)

Le balayage électronique (réalisé avec un scanner) est un autre moyen de saisir un plan existant (figure II.6). Il est plus rapide que la digitalisation manuelle. [23]



Figure II. 6 : Extrait d'une carte scannée [23]

II .5.1.3 Photogrammétrie

La photogrammétrie aérienne est utilisée de façon systématique pour constituer les cartes à moyenne échelle. Elle est retenue également dans les pays dont la couverture cartographique et géodésique est déficiente et utilisée pour la constitution de plans à grande

échelle pour un coût qui peut être très avantageux. La figure II.7 présente un exemple de photos aériennes. [25]



Figure II.7 : Exemple de photos aériennes [23]

II .5.1.4 Images satellitaires (télédétection)

La télédétection est un moyen très commode de créer les données à introduire dans les SIG. Il s'agit en effet d'utiliser, dans des conditions particulières et rigoureuses, soit les photographies aériennes, soit les images enregistrées et transmises par satellite comme c'est illustré dans la figure II.8.



Figure II. 8 : Exemple d'image satellitaire [23]

II .5.1.5 Import de fichiers

C'est une façon de réduire les coûts de saisie et de récupérer des données existantes et de les convertir au format, au système d'unités et au système de projection souhaités comme c'est illustré dans la figure II.9. Pour cela, on utilise des interfaces qui permettent :

- soit de transformer directement les données dans le format interne du SIG récepteur grâce à des bibliothèques de conversions à ce format interne.
- soit de passer par l'intermédiaire d'un format d'échange reconnu, par une fonction d'importation de données du SIG récepteur. [25]

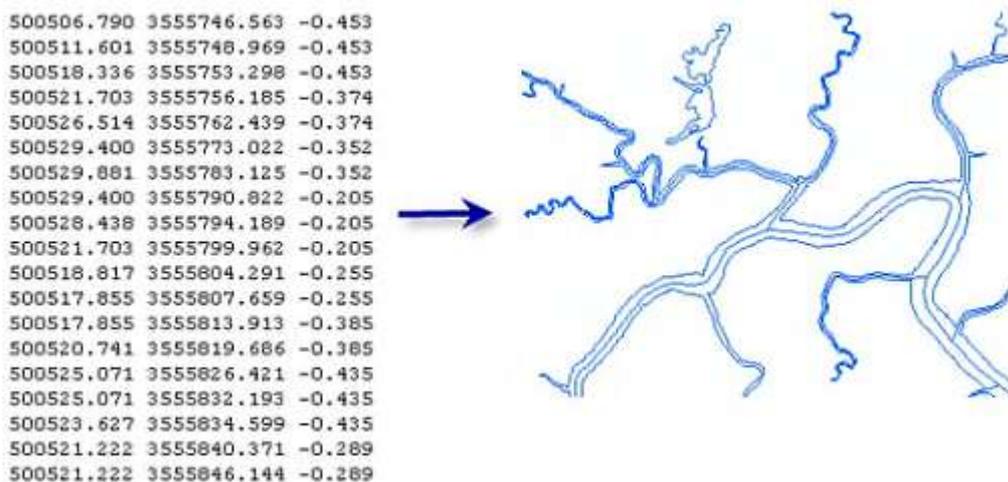


Figure II. 9 : Exemple d'importation de fichiers vers le SIG [23]

II .5.2 Types de données dans un SIG

Généralement pour qu'un objet spatial soit bien décrit et prêt à être utilisé par un SIG, trois informations doivent être fournies :

- sa position géographique dans l'espace.
- sa relation spatiale avec les autres objets spatiaux : topologie.
- son attribut, c'est à dire ce qu'est l'objet avec un caractère d'identification (code) Les systèmes d'information géographique permettent de traiter les données spatiales et associées(figure II.10). [23]

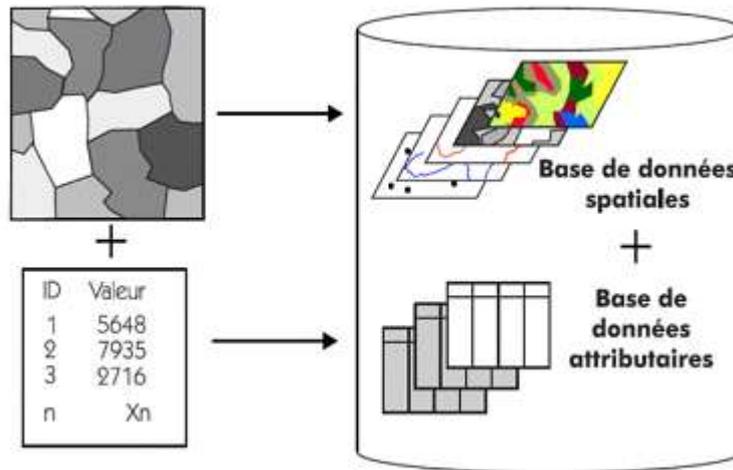


Figure II. 10 : Types de données dans un SIG [23]

II .5.2.1 Données spatiales

Elles déterminent les caractéristiques spatiales d'une entité géographique où sont représentés et identifiés tous les éléments graphiques :

- La localisation : coordonnées par rapport à une échelle graphique de référence.
- La forme : point, ligne, surface.
- La taille : longueur, périmètre, surface.

Les informations font référence à des objets de trois types (figure II.11) :

- Point : est désigné par ses coordonnées et à la dimension spatiale la plus petite.
- Ligne : à une dimension spatiale constituée d'une succession de points proches les uns des autres.
- Polygone (zone ou surface) : est un élément de surface défini par une ligne fermée ou la ligne qui le délimite. [25]

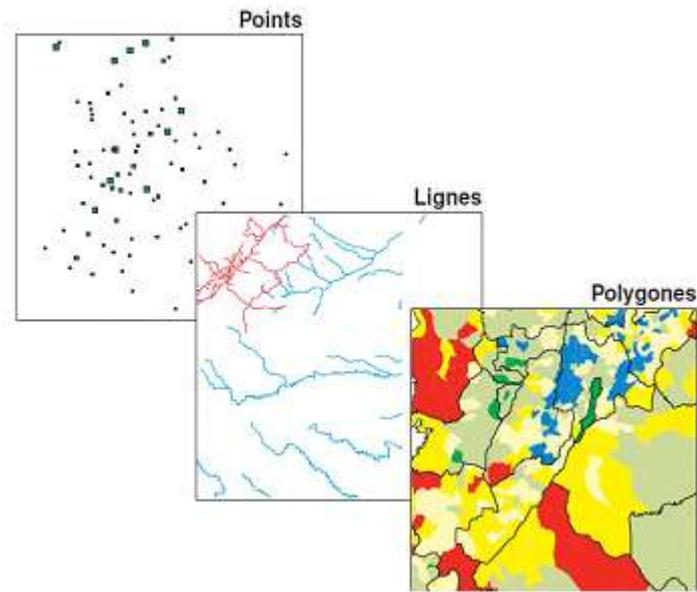


Figure II. 11 : Données spatiales [23]

II .5.2.2 Données associées

Les données associées des entités géographiques permettent de compléter la représentation géométrique de l'entité spatiale. Chaque élément de l'espace reçoit un code d'identification qui peut être numérique ou littéral (figure II.13). Ce code constitue en quelque sorte une étiquette caractérisant le point, la ligne ou le polygone. Parmi ces données il faut distinguer :

❖ Données de classification

Ces données permettent de ranger le point isolé, la ligne ouverte ou la ligne fermée, dans une catégorie (figure II.12) : limite administrative, contour de parcelle, bordure de trottoir, arbre d'alignement, conduite de réseau d'eau... Souvent ces distinctions seront prises en compte par l'organisation même du travail de saisie. Tout se passe, comme si l'on distinguait plusieurs couches d'informations, que l'on saisit successivement. [24]

❖ Données d'identification

Ces données permettent d'individualiser chaque objet figurant sur le plan : nom propre de l'objet, par exemple nom de la commune ou numéro permettant de l'identifier : numéro de parcelle, numéro de vanne...

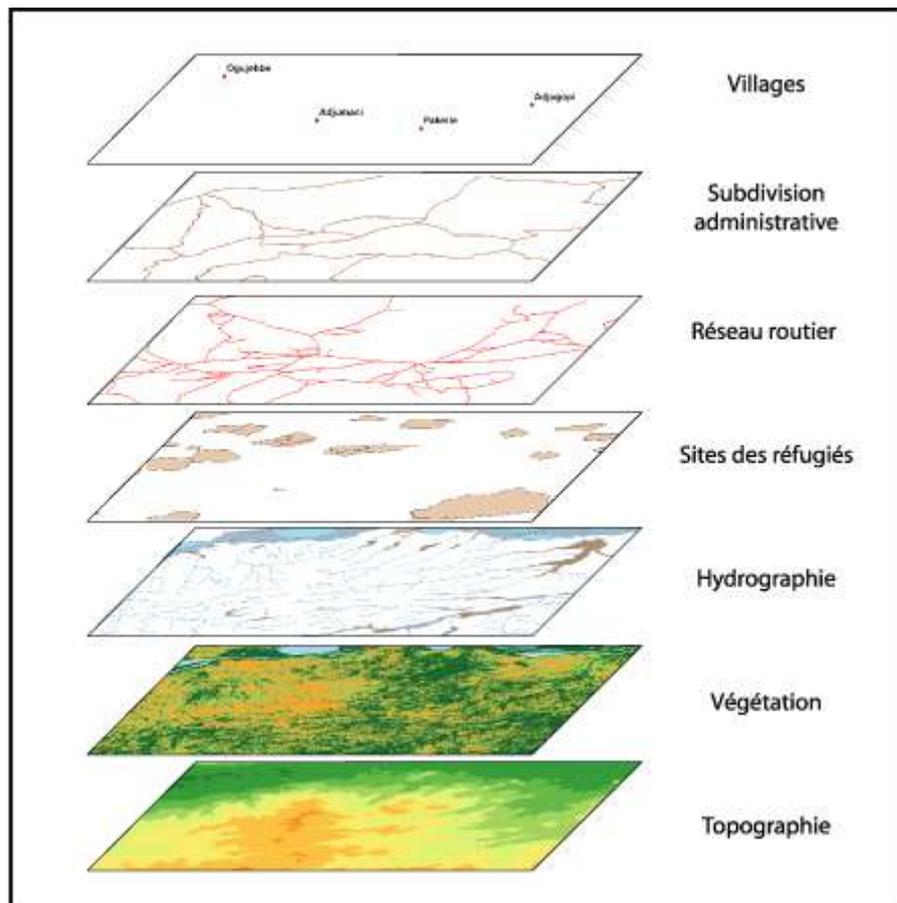


Figure II. 12 : Notion de couches de données [23]

❖ **Données attributaires**

Ces données viennent apporter une information supplémentaire, propre à chaque objet identifié : le propriétaire de la parcelle, le diamètre de la conduite d'eau...

Souvent ces informations sont déjà disponibles sur des fichiers informatiques, où elles sont liées à l'identifiant de chaque objet. En général, la classe d'objet est déterminée, au moins en partie, par le processus de digitalisation, les identifiants étant introduits souvent en bloc à la fin (figure II.13).

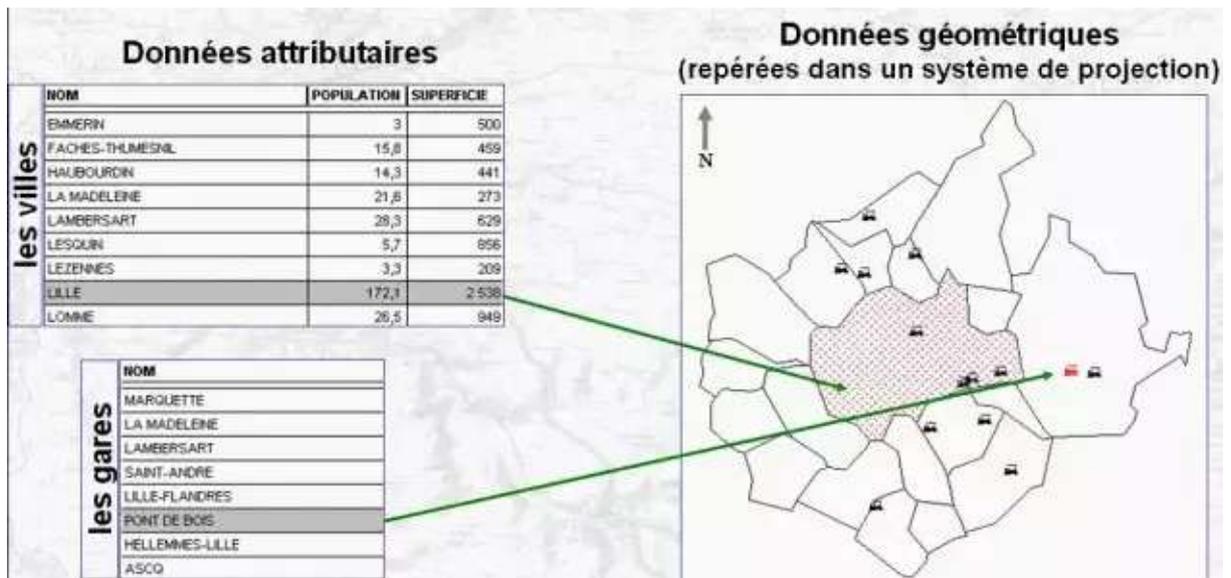


Figure II. 13 : Données associées [23]

II .5.3 Modes de données dans un SIG

La reprise de documents cartographiques existants sur support papier en vue de les introduire dans un SIG, pouvait recourir à des techniques différentes : la digitalisation et le balayage électronique par exemple comme c'est illustré à la figure II.14. [23]

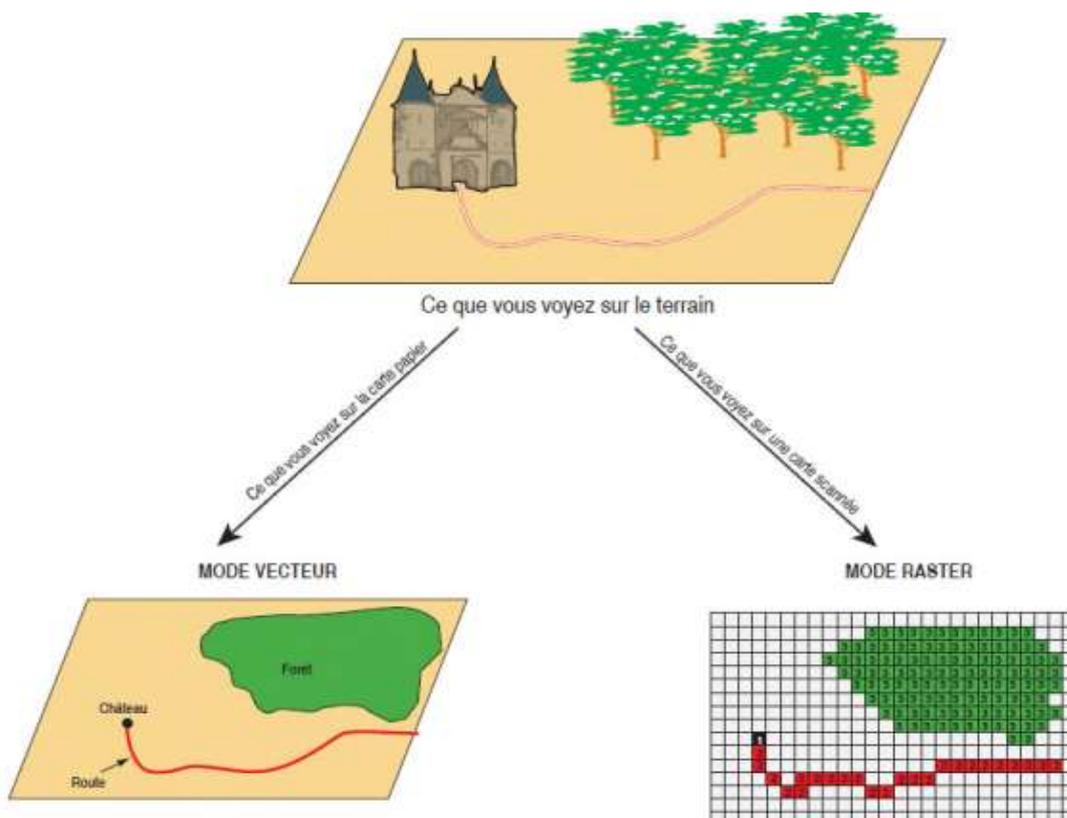


Figure II. 14 : Modes de données dans un SIG [23]

II .5.3.1 Mode vecteur

Un système basé sur le mode vectoriel affiche les données graphiques comme étant des points, des lignes, des courbes, ou des surfaces (aires) avec des attributs. Ceci voudrait dire qu'il est plus facile de représenter les formes complexes ou linéaires dans le format vectoriel.

La plupart des cartes produites à partir des SIG le sont dans le format vectoriel. Les données de télédétection doivent être converties avant utilisation dans un SIG en format vectoriel(figure II.15).[26]

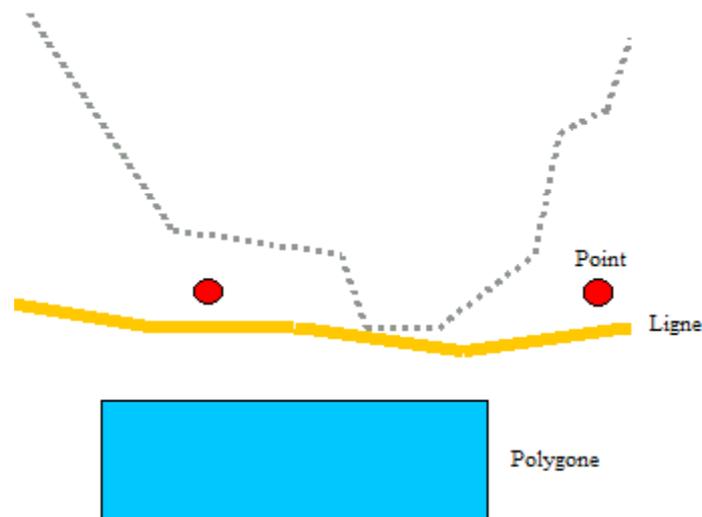


Figure II. 15 : Mode vecteur [26]

II .5.3.2 Mode raster

Le format raster des données représente la réalité par des cellules de grille uniformes d'une résolution spécifique. Chaque carré (ou cellule de grille) couvre une aire géographique donnée et une valeur d'attribut est assignée à la cellule. La cellule de grille est la plus petite unité géographique dans un SIG raster, elle est connue comme 'l'unité cartographique minimale'. La résolution dépend de la taille de la cellule de la grille, Plus la cellule est grande, moins l'information est précise, plus la grille est petite, plus la résolution est grande et plus la base de données est grande parce qu'il y a plus de détails (figure II.16).

Visuellement, les formes et objets géographiques sont représentés par la combinaison de cellule de grille. Ceci signifie que les formes complexes (limites administratives) ou les objets linéaires (traits de côtes) peuvent apparaître non naturel. La plupart des données de

téledétection sont collectées dans le format raster, ce qui veut dire qu'on n'a pas besoin de les convertir avant de les utiliser dans un SIG en format raster. [26]

R	L	L	L	L	L	L	R
L	R	L	L	L	L	R	R
L	L	R	R	R	L	R	L
L	L	H	L	L	R	L	H
B	B	B	B	B	B	B	B
S	C	C	C	C	C	S	S
S	C	C	C	C	C	S	S
S	S	S	S	S	S	S	S

Figure II. 16 : Mode raster [26]

Ces deux modes sont complémentaires, le tableau II.1 montre les avantages et inconvénients de chaque mode.

Tableau II.1 : Avantages et inconvénients des modes Raster et Vecteur [27]

Mode	Avantages	Inconvénients
Raster	<ul style="list-style-type: none"> • Structure de données simple. • Compatible avec des données à distance senties ou analysées. • Procédures spatiales simples d'analyse. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exige un plus grand espace mémoire sur l'ordinateur. • Selon la taille de pixel, le rendement graphique peut être moins agréable. • Les transformations de projection sont plus difficiles. • Plus difficile de représenter des rapports topologiques.
Vecteur	<ul style="list-style-type: none"> • Exige moins d'espace de mémoire à disque. • Les rapports topologiques sont aisément maintenus. • Le rendement graphique ressemble plus étroitement aux cartes tirées par la main 	<ul style="list-style-type: none"> • Structure de données plus complexes. • Non compatible avec des données à distance senties. • Le logiciel et le matériel sont souvent plus chers. • Quelques procédures spatiales d'analyse peuvent être plus difficiles. • Recouvrement des multiples cartes de vecteur est souvent long.

Le raster est mieux adapté à certains types d'applications (télédétection) et apporte une réponse économique à certains besoins.

L'exploitant d'un réseau pourrait par exemple se contenter de scanner des fonds de plans en les conservant au format raster et on numérise son réseau en mode vecteur (qui nécessite une définition par formes géométriques). Le vecteur correspond à l'ensemble des besoins courants en gestion de données localisées.[23]

II .6 Cartographie des réseaux

C'est l'ensemble des études et opérations intervenants à partir d'une connaissance approfondie des réseaux (observations, exploitation ...) et l'établissement des cartes, plans et autres modes d'expression, ainsi que leurs utilisations.

Les plans de réseaux sont des outils indispensables à la bonne marche d'un service d'assainissement. Ils sont utilisés par de nombreux intervenants tels que les agences d'urbanisme ou autres services publics. On distingue plusieurs plans à des échelles différentes selon leur utilisation. [28]

–**Plans à petite échelle (de l'ordre de 1/ 10 000)** : Ils offrent une vue globale de l'ensemble du réseau. Ils sont utilisés par les services chargés de la planification et de l'élaboration des plans directeurs d'aménagement et d'urbanisme (PDAU). Cette échelle est souvent employée aussi dans les zones rurales où les réseaux sont étendus avec une basse densité de branchements et équipements.

–**Plans à échelle moyenne (1/ 5000 à 1/ 1000)** : Ce sont les plans utilisés sur le terrain par les exploitants. Sur ces plans sont représentés les fonds de plans et les réseaux accompagnés des informations indispensables à l'exploitant.

–**Plans à grande échelle (1/500 à 1/100)** : Ils permettent une localisation précise des ouvrages existants. Ces plans sont généralement réalisés rue par rue, et présentent le positionnement des canalisations et des pièces spéciales, les branchements et les côtes exactes du réseau. Ces plans sont très utiles, compte tenu de la masse d'informations qu'ils contiennent.

–**Plan de recollement** : Sur les plans d'exécution qui sont généralement à l'échelle du 1/500 sont reportés tous les réseaux nouvellement construit avec leurs caractéristiques (diamètre, type, nature), sont indiqués aussi les ouvrages annexes. [28]

II .6.1 Mise à jour des plans

Les services d'eau disposent généralement des informations concernant les réseaux et d'un support cartographique correspondant à la voirie car la mise à jour demande une bonne coordination avec les services en charge des travaux de voirie afin que ceux-ci transmettent au service d'assainissement les plans d'exécution des travaux.).

II .6.2 Fonds de plans

Les données cartographiques correspondantes à la voirie et le bâti sont tenues à jour par les services concernés tels que l'Institut National de Cartographie et de Télédétection ou les services du Cadastre qui sont les principaux fournisseurs des données cartographiques nécessaires aux organismes gestionnaires de réseaux. Le plan cadastral est le document de référence de l'information cadastrale ; c'est à dire à partir du plan que sont identifiés tous les biens soumis à impôt. Le plan cadastral comporte principalement les informations suivantes :

- Les limites de commune, de section cadastrale, de lieu.
- Dit, de parcelle et de subdivision fiscale, avec mention du toponyme ou du numéro.
- Les bâtiments (hachurés), les hangars, les mosquées, les cimetières, les calvaires, les moulins, les cheminées d'usine, les gazomètres, les gazoducs, les lignes de transport de forces.
- Les noms de voie et les numéros de police des immeubles bordant ces voies.
- Les repères géodésiques, les points de triangulation et de polygonation cadastrale, les repères de nivellement, les bornes de propriétés.
- Les murs, les clôtures, les haies, les fossés, les cours d'eau, les lacs, les étangs, les ouvrages (quais, ponts), les bordures de chemins et de trottoirs...

Afin de mieux évaluer ce que peut apporter la cartographie informatisée, il convient de mettre en évidence les principaux inconvénients de la cartographie « papier » :

- La quantité d'information que peut contenir une carte est limitée, principalement pour des raisons de lisibilité ;
- Une fois produite, la carte « papier » est un document figé. Il peut même arriver que des cartes soient périmées dès leur parution ;

- Il est difficile d'extraire une information exacte (coordonnées géographiques d'un point situé en mer) ;
- Aucune analyse quantitative ne peut être conduite entre deux cartes thématiques ;
- Toute analyse spatiale à partir de plusieurs cartes est difficile, voire impossible. [28]

II .7 Cartographie des réseaux d'assainissement à l'aide d'un SIG

La cartographie des réseaux d'assainissement doit être fondée sur une parfaite connaissance de ces derniers et de tous leurs éléments constitutifs et leur fonctionnement. Les cartes et plans des réseaux, tenus à jour, avec l'indication des différents points singuliers constituent le document de base de l'exploitant. Ce document de base tend à se développer sur support informatique et constitue un système d'information géographique, véritable base de données fondée sur la représentation géographique des réseaux et de l'ensemble des informations qui y sont associées.

- La constitution d'un SIG dans l'élaboration des cartes réside dans la facilité de :
 - Mettre en place une cartographie numérique détaillée facile à mettre à jour.
 - Permettre des analyses spatiales en croisant les couches d'information stockées dans la base de données.
 - Permettre des études statistiques en procédant à des requêtes multiples.
 - Elaborer diverses cartes thématiques en croisant les différentes couches d'informations intéressant le thème.
- Les spécificités de cette cartographie sont liées :
 - A la mise en œuvre d'un projet de gestion technique.
 - A l'absence d'un projet global de bases de données urbaines dont il faut préserver la faisabilité.
 - Au fait que plusieurs collectivités indépendantes gèrent des réseaux de même nature, complémentaires les uns des autres, sur un espace géographique commun. [13]

II .8 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les concepts de base du système d'information géographique, les fonctionnalités, les modes d'acquisition ainsi que la cartographie des réseaux d'assainissement. Un SIG est un outil permettant d'effectuer des tâches diverses sur des données à références spatiales qui nous permet de disposer les objets dans une base de données développées au chapitre 4 pour le réseau d'assainissement de Tlemcen.

CHAPITRE III :

PRÉSENTATION DE

LA ZONE D'ÉTUDE

CHAPITRE III : Présentation de la zone d'étude

III.1 Introduction

Notre travail vise à développer un outil d'aide à la décision pour le réseau d'assainissement de la ville de Tlemcen, une connaissance détaillée du dit réseau ainsi que ces éléments constitutifs est alors indispensable. Dans ce chapitre, les principales caractéristiques du milieu physique (réseau et son environnement) sont étudiés, les différentes phases d'acquisition et d'analyse des données sont ensuite développées ainsi que les détails des sorties faites sur le terrain.

III.2 Situation géographique de groupement urbain de Tlemcen

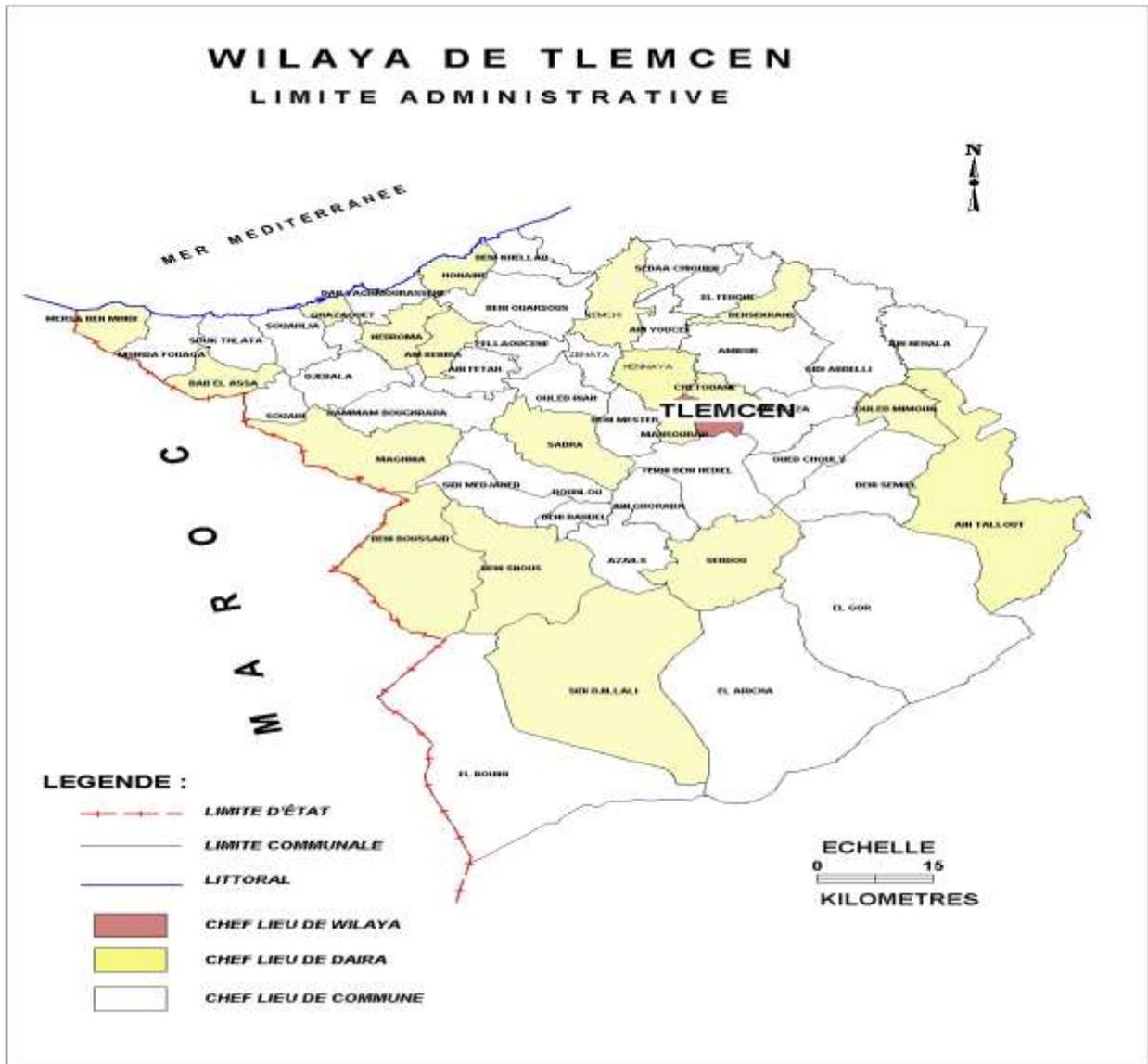
La wilaya de Tlemcen se situe à l'extrême Ouest de l'Algérie, elle est limitée géographiquement au Nord par la mer Méditerranée, à l'Ouest par le royaume du Maroc, au Nord-est et à l'Est par les wilayas de Ain-Témouchent et de Sidi Bel-Abbès, et au Sud par la wilaya de Naâma. La wilaya de Tlemcen regroupe actuellement et depuis le découpage administratif de 1991, vingt daïras et cinquante-trois communes dont le cheflieu de wilaya est Tlemcen. (figureIII.1). [28]

Le groupement des trois communes : Mansourah, Tlemcen et Chetouane occupe environ 11 220 hectares constituant le bassin intérieur de Tlemcen. Ce bassin est limité au Sud par la falaise de Lalla Stti (1200 m d'altitude), au nord par la haute colline d'Ain el Houtz, à l'Est par Oum El Allou et à l'ouest par les monticules de Beni Mester.

- **Commune de Tlemcen**

La commune s'étend du plateau de Lalla Setti (1200m d'altitude) au Sud ; à koudia (760m) au Nord. Entre ces deux extrémités de formation rocheuse se trouve une zone des piémonts et de plaines totalement urbanisées, les extrémités Sud et Ouest se confondent avec l'urbanisation des commune Mansourah et Chetouane.

- **Commune de Chetouane** Elle se situe à 3 km au Nord-est de la ville de Tlemcen couvrant une superficie de 4611hectares et partageant la même zone industrielle avec Tlemcen. Son relief est assez diversifié, composé de monticules boisée au Sud-est, des terres agricoles au Sud et Sud-ouest



FigureIII.1 : Présentation de la région d'étude[29]

III.3Cadre topographique

La topographie du groupement urbain de Tlemcen est constituée essentiellement d'un terrain accidenté avec des altitudes variant de 600 à 1100 m avec des dénivelées importantes ce qui crée des étages d'altitude de 100 à 500 m. L'occupation du sol est à dominance urbaine.

L'espace bâti du groupement urbain de Tlemcen se confond presque avec les limites communales, il occupe près de 5200 ha soit 47% de la superficie totale.[28]

III.4 Cadre démographique

En 2008, la population de la wilaya de Tlemcen était de 141613 habitants contre 146507 en 2017. Le tableau III.1 donne l'évolution de la population :

Tableau III.1 : Evolution démographique au niveau de la commune de Tlemcen[30]

2008	2013	2017
141613	144980	146507

III.5 Climatologie

La région étudiée jouit d'un régime pluviométrique complexe influencé par un climat méditerranéen avec une saison sèche et chaude en été, et autre pluvieuse et froide en hiver. La distribution des précipitations annuelles montre une période de pluie qui s'étale d'Octobre à Mai. Les températures moyennes oscillent entre 5 °C en Janvier et 34 °C en Août. [28]

III.5.1 Précipitation

La pluviométrie est un facteur primordial qui permet de déterminer le type de climat. La tranche pluviométrique que reçoit la région de Tlemcen est importante avec une moyenne de 615,71 mm avec un maximum en novembre de 100,91 mm et un minimum de 1,15 mm en juillet (entre les années 2000 et 2016) [30], (voir tableau III.2)

Tableau III.2 : Valeur moyennes mensuelles de la pluviométrie (mm)(Station Barrage Elmefrouch)[30]

ANNEES	Sept	Oct	nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	TOTAL
2000-2001	8,80	112,50	72,40	52,20	125,70	101,40	22,40	10,00	39,70	10,50	0,30	-	555,90
2001-2002	32,90	43,40	182,30	27,00	2,40	12,10	42,30	152,70	71,00	1,50	0,50	17,40	585,50
2002-2003	-	68,50	115,40	19,40	187,00	137,40	20,40	56,10	15,90	7,00	0,50	2,00	629,60
2003-2004	23,00	39,80	83,80	147,10	63,80	22,70	104,60	62,20	119,30	20,00	-	2,80	689,10
2004-2005	2,90	27,80	62,50	64,10	24,00	67,70	83,80	33,60	1,80	2,50	6,00	-	376,70
2005-2006	15,50	21,00	75,90	25,80	59,90	111,70	30,40	45,10	62,00	11,20	-	-	458,50
2006-2007	35,00	16,50	11,30	77,80	29,40	50,20	65,70	130,80	27,30	-	-	-	444,00
2007-2008	16,90	94,40	76,90	20,80	33,80	-	-	13,30	33,00	-	-	-	289,10
2008-2009	42,30	104,30	109,30	206,40	207,10	67,9	53,90	59,20	14,70	1,10	3,90	1,00	871,10
2009-2010	78,50	1,60	46,00	75,90	49,80	90,60	152,00	52,40	42,00	19,70	0,50	10,10	619,10
2010-2011	25,30	78,00	87,80	59,90	34,20	70,70	27,80	123,80	115,40	29,60	-	8,80	661,30
2011-2012	8,80	147,60	133,50	45,80	23,80	82,40	33,40	74,00	24,60	1,80	4,80	0,40	580,90
2012-2013	12,70	50,50	377,20	23,00	182,20	146,60	103,00	159,80	83,10	-	1,40	5,40	1 144,90
2013-2014	34,30	/	54,20	243,30	86,20	156,40	85,00	15,60	30,70	44,50	-	-	750,20
2014-2015	28,80	35,20	84,80	154,40	93,60	88,80	37,40	8,80	51,70	16,60	-	31,00	631,10
2015-2016	17,60	52,30	41,20	-	41,20	138,50	78,80	153,60	38,10	2,60	0,50	-	564,40
Moyenne	23,96	59,56	100,91	77,68	77,76	84,07	58,81	71,94	48,14	10,54	1,15	4,93	615,71

III.6 Données géologiques

Du point de vue géologique, la région de Tlemcen est constituée de :

Les Monts de Tlemcen : Dans ses travaux, sur la région de Tlemcen, BENEST (1985) décrit les formations, géologiques d'âge Jurassique supérieur, qui représente l'affleurement le plus répandu dans les Monts de Tlemcen. Ces derniers sont constitués par les formations géologiques suivantes (figure III.2) :

- Les calcaires de Zarifet : ils prennent le nom du col de Zarifet situé à **5 Km** au Sud-Ouest de Tlemcen, il est constitué de calcaire bleu à géodes déterminé par DOUMERGUE (1910), à la base de la succession carbonatée du Jurassique supérieur.
- Les Grès de Boumedine : ce sont des grès ferrugineux à ciment calcaire représentés par des formations argilo-gresseuse.
- Les Dolomies de Tlemcen : surmontent les affleurements calcaires, ces sédiments constituent l'essentielle de l'arc montagne de Tlemcen de l'Est à l'Ouest.
- Les Marno-calcaires de Raouraï : ce sont des formations du jurassique supérieur.
- Les Dolomies de Terni : ce sont des formatios Karstifiées. **[31]**

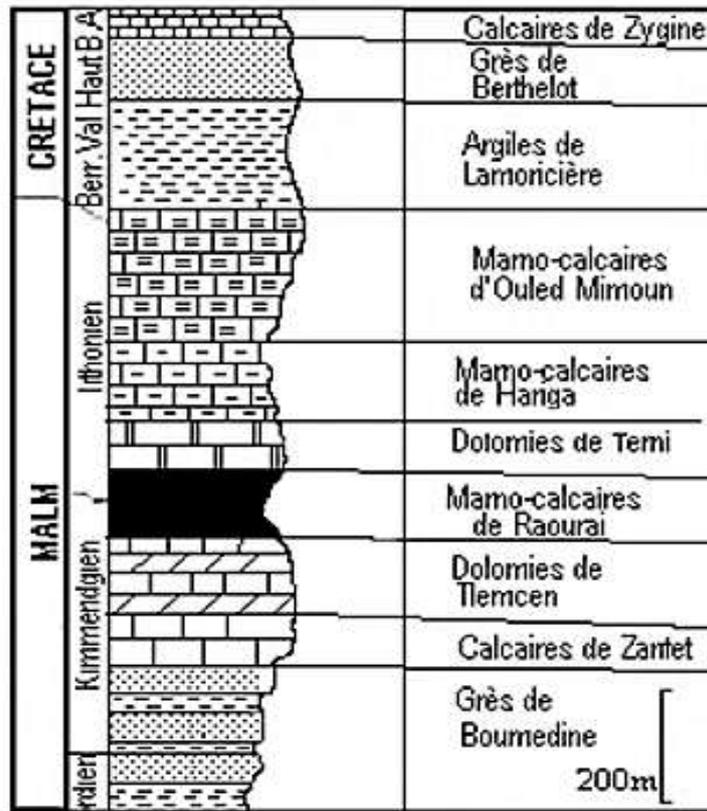


Figure III.2 : Log lito stratigraphique synthétique des Monts de Tlemcen[28]

III.7 Systèmes d'assainissement de la ville de Tlemcen

Les espaces urbanisés ou les agglomérations dépassant 2000 habitants nécessitent obligatoirement la mise en place d'un réseau d'assainissement (séparatif ou unitaire) tel qu'il est dicté par les normes internationales.

La ville de Tlemcen est caractérisée par sa grande population et par sa configuration orographique favorable au partage de réseau de collecte des eaux usées en trois systèmes dont les terrains ont une tendance gravitaire, ce qui facilite l'évacuation des eaux usées.

III.7.1 Système central (collecteur de Chaabet El Horra)

Ce collecteur s'occupe du drainage de la partie centrale de Tlemcen.

- El Kalaa supérieure
- El Kalaa inférieure
- Tlemcen centre (ville ancienne) Cité des cerisiers
- Cité Bel Horizon
- Agglomération de Boudghène

Il prend naissance au niveau de la rue des frères Bouafia et se poursuit ensuite à l'Ouest du tombeau du Rab, pour s'achever à l'aval de Feddan Sbaa, sa conception est sous forme de dalot (1,5*2m) ce dernier a été remplacé par le dalot de (2*2m). [29]

III.7.2Système central (collecteur de la ville ancienne)

L'assainissement du centre-ville de Tlemcen est caractérisé par des canaux de dimensions variant entre 300*400 mm et 800*600 mm. Ces canaux se trouvent dans des quartiers anciens, tels que la rue de bataille Falaoucène, le centre-ville et les quartiers qui les entourent.

III.7.3Système Est (collecteur de Mechekana)

Ce collecteur draine l'ensemble de la partie Est de Tlemcen. Sa partie amont commence au pied de la minoterie d'El Kalaa, il traverse la zone de la pépinière pour rejoindre la zone Nord de Feddan Sbaa. Ce collecteur est conçu en dalot qui épouse l'ancien talweg de Mechkana.

III.7.4Système Ouest

Il est composé de deux sous-systèmes à savoir :

a) Collecteur Ouest (1).

Il draine la partie Ouest. Sa partie amont est sous forme de dalot, elle démarre sur le boulevard logeant la protection civile de Boudghène, se rejoint ensuite sous forme de collecteur de diamètre 500 mm, à partir de Chaabet El Makhoukh jusqu'au Nord de Kiffane. [29]

b) Collecteur Ouest (2).

Ce collecteur passe par Chaabet Bel Abbés ensuite Oued Boudghène, il assure l'évacuation des eaux usées de la commune de Mansourah (village coloniale), agglomération d'Attar, Beniboublène, Cité Wali Mustapha ainsi que la ZHUN de champ de tir. Il commence par une section circulaire de 500 mm pour finir sur un diamètre de 800 mm.

III.8 Milieux récepteurs

Les milieux récepteurs sont divisés en deux bassins qui sont les suivant :

a) Bassin versant de Chaabet Bel abbés :

Chaabet Bel Abbés se jette à l'aval sur l'Oued Boumessaoud et constitue l'exutoire naturel des centres suivants :

Attar, Mansourah, ZHUN Champ de tir, Beniboublene, Hai Wali Mustapha.

b) Bassin versant de Chaabet Makhoukh :

Chaabet Makhoukh se jette dans l'Oued Ain Seffah à l'Ouest du village de Koudia.

Cet Oued arrive jusqu'à Hennaya où il se déverse dans la nature.

c) Bassin versant de Chaabet El Horra :

D'après les plans de Bulgare projet dressé entre 1984-1986 le bassin est divisé en deux sous bassins.

- **Le sous bassin de Chaabet El Horra sud :**

Ce sous bassin draine la ville de Tlemcen par l'intermédiaire de la station de relevage de Kiffane Ouest, Imama, la cité des 1060 celle des 1079 logements.

- **Le sous bassin de Chaabet El Horra Nord :**

Ce dernier draine les centres d'Aboutechfine et Ain El Houtz[31]

Indicateurs de l'assainissement de Tlemcen :

Les principaux indicateurs de l'assainissement du Tlemcen sont représentés dans les tableaux ci-après (voir tableau III.3):

Tableau III.3 : Caractéristiques du réseau d'assainissement des centres urbains[29]

Centres	Population (Hab)	Diamètre (mm)	Taux de raccordement	Nombre d'abonnées	Matériaux utilisée	Nombre de regards	Linéaire total en 'Km'	Type de réseau
Tlemcen	146507	150 à 2000	94%	28644	Béton armée Béton Maçonnerie	3530	158,871	Unitaire

III.9 Acquisition des données

L'étude de l'existant est une étape incontournable dans le processus d'élaboration d'une base de données, cela implique la nécessité de dresser un inventaire exhaustif de toutes les données et documentations relatives aux réseaux d'assainissement.

Un stage de deux (02) mois a été effectué au niveau de l'ONA unité Tlemcen, on a pu faire face à la gestion actuelle de réseau d'assainissement de Tlemcen faite par l'ONA ainsi que la collecte des données nécessaire pour élaborer notre travail.

Pour cela on a organisé des sorties sur terrain pour les raisons suivantes :

- Confirmation des informations existantes sur plans.
- Collecte d'informations (matériaux, mesure, emplacement ...).
- Correction des contradictions existantes dans certains plans.
- Visite de quelques ouvrages (regards, déversoir d'orage de Feddan Sbaa ...) (voir figure III.4, figure III.5, figure III.6).
- Participation à une intervention pour le curage à la cité Boudghène.



Figure III.4 : Mesure de diamètre de conduite (quartier les Cerisiers)



Figure III.5 : Déversoir d'orage (Feddan Sbaa)



Figure III.6 : Regard de visite d'un dalot (Feddan Sbaa)

Dans le cadre de notre travail nous avons utilisés les plans suivants :

- Plan de réseau d'assainissement Tlemcen (ONA)(échelle 1/10000, année 2007)
- Schéma de principe d'AEP et d'assainissement de la wilaya de Tlemcen (DREWT). (échelle 1/10000).
- Plan de réseau assainissement GUT Tlemcen (URBAT). (échelle 1/10000, année 2006).
- Plan des collecteurs principaux d'assainissement Tlemcen (URBAT). (échelle 1/5000, année 2014).

Au cours de la collecte des données nous avons été confrontées à plusieurs difficultés qui se résumant comme suit :

- Non disponibilité des documents.
- Des documentations non référencées.
- Documents anciens et non actualisés qui s'avèrent par le temps dépassés.
- Les difficultés administratives et le non coopération de certains organismes.
- Aucune connaissance sur le réseau d'assainissement actuel.
- Absence de légende sur les plans existants et de signes conventionnels relatifs aux réseaux d'assainissement.
- Les études faites qui sont restées dans jusqu'à nos jour non accessibles.

III.10Analyse des données

L'analyse des données consiste à déterminer les caractéristiques des documents à retenir, pour bien appréhender et supporter la représentation du réseau d'assainissement de Tlemcen. Car il est difficile de définir à l'avance toutes les utilisations possibles et imaginables qui pourraient être faites par le système d'information géographique. Ajoutant à ces difficultés, les nombreuses lacunes enregistrées au niveau de la cartographie des réseaux d'assainissement, dont nous avons récapitulé les plus importantes :

- Fond de plan non géoréférencé ;
- Absence de légende récapitulant les signes conventionnels relatifs aux réseaux ;
- Plans anciens non actualisés ;
- Absence de mentions relatives aux caractéristiques géométriques de certains tronçons du réseau ;

- Echelle différente d'un plan à l'autre ;
- Système de projection non mentionné sur les plans ;
- La confrontation des plans montre parfois une certaine contradiction ;
- Date d'établissement et date de mise à jour des plans non mentionnés ;
- Absence de la flèche directionnelle du Nord ;
- Inexistence des points géodésiques qui permettent le rattachement des coupures cartographiques à un système général.

Pour que le support cartographique soit exploité, on était obligé de remédier à certaines lacunes, à savoir :

- Géo référencer le fond de plan, la projection du fond de plan de Tlemcen est UTM 30. Cette opération recèle une grande importance pour la phase de numérisation ;
- Corriger les contradictions que présentent les plans par confrontation et croisement de ces derniers ;
- Corriger certains tracés en plans non conformes aux documents retenus ;
- Compléter les informations manquantes des plans à partir des documents jugés fiables.

III.11 Numérisation des données

La numérisation consiste à remplacer les traditionnels plans papier difficiles à manipuler et complexes à mettre à jour par des plans numérisés où l'on retrouve de manière bien différenciée (symboles, couleurs...), les rues, les bâtis... issus du plan vectorisé avec l'ensemble du réseau d'assainissement qui y a été reporté. Cette méthode se révèle la mieux adaptée aux nécessités de ce travail car elle permet de saisir la géométrie des objets graphiques élémentaires : Point, Ligne ou Polygone. [33]

Les plans classiques sur support papier gardent encore une place importante dans les différents organismes, la numérisation consiste à remplacer ces rationnelles plans difficile à manipulés et complexes à mettre à jour par des plans numérisés géographiquement référencés permettant d'associer aux éléments du réseau d'assainissement, dans une base de données des informations supplémentaires.

III.12 Conclusion

Ce chapitre nous a permis de déterminer les données nécessaires concernant la zone d'étude des points de vue, géographique, démographie, climatique...etc. En outre, la description du réseau d'assainissement de Tlemcen ainsi que les informations collectées a été faites. Ces données nous serviront pour élaborer la base de données développée en chapitre 4.

--

CHAPITRE IV :
MISE EN PLACE DU
SIG POUR LE
RÉSEAU
D'ASSAINISSEMENT
DE TLEMCEN

Chapitre IV : Mise en place du SIG pour le réseau d'assainissement de Tlemcen

IV.1 Introduction

La mise en place d'un SIG pour le réseau d'assainissement de Tlemcen avec la constitution des bases de données descriptives du réseau et de son environnement est indispensable et un pré-requis pour toute analyse qui doit être faite pour le réseau (exploitation, réhabilitation, travaux de réparation...).

Dans ce chapitre, la démarche adoptée pour élaborer et exploiter la base de données du réseau d'assainissement de Tlemcen en utilisant les logiciels MapInfo et ArcGIS est détaillée.

IV.2 Système d'information géographique utilisé

Confrontés aux nombreux systèmes d'information géographique adaptés au monde de la micro-informatique, notre choix s'est porté sur les systèmes d'information géographique MapInfo et ArcGIS pour bénéficier des produits performants, évolutifs, largement diffusés auprès des utilisateurs. Leurs principales fonctionnalités sont détaillées dans les sections suivantes :

IV.2.1 MapInfo

MapInfo Professional est un Système d'information géographique (SIG) à l'origine Bureautique. C'est un logiciel qui permet de réaliser des cartes en format numérique. MapInfo est conçu autour d'un moteur d'édition de cartes qui permet la superposition de couches numériques. Il est utilisé pour :

- Créer des cartes détaillées afin d'améliorer les présentations et faciliter la prise de décision ;
- Mettre en évidence des tendances de vos données qui autrement ne sont pas perceptibles ;
- Réaliser des analyses spatiales dans un environnement bureautique ;
- Opérations de superposition : superposition de couches thématiques ;
- Traitements statistiques ;
- Echange de données avec les autres SIG (ArcGis, ArcInfo, etc.) et les logiciels de (CAO/DAO), tel que « AUTO CAD » ;
- Type de sortie : représentation cartographiques, valeurs numériques ou textuelles, histogrammes, graphiques etc ;

- Disponibilité d'une bibliothèque de symboles cartographiques, de trames et légendes modifiables de façon interactive ;
- Géocodage par adresse ;
- Accès aux bases de données externes (Access, Excel, Oracle, SQL server, ..) ;
- Son langage de requête qui permet de mixer les entrées graphiques et non graphiques ;
- Personnalisation avec MapBasic. [34]

IV.2.2 ArcGIS

ArcGIS est l'un des Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) les plus utilisés. Ce logiciel offre de nombreuses potentialités pour la manipulation, la gestion, l'analyse et l'édition des données spatiales. [34]

ArcGIS offre un ensemble de fonctionnalités permettant d'appliquer dans toutes activités une analyse basée sur la localisation et la géographie. Faites émerger de nouvelles informations en utilisant des outils contextuels pour analyser et visualiser les données. Ensuite, partager ces analyses et collaborer avec d'autres utilisateurs via des applications, des cartes et des rapports. [34]

ArcGIS fournit des outils contextuels pour la cartographie et l'analyse spatiale pour explorer et partager des données basées sur la localisation, tous ces outils nécessaires nous permettent d'élaborer ce modeste travail de cartographie et création de la base de données pour la gestion de réseau d'assainissement de Tlemcen.

IV.3 Stage d'étude a la SEOR

Un stage a été fait au niveau de la SEOR pour bénéficier de l'expérience des cadres de cet organisme dans ce genre d'étude. Nous avons pu acquérir une expérience en vue d'apprendre et de comprendre le fonctionnement des réseaux d'assainissement. Il est à noter que la SEOR utilise des technologies de pointe dans la gestion des réseaux d'AEP et d'assainissement.

ArcGIS est le SIG utilisé par les services de cartographie de la SEOR, c'est pour cette raison qu'ont été obligé de basculer de MapInfo vers ArcGIS. La démarche est donnée dans les sections suivantes :

IV.3.1 Transfer vers ArcGIS

Après avoir débuté le travail sur le logiciel MapInfo, le transfert vers ArcGIS est nécessaire pour pouvoir continuer le travail car le service de cartographie de la SEOR utilise ArcGIS cela nous a donné l'opportunité de bénéficier plus pour maîtriser ce logiciel.

Sous ArcGis, deux modules ont été utilisés pour la mise en place de la base de données du réseau d'assainissement de Tlemcen à savoir ; ArcMap et ArcCatalogue.

❖ ArcMap

ArcMap est la principale application d'ArcGIS. Elle permet d'effectuer un large éventail de tâches SIG courantes, ainsi que des tâches spécialisées spécifiques à l'utilisateur les plus importants sont :

- Utiliser des cartes
- Imprimer des cartes
- Compiler et modifier des jeux de données SIG
- Utiliser le géotraitement pour automatiser le travail et effectuer des analyses
- Classer et gérer les géodatabases et les documents ArcGIS
- Publier des cartes en tant que services de carte à l'aide d'Serveur ArcGIS
- Partager des cartes, des couches, des modèles de géotraitement et des géodatabases avec d'autres utilisateurs
- Documenter vos informations géographiques
- Personnaliser l'expérience utilisateur [34]

❖ ArcCatalog

L'application ArcCatalog fournit une fenêtre de catalogue utilisée pour organiser et gérer différents types d'informations géographiques pour ArcGIS for Desktop. Les genres d'informations qui peuvent être organisées et gérées dans ArcCatalog comprennent :

- Géodatabases
- Fichiers raster
- Cartes, globes, documents de scène 3D et fichiers de couches
- Boîtes à outils de géotraitement, modèles et scripts Python
- Services SIG publiés à l'aide d'ArcGIS for Server
- Métadonnées normalisées pour ces éléments d'informations SIGetc.

ArcCatalog organise ce contenu dans une arborescence que vous pouvez utiliser pour organiser vos jeux de données SIG et documents ArcGIS, ainsi que pour rechercher, localiser et gérer des éléments d'informations. [34]

Au cours de notre passage à la SEOR (bâtiment intelligent) et précisément au service de Cartographie, on a eu la chance de recueillir beaucoup d'informations et techniques pour la cartographie des réseaux d'assainissement.

IV.4Le passage par MapInfo

IV.4.1Convertir de plan format DXF à MapInfo

L'importation du fichier AUTOCAD vers MapInfo est faite par l'outil traducteur universel qui permet de convertir autre type de fichier et pouvoir l'afficher sous MapInfo (Figure IV.1).

Madani Y.K - Nehari S.M Mise en place du SIG pour le réseau d'assainissement de Tlmeccen

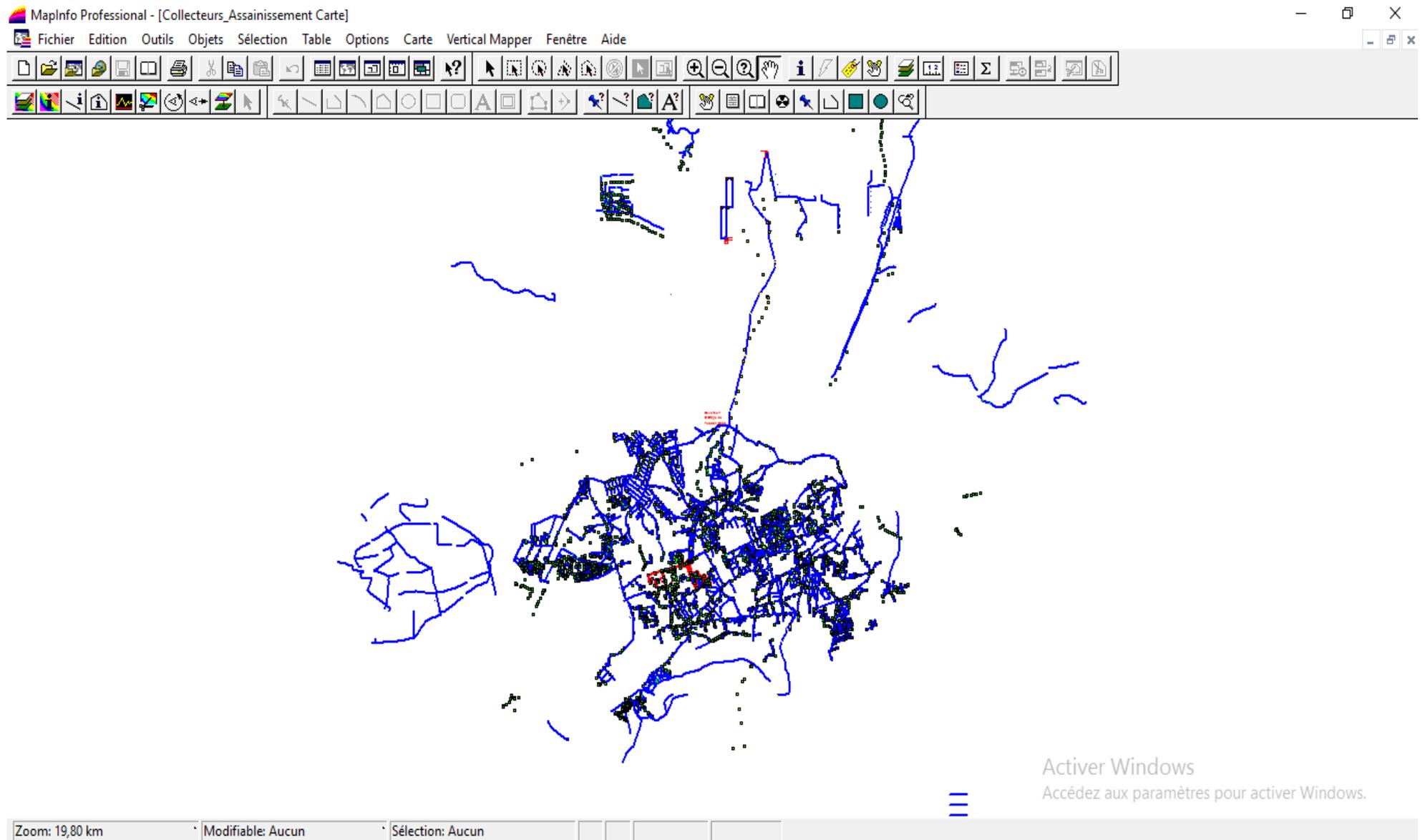


Figure IV.1 : Importation de la couche du réseau d'assainissement

IV.4.2 Calage de la carte

Cette opération est faite par l'importation du fichier AUTOCAD vers MapInfo tout en corrigeant la projection ' UTM Zone 30N' comme c'est illustré dans la figure IV.2.

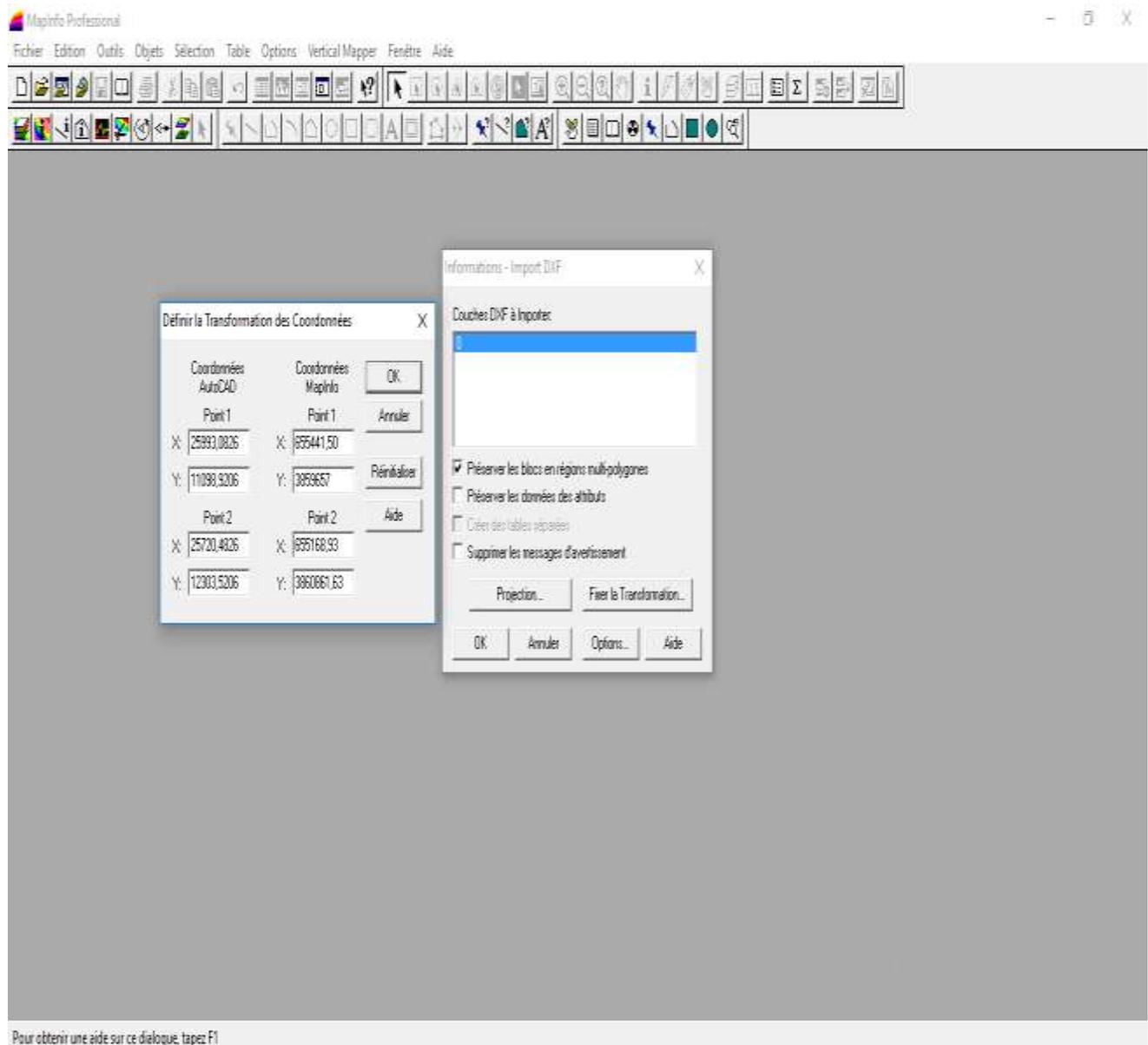


Figure IV.2 : Définition de projection et les quatre points de calage pour la carte des collecteurs

Cette opération est faite pour toutes les couches (réseau, bâti, courbe de niveau...) le résultat est donné dans la figure IV.3.

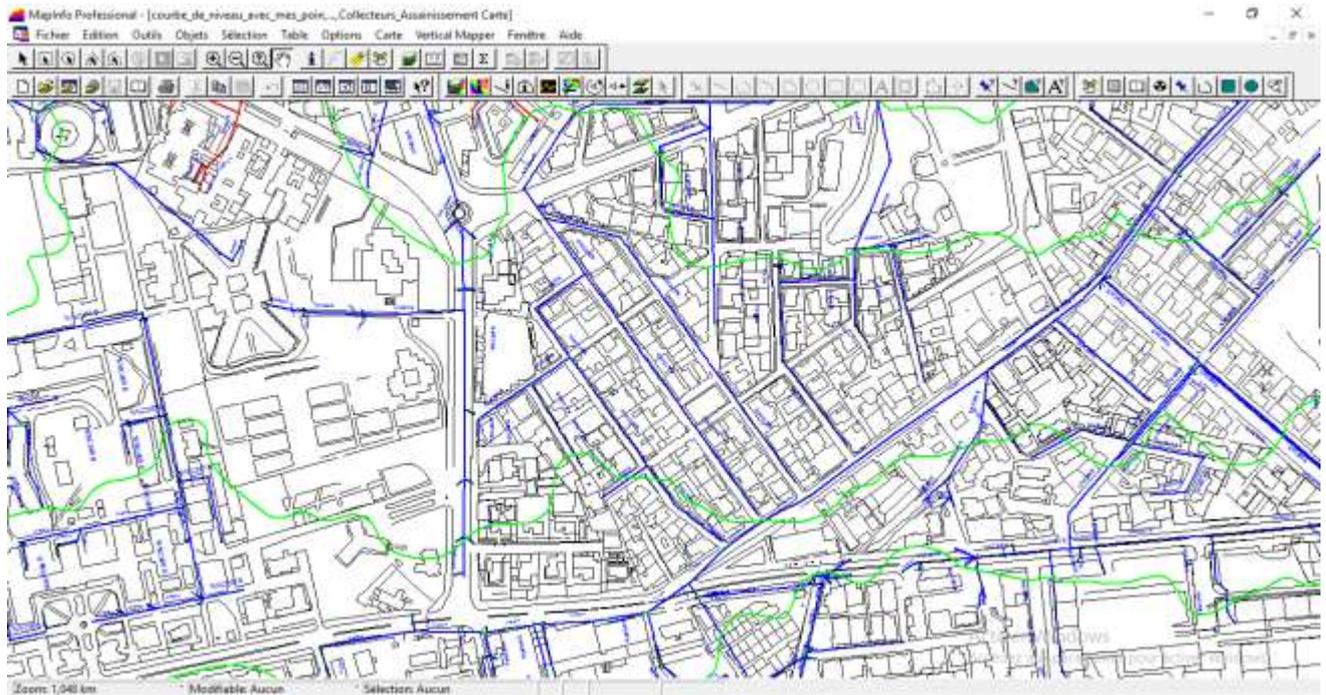


Figure IV.3 : Superposition des couches (réseau, bâti, courbe de niveau).

IV.4.3 Créations des tables

Les données attributaires sont organisées sous forme de table. Les noms d'attributs sont introduit champ par champ selon leurs types (caractère, entier, flottant, virgule fixe, date, logique). Les tables sont gérés par un système gestion de base de données relationnelles SGBDR, qui permet de les manipuler facilement : mise à jour d'une colonne, modification de la structure des tables (figure IV.4).

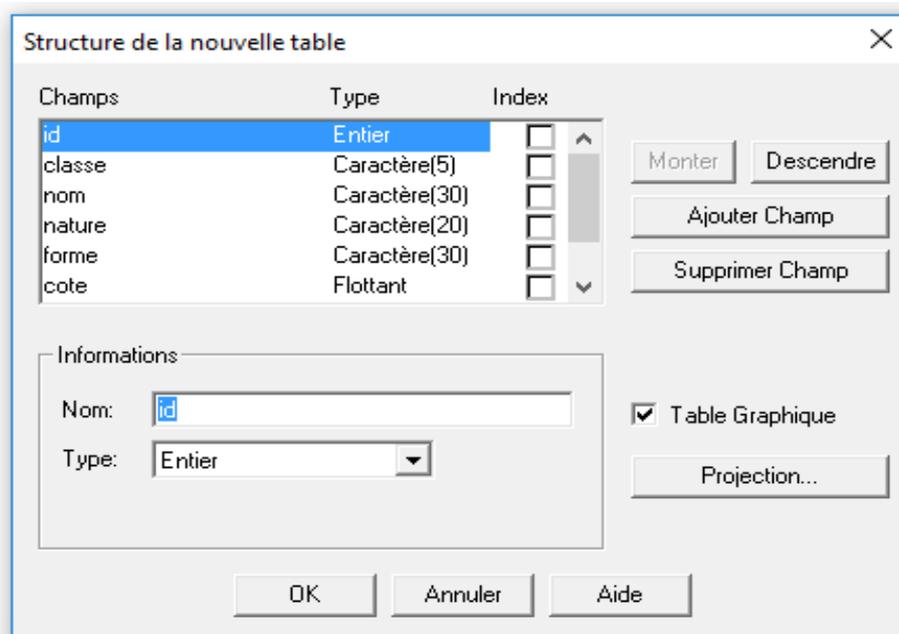


Figure IV.4 : Description de la structure de la table(Regards).

IV.4.4Création de la carte des regards

L'emplacement des regards doit être forcément sur les collecteurs pour éviter les erreurs topologiques (figure IV.5).

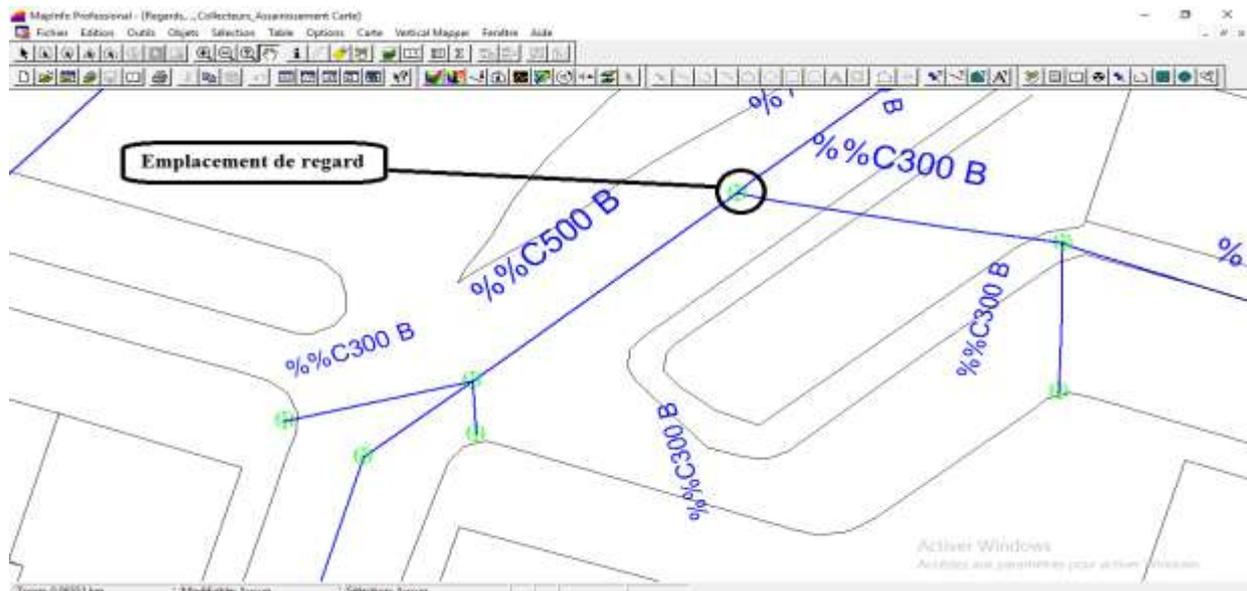


Figure IV.5 : Emplacement des regards sur les collecteurs

Les données des regards sont définies comme points, pour la création des regards on doit choisir un symbole et couleur spécifiques pour ces derniers(figure IV.6).

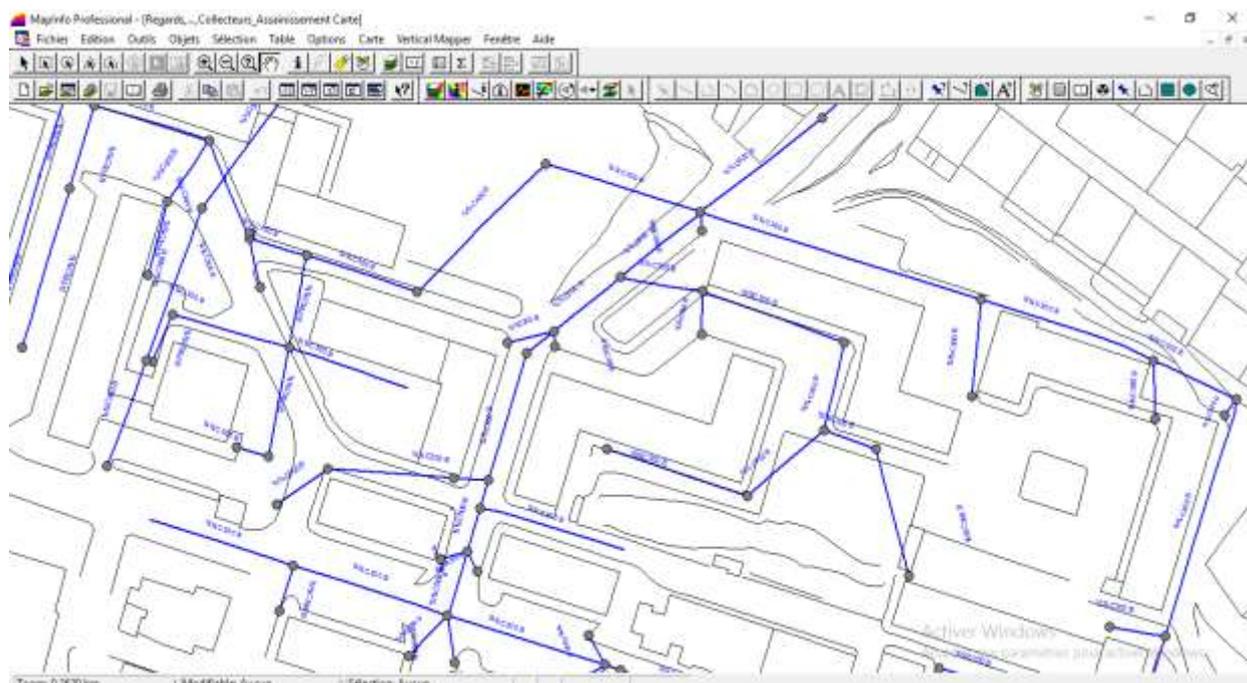


Figure IV.6 : Représentation de la carte des regards

Il faut signaler qu'une partie importante de ce travail a été faite sous MapInfo, la suite du travail est faite sous ArcGis.

IV.5 travail sous ArcGis

IV.5.1 Passage MapInfo –ArcGIS

Pour passer de Mapinfo vers ArcGIS il faut convertir les fichiers de MapInfo vers un format Shape pour pouvoir les exploiter sous ArcGIS (figure IV.7), Cette opération est faite pour toutes les couches créées sous MapInfo.

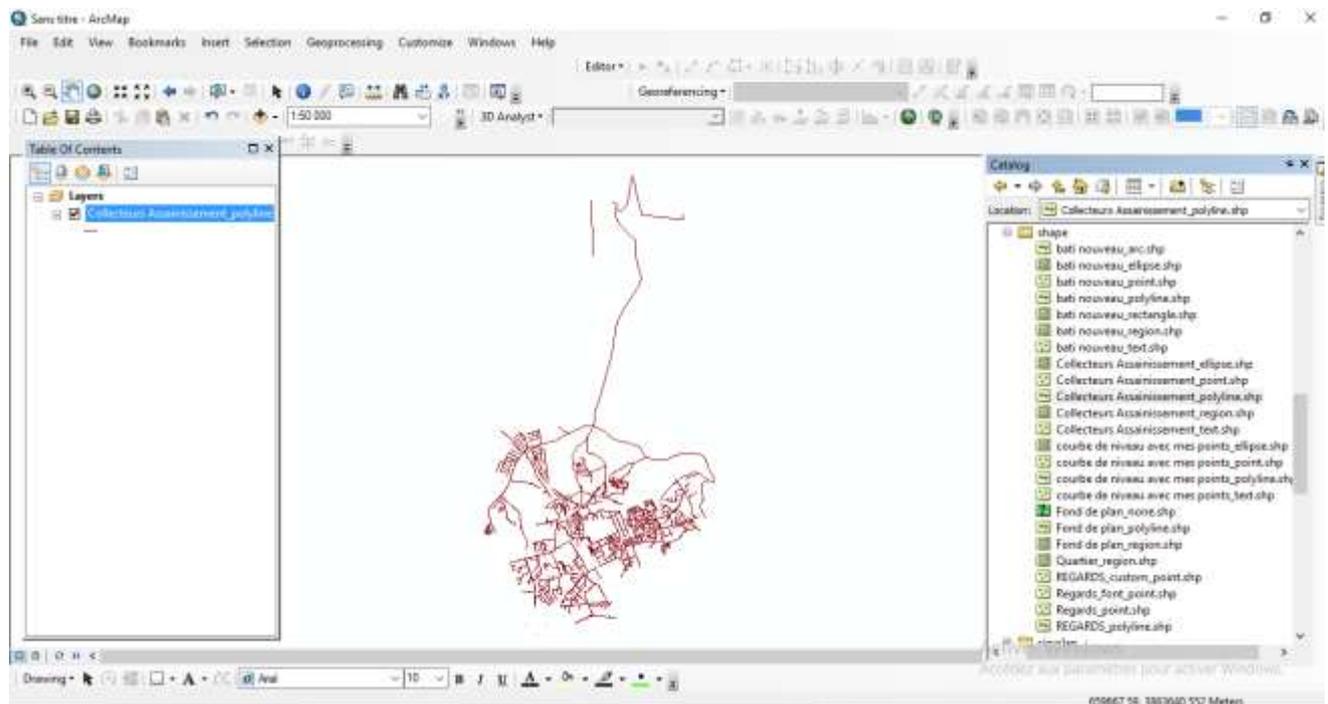


Figure IV.7 : Représentation de la carte des collecteurs sur ArcGIS.

Cette opération est faite pour toutes les couches créées dans MapInfo (collecteurs, regards, fond de plan, quartier et Contour) le résultat est donné dans la figure IV.8.



Figure IV.8 : Superposition des couches (collecteurs, regards, fond de plan).

IV.5.2 Transformation des données DAO

Les entités DAO sont des classes d'entités ArcGIS virtuelles qui ont été converties immédiatement à partir des données du fichier source. Par conséquent, on peut utiliser l'outil de géoréférencement pour modifier et nettoyer les données avant de les charger dans la géodatabase. L'affichage des fichiers DAO se fait directement sur ArcMap (figure IV.9).

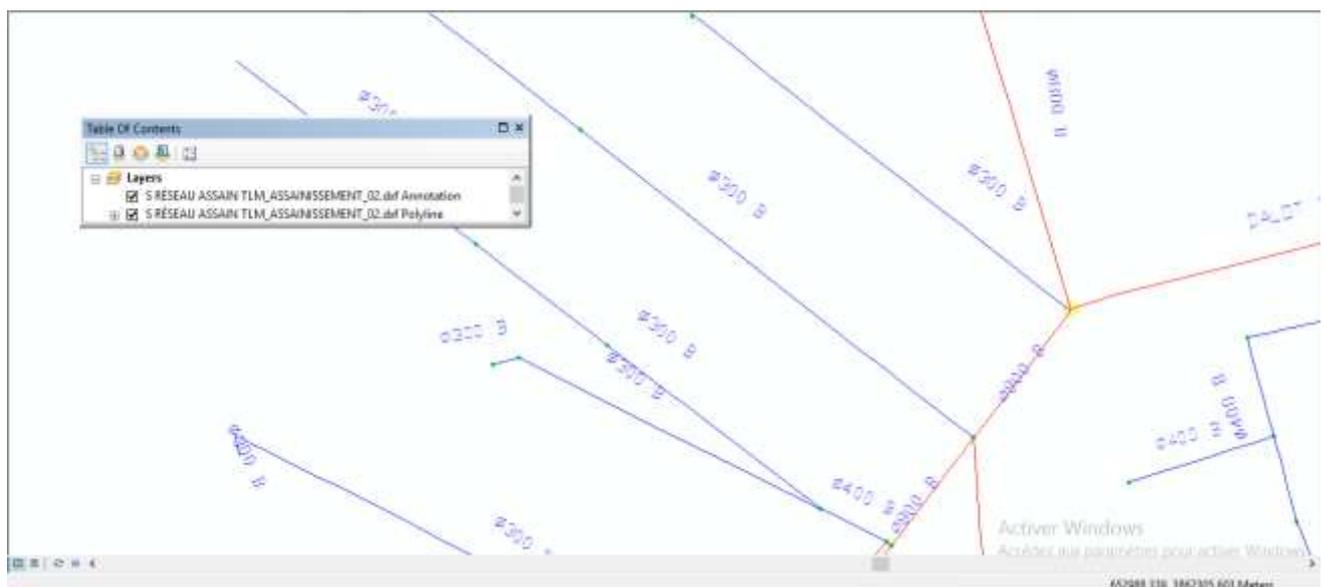


Figure IV.9 : Données d'annotation d'après le fichier DAO.

Les informations relatives au système de coordonnées sont généralement obtenues à partir de la source de données, mais pas toujours. La technique décrite ci-après permet d'identifier le système de coordonnées correct

Après l'importation de fichier DAO le système de coordonnées est inconnu, on a reçu le message d'avertissement lorsque on a essayé d'ajouter la couche dans ArcMap : Les sources de données ajoutées n'ont pas d'informations de référence spatiale. Ces données peuvent être affichées dans ArcMap, mais elles ne peuvent pas être projetées.

Dans notre cas le système de coordonnées choisi est le : 'WGS_1984_UTM_Zone_30N'(figure IV.10)

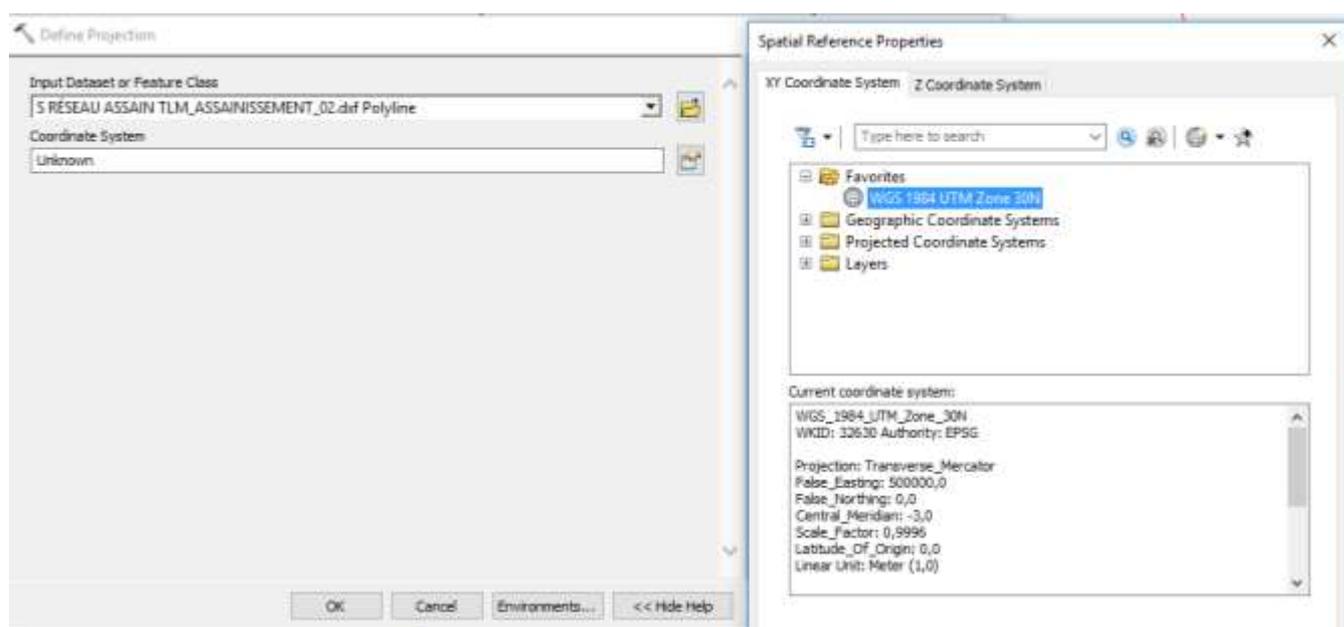


Figure IV.10 : Définition de la projection pour la carte des collecteurs.

Pour effectuer le géoréférencement, on a recherché des objets bien précis dans les images, tels que des intersections de route ou des entités de terre. De cette manière, on peut référencer le même emplacement à la fois dans le raster et les couches alignées.

Le calage de l'image satellitaire avec le fond de plan est fait par le géoreferencement de deux points bien précis et situés à l'extrémité pour minimiser l'erreur du calage comme il est représenté dans la figure IV.11.

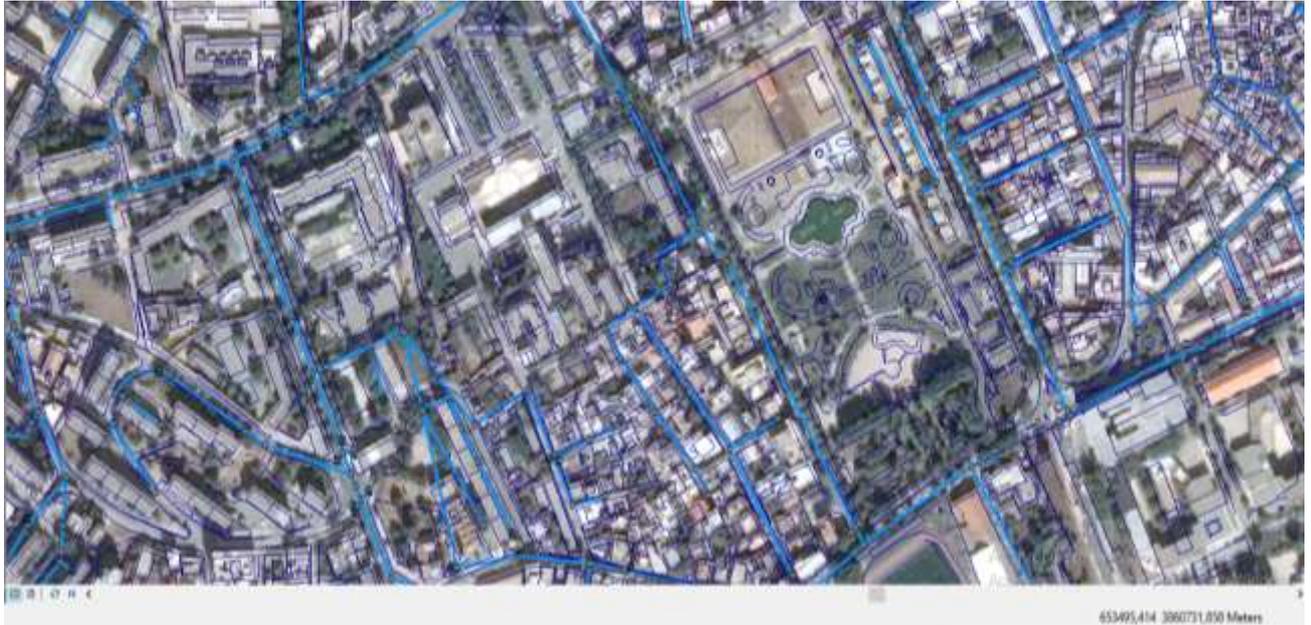


Figure IV.11 : Calage d'une image satellitaire avec le fond de plan.

IV.5.3Création d'une base de données de réseau d'assainissement

Les utilisateurs d'ArcCatalog organisent, utilisent et gèrent des informations géographiques dans des espaces de travail et des géodatabases. Les espaces de travail sont simplement des dossiers sur le disque servant à organiser le travail de SIG : cartes, images et autres fichiers de données, modèles de géotraitement, couches, géodatabases et ainsi de suite. Les espaces de travail offrent un moyen simple d'organiser et de partager des ensembles logiques d'informations SIG.

Les géodatabases sont des ensembles de jeux de données géographiques de différents types utilisés dans ArcGIS (figure IV.12).

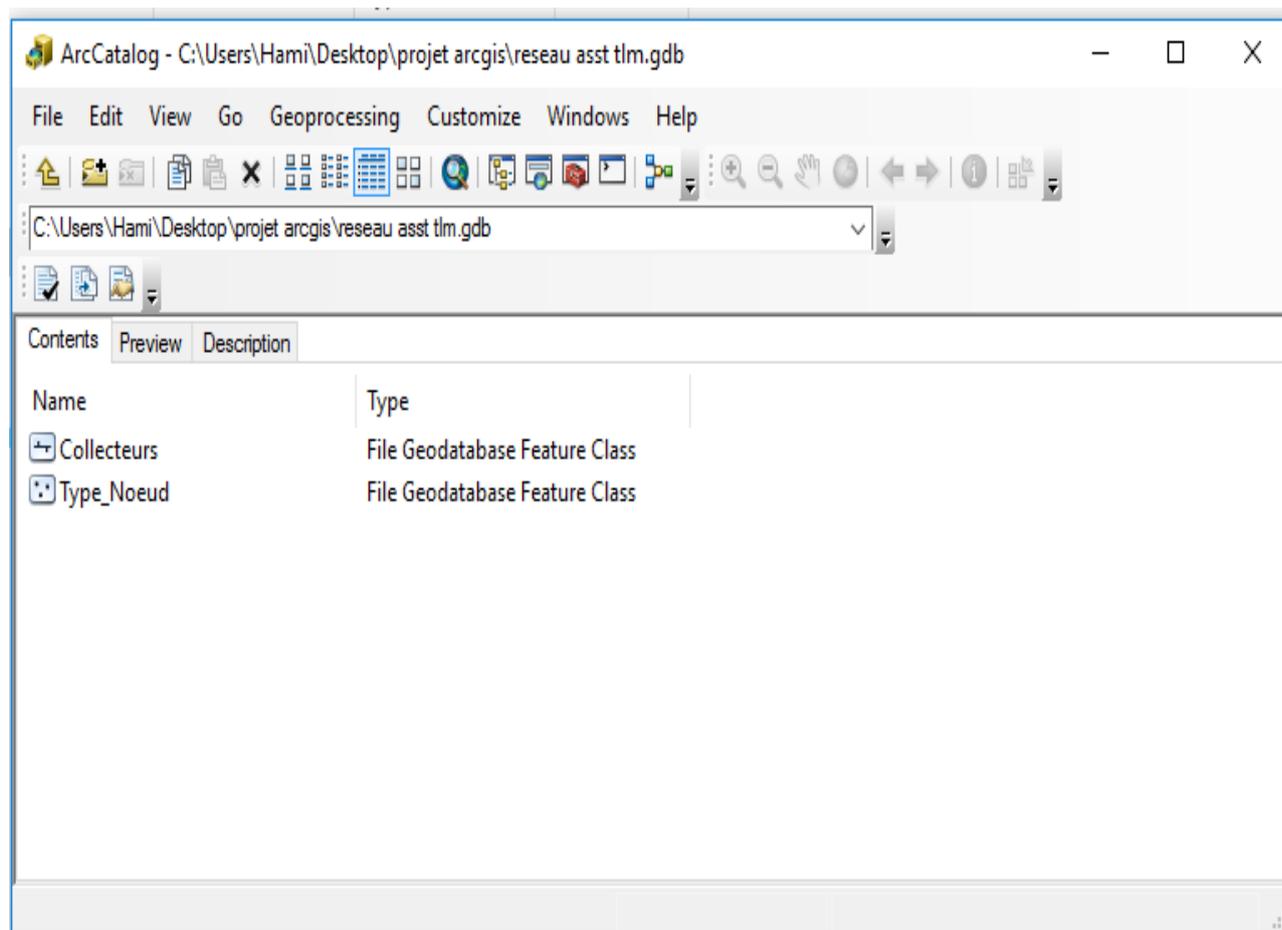


Figure IV.12 : Présentation des deux fichiers créés dans ArcCatalog.

IV.5.3.1Présentation des tables et des informations attributaires

Les informations tabulaires constituent la base des entités géographiques qui permet d'afficher, d'interroger et d'analyser vos données.

Les tables sont composées de lignes et de colonnes, et toutes les lignes ont les mêmes colonnes. Dans ArcGIS, les lignes représentent des enregistrements, et les colonnes des champs. Chaque champ permet de stocker un type spécifique de données, par exemple un nombre, une date ou un texte.

On a créé deux fichiers (table) dans Geodatabase (collecteurs, type Nœud) afin de pouvoir créer les champs de la tables attributaire pour chaque table (Figure IV.13).

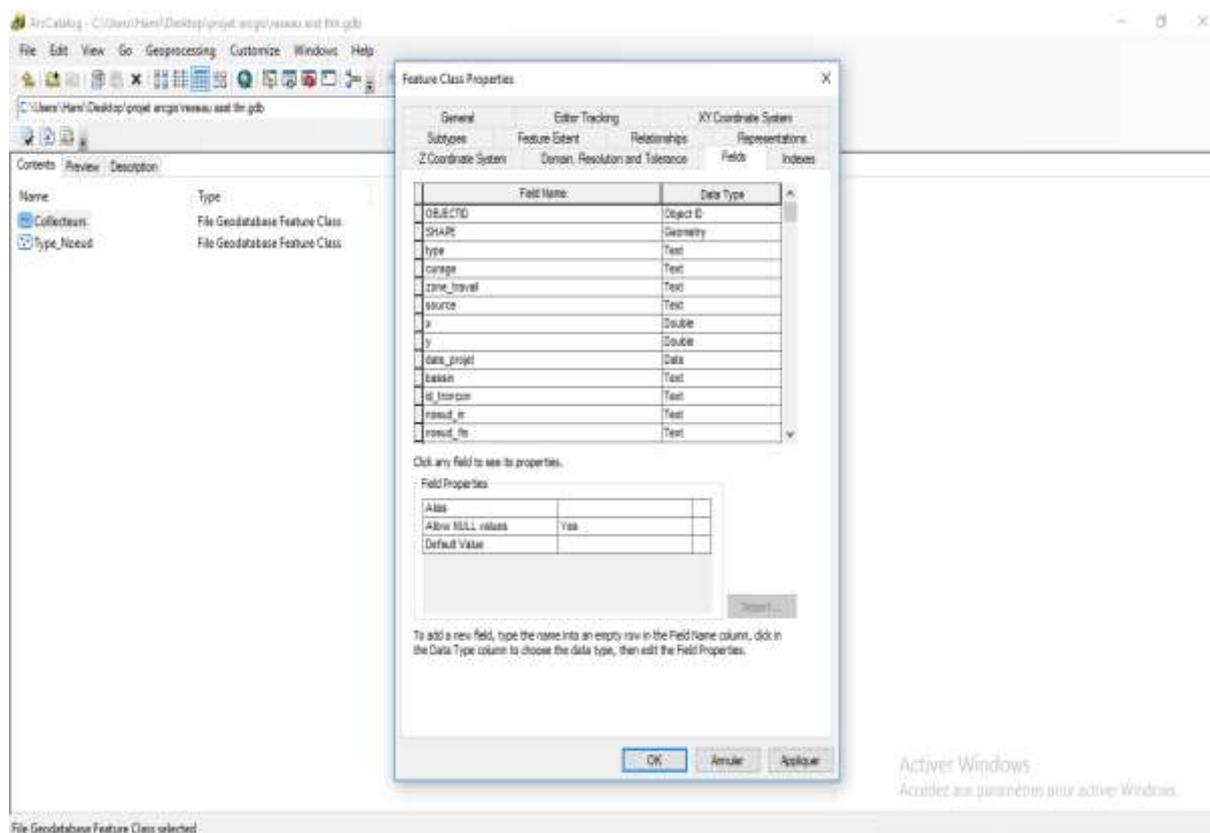


Figure IV.13 : La table attributaires des collecteurs dans ArcCataloge.

IV.5.3.2Création des domaines

Les domaines attributaires sont des règles qui décrivent les valeurs valides d'un type de champ, en fournissant une méthode pour assurer l'intégrité des données. Ils permettent de forcer les valeurs permises d'un attribut quelconque d'une table, ou d'une classe d'entités. Si les entités d'une classe d'entités ou les objets non spatiaux d'une table ont été regroupés par sous-type, différents domaines attributaires peuvent être définis pour chacun des sous-types. Un domaine est une déclaration des valeurs attributaires acceptables. Chaque fois qu'un domaine est associé à un champ attributaire, seules les valeurs dans ce domaine sont valides pour le champ. En d'autres termes, le champ n'accepte pas de valeur n'appartenant pas à ce domaine. L'utilisation des domaines assure l'intégrité des données en limitant le choix de valeurs pour un champ particulier. Des domaines attributaires peuvent être partagés par des classes d'entités, des tables et des sous-types d'une géodatabase. Cette opération facilite la saisie des données à la table d'attributaires et pour éviter les erreurs (voir la figure IV.14).

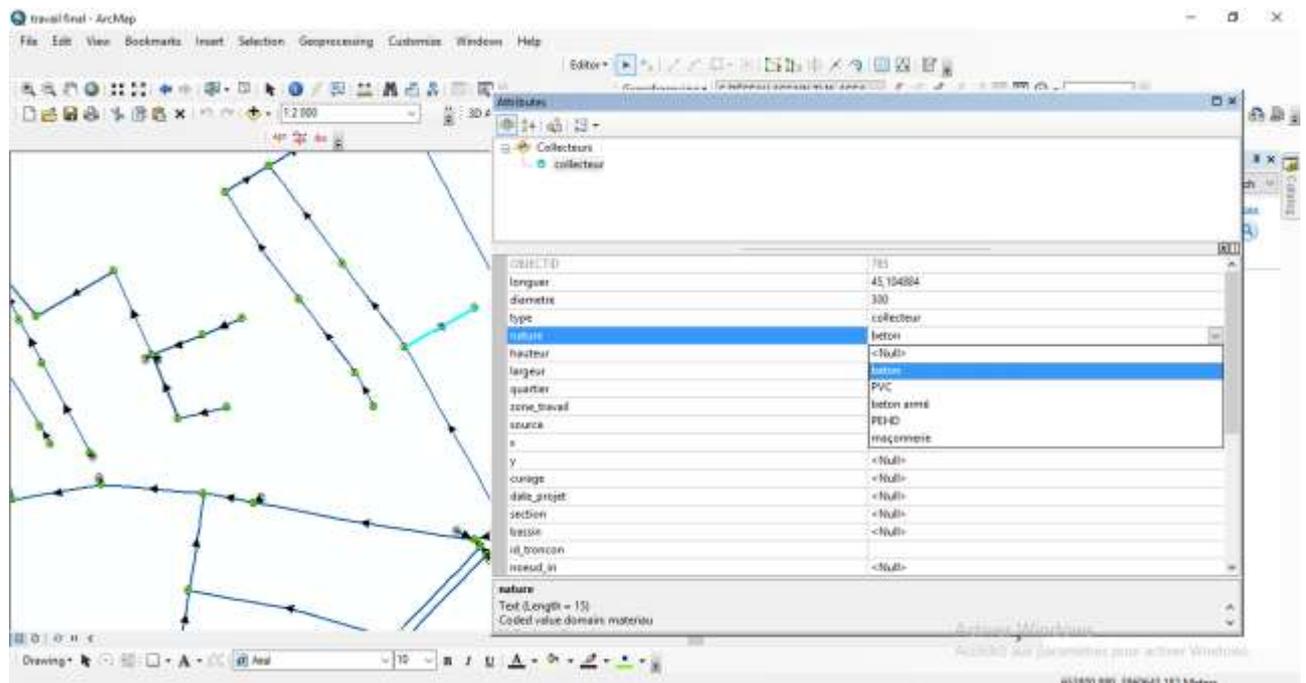


Figure IV.14 : Le domaine du différent type de matériau pour collecteurs.

On a fait ce travail pour des différents champs (Etat du regard, diamètre, type nœud...).

IV.5.4 Correction de réseau

Lors du transfert vers ArcGIS plusieurs anomalies ont été décalées telles que :

- Nœud (regards) déconnecté.
- La géométrie des collecteurs (tronçon compris entre plusieurs regards)
- Le sens d'écoulement non respecté.

Pour apporter les corrections nécessaires l'outil de fractionnement des segments du réseau a été utilisé. Cet outil permet de corriger tous les tronçons des collecteurs pour que le tronçon soit défini entre deux regards (voir la figure IV.15).

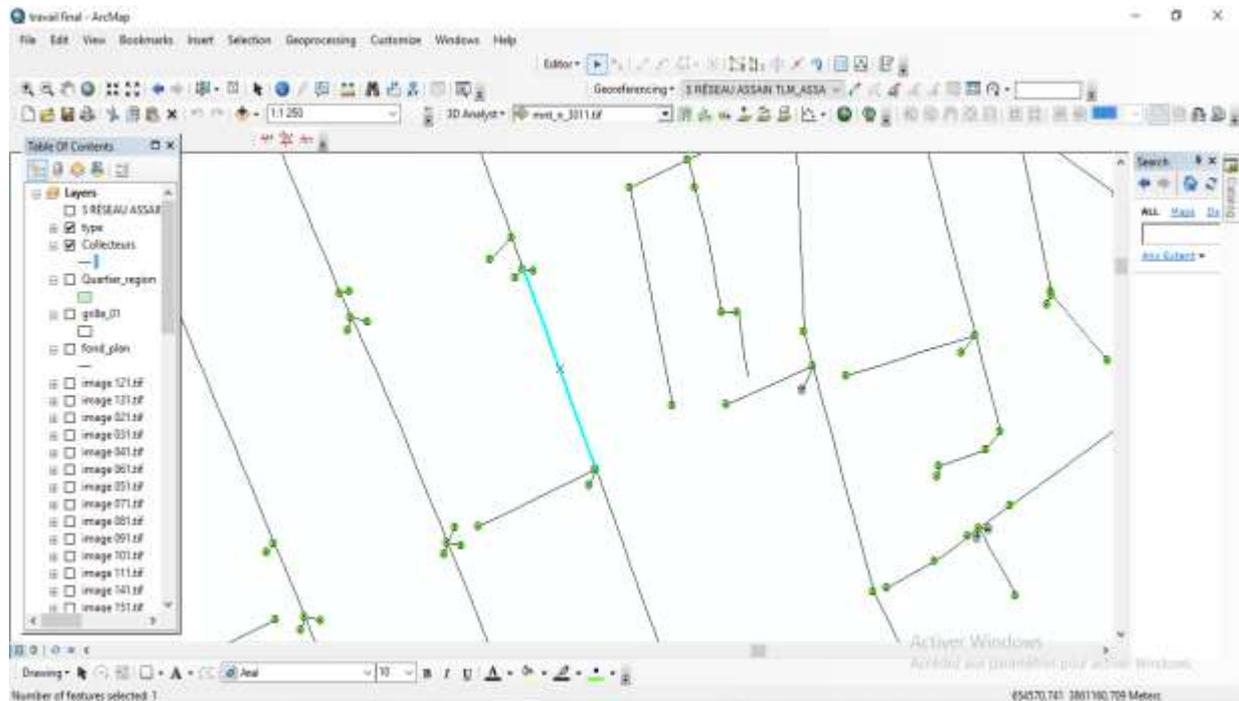


Figure IV.15 : Description du réseau corrigé

❖ **Sens d'écoulement :**

Le sens d'écoulement est très important dans un réseau d'assainissement pour cela la carte nécessite une correction et affichage de sens d'écoulement (figure IV.16) selon la pente et l'exutoire.

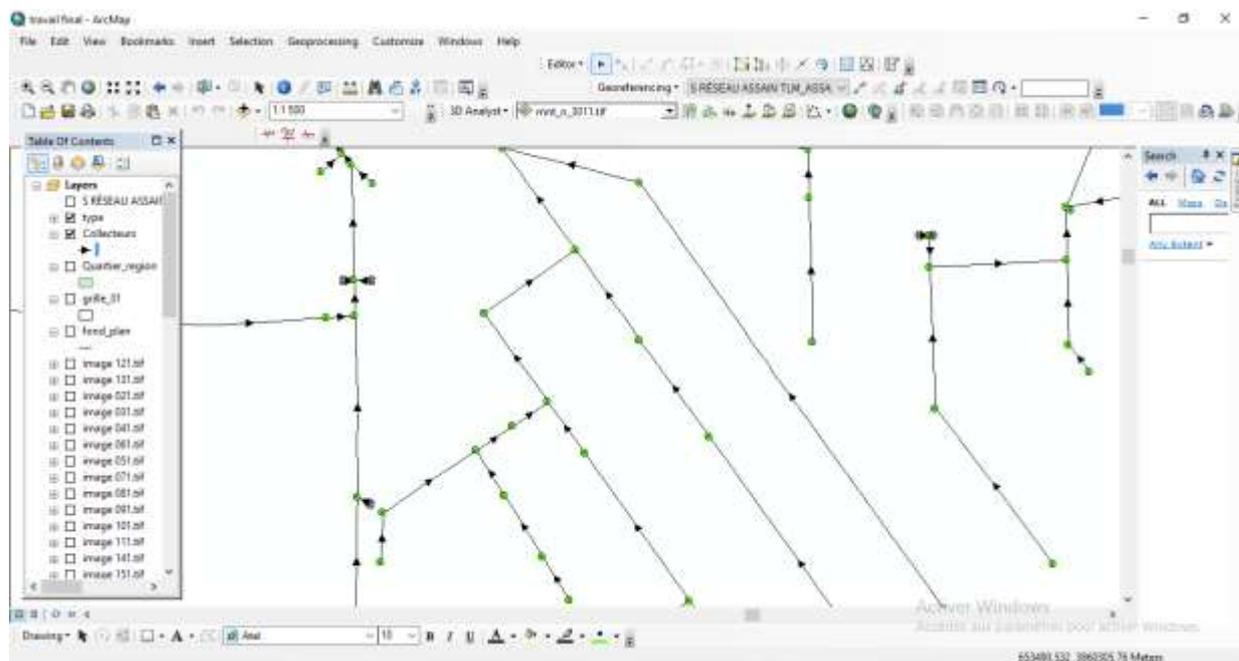


Figure IV.16 : le sens d'écoulement dans les collecteurs.

IV.5.5 Saisie des données

Les données ont été introduit champ par champ(Figure IV.17) on se basant sur les informations collectées sur les plans et rapports tels les diamètres et matériaux, par ailleurs certaines données sont chargées automatiquement en utilisant les outils de calculs d'ArcGIS.

OBJECTID*	SHAPE*	longueur	diametre	nature	type	hauteur	largeur	fonctionnemen	x	y	curage	date projet	section	zone travail
2236	Polyline ZM	73,826385	<Null>	maçonnerie	canal	800	600	gravitaire	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
2237	Polyline ZM	11,892348	<Null>	maçonnerie	canal	800	600	gravitaire	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
2238	Polyline ZM	51,806389	<Null>	maçonnerie	canal	800	600	gravitaire	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
2239	Polyline ZM	8,110858	<Null>	maçonnerie	canal	800	600	gravitaire	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
2240	Polyline ZM	15,150644	<Null>	maçonnerie	canal	800	600	gravitaire	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
2308	Polyline ZM	46,642893	<Null>	maçonnerie	canal	600	400	gravitaire	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
2309	Polyline ZM	21,568535	<Null>	maçonnerie	canal	600	400	gravitaire	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
397	Polyline ZM	194,206221	400	beton	canal à ciel ouvert	<Null>	<Null>	gravitaire	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
398	Polyline ZM	37,134719	600	beton	canal à ciel ouvert	<Null>	<Null>	gravitaire	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
399	Polyline ZM	74,083795	600	beton	canal à ciel ouvert	<Null>	<Null>	gravitaire	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
1484	Polyline ZM	7,506255	400	beton	canal à ciel ouvert	<Null>	<Null>	gravitaire	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
1485	Polyline ZM	37,642836	<Null>	beton armé	canal à ciel ouvert	600	400	gravitaire	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
1486	Polyline ZM	21,784021	<Null>	beton armé	canal à ciel ouvert	600	400	gravitaire	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
1492	Polyline ZM	53,482737	<Null>	beton armé	canal à ciel ouvert	600	400	gravitaire	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
1	Polyline ZM	187,89872	600	beton	collecteur	<Null>	<Null>	gravitaire	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	Gran
2	Polyline ZM	53,637946	600	beton	collecteur	<Null>	<Null>	gravitaire	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	Gran
3	Polyline ZM	52,827432	200	beton	collecteur	<Null>	<Null>	gravitaire	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	
4	Polyline ZM	70,557752	200	beton	collecteur	<Null>	<Null>	gravitaire	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	Gran
5	Polyline ZM	83,915864	200	beton	collecteur	<Null>	<Null>	gravitaire	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	Gran
6	Polyline ZM	132,476906	300	beton	collecteur	<Null>	<Null>	gravitaire	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	Gran
7	Polyline ZM	47,527911	600	beton	collecteur	<Null>	<Null>	gravitaire	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	
8	Polyline ZM	58,186107	200	beton	collecteur	<Null>	<Null>	gravitaire	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	
9	Polyline ZM	171,277497	500	beton	collecteur	<Null>	<Null>	gravitaire	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	
10	Polyline ZM	108,156893	400	beton	collecteur	<Null>	<Null>	gravitaire	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	

Figure IV.17 :Structure de la table des collecteurs.

La table des regards contient des informations spécifiques pour ces derniers comme le montre la (Figure IV.18).

OBJECTID*	SHAPE*	type	type noeud	cote	X	Y	commune	code noeud	CR	Etat	profondeur	id noeud
302	Point Z	avaloir	regard	806	654315,2286	3861150,544			0		0	
303	Point Z	regard de jonction	regard	807	654271,8555	3861257,4622			0		0	
304	Point Z	avaloir	regard	807	654266,6066	3861253,613			0		0	
305	Point Z	regard de jonction	regard	808	654267,1389	3861268,34			0		0	
306	Point Z	avaloir	regard	809	654262,1089	3861263,9009			0		0	
307	Point Z	avaloir	regard	810	654236,555	3861347,4639			0		0	
308	Point Z	regard de jonction	regard	810	654231,9988	3861348,7437			0		0	
309	Point Z	avaloir	regard	810	654226,4374	3861342,175			0		0	
310	Point Z	avaloir	regard	806	654210,9929	3861410,6811			0		0	
311	Point Z	regard de jonction	regard	804	654202,3018	3861414,3783			0		0	
312	Point Z	regard de jonction	regard	804	654200,8176	3861414,2203			0		0	
313	Point Z	avaloir	regard	804	654198,2778	3861410,8712			0		0	
314	Point Z	regard de jonction	regard	805	654136,97	3861424,2983			0		0	
315	Point Z	avaloir	regard	805	654133,2923	3861420,929			0		0	
316	Point Z	regard de jonction	regard	805	654076,6764	3861429,7972			0		0	
317	Point Z	avaloir	regard	807	654073,3945	3861423,2685			0		0	
318	Point Z	regard de jonction	regard	799	654019,0297	3861381,557			0		0	
319	Point Z	avaloir	regard	797	653999,4623	3861365,1883			0		0	
320	Point Z	avaloir	regard	797	654006,0919	3861358,8218			0		0	
321	Point Z	regard de jonction	regard	797	654000,963	3861360,4913			0		0	
322	Point Z	regard de facade	regard	813	654432,1135	3861070,8182			0		0	
323	Point Z	avaloir	regard	813	654428,2627	3861068,2388			0		0	
324	Point Z	regard de jonction	regard	813	654417,3864	3861071,95			0		0	
325	Point Z	avaloir	regard	813	654422,672	3861073,4897			0		0	

Figure IV.18 : Structure de la table des regards

IV.5.6 Classification des entités (collecteurs, type nœud)

Les nœuds sont classés selon leur type (regards, avaloir, rejet, déversoir d'orage, fosse septique), afin de pouvoir modifier le symbole de chaque type (voir la figure IV.19).

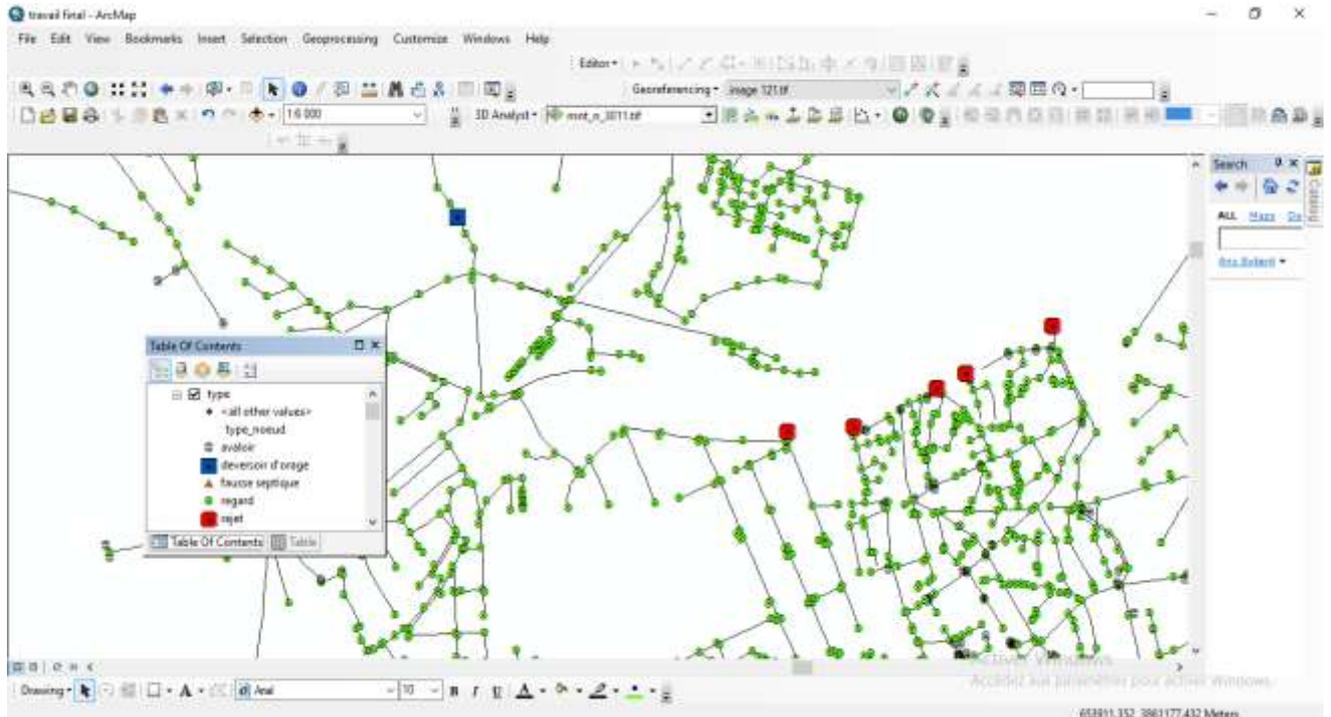


Figure IV.19 : Identification des nœuds selon leurs types

Cet outil permet d'afficher les entités (regards, collecteurs) selon leurs catégories (matériaux, type, diamètre) (Figure IV.20).

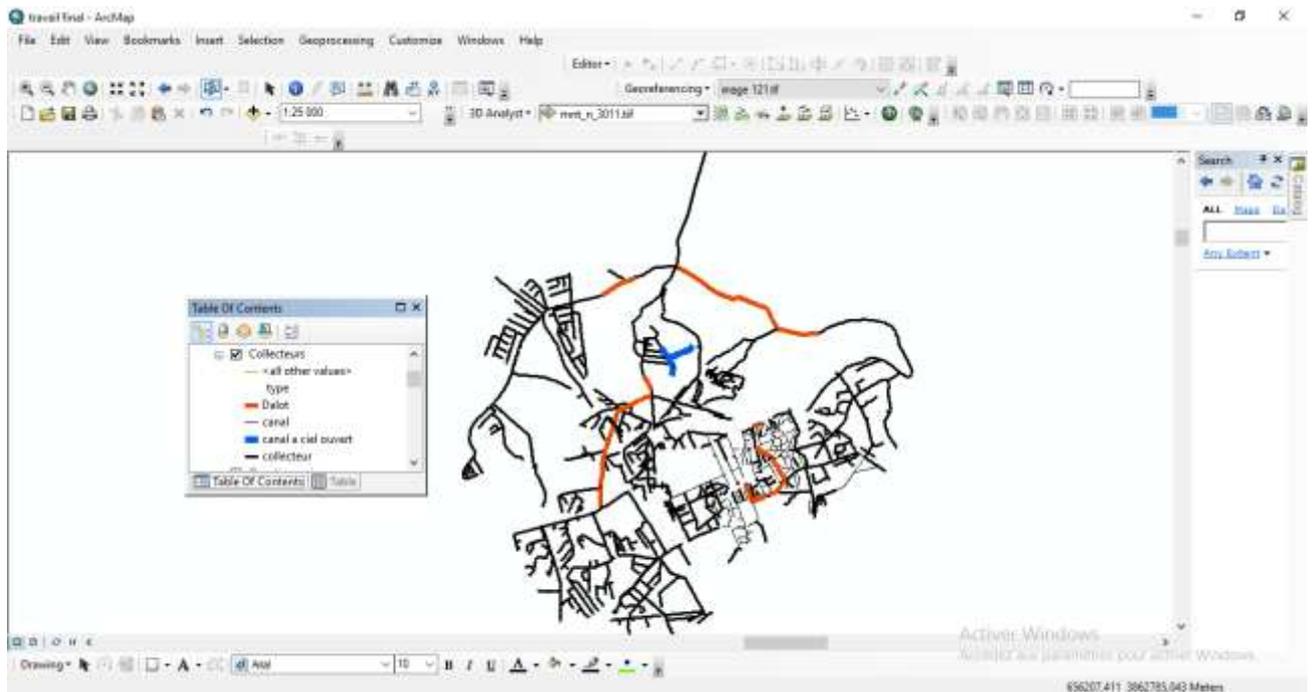


Figure IV.20 : Identification des collecteurs selon leurs types.

Figure IV.21 représente la totalité du réseau d'assainissement de la ville de Tlemcen ainsi que ses différentes infrastructures et leur emplacement dans une carte.

Cette carte montre la superposition de réseau d'assainissement sur un fond d'une image satellitaire.

STEP
Ain Elhoutz



- type_noeud
 - avaloir
 - deverseur d'orage
 - fausse septique
 - regard
 - collecteur
- type
 - Dalot
 - canal
 - canal a ciel ouvert
 - collecteur



Carte de réseau d'assainissement de
la ville de Tlemcen

IV.6 Requête et analyse

Les fonctionnalisés de la sélection SQL «Structure Query Language » c'est-à-dire « Langage Structuré de requêtes » font la véritable puissance des SIG, car ça nous permet de formuler les requêtes reflétant les préoccupations des gestionnaires des données par couches univariée ou couches multivariées. Il assure l'indépendance entre le programme et les données.

Le rôle du langage SQL de ArcGIS permet de formuler des requêtes sur la base de données en s'appuyant sur les opérateurs de l'algèbre relationnelle.

IV.6.1 Création des couches de requêtes

Faire une requête nous permet de faire des sélections des objets dans une base de données répondant à un caractère commun : descriptif (requête attributaire) ou géométrique (requête spatiale), quelques exemples sont donnés dans les sections suivantes :

- ❖ **Requête N°1** : Un exemple de sélection pour afficher tous les diamètres inférieur à 300 mm est donné en dans la figure IV.22.

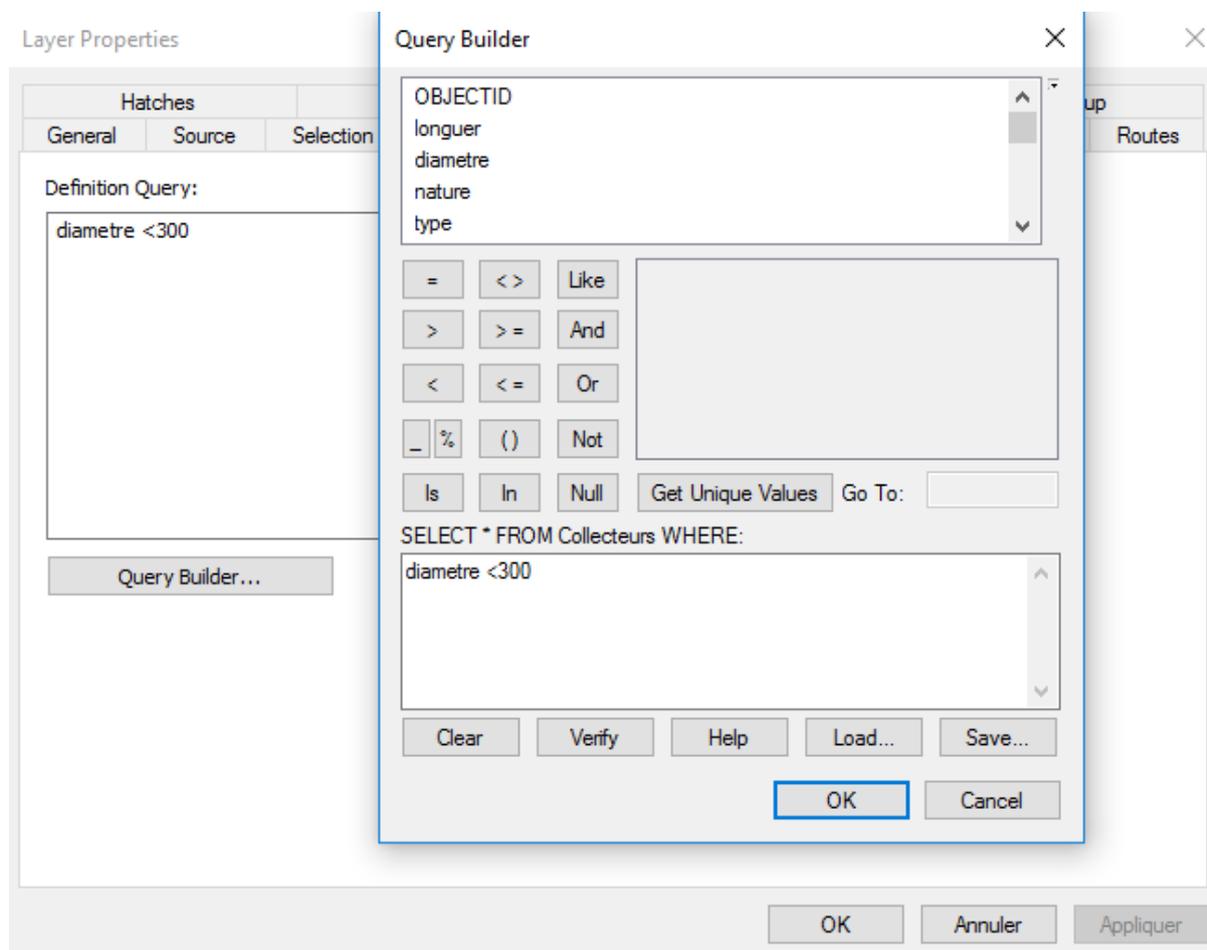


Figure IV.22 : Requête 01 pour la sélection des diamètres<300mm

Le résultat de la requête N°1 montre la table des données des collecteurs avec les diamètres inférieurs à 300 mm ainsi que leur affichage sur ArcMap (figure IV.23).

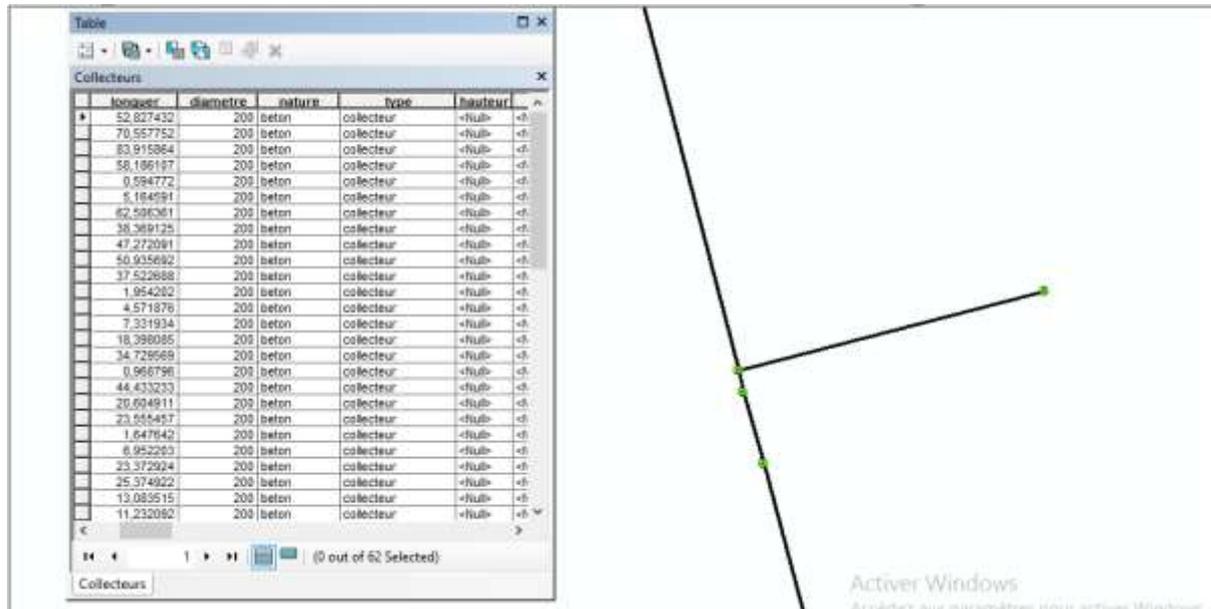


Figure IV.23 : Résultat de la requête N°01

❖ **Requête N°2 : Affichage des regards de jonction**

Dans la figure IV.24, on a fait une sélection pour afficher tous les regards de jonction.

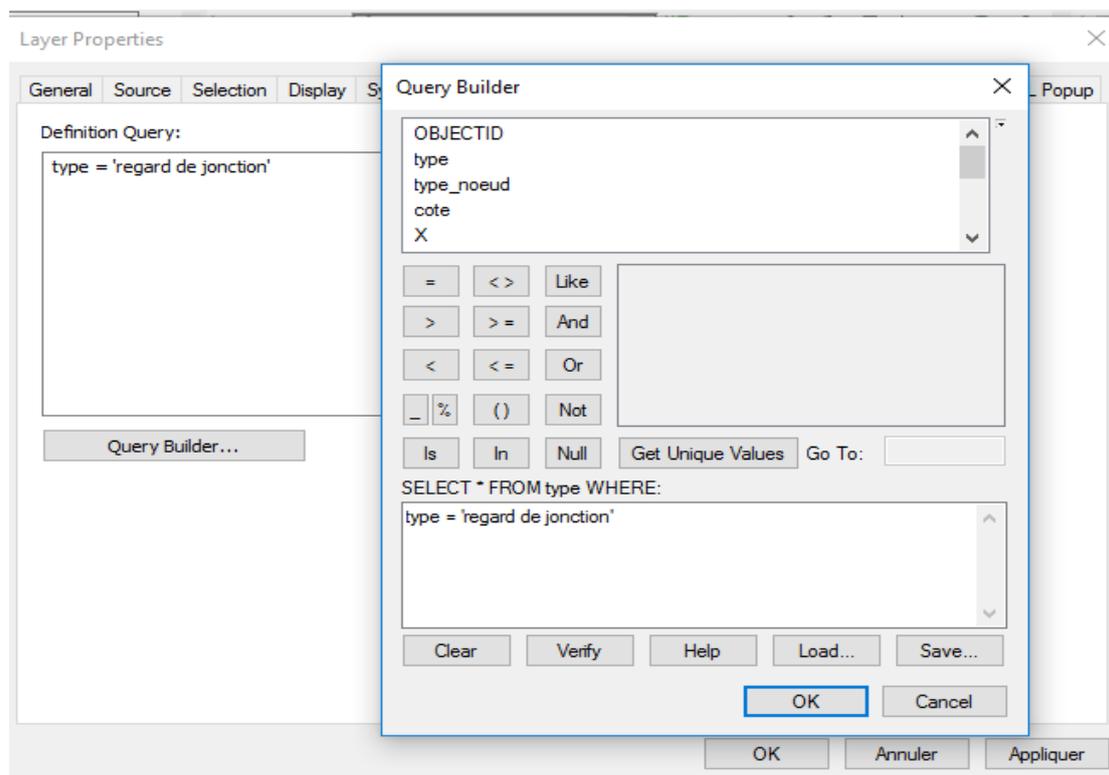


Figure IV.24 : Requête N°2 pour la sélection des regards de jonction

Le résultat de la requête 02 montre la table des données des regards de type « regard de jonction » ainsi que leur affichage sur ArcMap (voir la figure IV.25).

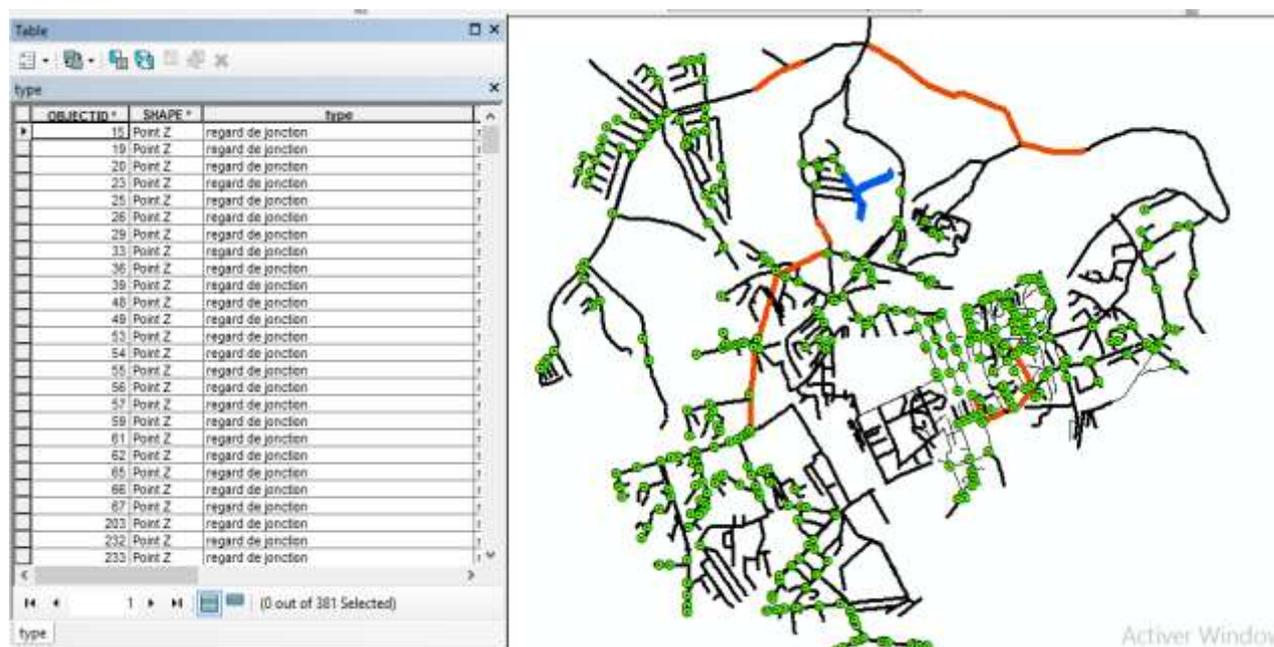


Figure IV.25 : Résultat de la requête N°02

IV.7 Interprétation des résultats

Après analyse du réseau d'assainissement de Tlemcen (commune de Tlemcen et Chetouane) on a abouti aux résultats suivants :

Le réseau s'étend sur une surface d'environ 5,75km

Il est constitué de :

- 77696,9 mètres de canalisations réparties en collecteurs (65064,2 m) et en dalots (3315,7m) et en canaux (8891,1m) et en canaux à ciel ouvert (425,9 m).
- 2039 regards, se répartissant en regard de chute, de façade, de jonction, de changement de direction, et d'avaloirs.
- 5 points de rejets.

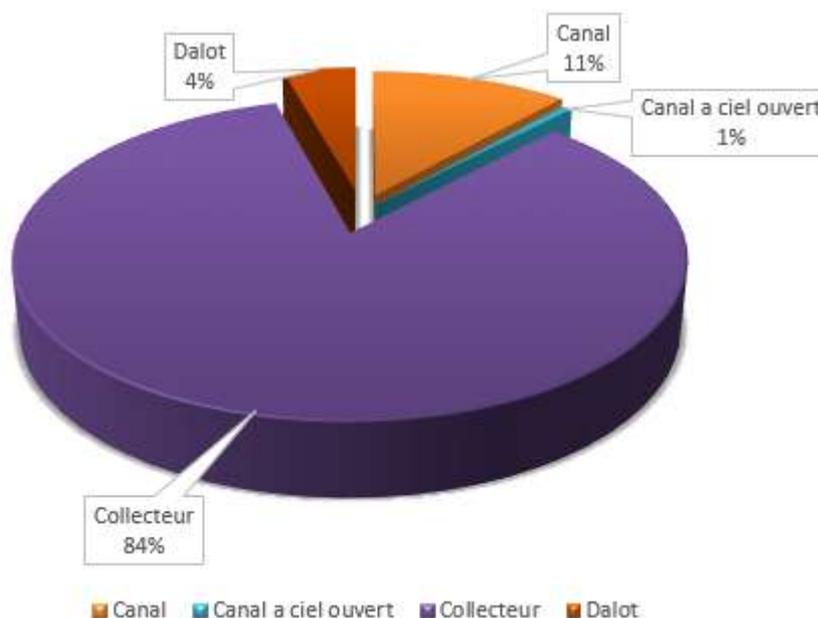


Figure IV.26 : Les différents types des canalisations du le réseau d'assainissement.

Le linéaire du réseau d'assainissement de la ville de Tlemcen représente en totalité : 77696,9m reparti comme suit (voir la figure IV.26) :

- Collecteur : 65064,2m
- Canal : 8891,1 m
- Dalot : 3315,7 m
- Canal à ciel ouvert : 425,9 m

Les collecteurs sont classés en trois catégories selon leurs diamètres (figure IV.27) comme suit :

- Collecteurs primaires (10%)
- Collecteurs secondaires (50%)
- Collecteur tertiaires (40%)

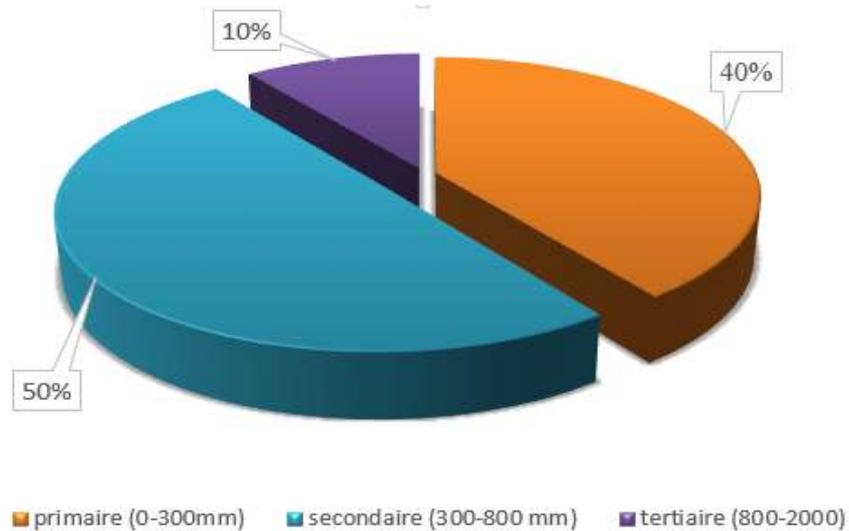


Figure IV.27 : Répartition des collecteurs selon leurs diamètres

On a 65064,2 mètres linéaire de collecteurs, qui varient de 200 mm à 2000 mm qui sont représentés sur la figure IV.28.

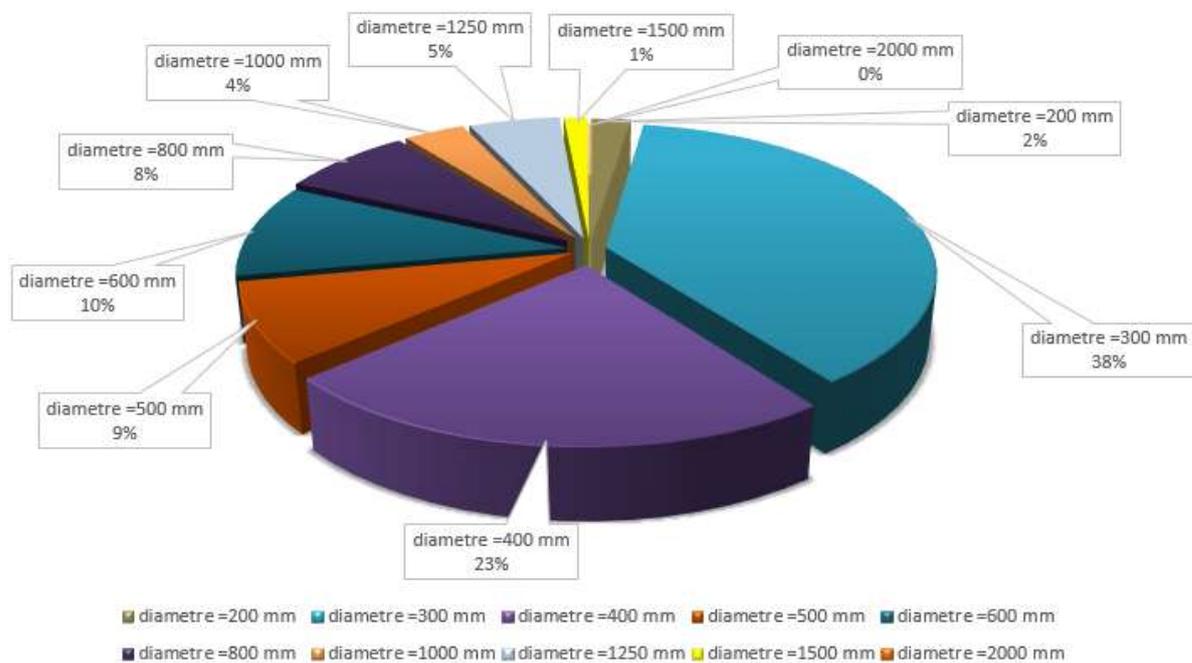


Figure IV.28 : Les différents diamètres des collecteurs

D'après cette répartition des diamètres on a un nombre très important des diamètres 300mm (38%) et 400mm (23%) on comparant avec les autres différents diamètres.

Le réseau d'assainissement de Tlemcen est constitué de 03 types de matériaux, à savoir :

- Béton
- Maçonnerie
- Béton armé

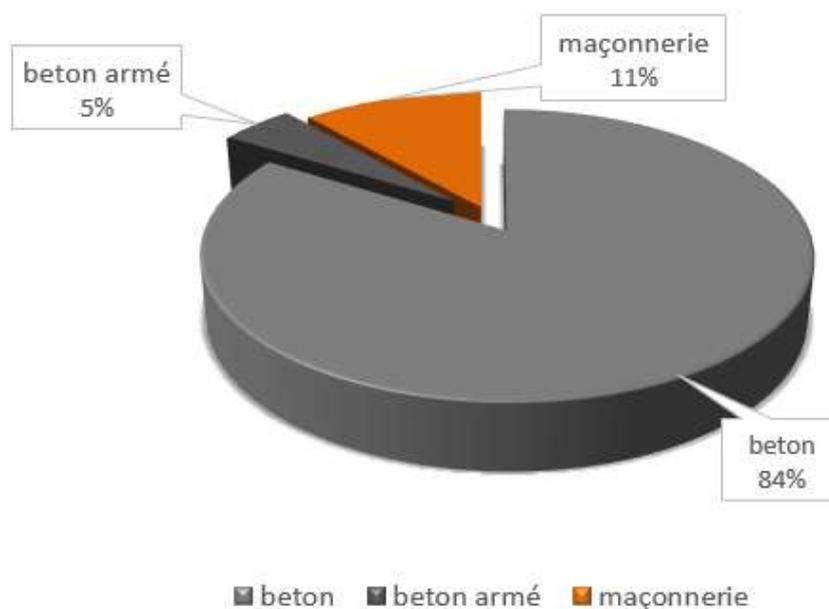


Figure IV.29 : Répartition des collecteurs selon leurs matériaux

La figure IV.29 représente la répartition selon les matériaux de construction, 84% linéaire du réseau est en béton, par contre on remarque que 11% est en maçonnerie et 5% en béton armé.

Les regards sont répartis selon leur type de la manière suivante :

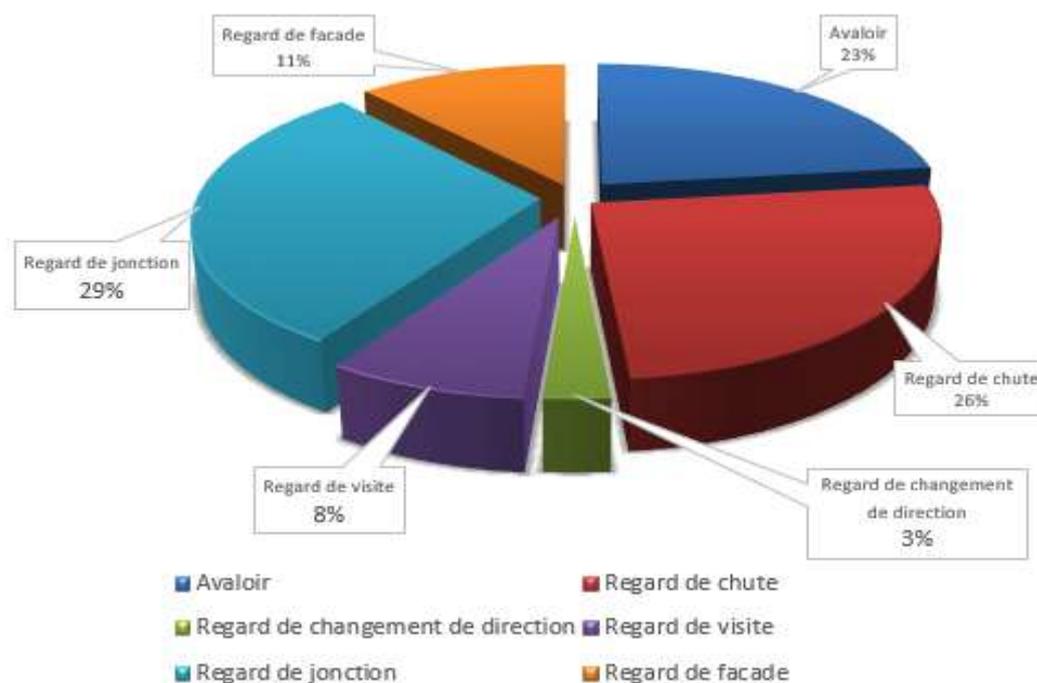


Figure IV.30 : Répartition des regards selon leurs types

Les regards de jonction ainsi les regards de chute représente la majorité des types de regards dans le réseau, face au manque d'information une grande partie est resté sans information dans la base de données voir la figure IV.30.

IV.8 Discussions des résultats

Les résultats des requêtes nous ont permis de détecter quelques anomalies géométriques au niveau de réseau. Ces anomalies sont données dans ce qui suit :

- **Le sous dimensionnement des collecteurs** : la majorité des collecteurs ont un diamètre entre 300 et 400mm avec des longueurs importantes (problèmes de raccordements) ce qui ne répond pas aux normes en vigueur. La réhabilitation et le changement de ces collecteurs est indispensable.
- **Réseau vétuste** : Les canaux représentent plus de 11% de réseau, vu l'ancienneté de ces canaux (constitués de maçonnerie), datant de la période coloniale et vu leur situation, principalement dans la ville ancienne de Tlemcen (centre-ville) ainsi que leur état détérioré, une réhabilitation de cette zone est prioritaire.
- Dans le réseau d'assainissement il existe 5 point de rejet. La majorité de ces rejets déverse dans la nature et ceci pose des risques de pollutions des nappes phréatiques et des contaminations par des maladies à transmission hydriques

Une vue en 3D a été créée pour la ville de Tlemcen et le réseau y est superposé comme c'est illustré dans la figure IV.31. Après l'analyse spatiale de la carte de réseau en 3D, on a pu détecter des anomalies liées à défauts de conception et de pose tels que la disposition en contre pentes.

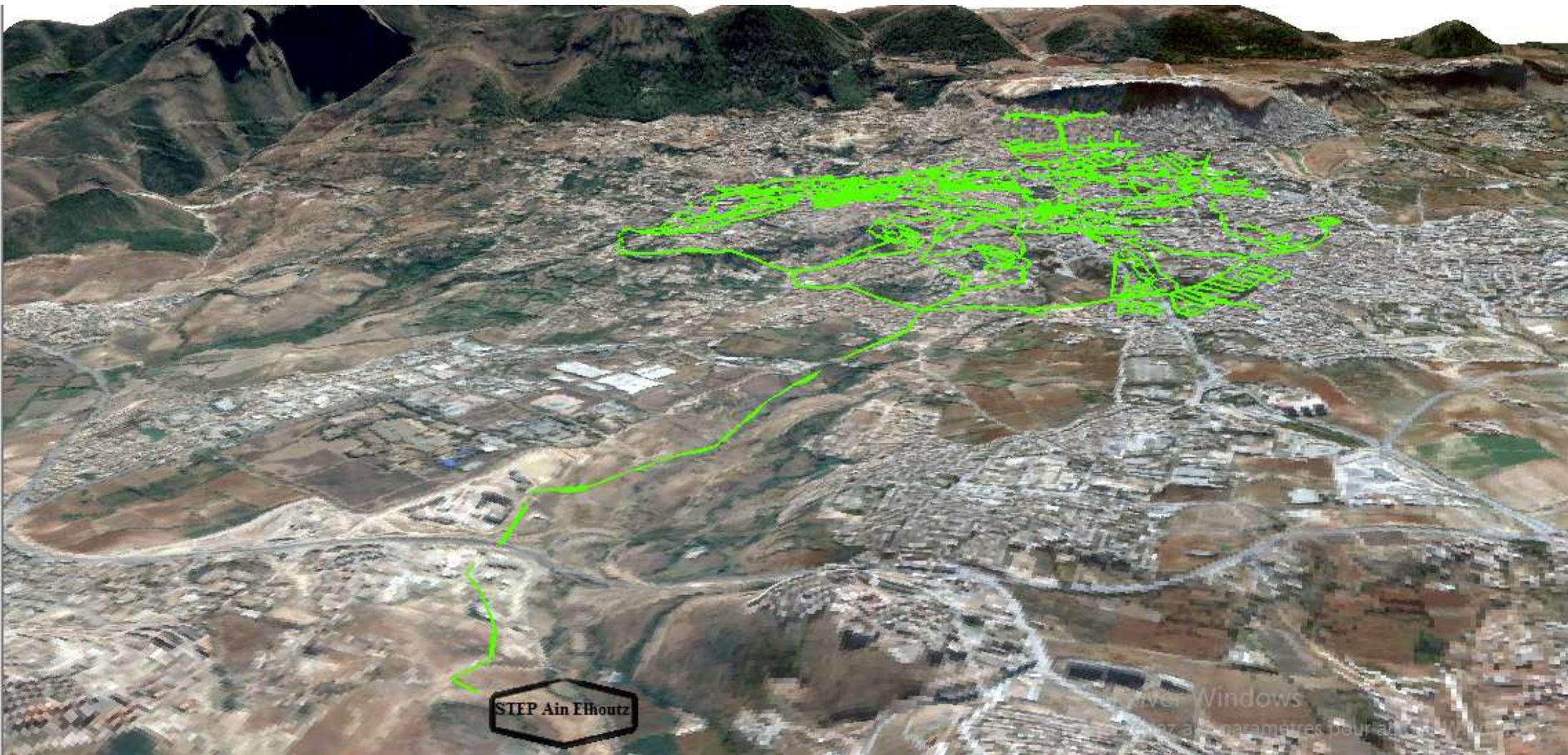


Figure IV.31 : Représentation en 3D du réseau d'assainissement de Tlemcen

IV.9 Conclusion

La création de la base de données est un outil d'aide à la gestion et la décision de réseau d'assainissement de la ville de Tlemcen. En se basant sur les résultats des requêtes, des anomalies ont été détectées au niveau de ce réseau ainsi l'identification de quelques points noirs a été faites (contre pente, absence du regard de changement de direction...).Des opérations de réhabilitation sont alors indispensables pour la correction de ces problèmes.

Cette étude constitue une première étape d'un processus global dont le but est de développer des technique d'aide à la gestion des réseaux d'assainissement au moyen des systèmes d'information géographique .Elle permet d'envisager d'autres applications qui intéressent les gestionnaires des réseaux, parmi lesquelles on peut citer :

- Compléter la numérisation du réseau pour faciliter sa gestion
- Modéliser le réseau pour comprendre son comportement.
- Réaliser des campagnes de Géolocalisation pour s'assurer avec précision de l'emplacement de toutes infrastructures.
- Avoir toutes informations pour les actions de maintenance et réhabilitation.
- Détecter les dysfonctionnements au niveau de réseau à l'aide de l'analyse spatiale des données géographiques.
- Maintenir les réseaux à jour en permanence par l'intégration des plans de récolement des réseaux dans la base de données.
- Saisir et gérer les interventions sur le terrain.

Conclusion générale

Dans le cadre de notre travail l'élaboration d'une base de données et des cartes numérisées à l'aide d'un SIG est faites afin de mieux connaître et maîtriser le fonctionnement du réseau d'assainissement de la ville de Tlemcen.

Les opérations de saisie et de stockage des données descriptives et géographiques ont permis de constituer cette base de données importante contenant les éléments essentiels du réseau d'assainissement de la ville de Tlemcen.

L'analyse de cette base de données à l'aide du SIG ArcGis a permis de déterminer l'état du réseau d'assainissement de la ville de Tlemcen et a fait ressortir quelques défaillances d'ordre géométrique, les plus importantes sont :

- Des problèmes de conception de réseau (contre pente, sous dimensionnement).
- Réseaux vétustes construits avec des matériaux dépassés (maçonnerie) dans des zones sensibles (centre-ville).

Ce travail a montré aussi que les défauts constatés sur le réseau existant sont à imputer, en majeure partie, à des erreurs initiales de conception et de dimensionnement. C'est pour cela que la conception d'un système d'assainissement doit revêtir un grand intérêt et doit être menée avec beaucoup de rigueur.

En vue d'une amélioration d'exploitation du réseau d'assainissement, nous préconisons quelques recommandations et suggestions :

- L'utilisation des images satellitaires comme un fond de plan pour la carte de réseau ne permet pas de donner la réalité du terrain en totalité avec une erreur qui dépasse les 30m, par contre l'utilisation des photos aériennes nous permet de minimiser l'erreur avec un fond bien clair et précis.
- Le service gestionnaire ONA n'utilise pas les fiches d'intervention pour la collecte des données (type matériaux, dimension des regards...etc.) lors des incidents survenus sur le réseau.
- A partir du support cartographique établi par l'outil de gestion SIG, on peut procéder à une étude de simulation de comportement du réseau d'assainissement.

Il faut signaler que les phases d'acquisition et d'analyse de données sont des étapes délicates et difficiles pour un tel projet, leur achèvement a nécessité un temps considérable.

Cette étude constitue une première étape d'un processus global dont le but est de développer des technique d'aide à la gestion des réseaux d'assainissement au moyen des systèmes d'information géographique .Elle permet d'envisager d'autres applications qui intéressent les gestionnaires des réseaux, parmi lesquelles on peut citer :

- Compléter la numérisation du réseau pour faciliter sa gestion
- Modéliser le réseau pour comprendre son comportement.
- Effectuer des visites d'inspection et de réparation pour constituer un historique des interventions.

Bibliographie

- [1] : Valiron F., 1994, Memento du gestionnaire de l'alimentation en eau et de l'assainissement, Tome 2, Edition Lavoisier.
- [2] : Bourrier R & Satin.M & Selmi.B., 2010, Guide technique de l'assainissement, Edition, Le Moniteur.
- [3] : Bourrier R., 2008, Les réseaux d'assainissement, Edition Lavoisier.
- [4] : H.Guerree & C.Gomella., Les eaux usées dans les agglomérations urbaines ou rurales, La Collecte 1.
- [5] : Abdelbaki C., 2014, Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un SIG - Cas du Groupement Urbain de Tlemcen.
- [6] : Boudghen Stambouli M., 2005, Création d'une base de données du réseau d'assainissement de Tlemcen et réalisation de cartes numérisées à l'aide d'un SIG,, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen.
- [7] : GHODBANE R., 2016, Modélisation d'un réseau d'assainissement et contribution à sa gestion à l'aide d'un SIG - Étude de la ville de Boutaleb.
- [8] : BERLANDJ-M., 2013, Entretien, diagnostic et réhabilitation des réseaux d'assainissement, France.
- [9] : CHIKH M., 2014, Modélisation des données d'un réseau d'assainissement dans une base de données de type S.I.G - Zeralda.
- [10] : Rouissat B., 2015, Canalisations sous pression et à écoulement gravitaire,, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen.
- [11] : Abdelbaki C., systèmes d'information géographique cours et travaux pratiques, Université abou bekr belkaid, Tlemcen.
- [12] : DREWT., 2017, Direction des ressources en eaux wilaya de Tlemcen (service de mobilisation des eaux superficielles).
- [13] : URBAT., 2017, Schéma de principe d'AEP et d'assainissement, Tlemcen.
- [14] : ONA., 2017, Diagnostic de réseau d'assainissement de la wilaya de Tlemcen.

- [15] :Edine F., 1996, L'épuration physico chimique des eaux. Edition CEBEDOC Besançon (France).
- [16] : Gomella C., Guerre H. 1978, Les eaux usées dans les agglomérations urbaines et rurales. Edition Eyrolles, Paris (France).
- [17] : Garnaud S., 1999, Transfert et évolution géochimique de la pollution métallique en bassin versant urbain. Doctorat sciences et technique de l'environnement, Université Paris XII, Paris (France).
- [18] : Dagerskog L., 2006, Le système d'assainissement des excréta humaines pour la santé, la production agricole, la protection de l'environnement .CREPA.
- [19] : Monnier E., 1994, Diagnostic permanent en réseau d'assainissement : Mesures et calculs sur sites pilotes de la Région Ouest. Diplôme d'ingénieur de ENGEES (Strasbourg), (France).
- [20] : DUNCAN Mara., 1994, Assainissement. Lencyclopédie libre.
- [21] : GUICHARD J. / GLMR., 1992, Gestion des réseaux, le moniteur.
- [22] : Benikhlef A & Nehad M., 2002, Elaboration d'un modèle conceptuel de données d'un réseau d'AEP, Université Abou bekr belkaid, Tlemcen.
- [23] : FICCDC, 1988, Comité fédéral de coordination inter-agences pour la cartographie numérique.
- [24] : Benzerga D., 2002, Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un SIG, application au chef-lieu de la commune de Oued Fodda,, Université H.Ben Bouali, Chlef.
- [25] : Zerouali M., 2005, Création d'une base de données du réseau d'assainissement de Chetouane et réalisation de cartes numérisées à l'aide d'un SIG,, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen.
- [26] : Souaker K & Djedidi A., 2015, Etude de réseau d'assainissement de cite Mih-Bahi commune d'Eloued,, Université Hamma Lakhdar d'El-Oued.
- [27] : Dabrowski Y, 2014, Hydraulique urbaine et hydraulique rurale,, Djibouti.

Webographie

[28] : <http://hydrauliqueformation.blogspot.com/2013/03/les-ouvrages-dassainissement.html>[consulté le 14/05/2017]

[29] : Source : Office International de l'Eau - Janvier 2000[consulté le 22/04/2017]

[30] : <https://www.esrfrance.fr/sig1.aspx>[consulté le 29/04/2017]

[31] : <http://www.coastlearn.org/fr/gis/format.htm> [consulté le 14/05/2017]

[32] : <http://www.institut-numerique.org/42-modes-de-representation-des-donnees-geographiques-502fb2f3cfa91>[consulté le 22/05/2017]

[33] : <http://seig.ensg.ign.fr>[consulté le 15/02/2017]

[34] : <https://fr.scribd.com/document/266311746/Pvc>[consulté le 26/03/2017]

ANNEXES

Systemes d'assainissement

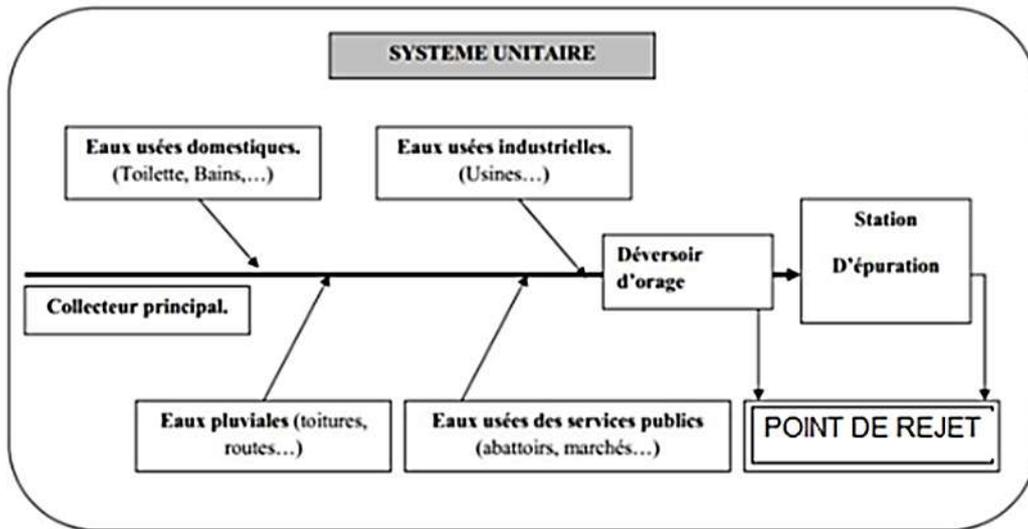


Figure A.1 : Schéma d'un réseau unitaire. [26]

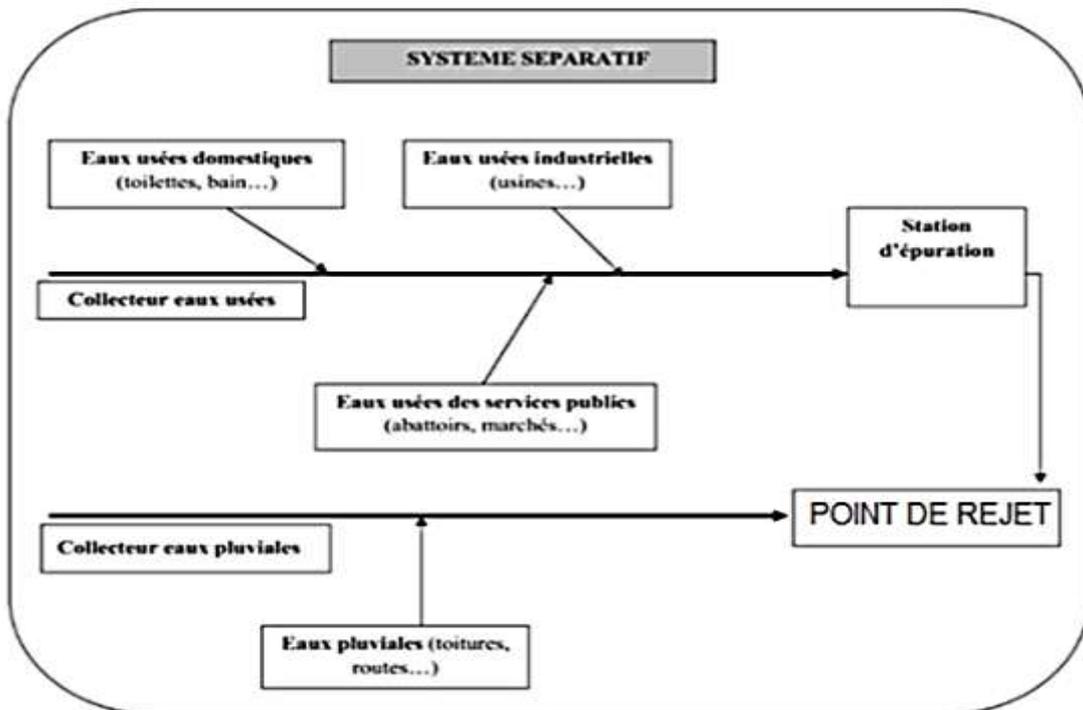


Figure A.2 : Schéma d'un réseau séparatif. [26]

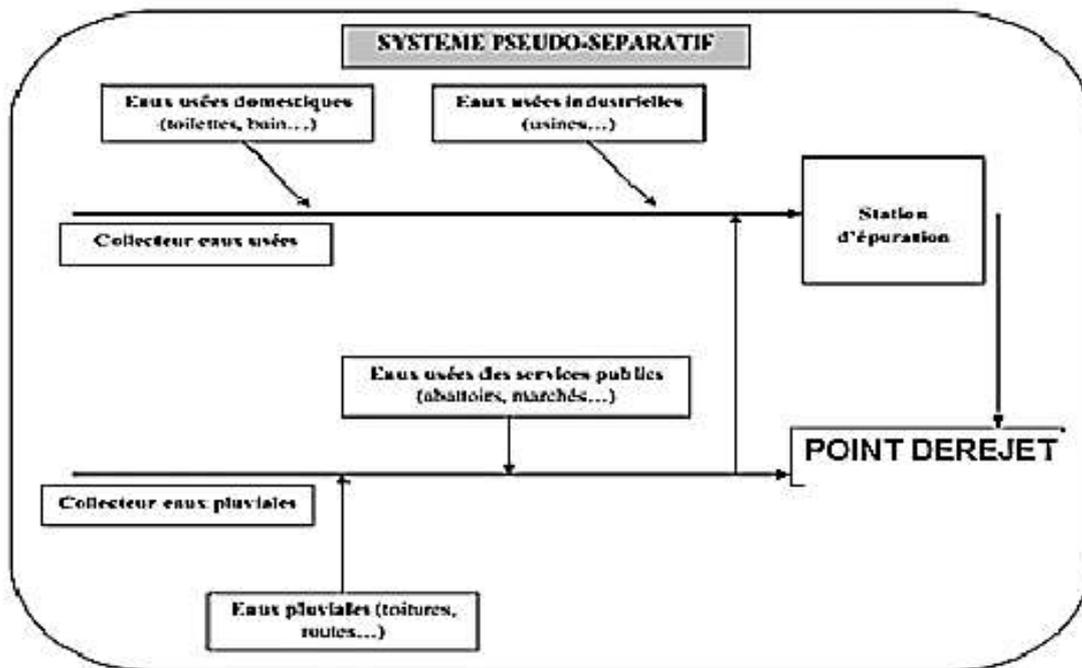


Figure A.3 :Système pseudo séparatif. [26]

Tableau A.1 :Charge de rupture R par mètre de tuyau (en daN) et épaisseurs e (en mm) pour les canalisations en béton non armé. [2]

Diamètre nominal (mm)	Série 60 B		Série 90 B		Série 135 B	
	R	e	R	e	R	e
200	2000	30	2500	30	3500	32
250	2100	36	2600	36	3800	40
300	2400	45	2700	45	4100	48
400	2800	50	3600	52	5400	60
500	3500	60	4500	65	6750	70
600	4100	70	5400	80	8100	85
800	5000	85	7200	105	10800	130

Tableau A.2 : Charge de rupture R par mètre de tuyau (en daN) et épaisseurs e (en mm) pour les canalisations en béton armé[2]

Diamètre nominal (mm)	Série 90 B		Série 135 B	
	R	e	R	e
300			4050	37
400	3800	43	5400	45
500	4500	50	6750	53
600	5400	58	8100	62
800	7200	74	10800	80
1000	9000	90	13500	100
1200	10800	105	16200	120
1400	12600	120	18900	140
1500	13500	128	20250	148
1600	14400	135	21600	155
1800	16200	150	24300	170
2000	18000	160	27000	180
2200	19800	200	29700	200
2500	22500	225	33750	225
2800	25200	250	37800	250
3000	27000	270	40500	270
3200	28800	290	43200	290
3500	31500	315	47250	315

Tableau A.3 :Caractéristiques des ovoïdes préfabriqués. [2]

Catégorie	Type	a*b	Dimensions (cm)							Périmètre (cm)	Surface (m ²)	Rayon hydraulique moyen (cm)
			r ₀	r ₁	r ₂	r ₃	c	d	e			
Exceptionnellement visitables	100	100*62.5	50	16	90	27.75	35	22.35	13	164	0.51	19.30
	130	130*80	62	18.25	117	36	36.50	32	14	341	0.83	24.30
Semi-visitables	150	150*90	70	18.75	135	41.50	37.50	38.50	15	390	1.09	28
Visitables	180	180*108	70	22.50	162	50	45	60	17.50	468	1.57	33.50
	200	200*120	70	25	180	55.50	50	74.50	19	519	1.93	37.20

Tableau A.4 : Charge de rupture (en daN/m)

Hauteur (cm)	Ovoïdes armés		Ovoïdes non armés Ovoïdes B
	Ovoïdes	Ovoïdes	
100	5200	7800	5200
130	6900	10400	6900
150	7800	11700	7800
180	9200	13800	-
200	10000	15000	-

Tableau A.5 : Caractéristiques des conduites en PVC type assainissement [10]

TUBE PVC À JOINT		
Ø (mm)	PN 6 (mm)	PN 10 (mm)
110	3,2	5,3
125	3,7	6,0
160	4,0	6,2
200	4,9	7,7
250	6,2	9,6
315	7,7	12,1
400	9,8	15,3
500	12,3	19,1
630	15,4	24,1

❖ **Pente de pose – Emboitement**

Les joints d'étanchéité sont placés dans l'emboîture femelle du tube. L'introduction du bout mâle du tube va compresser le joint pour assurer l'étanchéité de la canalisation. [10]



Figure A.4 : Emboitement par joint. [27]

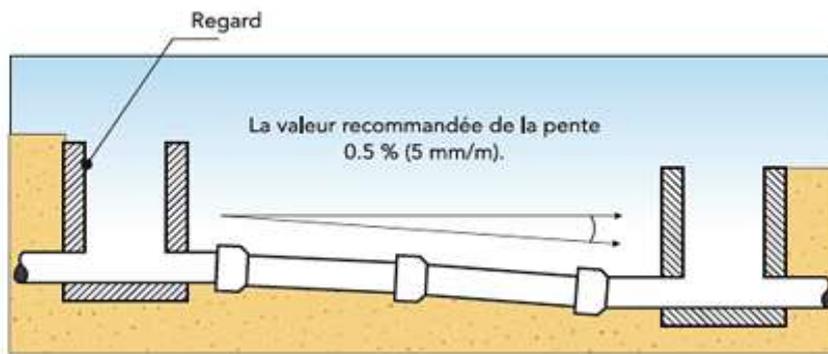


Figure A.5 : La pente de pose des conduites. [10]

ANNEXE B

Les domaines

❖ Les domaines créés pour la table des regards :

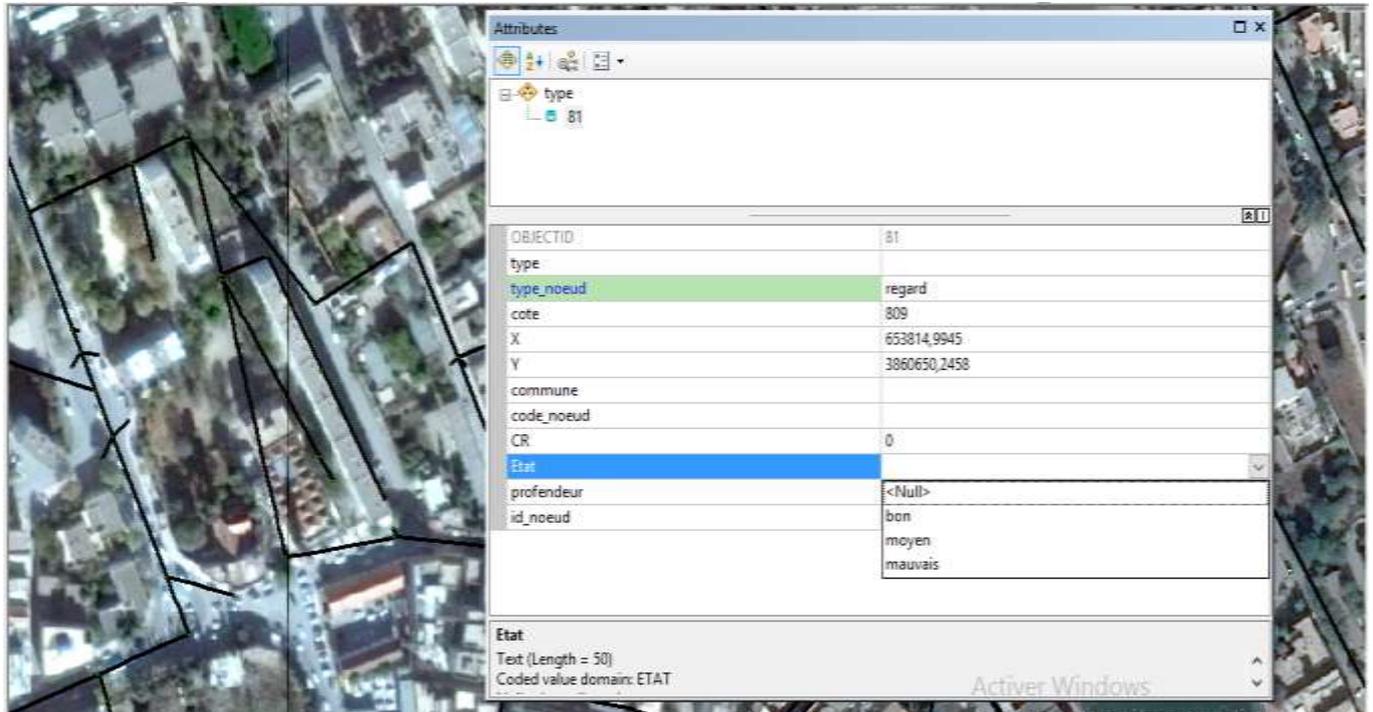


Figure B.1 :Domaine d'état des regards

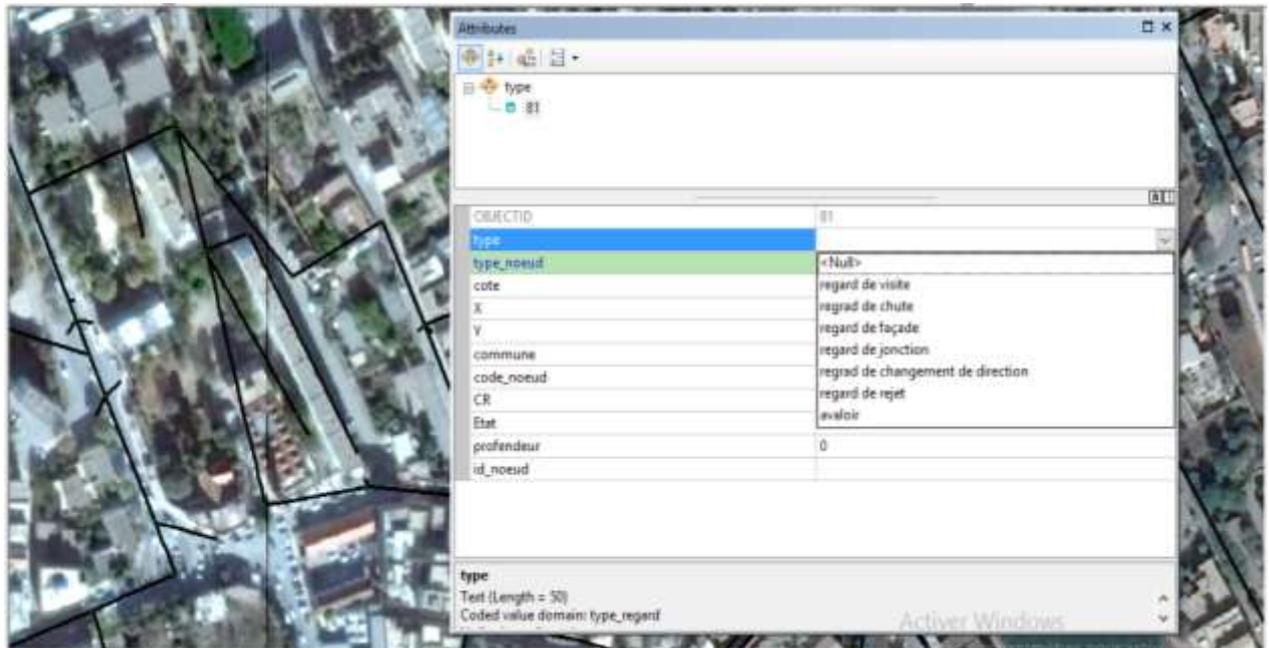


Figure B.2 :Domaine de type des regards.

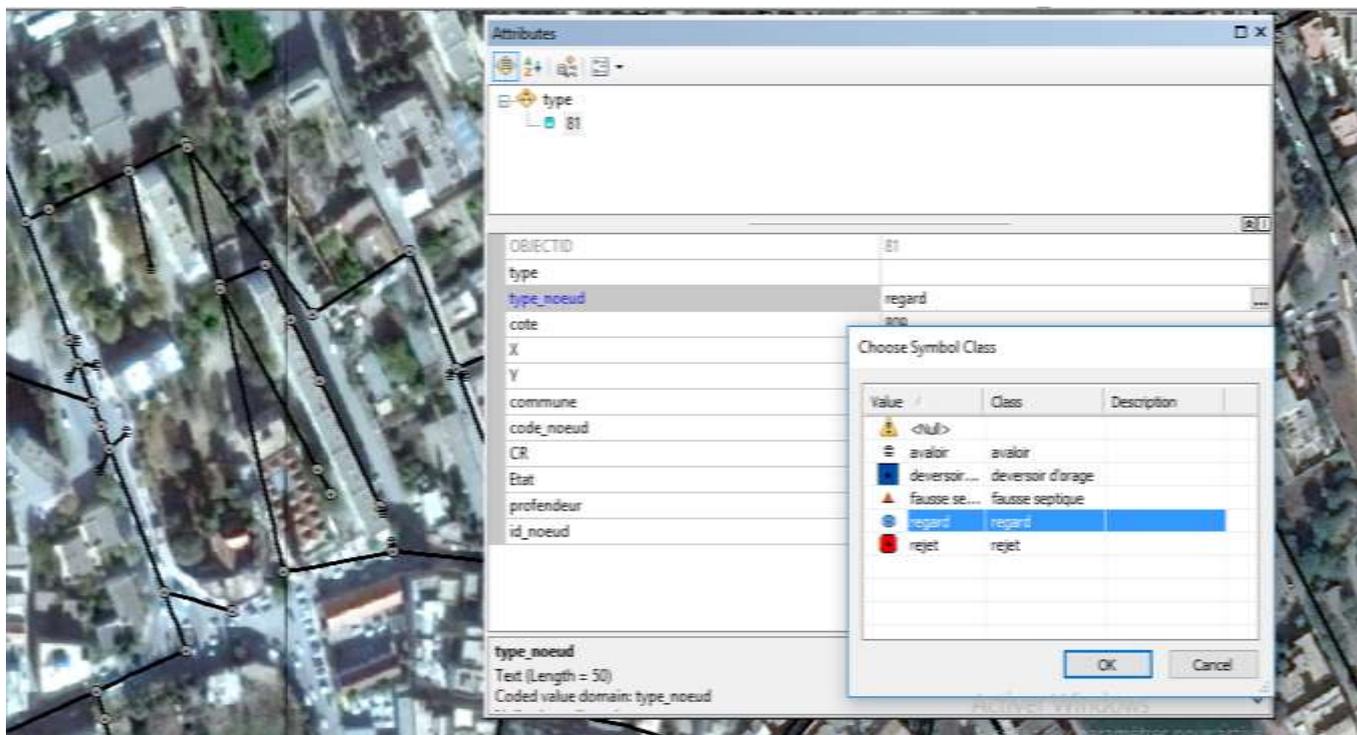


Figure B.3 : Domaine de type nœud des regards.

❖ Les domaines créés pour la table des collecteurs :

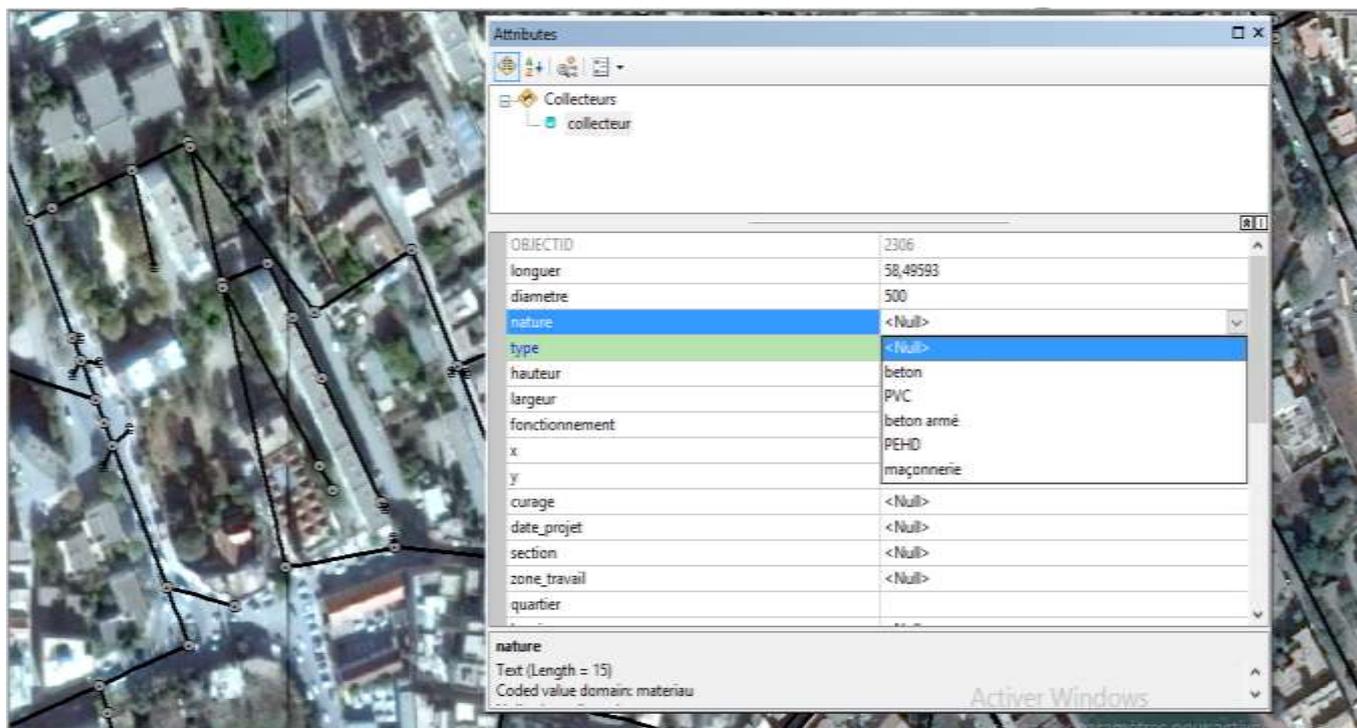


Figure B.4 : Domaine de la nature de matériau pour les collecteurs.

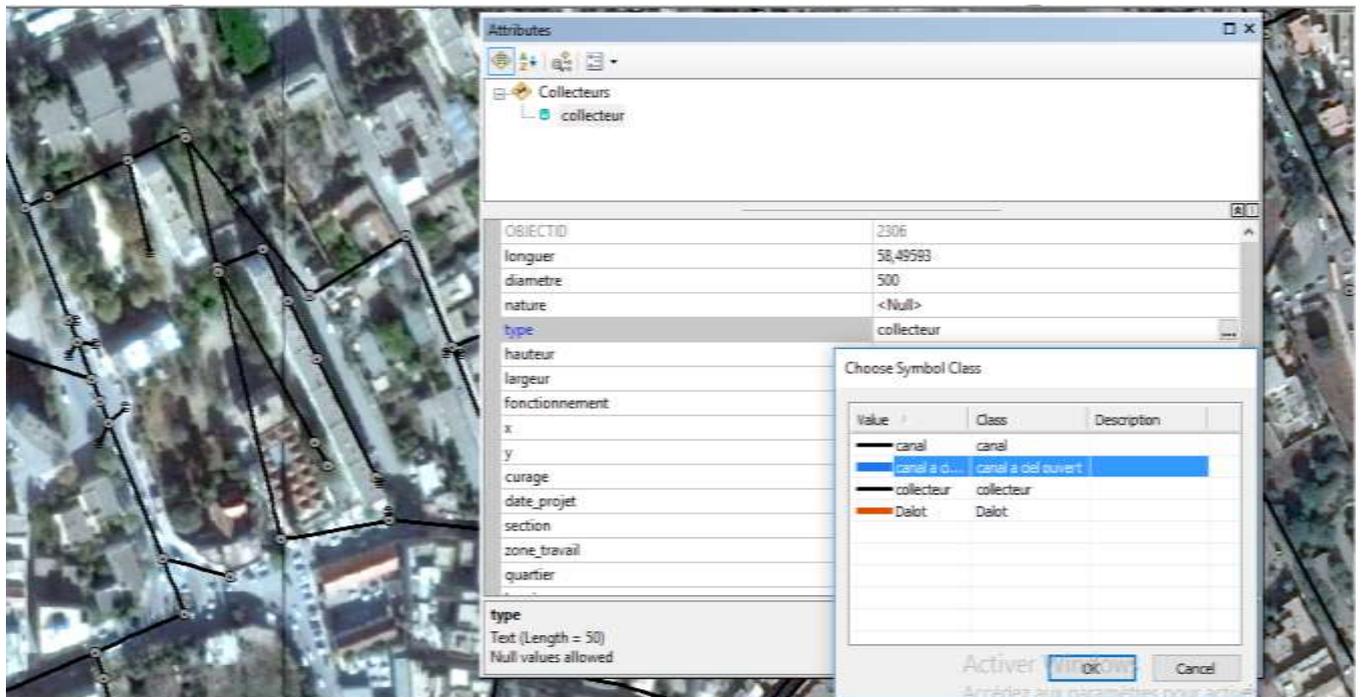


Figure B.5 : Domaine de type de matériau pour les collecteurs.

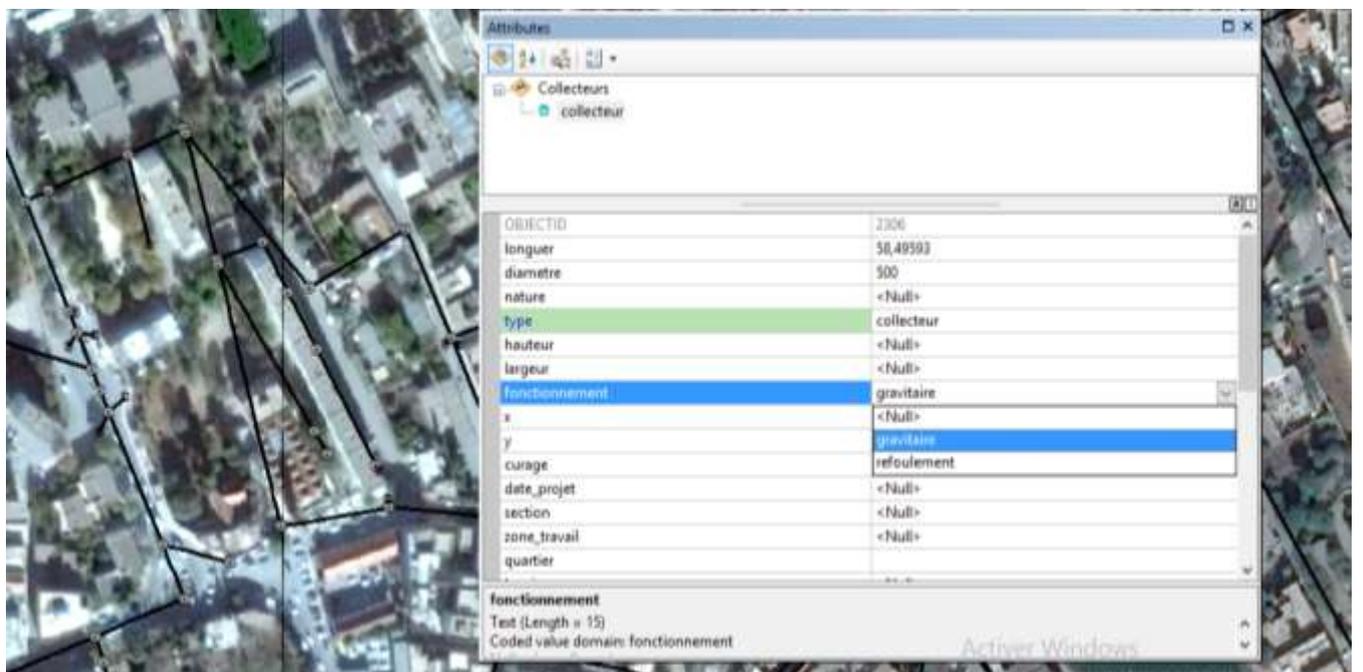


Figure B.6 : Domaine de fonctionnement des collecteurs.

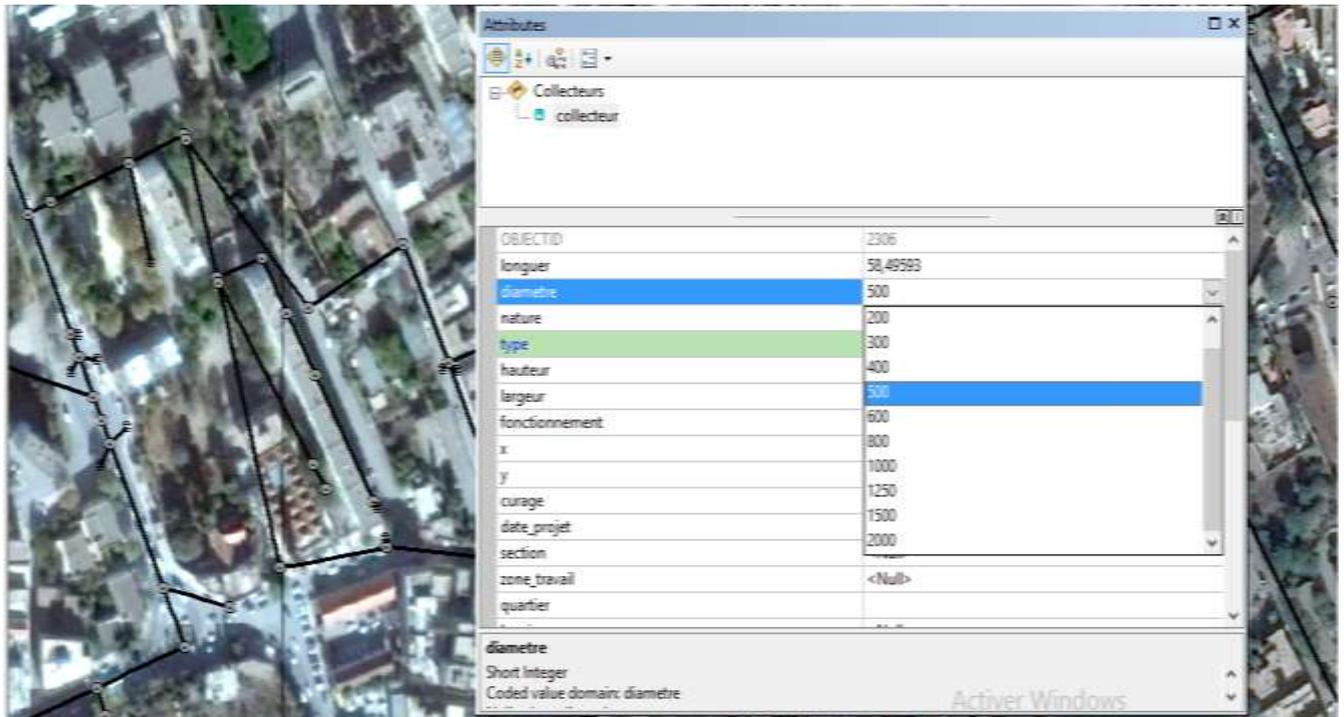


Figure B.7 :Domaine de diamètre de matériau pour les collecteurs.

Les tables attributaires

❖ La table attributaire des regards

OBJECTID*	SHAPE*	type	type_souscl	code	x	y	contrainte	code_roue	CR	Etat	profondeur	id_roue*
772	Point Z	regard de facade	regard	819	653247,7546	3866471,5522				0	0	
772	Point Z	regard de jonction	regard	819	653185,1589	3866475,5299				0	0	
774	Point Z	regard	regard	829	653195,2641	3866473,5617				0	0	
775	Point Z	regard	regard	829	653187,0562	3866465,4635				0	0	
776	Point Z	regard de jonction	regard	815	653146,2235	3866788,7477				0	0	
777	Point Z	avaloir	avaloir	815	653147,9304	3866782,009				0	0	
778	Point Z	regard de chute	regard	815	653151,2035	3866789,1099				0	0	
779	Point Z	regard de changement de direction	regard	814	653154,3724	3866795,2928				0	0	
780	Point Z	regard de chute	regard	815	653146,6666	3866752,8432				0	0	
781	Point Z	regard de facade	regard	815	653146,5588	3866753,3136				0	0	
782	Point Z	regard de chute	regard	815	653156,8924	3866762,1038				0	0	
783	Point Z	regard de jonction	regard	813	653116,7694	3866781,2092				0	0	
784	Point Z	avaloir	avaloir	813	653114,3121	3866786,949				0	0	
785	Point Z	avaloir	avaloir	813	653118,1262	3866774,3966				0	0	
786	Point Z	regard de jonction	regard	810	653066,1979	3866768,0319				0	0	
787	Point Z	avaloir	avaloir	812	653074,4105	3866784,1127				0	0	
788	Point Z	avaloir	avaloir	810	653068,6309	3866765,3843				0	0	
789	Point Z	regard de chute	regard	810	653058,6743	3866759,6037				0	0	
790	Point Z	avaloir	avaloir	810	653054,9915	3866771,2912				0	0	
791	Point Z	regard de jonction	regard	808	652983,0916	3866749,2575				0	0	
792	Point Z	avaloir	avaloir	837	652958,3727	3866749,5963				0	0	
793	Point Z	avaloir	avaloir	809	652962,8654	3866734,3187				0	0	
794	Point Z	regard de jonction	regard	801	652984,8031	3866714,2629				0	0	
795	Point Z	regard de jonction	regard	809	652879,2973	3866858,464				0	0	
796	Point Z	regard de chute	regard	807	652901,6778	3866879,4317				0	0	
797	Point Z	regard de jonction	regard	809	652879,891	3866858,2048				0	0	
798	Point Z	regard de changement de direction	regard	811	653065,2125	3866878,88				0	0	
799	Point Z	regard de jonction	regard	812	652994,8676	3866852,6154				0	0	
800	Point Z	avaloir	avaloir	812	652988,2227	3866854,466				0	0	
801	Point Z	avaloir	avaloir	812	653014,0621	3866849,2079				0	0	
802	Point Z	regard de changement de direction	regard	812	653008,3328	3866835,2099				0	0	
803	Point Z	regard de chute	regard	812	653005,0614	3866831,8916				0	0	
804	Point Z	regard de chute	regard	811	652975,5651	3866872,8138				0	0	
805	Point Z	regard de chute	regard	819	652962,2138	3866858,0285				0	0	
806	Point Z	regard de changement de direction	regard	810	652961,6124	3866837,8084				0	0	
807	Point Z	regard de chute	regard	810	652966,7769	3866846,3686				0	0	
808	Point Z	regard de jonction	regard	810	653106,4651	3866844,787				0	0	
809	Point Z	avaloir	avaloir	813	653111,3671	3866846,4095				0	0	
810	Point Z	avaloir	avaloir	813	653181,1495	3866842,2475				0	0	
811	Point Z	regard de jonction	regard	813	653117,2384	3866811,8636				0	0	
812	Point Z	regard de changement de direction	regard	817	653062,8316	3866844,4174				0	0	
813	Point Z	regard de chute	regard	816	653078,3632	3866846,7869				0	0	
814	Point Z	regard de jonction	regard	810	653060,0132	3866857,4147				0	0	
815	Point Z	avaloir	avaloir	810	653065,9568	3866863,4535				0	0	
816	Point Z	regard de changement de direction	regard	814	653024,2285	3866853,4493				0	0	

Figure B.8 : Les différentes données introduites dans les champs des regards

❖ La table attributaire des collecteurs

The screenshot shows a table named 'Collecteurs' with the following columns: SHAPF, longueur, diamètre, matériau, type, hauteur, largeur, fonctionnement, x, y, cote, dia_soub, section, zone_travail, mater, beton, id_troncon. The table contains 27 rows of data, each representing a collector with its specific parameters.

Figure B.9 : Les différentes données introduites dans les champs des collecteurs.

The screenshot shows a table with columns: id_troncon, coord_in, coord_fin, categorie, source, comment, systeme, type_collecteur, SHAPF length, access, access time, type section, code group, dia action, genre. The table contains 27 rows of data, providing more detailed information about each collector, such as its length, access status, and associated codes.

Figure B.10 : Les différentes données introduites dans les champs des collecteurs (suite).