

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

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



## **Mémoire de Master**

**Présenté à l'Université 08 Mai 1945 de Guelma**

**Faculté des Sciences et de la Technologie**

**Département de : Génie Civil & Hydraulique**

**Spécialité : Hydraulique**

**Option : Hydraulique urbain**

Présenté par : KOUADRIA Safwen & ARABA Islem

---

---

**Thème : Dégradation des ouvrages d'un réseau  
d'assainissement urbain**

---

---

Sous la direction de : Mme Lekouaghet Nassima

---

**Juin 2023**

---

## **REMERCIEMENTS**

*Nous tenons tout d'abord à remercier **DIEU** le tout puissant,  
qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce  
Modest travail.*

*De nombreuses pages ne suffiront sûrement pas pour exprimer  
la richesse des liens tissés au cours de ces derniers années.  
Cependant, ces quelques lignes ne manqueront point de  
sincérité et de dévouement envers les personnes aux quelles  
nous adressont nos remerciements.*

*Au terme de ce travail, je tiens à exprimer ma gratitude à tous  
les enseignants du département de génie civile et hydraulique  
spécialement monsieur Toumi Abdel ouahab, madame  
Dorbani Meriem et madame Boumaaza Messaouda pour leur  
soutien et leurs efforts continus envers nous et nos collègues  
au cours des trois dernières années, merci beaucoup à vous et  
à tous nos enseignants, tout le respect et l'hommage à vous .*

## *Dédicace*

*Je dédié ce travaille à ceux que je préfère à moi-même,  
et pourquoi pas, elle à sacrifié pour moi et n'a épargné  
aucun effort pour me rendre heureux.*

*Nous suivons le chemin de la vie, et celui qui contrôle  
notre esprit reste dans chaque cours que nous  
prenons. pas dans sa vie, mon cher père, et à ma sœur  
khaoula , toutes mes frères ; Fadi, louai, Chemse  
edine,*

*Et à tous ceux qui se tenaient à coté de moi et m'ont  
aidé avec tout ce qu'ils avaient, finalement je dédié ce  
travail a toutes mes amis*

## *Dédicace*

*Pour m'avoir permis d'accéder au savoir et d'être ce que je suis devenu aujourd'hui, je voudrais remercier DIEU le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné la force, la patience et la persévérance pour accomplir ce travail.*

*Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma mère.*

*A mon cher père pour l'éducation qu'il m'a prodigué ; avec tous les moyens et au prix de tous les sacrifices qu'il a consenti à mon égard, pour m'inculper le sens du devoir depuis mon enfance.*

*A mes sœurs que j'aime tant. Aya, Alaa, Aridje.*

*A tous mes amis avec lesquels j'ai partagé des moments de joie et de bonheur. kouadria Safwen, Mouiz ,Hichem ,Hani Aïssa ,Salah*

*A mes frère Reda Othmania, Djamel Hasnaoui, Walid Bouadam et au chef de l'Assemblée Populaire de Wilaya 'Guelma' Mr : Aidoud Mohamed*

*Enfin, A tous les honorables enseignants qui ont contribué à ma formation.*



## Résumé:

L'assainissement est l'ensemble des techniques qui permettent l'évacuation par voies hydraulique des eaux usées et pluviales, ainsi que leur rejet dans les exutoires naturels sous des modes compatibles avec les exigences de la santé publique et de l'environnement.

Toutes ces eaux qui véhiculent des matières organiques ou minérales en suspension ainsi causer des problèmes au niveau du réseau d'assainissement, comme des bouchages, des fuites, des cassures, des problèmes de stagnations et l'affaissement du terrain.

Parmi ces problèmes on s'intéresse à la dégradation du réseau qui caractérise, précisément, l'écart existant entre les finalités associées au réseau et sa performance réelle.

Pour réaliser cette étude, il a été effectué dans un premier temps une recherche bibliographique sur les ouvrages constituant un réseau d'assainissement. Ensuite, une analyse sur les différents types et causes du dégradation des réseaux d'assainissements. enfin l'élaboration d'un diagnostic qui nous permet de connaître :

- D'une part l'état actuel du réseau et leur différente pathologie;
- Et d'autre part les différentes interventions d'exploitation, de maintenance et d'entretien des ouvrages d'assainissement.

**Mots clés :** Réseaux d'assainissement, Ouvrages d'assainissement, Dégradation, Types, Causes, Diagnostique.

## المخلص :

الصرف الصحي هو مجموعة من التقنيات التي تسمح بالإخلاء الهيدروليكي لمياه الصرف الصحي ومياه الأمطار ، وكذلك تصريفها في المنافذ الطبيعية بطرق تتوافق مع متطلبات الصحة العامة والبيئة.

كل هذه المياه التي تحمل مواد عضوية أو معدنية عالقة وبالتالي تسبب مشاكل في شبكة الصرف الصحي مثل الانسداد ،، التسربات، الانكسار ، مشاكل الركود وهبوط الأرض.

لتنفيذ هذه الدراسة، تم في البداية إجراء بحث مرجعي حول المنشآت التي تشكل شبكة الصرف الصحي. بعد ذلك، تم إجراء تحليل لمختلف أنواع وأسباب تدهور شبكات الصرف الصحي. وأخيرًا، تم إعداد تشخيص يمكننا من خلاله معرفة:

- من جهة، الحالة الحالية للشبكة وتشخيصاتها المختلفة،
- ومن ناحية أخرى، التدخلات المختلفة للتشغيل والصيانة والعناية بمنشآت الصرف الصحي.

**الكلمات المفتاحية:** شبكات الصرف الصحي ، أعمال الصرف الصحي ، التدهور ، الأنواع ، الأسباب التشخيص.

## **Abstract:**

Sanitation is the set of techniques that allow the hydraulic evacuation of wastewater and rainwater, as well as their discharge into natural outlets in ways compatible with the requirements of public health and the environment.

All these waters that carry organic or mineral matter in suspension thus causing problems in the sewer network, such as blockages, leaks, breaks, stagnation problems and ground subsidence.

Among these problems we are interested in the degradation of the network which characterizes, precisely, the gap existing between the objectives associated with the network and its real performance.

To carry out this study, a bibliographical search was first carried out on the works constituting a drainage network. Then analyzes the different types and causes of degradation of sanitation networks. finally, the development of a diagnosis allows us to know:

- On the one hand, the current state of the network and its various pathology;
- And on the other hand, the different interventions for operation, maintenance, and upkeep of sanitation facilities.

**Key words:** Sanitation networks, Sanitation works, Degradation, Types, Causes, Diagnostic.

# **Sommaire**

# Sommaire

Résumé .....	i
ملخص .....	i
Abstract.....	ii
Sommaire .....	iii
Liste des figures.....	vii
Liste des tableaux .....	ix
Liste des abréviations .....	x
Introduction et Problématique .....	1

## Chapitre 1 : Généralité sur les ouvrages d'assainissement urbain.

Introduction .....	3
<b>1.1.</b> Généralité sur l'assainissement des eaux usées .....	4
<b>1.2.</b> Définition et Types de l'Assainissement .....	4
<b>1.2. A.</b> Définition .....	4
<b>1.2. B.</b> Types d'assainissement .....	4
<b>B.1.</b> L'assainissement collectif .....	4
<b>B.2.</b> Assainissement individuel ou non collectif (autonome) .....	5
<b>B.3.</b> L'assainissement semi-collectif .....	6
<b>1.3.</b> Les systèmes d'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales .....	7
<b>1.3.1.</b> Types des systèmes d'évacuation .....	7
<b>A.</b> Systèmes fondamentaux .....	7
<b>A.1</b> Système séparatif .....	7
<b>A.2</b> Système unitaire .....	8
<b>A.3</b> Système mixte .....	9
<b>B.</b> Système pseudo séparatif .....	9
<b>C.</b> Système composite .....	10
<b>D.</b> Systèmes spéciaux : .....	10
<b>1.3.2.</b> Avantages et inconvénients des différents systèmes .....	10
<b>1.4.</b> Les types les ouvrages d'assainissement .....	11
<b>1.4.1.</b> Les ouvrages principaux .....	11
<b>1.4.1. A.</b> Les canalisations .....	11
<b>A.1</b> Types de canalisations .....	11
<b>A.1.1.</b> Tuyaux en béton non armé .....	11
<b>A.1.2.</b> Tuyaux en béton armé .....	12
<b>A.1.3.</b> Tuyaux ovoïdes préfabriqués .....	13
<b>A.1.4.</b> Tuyaux en fibres ciment sans pression .....	13
<b>A.1.5.</b> Tuyaux en grès .....	14
<b>A.1.6.</b> Tuyaux en polychlorure de vinyle (PVC) non plastifié .....	15
<b>A.1.6.1.</b> Caractéristiques générales des canalisations en PVC pour l'assainissement gravitaire .....	16
<b>A.1.6.1.1.</b> Matière .....	16
<b>A.1.6.1.2.</b> Caractéristiques générales des tubes et raccords .....	17
<b>A.1.6.1.3.</b> Caractéristiques géométriques des tubes et raccords.....	17
<b>A.1.7.</b> Conduites en fonte .....	18
<b>A.2.</b> Choix du type de canalisation .....	19
<b>A.2.1.</b> Diamètre minimal des canalisations .....	19

A.2.2.	Pente minimale des collecteurs à écoulement par gravité .....	19
1.4.1. B	Joints.....	19
B.1.	Les joints des conduites en béton armé .....	20
B.2.	Joint type Rocla.....	20
B.3.	Joint à demi-embouchement .....	20
B.4.	Joint à collet .....	20
1.4.2.	Les ouvrages annexes .....	21
1.4.2. A.	Les ouvrages normaux .....	21
A.1.	Les branchements .....	21
A.2.	Les fossés .....	22
A.3.	Les caniveaux .....	22
A.4.	Les bouches d'égout .....	23
A.5.	Regards .....	24
1.4.2. B	Les ouvrages spéciaux .....	25
B.1.	Les déversoirs d'orage .....	25
B.2.	Les bassins de retenue d'eau pluviale .....	26
B.3.	Dégrilleurs .....	27
B.4.	Bassins de dessablement .....	28
	Conclusion .....	28

## **Chapitre 2 : Types et causes de la dégradation des réseaux d'assainissement.**

	Introduction.....	29
2.1.	Définition et états de la dégradation .....	29
2.2.	Conditions qui déterminent le comportement des équipements .....	30
2.3.	Type de dégradation des réseaux d'assainissement .....	30
2.3.1.	Dégradation hydraulique.....	30
2.3.2.	Dégradation structurale.....	31
2.3.3.	Dégradation environnementale.....	32
2.4.	Facteurs de la dégradation des réseaux d'assainissement.....	32
2.4. A.	Facteurs mécaniques.....	32
2.4. B.	Facteurs physiques.....	33
B.1.	La porosité.....	33
B.2.	La perméabilité (pores ouverts) .....	33
2.4. C.	Facteurs chimiques.....	33
2.5.	Principales causes de la dégradation des réseaux d'assainissement.....	33
2.5. A.	Risques géotechniques et hydrogéologiques.....	33
A.1.	Entraînement de fines.....	33
A.2.	Tassement.....	34
A.3.	Dissolution.....	34
A.4.	Gonflement – retrait.....	34
A.5.	Glissement de terrain.....	34
A.6.	Sismicité.....	34
A.7.	Mouvements tectoniques.....	34
A.8.	Eboulement rocheux.....	35
2.5. B.	Risques hydrauliques .....	35
B.1	Action mécanique et physico-chimique de l'effluent.....	35
B.2.	Action hydraulique.....	35
2.5. C.	Risques structurels.....	35
C.1.	L'affaiblissement de la performance fonctionnelle du réseau.....	35
C.2.	Les charges statiques et dynamiques.....	36

<b>C.3.</b>	Manque de maintenance.....	36
<b>C.4.</b>	Construction.....	36
<b>2.5. D.</b>	Risques d'impact du milieu.....	36
<b>D.1.</b>	Influence de la végétation en surface.....	36
<b>D.2.</b>	Influence de vibrations et charges roulantes importantes.....	36
<b>D.3.</b>	Modification des usages de surfaces.....	37
<b>D.4.</b>	Interaction avec le bâti.....	37
<b>2.6.</b>	Les défaillances des réseaux d'assainissement.....	37
<b>2.7.</b>	Les défaillances possibles des réseaux d'assainissement et leurs conséquences.....	38
<b>A.1.</b>	Les cassures.....	38
<b>A.1.1.</b>	Fissure longitudinale	38
<b>A.1.2.</b>	Fissure transversale	39
<b>A.1.3.</b>	Fissure oblique	39
<b>A.1.4.</b>	Fissure annulaire	39
<b>A.2.</b>	Les déformations.....	40
<b>A.2.1.</b>	Affaissement d'ouvrage	40
<b>A.2.2.</b>	Affaissement de voûte :	41
<b>A.2.3.</b>	Ovalisation	42
<b>A.2.4.</b>	Assemblages défectueux	42
<b>A.3.</b>	Les défauts d'étanchéité.....	42
<b>A.3.1.</b>	Infiltration	42
<b>A.3.2.</b>	Exfiltration	43
<b>A.4.</b>	Les dégradations de paremen.....	44
<b>A.4.1.</b>	Faiénçage	44
<b>A.4.2.</b>	Usure du revêtement	44
<b>A.5.</b>	Les anomalies ponctuelles	45
<b>A.5.1.</b>	Intrusion	45
<b>A.5.2.</b>	Poinçonnement	45
<b>A.5.3.</b>	Assemblage défectueux	46
<b>2.8.</b>	Caractérisation des différents défauts rencontrés au niveau des conduites non visitables .....	46
<b>2.9.</b>	Types d'interventions sur un réseau.....	53
<b>2.9. A.</b>	Entretien mineur.....	53
<b>A.1.</b>	Nettoyage hydraulique.....	53
<b>A.2.</b>	Curages journaliers.....	54
<b>A.3.</b>	Désodorisation.....	54
<b>A.4.</b>	Vérification de la déformation.....	54
<b>2.9. B.</b>	Entretien majeur.....	54
<b>B.1.</b>	Colmatage par injection .....	54
<b>B.2.</b>	Un manchon d'injection .....	54
<b>B.3.</b>	Réparation des joints en brique.....	55
<b>2.9. C.</b>	Réhabilitation structurale.....	55
<b>C.1.</b>	Tubage.....	55
<b>C.1.1.</b>	La maintenance préventive .....	55
<b>C.1.2.</b>	La maintenance corrective.....	55
<b>C.2.1.</b>	Lutte contre la corrosion de l'H2S .....	55
	Conclusion.....	56

## **Chapitre 03 : Présentation de la région d'étude et diagnostic du réseau existant.**

	Introduction.....	57
<b>3.1.</b>	Généralité sur la région de la zone d'étude .....	57
<b>3.1.1.</b>	Situation géographique.....	57
<b>3.1.2.</b>	Limites administratives .....	58
<b>3.1.3.</b>	Relief .....	59
<b>3.1.4.</b>	Réseau hydrographique.....	59
<b>3.1.5.</b>	Cadre biotique.....	60
<b>3.1.6.</b>	La faune.....	60
<b>3.1.7.</b>	La flore.....	61
<b>3.1.8.</b>	Etude climatologique.....	61
<b>3.1.9.</b>	Précipitations.....	61
<b>3.1.10.</b>	La température.....	62
<b>3.2.</b>	Illustration et localisation de la zone du projet d'étude .....	62
<b>3.3.</b>	Description de Réseaux d'assainissement du projet d'étude .....	64
<b>3.4.</b>	Rapport d'inspection des différentes dégradations du réseau .....	74
<b>3.4. a.</b>	Problèmes structurels .....	74
<b>3.4. b.</b>	Problèmes de fonctionnement .....	74
<b>3.4.1.</b>	Inspection du Tronçon 1 .....	76
<b>3.4.2.</b>	Inspection du Tronçon 2 .....	78
<b>3.4.3.</b>	Inspection du Tronçon 3 .....	80
<b>3.4.4.</b>	Inspection du Tronçon 4 .....	82
<b>3.4.5.</b>	Inspection du Tronçon 5.....	84
<b>3.4.6.</b>	Inspection du Tronçon 6.....	86
<b>3.4.7.</b>	Inspection du Tronçon 7 .....	87
<b>3.4.8.</b>	Inspection du Tronçon 8 .....	89
<b>3.5.</b>	Analyse des résultats.....	91
	Conclusion.....	92
	Conclusion générale .....	93
	Annexe 1 .....	95
	Référence bibliographique.....	100

# Liste des figures

N°	Titre	Page
<b>Chapitre 1</b>		
<b>Figure 1.1</b>	Types d'installation d'assainissement collectif .....	(5)
<b>Figure 1.2</b>	Types d'installation d'assainissement autonome .....	(6)
<b>Figure 1.3</b>	Types d'installation d'assainissement semi-collectif .....	(7)
<b>Figure 1.4</b>	Le système séparatif .....	(8)
<b>Figure 1.5</b>	Le système unitaire .....	(8)
<b>Figure 1.6</b>	Le Système mixte .....	(9)
<b>Figure 1.7</b>	Le Système pseudo séparatif .....	(9)
<b>Figure 1.8</b>	Conduite en béton non armé.....	(12)
<b>Figure 1.9</b>	Conduite en béton armé.....	(12)
<b>Figure 1.10</b>	Conduite sous forme ovoïde.....	(13)
<b>Figure 1.11</b>	Conduite en amiante-ciment. ....	(14)
<b>Figure 1.12</b>	Conduite en grès. ....	(15)
<b>Figure 1.13</b>	Conduite en PVC. ....	(16)
<b>Figure 1.14</b>	Conduite en fonte.....	(18)
<b>Figure 1.15</b>	Joint d'étanchéité pour conduite en béton armé.	(20)
<b>Figure 1.16</b>	Type des joints. ....	(21)
<b>Figure 1.17</b>	Les fossés .....	(22)
<b>Figure 1.18</b>	Caniveau à grille. ....	(23)
<b>Figure 1.19</b>	Les bouches d'égout .....	(23)
<b>Figure 1.20</b>	Regard de visite .....	(24)
<b>Figure 1.21</b>	Schéma de principe du déversoir d'orage .....	(25)
<b>Figure 1.22</b>	Déversoir d'orage. ....	(26)
<b>Figure 1.23</b>	Les bassins de retenue d'eau pluviale .....	(27)
<b>Figure 1.24</b>	Dégrilleur droit à raclage continu .....	(27)
<b>Chapitre 2</b>		
<b>Figure 2.1</b>	Dégradation d'une conduite d'assainissement	(29)
<b>Figure 2.2</b>	Modification de l'hydrologie causée par l'urbanisation.....	(31)
<b>Figure 2.3</b>	Charge appliquée sur une conduite d'assainissement.....	(31)
<b>Figure 2.4</b>	La pollution des cours d'eau dans le milieu urbain.....	(32)
<b>Figure 2.5</b>	Mouvements relatifs des lèvres d'une fissure. ....	(38)
<b>Figure 2.6</b>	Déformation de conduite.....	(40)
<b>Figure 2.7</b>	Coupe longitudinale au droit d'une flache. ....	(41)
<b>Figure 2.8</b>	Exemple d'affaissement de voûte. ....	(41)
<b>Figure 2.9</b>	Infiltration de conduite.....	(43)
<b>Figure 2.10</b>	Exfiltration de conduite. ....	(44)
<b>Figure 2.11</b>	Curage de conduite.....	(53)
<b>Figure 2.12</b>	Le curage de canalisation sur Romans.....	(54)
<b>Figure 2.13</b>	Exemple de corrosion par une attaque au H <sub>2</sub> S.....	(56)
<b>Chapitre 3</b>		
<b>Figure 3.1</b>	Situation géographique de la région de Guelma.....	(57)

<b>Figure 3.2</b>	Limites administratives de la wilaya de Guelma.....	(58)
<b>Figure 3.3</b>	Réseau hydrographique de Guelma.....	(60)
<b>Figure 3.4</b>	Délimitation de la zone du projet (pos sud Guelma) .....	(63)
<b>Figure 3.5</b>	Localisation de la zone du projet.....	(64)
<b>Figure 3.6</b>	Réseaux d'assainissement de la nouvelle ville.....	(73)
<b>Figure 3.7</b>	Réseau d'étude (la zone C) .....	(75)
<b>Figure 3.8</b>	Tronçon inspecté.....	(76)
<b>Figure 3.9</b>	Tronçon 1.....	(76)
<b>Figure 3.10</b>	L'état du Tronçons 1.....	(77)
<b>Figure 3.11</b>	Tronçon 2 (RV2 vers RV3). .....	(78)
<b>Figure 3.12</b>	L'état du Tronçons 2.....	(79)
<b>Figure 3.13</b>	Tronçon 3 (RV3 vers RV4) .....	(80)
<b>Figure 3.14</b>	L'état du Tronçons 3. ....	(81)
<b>Figure 3.15</b>	Tronçon 4 (RV4 vers RV5). ....	(82)
<b>Figure 3.16</b>	L'état du tronçon 4.....	(83)
<b>Figure 3.17</b>	L'état du Tronçons 4.....	(83)
<b>Figure 3.18</b>	Tronçon 5 (RV5 vers RV6) .....	(84)
<b>Figure 3.19</b>	L'état du tronçon 5.....	(85)
<b>Figure 3.20</b>	L'état du Tronçons 5.....	(85)
<b>Figure 3.21</b>	Tronçon 6 (RV6 vers RV7) .....	(86)
<b>Figure 3.22</b>	L'état du Tronçons 5.....	(87)
<b>Figure 3.23</b>	Tronçon 7 (RV1C01 vers RV2C01) .....	(87)
<b>Figure 3.24</b>	L'état du Tronçons 7.....	(88)
<b>Figure 3.25</b>	Tronçon 8 (RV2C02 vers RV3C03) .....	(89)
<b>Figure 3.26</b>	L'état du Tronçons 8.....	(90)

#### ANNEXE 1

<b>Figure A.1</b>	Caméra type ibak t 76 / t 76 hd chariot porte-caméra utilisable à partir du dn 150.....	(97)
<b>Figure A.2</b>	T76 HD avec ORPHEUS 2 HD, pantographe électrique et pneus à air. ....	(98)
<b>Figure A.3</b>	T 76 avec raccordement de caméra CB 3.....	(99)
<b>Figure A.4</b>	T 76 avec raccordement de caméra CB3, ARGUS 5 et pantographe électrique.....	(99)
<b>Figure A.5</b>	T 76 HD avec ARGUS 6.....	(99)

# Liste des tableaux

N°	Titre	Page
<b>Chapitre 1</b>		
<b>Tableau 1.1</b>	Avantages et inconvénients des différents systèmes d'évacuation.	<b>(10)</b>
<b>Tableau 1.2</b>	Domaine d'utilisation des différents systèmes d'évacuation.	<b>(11)</b>
<b>Tableau 1.3</b>	Dimensions des tubes pvc assainissement.	<b>(17)</b>
<b>Chapitre 2</b>		
<b>Tableau 2.1</b>	Défauts d'assemblage : Emboîtements / Déboîtements.	<b>(46)</b>
<b>Tableau 2.2</b>	Défauts d'assemblage – suite..	<b>(48)</b>
<b>Tableau 2.3</b>	Défauts affectant la géométrie.	<b>(49)</b>
<b>Tableau 2.4</b>	Les fissures.	<b>(50)</b>
<b>Tableau 2.5</b>	Déformations.	<b>(51)</b>
<b>Tableau 2.6</b>	Défauts affectant le raccordement de branchement.	<b>(51)</b>
<b>Chapitre 3</b>		
<b>Tableau 3.1</b>	Répartition des précipitations moyennes mensuelles (Station météorologique de Guelma, (1990 à 2014) .	<b>(62)</b>
<b>Tableau 3.2</b>	Températures moyennes mensuelles la région de Guelma (1990 - 2014)	<b>(62)</b>
<b>Tableau 3.3</b>	Description de Réseaux d'assainissement.	<b>(65)</b>
<b>Tableau 3.4</b>	Caractéristique du tronçon 1 (RV 1 vers RV2).	<b>(77)</b>
<b>Tableau 3.5</b>	Caractéristique du tronçon 2 (RV2 vers RV3).	<b>(78)</b>
<b>Tableau 3.6</b>	Caractéristique du tronçon 3	<b>(80)</b>
<b>Tableau 3.7</b>	Caractéristique du tronçon 4.	<b>(82)</b>
<b>Tableau 3.8</b>	Caractéristique du tronçon 5.	<b>(84)</b>
<b>Tableau 3.9</b>	Caractéristique du tronçon 6.	<b>(86)</b>
<b>Tableau 3.10</b>	Caractéristique du tronçon 7.	<b>(88)</b>
<b>Tableau 3.11</b>	Caractéristique du tronçon 8.	<b>(90)</b>
<b>Tableau 3.12</b>	Analyses des résultats.	<b>(91)</b>
<b>Annexe 1</b>		
<b>Tableau A.1</b>	Données techniques du système T76 / T76 HD.	<b>(98)</b>

## Liste des abréviations :

<b>Numéro</b>	<b>Sigle</b>	<b>Significations</b>
<b>1</b>	<b>PVC</b>	<b>Polychlorure de vinyle</b>
<b>2</b>	<b>REPD</b>	<b>Réseau de petit diamètre</b>
<b>3</b>	<b>STEP</b>	<b>Station d'épuration des eaux usées</b>
<b>4</b>	<b>VRD</b>	<b>Voirie et Réseaux Divers</b>
<b>5</b>	<b>PVC-U</b>	<b>Polychlorure de vinyle non plastifié</b>
<b>6</b>	<b>PRV</b>	<b>Polyester Renforcé de fibre de Verre</b>
<b>7</b>	<b>DN</b>	<b>Diamètre Nominal</b>
<b>8</b>	<b>H2S</b>	<b>Sulfure d'Hydrogène</b>
<b>9</b>	<b>RVi</b>	<b>Regard de visite numéro i</b>
<b>10</b>	<b>SE</b>	<b>Sens d'écoulement</b>
<b>11</b>	<b>ANC</b>	<b>Assainissement non collectif</b>
<b>12</b>	<b>Tr</b>	<b>Tronçons</b>
<b>13</b>	<b>IBAK</b>	<b>Ingenieur Boro Atlas Kiel</b>

# **Introduction Générale**

# Introduction Générale:

L'assainissement est une démarche visant à améliorer la situation sanitaire globale de l'environnement dans ses différents composants. Il comprend la collecte, le traitement et l'évacuation des déchets liquides, des déchets solides et des excréments.

Des systèmes d'assainissement plus hygiéniques peuvent s'appuyer sur des solutions technologiques telles que les égouts ou les stations de traitement des eaux usées, ces eaux usées sont celles qui ont été utilisées et souillées par des activités humaines. On peut les répartir en Eaux usées domestiques, Eaux usées industrielles et Eaux usées agricoles.

L'objectif principal de l'assainissement est de protéger et d'améliorer la santé humaine en brisant le cycle de transmission des maladies hydriques, il est fortement lié à la santé publique en raison des nombreuses maladies liées à un milieu malsain.

Un réseau d'assainissement doit satisfaire les conditions suivantes :

- Éliminer les eaux usées domestiques et industrielles pour assurer l'hygiène publique.
- Évacuer de façon adéquate les eaux pluviales pour éviter l'inondation, surtout en temps de pluie, et assurer par conséquent la sécurité des citoyens.

La dégradation ou la défaillance des réseaux d'assainissement devient une grande problématique pour la plupart des zones, surtout que les sources de cette défaillance sont souvent mal déterminées.

Plusieurs causes sont à l'origine de la dégradation des réseaux d'assainissement. Les plus importantes sont le vieillissement, l'urbanisation et les pratiques inefficaces de gestion.

Avec l'urbanisation par exemple, la quantité des eaux à évacuer est de plus en plus importante, occasionnant des défaillances structurales et fonctionnelles. Ces situations qui sont responsables de plusieurs désordres tels les refoulements dans les sous-sols et les rues, les infiltrations/exfiltrations et l'effondrement des rues, rendent le réseau incapable de remplir Les fonctions pour lesquelles il a été conçu.

Les problèmes fonctionnels généralement rencontrés au niveau hydraulique et qui nécessitent des correctifs sont les surcharges et les inondations.

L'objectif principal de ce mémoire consiste à étudier les mécanismes d'évaluation de l'état de dégradation hydraulique et structurale des conduites des réseaux sanitaire et pluvial, et pour atteindre notre objectif on a élaboré ce mémoire structuré de 3 chapitres suivis d'une conclusion générale ;

Le premier chapitre contient une étude bibliographique sur l'assainissement urbain, ses différents réseaux et les différents ouvrages constitutifs d'un réseau qui se subdivise en deux catégories

(fondamentaux et annexes) et qui sont conçus et calculés pour les résister aux charges permanentes et aux efforts qu'ils ont à supporter en service.

Le chapitre 2: traite la problématique de la dégradation des réseaux d'assainissement, ce phénomène qui se produit lorsque le réseau est affaibli par différents types et formes de la dégradation. La considération est faite aussi aux facteurs et causes de la dégradation ainsi qu'aux types d'interventions sur un réseau.

Le chapitre 3 : Présente le réseau d'assainissement de notre projet d'étude situé à la zone Makbrou Ammar de Pos Sud de la nouvelle ville ainsi l'analyse des différentes formes de dégradation de ce réseau au niveau des points noirs.

Finalement une conclusion est donnée pour clore notre étude.

### **Problématique:**

Depuis l'antiquité l'homme a toujours chercher des méthodes pour mieux vivre et bien organiser sa vie. Parmi ces méthodes d'évaluation les techniques d'urbanisation dont l'assainissement sont les plus remarquable.

L'assainissement d'une agglomération a pour but de garantir l'évacuation des eaux usées et pluviales dans des réseaux bien dimensionner afin d'assurer la protection contre les Inondations, d'éviter les problèmes de santé et d'hygiène et préserver l'environnement contre les rejets des eaux usées.

En effet en Algérie les problèmes de l'assainissement se posent dans toutes les régions, à savoir l'étendu de la surface et la dispersion des tissus ruraux Parmi ces problèmes on s'intéresse à la dégradation du réseau, autrement dit, dysfonctionnement dont le réseau ne réussisse pas à remplir son rôle. Ce problème Caractérise, précisément, l'écart existant entre les finalités associées au réseau et sa performance réelle.

L'analyse de ce problème est basée sur un diagnostic qui nous permet de connaître:

- D'une part l'état actuel du réseau et leur différente pathologie;
- Et d'autre part Les différentes interventions d'exploitation, de maintenance et d'entretien des ouvrages d'assainissement.

**Chapitre 1 :**  
**Généralité sur les ouvrages  
d'assainissement urbain**

## Chapitre 1 : Généralité sur les ouvrages d'assainissement urbain

### INTRODUCTION :

L'assainissement des agglomérations a pour objet d'assurer l'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales dans des conditions satisfaisantes pour la santé publique et entrant, de ce fait, dans le cadre de la loi n°64-1245 du 16 décembre 1964 relative au régime et à la répartition des eaux et à la lutte contre leur pollution, ainsi que des textes d'application, lois et textes référencés dans l'Appendice au présent ouvrage.

Les dispositions d'ensemble devront satisfaire à la Circulaire du 10 juin 1976, du ministre de la Santé, relative à l'assainissement des agglomérations et à la protection sanitaire des milieux récepteurs.

Cette Circulaire traite, essentiellement, des dispositions à prévoir pour l'épuration des eaux, problème qui est étudié dans le second ouvrage.

Du seul point de vue de la collecte elle pose en principe que le recours à l'assainissement collectif constitue la solution préférable dans toute la mesure du possible pour les eaux usées d'origine domestique, sans préjudice des eaux pluviales >>.

Sauf exceptions dûment justifiées, « il y a lieu de condamner l'établissement de réseaux définitivement réservés à l'évacuation des effluents d'appareils d'assainissement individuel s'interposant entre les branchements des immeubles particuliers et les ouvrages publics d'évacuation ».

Enfin, il est précisé que « le mélange des effluents industriels avec les eaux usées d'origine domestique peut être de nature à favoriser l'épuration de l'ensemble des eaux mais ce sous réserve d'une étude particulière

Les aspects technologiques des réseaux d'évacuation devront être conformes à l'Instruction technique relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations du 22 juin 1977.

Pour la réalisation des évacuations -nature des matériaux et modes d'exécution il y a lieu de se référer au fascicule n° 70 « Canalisations d'assainissement et ouvrages annexes» du Cahier des Prescriptions Communes applicables aux marchés de travaux publics passés au nom de l'Etat présenté par Circulaire n° 79-24 du 9 mars 1979 et approuvé par décret n° 78-1078 du 2 octobre 1978 (J.O. du 14 novembre 1978). [1]

## 1.1. Généralité sur l'assainissement des eaux usées.

Les systèmes urbains d'assainissement sont conçus pour deux types des eaux urbains : les eaux usées et les eaux pluviales. Les eaux usées sont les eaux qui ont été fournies pour les besoins de substance, pour permettre d'assurer un niveau de vie pour satisfaire les besoins de l'industrie. Si après usage, ces eaux ne sont pas correctement recueillies, elles peuvent être à l'origine de pollutions et des particules de diamètre varié, provenant de sanitaires et de lavages divers, de processus industriels, et d'autres usages de l'eau. Les eaux pluviales sont de l'eau de pluies (ou l'eau résultant de tout autre forme de précipitation) tombée sur une zone urbaine de bassin versant. Si ces eaux ne sont pas correctement drainées, elles peuvent provoquer des gênes, des dégâts, des inondations et d'autre risques sanitaires. Elles contiennent des polluants, provenant de la pluie, de l'air et de la surface du bassin versant.

Dans de nombreuses zones urbaines, l'assainissement est basé sur la construction d'un système de collecteurs : des conduites et des structures qui recueillent et évacuent l'eau. A l'opposé, les collectivités pauvres ou isolées ne disposent pas habituellement de système central d'assainissement. Les eaux usées y sont traitées localement (ou pas du tout) et les eaux pluviales sont drainées de façon naturelle vers le sol. Ce type de dispositif a existé tant que l'emprise de l'urbanisation reste limitée, mais des réflexions récentes sur les pratiques durables d'assainissement encouragent le recours à des dispositions de drainage plus naturelles partout où cela est possible. [2]

## 1.2. Définition et types de l'assainissement :

### 1.2.A. Définition :

L'assainissement des agglomérations a pour but d'assurer la collecte, le transit et au besoin, la rétention de l'ensemble des eaux, pluviales et usées et de procéder aux traitements avant leur rejet dans le milieu naturel par des modes compatibles avec les exigences de la santé publique et de l'environnement. [3]

### 1.2.B. Types d'assainissement :

Il existe trois types d'assainissement pour les particuliers : L'assainissement collectif (tout-à-l'égout) et l'assainissement individuel, également appelé assainissement non collectif et L'assainissement semi-collectif.

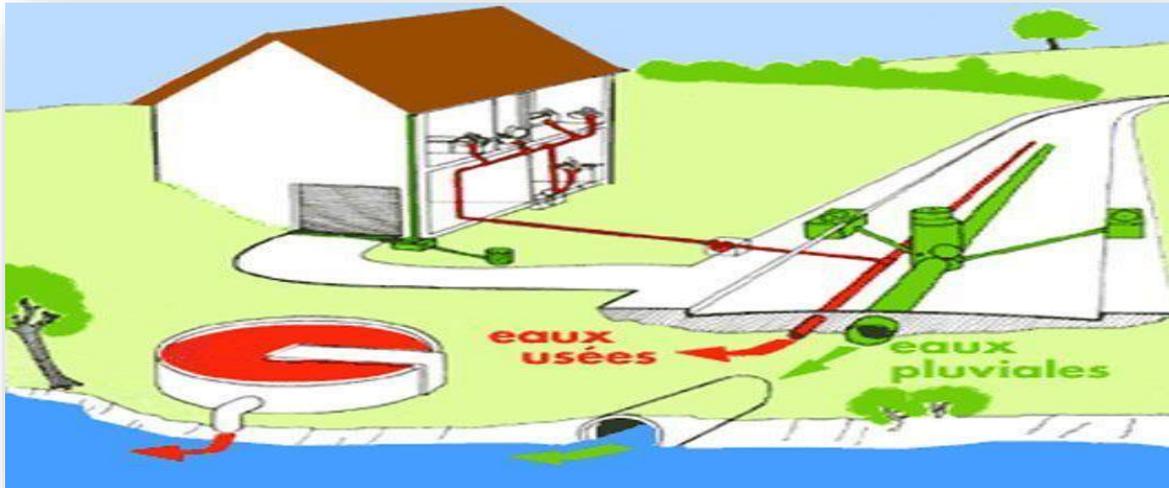
### B.1. L'assainissement collectif :

L'assainissement collectif est constitué de grandes canalisations de collectes des eaux usées qui sont acheminées de manière gravitaire vers une station d'épuration. Parfois, des stations derelevage sont nécessaires.

On parle d'assainissement collectif lorsque :

- Les eaux usées de plusieurs maisons ou immeubles sont collectées par le réseau public d'assainissement, puis acheminées vers une station d'épuration (**la figure 1.1**).
- Les polluants sont alors dégradés et séparés de l'eau, afin de restituer au milieu naturel uneeau propre.

- Les polluants sont conditionnés en boues (plus ou moins liquides) : suivant leur état, différentes filières d'élimination existent.
- Les eaux pluviales sont parfois collectées en même temps que les eaux usées et sont dirigées immédiatement vers le milieu naturel. [A]



**Figure 1.1:** Types d'installation d'assainissement collectif.

## B.2. Assainissement individuel ou non collectif (autonome) :

L'assainissement autonome ou individuel concerne les dispositifs à mettre en place dans la concession pour la collecte et le traitement des eaux usées domestiques en utilisant la caractéristique épuration qu'offre le sol. Il a pour objet d'assurer l'épuration des eaux usées ainsi que leur évacuation sous des modes compatibles avec les exigences de la santé publique et de l'environnement.

Ces eaux usées domestiques peuvent soit provenir d'un édifice public, on parle alors d'assainissement autonome individuel, soit d'une parcelle privée mise en lotissement et comprenant des bâtiments d'habitation collectif ou d'un édifice public, on parle d'assainissement autonome public.

Ainsi, l'assainissement autonome bien conçu et bien entretenu est comparable à l'assainissement collectif pour ces performances et, est plus économique.

Cependant, pour obtenir une solution définitive et satisfaisante pour la collectivité et pour l'utilisateur, un véritable service public de gestion de l'assainissement autonome devra être mis en place à l'image de celui de l'assainissement Collectif, il devra se porter garant de la bonne exploitation de l'installation comme les déposantes de boues de vidange.

Un système d'assainissement autonome bien conçu est composé :

- ❖ D'ouvrages de collecte et d'épuration des eaux, gérés par les populations elle-même dans le cas d'ouvrages privés et par la collectivité dans le cas d'édicules public.
- ❖ D'ouvrage de traitement des boues de vidange, gérés par la collectivité avec une participation des populations.
- ❖ De matériels de transport des excréta des propriétés privées vers les dépositaires de boues de vidange gérés par la collectivité avec une participation des populations et/ou par des privés agréés.

Le système autonome est proposé lorsque la faible densité de l'habitat rend trop coûteuse la mise en place de réseaux publics. En termes d'investissement, au-delà de 50m entre branchements, l'assainissement individuel est retenu .[4]

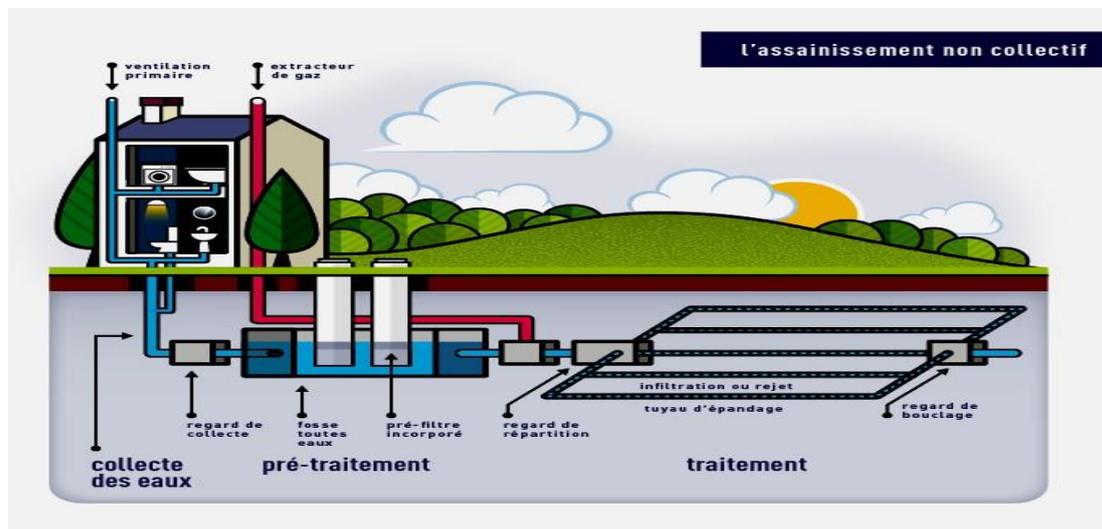


Figure 1.2: Types d'installation d'assainissement autonome.

### B.3. L'assainissement semi-collectif :

- ❖ Le système d'assainissement semi collectif est intermédiaire entre le collectif et l'autonome. On l'appelle aussi réseau de petit diamètre (REPD) et l'est constitué des parties suivantes
  - ❖ Des fosses intermédiaires (ou fosses d'interception) éliminent les matières flottantes et en suspension.
  - ❖ Un réseau de canalisation de petit diamètre qui capte toutes les eaux décantées et les achemine vers l'exutoire.
  - ❖ Un exutoire final qui peut être un réseau conventionnel ou une station d'épuration.

Le principe de fonctionnement du réseau de petit diamètre est basé sur la collecte d'effluents de fosses septiques. La fosse septique élimine un pourcentage élevé de matières en suspension et de graisses, la faible fraction de solide non retenus possède un poids spécifique à peu près équivalant à celui de l'eau.

De ce fait, il n'y a pas de dépôt de solide, à l'exception d'une fine couche de limon (biomasse) qui se forme sur la paroi des conduites. La présence des fosses septique permet ainsi :

- ❖ D'utiliser des conduites de faible diamètre.
- ❖ De changer de direction ou de pente sans regard en raison de l'utilisation de conduites en PVC.
- ❖ D'incorporer des tronçons à pente faible, parfois nulle ou même inverse. [4]

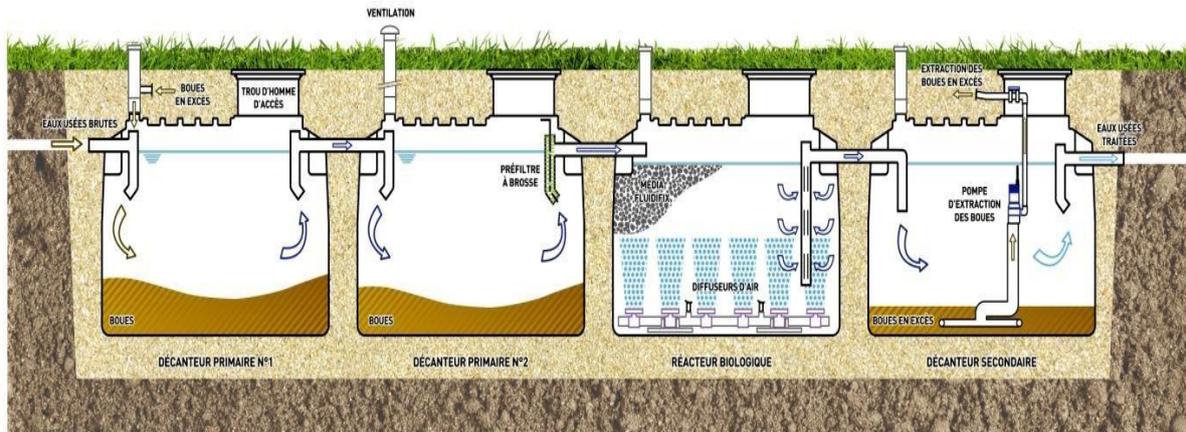


Figure 1.3 : Types d'installation d'assainissement semi-collectif.

### 1.3. Les systèmes d'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales :

L'établissement d'un réseau d'assainissement d'une agglomération doit répondre à deux préoccupations, à savoir :

- Assurer une évacuation correcte des eaux pluviales de manière à empêcher la submersion des zones urbanisées.
- Assurer l'élimination des eaux usées ménagères et des eaux vannes. [5]

#### 1.3.1. Types des systèmes d'évacuations :

Quatre systèmes d'évacuation sont susceptibles d'être mis en service, en application des dispositions contenues dans l'instruction technique n° 77 284 du 22 juin 1977.

- A. Systèmes fondamentaux.
- B. Système pseudo-séparatif.
- C. Système composite.
- D. Systèmes spéciaux. [5]

#### A. Systèmes fondamentaux :

On distingue :

##### A.1. Système séparatif :

Il consiste à réserver un réseau à l'évacuation des eaux usées domestiques (eaux vannes et eaux ménagères) et sous certaines réserves de certains effluents industriels alors que l'évacuation de toutes les eaux météoriques (eaux pluviales) est assurée par un autre réseau. [5]

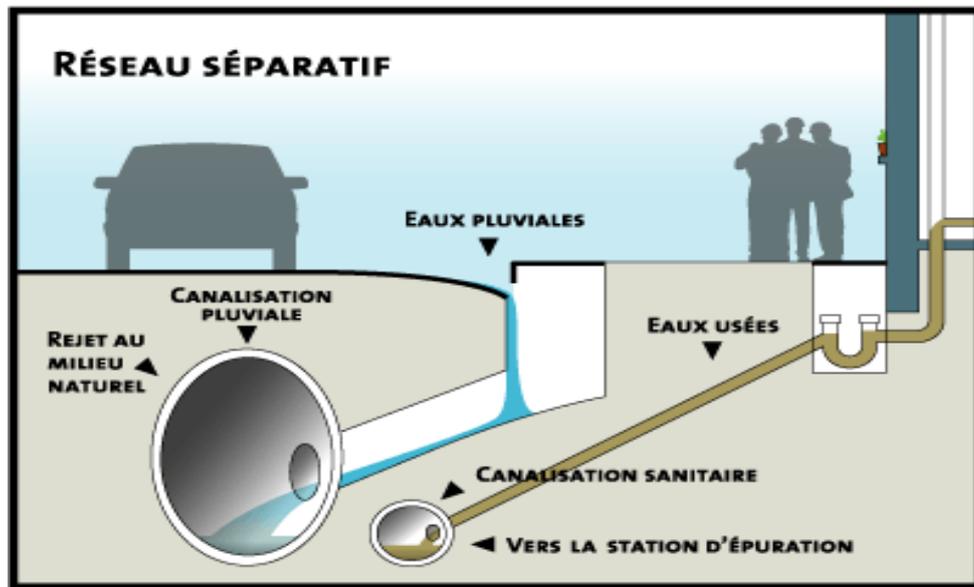


Figure 1.4: Le système séparatif.

### A.2. Système unitaire :

Ce système consiste à évacuer les eaux usées avec les eaux pluviales dans un même réseau, généralement pourvu d'un déversoir d'orage permettant, en cas de crue, le rejet direct du surplus des eaux par surverse, dans le milieu récepteur. Ce type de réseau s'impose de fait lorsqu'il n'y a plus de possibilité de concevoir économiquement un réseau séparatif. Il est souhaitable lorsque l'urbanisation d'un secteur est en pleine transformation.

Le système unitaire présente l'avantage du coût et de la simplicité, puisqu'il suffit d'une canalisation unique dans chaque voie publique et un seul branchement pour chaque bloc d'immeuble ou parcelle. Il représente, toutefois, un inconvénient majeur qui consiste en des déversements parfois intempestifs des eaux usées qu'il faut les gérer. [6]

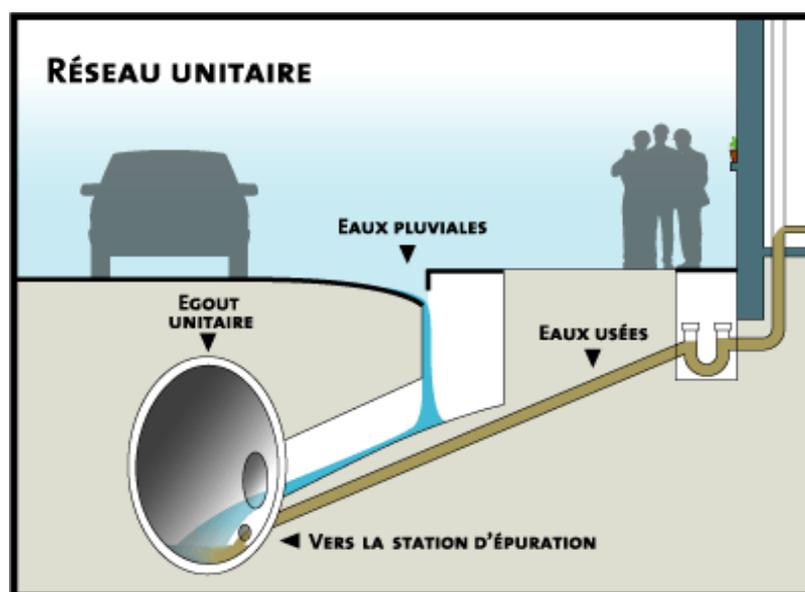
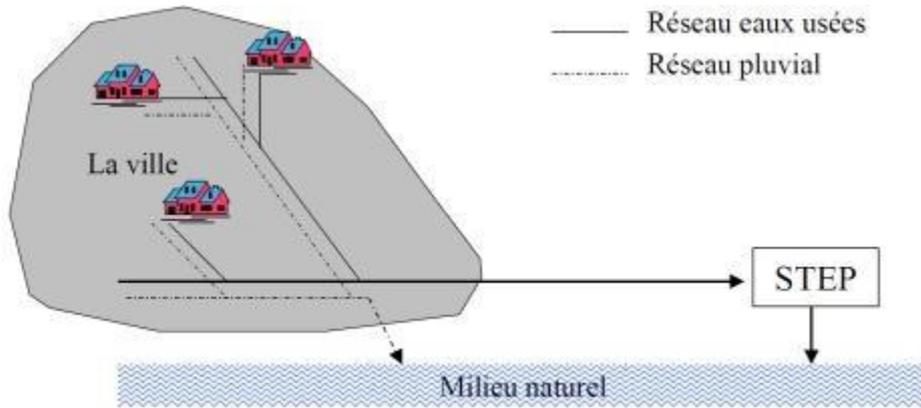


Figure 1.5: Le système unitaire.

**A.3. Système mixte :**

On appelle communément système mixte, un réseau constitué suivant les zones en partie d'un système unitaire et d'un système séparatif. [5]



**Figure 1.6:** Le Système mixte.

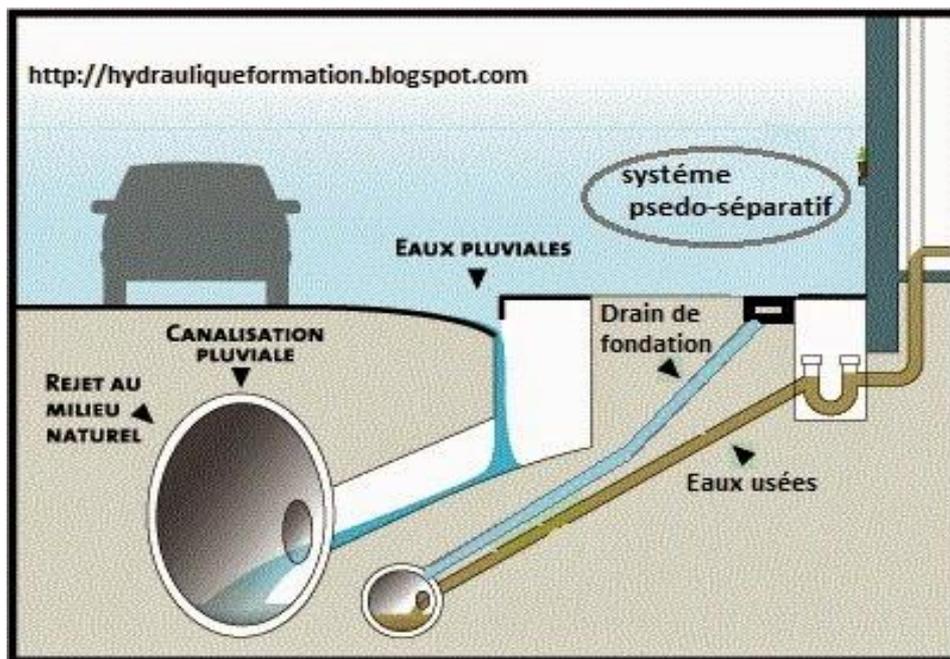
**B. système pseudo séparatif :**

Le système pseudo-séparatif est un système d'évacuation divisé en deux parties :

Les eaux de ruissellement et les eaux pluviales qui se collectent par les :

- Ouvrages spéciaux conçu pour cet effet, les services de voiries (fossés, caniveau, aqueducs).
- Les eaux de toitures, des cours et des jardins sont collectés avec les eaux d'habitation.

Ce système est utilisé dans des zones où les habitations sont relativement proches les unes des autres. [6]



**Figure 1.7:** Le Système pseudo séparatif.

**C. système composite :**

C'est une variante du système séparatif qui prévoit, grâce à divers aménagements, une dérivation partielle des eaux les plus polluées du réseau pluvial vers le réseau d'eaux usées en vue de leur traitement. [5]

**D. Systèmes spéciaux :**

- Système sous pression : Sur la totalité du parcours Le réseau fonctionne en charge de façon permanente sur la totalité du parcours.
- Système sous dépression : Le transport de l'effluent s'effectue par mise des canalisations en dépression [5]

**1.3.2. Avantages et inconvénients des différents systèmes :****Tableau 1.1:** Avantages et inconvénients des différents systèmes d'évacuation. [7]

Système	Avantages	Inconvénients
<b>Unitaire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conception simple.</li> <li>- Encombrement réduit du sous-sol a priori économique.</li> <li>- Pas de risque d'inversion de branchement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Débit à la STEP très variable.</li> <li>- La dilution des eaux usées est variable.</li> <li>- Apport de sable important à la station d'épuration.</li> <li>- Rejet direct vers le milieu récepteur du mélange "eaux usées eaux pluviales" au droit des déversoirs d'orage.</li> </ul>
<b>Séparatif</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diminution des sections des collecteurs.</li> <li>- Exploitation plus facile de la STEP.</li> <li>- Milieu naturel préservé.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Encombrement important du sous sol.</li> <li>- Coût d'investissement élevé.</li> <li>- Risque important d'erreur de branchement.</li> </ul>
<b>Pseudo séparatif</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le problème des faux branchements est éliminé.</li> <li>- Le plus gros des eaux pluviales étant acheminées en dehors de la ville, ce qui nous donne des collecteurs traversant la ville de moindre dimension.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le fonctionnement de la station d'épuration est perturbé.</li> <li>- La charge polluante est variable en qualité et en quantité.</li> </ul>

**Tableau 1.2 :** Domaine d'utilisation des différents systèmes d'évacuation. [7]

Système	Domaine d'utilisation
Unitaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Milieu récepteur éloigné des points de collecte</li> <li>- Topographie à faible relief</li> <li>- Débit d'étiage du cours d'eau récepteur Important</li> </ul>
Séparatif	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Petites et moyennes agglomérations ;</li> <li>- Extension des villes ;</li> <li>- Faible débit d'étiage du cours d'eau récepteur</li> </ul>
Pseudo séparatif	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Petites et moyennes agglomération.</li> <li>- Présence d'un milieu récepteur proche.</li> </ul>

#### 1.4. Les types des ouvrages d'assainissement :

Les ouvrages d'assainissement comprennent des ouvrages principaux et des ouvrages annexes.

##### 1.4.1. Les ouvrages principaux :

Elles correspondent au développement de l'ensemble du réseau jusqu'à l'entrée des effluents dans la station d'épuration.

Les ouvrages principaux sont constitués de canalisation et des joints. [8]

##### 1.4.1.A. Les canalisations :

Elles se présentent sous plusieurs formes cylindriques préfabriquées en usine. Elles sont désignées par leurs diamètres intérieurs, dit diamètres nominaux exprimés en millimètre, ou ovoïdes préfabriqués désignés par leur hauteur exprimée en centimètre et, des ouvrages visitables. [B]

#### A.1. Types de canalisations :

Il existe plusieurs types de conduites qui sont différents suivant leur matériau, leur forme et leur destination. On distingue : [B]

##### A.1.1. Tuyaux en béton non armé :

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

Les tuyaux non armés ont une rupture brutale ; mais, à moins que la hauteur de recouvrement soit insuffisante, elle survient aux premiers âges de la canalisation.

Il est déconseillé d'utiliser les tuyaux non armés pour des canalisations visitables, sous voirie...

L'essai à l'étanchéité est effectué sous une pression de 1 bar pendant 30 minutes. Les principaux joints sont du type emboîtement à gorge pour joint élastomère. [B]



Figure 1.8 : conduite en béton non armé.

#### A.1.2. Tuyaux en béton armé :

Les tuyaux en béton armé sont fabriqués mécaniquement par un procédé assurant une compacité élevée du béton (centrifugation, compression radiale, vibration, etc.).

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.

À moins que les tuyaux proviennent d'usines agréées, le constructeur doit obtenir du fournisseur que l'allongement sous charge maximale des aciers utilisés se supérieur ou égal à 2 %.

Ces tuyaux doivent satisfaire aux essais de résistance à la rupture et aux essais d'étanchéité (sous une pression de 1 bar pendant 30 minutes). [B]



Figure 1.9 : Conduite en béton armé.

### A.1.3. Tuyaux ovoïdes préfabriqués :

Cette forme de conduite a été mise au point afin d'obtenir une vitesse d'écoulement en fonction du remplissage la moins variable possible.

Malgré la volonté de normalisation, il existe différentes formes de tuyaux ovoïdes, notamment la forme simple, proportionnelle au cercle.

Leur longueur utile est d'au moins 1 m. Ils sont à joint à emboîtement à mi-épaisseur ou à tulipe.

Dans le cas où 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 4/1 000 de la section longitudinale du béton.

L'épaisseur du radier ne doit différer en aucun point de  $\pm 2,5$  % de l'épaisseur garantie par le fournisseur ; mesurée au fil d'eau, en deux points situés à chaque extrémité de l'ovoïde, elle ne doit pas varier de plus de 5 mm.

L'essai d'étanchéité est effectué sous une pression de 0,5 bar maintenue pendant 1 heure, sur deux ovoïdes assemblés. [B]



**Figure 1.10** : Conduite sous forme ovoïde.

### A.1.4. Tuyaux en fibres ciment sans pression :

L'amiante est un matériau interdit. Les fibres que l'on mélange au ciment permettent d'obtenir alors un matériau composite que l'on désigne par l'expression « fibres-ciment ».

Des ouvrages de très grande taille peuvent être fabriqués avec ce matériau.

Les tuyaux se fabriquent en deux types, selon le mode d'assemblage :

- tuyaux avec un emboîtement ;
- tuyaux sans emboîtement avec deux bouts lisses.

Les avantages offerts par les produits en fibres-ciment sont des dispositions constructives homogènes, constituées de pièces appelées « manchons » ou « manchettes », ou encore « biellettes » (canalisations courtes avec un système de joints souples). Le manchon est scellé dans le regard de visite, et la biellette assure la liaison souple avec le tuyau. [B]



**Figure 1.11** : Tuyaux en fibres ciment sans pression.

#### **A.1.5. Tuyaux en grès :**

Le grès servant à la fabrication des tuyaux est constitué à parts égales d'argiles et de sables argileux cuits entre 1200 et 1300 °C.

Les tuyaux sont fabriqués par extrusion. À la température de cuisson, l'ensemble subit la fusion pâteuse et se vitrifie. Les tuyaux en grès de bonne qualité, sonnés au maillet, rendent un son clair.

Le matériau obtenu est très imperméable : il est inattaquable par les agents chimiques, à l'exception de l'acide fluorhydrique.

L'utilisation des tuyaux en grès est recommandée dans les installations internes industrielles, mais en aucun cas elle ne devrait être préconisée en réseau public sous le prétexte que le grès peut admettre des effluents agressifs.

La longueur minimale utile des tuyaux est de 1 m.

Tous ces tuyaux sont fournis avec assemblage par bagues d'étanchéité ou à dispositifs d'étanchéité incorporés et montés en usine.

La tolérance sur la longueur utile est  $\pm 2 \%$ . [B]



**Figure 1.12** : Conduite en Grès.

#### **A.1.6. Tuyaux en polychlorure de vinyle (PVC) non plastifié :**

Les matières plastiques ont un comportement différent face à une élévation de température qui conduit à distinguer deux grandes familles : les thermoplastiques et les thermodurcissables.

Le PVC fait partie de la famille des thermoplastiques ; c'est une résine synthétique résultant de la polymérisation du chlorure de vinyle monomère, celui-ci étant obtenu par synthèse à partir du chlorure d'hydrogène. Suivant la quantité de plastifiant qu'on adjoint, le PVC peut donner des produits souples ou rigides.

Le PVC rigide non plastifié, utilisé en assainissement, est opaque et de couleur normalisée gris clair. Il offre une exceptionnelle résistance à l'agression d'ordre chimique et peut, de ce fait, offrir un intérêt dans les installations internes industrielles.

Si les tuyaux ne sont pas destinés à être assemblés par manchons à double bague d'étanchéité, ils comportent à l'une de leurs extrémités une emboîture façonnée en usine, munie d'un dispositif pour loger ou retenir une bague en élastomère.

Les joints collés ne peuvent être admis que pour les tuyaux de faible diamètre, c'est-à-dire pour les branchements.

Les tuyaux en PVC non plastifié sont sensibles à l'effet de température.  
Le diamètre nominal est égal au diamètre extérieur exprimé en millimètres.

Les fabricants produisent actuellement des tuyaux pour les branchements (PVC-U), pour l'évacuation sous pression ou à base de résine (UP) et renforcés de verre (PRV, Pour les écoulements libres ou sous pression, il existe une gamme de tuyaux de grandes dimensions (DN 1000 à 2400).

Parmi les canalisations d'emploi courant en assainissement sont classés les tuyaux en polyéthylène haute densité et les tuyaux à structure alvéolaire en PVC rigide, dont les parois

sont composées, dans leur épaisseur, de canaux cylindriques qui leur confèrent des caractéristiques particulières sans les alourdir. [B]

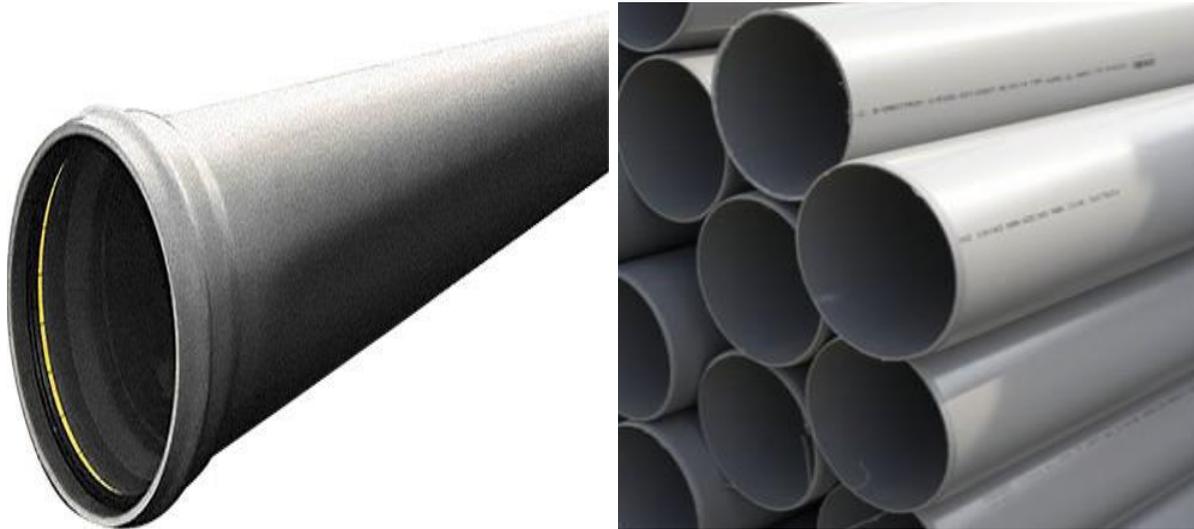


Figure 1.13 : Conduite en PVC.

#### A.1.6.1. Caractéristiques générales des canalisations en PVC pour l'assainissement gravitaire ;

Le présent chapitre spécifie les exigences pour les tubes fabriqués à partir de polychlorure de vinyle non plastifié (PVC-U) et destinés à être utilisés pour les réseaux d'assainissement à écoulement gravitaire.

Ces produits doivent être fabriqués dans des usines certifiées ISO et doivent respecter les normes de fabrication en vigueur.[9]

##### A.1.6.1.1. Matière :

La matière de base doit être du PVC-U, à laquelle sont ajoutés les additifs nécessaires pour faciliter la production de composants conformes aux exigences de la norme NA 7753.

Lorsqu'elle est calculée sur la base d'une formulation connue ou en cas de litige ou dans le cas d'une formulation inconnue, la teneur en PVC déterminée conformément à la norme NA 18610 doit être au moins de 80 % en masse pour les tubes et de 85 % en masse pour les raccords moulés par injection.

Une réduction supplémentaire de la teneur en PVC-U  $\geq 75$  % en fraction massique n'est permise qu'à condition que le PVC-U soit remplacé par du  $\text{CaCO}_3$ .

Pour la production de tubes et de raccord, l'utilisation de matière rebroyée interne propre avec une spécification agréées est autorisée sans limitation.

Par contre, l'utilisation de matière régénérée ou rebroyée externe est interdite.[9]

**A.1.6.1.2. Caractéristiques générales des tubes et raccords :**

- **Aspect**

Les surfaces internes et externes des tubes et raccords doivent être lisses, propres, et exemptes de rayures, boursouflures, impuretés et toutes autres imperfections de surface.

- **Couleur**

Les tubes et les raccords doivent être colorés sur l'épaisseur de paroi.

Il convient que la couleur soit de préférence l'orange-brun (RAL 8023) ou la grise poussière (RAL 7037).[9]

**A.1.6.1.3. Caractéristiques géométriques des tubes et raccords :**

- **Diamètre et épaisseur nominale de paroi des tubes :**

Les épaisseurs nominales des tubes sont égales aux valeurs minimales données dans le tableau suivant.

L'épaisseur de paroi,  $e$ , doit être conforme à ces valeurs. Néanmoins une épaisseur maximale en un point quelconque de moins de  $1,2e_{\min}$  est autorisée dans la mesure où la valeur de l'épaisseur de paroi moyenne  $e_m$  est inférieure ou égale à l'épaisseur spécifiée  $e_{m,\max}$  . [9]

**Tableau 1.3 : Dimensions des tubes pvc assainissement.[9]**

Diamètre extérieur nominal DN (mm)	Tolérance sur diamètre extérieur moyen (mm)	Classe de rigidité 8(CR8) SDR 34			Classe de rigidité 4(CR4) SDR 41			Classe de rigidité 2 (CR2) SDR 51		
		Épaisseur		Module de rigidité (kN/m <sup>2</sup> )	Épaisseur		Module de rigidité (kN/m <sup>2</sup> )	Épaisseur		Module de rigidité (kN/m <sup>2</sup> )
		Mini (mm)	Maxi (mm)		Mini (mm)	Maxi (mm)		Mini (mm)	Maxi (mm)	
110	+0,3	3,2	3,8	8	3,2	3,8	4	-	-	2
125	+0,3	3,7	4,3		3,2	3,8		-	-	
160	+0,4	4,7	5,4		4,0	4,6		3,2	3,8	
200	+0,5	5,9	6,7		4,9	5,6		3,9	4,5	
250	+0,5	7,3	8,3		6,2	7,1		4,9	5,6	
315	+0,6	9,2	10,4		7,7	8,7		6,2	7,1	
(355)	+0,7	10,4	11,7		8,7	9,8		7,0	7,9	

400	+0,7	11,7	13,1		9,8	11,0		7,9	8,9	
(450)	+0,8	13,2	14,8		11,0	12,3		8,8	9,9	
500	+0,9	14,6	16,3		12,3	13,8		9,8	11,0	
630	+1,1	18,4	20,5		15,4	17,2		12,3	13,8	
(710)	+1,2	-	-		17,4	19,4		13,9	15,5	
800	+1,3	-	-		19,6	21,8		15,7	17,5	
(900)	+1,5				22,0	24,4		17,6	19,6	
1000	+1,6	-	-		24,5	27,2		19,6	21,8	

*Les dimensions non préférentielles sont indiquées entre parenthèses.*

#### A.1.7. Conduites en fonte :

- Les caractéristiques des tuyaux en fonte, facteurs de sécurité et de résistance mécanique, leur confèrent le label d'excellence.
- Les tuyaux en fonte ductile et revêtement intérieur en ciment alumineux assurent des qualités de fiabilité anti-agressives. **[B]**



**Figure 1.14 :** Conduite en fonte.

## A.2. Choix du type de canalisation :

Le matériau des conduites est choisi en fonction :

- De la nature du sol (agressivité, stabilité).
- De la nature chimique des eaux usées transportées par la conduite.
- Des efforts extérieurs auquel les conduites sont soumises.
- Du milieu à traverser.

Dans notre projet, nous avons opté pour :

- Les conduites en PVC pour les extensions pour les conduites des diamètres inférieur ou égale 500 mm ( $\emptyset \leq 500$  mm).
- Les conduites en béton et béton armé pour les conduites des diamètres supérieur 500 mm ( $\emptyset > 500$  mm). [10]

### A.2.1. Diamètre minimal des canalisations :

Le diamètre minimum des canalisations doit être comme suit :

- Canalisation de branchement particulier : 150 mm ;
- Collecteur séparatif d'eaux usées : 200 mm ;
- Collecteur séparatif d'eaux pluviales : 300 mm ;
- Collecteur d'effluents unitaires : 300 mm. ;

Les sections des collecteurs doivent être calculées selon des formules d'écoulement en fonction des débits d'effluents à évacuer et de la pente des canalisations. Le choix de la section de canalisation doit tenir compte des diamètres courants de fabrication et aboutir de ce fait au choix de capacité supplémentaire d'écoulement. Pour des débits d'effluents calculés impliquant un diamètre supérieur à 600 mm, il peut être préférable surtout en réseau d'assainissement unitaire d'adopter des sections ovoïdes afin d'obtenir un écoulement meilleur par temps sec. [9]

### A.2.2. Pente minimale des collecteurs à écoulement par gravité :

La pente doit être déterminée d'une façon à assurer les conditions d'auto-curage des collecteurs et doit respecter les valeurs minimales suivantes :

- Tronçon amont d'un réseau d'assainissement de diamètre  $< 300$  mm : de 5 à 6/1000 (de 5 mm – 6 mm/ml du collecteur) ;
- Tronçon amont d'un réseau d'assainissement de diamètre  $\geq 300$  mm : de 4 à 5/1000 (de 4 mm – 5 mm/ml du collecteur) ;
- Tronçon aval d'un réseau d'assainissement : de 3 à 4/1000 (de 3 mm – 4 mm/ml du collecteur) ;
- Branchement particulier : 3/100 (30 mm/ml de la canalisation de branchement).

Des pentes inférieures favorisent la formation de dépôts sources de conditions agressives sur Les ouvrages et l'environnement et sont à éviter. Les contre-pentes sont proscrites Formellement. [9]

## 1.4.1.B. Les joints :

Il existe plusieurs types des joints qui sont différents On distingue :

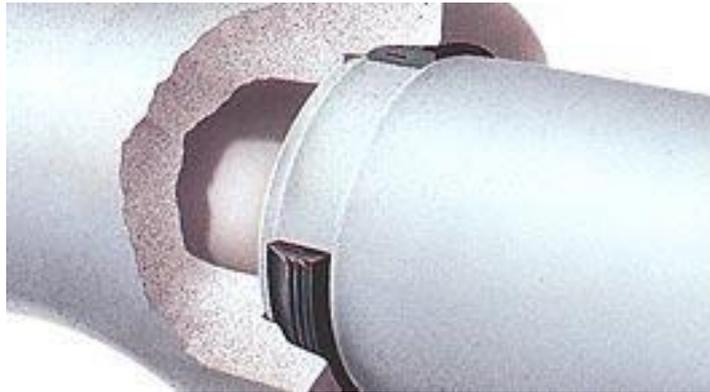
- Les joints des conduites en béton armé.
- Joint type Rocla.

- Joint à demi-embouchement.
- Joint à collet.

### B.1. Les joints des conduites en béton armé :

Le choix judicieux des assemblages est lié à la qualité du joint. Ce dernier est fonction de la nature des eaux et de leur adaptation vis-à-vis de la stabilité du sol et fonction de la nature des tuyaux et de leurs caractéristiques (diamètre, épaisseur).

Pour les tuyaux en béton armé on a différents types de joints à utiliser : [C]



**Figure 1.15 :** Joint d'étanchéité pour Conduite en béton armé.

### B.2. Joint type Rocla :

Ce type de joint assure une très bonne étanchéité des eaux transitées et des eaux extérieures. Ce joint est valable pour tous les diamètres. [C]

### B.3. Joint à demi-embouchement :

Avec un cordon de bourrage en mortier de ciment, ce joint est utilisé dans les terrains stables. Il y a un risque de suintement si la pression est trop élevée. Il est à éviter pour les terrains à forte pente. [C]

### B.4. Joint à collet :

Le bourrage se fait au mortier de ciment, il n'est utilisé que dans les bons sols à pente faible. On a un autre type de joint ; joint torique en matière plastique. [C]

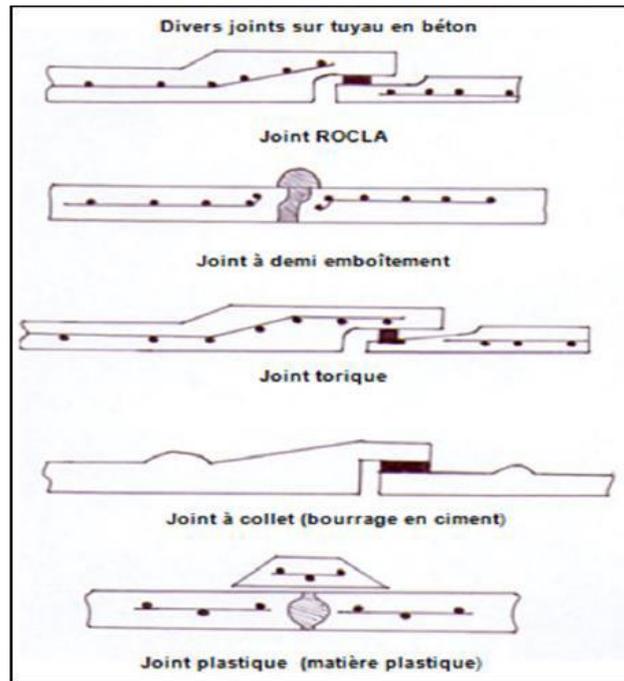


Figure 1.16 : Type des joints.

#### 1.4.2. Les ouvrages annexes :

Ils constituent toutes les constructions et les installations ayant pour but de permettre l'exploitation rationnelle et correcte du réseau. Les ouvrages annexes sont considérés selon deux groupes : [11]

##### A. Les ouvrages normaux :

- A.1. Branchements particuliers.
- A.2. Les fossés.
- A.3. Les caniveaux.
- A.4. Les bouches d'égout.
- A.5. Les regards.

##### B. Les ouvrages spéciaux :

- B.1. Déversoirs d'orage.
- B.2. Dégrilleurs.
- B.3. Dégrilleurs
- B.4. Bassins de dessablement

#### 1.4.2.A. Les ouvrages normaux :

Les normaux sont les ouvrages courants indispensables en amont ou sur le cours des réseaux. Ils assurent généralement la fonction de recette des effluents ou d'accès au réseau.

##### A.1. Les branchements :

Leur rôle de collecter les eaux usées et les eaux pluviales d'immeubles. Un branchement comprend trois parties essentielles

- Un regard de façade qui doit être disposé en bordure de la voie publique et au plus près de la façade de la propriété accordée pour permettre un accès facile aux personnels chargés de l'exploitation et du contrôle du bon fonctionnement.
- Des canalisations de branchement qui sont de préférence raccordées suivant une oblique inclinée à 45° ou 60° par rapport à l'axe général du réseau public.
- Les dispositifs de raccordement de la canalisation de branchement sont liés à la nature et aux dimensions du réseau public. [D]

### A.2. Les fossés :

Les fossés servent à recueillir l'eau des routes dans les zones rurales. Ils font l'objet d'un entretien régulier. Ils sont placés au niveau de complexes secondaires reliés aux complexes principaux. [D]



Figure 1.17 : Les fossés.

### A.3. Les caniveaux :

Sont destinés au recueil des eaux pluviales ruisselant sur le profil transversal de la chaussée et trottoirs et au transport de ces eaux jusqu'aux bouches d'égout. [D]

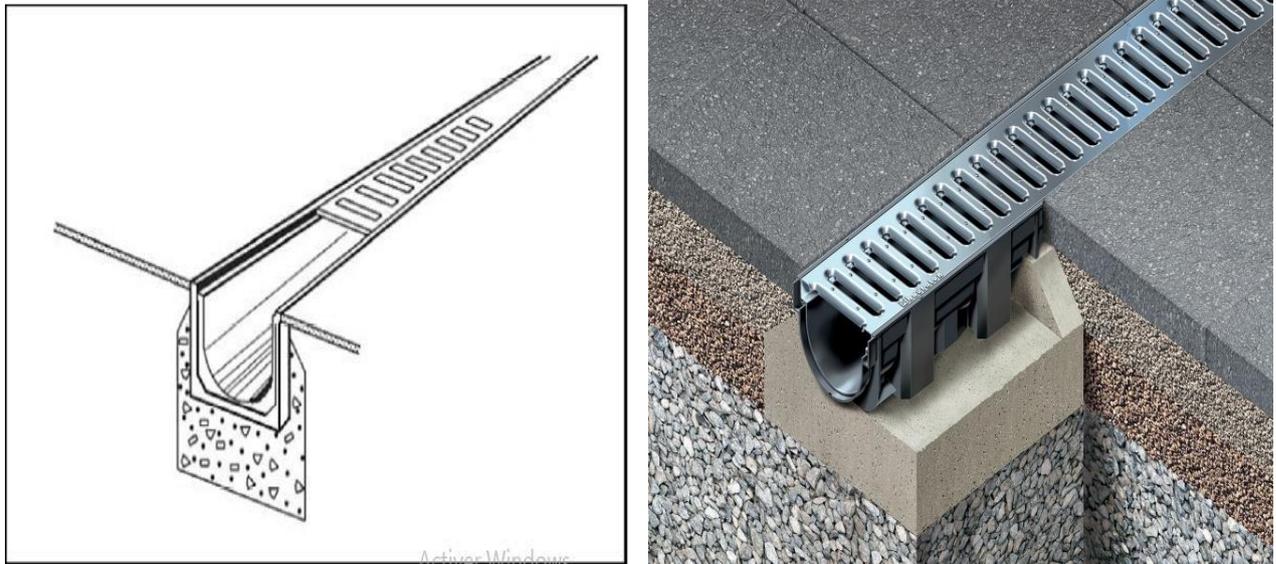


Figure 1.18 : Caniveau à grille.

#### A.4. Les bouches d'égout :

Les bouches d'égout sont destinées à collecter les eaux en surface (pluviale et de lavage des chaussées).

Elles sont généralement disposées au point bas des caniveaux soit sur le trottoir.

La distance entre les deux bouches d'égout est en moyenne de 50 m.

La section d'entre est en fonction de l'écartement entre les deux bouches afin d'absorber le flot d'orage venant de l'amont.

Elles peuvent être classées selon deux critères : la manière de recueillir des eaux et la manière dont les déchets sont retenus. [D]

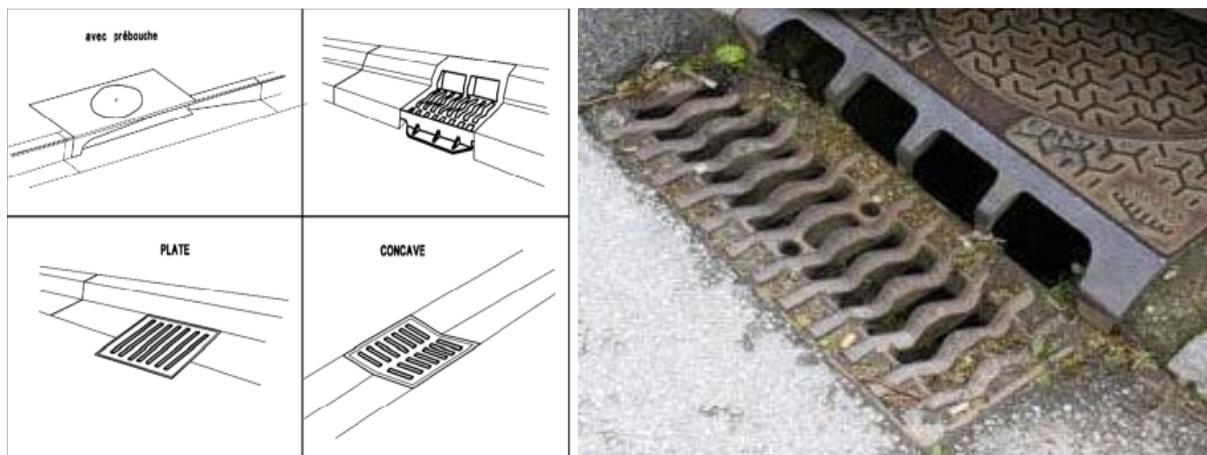


Figure 1.19 : Les bouches d'égout.

### A.5. Regards :

Les regards sont en fait des fenêtres par lesquelles le personnel d'entretien pénètre pour assurer le service et la surveillance du réseau. Ce regard varie en fonction de l'encombrement et de la pente du terrain ainsi que du système d'évacuation. [D]

- **Regard simple** : pour raccordement des collecteurs de mêmes diamètres ou de diamètres différents.
- **Regard latéral** : en cas d'encombrement du V.R.D ou collecteurs de diamètre important.
- **Regard double** : pour un système séparatif.
- **Regard toboggan** : en cas d'exhaussement de remous.
- **Regard de la chute** : à forte pente.

La distance entre deux regards est variable :

- 35 à 50 m en terrain accidenté.
- 50 à 80 en terrain plat.

Les regards doivent être installés sur les canalisations :

- A chaque changement direction.
- A chaque jonction de canalisation.
- Aux points de chute.
- A chaque changement diamètre. [D]

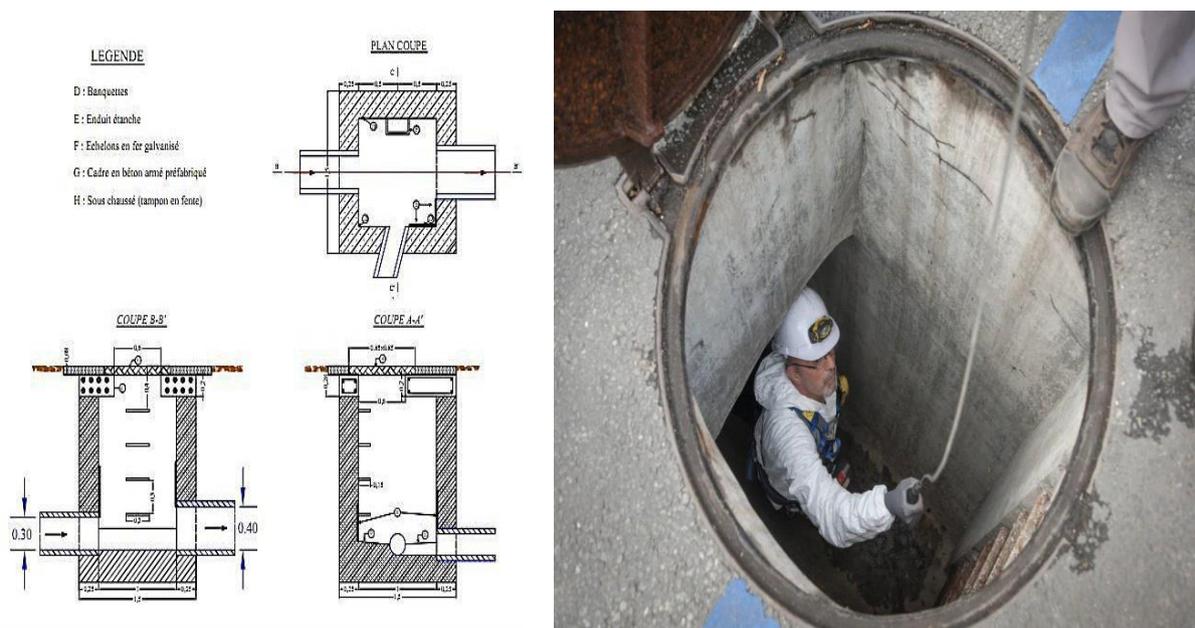


Figure 1.20 : Regard de visite.

### 1.4.2.B. Les ouvrages spéciaux :

#### B.1. Les déversoirs d'orage :

En hydraulique urbaine. Un déversoir est un dispositif dont la fonction réelle est d'évacuer par les voies les plus directes, les points exceptionnels des débits d'orage vers le milieu récepteur. Par conséquent, un déversoir est un ouvrage destiné à décharger le réseau d'une certaine quantité d'eaux pluviales de manière à régir sur l'économie d'un projet en réduction du réseau aval.

Les déversoirs sont appelés à jouer un rôle essentiel notamment dans la conception des réseaux en système unitaire.

On distingue plusieurs types de déversoirs :

- Déversoir à seuil latéral et conduite aval étranglée.
- Déversoir à seuil latéral et conduite aval libre.
- Déversoir d'orage ouverture du fond.

Avant l'emplacement des déversoirs d'orage il faut voir :

- Le milieu récepteur et son équilibre après le rejet des effluents dont il faut établir un degré de dilution en fonction du pouvoir auto épurateur du milieu récepteur.
- Les valeurs du débit compatibles avec la valeur de dilution et avec l'économie générale du projet c'est-à-dire rechercher le facteur de probabilité de déversement de façon à limiter la fréquence des lâchers d'effluents dans le milieu récepteur.
- La capacité et les surfaces des ouvrages de la station d'épuration pour éviter les surcharges et le mauvais fonctionnement.
- Le régime d'écoulement de niveau d'eau dans la canalisation amont et aval.
- Topographie du site et variation des pentes. [12]

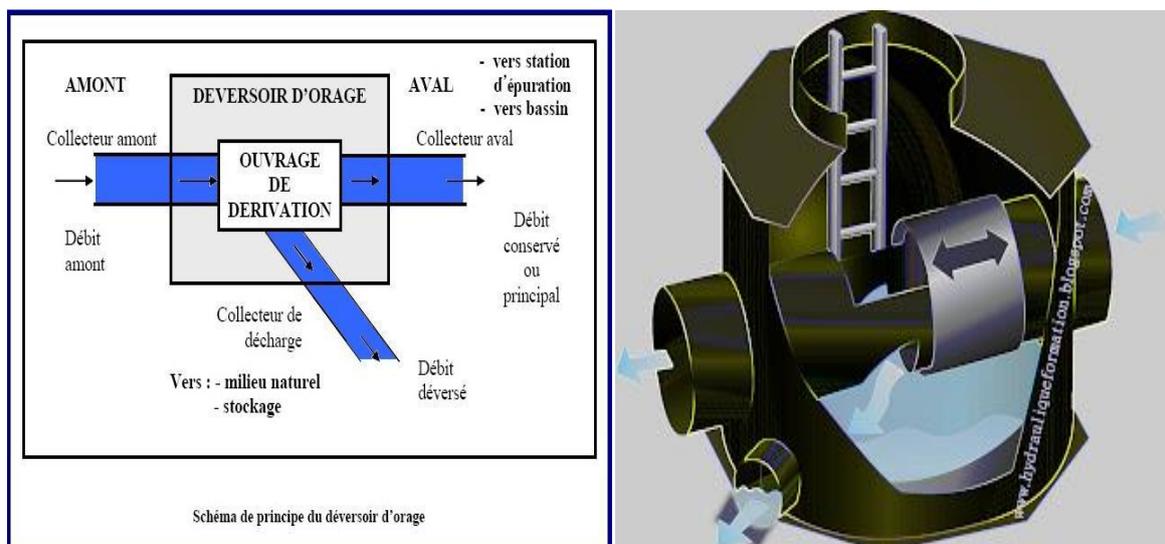


Figure 1.21 : Schéma de principe du déversoir d'orage.



Figure 1.22 : Déversoir d'orage.

### B.2. Les bassins de retenue d'eau pluviale :

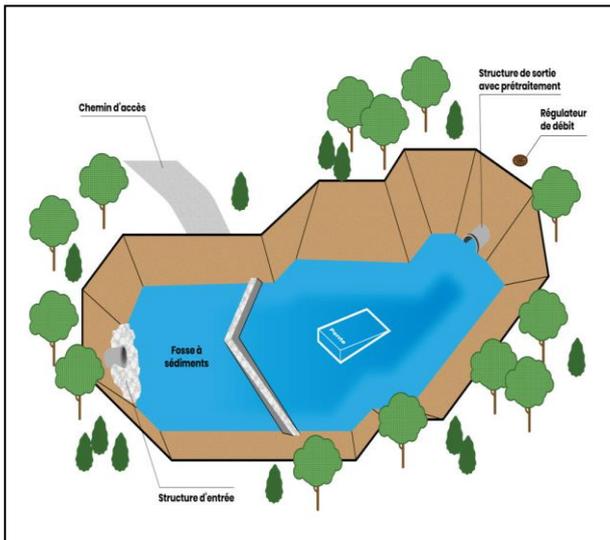
Un bassin de retenue est un ouvrage, situé à l'aval d'un réseau séparatif pluvial, qui stocke les flots de temps des pluie et les restitue à très faible débit à l'aval. [11]

A ce regard l'économie des projets reposait jusqu'ici essentiellement sur les nécessités d'évacuer le plus rapidement possible les effluents vers le milieu naturel (récepteur) le plus proche peut-elle être remise en cause et modifiée en conséquence.

En effet on peut naturellement transposer en invitant les concepteurs à rechercher des solutions a priori plus économiques moyennant l'interposition d'ouvrages de retenue d'un type nouveau.

Les bassins de retenue sont essentiellement constitués par :

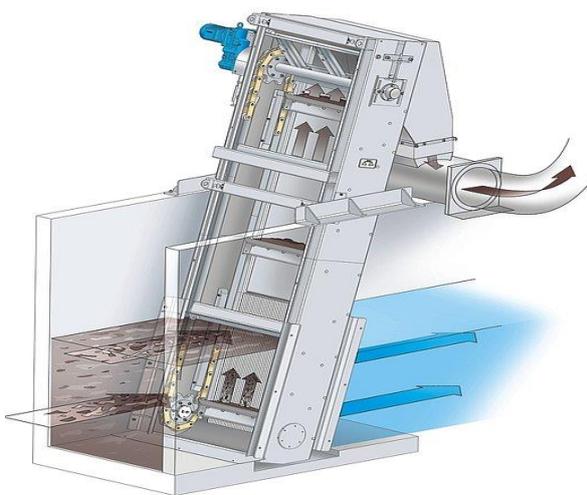
- Un corps de bassin (fond et berge).
- Un ouvrage aval généralement constitué par une digue avec dispositif d'évacuation des eaux. [13]



**Figure 1.23 :** Les bassins de retenue d'eau pluviale.

### B.3. Dégrilleurs :

- Pour éviter l'intrusion d'éléments susceptibles de perturber l'écoulement il convient de placer les dégrilleurs.
- Leur rôle est de retenir les corps les plus volumineux transportés par les effluents pluviaux ou par les effluents d'eaux usées lors de leur écoulement dans le réseau.
- Ces ouvrages sont très efficaces en amont des bassins de dessablement, des déversoirs d'orage et des stations de relevage.
- Les grilles servant à retenir les matières grossières charriées par l'eau qui pourraient nuire à l'efficacité du traitement. Elles se composent des grilles à barreaux placés en biais dans le canal et sont en fer plat simple ou profilé ou bien en fer rond.
- Pour éviter des inondations lors de l'engorgement de la grille par des pluies soudaines ou un manquement est attentif chaque grille est équipée d'un by-pass. [13]



**Figure 1.24 :** Dégrilleur droit à raclage continu.

**B.4. Bassins de dessablement :**

Ce sont des ouvrages qui doivent être placés à l'aval des collecteurs secondaires pour ne pas laisser les sables déboucher dans les collecteurs principaux pour ne pas éroder les parois et pour éviter les fermentations des éléments végétaux. [14]

**Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons parlé de façon générale sur l'assainissement en donnant quelques définitions, après nous avons mis en évidence les différents systèmes d'évacuation et le cadre de leurs utilisations, après avoir balayé l'ensemble de ceci, nous avons mentionné les éléments constitutifs du réseau d'égout les ouvrages principaux ainsi que les ouvrages annexes.

Notre travail a pour objectif principal, d'étudier le dysfonctionnement d'un réseau d'assainissement qui fera objet d'étude dans le chapitre suivant.

**Chapitre 2 :**  
**TYPES ET CAUSES DE LA DEGRADATION**  
**DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT**

## Chapitre 2 : Types et causes de la dégradation des réseaux d'assainissement

### Introduction :

En assainissement, le terme dégradation est couramment utilisé pour caractériser le mauvais état des équipements (réseaux), ou des ouvrages. Mais, qu'est-ce qui détermine, en fait, le caractère dégradé d'un réseau d'assainissement ?

Nous considérons que ce sont les manifestations du dysfonctionnement de ce réseau, ou le fait que le réseau ne réussisse plus à remplir son rôle. [15]

### 2.1. Définition et état de la dégradation :

Un réseau d'assainissement est dit dégradé lorsqu'il est incapable d'assurer les conditions nécessaires à la réalisation des objectifs qui lui sont assignés. La dégradation est quantifiée par l'écart existant entre l'état réel (performance actuelle) et l'état prévu (performance optimale).

Notons que ce dernier est une notion relative. Il est orienté par les attributs et les préférences des gestionnaires du réseau.

Une composante d'un réseau peut continuer à se dégrader sous l'effet de l'environnement auquel elle est soumise (variation des contraintes appliquées, action corrosive de l'effluent...).

Si ces mécanismes ne sont pas contrôlés par le biais d'une maintenance corrective, les défaillances engendrées auront des conséquences graves sur le réseau lui-même et sur son environnement. [16]

L'état la dégradation d'un ouvrage d'assainissement ne s'identifie pas à l'accumulation d'un certain nombre d'anomalies, mais il se réfère au dysfonctionnement global des équipements et il caractérise, précisément, l'écart existant entre les finalités associées au réseau et sa performance réelle.

Le déclenchement d'un état de dégradation signifie, autrement dit, que la performance fonctionnelle de l'ouvrage devient désormais incompatible avec le rôle requis du système d'assainissement qui dépend, bien sûr, des conditions socio-économiques.

L'existence du système se met alors automatiquement en cause. Par contre, la structure du réseau peut être usée et même en mauvais état sans être reconnue comme dégradée, tant que l'écart entre la performance fonctionnelle de l'ouvrage et ses finalités n'existe pas. [15]



Figure 2.1 : Dégradation d'une conduite d'assainissement.

## 2.2. Les conditions qui déterminent le comportement des équipements :

Il existe quatre types principaux de conditions qui déterminent le comportement des équipements :

1. La construction initiale du réseau : concerne la qualité des matériaux qui composent les équipements, les conditions de leur construction et de leur pose. Elle influe considérablement sur l'évolution de la structure des ouvrages en conditionnant l'adéquation ou non de la structure vis-à-vis des contraintes exercées.
2. L'âge du réseau se reflète sur l'état de vieillissement de son matériel et sur les techniques utilisées pour l'installation initiale des canalisations. En effet, l'âge de l'ouvrage, en définissant le moment de sa construction, détermine aussi les moyens utilisés pour son installation.
3. L'usage du réseau : Le mode d'usage du réseau dépend de la nature des effluents déversés dans les canalisations, de même que des charges exercées sur les parois externes des canalisations. La nature des effluents est liée à la fonction d'utilisation des équipements qui est définie par la réglementation et qui dépend des mœurs des habitants et du contrôle des usagers, assuré par les agents exploitants du service. En outre, les contraintes exercées à l'extérieur des canalisations dépendent de la nature du milieu environnant (acidité du sol, rôle du trafic, présence d'autres services au voisinage du réseau).
4. L'entretien du réseau représente le souci du service d'assainissement pour conserver les équipements en bon état ; un niveau satisfaisant d'entretien pouvant, en effet, prévenir ou retarder le mécanisme de la détérioration. [15]

## 2.3. Type de dégradation des réseaux d'assainissement :

La dégradation d'un réseau d'égout peut être définie comme étant son incapacité à évacuer les eaux sanitaires et pluviales sans surcharge hydraulique, avec un certain impact sur l'environnement et la conservation de la bonne intégrité structurelle. Il est à noter qu'il y a trois types de dégradation : [17]

### 2.3.1. Dégradation hydraulique :

C'est l'incapacité de l'égout à transporter le débit de conception sans dommages à la propriété. Un tronçon est dit défaillant quand il n'est plus capable d'évacuer adéquatement le débit de design pluvial et sanitaire. Il suffit parfois qu'un tronçon soit défaillant pour juger le dysfonctionnement de l'ensemble du réseau. En effet, une surcharge observée au niveau d'une conduite peut être causée par elle-même et par d'autres conduites en aval.

Cette dégradation se manifeste par les inondations suite à l'augmentation des débits de ruissellement, l'augmentation de la rugosité par usure ou excentricité des joints et la présence d'obstacles et de sédiments par manque d'entretien. [17]

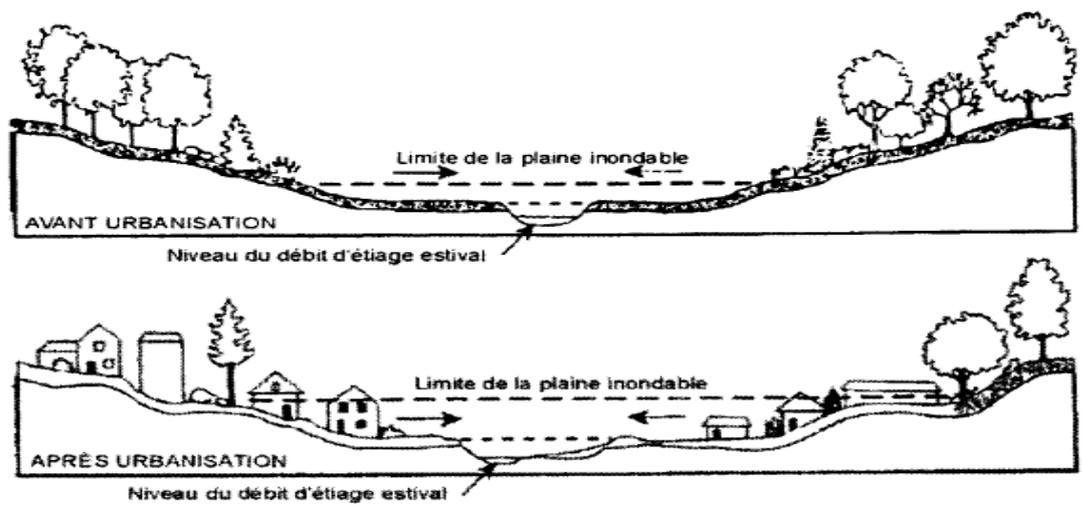


Figure 2.2 : Modification de l'hydrologie causée par l'urbanisation.

### 2.3.2. Dégradation structurale :

Représente en général le mauvais état physique d'un tronçon de conduite. Le réseau d'égout est compté parmi les infrastructures souterraines, se mettant en contact d'une façon permanente par ces différents composants (conduites, collecteur, intercepteur, émissaire, etc.) Avec le milieu environnant. L'état du sol constituant l'assise de la conduite est très important, car il lui constitue un soutien latéral.

La sollicitation des charges statiques permanentes et les charges dynamiques, liées au trafic routier, fait aussi partie du milieu environnant. L'ensemble de ces facteurs associés au vieillissement du réseau définissent la qualité. [17]

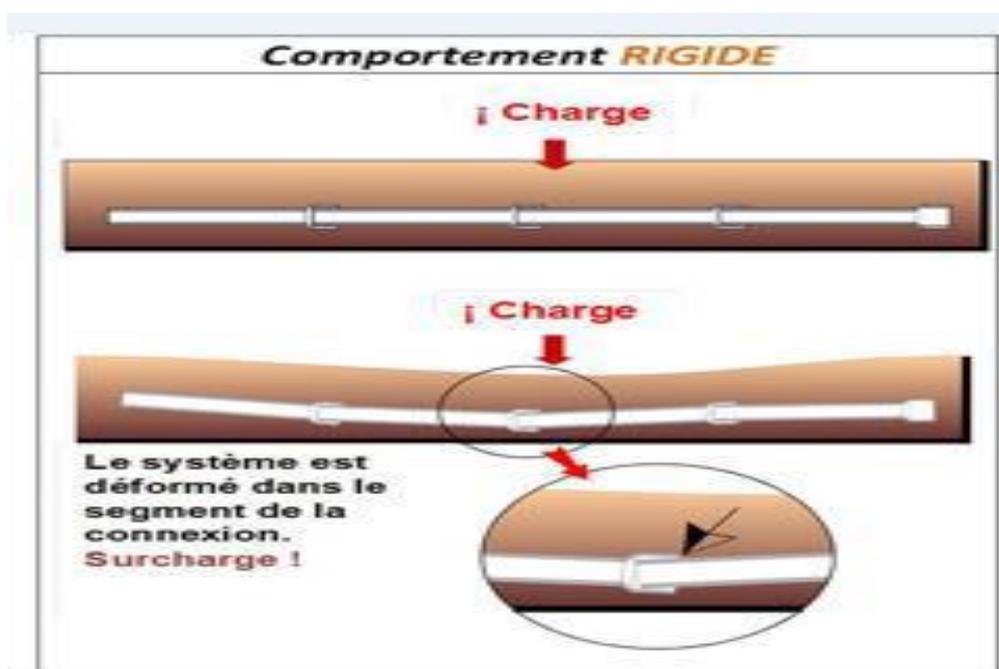


Figure 2.3 : Charge appliquée sur une conduite d'assainissement.

### 2.3.3. Dégradation environnementale :

La dégradation environnementale la plus commune est le déversement des eaux unitaires par les déversoirs d'orage en temps de pluie. Elle se manifeste quand la fréquence annuelle des déversements (sans traitement) dépasse largement la valeur prévue. [18]



Figure 2.4 : La pollution des cours d'eau dans le milieu urbain.

### 2.4. Facteurs de la dégradation des réseaux d'assainissement :

Les matériaux usuellement utilisés pour les réseaux d'assainissement sont les conduites en Béton, en Amiante, en PVC et dernièrement en fibre de verre PRV alors que la plus parts des réseaux AEP sont réalisés en PVC.

Il faut mentionner que les causes principales de la dégradation de ces réseaux sont d'origine mécanique, physique ou chimique. [19]

#### 2.4.A. Facteurs mécaniques :

Dépassement des contraintes ( $\sigma_{ad}$ ) ou des déformations ( $\epsilon_{ad}$ ) admissibles ( $\sigma > \sigma_{ad}$ ,  $\epsilon > \epsilon_{ad}$ ).  
Par exemple :

- Le passage des grands engins ou camions dans les petites cités qui donnent naissance à des fissures qui favorisent la décroissance de la durabilité du béton armé.
- Les charges accidentelles telles que le séisme ou bien les catastrophes naturelles.
- Les charges thermiques dues à l'écart de température. [19]

## 2.4.B. Facteurs physiques :

### B.1. La porosité :

La porosité indique les pores dans la matrice cimentaire qui favorisent la diffusion des eaux chargées et l'absorption capillaire notamment pour les petits pores. [19]

### B.2. La perméabilité (pores ouverts) :

La perméabilité d'un milieu poreux correspond à son aptitude à se laisser traverser par un fluide (liquide ou gaz) sous l'effet d'un gradient de pression. Elle dépend fortement du réseau poreux et de sa connectivité. Un béton perméable est un béton non durable. [19]

## 2.4.C. Facteurs chimiques :

Les facteurs chimiques se traduisent par les réactions d'échange entre le matériau et le milieu agressif. Ils sont souvent les plus importants, puisque le béton peut se dégrader par réaction Chimique (dissolution, gonflements) à partir de ses constituants.

Étant donné que les causes chimiques sont les plus importants dans la dégradation de la durabilité des ouvrages en béton, dans ce qui suit, nous nous intéressons qu'au mécanisme de dégradation chimique entre le béton et les solutions chimiques agressives environnantes. [19]

## 2.5. Principales causes de la dégradation des réseaux d'assainissement :

L'environnement des canalisations génère un certain nombre de risques de dégradation qui peuvent être liés :

- A. Aux terrains (risques géotechniques et hydrogéologiques).
- B. À l'effluent transporté (risques hydrauliques).
- C. À l'ouvrage lui-même (risques structurels).
- D. Au milieu environnant (risques d'impacts). [20]

### 2.5.A. Risques géotechniques et hydrogéologiques :

#### A.1. Entraînement de fines :

L'écoulement de l'eau dans un sable engendre des forces hydrodynamiques tendant à entraîner les éléments de sol dans le sens de l'écoulement. Dans le cas d'une canalisation mise en place sous une nappe, ce phénomène peut s'enclencher dès la phase de construction lorsqu'il y a déficience du système de rabattement de la nappe.

Le processus d'entraînement du sol environnant la canalisation et sa périphérie s'aggravant au cours du temps, les vides créés au voisinage de la canalisation vont provoquer des désordres dans celui-ci (fissures, assemblages défectueux...) favorisant la pénétration du sol à l'intérieur et contribuant à l'amplification du phénomène.

Le phénomène peut aussi apparaître ou se développer postérieurement à la phase de construction. C'est le cas lorsque l'environnement perméable immédiat de l.

Canalisation peut constituer un drain. L'origine du drainage de la nappe et donc de l'entraînement de fines peut aussi se trouver ailleurs qu'au droit même de la canalisation :

- Pompages temporaires dans les fouilles proches de l'ouvrage.
- Drains perméables défectueux autour de constructions voisines.
- Proximité d'un réseau d'adduction d'eau non étanche. [20]

### **A.2.Tassement :**

Ce sont, avant tout, les conditions de réalisation des conduites ou d'évolution de leur environnement qui vont générer ces tassements. [20]

### **A.3.Dissolution :**

Certains matériaux naturels, tels que le gypse, sont solubles voire très solubles dans l'eau. La dissolution conduit à la formation de cavités et de Karst plus ou moins importants. L'origine de fissure, d'affaissement ou d'effondrement pour les conduites situées dans des sols Cependant, pour qu'il y ait un risque réel, il faut que le sol soluble soit effectivement baigné par une nappe et que cette nappe, dans le cas où elle s'écoule naturellement, ne soit pas saturée ou bien que cette nappe soit en mouvement sous l'effet d'un pompage dont la zone d'influence intéresse la canalisation. [20]

Une fuite entraînant une circulation d'eau d'origine accidentelle constitue une autre grande cause de dissolution de ce type de sol.

### **A.4.Gonflement – retrait :**

Certaines argiles et marnes raides ont une tendance à changer de volume en fonction de leur teneur en eau. Pour une conduite qui traverse des terrains de cette nature, l'existence de cycles gonflement – retrait, causés par des fluctuations du niveau de la nappe phréatique ou par des cycles de sécheresses, peut se traduire par des soulèvements, des tassements et des efforts de compression à l'origine de déformation et de fissure de la structure. [20]

### **A.5.Glisement de terrain :**

Les glissements de terrains résultent de la rupture d'un massif lorsque la contrainte de cisaillement, au niveau de la surface de rupture, devient supérieure à la résistance au cisaillement du sol. Ils entraînent, le plus souvent la ruine des ouvrages. [20]

### **A.6.Sismicité :**

Ce risque reste très limité en zone métropolitaine. Il faut cependant le prendre en compte dans certaines régions exposées. L'importance des désordres tient aux facteurs suivants :

- Localisation géographique de l'ouvrage (zone de sismicité).
- Nature du terrain encaissant.
- Vulnérabilité de la structure. [20]

### **A.7.Mouvements tectoniques :**

Les facteurs influant sur ce type de risque sont :

- La nature et la proximité de l'accident tectonique (axe anticlinal ou synclinal, faille ou fosse de subsidence) et sa disposition par rapport à l'axe longitudinal de l'ouvrage.
- La nature du terrain encaissant.

- La nature de la structure de l'ouvrage.
- La qualité du contact entre l'ouvrage et le terrain. [20]

### **A.8.Eboulement rocheux :**

Le risque d'éboulement rocheux se présente :

- Pour un ouvrage situé en crête de falaise, risquant d'être entraîné par la rupture.
- Pour un ouvrage peu profond situé au pied d'une falaise. Les facteurs intervenants sont liés :
  - À la proximité de l'ouvrage par rapport à la crête de falaise.
  - À la nature des terrains concernés, à la fracturation du massif rocheux.
  - À la stratigraphie ou à la schistosité de ces terrains (influence importance des pendages de couche vers la falaise).
- À l'exposition aux intempéries où l'importance des cycles gel / dégel joue un rôle important. [20]

## **2.5.B. Risques hydrauliques :**

### **B.1. Action mécanique et physico-chimique de l'effluent :**

La vitesse de circulation de l'effluent et / ou la charge solide qu'il transporte provoque inévitablement une usure mécanique des matériaux constitutifs de l'ouvrage.

Par ailleurs, la composition chimique de l'effluent peut exercer une action corrosive. Les conditions de transfert de l'effluent interviennent aussi. En effet, les zones de fermentation par absence de circulation suivies de brassage violent sont sources de dégagement d'H<sub>2</sub>S. Ces phénomènes peuvent conduire à une usure locale de l'ouvrage avec plusieurs conséquences :

- Perte de résistance mécanique.
- Perte d'étanchéité, permettant des échanges entre canalisation et terrain encaissant. Le phénomène peut alors s'auto-amplifier. [20]

### **B.2. Action hydraulique :**

L'effluent exerce une charge hydraulique dynamique ou statique sur l'ouvrage. Lors de crues ou de taux de remplissage inhabituel, l'ouvrage peut également subir des charges hydrauliques pour lesquelles il n'a pas été conçu. Il peut aussi avoir à encaisser un déséquilibre de pression différentielle exercée de part et d'autre de ses parois ou des coups de bélier résultant du fonctionnement d'une station de relevage proche. [20]

## **2.5.C. Risques structurels :**

### **C.1.L'affaiblissement de la performance fonctionnelle du réseau :**

La performance fonctionnelle du réseau d'assainissement dépend d'une part de l'état physique des équipements et d'autre part de la nature des effluents transportés par le réseau.

L'affaiblissement de la performance du réseau représente la manifestation du mauvais état des ouvrages et du caractère impropre des effluents au fonctionnement des ouvrages. Il s'agit autrement dit, soit de la détérioration des équipements, qui a un caractère permanent, soit des

anomalies temporaires du fonctionnement du réseau, liées à la quantité et à la qualité des eaux usées transportées (débordements dus à des pluies exceptionnellement fortes, dysfonctionnement de la station d'épuration dû au caractère agressif des effluents transportés). [20]

### **C.2.Les charges statiques et dynamiques :**

Une canalisation est d'autant plus sensible aux charges dynamiques et statiques qu'elle est plus proche de la surface. [20]

### **C.3.Manque de maintenance :**

L'observation régulière et sérieuse des conduites est une condition impérative pour la prévention de sa dégradation et de ses dysfonctionnements.

Sa négligence constitue un facteur de risque aggravant, de même que l'absence de réalisation des mesures préconisées après constat de désordres ou anomalies. [20]

### **C.4.Construction :**

La vulnérabilité des ouvrages est fortement accrue par :

- L'inadaptation des techniques d'exécution.
- La mauvaise maîtrise de ces techniques.
- La rencontre d'aléas géologiques, pour lesquels les techniques d'exécution et la structure ont été mal adaptées.

Les modes d'exécution de l'ouvrage défailant suivant sont aussi générateurs, d'une vulnérabilité accrue des conduites :

Les travaux à ciel ouvert (en tranchées), où la mise en place du soutènement est décalée par rapport au terrassement et surtout où le rabattement préalable de la nappe n'a pas été réalisé induisant ainsi un remaniement de fouille. [20]

### **2.5.D. Risques d'impact du milieu :**

Interaction avec les usages de surfaces :

#### **D.1.Influence de la végétation en surface :**

Les risques engendrés par la proximité des systèmes racinaires des arbres sont accrus, lorsque ces derniers sont âgés, avec un volume foliaire important, dans une structure sous-sol à agrégats dissociés. Certaines espèces présentent plus de risques. C'est le cas, par exemple, des peupliers et des saules qui présentent un système racinaire très développé. [20]

#### **D.2.Influence de vibrations et charges roulantes importantes :**

Ce risque concerne notamment les ouvrages sous voies ferrées et sous chemin de roulement de grues ou portiques de manutention, battage de pieux ou palplanches à proximité. [20]

### **D.3.Modification des usages de surfaces :**

Une variation des charges réparties en surface peut entraîner un changement de comportement de la conduite par rapport aux conditions initiales de réalisation.

Les contraintes peuvent alors dépasser la résistance mécanique de l'ouvrage et entraîner des déformations telles qu'ovalisation, fissurations et même rupture. [20]

### **D.4.Interaction avec le bâti :**

L'évolution des contraintes mécaniques sur la conduite par rapport aux conditions initiales de pose doit être considérée. La construction d'un ouvrage aérien ou souterrain à proximité d'une conduite peut engendrer la modification de l'état d'équilibre du complexe sol / structure. Une mauvaise réalisation des terrassements peut entraîner une décompression du sol avoisinant et un entraînement de fines s'il y a drainage du terrain. [20]

## **2.6. Les défaillances des réseaux d'assainissement :**

L'analyse des modes de défaillance et leurs causes est si complexe qu'il est très difficile de déterminer les causes exactes d'une dégradation. En effet, les défaillances sont généralement le résultat de la combinaison de différentes anomalies fonctionnelles et structurales. Dans un réseau unitaire, les eaux de ruissellement, générées par une pluie, peuvent atteindre des débits fortement supérieurs au débit moyen en temps sec.

Les volumes d'eau enjeu sont énormes et la grande partie est directement rejetée dans les cours d'eau. Dans de telles situations, le réseau ne remplit plus convenablement ses fonctions. Il présente donc des défaillances hydrauliques ou fonctionnelles.

Par ailleurs, un tronçon est dit défaillant quand il n'est pas capable d'évacuer adéquatement le débit de design pluvial et sanitaire. De plus, il suffit parfois qu'une partie d'un réseau présente des défaillances pour juger de l'inefficacité fonctionnelle de l'ensemble du réseau. Donc l'évaluation de son état hydraulique dépend principalement de sa capacité et de sa position stratégique.

Les défaillances des réseaux d'assainissement peuvent être dues aux différents facteurs tels que le vieillissement, l'expansion de l'urbanisation, l'usure, le défaut de conception.

Ou des constructions, la mauvaise ou parfois même le manque de gestion ainsi que les changements de condition de rejet.

En résumé, ces défaillances peuvent être classifiées en deux catégories :

- A.** Fonctionnelles ou hydrauliques qui sont nuisibles à l'évacuation adéquate des eaux et affectent directement la performance hydraulique.
- B.** Structurales qui résultent de l'affaiblissement de la structure sous l'action de l'environnement où elle se trouve. [16]

## 2.7. Les défaillances possibles des réseaux d'assainissement et leurs conséquences :

Les défaillances des réseaux d'assainissement peuvent être classées en cinq familles distinctes, classées en ordre décroissant par rapport aux risques structurels potentiels qui s'y rattachent et donc par rapport aux besoins de restructuration qu'elles engendrent. Il s'agit :

- A.1. Des cassures ;
- A.2. Des déformations ;
- A.3. Des défauts d'étanchéité ;
- A.4. Des anomalies ponctuelles ;
- A.5. Les dégradations de parements. [20]

### A.1. Les cassures :

Les cassures sont l'une des familles de dégradations les plus liées à des risques structurels. Leurs conséquences sur l'intégrité de la structure des conduites sont lourdes et elles sont à l'origine de dysfonctionnements comme :

- D'une part, la perturbation des écoulements ;
- D'autre part, les entrées d'eaux parasites de nappe et des fuites d'effluent. [20]

#### A.1.1. Fissure longitudinale :

Une cassure par fissure longitudinale est une discontinuité physique parallèle à l'axe de l'ouvrage. La fissure peut être ouverte, c'est-à-dire que l'ouverture des lèvres de la fissure est nette et mesurable, ou bien présente un déplacement des lèvres l'une par rapport à l'autre de type désaffleurement ou rejet. [21]

- **Caractéristiques :**
  - La fissure affecte l'ouvrage sur une longueur importante, souvent plusieurs mètres. Une conduite est rarement affectée par une seule fissure longitudinale.
  - Les mouvements relatifs des deux lèvres de la fissure sont représentés dans la figure 2.5
- **Conséquences :**
  - Ruine structurelle de la conduite sous l'effet des charges.
  - Infiltration d'eaux parasites, avec entraînement de fines et décompression des terrains adjacents et exfiltrations d'effluents (risques de pollution) sont possibles selon les niveaux respectifs de la nappe et de l'effluent.
  - Pénétration des racines facilitée. [21]

Ouverture

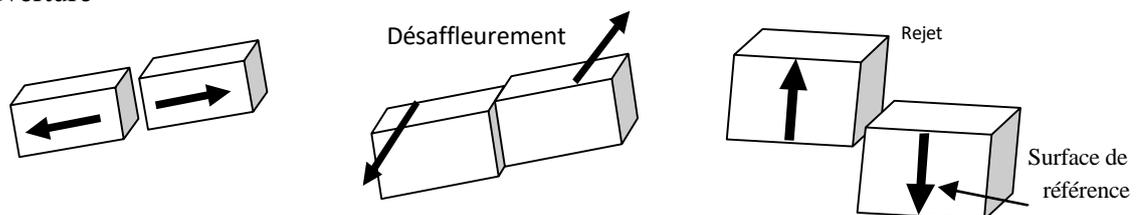


Figure 2.5 : Mouvements relatifs des lèvres d'une fissure. [21]

### A.1.2 : Fissure transversale :

Une cassure par fissure transversale est une discontinuité physique perpendiculaire à l'axe de l'ouvrage. [21]

- **Caractéristiques :**

Comme pour une fissure longitudinale, les lèvres de la fissure sont écartées et peuvent présenter les mêmes types de mouvements relatifs. Une fissure transversale peut n'être visible que sur une partie de la section.

- **Conséquences :**

- Ruine structurelle de la conduite sous l'effet des charges.
- Infiltration d'eaux parasites, avec entraînement de fines et décompression des terrains adjacents et exfiltrations d'effluents (risques de pollution) sont possibles selon les niveaux respectifs de la nappe et de l'effluent.
- Pénétration des racines facilitée. [21]

### A.1.3 : Fissure oblique :

Une cassure par fissure oblique (ou biaise) est une discontinuité physique selon une direction oblique par rapport à l'axe longitudinal de la conduite. [21]

- **Caractéristiques :**

- Comme pour les autres fissures, les lèvres de la fissure oblique sont écartées et peuvent présenter les mêmes types de mouvements relatifs. Une fissure oblique est souvent associée à une fissure transversale plus ou moins inclinée pouvant se prolonger par une
- Fissure longitudinale.

- **Conséquences :**

- Ruine structurelle de la conduite sous l'effet des charges.
- Infiltration d'eaux parasites, avec entraînement de fines et décompression des terrains adjacents et exfiltrations d'effluents (risques de pollution) sont possibles selon les niveaux respectifs de la nappe et de l'effluent.
- Pénétration des racines facilitée. [21]

### A.1.4. Fissure annulaire :

Une fissure annulaire est une fissure transversale ou oblique recoupant toute la section. [21]

- **Caractéristiques :**

Comme pour les autres fissures, les lèvres de la fissure annulaire sont écartées et peuvent présenter les mêmes types de mouvements relatifs.

- **Conséquences :**

- Ruine structurelle de la conduite sous l'effet des charges.
- Infiltration d'eaux parasites, avec entraînement de fines et décompression des terrains adjacents et exfiltrations d'effluents (risques de pollution) sont possibles selon les niveaux respectifs de la nappe et de l'effluent.
- Pénétration des racines facilitée. [21]

## **A.2. Les déformations :**

Les déformations relèvent, comme les cassures, d'une famille de dégradations liées à des risques structurels. Elles sont, elles aussi, à l'origine de désordres fonctionnels : perturbation des écoulements, infiltrations / exfiltrât. [20]



**Figure 2.6 :** déformation de conduite.

### **A.2.1. Affaissement d'ouvrage :**

Modification du profil en long de l'ouvrage, par tassement local d'une partie courante provoquant une modification de la pente.

Lorsque l'affaissement provoque une augmentation de la pente suivie d'une contre-pente localisée, il se crée une flache (Figure 2.7). [21]

- **Caractéristiques :**

- L'affaissement provoque localement une déviation angulaire de l'axe longitudinal dans le plan vertical.
- Dans le cas d'une flache, il y a accumulation localisée d'effluent sur une hauteur dont le maximum correspond à la flèche.

- **Conséquences :**

Apparition de fissures et/ou désorganisation des assemblages entre éléments préfabriqués. [21]

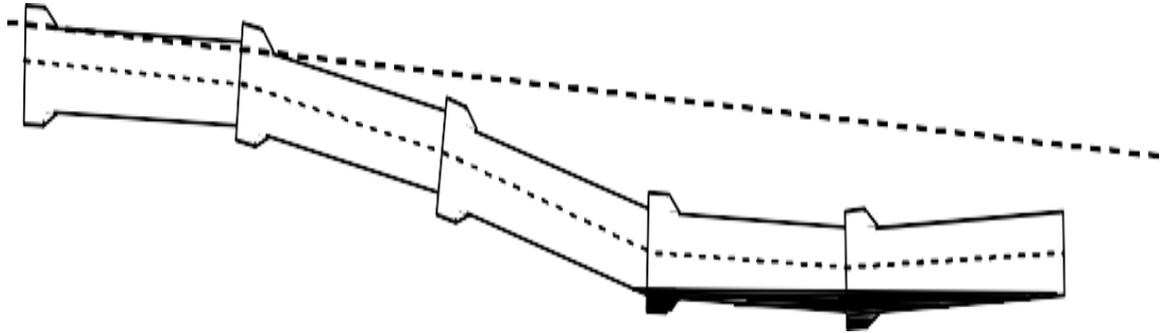


Figure 2.7 : Coupe longitudinale au droit d'une flache. [21]

### A.2.2. Affaissement de voûte :

Déplacement de la voûte vers le bas avec déformation par aplatissement. [21]

- **Caractéristiques :**

La déformation consiste en une **ovalisation** (figure 2.8). Ce défaut est très fréquent pour les canalisations flexibles (essentiellement PVC ...).

- **Conséquences :**

L'affaissement de voûte peut conduire à un effondrement partiel de la voûte. Des infiltrations sont possibles si l'ouvrage est sous la nappe et des exfiltrations en cas de mise en charge de la conduite. [21]

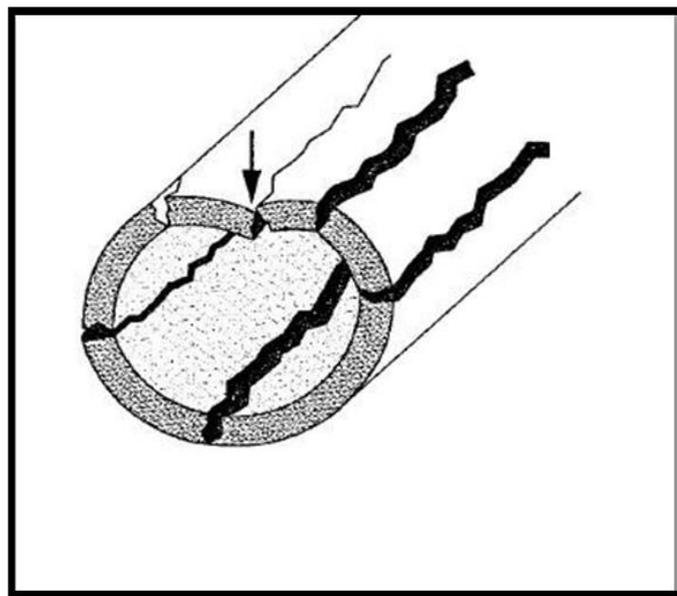


Figure 2.8: Exemple d'affaissement de voûte.

### A.2.3. Ovalisation :

Déformation verticale ou horizontale de la section d'un ouvrage circulaire (prenant la forme ovale) constitué de matériaux non rigides. [21]

- **Caractéristiques :**

L'ovalisation d'un ouvrage circulaire correspond à l'aplatissement horizontal ou vertical de la section.

- **Conséquences :**

- Rupture quand les tolérances de déformation du matériau sont dépassées ;
- Possibilité d'infiltration / exfiltrations selon les niveaux respectifs de la nappe et de l'effluent au niveau des assemblages ;
- Perturbation (limitée) des écoulements. [21]

### A.2.4. Assemblages défectueux :

Plusieurs assemblages entre éléments préfabriqués présentant des défauts comme des défaillances de joint, des déboîtements, des déviations angulaires, des emboîtements désaxés ou décentrés, des épaufrures. [21]

- **Caractéristiques :**

- Certains défauts évoqués en définition peuvent être concomitants.
- La continuité mécanique de la conduite est souvent interrompue, la continuité fonctionnelle est perturbée.
- Les déviations angulaires, désaxement ou décentrement, les épaufrures s'accompagnent de fissures plus ou moins visibles.

- **Conséquences :**

- Perte d'étanchéité de l'ouvrage, altération de la débitance ;
- Exfiltrations et infiltrations selon les niveaux respectifs de la nappe et de l'effluent. [21]

### A.3. Les défauts d'étanchéité :

L'autre famille de défaillances pouvant être constatée au niveau des réseaux d'assainissement est constituée par les défauts d'étanchéité. Ces dégradations peuvent être liées aux cassures et aux déformations et sont à l'origine de dysfonctionnements essentiellement hydrauliques.

- Infiltration.
- Exfiltration. [20]

#### A.3.1. Infiltration :

Introduction d'eaux parasites dans l'ouvrage par suite d'un défaut d'étanchéité. [20]

- **Caractéristiques :**

Les arrivées d'eau proviennent de la nappe phréatique. Elles sont localisées ou, plus rarement, diffuses et se produisent à la faveur de fissures traversantes et autres cassures, assemblages défectueux, pénétration, branchement défectueux.

- **Conséquences :**

- Présence fréquente de concrétions au droit des infiltrations susceptibles de réduire la section hydraulique (encroûtement).
- Désorganisation structurelle par lessivage des liants et entraînement des fines du terrain encaissant.
- Perturbation fonctionnelle par dilution des effluents en cas de débits entrants importants (surcharge des stations d'épurations et de pompages). [21]



**Figure 2.9 :** Infiltration de conduite.

### **A.3.2. Exfiltration :**

L'exfiltration est une perte d'effluent à travers l'ouvrage par suite d'un défaut d'étanchéité. [20]

- **Caractéristiques :**

Comme les infiltrations, les exfiltrations sont localisées ou, plus rarement, diffuses et se produisent à la faveur de fissures traversantes et autres cassures, assemblages défectueux, pénétration, branchement défectueux.

- **Conséquences :**

- Lessivage ou érosion accélérée du revêtement dans les zones d'exfiltrations.
- Désorganisation structurelle du fait de la création de cavités sous ou autour de l'ouvrage par dissolution des terrains encaissants ou entraînement de fines à l'interface ouvrage/sol support.

- Pollution des sols et de la nappe phréatique. [21]

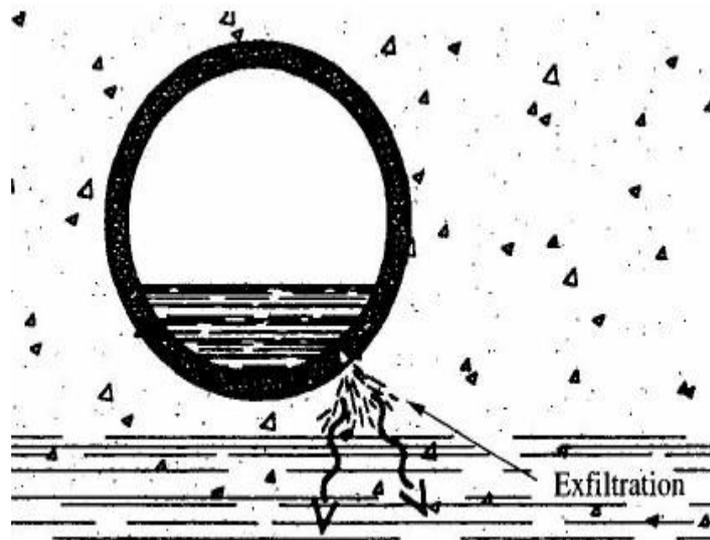


Figure 2.10 : Exfiltration de conduite.

#### A.4. Les dégradations de parements :

Les dégradations superficielles constituent une famille de désordres sans caractère de gravité immédiate mais qui peuvent s'amplifier et justifier, de ce fait, une démarche de réhabilitation. Les dégradations de parement tel que le décollement d'enduit et le dé jointement ne concernent que les ouvrages en maçonnerie. [20]

##### A.4.1. Faïençage :

Réseau maillé de microfissures affectant l'intrados de l'ouvrage. [21]

- **Caractéristiques :**

Le réseau de microfissures est superficiel. Sa maille est de l'ordre du décimètre la peau du béton est fragilisée et perd de son adhérence.

- **Conséquences :**

Sur les ouvrages en béton armé, le faïençage réduit l'enrobage et rend vulnérable les aciers. [21]

##### A.4.2. Usure du revêtement :

Diminution d'épaisseur de l'intrados de l'ouvrage sur une faible épaisseur. Elle résulte d'une érosion (action abrasive d'effluents chargés de particules solides) et / ou d'une corrosion (action physicochimique). [21]

- **Caractéristiques :**

L'abrasion est généralement partielle et porte principalement sur le radier.

- **Conséquences :**

L'usure du revêtement augmente localement la rugosité.

- Par ailleurs, il peut se produire une perte d'étanchéité avec fragilisation de la protection des armatures (le cas échéant) et apparition de chevelus de racines.
- Les déformations telles que les affaissements de radiers, les convergences ou les divergences de piédroits, les ventres (déformations de piédroits) et les déversements sont des déformations qui ne concernent que les sections de type ovoïdes.
- Les défauts d'étanchéité tels que les déjoints ne concernent que les ouvrages en maçonnerie non enduite.

Les dégradations de parement tels que le décollement d'enduit et le déjointement ne concernent que les ouvrages en maçonnerie. [21]

### A.5. Les anomalies ponctuelles :

Du fait même de leur faible étendue, les anomalies ponctuelles ne constituent pas une menace directe et immédiate pour l'intégrité structurelle et le fonctionnement hydraulique d'une conduite. Toutefois, leur caractère évolutif présente de fait un réel niveau de risque pour la conduite. [21]

#### A.5.1. Intrusion :

Pénétration dans l'ouvrage (ou traversée) d'un élément extérieur : racines, tuyaux, gaines...

- **Caractéristiques :**

- 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.

- **Conséquences :**

- Apparition de défauts d'étanchéité et de fissures, avec infiltrations et exfiltrations.
- Accumulation de matériaux divers.
- Croissance et extension des intrusions de racines qui trouvent dans les conduites des éléments nutritifs. [21]

#### A.5.2. Poinçonnement :

Déformation ponctuelle non traversante de la conduite. [21]

- **Caractéristiques :**

Le poinçonnement s'apparente à une 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.

- **Conséquences :**

- Décompression du terrain au droit du poinçonnement.

- Apparition de microfissures à l'intrados.
- Evolution souvent rapide vers une perforation avec perte d'étanchéité. [21]

### A.5.3. 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 déboîtement, une déviation angulaire, un emboîtement désaxé, une épaufrure... peuvent chacun seul ou en association avec un (d') autre(s), constituer un assemblage défectueux. [21]

- **Caractéristiques :**

- 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.

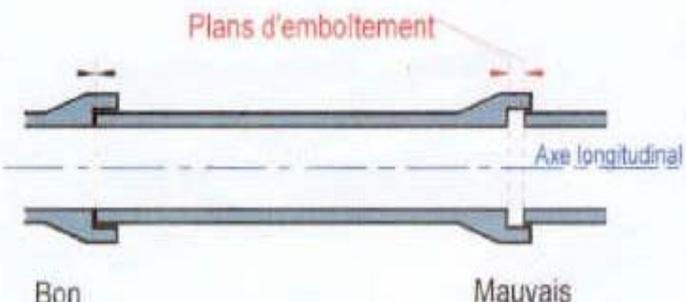
- **Conséquences :**

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. [21]

## 2.8. Caractérisation des différents défauts rencontrés au niveau des conduites non visitables :

Les tableaux présents dans ce chapitre ont pour but de donner un descriptif le plus exhaustif possible des différents défauts rencontrés au niveau des conduites non visitables. [21]

**Tableau 2.1** : Défauts d'assemblage : Emboîtements / Déboîtements. [21]

Nom	Matériaux affectés	Schéma descriptif
Emboîtement insuffisant	Tous matériaux assemblés par emboîtement  Défaut majeur pour les tuyaux en béton	

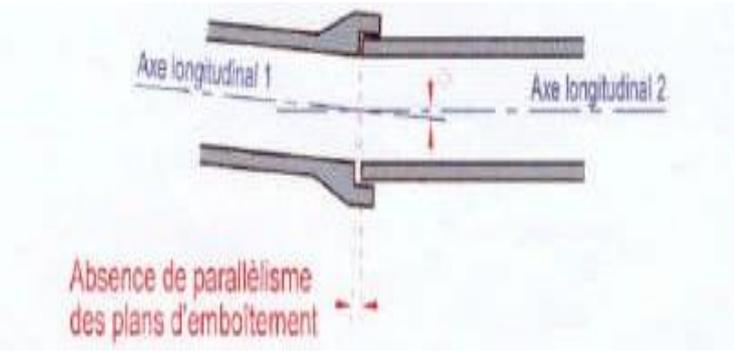
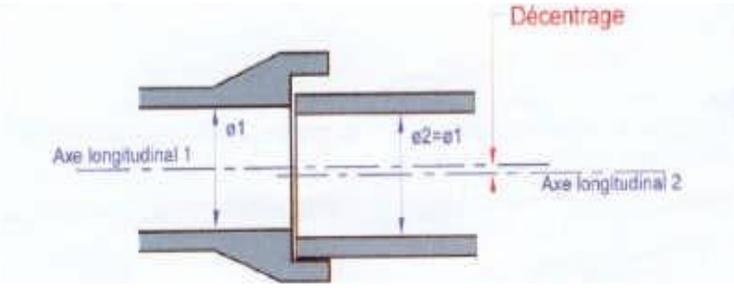
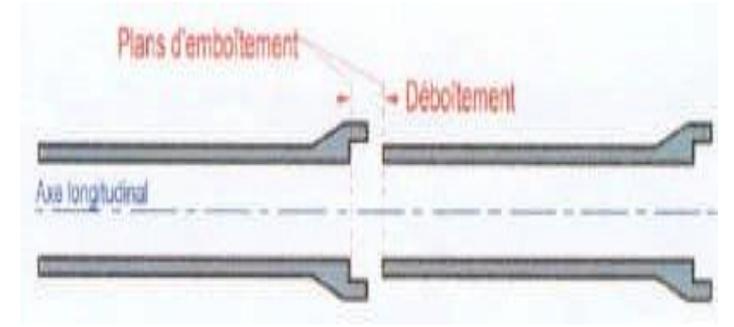
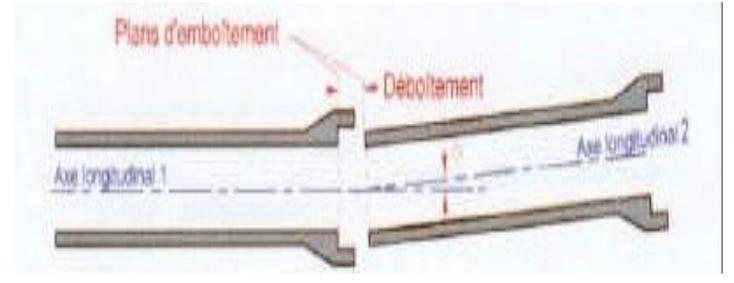
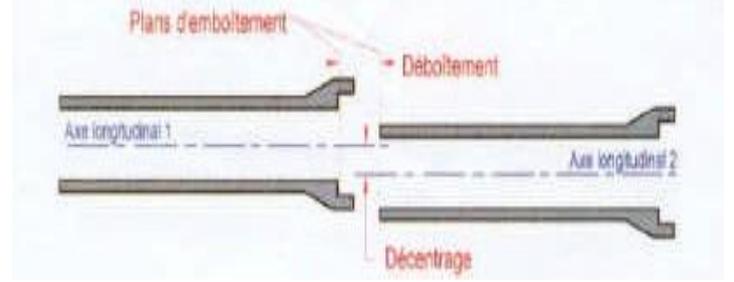
<p>Emboîtement désaligné (désaxé)</p>	<p>Tous matériaux assemblés par emboîtement</p> <p>Défaut majeur pour les tuyaux en béton</p>	 <p>Axe longitudinal 1</p> <p>Axe longitudinal 2</p> <p>Absence de parallélisme des plans d'emboîtement</p>
<p>Emboîtement décentré horizontalement et / ou verticalement</p>	<p>-Tous matériaux assemblés par emboîtement</p> <p>-Défaut majeur pour les tuyaux en béton</p>	 <p>Décentrage</p> <p><math>e_1</math></p> <p><math>e_2=e_1</math></p> <p>Axe longitudinal 1</p> <p>Axe longitudinal 2</p>
<p>Déboîtement longitudinal</p>	<p>Tous matériaux assemblés par emboîtement</p>	 <p>Plans d'emboîtement</p> <p>Déboîtement</p> <p>Axe longitudinal</p>
<p>Déboîtement désaligné (désaxé) horizontal et / ou vertical</p>	<p>Tous matériaux assemblés par emboîtement</p>	 <p>Plans d'emboîtement</p> <p>Déboîtement</p> <p>Axe longitudinal 1</p> <p>Axe longitudinal 2</p>
<p>Déboîtement décentré horizontal et / ou vertical</p>	<p>Tous matériaux assemblés par emboîtement</p>	 <p>Plans d'emboîtement</p> <p>Déboîtement</p> <p>Décentrage</p> <p>Axe longitudinal 1</p> <p>Axe longitudinal 2</p>

Tableau 2.2 : Défauts d'assemblage – suite. [21]

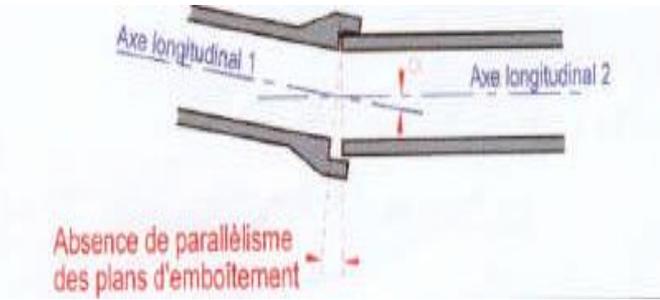
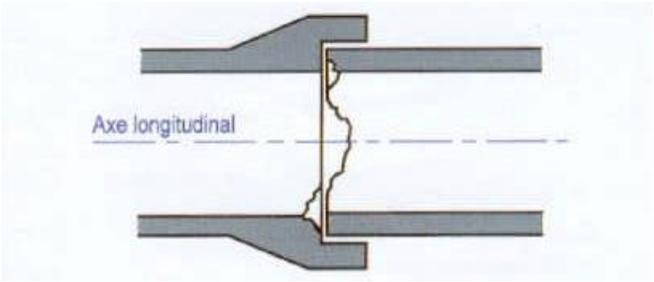
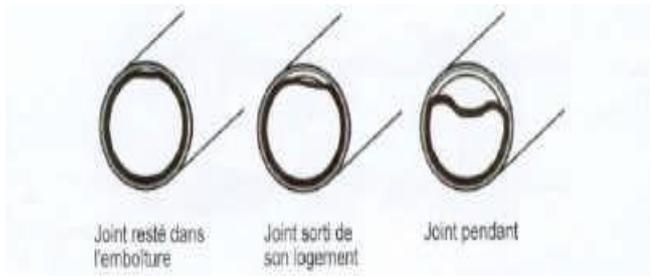
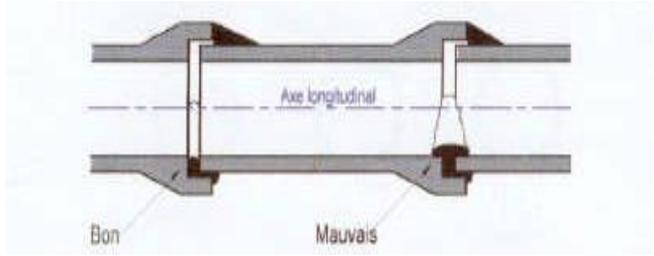
Nom	Matériaux affectés	Schéma descriptif
Déviation angulaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tous matériaux assemblés par emboîtement</li> <li>- Défaut majeur pour les tuyaux en béton</li> </ul>	
Epaufiture	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tuyaux en béton, béton armé, amiante ciment, revêtement de tuyaux en fonte</li> </ul>	
Joints défectueux / Elastomère	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tous matériaux assemblés avec des joints élastomères</li> </ul>	
Joints défectueux / mortier, corde Imprégnée...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tous matériaux assemblés avec des joints réalisés in situ</li> </ul>	

Tableau 2.3 : Défauts affectant la géométrie. [21]

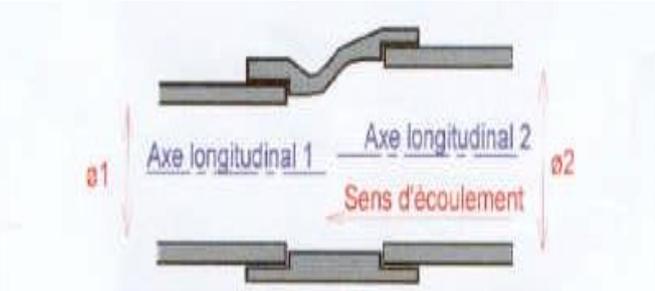
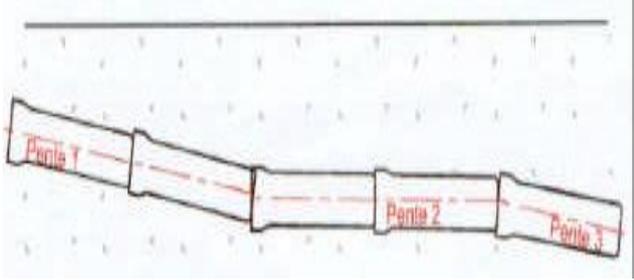
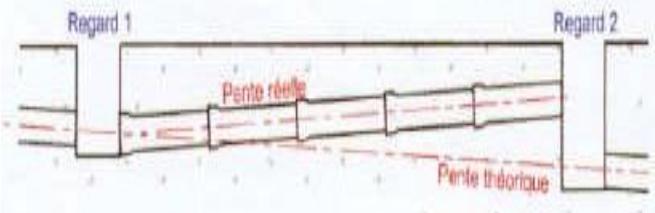
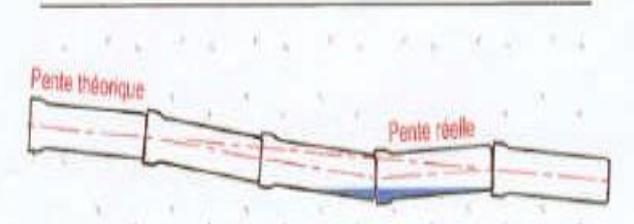
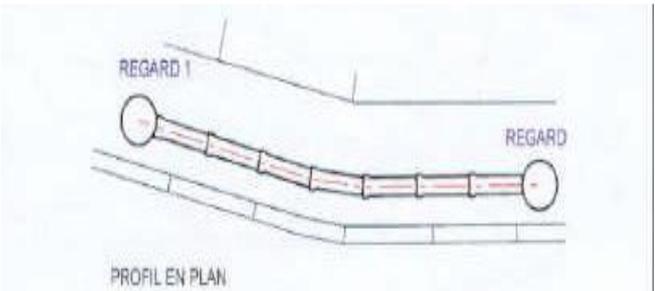
Nom	Matériaux affectés	Schéma descriptif
Changement de section	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Changement de matériaux et / ou de dimension</li> <li>- Réductions successives (pièces en PVC)</li> </ul>	
Modification du profil en long	Tous matériaux	
Profil en long / contre-pente Tous matériaux	Tous matériaux	
Profil en long / Flache	Tous matériaux assemblés par emboîtement	
Profil en plan / modification angulaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tous matériaux assemblés par emboîtement</li> <li>- Tous matériaux non rigides</li> </ul>	

Tableau 2.4 : Les fissures. [21]

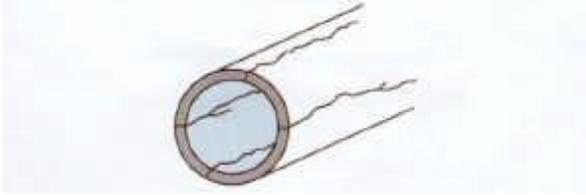
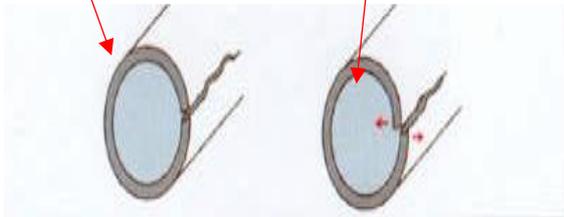
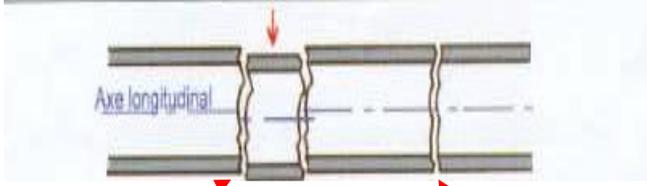
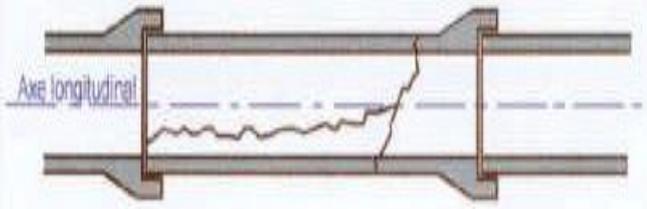
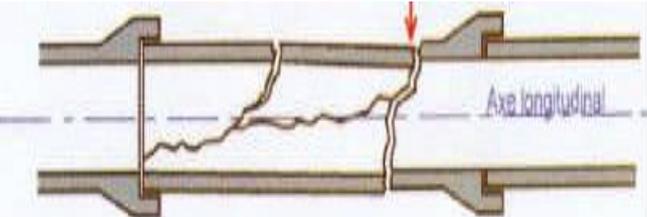
Nom	Matériaux affectés	Schéma descriptif
Fissure Longitudinale fermée	Béton armé et non armé, grès vernissé	
Fissure Longitudinale ouverte (cassure) avec ou sans rejet	Béton armé et non armé, grès vernissé	<p>Fissure ouverte      Fissure ouverte</p> <p>                                 Avec rejet</p> 
Fissure transversale (circulaire) ouverte (cassure) avec ou sans rejet	Tuyaux de grande longueur et de petit diamètre en béton armé ou non de fibre ciment	 <p>Fissure transversale avec rejet      Fissure transversale sans rejet</p>
Fissure hélicoïdale (biaise) fermée	Béton armé et non armé, PVC, grès vernissé	
Fissure hélicoïdale (biaise) ouverte (cassure) avec ou sans rejet	Béton armé et non armé, PVC, grès vernissé	

Tableau 2.5 : Déformations. [21]

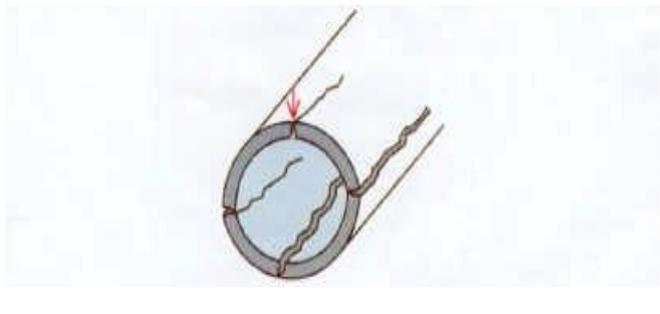
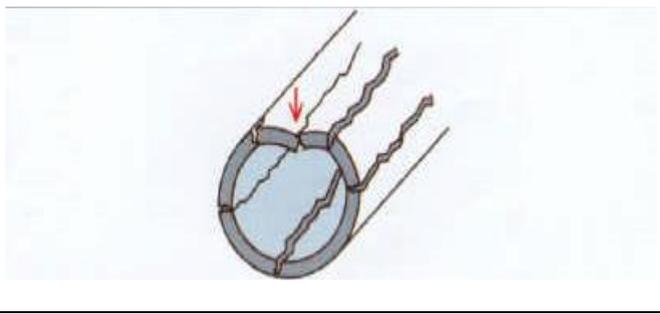
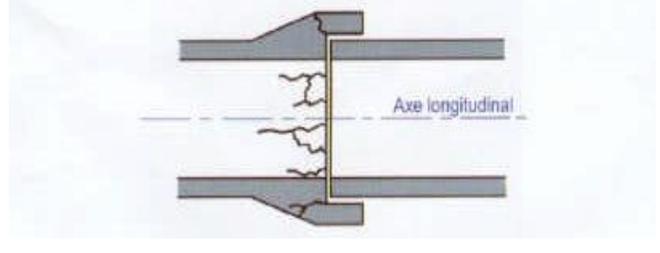
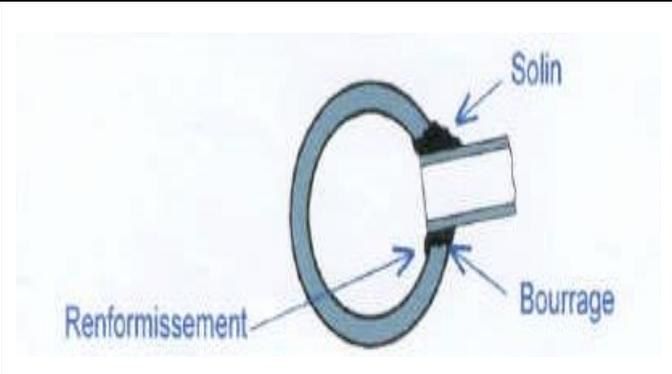
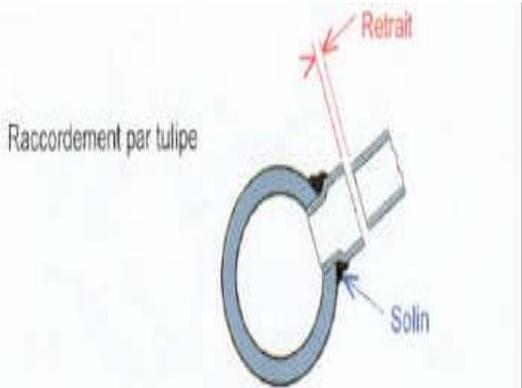
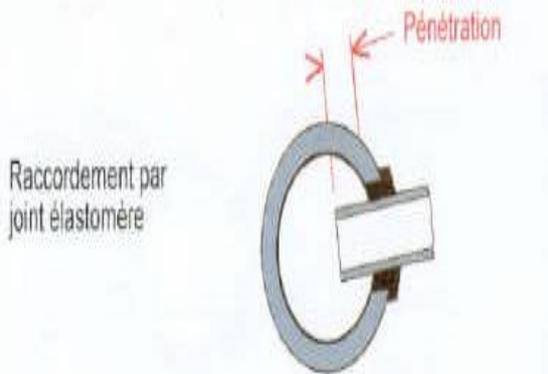
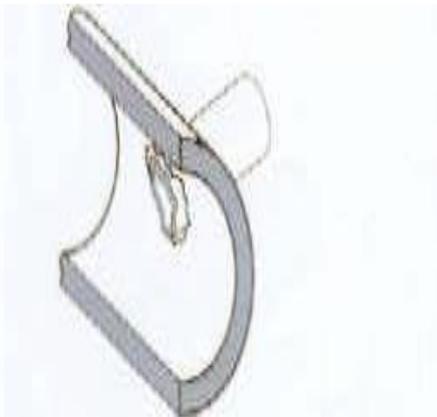
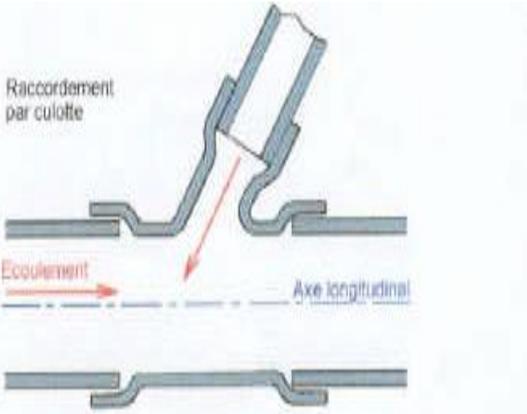
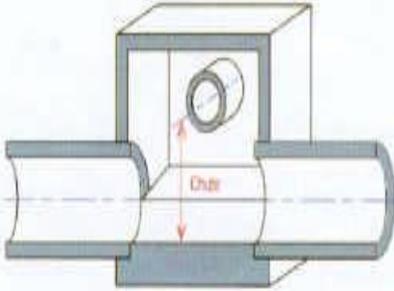
Nom	Matériaux affectés	Schéma descriptif
Ecrasement vertical ou latéral	Tous matériaux	
Affaissement de voûte (ovalisation des canalisations circulaires)	Tous matériaux	
Eclatement	Tous matériaux notamment le béton armé et le grès	

Tableau 2.6 : Défauts affectant le raccordement de branchement. [21]

Nom	Matériaux affectés	Schéma descriptif
Piquage direct	- Tous matériaux - Types de Raccordements concernés : le piquage direct en réseaux non visitable est un défaut en soi	

<p>Raccordement de branchement en retrait</p>	<p>-Tous matériaux - Types de Raccordement concernés : les piquages directs, culotte, selles, tulipes, joints élastomères, clips, regards non visitables</p>	
<p>Raccordement de branchement pénétrant</p>	<p>-Tous matériaux - Types de Raccordement concernés : les piquages directs, joints élastomères, regards non visitables</p>	
<p>Percement mal découpé</p>	<p>-Tous matériaux -Types de raccordement concernés : les piquages directs, selles, tulipes, joints élastomères, clips, regards non visitables</p>	
<p>Raccordement du branchement en contresens</p>	<p>- Tous matériaux - Types de raccordement concernés : les piquages directs, culotte, selles, tulipes, joints élastomères, clips, regards non visitables</p>	

<p>Raccordement du branchement avec chute</p>	<p>- Tous matériaux -Types de Raccordement concernés : regards non visitables</p>	
---	---	--

## 2.9. Types d'interventions sur un réseau :

Pour maintenir le réseau d'égout dans un état acceptable selon la qualité du service souhaité, il faut intervenir durant la durée de vie de l'ouvrage. Cette intervention peut se déterminer par des actions d'entretien, de maintenance (préventive ou corrective) ou de réhabilitation. L'entretien (nettoyage des conduites, enlèvement des débris, curage, etc.) est un ensemble d'interventions primordiales, qui doivent se faire périodiquement pour limiter la progression de certaines dégradations. [17]

### 2.9.A. Entretien mineur :

#### A.1. Nettoyage hydraulique :

Le nettoyage périodique des réseaux d'égouts permet d'assurer leur bon fonctionnement et de détecter des anomalies. En effet, la présence de sable ou de gravier peut constituer un indice de défauts structuraux (bris, joints ouverts ou décalés, etc.). Plusieurs méthodes de nettoyage sont disponibles et chacune nécessite des précautions particulières, selon l'état du réseau.

Les méthodes de nettoyage hydraulique exigent des mesures de précaution afin que la pression d'eau n'endommage pas la conduite fragilisée ni ne soit à l'origine d'inondations de biens publics ou privés desservis par les conduites. [22]



Figure 2.11 : Curage de conduite.

### A.2. Curages journaliers :

La solution idéale des curages journaliers des canalisations d'égout, afin d'éviter les dépôts de boue et les fermentations et de pouvoir envoyer l'effluent frais à la station d'épuration, consiste en l'occurrence en l'auto curage. [23]



Figure 2.12 : Le curage de canalisation sur Romans.

### A.3. Désodorisation :

Le réseau d'égouts est un milieu favorable à la formation de bactéries qui dégagent des mauvaises odeurs, pour y remédier il faut bien aérer le réseau ou injecter de l'oxygène liquide. [23]

### A.4. Vérification de la déformation :

Le recours au profil mètre (ou au gabarit), à cette étape du cycle de vie, permet de quantifier et de comparer dans le temps la déformation d'une section de conduite. [22]

## 2.9.B. Entretien majeur :

### B.1. Colmatage par injection :

Le colmatage par injection est utilisé pour sceller des fissures et autres défauts causant des infiltrations dans les conduites gravitaires d'égout. Cette technique peut même permettre de remplir les cavités dans le sol entourant la conduite dans le cas où celui-ci aurait pu être lessivé lors d'infiltration. [22]

### B.2. Un manchon d'injection :

Permet de gonfler un ballon afin d'isoler la section de la conduite à réhabiliter, d'injecter un coulis chimique et de maintenir une pression prédéterminée. Des conduites de 100 à 3 600 mm ainsi que des branchements de 90 à 225 mm peuvent être réhabilités par colmatage. [22]

### **B.3. Réparation des joints en brique :**

Cette réparation non structurale sert à réduire les infiltrations et les exfiltrations dans les collecteurs en brique ou en maçonnerie.

Il faut évider les joints, nettoyer la zone à réparer et retirer le mortier désagrégé ; il faut ensuite remplir les joints de mortier frais à la main ou au moyen d'outils pneumatiques. [22]

### **2.9.C. Réhabilitation structurale :**

Les techniques de réhabilitation structurale sont celles qui permettent de réhabiliter une conduite dont la structure est défaillante. Elles consistent à solidifier une section ou l'ensemble de la conduite en lui redonnant sa résistance initiale. Dans certains cas, la technique de réhabilitation sert également à améliorer la capacité hydraulique en plus de la capacité structurale. [16]

#### **C.1.Tubage :**

La technique de réhabilitation par tubage consiste à insérer un tuyau flexible ou rigide à l'intérieur de la conduite à réhabiliter. Le tubage est utilisé pour améliorer les capacités hydraulique et structurale, il permet aussi de corriger les anomalies présentes dans les conduites telles que l'infiltration, les fissures, les racines. [22]

La réhabilitation peut englober deux actions distinctes de maintenance, qu'on retrouve d'ailleurs dans les principes de gestion, et qui sont la maintenance préventive et corrective :

##### **C.1.1. La maintenance préventive :**

La maintenance préventive peut être soit systématique ou conditionnelle.

La maintenance préventive systématique est un programme d'actions périodiques qui a pour objectif d'anticiper les dégradations importantes et d'assurer en permanence les conditions nécessaires à la réalisation des performances fonctionnelles prévues du réseau.

La maintenance préventive conditionnelle consiste à effectuer des interventions sur le réseau d'assainissement lorsque la situation d'un paramètre donné atteint certain niveau critique. Une surveillance continue ou périodique est nécessaire quel que soit l'état du réseau. [16]

##### **C.1.2. La maintenance corrective :**

La maintenance corrective consiste à écarter les défaillances, à prévoir, et à évaluer les risques encourus ; c'est une composante dynamique qu'on ne trouve pas dans la gestion traditionnelle. Elle s'appuie sur une analyse de défaillance et sur une analyse prospective de dimension technique et socio-économique. Elle fait appel à des moyens de diagnostic approfondis afin de dresser un portrait de l'état du réseau. [16]

#### **C.2. Lutte contre la corrosion de l'H<sub>2</sub>S :**

Les eaux d'égout du fait même de leur composition constituent un milieu favorable au développement bactérien, ce dernier étant du type soit aérobie (avec présence d'oxygène dissous) soit anaérobie (absence d'oxygène dissous).

La fermentation anaérobie est une cause de dégagement de mauvaises odeurs (hydrogène sulfuré) et de corrosion (action de l'acide sulfurique formé par l'oxygène biochimique des sulfures avec l'oxygène atmosphérique).

Or, dans le cas de canalisations sous pression, celle-ci sont le siège de fermentations anaérobies, lors de la remise en contact des effluents avec l'atmosphère, il peut y avoir des émanations importantes d'hydrogène sulfuré engendrant une nuisance importante.

Cette nuisance peut être palliée en maintenant une certaine teneur en oxygène pur dans les eaux usées le point d'injection se situant en amont de la station de relevage. [23]



**Figure 2.13 :** Exemple de corrosion par une attaque au H<sub>2</sub>S.

### Conclusion :

Un réseau d'assainissement est jugé dégradé lorsque l'écart existant entre l'état réel (performance actuelle) et l'état prévu (performance optimale) devient important.

Les défaillances peuvent être classifiées en deux catégories :

- Hydrauliques (Fonctionnelles) qui sont nuisibles à l'évacuation adéquate des eaux et affectent directement la performance hydraulique.
- Structurales qui résultent de l'affaiblissement de la structure sous l'action de l'environnement où elle se trouve.

Cette défaillance peut revêtir plusieurs formes telles que cassures, déformations, défauts d'étanchéité, anomalies ponctuelles ou dégradations des parements.

A chaque cas de figure existent des mesures préventives ou palliatives.

**Chapitre 3 : Présentation de la  
région d'étude et diagnostic du  
réseau existant.**

## Chapitre 3 : Présentation de la région d'étude et diagnostic du réseau existant

### Introduction :

Les projets d'assainissement nécessitent toujours une étude rigoureuse et détaillée de la zone où auront lieu les travaux, dans le but de connaître les caractéristiques physiques du site ainsi que les facteurs influençant la conception du projet,

Ils peuvent se répartir en quatre catégories :

- Les données naturelles du site.
- Les données relatives à l'agglomération.
- Les données relatives au développement futur de l'agglomération.
- Les données propres à l'assainissement.

C'est pourquoi la connaissance de l'agglomération est un volet primordial pour le futur choix de la variante d'aménagement hydraulique. [24]

### 3.1. Généralité sur la région de la zone d'étude :

#### 3.1.1. Situation géographique :

La région de Guelma est située au Nord - Est de L'Algérie à 60 Kilomètres au sud de la Méditerranée et à 279 mètres par rapport au niveau de la mer.

Elle regroupe une population estimée à 506 007 habitants dont 25 % sont concentrés au niveau du chef-lieu de wilaya avec une densité de 135 habitants par km<sup>2</sup> et s'étend sur une superficie de 3 686,84 km<sup>2</sup>

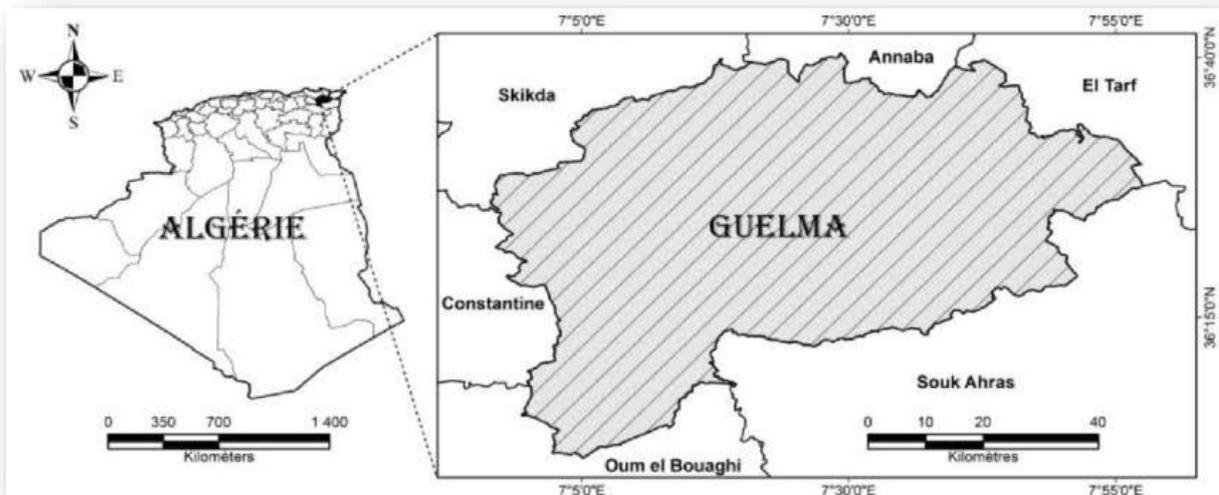


Figure 3.1 : Situation géographique de la région de Guelma.

### 3.1.2. Limites administratives :

La wilaya de Guelma constitue un axe stratégique de part sa situation géographique. Elle est limitrophe des wilayas suivantes :

1. La wilaya d'Annaba, au Nord : Avec son port et son aéroport, ainsi qu'une zone industrielle assez importante, distante de quelques 60 km.
2. La wilaya de Skikda, au Nord - Ouest : Avec son port et son complexe pétrochimique, est à moins de 80 km.
3. La wilaya de Constantine, à l'Ouest : Son aéroport, ses potentialités de Capitale de l'Est du pays sont à 100 km.
4. La wilaya d'Oum-El-Bouaghi, au Sud : Porte des hauts plateaux, est à 100 km.
5. La wilaya de Souk-Ahras, à l'Est : Région frontalière à la Tunisie, est à 78 km.
6. La wilaya d'El-Tarf, au Nord – Est : wilaya agricole et touristique, port de pêche, frontalière à la Tunisie, est à 115 km. [25]



Figure 3.2 : Limites administratives de la wilaya de Guelma.

### 3.1.3. Relief :

La géographie de la wilaya se caractérise par un relief diversifié dont on retient essentiellement une importante couverture forestière et le passage de la Seybouse qui constitue le principal cours d'eau. Les mouvements tectoniques du Plio-Quaternaire ont joué un rôle important dans la morphogenèse de la région. [26]

Ce relief est composé de :

- Montagnes : 37,82 % dont les principales sont :
  - Mahouna (Ben Djerrah) : 1 411 m d'altitude ;
  - Houara (AinBenBeidha) : 1 292 m d'altitude ;
  - Taya(Bouhamdane) : 1 208 m d'altitude;
  - D'bagh (Hammam Debagh) : 1 060 m d'altitude.
- Plaines et Plateaux : 27,22%
- Collines et Piémonts : 26,29%
- Autres : 8,67%. [E]

### 3.1.4. Réseau hydrographique :

Le réseau hydrographique est très dense (Figure 4). Il est composé de trois

Oueds majeurs qui sont :

- L'Oued Bouhamdane, qui draine la partie Ouest du territoire, dont l'écoulement général est d'Ouest en Est.
- L'Oued Cherf, qui draine la partie Sud du territoire, dont l'écoulement général est du Sud vers le Nord.
- L'Oued Seybouse, qui draine la partie Nord et Est du territoire,

Autrement dit presque la totalité de la wilaya de Guelma, avec une superficie de 6 471 km<sup>2</sup>, pour rencontrer la mer Méditerranée à l'Est de la ville d'Annaba. (Benmarce,2007). [26]

Ces oueds, qui drainent les eaux pluviales vers la mer, sont alimentés par un important chevelu hydrographique composé de petits oueds et de quelques affluents importants. Notamment, en ce qui concerne l'Oued Seybouse (57,15 km), ses principaux affluents sont d'amont en aval : l'Oued Bouhamdane (45,37 km), l'Oued Cherf (36,46 km), l'Oued Boussora, l'Oued Mellah, l'Oued Halia et l'Oued Cheham.

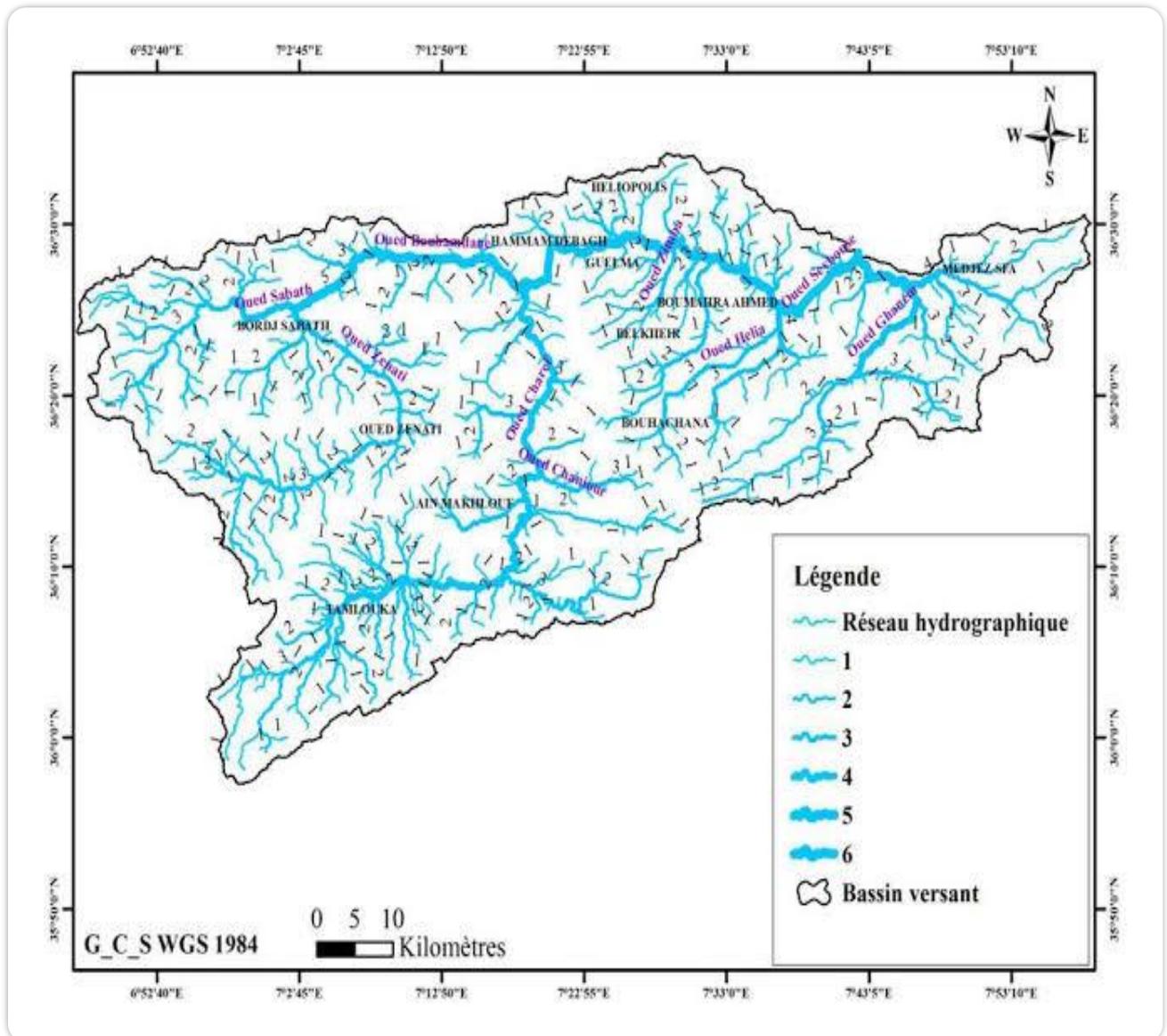


Figure 3.3 : Réseau hydrographique de Guelma.

### 3.1.5. Cadre biotique :

La région de Guelma recèle des écosystèmes différents (Forêt, Oueds, couvert Végétal, ...), on y trouve une biodiversité significative. (URBACO, 2012). [25]

### 3.1.6. La faune :

La faune dans cette région est très diversifiée. Parmi les espèces existantes, on peut citer :

- Les mammifères : le Sanglier, le Chacal, le Renard, le Lièvre, le Lapin, le Gerboise, le Cerf de Barbarie qui est une espèce protégée dans la réserve nationale de Béni Salah.
- Les oiseaux.
- Les reptiles : la Tortue, le Lézards et la Couleuvre (URBACO, 2012). [25]

### 3.1.7. La flore :

La couverture forestière de la wilaya de Guelma est constituée principalement par le chêne liège *Quercus suber* et le chêne vert *Quercus ilex* avec une superficie de 17 680,5 ha soit 54 %, suivie par le pin d'Alep *Pinus halepensis* avec une surface de 5 715,5 ha soit 18%, l'Eucalyptus avec une superficie de 3530 ha soit 11%. Les superficies des autres essences, sont assez significatives (chêne zen 2201 ha, pin maritime *Pinus pinaster* et pin pignon *Pin parasol* 1638 ha, cyprès 1019 ha, et liège privé 804,55 ha) (URBACO,2012). [25]

### 3.1.8. Etude climatologique :

Les facteurs climatiques jouent un rôle déterminant dans le régime des cours d'eau, et dans l'alimentation éventuelle des nappes souterraines (Soltner, 1999). [27]

L'Algérie fait partie de « l'aire isoclimatique méditerranéenne », puisque son climat est partout caractérisé par l'existence d'une période de sécheresse axée sur la période chaude et imposant à la végétation en place un stress hydrique de durée variable, l'Algérie fait partie intégrante du « macroclimat méditerranéen ».

### 3.1.9. Précipitations :

Les précipitations désignent tout type d'eau qui tombe de ciel, sous forme liquide ou solide. Elle représente un facteur climatique très important qui conditionne l'écoulement saisonnier et par conséquent le régime des cours d'eau (Dajoz, 2000). [28]

Les pluies qui tombent en Algérie sont orographiques et torrentielles. Elles varient selon l'altitude.

Divers facteurs contribuent à déterminer les zones de précipitations en Algérie, en particulier l'orientation des chaînes de montagnes et la direction des vents dominants porteurs d'humidité. Sur tout le littoral et le Tell, la direction des vents, pendant la saison pluvieuse, est franchement Nord - Ouest Avec une fréquence moyenne de 50 fois par an, ce sont les vents du Nord - Ouest qui apportent les précipitations hivernales

En plus de l'orientation des versants, la pluviosité varie en Algérie sous l'influence de plusieurs paramètres géographiques, altitude, latitude, longitude et distance à la mer :

La quantité des pluies augmentent avec l'altitude. Elle est plus abondante sur les reliefs qu'en plaine ; mais, elle est plus élevée sur les versants bien orientés face aux vents pluvieux du Nord - Ouest, que sur les autres.

La pluviométrie est plus importante sur le littoral, que dans les régions situées plus au sud.

A cette décroissance des pluies du nord au sud se superpose une décroissance de l'Est à l'Ouest (selon la longitude) ; cette Caractéristique étant particulière à l'Algérie [29]

**Tableau 3.1:** Répartition des précipitations moyennes mensuelles (Station météorologique de Guelma, (1990 à 2014). [29]

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
P (m)	82.7	69.84	63.82	54.84	49.49	17.75	4.67	11.74	39.02	41.04	66.88	88.71

### 3.1.10. La température

La température est l'un des facteurs les plus importants du climat. Elle agit sur les répartitions d'eau qui s'opèrent par le phénomène de l'évapotranspiration.

Les données des températures moyennes mensuelles mesurées au niveau de la station de Guelma (1990 - 2014), sont consignées dans le tableau 3. [29]

**Tableau 3.2:** Températures moyennes mensuelles la région de Guelma (1990 - 2014). [29]

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
T(c)	9.04	9.95	13.26	16.44	21.01	25.87	29.54	29.56	25.1	20.44	14.35	10.14

### 3.2. Illustration et localisation de la zone du projet d'étude :

Notre zone d'étude cité Makbro Ammar (la nouvelle ville, pos sud) de surface 13.8418 Ha situé au sud de la wilaya de Guelma, elle est délimitée au nord par la cité Yahia Maghmouli 1 et à l'ouest par la nouvelle ville, à l'est et au sud par la route national (W123).



Figure 3.4: Délimitation de la zone du projet (pos sud Guelma).



Figure 3.5 : Localisation de la zone du projet.

### 3.3. Description de Réseaux d'assainissement du projet d'étude :

Le réseau d'assainissement de notre projet d'étude est de type unitaire et constituer de différent ouvrages (regards de visites, Conduites, Avaloires...etc.) qui sont détailler dans le tableau récapitulatif ci-dessous.

Tableau 3.3 : Description de Réseaux d'assainissement.

N=° Tronçon	Localisation du tronçon	Caractéristiques		
		Diamètre (mm)	Longueur (m)	Type de Matériau
1	Entre RV1 ➔ RV2	300	30	PVC
2	Entre RV2 ➔ RV3	300	30	PVC
3	Entre RV3 ➔ RV4	400	30	PVC
4	Entre RV4 ➔ RV5	400	30	PVC
5	Entre RV5 ➔ RV6	400	30	PVC
6	Entre RV6 ➔ RV7	400	20	PVC
7	Entre RV1C01 ➔ RV2C01	300	30	PVC
8	Entre RV2C01 ➔ RV3C01	300	23	PVC
9	Entre RV3C01 ➔ RV7	300	23.18	PVC
10	Entre RV7 ➔ RV8	400	30	PVC
11	Entre RV8 ➔ RV9	400	30	PVC
12	Entre RV9 ➔ RV10	400	29.27	PVC

13	Entre RV1C04 → RV2C04	300	35	PVC
14	Entre RV2C04 → RV3C04	300	36.95	PVC
15	Entre RV3C04 → RV4C04	300	35	PVC
16	Entre RV4C04 → RV5C04	300	35.94	PVC
17	Entre RV1C05 → RV2C05	300	30.25	PVC
18	Entre RV2C05 → RV3C04	300	32	PVC
19	Entre RV3C05 → RV5C04	300	31.88	PVC
20	Entre RV1C03 → RV2C03	300	30	PVC
21	Entre RV2C03 → RV2C02	300	30	PVC
22	Entre RV5C04 → RV2C04-01	300	30	PVC
23	Entre RV2C04-01 → RV3C04-01	300	30	PVC
24	Entre RV3C04-01 → RV4C04-01	300	20	PVC
25	Entre RV1C06 → RV2C06	300	30	PVC
26	Entre RV2C06 → RV3C06	300	30	PVC

27	Entre RV1C02 ➔ RV2C02	300	30	PVC
28	Entre RV2 C02 ➔ RV3C02	300	31	PVC
29	Entre RV3C02 ➔ RV2C02-01	300	31	PVC
30	Entre RV2C02-01 ➔ RV3C02-01	300	31.34	PVC
31	Entre RV3C02-01 ➔ RV2C02-02	400	24	PVC
32	Entre RV2C02-02 ➔ RV3C02-02	400	24	PVC
33	Entre RV3C02-02 ➔ RV2C02-03	400	30	PVC
34	Entre RV2C02-03 ➔ RV3C02-03	400	30	PVC
35	Entre RV3C02-03 ➔ RV10	400	20.45	PVC
36	Entre RV1C12 ➔ RV2C12	300	30	PVC
37	Entre RV2C12 ➔ RV3C12	300	30	PVC
38	Entre RV3C12 ➔ RV4C12	300	30	PVC
39	Entre RV1C13 ➔ RV2C13	300	25	PVC
40	Entre RV2C13 ➔ RV4C12	300	25	PVC

41	Entre RV4C12 ➔ RV2C12-01	300	33	PVC
42	Entre RV2C12-01 ➔ RV3C12-01	300	33	PVC
43	Entre RV3C12-01 ➔ RV4C12-01	400	30	PVC
44	Entre RV4C12-01 ➔ RV5C12-01	400	30	PVC
45	Entre RV1C14 ➔ RV2C14	300	25	PVC
46	Entre RV2C14 ➔ RV3C12-01	300	25	PVC
48	Entre RV1C15 ➔ RV2C15	300	25	PVC
49	Entre RV2C15 ➔ RV5C12-01	300	25	PVC
50	Entre RV5C12-01 ➔ RV2C12-02	500	30	PVC
51	Entre RV2C12-02 ➔ RV3C12-02	500	30	PVC
52	Entre RV3C12-02 ➔ RV4C12-02	500	25	PVC
53	Entre RV4C12-02 ➔ RV5C12-02	500	26	PVC
54	Entre RV1C16 ➔ RV2C16	300	25	PVC
55	Entre RV2C16 ➔ RV3C12-02	300	25	PVC

<b>56</b>	Entre RV1C08 ➔ RV2C08	300	30	PVC
<b>57</b>	Entre RV2C08 ➔ RV3C08	300	30	PVC
<b>58</b>	Entre RV3C08 ➔ RV2C08-01	300	33	PVC
<b>59</b>	Entre RV2C08 -01 ➔ RV3C08-01	300	33	PVC
<b>60</b>	Entre RV1C09 ➔ RV2C09	300	25	PVC
<b>61</b>	Entre RV2C09 ➔ RV3C09	300	25	PVC
<b>62</b>	Entre RV3C08 -01 ➔ RV2C08-02	400	30	PVC
<b>63</b>	Entre RV2C08 -02 ➔ RV3C08-02	400	30	PVC
<b>64</b>	Entre RV1C10 ➔ RV2C10	300	25	PVC
<b>65</b>	Entre RV2C10 ➔ RV3C08-02	300	25	PVC
<b>66</b>	Entre RV3C08-02 ➔ RV2C08-03	400	30	PVC
<b>67</b>	Entre RV2C08 -03 ➔ RV3C08-03	400	30	PVC
<b>68</b>	Entre RV1C11 ➔ RV2C11	300	25	PVC
<b>69</b>	Entre RV2 C11 ➔ RV3C08-03	300	25	PVC

<b>70</b>	Entre RV3C08 -03 ➔ RV2C08-04	400	25	PVC
<b>71</b>	Entre RV2C08 -04 ➔ RV3C08-04	400	26	PVC
<b>72</b>	Entre RV1C07 ➔ RV2C07	300	69.94	PVC
<b>73</b>	Entre RV2 C07 ➔ RV2C07-01	500	34	PVC
<b>74</b>	Entre RV2C07 -01 ➔ RV3C07-01	500	34	PVC
<b>75</b>	Entre RV1C18 ➔ RV2C18	300	30	PVC
<b>76</b>	Entre RV1C17 ➔ RV2C17	300	25	PVC
<b>77</b>	Entre RV2 C17 ➔ RV2C18	300	25	PVC
<b>78</b>	Entre RV2 C18 ➔ RV2C17-01	300	25	PVC
<b>79</b>	Entre RV2 C17-01 ➔ RV25	300	24.77	PVC
<b>80</b>	Entre RV10 ➔ RV11	600	30.45	PVC
<b>81</b>	Entre RV11 ➔ RV12	600	25	PVC
<b>82</b>	Entre RV12 ➔ RV13	600	30	PVC
<b>83</b>	Entre RV13 ➔ RV14	600	30	PVC

<b>84</b>	Entre RV14 ➔ RV15	600	30	PVC
<b>85</b>	Entre RV15 ➔ RV16	600	30	PVC
<b>86</b>	Entre RV16 ➔ RV17	600	30	PVC
<b>87</b>	Entre RV17 ➔ RV18	600	30	PVC
<b>88</b>	Entre RV18 ➔ RV19	600	30	PVC
<b>89</b>	Entre RV19 ➔ RV20	600	30	PVC
<b>90</b>	Entre RV20 ➔ RV21	600	30	PVC
<b>91</b>	Entre RV21 ➔ RV22	600	30	PVC
<b>92</b>	Entre RV22 ➔ RV23	600	26.73	PVC
<b>93</b>	Entre RV23 ➔ RV24	800	28	PVC
<b>94</b>	Entre RV24 ➔ RV25	800	28.60	PVC
<b>95</b>	Entre RV25 ➔ RV26	1500	30	PVC
<b>96</b>	Entre RV26 ➔ RV27	1500	30	PVC
<b>97</b>	Entre RV27 ➔ RV28	1500	30	PVC

<b>98</b>	Entre RV28 ➔ RV29	1500	30	PVC
<b>99</b>	Entre RV29 ➔ RV30	1500	30	PVC
<b>100</b>	Entre RV30 ➔ RV31	1500	20	PVC
<b>101</b>	Entre RV31 ➔ RV32	1500	34.93	PVC
<b>102</b>	Entre RV32 ➔ RV33	1500	35.63	PVC

D'après le tableau (4.) on remarque que le réseau d'assainissement de la zone d'étude est constitué d'une longueur totale des conduites de 2,768 Km de type PVC avec :

- Un linéaire de 1,528 km de diamètre 300 mm
- Un linéaire de 0,560 km de diamètre 400 mm
- Un linéaire de 0.383km de diamètre 600 mm
- Un linéaire de 0,056 km de diamètre 800 mm
- Un linéaire de 0,241 km de diamètre 1500 mm

Et un nombre total des Regards de visite égale à 107 et l'exutoire se situe à l'extrême nord-ouest de la zone d'étude, un déversoir d'orage existant de distance 32 m à RV33, et 66 Avaloirs projete.



Figure 3.6 : Réseaux d'assainissement de la nouvelle ville.

### 3.4. Rapport d'inspection des différentes dégradations du réseau :

Le réseau d'assainissement est mise en service en 2009, et après 5 ans d'exploitation, l'Office National d'Assainissement (ONA) de l'unité de Guelma à signaler dans un rapport fait par l'opérateur Aouadi Imed que plusieurs problèmes sont apparus dans ce réseau, y compris des uns d'origine humaine tels que le vol de certains tampons et la corruption de ....., ou des autres dues aux conditions de réalisation du projet, ces problèmes peuvent être regrouper en deux types :

**a) Problèmes structurels :**

- Compactage.
- Manque de rassemblement.
- Dimensionnement.

**b) Problèmes de fonctionnement :**

- Branchement.
- Joint.
- H<sub>2</sub>S (dans les pays saharien).



Figure 3.7 : Réseau d'étude (la zone C).

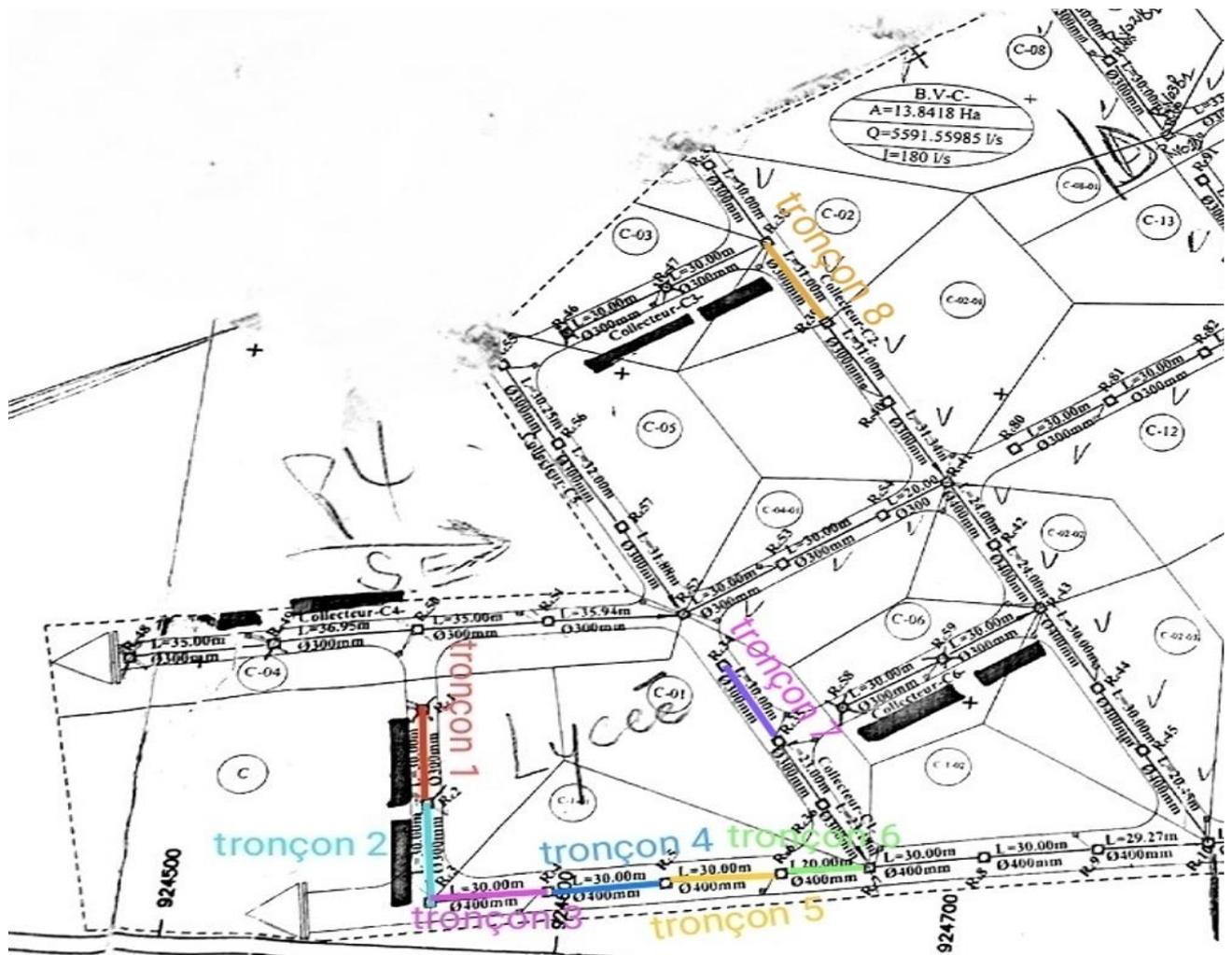


Figure 3.8 : Tronçons inspecté.

### 3.4.1. Inspection du Tronçon 1 :

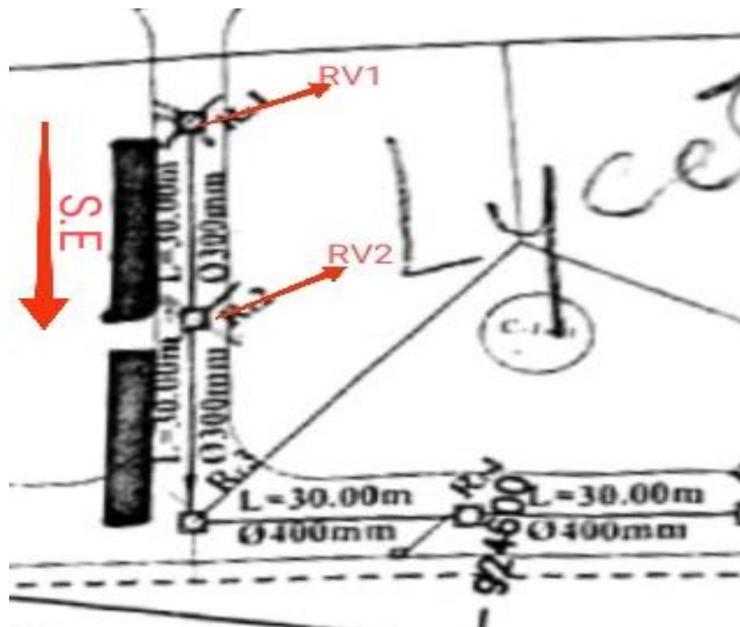


Figure 3.9: Tronçon 1.

Avec : RVi : est le Regard de visite numéro i ;  
S.E : Sens d'Ecoulement.

**Tableau 3.4:** caractéristique du tronçon 1 (RV 1 vers RV2)

Longueur de tronçon	30 m
Diamètre de conduite	300 mm
Profondeur de RV1 et 2	1.40 m
La pente moyenne	7.73 %

**L'état de la conduite et observations :**



ONA UNITE GUELMA  
POS SUD  
RV01C>RV02C

-07.3% CL1: 032.50 m

**Observations :**

- Réduction verticale de la section de la canalisation-Réduction de 60%
- Après 24 mètres de regard de visite 1 jusqu'à 25 mètres.

**Figure 3.10 :** L'état du Tronçons 1.

3.4.2. Inspection du Tronçon 2 :

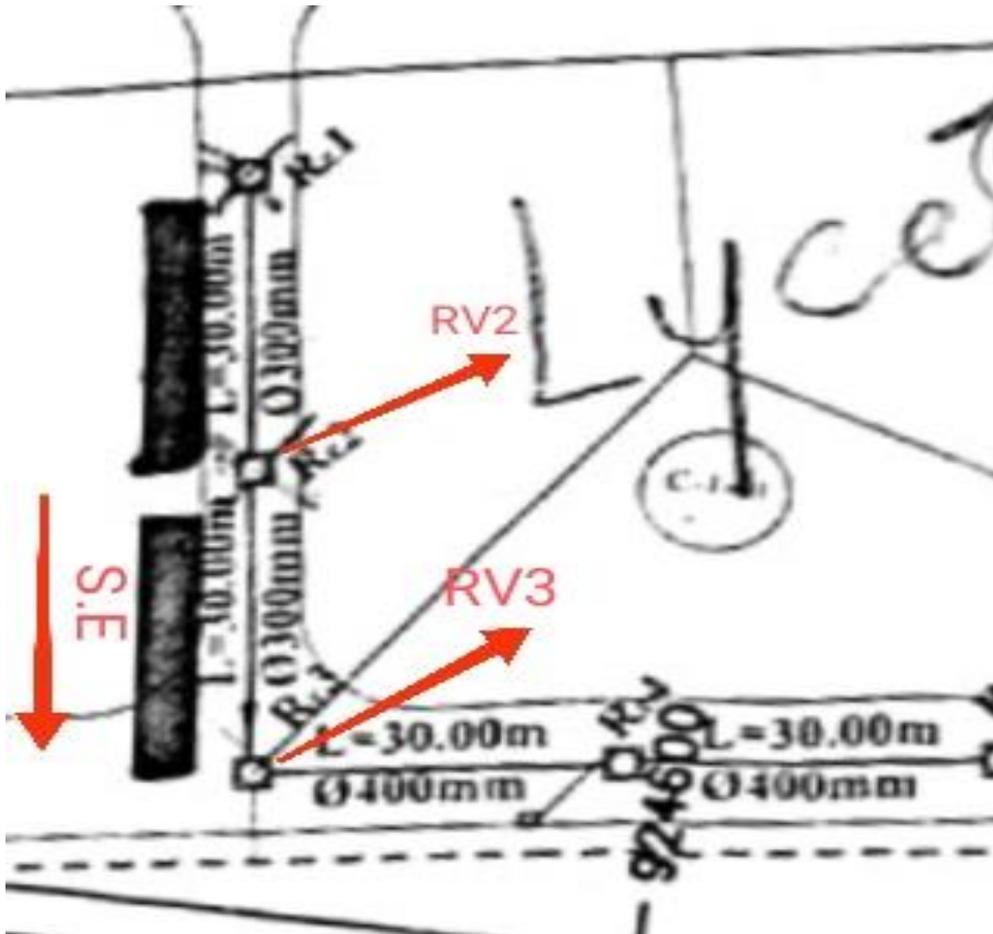
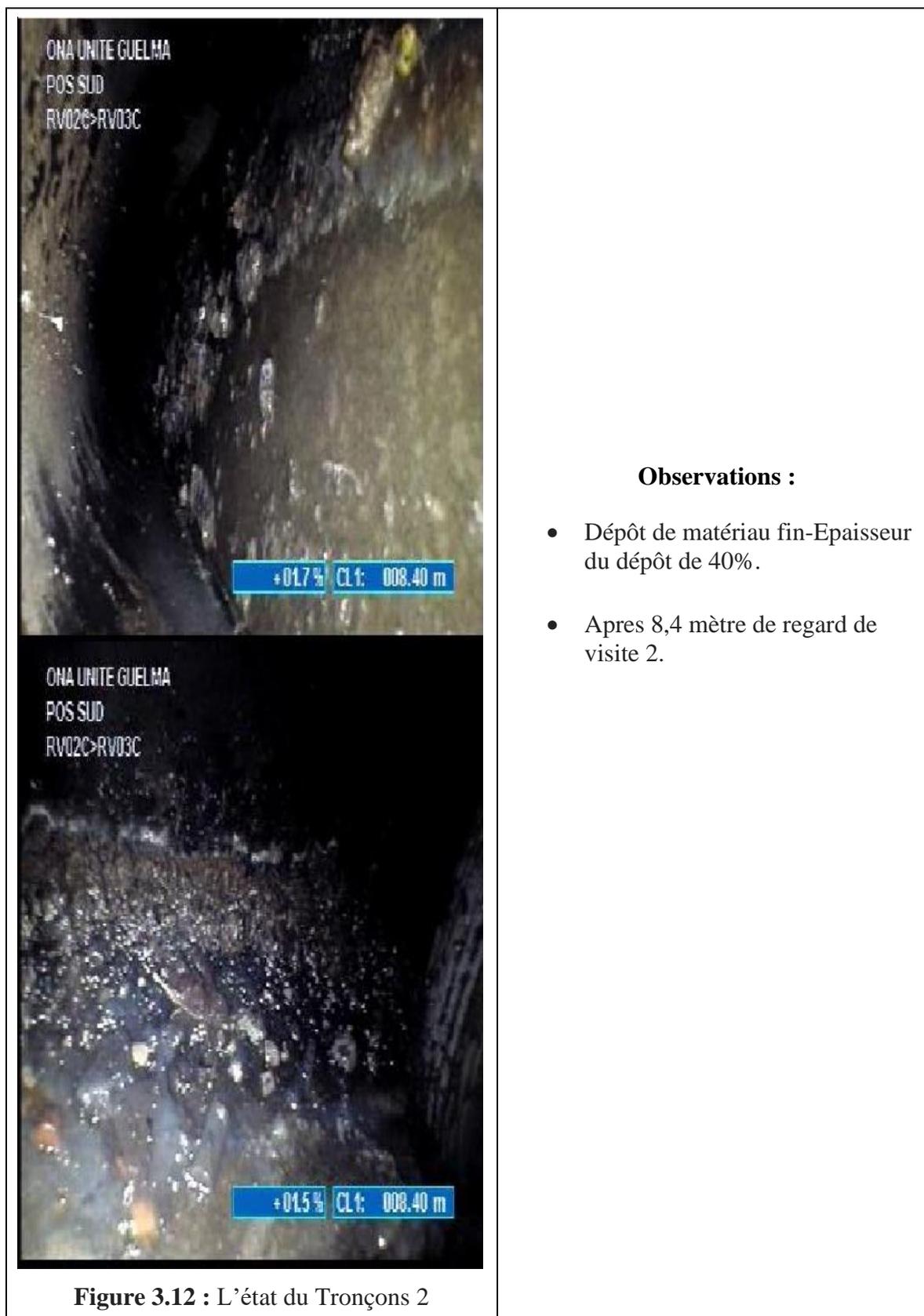


Figure 3.11 : Tronçon 2 (RV2 vers RV3).

Tableau 3.5 : Caractéristique du tronçon 2 (RV2 vers RV3).

Longueur de tronçon	30 m
Diamètre de conduite	300 mm
Profondeur de RV 2 et 3	1,40 m
La pente moyenne	2.3 %



\*3.4.3. Inspection de Tronçon 3 :

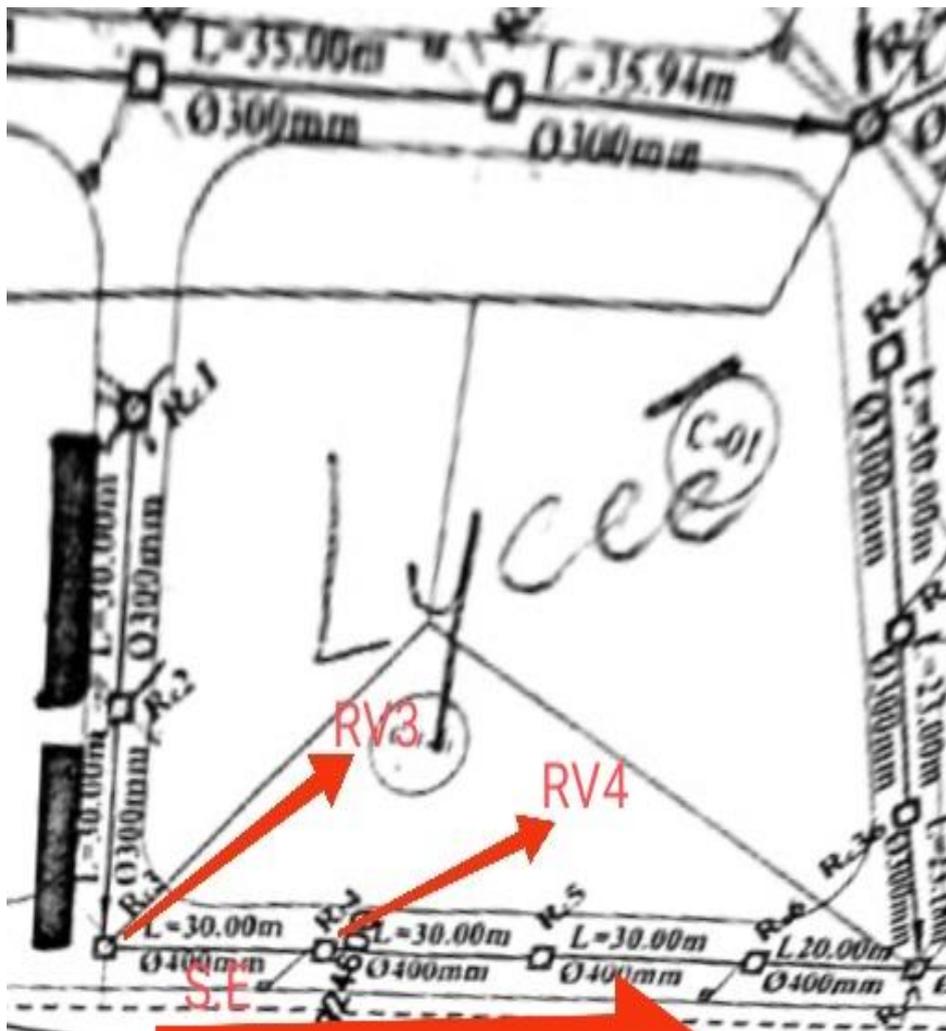


Figure 3.13 : Tronçon 3 (RV3 Vers RV4).

Tableau 3.6: Caractéristique du tronçon3.

Longueur de tronçon	30 m
Diamètre de conduite	400 mm
Profondeur de RV 3 et 4	1,40 m
La pente moyenne	7,83 %

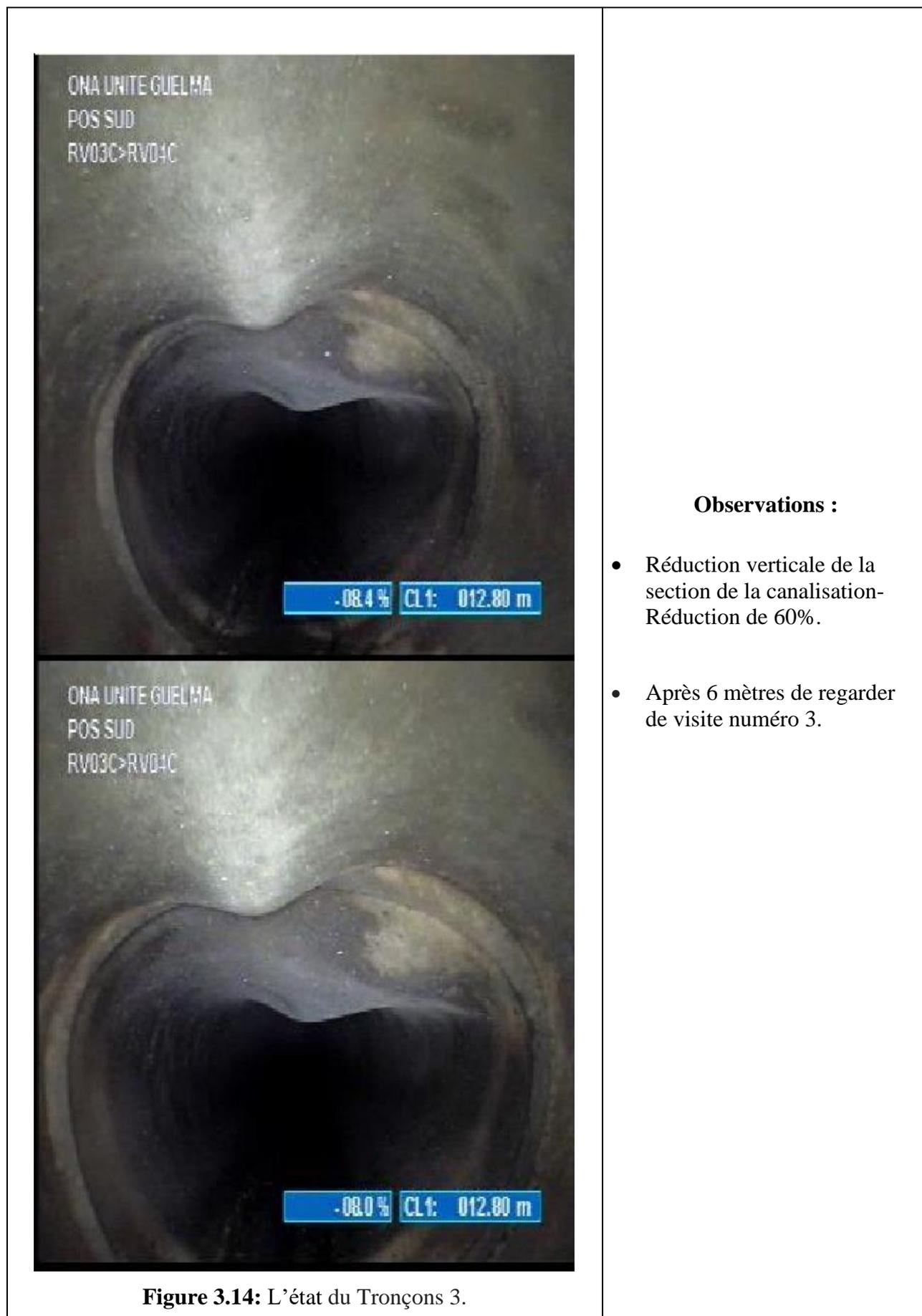


Figure 3.14: L'état du Tronçons 3.



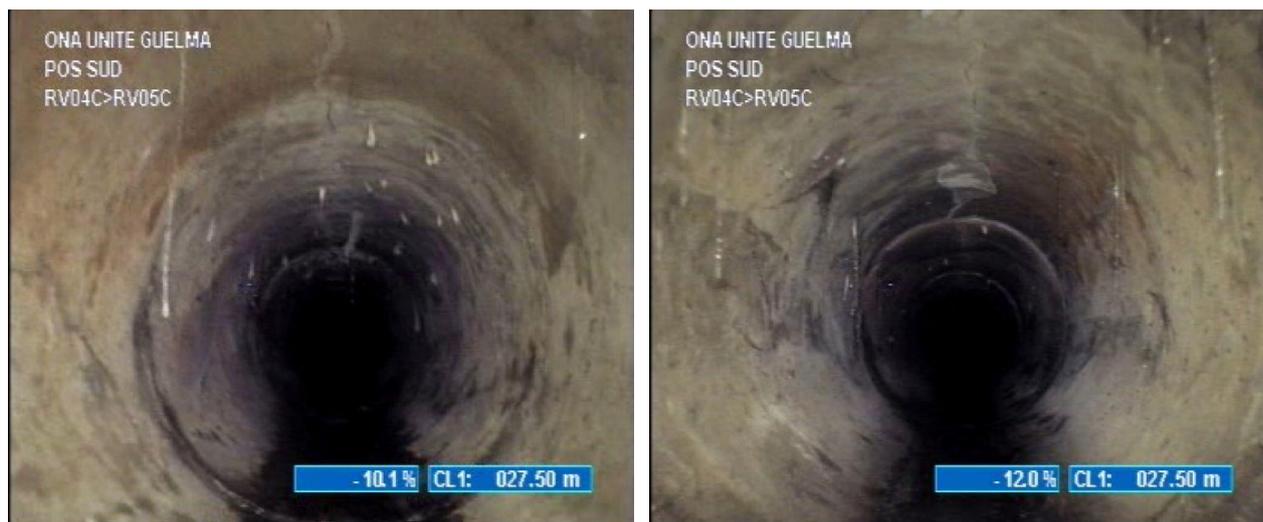


Figure 3.16 : L'état Du Tronçon 4.



Figure 3.17: L'état du Tronçons 4.

### 3.4.5. Inspection de Tronçon 5 :

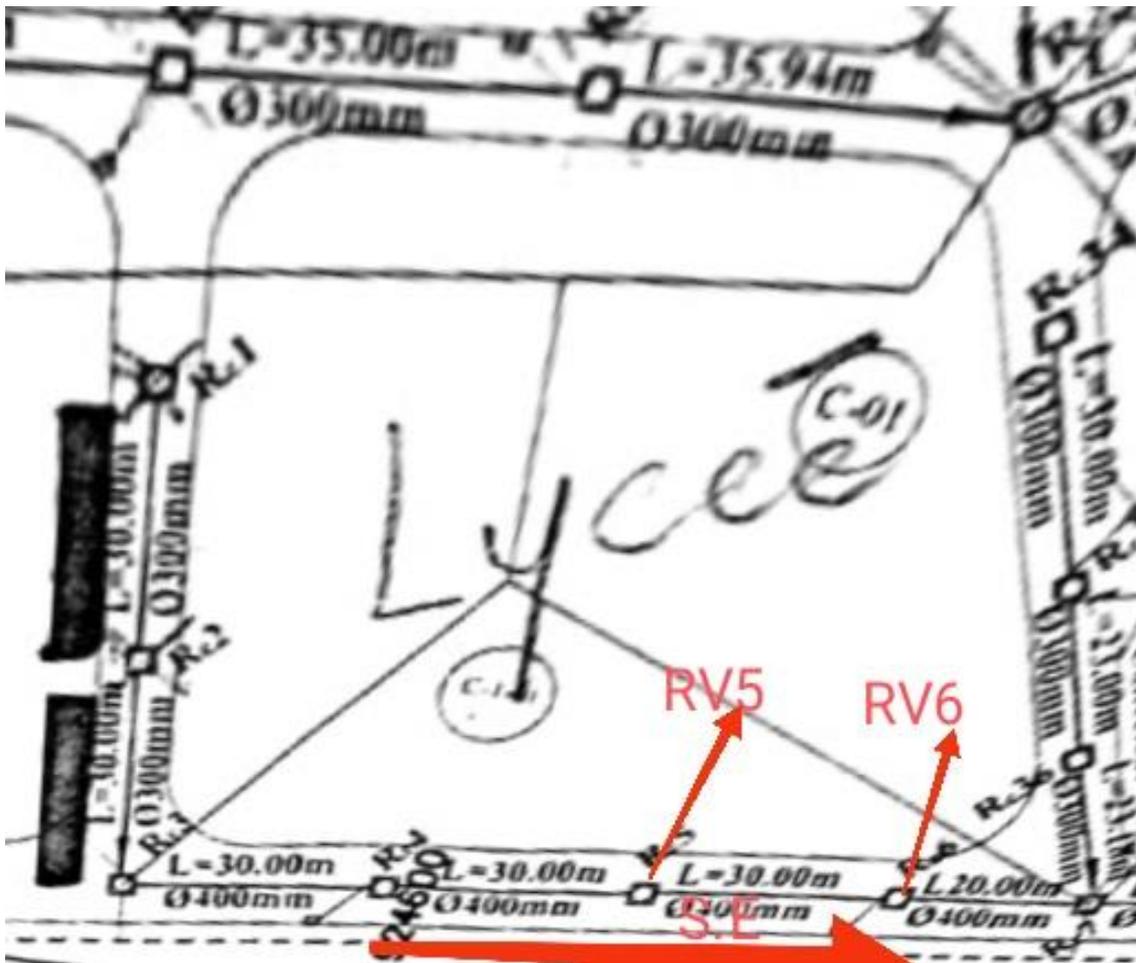


Figure 3.18 : Tronçon 5 (RV5 Vers RV6).

Tableau 3.8: Caractéristique Du Tronçon 5.

Longueur de tronçon	30 m
Diamètre de conduite	400 mm
Profondeur de RV5 et 6	1,40 m, 3m
La pente moyenne	11,2 %

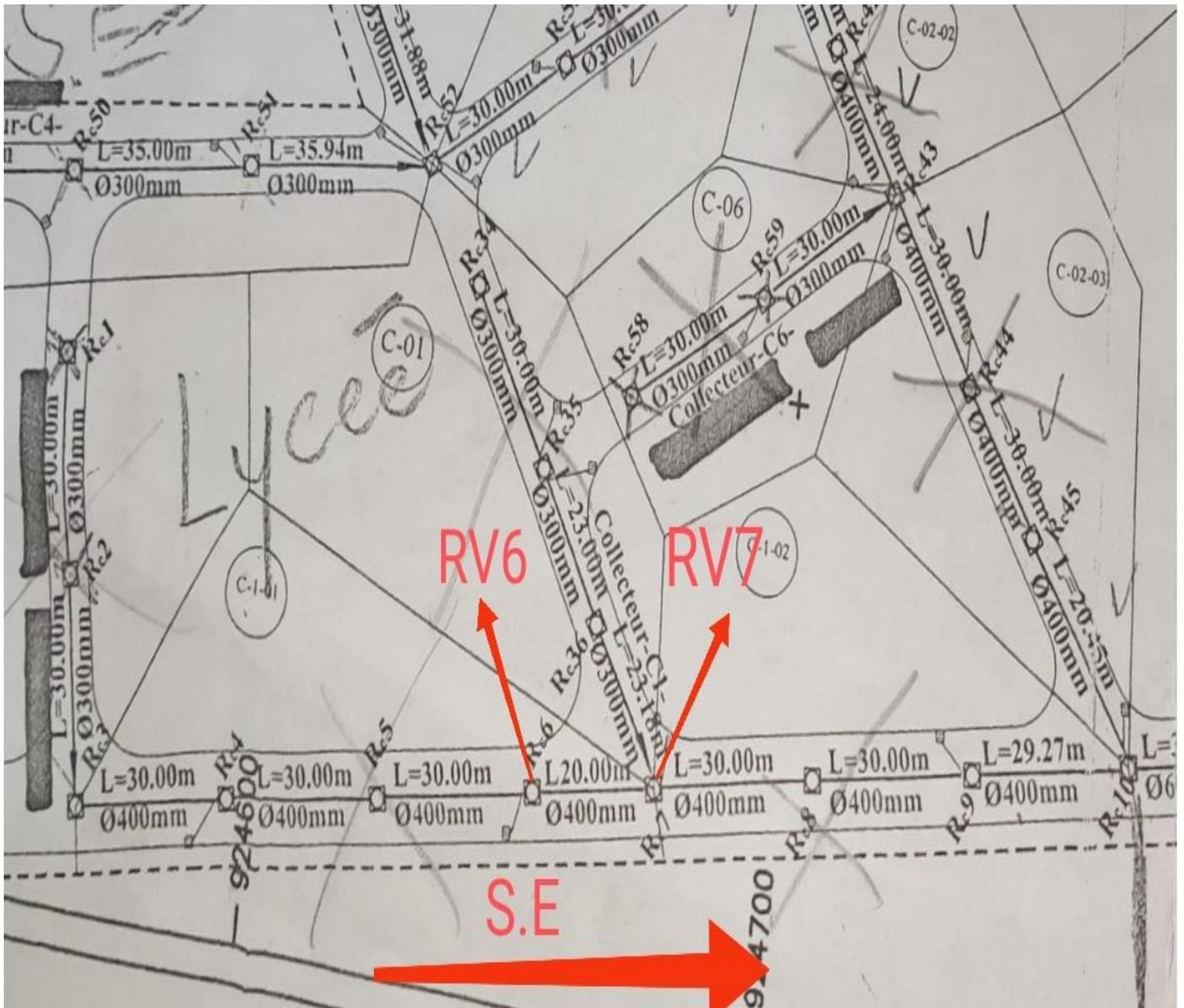


Figure 3.19 : L'état du tronçon 5.

<p>ONA UNITE GUELMA POS SUD RV05C&gt;RV06C</p> <p>- 09.7 % CL1: 012.70 m</p> <p>ONA UNITE GUELMA POS SUD RV05C&gt;RV06C</p> <p>- 11.9 % CL1: 020.90 m</p>	<p><b>Observations :</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• La conduite En bon état</li></ul>
---	--

Figure 3.20: L'état du Tronçons 5.

### 3.4.6. Inspection de Tronçon 6 :



**Figure 3.21 :** Tronçon 6 (RV6 Vers RV7).

**Tableau 3.9:** Caractéristique Du Tronçon 6.

Longueur de tronçon	20 m
Diamètre de conduite	400 mm
Profondeur de RV 6 et 7	3 m
La pente moyenne	12 %

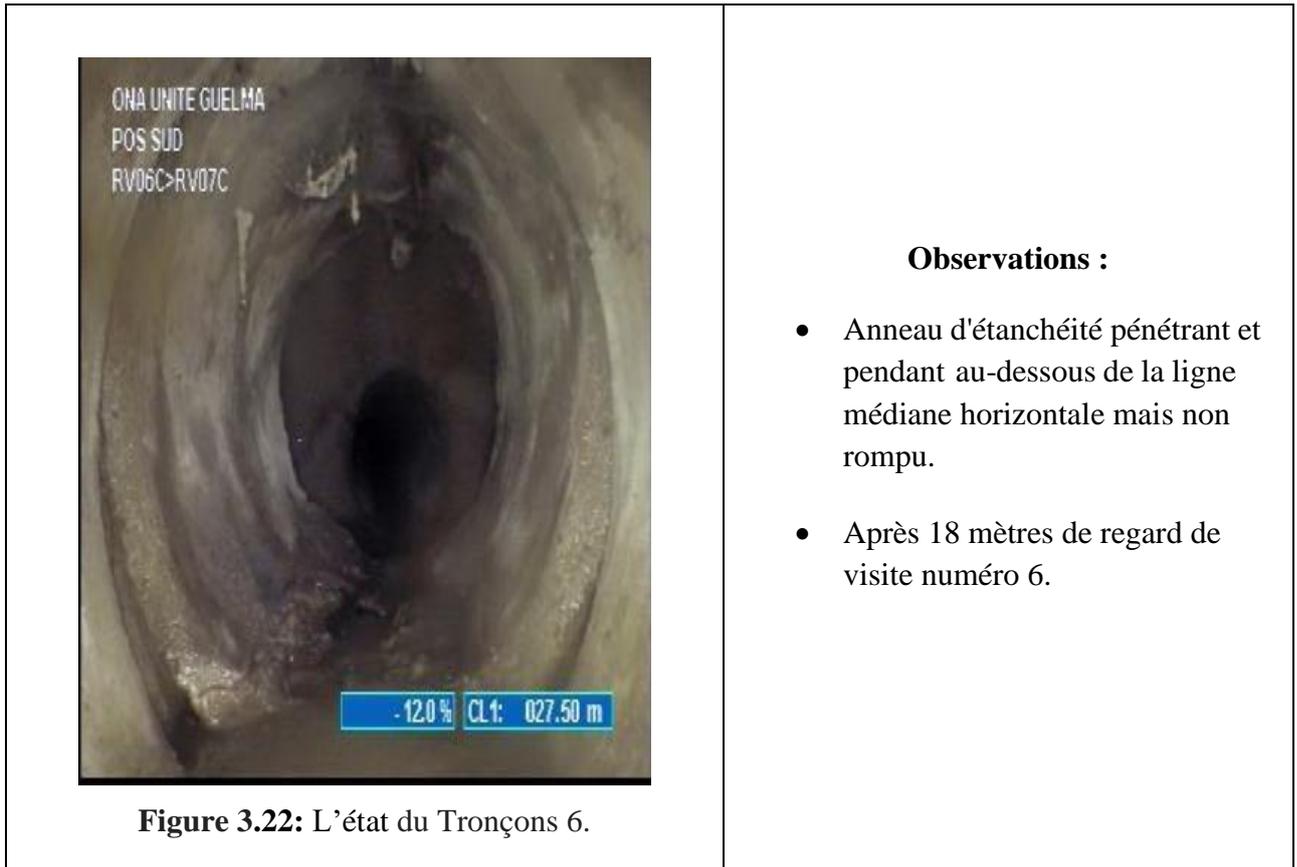


Figure 3.22: L'état du Tronçons 6.

### 3.4.7. Inspection de Tronçon 7 :

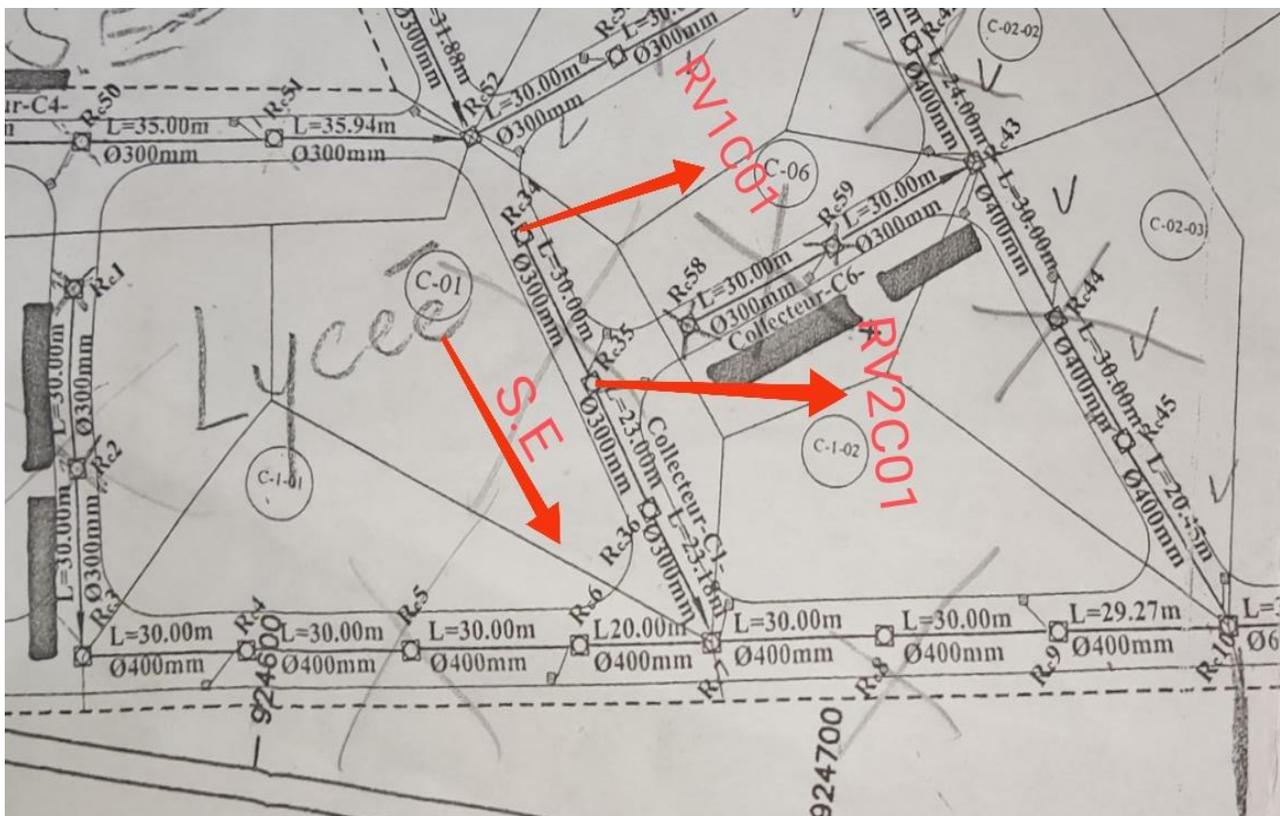
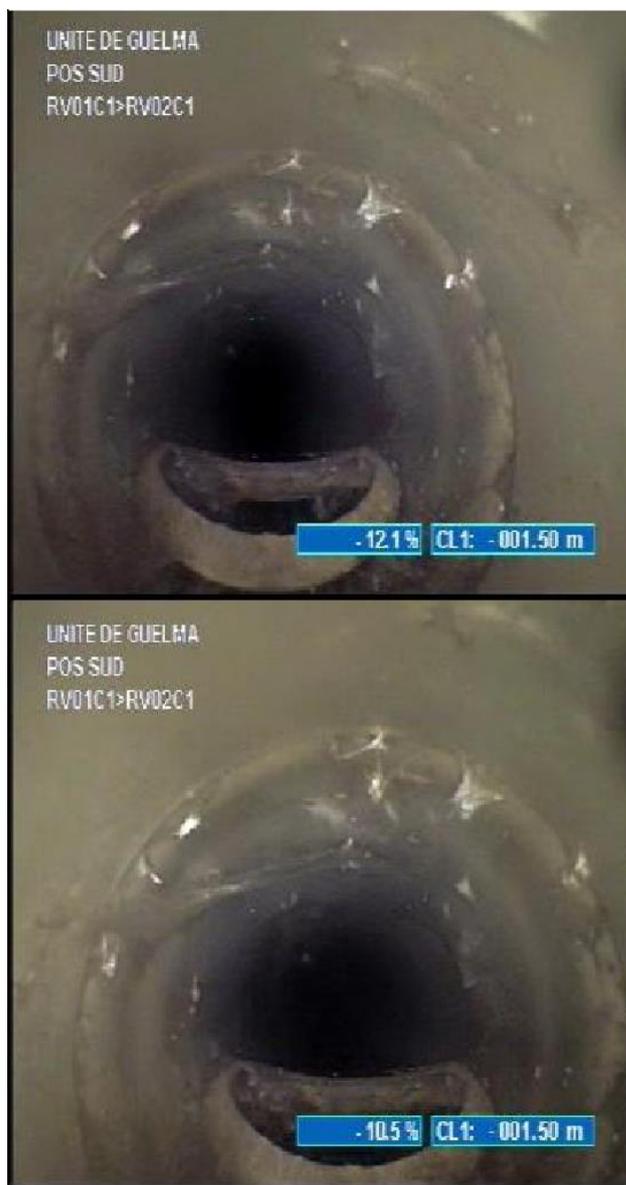


Figure 3.23 : Tronçon 7 (RV1C01 vers RV2C01).

**Tableau 3.10:** Caractéristique du tronçon 7.

Longueur de tronçon	30 m
Diamètre de conduite	300 mm
Profondeur de RV1 et RV2 (C01)	1m,4 m
La pente moyenne	12 %



**Figure 3.24 :** L'état du Tronçons 7.

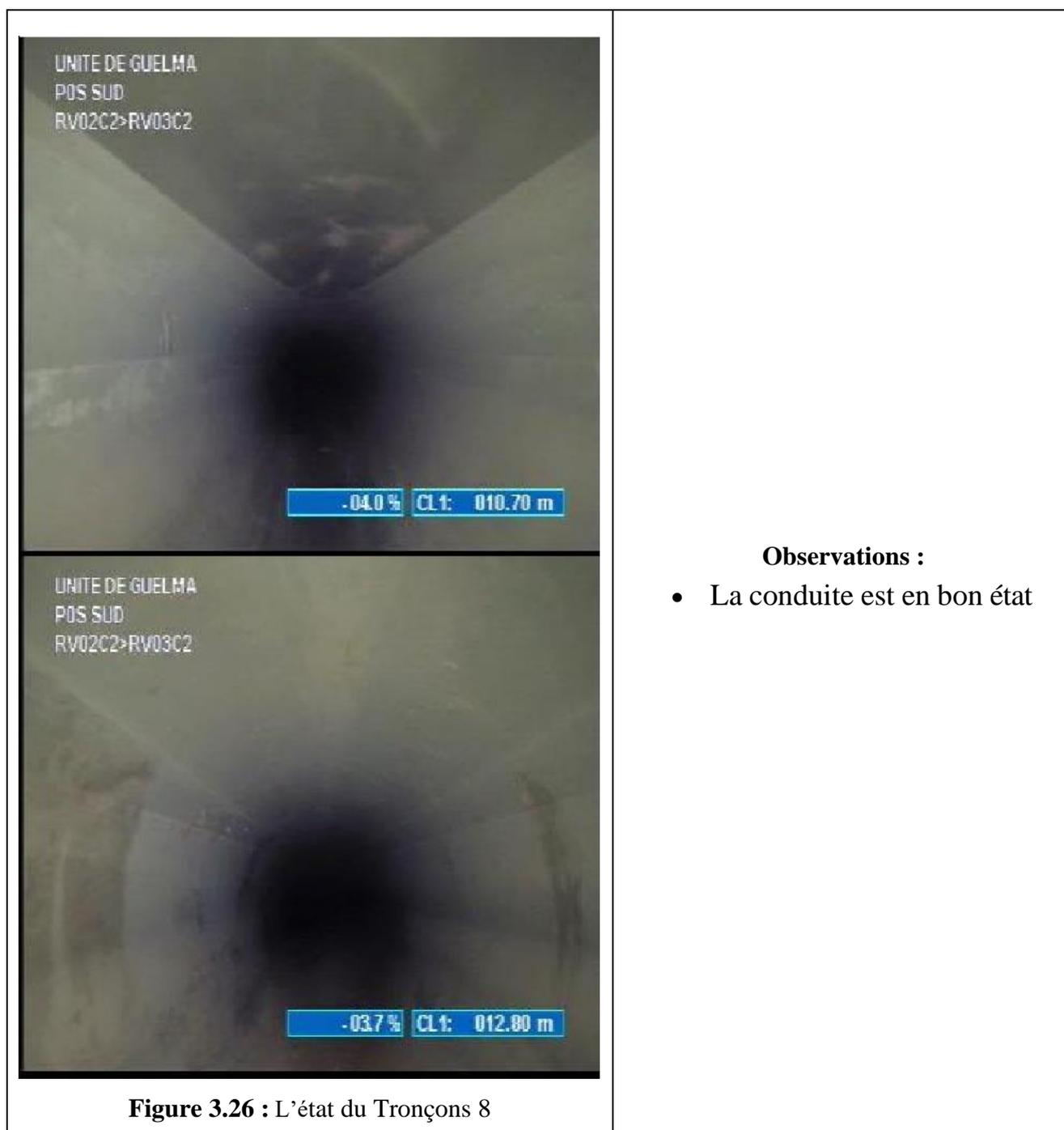
**Observations :**

- Autre objet gisant sur le radier – Pneu.
- Apres 6 mètres de regard de visite 1C01.



**Tableau 3.11:** Caractéristique du tronçon 8.

Longueur de tronçon	31m
Diamètre de conduite	300 mm
Profondeur de RV 1 et RV2(C01)	1 m
La pente moyenne	5.7 %



**Figure 3.26 :** L'état du Tronçons 8

### 3.5. Analyses des résultats :

**Tableau 3.12 : Analyses des résultats.**

Tr	Problèmes	Anomalie	Type d'anomalie	Les causes
<b>Tr 1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduction verticale de la section de la canalisation-Réduction de 60%.</li> <li>• Après 24 mètres de regard de visite 1 jusqu'à 25.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tassement.</li> <li>• Déformation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problème structural.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Branchement pirate.</li> <li>• Compactage.</li> </ul>
<b>Tr 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dépôt de matériau fin-Epaisseur du dépôt de 40%.</li> <li>• Après 8,4 mètre de regard de visite 2.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualité d'eau usée.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problème chimique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La taille des particules minérales dans les eaux usées.</li> </ul>
<b>Tr 3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduction verticale de la section de la canalisation-Réduction de 60%.</li> <li>• Après 6 mètres de regarder de visite numéro 3.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tassement.</li> <li>• Déformation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problème structural.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Branchement pirate.</li> <li>• Compactage.</li> </ul>

<b>Tr 4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fissure longitudinale fermée.</li> <li>• Après 27 mètres de regard visite 4.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Déformation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problème structural.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compactage.</li> </ul>
<b>Tr 5</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La conduite en bon état.</li> </ul>	X	X	X
<b>Tr 6</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anneau d'étanchéité pénétrant et pendant au-dessous de la ligne médiane horizontale mais non rompu.</li> <li>• Après 18 mètres de regard de visite numéro 6.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Déformation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problème de fonctionnement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manque de rassemblement.</li> </ul>
<b>Tr 7</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autre objet gisant sur le radier –Pneu.</li> <li>• Après 6 mètres de regard de visite 1C01.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manque d'un ouvrage.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manque de sensibilisation de la population.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vol des tampons (bouche d'égout).</li> </ul>
<b>Tr 8</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La conduite en bon état.</li> </ul>	X	X	X

### Conclusion :

Au delà des résultats obtenus, on remarque que la dégradation de ce réseau est en générale causé par des problèmes structurale (branchement pirate, compactage) et des problèmes de fonctionnement (manque de rassemblement) qui ont causé la déformation dans certains tronçons, ainsi que des autres facteurs (chimique, etc.....), et en plus le manque de sensibilisation de la population (vol des tampons).

## ***Conclusion générale***

## *Conclusion générale*

L'assainissement des eaux a pour objectif d'assurer l'évacuation de l'ensemble des eaux usées et pluviales ainsi que leur rejet dans l'exécutoire naturel son incidence grave sur la santé publique et l'environnement. Toute anomalie, dégradation ou dysfonctionnement de tel système risque d'engendrer des conséquences néfastes sur le bien être et la santé des gents.

Dans ce travail, nous avons étudié la dégradation hydraulique et structurale des réseaux sanitaires et pluviaux dans un but d'évaluer de façon globale l'état des réseaux d'assainissement.

Nous avons commencé par donner une présentation académique générale de l'assainissement en rappelant son historique, ses différents aspects, objectif, rôle, systèmes et schémas d'évacuation des eaux usées et eaux pluviales et les éléments constitutifs du réseau etc.

En deuxième lieu nous avons essayé de faire une synthèse que nous voulions la plus exhaustive possible sur les problèmes de la dégradation des réseaux d'assainissement. Nous avons donc répertorié les différents types de dégradation ainsi que les facteurs et causes principales de cette dégradation.

La troisième partie de notre travail consiste à présenter le réseau d'assainissement situé a la zone Makbrou Ammar de Pos Sud de la nouvelle ville ainsi l'analyse des différentes formes de dégradation de ce réseau, Puis à utiliser les résultats d'inspection donnée par l'office national d'assainissement (ONA) Guelma dans l'étude de la dégradation et des points noirs de ce réseau.

L'aspect hydraulique de la dégradation n'est généralement pas considéré dans l'évaluation de la dégradation des réseaux d'assainissements. Dans les donnée d'inspection que nous avons utilisé on a combiné les deux aspects : hydraulique et structural en se basant sur un ensemble de facteurs et sous facteurs influençant la dégradation. Ces facteurs de types hydrauliques, internes, externes et de défauts apparents, ont été regroupés selon une structure hiérarchique par tronçons.

Comme facteurs hydrauliques nous avons considéré, la capacité hydraulique, la mise en charge, l'infiltration, l'exfiltration etc.  
En se basant sur les données que nous avons pu rassembler relatives à des points noirs du point de vue assainissement, nous avons traité quelques cas de tronçons,

les résultats obtenus nous ont permis de faire une évaluation globale de l'état de dégradation dans les sites étudiés.

Au delà des résultats obtenus, on remarque que la dégradation de ce réseau est en générale causé par des problèmes structurale (branchement pirate, compactage) et des problèmes de fonctionnement (manque de rassemblement) qui ont causé la déformation dans certains tronçons, ainsi que des autres facteurs (chimique, etc.....), et en plus le manque de sensibilisation de la population (vol des tampons).

## **ANNEXE 1 :**

### **A. PRÉSENTATION DU MATÉRIEL D'INSPECTION TÉLÉVISÉE DES RÉSEAUX D'ASSAINISSEMENT**

#### **A.1.INSPECTION TÉLÉVISÉE DES RÉSEAUX D'ASSAINISSEMENT :**

Nous contrôlons l'ensemble des réseaux d'assainissement à l'aide de robots autotractés ou de caméra à pousser. [F]

##### **A.1.1. INSPECTION TÉLÉVISÉE DE RÉSEAUX NEUFS :**

- Canalisations et branchements  
Ce contrôle nous permet de détecter les différentes anomalies telles que
  - Les défauts de raccordement de branchement et assemblage
  - Les déformations
  - Les fissurations
  - L'absence de raccordement
  - La constatation de contre-pente
- Regards collecteurs
- Les regards de visite et de contrôle
- Les cunettes
- Les liaisons de canalisation/regard
- Les tampons de visite... [F]

##### **A.1.2. INSPECTION TÉLÉVISÉE DE RÉSEAUX EXISTANTS :**

Inspection télévisée pour "diagnostic" C'est le contrôle de l'état des canalisations, raccordements, branchements pénétrants, pentes, boîtes de branchements, regards de visite, cunettes.

Le diagnostic des réseaux existants permet de contrôler l'état des réseaux afin d'établir un programme de réhabilitation.

Les réseaux neufs ou anciens, branchements et collecteurs compris doivent obligatoirement être nettoyés par hydrocurage et débarrassés des gravats ou d'autres objets s'y trouvant avant toute inspection télévisée. [F]

#### **A.2. NOS ÉQUIPEMENTS D'INSPECTION TÉLÉVISÉE :**

- Caméras couleurs intégrant sonde de localisation.
- Têtes rotatives à 360° - zooms puissants.

### **A.2.1. Diamètres d'inspections possibles (en mm) :**

- **À pousser** : DN 45 à 300.
- **Caméra autotractée** : DN 100 à 1200.

Sur les canalisations de diamètre supérieur, le réseau est visitable.

Le client recevra un enregistrement DVD de la visite ainsi qu'un rapport détaillé. **[F]**

### **A.3. INSPECTER VOS RÉSEAUX D'ASSAINISSEMENT, UNE COMPÉTENCE DE SANI-CURAGE :**

Le métier d'inspection des réseaux d'assainissement est indispensable et nécessite un équipement performant.

A cet investissement matériel, se greffe le savoir-faire de notre équipe.

Nous avons les moyens technologiques et humains pour bien faire, mais la présence d'un expert indépendant au sein des chantiers est de plus en plus nécessaire.

Des contrôles peuvent être obligatoires, tels que :

- Le contrôle des réseaux dont les travaux ont nécessité une ouverture de tranchée.
- Le contrôle avant réfection définitive de la chaussée. **[F]**



**Figure A.1 :** Caméra type ibak t 76 / t 76 hd chariot porte-caméra utilisable à partir du dn 150. [30]

**Définition L'IBAK T 76 :**

**L'IBAK T 76** est un chariot porte-caméra robuste et directionnelle pour l'inspection des canalisations à partir du DN 150. Il peut être combiné avec toutes les caméras analogues pour chariots IBAK.

La fiche pliable du câble de caméra, directionnelle horizontalement et verticalement ainsi que le raccordement mobile de caméra permettent avec le dispositif de descente, une introduction facile de la caméra dans les canalisations à partir du DN 150 et, dans les regards de visite de DN 300 et DN 400 avec les accessoires adaptés correspondants et une utilisation simple.

Les jeux de roues inclus dans la livraison et le pantographe électrique optionnel pour adapter le chariot en hauteur permettent de se déplacer sans problème au centre de la canalisation jusqu'au DN 700. Des accessoires adaptés pour les canalisations de plus grand diamètre sont également disponibles.

Le T 76 dispose d'une fonction de stabilisation qui en cas d'écart, redirige automatiquement le chariot sur le radier de la canalisation. Tous les composants et pièces se distinguent par leur robustesse et leur fiabilité au plus haut niveau.

Comme système modulaire, il se compose du chariot, de la base de caméra, un pantographe électrique et des roues. Avec peu de manipulation, il peut être équipé ou transformé selon les circonstances et en fonction des besoins.

Le chariot peut être équipé d'un inclinomètre et d'un module de mesure de températures. De plus, le T76 est compatible avec le module d'inspection satellite LISY celui-ci permettant l'inspection des branchements à partir de la canalisation principale.

De même que le petit T66 et le grand chariot T86, le T76 est également disponible en version HD. Il est non seulement possible d'y connecter l'ORION 3 mais aussi l'ORPHEUS 2/3 HD. Les caméras analogues fonctionnent également via un adaptateur. Ce faisant, le T76 est le chariot porte-caméra le plus flexible de la gamme IBAK. [30]

<b>Tableau A.1 : Données techniques du système T76 / T76 HD. [30]</b>	
Domaine d'utilisation	À partir du DN 150
Directionnel	Oui
Vitesse	Réglable en continu
Fiche pliable	Orientable horizontalement et verticalement
Surveillance de pression	2 capteurs de pression intégrés <sup>1)</sup>
ATC Dispositif anti retournement	Oui
Protection Ex	En option
<b>Combinable avec</b>	
Caméras IBAK	T76 : toutes les caméras pour chariots sauf caméras purement HD T76 HD : toutes les caméras <sup>3)</sup> de chariots
Enrouleurs de câble IBAK	T 76 : tous T76 HD : KW 310 HD, KW 505 HD
IBAK Systèmes de commande	T76 : BS 3.5, BS5, BS7, BS10, BP 100 T76 HD : BS 5, BS 7

\*) avec ARGUS 5 à partir du DN 225.

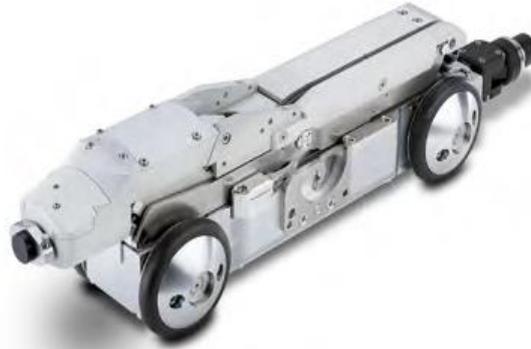
1) affichage LCD et signal sonore dans l'appareil de commande.

2) ATC = Automatic Tilt Compensation.

3) nécessaire selon l'adaptateur de caméra. [30]



**Figure A.2 : T76 HD avec ORPHEUS 2 HD, pantographe électrique et pneus à air. [30]**



**Figure A.3 :** T 76 avec raccordement de caméra CB 3. [30]



**Figure A.4 :** T 76 avec raccordement de caméra CB3, ARGUS 5 et pantographe électrique. [30]



**Figure A.5 :** T 76 HD avec ARGUS 6. [30]

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- [1] H.Guerree et C.Gomella; juillet 1982; les eaux usées dans les agglomérations urbains ou rurales; sur les presses de l'imprimerie marcel bon 70 vesoul-D.L. Éditeur 3820-imprimeur 2600;240p.
- [2] Maksimovic.C et Tejada-Guibert.J.A, 2001 : «Les nouvelles frontières de la gestion urbaine de l'eau». Edition : Roche Pierre-Alain, Paris.
- [3] Bouchelkia H, Master 2 ,2016 :« Généralités sur l'assainissement, cours de l'assainissement », univ de Tlemcen.
- [4] Ousmane. N Abdou G. S, 2006-2007 : « étude du plan directeur d'assainissement de Touba, Sénégal », mémoire d'ingénieur de conception en génie civil, Ecole Supérieure Polytechnique, Touba, Sénégal.
- [5] KERLOC'H Bruno (C.E.T.E. NORD - PICARDIE) ET MAELSTAF DAMIEN (DDE80) :« le dimensionnement des réseaux d'assainissement des agglomérations ».
- [6] Boumdian M, 2014-2015, « Cours sur les réseaux d'assainissement », cours de l'assainissement, univ de Tlemcen.
- [7] Ghali.S, 2012, « Etude d'un schéma directeur d'assainissement de la ville Marsa Ben M'hidi ». Projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme master en hydraulique, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen.
- [8] P. TEKEHI, (2010) : « Diagnostic du fonctionnement du réseau d'assainissement de la commune de Yopougon : cas du quartier Niangon en Côte d'Ivoire ». Mémoire de master, Université d'Abobo-adjamé cote d'ivoire.
- [9] Ministère des ressources en eau et de l'environnement (MREE)- direction de l'assainissement et de la protection de l'environnement (DAPE)2016 ; guide technique ; les projets de pose et réhabilitation des réseaux d'assainissement ; p241.
- [10] MAHAMDI Alaeddine, 2016 :« Conception d'un réseau d'assainissement avec l'utilisation du Système Information Géographique (SIG) pour la présentation « Village d'Ouled Bia » Commune d'ouled Addi Guebala (W. M'sila) ».
- [11] Lyonnaise des eaux direction francoisvaliron ; 1994, <<mémento du gestionnaire de l'alimentation en eau et de l'assainissement tom2 : assainissement urbain >>Ed. Tec et doc Lavoisier + ; page numéro 467
- [12] Cherifi.A, 2005 : « Rénovation du réseau D'assainissement de la ville de Boudouaou (w. Boumerdes) ». Mémoire de fin d'études Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en

hydraulique. Option : Conception des systèmes d'assainissement. Ecole nationale supérieure de l'hydraulique. ENSH-Blida.

- [13] Azira.K, 2005 : « Etude de la réhabilitation du réseau d'assainissement de la ville de Boughzoul wilaya de Médéa ». Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en hydraulique, Option : Conception des systèmes d'assainissement. Ecole nationale supérieure de l'hydr
- [14] TOURABI.R. 2015.Etude d'un Réseau d'Assainissement de l'UC 08 flanc nord Chetouane- Tlemcen. TLEMEN : Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen, 2015.
- [15] Catherine Trianta-Illou ,2008 : « la dégradation et la réhabilitation des Réseaux d'assainissement France -Angleterre - ETATS-UNIS ».
- [16] Bengassem J, 2001 : « Élaboration d'un système d'aide au diagnostic hydraulique et Structural des réseaux d'assainissement urbains », thèse de doctorat, école de technologie Supérieure, Québec. Canada.
- [17] Ilham Ennaouri ,2010 : « modélisation de la dégradation hydraulique et structurale des réseaux sanitaires et pluviaux), école polytechnique de Montréal ».
- [18] Yves Dion, 28 Avril 2006 : « Restructuration Hydraulique Et Environnement Ale Des Réseaux D'assainissement », L'école De Technologie Supérieure, Université Du Québec.
- [19] Mechri Bachir et al, 29 & 30 Novembre 2010 : « Impact de dégradation des réseaux d'assainissement et AEP sur l'état de la route », université Kasdi Merbah Ouargla, Séminaire national de la route et la sûreté de la circulation.
- [20] Jean-Marc Berland, Octobre 2004 : « Réhabilitation des réseaux d'assainissement en zone rurale », Office International de l'Eau SNIDE
- [21] Jean-Marc BERLAND ; Octobre 2004 ; Réhabilitation Des Réseaux d'assainissement En Zone Rurale ; Office International De l'Eau SNIDE ;115p
- [22] Benoit Grondin, et al ,2012 : « Réseaux D'égouts Pathologies, Diagnostics Interventions », Gouvernement du Québec, Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire.
- [23] Beggas Mohammed et al, 2014 :« diagnostic et étude du réseau D'assainissement de la cite Elhamaissa –commune de hassi khalifa (w.el-oued) », diplôme de master professionnel en Hydraulique, Université D'el-Oued.
- [24] Mr : BAKHTI Choayb ;2015,2016 ; <<Conception et dimensionnement d'un réseau d'assainissement d'ouled sidi brahim et la gestion à l'aide d'un SIG >>Université Mohamed Boudiaf - M'sila ; Dirigé par : Mr : BENKADJA Rachid ;112P.
- [25] URBACO. 2012. Plan d'aménagement du territoire de la wilaya de Guelma, Direction Déprogrammation et de suivi budgétaire de la wilaya de Guelma. 187p.

- [26] Benmarce K. 2007. Caractéristiques Physico-chimiques Et Isotopiques Des Eaux Souterraines Dans La Région De Guelma (NE algérien). Mémoire de Magister, Université Badji Mokhtar
- [27] Soltner D. 1999. Les Bases De La Production Végétale. Edition. Sciences & Techniques Agricoles, Tome 2.
- [28] Dajoz-R. (2000). Précis d'écologie : Cours Et Exercices Résolus. 7<sup>ème</sup> édition. Dunod, Paris.
- [29] Meddour-R. (2010). Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie. Thèse doctorat, Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou.
- [30] Helmut Hunger ; 2018 ; systems IBAK d'inspection des canalisations et des regards ; IBAK Helmut Hunger GmbH & Co. KG Wehdenweg 122.24148 kiel.Germany ; P 39.

## Neto-graphie :

- [A] <https://assainissement.ooreka.fr/comprendre/assainissement-collectif>.
- [B] <http://hydrauliqueformation.blogspot.com/2013/03/canalisation.html>.
- [C] <http://hydrauliqueformation.blogspot.com/2013/03/canalisation-choix-types-et-joints.html>
- [D] <http://hydrauliqueformation.blogspot.com/2013/03/les-ouvrages-normaux.html>
- [E] Direction du commerce de la wilaya de Guelma  
:<https://www.dcwguelma.dz/fr/index.php/10-menu-principal/44-situation-geographique>.
- [F] <https://sanicurage.com/inspection-televisee.php>.