



REPUBLIQUE ALGERIENNE
DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la
recherche scientifique
جامعة-تلمسان – أبو بكر بلقايد
Université ABOU BEKR BELKAID



Faculté de la Technologie

Département D'hydraulique

MEMOIRE

Projet de Fin d'Etudes

Pour l'obtention du diplôme de Master en **Hydraulique**

Option : Hydraulique Urbaine (HU)

THEME

**Analyse De La Performance du Réseau Sanitaire De La Ville De
TLEMCEN et Identification des Points Noirs**

Soutenu le : 28 /06/2022.

Présenté par :

Melle : BENBACHIR Radjae

Devant le jury :

Mr. BOUMEDIENE MAAMAR	Univ.TLEMCEN	Président
Mr. BENTALHA CHAKIB	Univ.TLEMCEN	Examineur
Mr. DEBBAL MOHAMMED ZAKARIA	Univ.TLEMCEN	Encadreur
Mme. LALLAM FAIZA	Univ.TLEMCEN	Co-Encadreur

2021/ 2022

Remerciements



Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné La force et la patience pour accomplir ce Modeste travail.

En second lieu, Je tiens à remercier mes encadreurs monsieur DEBBAL Mohammed Zakaria et madame LALLAM Faiza pour les orientations précieuses dont ils m'ont fait part. Je ne saurais les remercier assez pour leur soutien, leur disponibilité, leur suivi scientifique, et pour la confiance qu'ils m'ont témoignée et les encouragements, conseils et aide qu'ils m'ont prodigué durant toute la période de mon travail.

Mes vifs remerciements vont également aux membres du jury Mr BOUMEDIENNE Maamar et Mr BENTALHA Chakib pour leurs labours, orientations et conseils qu'ils m'ont attribués pendant mon parcours universitaire et pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail de recherche en acceptant de l'examiner et de l'enrichir par leurs propositions.

Je tiens à remercier aussi tous les ingénieurs et le personnel de l'ONA Tlemcen, spécialement Mr MANKOURI Aboucif, Mr. SIDI LAKHDAR Abdelatif, Mme. TOUNSI Fatima Zohra, et Mme. SLIMANI Amaria pour leurs bons accueils et leurs conseils durant ma période de stage, pour leurs aides inestimables, leurs encouragements et pour la mise à ma disposition des données et documents.

Enfin, je tiens également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Merci

A close-up of a silver fountain pen nib, positioned as if it has just finished writing the word 'Merci'.



Dédicaces

C'est un grand amour que je dédie ce travail :

- **A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : mon cher père : BENBACHIR HOUCINE**
- **A la femme qui a souffert sans laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : mon adorable mère BENSAID RAFIKA**
- **A mes adorables petits frères : NADJET et MOHAMED qui savent toujours comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille.**
- **A l'âme de mon frère DJAWED qui nous a quitté il y a 2 ans, si tu m'entends je veux te dire que tu es toujours dans mon cœur, je n'oublierai jamais ton visage, ton sourire, ta voix, nos souvenirs et notre enfance. Tu me manques tellement et j'attends le jour où nous nous reverrons (au paradis INCHAALLH).**



Résumé

Le dysfonctionnement des réseaux d'assainissement est un problème majeur pour les gestionnaires. Cette complexité réside dans la faite que la détection d'éventuelle problème est difficile à prédire

Le but de notre étude est évaluer l'état de dégradation des réseaux d'assainissement en considérant plusieurs facteurs de dégradation liés au fonctionnement du réseau en l'occurrence, le facteur structurale et hydraulique ou environnementale. Nous traitons aussi les méthodes d'interventions et la réhabilitation de réseau d'assainissement.

La méthode du processus d'analyse hiérarchique AHP (Analytic Hierarchy Process) a été utilisé pour tenir compte de l'importance relative de ces facteurs sur la dégradation du réseau sanitaire.

Le modèle proposé a été testé avec succès pour évaluer l'état actuel des conduites sélectionnées sur le réseau d'assainissement de la ville de TLEMCEN.

Mots clés : Dysfonctionnement ; Réseaux d'assainissement ; Dégradation des réseaux ;Facteur structurale et hydraulique ;Méthode du processus d'analyse hiérarchique AHP ; Réhabilitation ; Ville de TLEMCEN

Abstract

The dysfunction of sanitation networks is a major problem for managers, this complexity lies in the fact that the detection of possible problems and difficult to predict

The purpose of our study is to assess the state of degradation of sewerage networks by considering several factors of degradation related to the functioning of the network in this case, the structural and hydraulic or environmental factor. We also deal with intervention methods and the rehabilitation of sewerage networks.

The AHP(Analytic Hierarchy Process) hierarchical analysis process method was used to take into account the relative importance of these factors on the deterioration of the sanitary network.

The proposed model has been successfully tested to assess the current state of selected pipes on the sewerage network of the city of TLEMCEN

Keywords: Dysfunction; Sanitation networks; Degradation of networks; Structural and hydraulic factor; AHP hierarchical analysis process method; Rehabilitation; City of TLEMCEN

المخلص

يعد خلل شبكات الصرف الصحي مشكلة كبيرة للمديرين، ويكمن هذا التعقيد في حقيقة أن اكتشاف المشاكل المحتملة وصعوبة التنبؤ بها.

الغرض من دراستنا هو تقييم حالة تدهور شبكات الصرف الصحي من خلال النظر في العديد من عوامل التدهور المتعلقة بعمل الشبكة في هذه الحالة، العامل الهيكلي والهيدروليكي أو البيئي. كما نتعامل مع طرق التدخل وإعادة تأهيل شبكات الصرف الصحي.

تم استخدام طريقة عملية التحليل الهرمي(AHP)لمراعاة الأهمية النسبية لهذه العوامل في تدهور الشبكة الصحية.

تم اختبار النموذج المقترح بنجاح لتقييم الحالة الحالية للأنابيب المختارة على شبكة الصرف الصحي لمدينة تلمسان.

الكلمات المفتاحية: خلل وظيفي_ شبكة الصرف الصحي_ تدهور الشبكات_ العامل الهيكلي والهيدروليكي_ طريقة عملية التحليل الهرمي_ إعادة تأهيل _ مدينة تلمسان

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE

Introduction :	1
Contexte du projet :	1
Problématique :	1
Objectifs de l'étude :	1
Méthodologie :	2

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES RESEAUX D'ASSAINISSEMENTS

Introduction:	4
1.1 Historique :	4
1.2. Présentation d'un réseau d'assainissement :	6
1.2.1. Définition :	6
A. Eau usée domestique	7
B. Eaux usées industrielles :	7
C. Eaux pluviales :	7
1.2.2. Objectif et rôle de l'assainissement :	8
1.2.3. Types d'assainissement :	8
A. Assainissement collectif :	8
B. Assainissement non collectif :	8
C. Système d'assainissement semi collectif :	9
1.2.4. Systèmes d'évacuation du réseau d'assainissement :	10
A. Les réseaux unitaires :	10
B. Les réseaux séparatifs :	10
C. Système pseudo-séparatif	10
D. Système mixte :	12
E. Le système composite :	13

SOMMAIRE

1.2.5. Domaines d'utilisation privilégiés et contraintes d'exploitation des principaux systèmes :	13
1.2.6 Les différents schémas d'évacuations :.....	13
A. Schéma perpendiculaire :.....	14
B. Schéma par déplacement latéral :	14
C. Schéma à collecteur transversal ou oblique :.....	14
D. Schéma à collecteur étagé :.....	15
E. Schéma de type radial :.....	15
1.3.7 Les ouvrages d'un réseau d'assainissement :.....	15
A. Les ouvrages principaux :.....	15
B. Les ouvrages annexes :	16
1.3.8 Les Ouvrages de stockage :.....	20
A. Bassin d'orage ou bassin de pollution :	20
B. Bassin de retenue :	20
1.2.9 Les Canalisations :	20
A. Tuyaux à section circulaire :.....	21
B. Tuyaux ovoïdes préfabriqués :.....	21
C. Tuyaux en fibres ciment sans pression :	21
D. Tuyaux en grès :.....	21
E. Tuyaux en polychlorure de vinyle (PVC) non plastifié :.....	21
F. Tuyaux en fonte :	21
1.2.8 Joints :.....	23
A. Les joints des conduites en béton armé :	23
1.3 Conception des réseaux :.....	24
1.3.1 Choix du système d'assainissement :.....	24
1.3.2 L'analyse préliminaire des risques (APR) :.....	24
1.3.3 Identifier les points critiques :.....	24

SOMMAIRE

1.3.4	Enquêtes Préalables :	24
A.	Informations relatives à l'urbanisation :	24
B.	Les caractéristiques du réseau existant :	24
C.	L'information sur le milieu naturel :	25
1.3.5	Etudes préalables :	25
1.3.6	Le tracé des réseaux d'assainissement :	25
1.3.7	Choix du type de canalisation :	26
	Conclusion :	26

CHAPITRE II : DEGRADATION DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT ET METHODOLOGIE D'INTERVENTION

PARTIE 1 : DEGRADATION DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT		27
Introduction :		27
2.1.1	Définition de la dégradation :	27
2.1.2	Etats de la dégradation :	27
2.1.3	Diagnostic du réseau d'assainissement :	28
2.1.4	Objectif du diagnostic du réseau d'assainissement :	28
2.1.5	Etapes de diagnostic du réseau d'assainissement :	28
2.1.5.1	Etudes préliminaires :	28
2.1.5.2	Mesures et investigations :	28
2.1.5.3	Investigations complémentaires :	28
2.1.5.4	Synthèse et programme de travaux :	28
2.1.6	Problématique générale des réseaux d'assainissement :	28
2.1.7	Conditions qui déterminent le comportement des équipements	29
2.1.7.1	La construction initiale du réseau :	29
2.1.7.2	L'âge de conduite :	29
2.1.7.3	L'usage du réseau :	29
2.1.7.4	L'entretien :	30
2.1.8	Types de la dégradation des réseaux d'assainissement :	30
2.1.8.1	Dégradation hydraulique :	30
2.1.8.2	Dégradation structurale :	30
2.1.8.3	Dégradation environnementale :	30

SOMMAIRE

2.1.9	Facteurs influençant le taux de dégradation de l'état des conduites :	30
2.1.9.1	Activités humaines en surface ou sur des infrastructures à proximité :	30
2.1.9.2	Changement d'affectation du sol :	31
2.1.9.3	Nature des effluents :	31
2.1.9.4	Types de sol :	31
2.1.9.5	Importance du défaut :	32
A.	Défauts sévères :	32
B.	Défauts mineurs :	32
2.1.9.6	Surcharge hydraulique :	32
2.1.9.7	Formation des vides :	33
2.1.10	Causes de dégradation des ouvrages :	33
2.1.10.1	Risques géotechniques et hydrogéologiques :	33
A.	Entraînement de fines	33
B.	Tassement	34
C.	Dissolution	34
D.	Effondrement dû aux vides	34
E.	Gonflement – retrait	34
F.	Glissement de terrain	34
G.	Sismicité.....	34
H.	Mouvements tectoniques	34
I.	Eboulement rocheux	35
J.	Marnage.....	35
2.1.10.2	Risques hydrauliques :	35
A.	Action mécanique et physico-chimique de l'effluent	35
B.	Action hydraulique.....	35
2.1.10.3	Risques structurels :	35
A.	Les charges statiques et dynamiques	35
B.	Maintenance	36
C.	Construction.....	36
2.1.10.4	Risques d'impact du milieu :	36
A.	Interaction avec les usages de surfaces	36
B.	Influence de vibrations et charges roulantes importantes	36
C.	Modification des usages de surfaces	36
D.	Interaction avec le bâti	36

SOMMAIRE

2.1.11 Aspects de défaillances des réseaux d'assainissement et leurs conséquences :.....	36
2.1.11.1 Cassures :.....	37
2.1.11.2 Déformations :.....	37
2.1.11.3 Défauts d'étanchéité :.....	37
2.1.11.4 Anomalies ponctuelles :	37
3.1.11.5 Dégradations de parements :	37
PARTIE 2 : METHODOLOGIE D'INTERVENTION SUR LES RESEAUX	
D'ASSAINISSEMENT	38
2.2.12 Méthodologie d'intervention sur les réseaux d'assainissement :.....	38
2.2.12.1 Définition de la réhabilitation :	38
2.2.12.2 Familles d'intervention selon le cycle de vie :.....	39
2.2.13 Les pathologies sur les réseaux :.....	39
2.2.14 Les techniques de réparation des réseaux :.....	39
2.2.14.1 Entretien mineur :.....	39
A. Nettoyage hydraulique	39
B. Nettoyage mécanique.....	40
C. Vérification de la déformation.....	41
D. Inspection télévisée	41
2.2.14.2 Entretien majeur :.....	42
A. Colmatage par injection	42
B. Alésage des obstructions.....	43
C. Réparation des joints en brique.....	43
2.2.14.3 Réhabilitation structurale :	43
A. Chemisage.....	44
B. Tubage.....	45
2.14.4 Reconstruction sans tranchée :	46
A. Éclatement de conduite	46
B. Micro tunnelier.....	47
C. Forage dirigé	47
2.2.15 La bonne préparation pour l'intervention en égout : le plan de prévention :.....	48
2.2.16 Les procédés d'auscultation des réseaux :.....	49
2.2.16.1 Inspection télévisée sur collecteur :	49
2.2.16.2 Tests d'étanchéité :.....	49
2.2.16.3 Les outils d'inspection du futur :.....	50
Conclusion :.....	50

SOMMAIRE

CHAPITRE III: MODELISATION DE LA DEGRADATION HYDRAULIQUE ET STRUCTURALE DES CONDUITES DES RESEAUX SANITAIRES ET PLUVIAUX

Introduction :	51
3.1 La méthode multicritère « AHP » :	51
3.1.1 Les étapes d'application :	51
A. Décomposition du problème en une structure hiérarchique :	51
B. Effectuer les comparaisons binaires des critères et calcul des poids :	52
C. La cohérence des jugements :	54
3.1.2 Avantage de la méthode AHP :	55
3.2 Description du modèle numérique :	57
3.2.1 : Bloc A : calcul des poids des facteurs et sous facteurs.	59
A. Élaboration de la structure hiérarchique :	59
B. Composition des matrices de comparaison binaire et calcul des poids :	60
3.2.2 Bloc B : Système de notation des facteurs de la dégradation :	62
A. Calcul du degré de la dégradation de la conduite :	64
B. Identification de la catégorie de la dégradation	64
Conclusion :	65

CHAPITRE IV: IDENTIFICATION DES POINTS NOIRS DU RESEAU SANITAIRE DE LA VILLE DE TLEMCCEN

Introduction :	66
4.1 Description et situation géographique et géologique de la zone d'étude :	66
4.2 Etat de lieu du réseau d'assainissement de la ville de Tlemccen:	68
4.2.1. Fort degré d'encombrement :	68
4.2.2. Vétusté du réseau :	69
4.2.3. Agressivité des effluents :	69

SOMMAIRE

4.2.4. Le réseau est superficiel :	69
4.3 Application du modèle numérique :	70
4.3.1 La localisation des sites étudiés :	71
4.3.2 Etablissement d'une fiche technique :	76
4.3.3 Etude du cas de Derb El Kadi :	78
4.3.3 Calcul du degré de dégradation :	80
Cas de Derb El Kadi :	80
4.4 Modélisation sur Auto Cad :	82
4.5 Etude statistique et discussion :	83
4.6 Etat de dégradation et solution de défaillance :	84
4.6.1 Groupe 01 :	84
4.6.2 Groupe 02 :	85
4.6.3 Groupe 03 :	85
4.6.4 L'analyse finale des résultats :	86
Conclusion :	87
Conclusion générale :	88
Références bibliographie :	91

LISTE DES TABLEAUX ; FIGURES ; ANNEXES

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 :Classement des pays qui ont la plus faible installation d'assainissement amélioré en 2015.	5
Tableau 1.2 :Domaines d'utilisation privilégiés et contraintes d'exploitation des principaux systèmes.	13
Tableau 2.2 :Risque de migration de particules de sol vs l'importance du défaut.....	32
Tableau 2.3 : Risque de lessivage vs les conditions hydrauliques.	32
Tableau 3.1 :Echelle de comparaison binaire.....	53
Tableau 3.2 :Comparaisons binaire des critères.....	53
Tableau 3.3 :Calcul de λ max.....	55
Tableau 3.4 :L'indice aléatoire [RI].....	55
Tableau 3.5 : Les facteurs de la dégradation considérés dans le modèle numérique.....	57
Tableau 3.6 : Comparaisons binaires entre les critères et leurs poids calculés.....	61
Tableau 3.7 : Notation Des Facteurs	63
Tableau 3.8 : État de dégradation d'une conduite.....	65
Tableau 4.1 : Des Données sur la ville de Tlemcen.....	67
Tableau 4.2 : Les sites considérés dans cette étude.....	70
Tableau 4.3 : Fiche technique de DERB EL KADI.....	79
Tableau 4.4 : Les résultats de dégradation de points noirs de réseau d'assainissement de TLEMEN.	82
Tableau 4.5 : Les sites de groupe 01.....	84
Tableau 4.6 : Les sites de groupe 02	85
Tableau 4.7 : Les sites de groupe 03	85

LISTE DES TABLEAUX ; FIGURES ; ANNEXES

LISTE DES FIGURES ET PHOTOS

Figure 1.1 :Grand égout dans la Rome antique	4
Figure 1.2 :Les boues des eaux usées.....	5
Figure 1.3 : Proportion de la population mondiale disposant d'une installation d'assainissement amélioré en 2015, selon la région par rapport au monde.	6
Figure 1.4 : Schéma d'un Réseau D'assainissement.:	6
Figure 1.5 :Présentation de l'eau usée domestique.	7
Figure 1.6 :Les trois types des eaux usées.:	7
Figure 1.7 :Schéma d'assainissement collectif et non collectif.	9
Figure 1.8 :Schéma d'un Réseau Unitaire.....	11
Figure 1.9 :Schéma de réseau séparatif.....	12
Figure 1.10 :Schéma de Réseau pseudo-séparatif.....	12
Figure 1.11 :Schéma par déplacement latéral.	14
Figure 1.12 :Schéma à collecteur transversal.....	14
Figure 1.13 :Schéma à collecteur étagé.....	15
Figure 1.14 :Schéma de type radial.....	15
Figure 1.15 :Un caniveau.	16
Figure 1.16. :Un Regard.....	17
Figure 1.17 :Différents types des déversoirs d'orage.....	18
Figure 1.18 :Un avaloir.	18
Figure 1.19 :Une boîte de branchement.	19
Figure 1.20. :Une Station de relevage.....	19
Figure 1.21 :Principes de fonctionnement des siphons vrais (à gauche) et inversés (à droite).....	20

LISTE DES TABLEAUX ; FIGURES ; ANNEXES

Figure 1.22 :Tuyaux à section circulaire et ovoïdes préfabriqués.....	21
Figure 1.23 :Tuyaux en Font, Grés et PVC.....	23
Figure 1.24 :Joint type ROCLA.	23
Figure 2.1 :Dégradation d'une conduite d'assainissement.....	27
Figure 2.2 : Tuyau d'égout corrodé.	31
Figure 2.3 :Illustration d'un vide important dans le cas d'une conduite en brique.....	33
Figure 2.4 :Amélioration d'une conduite grâce à la réhabilitation.	38
Figure 2.5 :Illustration du cycle de vie d'une infrastructure.	39
Figure 2.6 :L'opération du curage par le camion et Ra cloirs métalliques.	40
Figure 2.7 :Le nettoyage par raclage et leur équipement.	41
Figure 2.8 :Photo d'une opération d'Inspection télévisée réalisé par l'ONA TLEMCEN.	42
Figure 2.9 :Schéma de colmatage par injection.	43
Figure 2.10 :Exemples d'outils pour aléser les obstructions dans une conduite.....	43
Figure 2.11 :Travaux de réhabilitation structurale sur un tuyau.	44
Figure 2.12 :Illustrations de la technique de chemisage.	44
Figure 2.13 :Exemple de tubage segmenté.....	45
Figure 2.14 :Exemple d'insertion conventionnelle.	46
Figure 2.15 :Force de flottaison et pression externe sur la conduite insérée	46
Figure 2.16 :Éclatement de conduite.....	47
Figure 2.17 :Photo d'un micro tunnelier.	47
Figure 2.18 :Procédure utilisée pour le forage dirigé.....	48
Figure 2.19 :Tenue de sécurité d'égoutier.	49
Figure 3.1 :La structure Hiérarchique de la méthode AHP.:	52
Figure 3.2 :Avantage de L' AHP.	56
Figure 3.3 :l'algorithme de modèle numérique.....	58
Figure 3.4 :La structure hiérarchique du degré de la dégradation d'un tronçon.	60
Figure 4.1 : La localisation de la ville de TLEMCEN.	65

LISTE DES TABLEAUX ; FIGURES ; ANNEXES

Figure 4.2 : Les déchets dans quelques avaloires de réseau de Tlemcen.....	68
Figure 4.3 : la fissuration des conduites.....	69
Figure 4.4 : La pose des conduites.....	70
Figure 4.5 : Carte de zone 01.....	71
Figure 4.6 : Carte de zone 02.....	72
Figure 4.7 : Carte de zone 03.....	73
Figure 4.8 : Carte de zone 04.....	74
Figure 4.9 : Carte de zone 05.....	75
Figure 4.10 : fiche technique.....	77
Figure 4.11 : Photo de DERB EL KADI.....	78
Figure 4.12 : Calcul des degrés de dégradation structurel, hydraulique et générale du site de Derb El Kadi.....	81
Figure 4. 13 : Ages et profondeurs des conduites.....	83
Figure 4.14 : Diamètres, formes géométriques et types des conduites.....	83
Figure 4.15 : Diamètres, formes géométriques et types des conduites.....	86

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 01: Fiches techniques des points noirs.....	95
ANNEXE02:Plan d'assainissement de la ville de TLEMCEN.....	111
ANNEXE 03 :La modélisation sur Auto Cad.....	112

LISTE DES ABRÉVIATIONS ET SYMBOLES

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AFNOR :	Association française de normalisation.
APR :	Analyse Préliminaire Des Risques.
CR (%) :	le rapport de cohérence.
DAAF :	Direction Administrative Et Financière.
DDASS :	Direction Départementale Des Affaires Sanitaires Et Sociales.
DDG :	Degré de dégradation globale.
DDH :	Degré dégradation hydraulique.
DDS :	Degré de dégradation structurelle.
DEE :	Direction Départementale De L'équipement.
DN :	Diamètre normalisé.
EU :	Eaux Usées.
H2S :	Hydroxydes De Soufre.
H2SO4 :	Sulfate d'hydrogène.
MISE :	Mission Inter Services de l'Eau.
PVC :	Polychlorure De Vinyle Nom Plastifié.
RC :	L'indice aléatoire.
REPD :	Réseau De Petit Diamètre.
STEP :	Station De Traitement Et D'épuration

LISTE DES ABRÉVIATIONS ET SYMBOLES

LISTE DES SYMBOLES

B_{ij} : La moyenne arithmétique

p_s : C'est Le poids de la dégradation structurelle.

p_h : Le poids de la dégradation hydraulique.

p_1, p_2 et p_3 : Sont respectivement Les poids ; des facteurs internes, facteurs externes et défaut apparent.

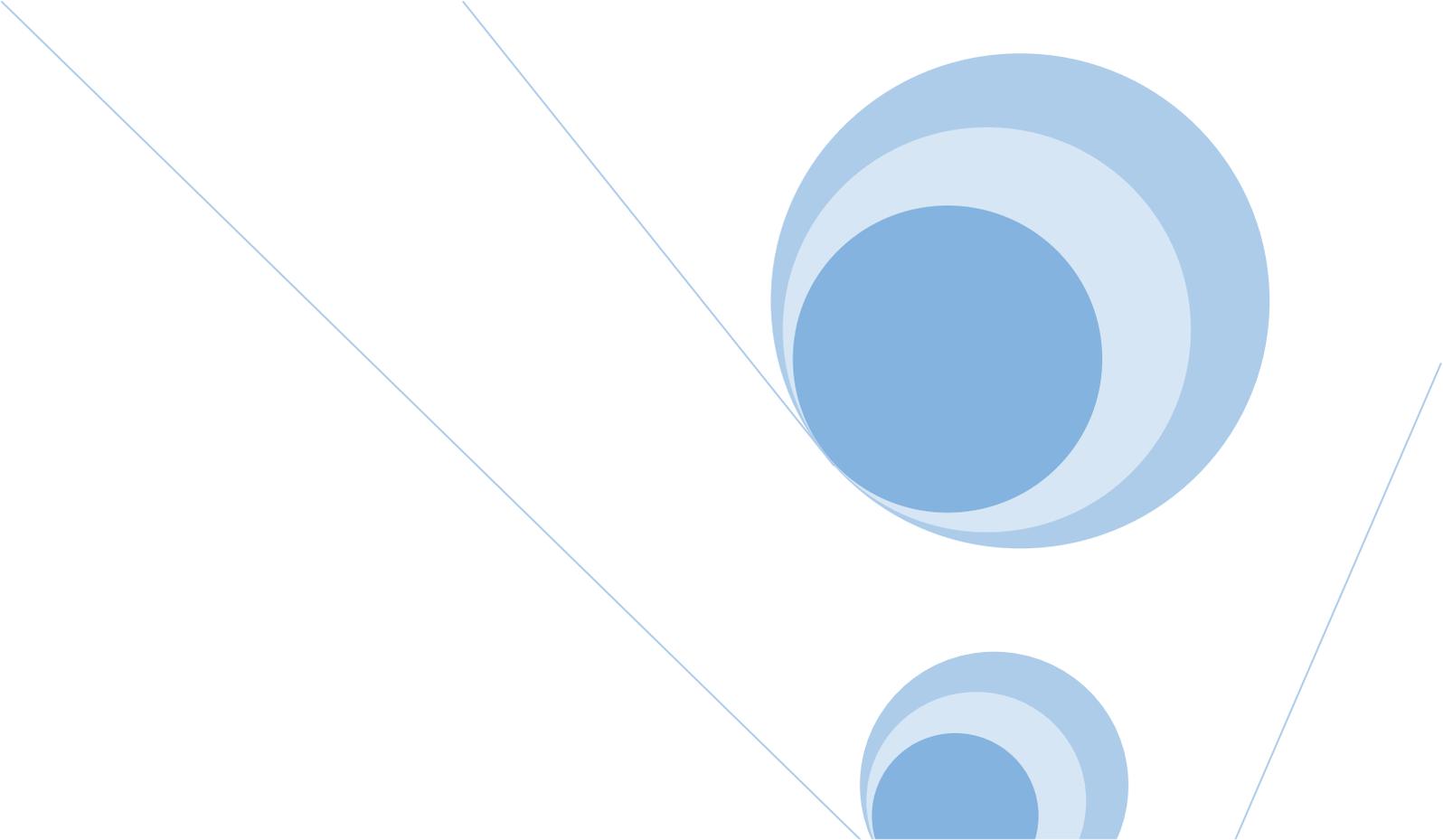
p_{1j}, C_{1j} : Sont Le poids et la notation des sous-facteur correspondant au facteur interne.

p_{2j}, C_{2j} : Sont respectivement Le poids et la notation des sous-facteur correspondant au facteur externe.

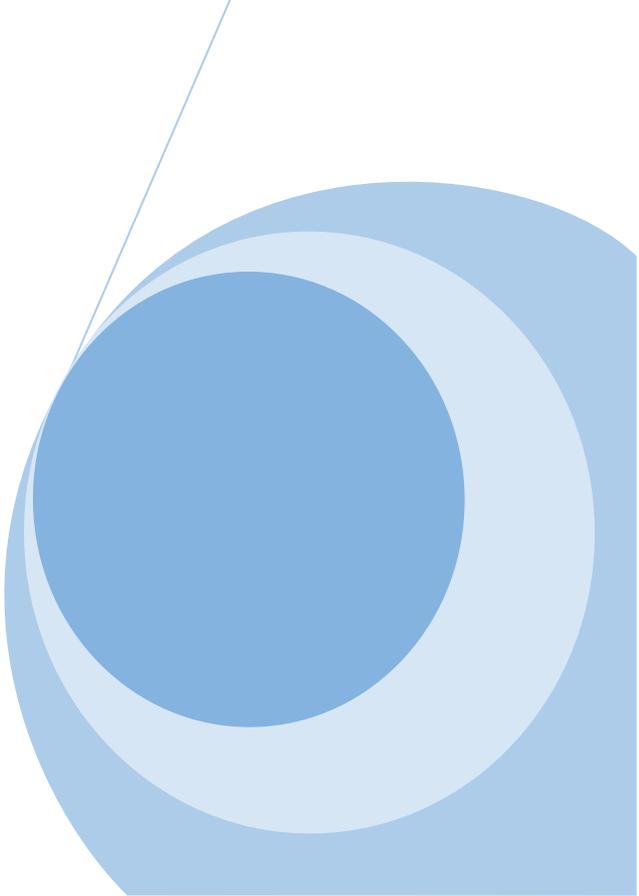
p_{3j}, C_{3j} : Sont Le poids et la notation des sous-facteurs correspondant au facteur défaut apparent.

p_k, C_k : Sont respectivement Le poids et la notation associée au sous facteur correspondant au facteur hydraulique.

λ_{\max} : Valeur propre.



INTRODUCTION GENERALE



Introduction générale

L'assainissement est une technique qui consiste à évacuer par voie hydraulique aux plus bas prix, le plus rapidement possible et sans stagnation des eaux usées de diverses origines provenant d'une agglomération. L'assainissement a pour objectif de protéger la santé, la salubrité publique ainsi que l'environnement contre les risques liés aux rejets des eaux usées et pluviales.

La dégradation ou la défaillance des réseaux d'assainissement devient une grande problématique pour la plupart des municipalités à Tlemcen, 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.

De plus la problématique environnementale des réseaux d'assainissement est associée elle aussi, à cette même augmentation des débits toujours en croissance des effluents.

Contexte du projet

L'ampleur des problèmes liés aux installations d'eau et d'assainissement à travers le monde a obligé les gouvernements et les agences à renforcer leur détermination à relever le défi.

A l'échelle mondiale, plus de deux milliards de personnes (29 %) n'ont pas accès à l'eau potable et à des installations sanitaires améliorées [1]

Bien que l'Assemblée générale des Nations Unies ait explicitement déclaré l'accès à l'eau potable et à l'assainissement comme un droit humain il y a plus d'une décennie maintenant, plusieurs millions de personnes dans le monde, en particulier des enfants, meurent encore de maladies liées à des installations sanitaires inadéquates.

Ce projet vise à effectuer une contribution à l'étude des problèmes liés à l'assainissement à l'échelle locale de la ville de Tlemcen.

Problématique

L'accès à une eau acceptable et à l'assainissement contribue à une bonne hygiène et permet d'éviter les maladies hydriques c'est-à-dire liées de l'eau.

Cependant, L'intervention sur les réseaux sanitaires est souvent faite de façon ponctuelle est instantanée sans aucun cadre méthodologique de gestion à long terme. Ceci fait que la dégradation peut atteindre parfois un niveau de défaillance critique.

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 que 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.[2]

Objectifs de l'étude

L'objectif principal de ce mémoire consiste à dresser un état des lieux actualisé du réseau sanitaire de la ville de Tlemcen notamment son état de dégradation. Cela permettra d'établir un recensement et un diagnostic des points noirs de ce réseau, de les identifier et de proposer éventuellement une démarche de réhabilitation et de gestion plus adéquate.

Dans le cadre de la littérature, l'étude sera orientée principalement vers les notions de base de l'assainissement et les problèmes de dysfonctionnement des réseaux d'assainissement.

Dans le cadre pratique, nous avons procédé à une collecte de données auprès des services concernés en plus d'un stage pratique au niveau de l'ONA (Office National d'Assainissement) avec sorties sur terrain.

Géographiquement, l'étude sera limitée à la ville de Tlemcen (Nord-Ouest de l'Algérie).

Méthodologie

La méthodologie suivie dans le cadre de notre projet consiste aux phases suivantes :

1. Donner des généralités sur l'assainissement et les réseaux d'assainissement.
2. Recherche et identification des points de dysfonctionnement ou de défaillances récurrentes sur le réseau d'assainissement de la ville de Tlemcen en utilisant une approche multicritère.
3. Etablissement d'une carte des points noirs dans ce réseau.
4. Proposition de solutions et plan d'intervention sur ce réseau.

Notre mémoire comporte cinq chapitres :

Un premier petit chapitre faisant office d'une introduction qui présente le contexte du sujet et son but, la problématique, la portée de l'étude, la méthodologie et l'organisation générale du mémoire.

Le chapitre II : traite des principales notions de base associées à l'assainissement.

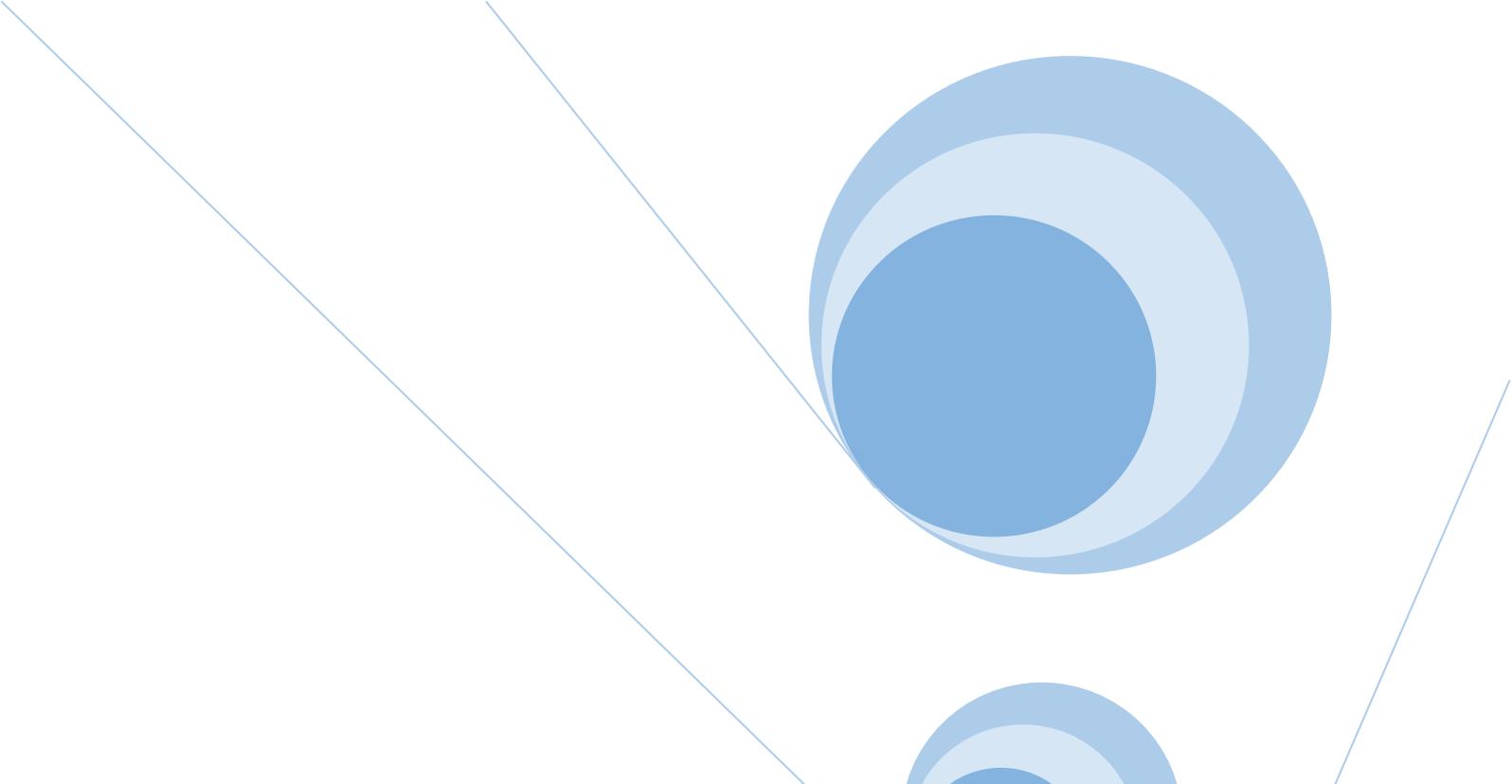
Le chapitre III : traite la problématique du dysfonctionnement des réseaux d'assainissement, ce phénomène qui se produit lorsque le réseau est affaibli par différents types et formes de la dégradation. La considération est faite aussi aux facteurs et causes de la dégradation ainsi qu'à la méthodologie d'intervention.

INTRODUCTION GENERALE

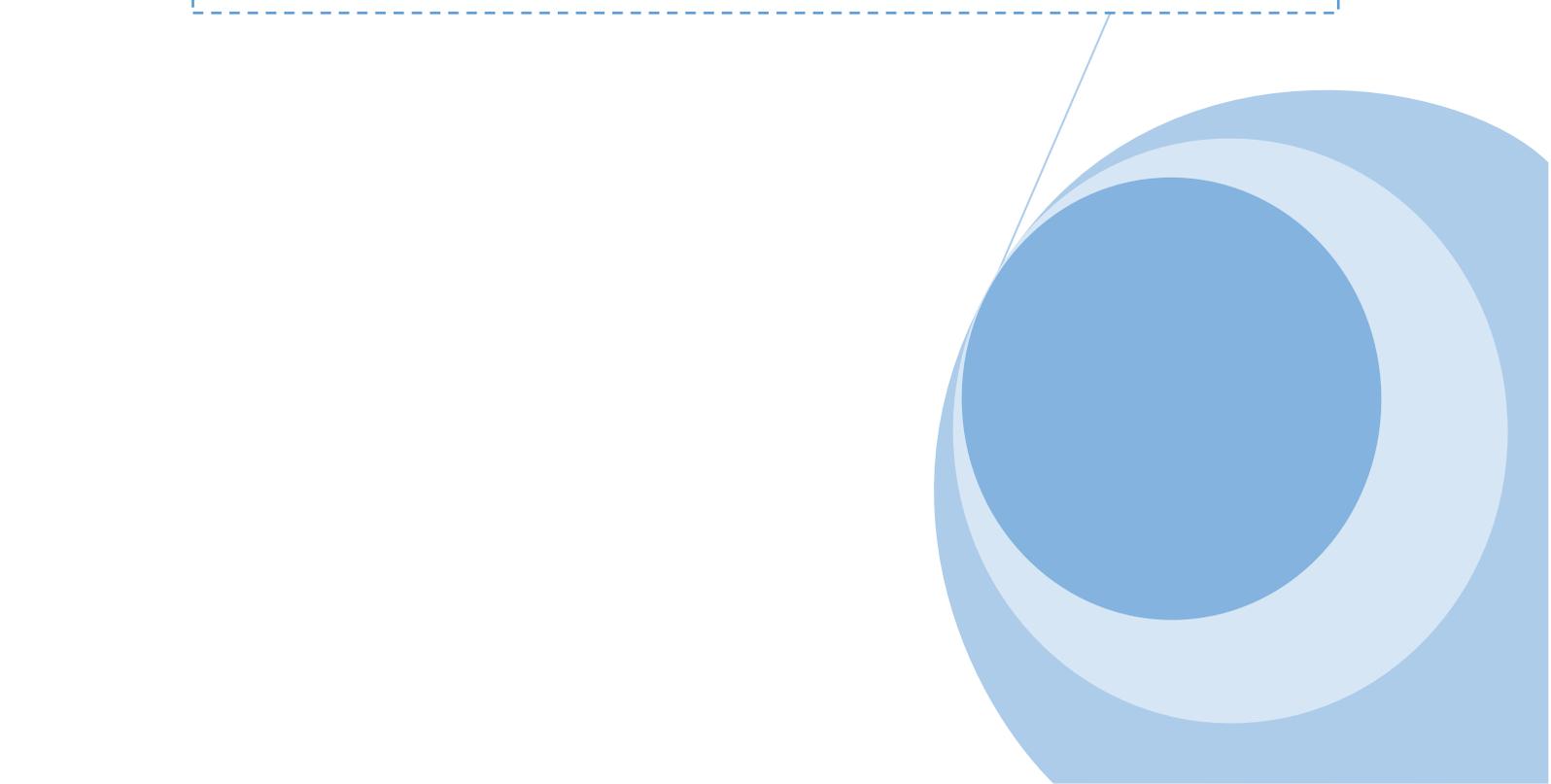
Le chapitre IV : présente la méthode multicritères AHP et expose un des modèles basés sur cette méthode.

Le chapitre V : traite l'application de l'AHP pour la détermination des points noirs du réseau d'assainissement de la ville de Tlemcen, le calcul des degrés de dégradation, analyse des résultats et méthodologie d'intervention et suggestions préconisées pour la réhabilitations de ces points noirs.

Le mémoire est terminé par une conclusion générale et une synthèse des résultats obtenus.



CHAPITRE I :
GENERALITE SUR LES RESEAUX
D'ASSAINISSEMENT



CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'ASSAINISSEMENT

Introduction:

Ce chapitre traite des généralités sur les réseaux d'assainissement en général et donne des notions et des définitions sur les réseaux d'assainissement et leurs types, les matériaux utilisés et inclut aussi le choix du système adéquat et les éléments constitutifs du réseau.

1.1 Historique :

Depuis l'antiquité les premières civilisations sédentarisées ont dû évacuer les eaux usées. A cette époque le phénomène des maladies hydriques est apparu et s'est propagé très rapidement mettant en danger la vie des gens ce qui a conduit à l'idée de créer un système d'égouts. L'Empire romain, l'Égypte ou les villes d'Harappa furent les premiers à disposer d'équipements de canalisations, de latrines et de bassins au III^e siècle avant J.C. Les guerres et les difficultés politiques de l'Empire romain ont conduit à l'abandon de tous ces ouvrages.



Figure 1.1 : Grand égout dans la Rome antique. [3].

Au Moyen-âge, toutes ces installations ont été complètement abandonnées. Il n'y avait ni fosses d'aisances ni égouts ni rien du tout. Ils se sont retrouvés atouts jeter dans la rue : les eaux usées domestiques, les déchets issus des activités urbaines... Le résultat était la pollution, les odeurs putrides, les maladies hydriques, le nombre élevé de décès, la pauvreté. Cette situation durera jusqu'au XVIII^e siècle.

En 1854 John Snow découvre l'origine du choléra et explique que la cause est la pollution des eaux après sa grande diffusion dans London où tous les types d'eaux s'y retrouvent mélangés. Avec la croissance de l'urbanisation et les conditions climatiques, les premières idées pour les canalisations enterrées sont proposées pour l'évacuation de ces eaux usées. Les villes commencent à développer leur système d'égouts unitaire. En Europe, tout n'avance pas de la même manière. La situation est fort différente dans les grandes villes par rapport aux plus petites mais aussi d'un pays à l'autre. En France par exemple, seulement 12% de la population est reliée au tout-à-l'égout en 1960.

Au XXème siècle, les études dans les domaines d'assainissement se sont vraiment améliorées. A partir de 1914 les gens sont devenus plus conscients de la pollution des milieux naturels. Grâce au développement des sciences de chimie et microbiologie, les scientifiques anglais ont proposé le système de bassin où les bactéries présentes vont traiter les eaux usées grâce à leur capacité de dégradation. [4]



Figure 1.2 : Les boues des eaux usées. [5].

A titre indicatif, nous donnons ci-dessous un classement des pays qui ont la plus faible part de la population disposant d'une installation d'assainissement amélioré en 2015. [6].

Tableau 1.1 : Classement des pays qui ont la plus faible installation d'assainissement amélioré en 2015. [5].

Soudan du Sud	7%	Tanzanie	16%
Niger	11%	Liberia	17%
Tchad	12%	Ouganda	19%
Togo	12%	Papouasie-Nouvelle Guinée	19%
Madagascar	12%	Brunei	19%
Sierra Leone	13%	Nouvelle -Zélande	19%
Ghana	15%	Tuvalu	19%
Congo	15%	Bénin	20%
Erythrée	16%	Guinée	20%

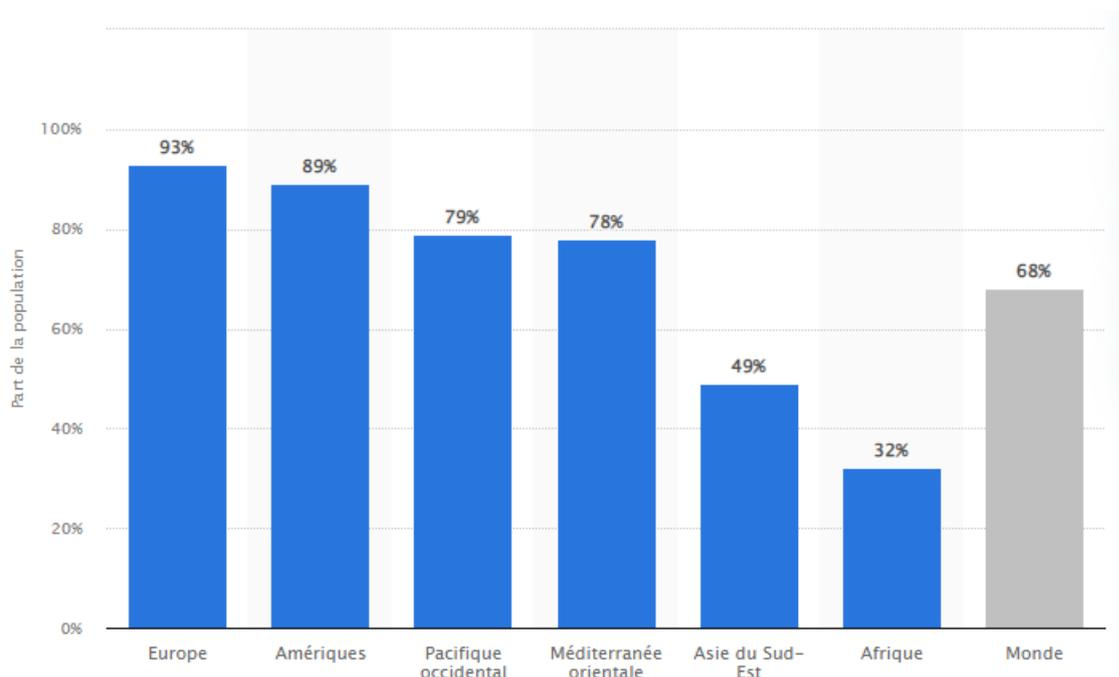


Figure 1.3 : Proportion de la population mondiale disposant d’une installation d’assainissement amélioré en 2015, selon la région par rapport au monde. [6].

1.2. Présentation d’un réseau d’assainissement :

1.2.1. Définition :

Un réseau d’assainissement est un ensemble d’ouvrages construits par l’homme pour canaliser les eaux pluviales et les eaux usées à l’intérieur d’une agglomération. La majeure partie de ces ouvrages sont des canalisations souterraines reliées entre elles. Le réseau d’assainissement est un des éléments constituant le système d’assainissement. [7].

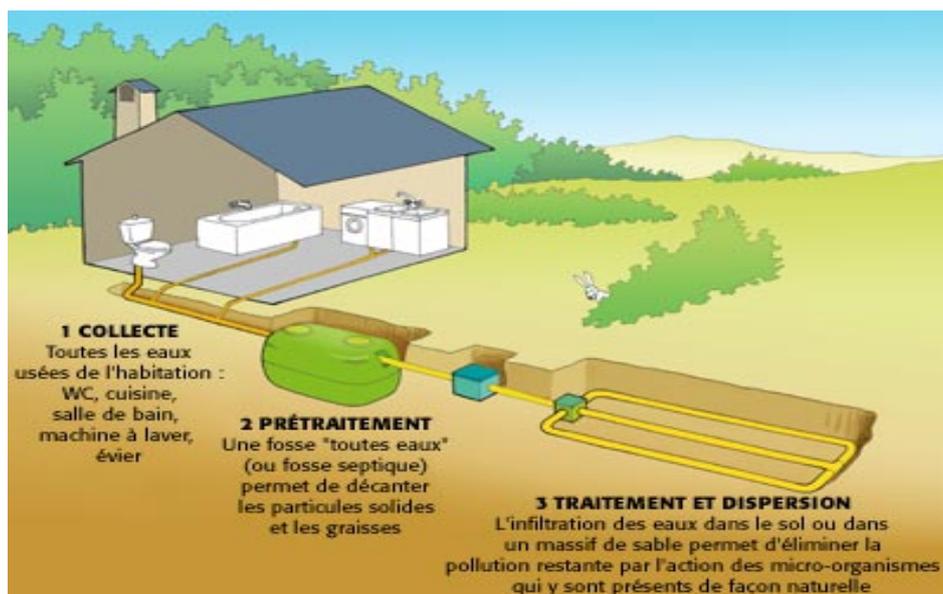


Figure 1.4 : Schéma d’un réseau d’assainissement. [8]

Les eaux usées peuvent être subdivisées en trois catégories :

A. Eau usée domestique :

C'est la collecte des eaux de ménage et de vanne.

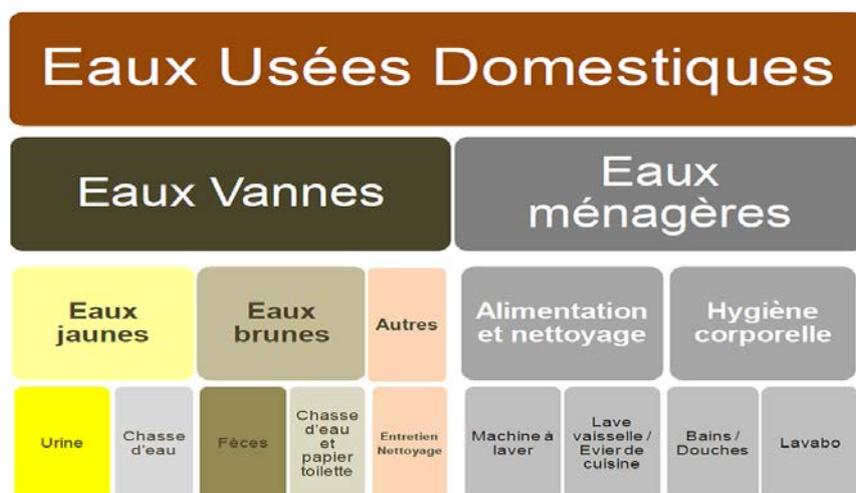


Figure 1.5 : Présentation de l'eau usée domestique. [9]

B. Eaux usées industrielles :

Les sources de ces eaux sont les unités d'industrie. Ces eaux peuvent contenir des produits toxiques et peuvent présenter un grand danger sur les réseaux et sur le fonctionnement des stations d'épuration, de ce fait, elles doivent subir un prétraitement avant d'être évacuées.

C. Eaux pluviales :

C'est la collecte des eaux de pluie (ruissellement). Leur destination est le milieu naturel.

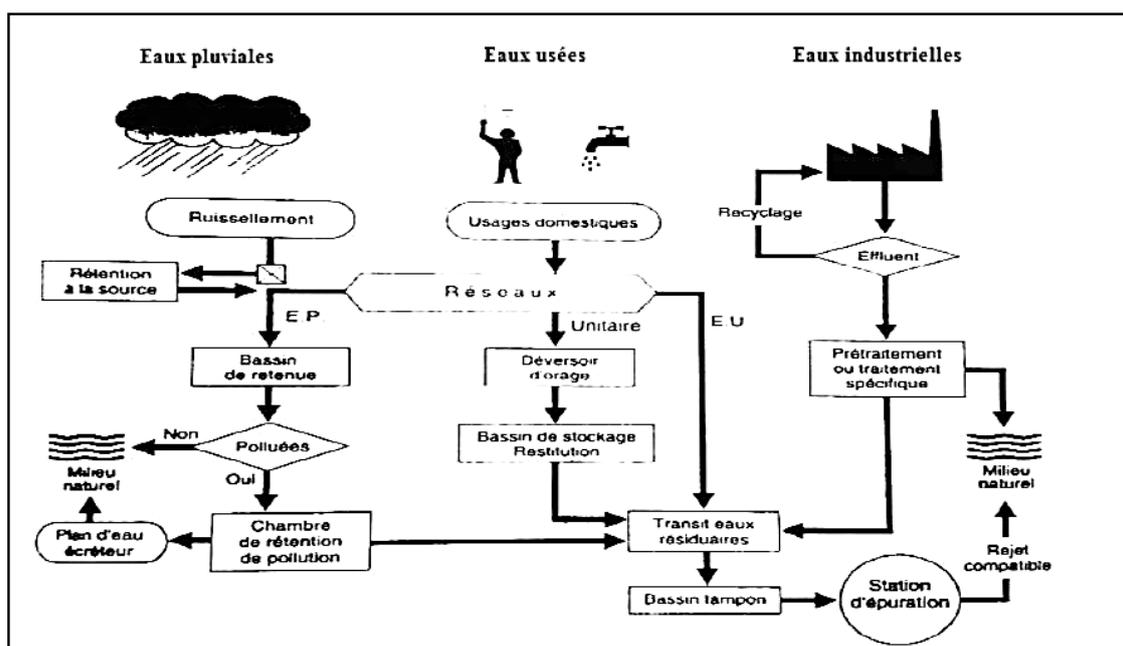


Figure 1.6 : Les trois types des eaux usées. [10]

1.2.2. Objectif et rôle de l'assainissement :

L'objectif de l'assainissement est de collecter et diriger les eaux usées vers différentes directions soit vers le milieu naturel (cours d'eau...) soit vers une STEP (Station de Traitement et d'Épuration). Le but est de protéger l'environnement de la pollution et éviter les maladies hydriques.

Le rôle d'un réseau d'assainissement est triple :

- Assurer la population contre les inondations car c'est un grand risque pour la vie humaine.
- La protection contre les maladies hydriques.
- Préserver l'environnement et le milieu naturel contre tous les genres des pollutions (les rejets soit solides ou liquides). [11]

1.2.3. Types d'assainissement :

Selon la nature de l'habitat et le choix de la collectivité, on distingue deux types d'assainissement : l'assainissement non collectif et assainissement collectif. [12]

A. Assainissement collectif :

En zone urbaine ou d'habitats regroupés, les eaux usées sont déjà collectées puis on les dirige vers une agglomération d'épuration pour les traiter préalablement, en suite on les jette dans la nature. Ces canalisations en PVC ou en ciment assurent le transport des eaux usées, soit naturellement soit sous l'effet de la pression. Alors un assainissement standard comprend les réseaux pour la collecte et les équipements pour conditionnement (la station d'épuration). [12].

B. Assainissement non collectif :

Pour une zone d'habitats dispersés, des systèmes d'assainissement sont mis en place pour chaque habitat (assainissement individuel) ou pour un groupe d'habitations (assainissement autonome). [12].

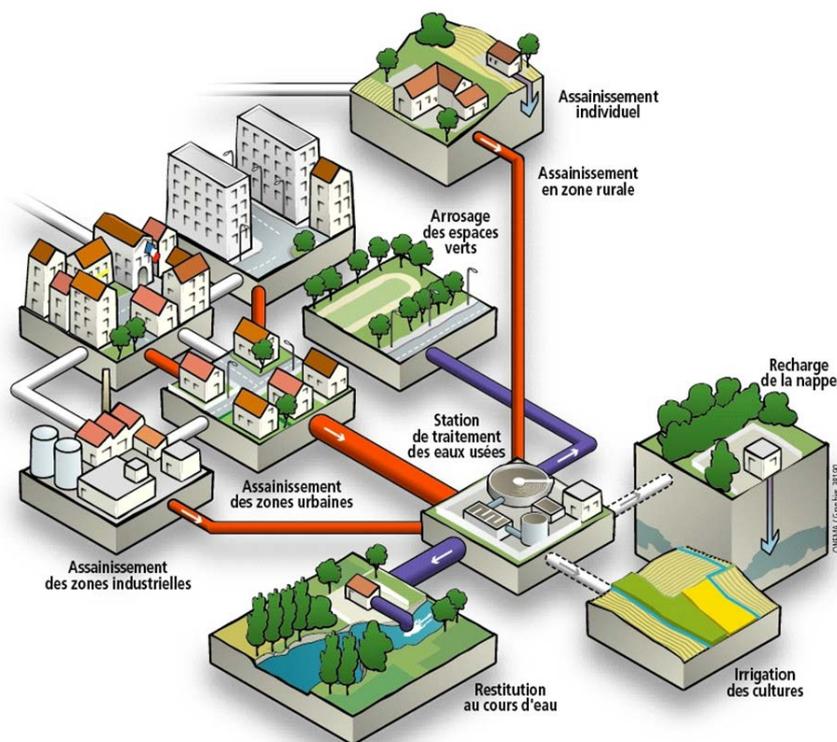


Figure 1.7 : Schéma d'assainissement collectif et non collectif. [13].

C. Système d'assainissement semi collectif :

On appelle ce système « le réseau de petit diamètre (REPD). Il est intermédiaire entre le collectif et l'autonome et il est constitué des parties suivantes :

- Des fosses interception (ou fosses intermédiaires) pour éliminer les matières en suspension et flottantes.
- Un réseau de canalisations de petit diamètre qui capte toutes les eaux décantées et les achemine vers l'exutoire.
- Un exutoire final soit un réseau conventionnel ou une station d'épuration.

Le réseau de petit diamètre se fait à la base de collecte d'effluents de fosses septiques qui jouent le rôle d'éliminer un pourcentage élevé de matières en suspension et de graisses. La faible fraction de solides non sélectionnée possède un poids spécifique à peu près équivalent à celui de l'eau et donc, la rupture de dépôt de solides, les fines couches de limon (biomasse) qui se forme sur la paroi des conduites sont exceptionnelles. La présence des fosses septiques permet ainsi :

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

Le système d'assainissement de petit diamètre est divisé en deux grandes catégories, à savoir les réseaux à pente minimale et ceux à pentes variables.

Pour le premier, les pentes descendantes minimales sont imposées et les conduites sont conçues pour couler partiellement ou complètement pleines.

Le réseau à pente variable comporte des sections de conduites avec des pentes inverses ou nulles ne qui coulent à pleine capacité. Dans ce type de réseau, aucune vitesse ni pente minimale ne sont imposées. Toutefois, nous devons s'assurer que le niveau de sortie de chaque fosse septique est au-dessus du gradient hydraulique en tout point sur toute la conduite concernée. [14].

1.2.4. Systèmes d'évacuation du réseau d'assainissement :

Le volume des eaux usées domestiques est facile à contrôler par des calculs exacts. Par contre, les eaux pluviales sont contrôlées sur des bases de probabilités. Il existe deux types fondamentaux de réseaux de collecte : Les réseaux unitaires et les réseaux séparatifs, En outre, il existe aussi des systèmes intermédiaires appelés pseudo-séparatif.

A. Les réseaux unitaires :

Permettent d'évacuer l'ensemble des eaux usées (domestiques, industriels, pluviales) dans le même réseau vers le milieu récepteur, généralement pourvu d'un déversoir d'orage figure 2.8). [15]

Avantage :

Il est plus économique par rapport aux autres systèmes car il est plus facile à construire et à entretenir. De plus, son rinçage est automatique (**auto-nettoyage**) grâce aux eaux pluviales. Finalement, les grandes dimensions du réseau permettent une bonne aération et réduisent l'effet couronne (corrosion par l'action du sulfure d'hydrogène).

Désavantage :

Le débit reçu est généralement plus important que la capacité de la station d'épuration. C'est pourquoi, il faut prévoir des systèmes de séparation des eaux de pluie avant son arrivée à la station de traitement au moyen de déversoirs. [15]



Figure 1.8 : Schéma d'un Réseau Unitaire. [16].

B. Les réseaux séparatifs :

Dans les réseaux séparatifs, les eaux de pluie et les eaux usées sont indépendantes. Elles sont évacuées par deux conduits différents, puis dirigées vers leurs destinations : Les eaux usées vers la station d'épuration et les eaux pluviales vers le milieu naturel, donc il y a un double réseau (figure 1.9). [15].

Avantage :

- Le débit d'épuration est minimisé de sorte que le coût d'épuration est plus faible.
- Les eaux pluviales jouent un rôle très important dans le curage des canalisations.

Désavantage :

- Coût de construction et d'entretien de réseaux et de nettoyage élevé
- L'effet couronne peut-être très intense, si le réseau des eaux usées, n'est pas nettoyé de façon adéquate.
- Même si les eaux de pluie et celles usées ne se mélangent pas, les eaux pluviales de zones urbaines sont sales et elles ont besoin d'un traitement minimal [15].

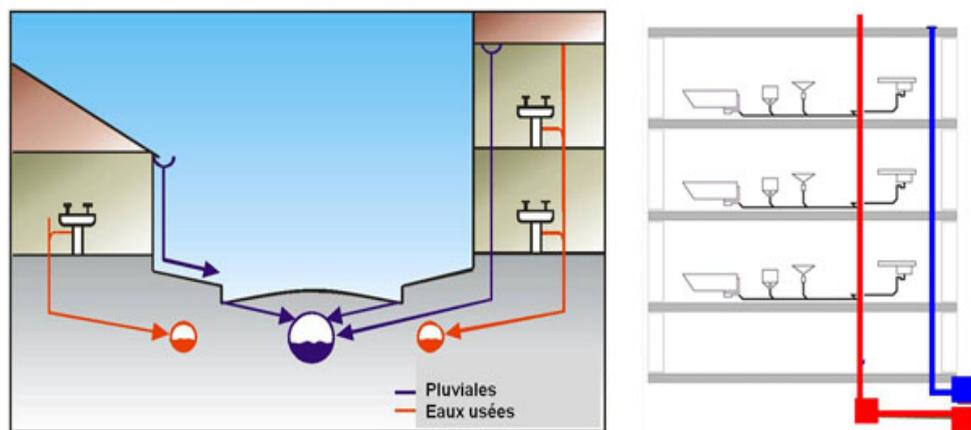


Figure 2.9 : Schéma de réseau séparatif. [15]

C. Système pseudo-séparatif

C'est un réseau séparatif particulier dans lequel le réseau d'évacuation des eaux usées reçoit une partie des eaux pluviales (toiture, cours, etc.), le réseau pluvial ne reçoit que les eaux de ruissellement des chaussées et des trottoirs. [17]

Avantage :

Eaux usées et eaux de ruissellement des habitations combinées et il n'y a pas de risques d'erreurs de branchement.

Désavantage :

Investissement important pour la mise en place des deux réseaux. [17]

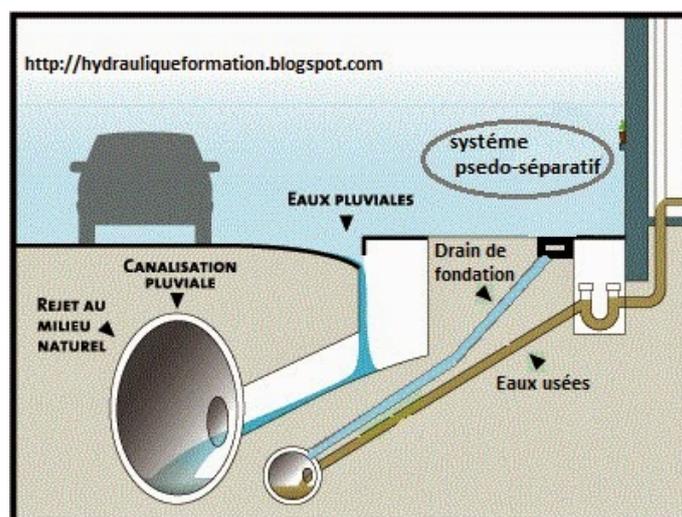


Figure 1.10 : Schéma de Réseau pseudo-séparatif. [18].

D. Système mixte :

On appelle communément système mixte un réseau constitué suivant les zones en partie en système unitaire et en partie séparatif. [3].

E. Le système composite :

C'est une variante du système séparatif qui fonctionne à l'aide des divers aménagements pour dériver la partie la plus polluées du réseau pluvial vers le réseau d'eaux usées en vue de leur traitement. [3].

1.2.5. Domaines d'utilisation privilégiés et contraintes d'exploitation des principaux systèmes :

Tableau 1.2 : Domaines d'utilisation privilégiés et contraintes d'exploitation des principaux systèmes. [3].

Système	Domaine d'utilisation privilégié	Contraintes d'exploitation
Unitaire	<ul style="list-style-type: none"> - Milieu récepteur éloigné des points de collecte. - Topographie à faible relief. - Imperméabilisation importante et topographie accentuée de la zone. - Débit d'étiage du cours d'eau récepteur important 	<ul style="list-style-type: none"> - Entretien régulier des déversoirs d'orage et des bassins de stockage. - Difficulté d'évaluation des rejets directs vers le milieu récepteur.
Séparatif	<ul style="list-style-type: none"> - Petites et moyennes agglomérations. - Extension des villes. - Faible débit d'étiage du Cours d'eau récepteur. 	<ul style="list-style-type: none"> - Surveillance accrue des branchements. - Entretien d'un linéaire important de collecteurs (eaux usées et pluviales). - Entretien des ouvrages particuliers (siphons, chasses d'eau, Avaloirs). - Entretien des postes de relèvement et des chambres à sables. - Détection et localisation des anomalies (inversion de branchement, arrivée d'eaux Parasites).
Non gravitaire	<ul style="list-style-type: none"> - L'utilisation de ces systèmes correspond à des cas d'espèce et leurs avantages dépendent de conditions locales spécifiques : - Topographies spéciales. - Liaisons intercommunales 	<ul style="list-style-type: none"> - Entretien et contrôle régulier des postes de pompage et des vannes automatiques d'isolement. - Contrôle de l'étanchéité des réseaux en dépression. - Traitement des effluents septiques (cas d'h2s). - Détection et localisation des arrivées

1.2.6 Les différents schémas d'évacuations :

Dans la majorité des cas, l'écoulement d'assainissement est gravitaire pour réduire le cout de cette opérationnel le plan du réseau est établi après des études basées sur le relief et la topographie du terrain naturel, pour assurer un bon écoulement.

Les différents schémas d'évacuations sont présentés comme suit :

A. Schéma perpendiculaire :

Ce schéma est souvent dans les villes et les zones rurales, Il est conçu pour les eaux pluviales non traitées des réseaux séparatifs, ces eaux sont dirigées directement vers le milieu naturel (cour d'eau).

Ces types d'évacuation sont les plus économiques et les plus rapides car on n'aura pas besoin de station d'épuration pour traiter ces eaux rejetées.

Suivant la disposition des collecteurs par rapport au cours d'eau, on distingue :

- Le schéma perpendiculaire simple.
- Le schéma perpendiculaire étagé. [19].

B. Schéma par déplacement latéral :

Il est adopté pour les eaux usées qui doivent être traitées et dirigées vers un seul point bien sûr dans la mesure du possible, et parfois, des stations de relevage sont utilisées.

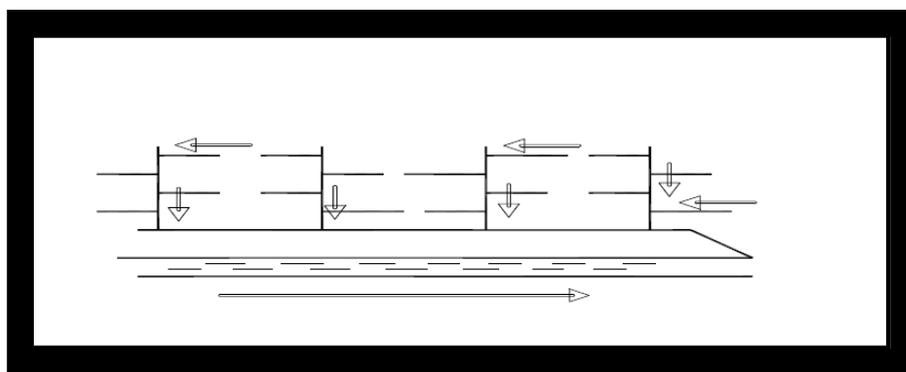


Figure 1.11 : Schéma par déplacement latéral. [3]

C. Schéma à collecteur transversal ou oblique :

Il est conçu lorsque la pente n'est pas suffisante pour évacuer les eaux usées dans la rivière, le but de ce schéma est d'augmenter cette pente pour la rendre utile. [19]

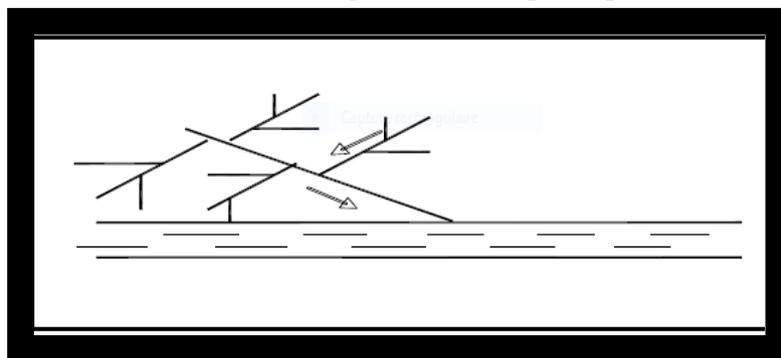


Figure 1.12 : Schéma à collecteur transversal. [3]

D. Schéma à collecteur étagé :

Il est conçu quand on a une grande agglomération avec une faible pente, dans ce cas on utilise l'assainissement à plusieurs niveaux. [19]

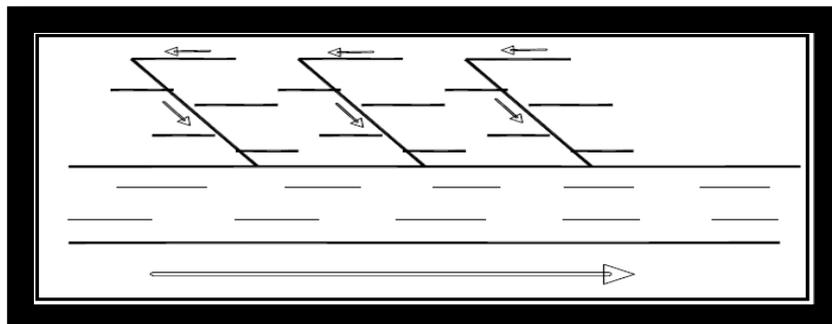


Figure 1.13 : Schéma à collecteur étagé. [3].

E. Schéma de type radial :

Il est conçu quand l'agglomération est sur un terrain plat donc il est nécessaire de créer une pente en modifiant la profondeur de la tranchée vers le bassin de collecte, ensuite les eaux sont collectées en un point bas pour être relevées et cette opération est nécessaire au niveau du bassin, la dernière étape consiste à diriger les eaux vers :

- Un cours d'eau récepteur.
- Une station d'épuration.
- Un collecteur fonctionnant à surface libre. [19]

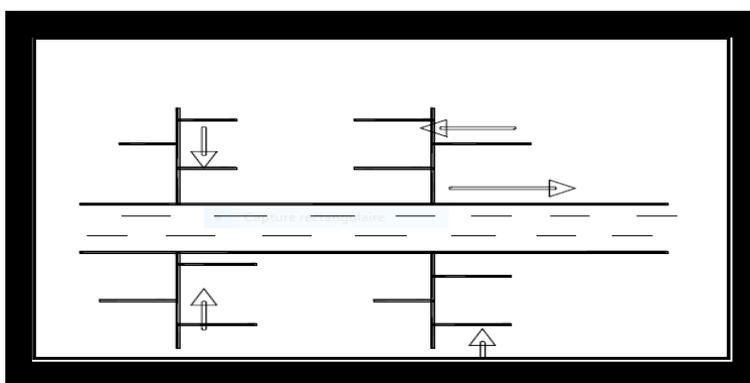


Figure 1.14 : Schéma de type radial. [3]

1.3.7 Les ouvrages d'un réseau d'assainissement :

Nous avons deux types d'ouvrages : les ouvrages principaux et les ouvrages annexes.

A. Les ouvrages principaux :

Ce sont des collecteurs qui assurent l'entrée des effluents dans la station d'épuration, ces tuyaux se présentent par tronçons de diamètre croissant de l'amont vers l'aval ; suivant la grandeur de leur section, on les classe comme suit :

- Collecteur principal, pour les grands diamètres supérieurs à $\varnothing 800$.
- Collecteur secondaire, pour les diamètres compris entre $\varnothing 400$ et $\varnothing 800$.
- Collecteur tertiaire, pour les diamètres inférieurs ou égaux à $\varnothing 300$. [22]

B. Les ouvrages annexes :

Les ouvrages annexes sont classés en deux groupes :

➤ Les ouvrages normaux :

Sont tous les ouvrages situés en amont ou sur le cours des réseaux, Ils sont très importants car, en général, ils garantissent la fonction de réception des effluents ou d'accès au réseau.

➤ Les ouvrages spéciaux :

Sont relatifs aux dispositions constructives envisagées pour la restructuration des réseaux.

Les ouvrages annexes sont indispensables sur toute la longueur des collecteurs pour l'exploitation rationnelle des réseaux d'égout. Parmi ces ouvrages utilisés, on a par exemple : Les caniveaux ; les regards ; les déversoirs d'orages ; les avaloirs ; station de relevage ... [20].

a. Les caniveaux :

Servent à collecter les eaux superficielles jusqu'aux avaloirs, mais il faut que la chaussée soit goudronnée, carrelé ou cimentée. Les types de caniveaux les plus utilisés sont les caniveaux en matière plastique (polyéthylène ou polypropylène), les caniveaux en béton et les caniveaux en polymères de béton. [21].

b. Les grilles :

Qui sont détachables et antirouille, elles sont conçues pour faciliter le curage. Il existe plusieurs types des grilles : fonte ou acier [21].



Figure 1.15 : Un caniveau.

c. Les regards :

Un regard est un ouvrage maçonné rond ou rectangulaire posé au-dessus d'une canalisation et son but est d'assurer le suivi et l'entretien des conduites souterraines, il assure également

l'aération du réseau. Plus le regard est profond, plus le taux de gaz mortel H₂S sera important [22], on peut citer :

c.1 Regards de visite : qui facilitent la visite de canalisation, l'aération de réseau et le curage de canalisation.

c.2 Regards de chute : Utilisés dans les terrains d'une agglomération trop accidenté pour créer une rétrogradation dans le profil en long du collecteur de tronçon et pour éviter les grandes excavations et les grandes profondeurs d'ouvrage.

c.3 Regards de jonction : leurs rôles sont de diminuer les pertes de charge, d'éviter le raccordement à angle droit d'une canalisation latérale et de raccorder des conduites de même ou de différents diamètres.

La distance entre deux regards est variable :

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

Sur les canalisations les regards doivent être installés :

- A chaque changement de direction.
- A chaque jonction de canalisation.
- Aux points de chute. [23].



Figure 1.16 : Un regard.

d. Les déversoirs d'orages :

Sont destinés à évacuer des eaux pluviales car ils dérivent une partie des effluents lorsque le débit à l'amont dépasse une certaine valeur que l'on appelle « débit de référence ». [24].

➤ Type des déversoirs d'orage :

On distingue différents types des déversoirs d'orage selon la pente, l'écoulement, la position de la STEP (station d'épuration) (figure 1.17).

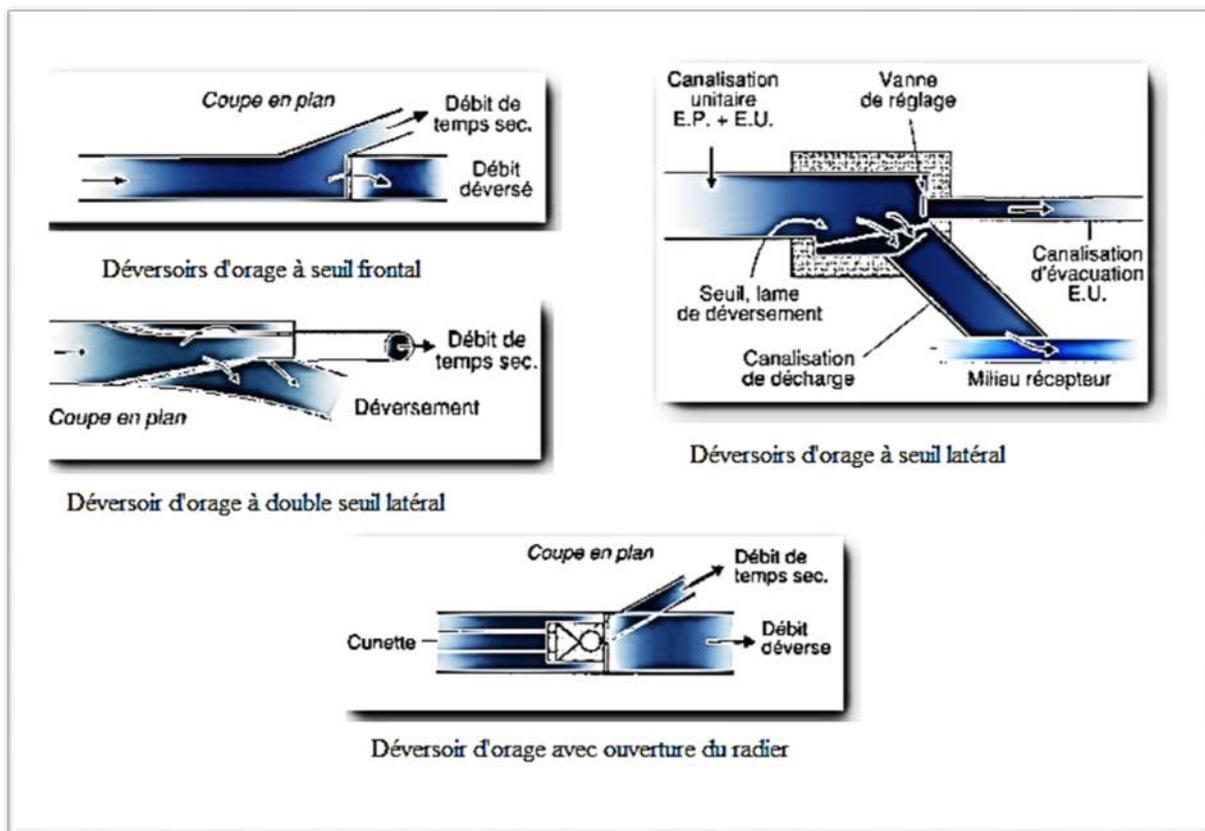


Figure 1.17 : Différents types des déversoirs d'orage. [25].

e. Les avaloirs :

Les avaloirs évacuent les eaux pluviales des chaussées vers les égouts, bassins d'orage ou tout autre système d'infiltration. [26].



Figure 1.18 : Un avaloir.

f. Les fossés :

Ils recueillent les eaux provenant des chaussées en milieu rural. Ils nécessitent un entretien périodique. [23].

i. Boîtes de branchements :

Sont des éléments indispensables et contribuent à la gestion, l'étanchéité et la performance des réseaux d'eaux usées et pluviales. Elles facilitent tous les connexions, la ventilation, et les décantations nécessaires à l'inspection. Les boîtes de branchement d'assainissement sont particulièrement utiles lorsqu'il est nécessaire d'effectuer des opérations de curage dans les tuyaux. Afin de s'adapter à tous les besoins des projets de réseaux d'assainissement. Il existe différentes tailles et accessoires liés aux boîtes de branchement. [27].



Figure 1.19 : Une boîte de branchement. [28].

j. Station de relevage :

Ce sont des systèmes de pompage qui fonctionnent automatiquement pour relever le niveau des eaux qui s'accumulent sous le niveau dit de reflux et qui ne peuvent pas s'écouler gravitairement vers l'exutoire.

Elles peuvent être des installations privées, de taille modeste, constituées généralement d'une ou plusieurs pompes, d'un bassin de collecte des eaux ou puisard et un dispositif de mesure du niveau d'eau. Cette mesure peut être de type TOR ou analogique. [29].

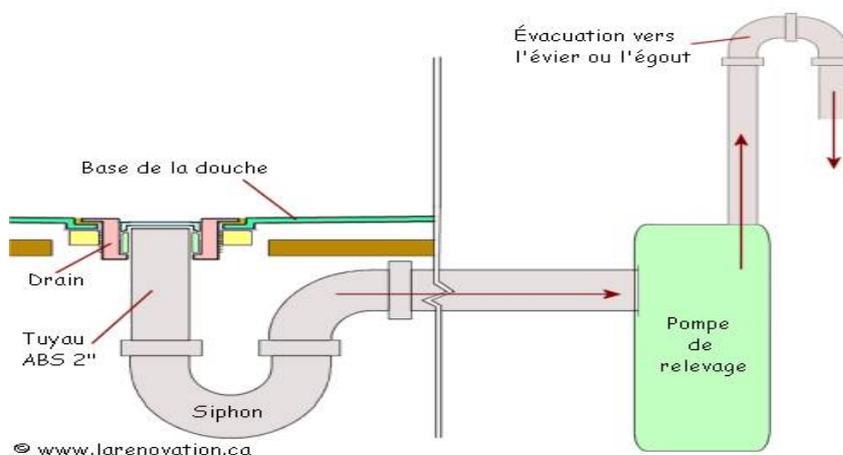


Figure 1.20 : Une Station de relevage. [30].

k. Passage en siphon :

Un siphon vrai associe deux ouvrages, éventuellement situés à des niveaux différents, fonctionnant à surface libre, par une partie intermédiaire située à un niveau supérieur à celui de l'ouvrage le plus élevé ; un siphon inversé les réunit par une partie intermédiaire située à un niveau inférieur à celui de l'ouvrage le plus bas (Figure 1.21).

Ils sont principalement utilisés en assainissement pour franchir des obstacles (rivière, voie ferrée, etc.). Le principe de fonctionnement d'un siphon consiste à créer une dépression dans la partie haute (détente). La lame déversant dans la partie aval du siphon entraîne rapidement l'air emprisonné entre les deux plans d'eau, puis l'eau s'écoule en charge. L'énergie de pression atmosphérique se convertit alors en énergie potentielle (et cinétique), ce qui permet au réservoir du haut de se vider dans celui du bas.

Les siphons inversés ne posent pas de problème d'amorçage, l'écoulement dans l'ouvrage s'effectuant toujours sous pression. C'est pour cette raison qu'ils sont parfois appelés siphons auto-amorçants. [31].

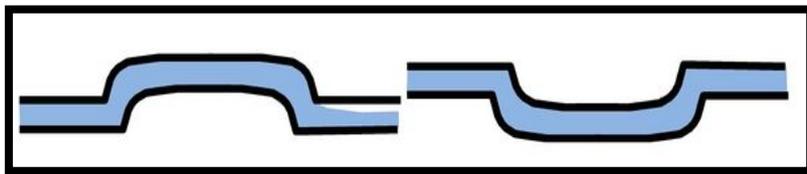


Figure 1.21 : Principes de fonctionnement des siphons vrais (à gauche) et inversés (à droite). [31].

1.3.8 Les Ouvrages de stockage :

A. Bassin d'orage ou bassin de pollution :

Ouvrage intercalé sur le réseau ayant pour objectif de limiter les rejets en polluants dans le milieu récepteur. Il répond à un objectif de qualité du milieu récepteur. [10]

B. Bassin de retenue :

Ouvrage intercalé sur le réseau ayant pour objectif d'empêcher en cas de forte pluie le débordement du réseau et les inondations des propriétés riveraines. Il répond à un objectif purement hydraulique. [10]

1.2.9 Les Canalisations :

Une canalisation est une conduite destinée à l'acheminement de matières de nature diverse d'un endroit à un autre. [32]

Chaque type d'eau est acheminé jusqu'aux collecteurs externes (égouts) par des canalisations, dimensionnées en fonction de la charge d'évacuation qui leur sera envoyée. Cette charge est calculée, soit à partir d'un débit de pointe (une formule qui fait intervenir les rejets d'eau, par habitant et par jour, correspondant aux plus fortes consommations de l'année), soit directement à partir des données des installations dans le bâtiment.

On trouve plusieurs types de canalisation :

A. Tuyaux à section circulaire :

En béton non armé : (Figure 1.22.)

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. (Mâle et femelle)

En béton armé : (Figure 1.22.)

Les tuyaux en béton armé doivent comporter deux séries d'armatures : des barres droites appelées « génératrices » et des spires en hélice continues, d'un pas régulier maximal de 15 cm. 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. 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. L'essai d'étanchéité est effectué sous une pression de 0,5 bar maintenue pendant 1 heure, sur deux ovoïdes assemblés. (Figure.1.22.)



Figure 1.22 : Tuyaux à section circulaire et ovoïdes préfabriqués.

C. Tuyaux en fibres ciment sans pression :

Les fibres que l'on mélange au ciment permettent d'obtenir 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 avantages offerts par les produits en fibres-ciment sont des dispositions constructives homogènes, constituées de pièces appelées « manchons » ou « manchettes », ou encore « bielles » (canalisations courtes avec un système de joints souples). Le manchon est scellé dans le regard de visite, et la bielle assure la liaison souple avec le tuyau.

D. 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. Le matériau obtenu est très imperméable : il est inattaquable par les agents chimiques, à l'exception de l'acide fluorhydrique. 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. (Figure 1.23)

E. 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. (Figure 1.23)

F. Tuyaux 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. (Figure 1.23). [33].



Figure 1.23 : Tuyaux en Font, Grés et PVC.

1.2.8 Joints :

Le choix judicieux des assemblages est lié à la qualité du joint. Ce dernier est en fonction de la nature des eaux et leur adaptation vis à vis de la stabilité du sol et en fonction de la nature des tuyaux et de leurs caractéristiques (diamètre, épaisseur). [3].

A. Les joints des conduites en béton armé :

Pour les tuyaux en béton armé on a différents types des joints à utiliser :

- a. Joint de type ROCLA : Ce type de joint assure une très bonne étanchéité pour les eaux transitées et les eaux extérieures, Ce joint est valable pour tous les diamètres. [3].



Figure 1.24 : Joint type ROCLA [34].

Joint à demi-emboîtement avec cordon de bourrage en mortier de ciment, ce joint est utilisé dans les terrains stables. Il y a risque de suintement si la pression est trop élevée, Il est à éviter pour les terrains à forte pente.

Joint à collet : Le bourrage se fait au mortier de ciment, il n'est utilisé que dans les bons sols à pente faible. [3].

1.3 Conception des réseaux :

1.3.1 Choix du système d'assainissement :

Il existe des critères technico-économiques qu'on doit assurer pour choisir le type d'assainissement à appliquer à chaque zone, Ces critères sont principalement comme suit :

- L'aptitude du sol à l'assainissement autonome qui découle des capacités épuratoires des sols dont la plus importante est sa capacité d'infiltration.
- La densité et les consommations des populations afin de garantir une auto curage correct des canalisations.
- La capacité et la volonté des futures bénéficiaires à supporter les coûts débranchements ainsi que les redevances et taxes d'assainissement collectif. (En Algérie il Ya des prix symboliques). [35].

1.3.2 L'analyse préliminaire des risques (APR) :

C'est la méthode d'identification et d'évaluation des risques au stade initial de la conception d'un système. À partir de l'ensemble des dangers auxquels le système est susceptible d'être exposé tout au long de son fonctionnement, l'APR a pour objectif : l'identification, l'évaluation, la hiérarchisation et la maîtrise des risques qui en résultent. [36]

1.3.3 Identifier les points critiques :

Les risques sont changeants. La probabilité et la criticité évoluent au fur et à mesure de l'avancement et la vie du réseau. Certaines phases de la canalisation sont plus exposées aux risques que d'autres. Il faut les identifier.

Il y a deux facteurs importants dans l'identification des risques : la probabilité et la gravité, donc il faut être toujours vigilant [35].

1.3.4 Enquêtes Préalables :

L'enquête préalable a pour objet de fournir les informations suivantes :

A. Informations relatives à l'urbanisation :

- Prévision de l'évolution de l'urbanisation.
- Existence des projets d'urbanisation future devant transiter à travers la zone étudiée.
- Répartition des zones en fonctions des exutoires et de leur capacité d'évacuation.
- Aménagements particuliers à la charge des propriétaires pour leur raccordement.
- Informations sur les équipements existants

B. Les caractéristiques du réseau existant :

- Sa nature (unitaire ou séparatif),
- Les conditions de rejets dans ce réseau (faisant l'objet d'une autorisation).
- Les débits admissibles au droit du rejet de l'opération.

- La cote de mise en charge du réseau pour connaître les répercussions éventuelles.
- La profondeur du collecteur.
- Les raccordements futurs provenant d'autres opérations.

C. L'information sur le milieu naturel :

La création d'un réseau collectif nous oblige à rechercher l'existence d'exutoires naturels ainsi que la charge de pollution qu'ils peuvent admettre. Pour cela, il convient de contacter les services chargés de la police des eaux de l'agence de bassin afin de connaître les caractéristiques du réseau hydrographique, les activités qui sont attachées ainsi que les objectifs de qualité fixés. Il importera également de connaître la vulnérabilité des nappes souterraines.

1.3.5 Etudes préalables :

- Une étude préalable s'avère nécessaire pour répondre aux questions suivantes :
 - Quel est le devenir des eaux de ruissellement pluviales recueillies ?
 - Comment limiter tout risque de dommage par inondations ?
 - Est-il possible de choisir une solution alternative mieux adaptée, plus économique que la mise en place de canalisations.
- L'étude porte sur :
 - La connaissance du terrain et des pratiques du voisinage,
 - La connaissance du fonctionnement hydrologique du bassin (pluviométrie, localisation des écoulements des débits attendus, topographie, taux d'imperméabilisation),
 - L'existence et la capacité de l'exutoire (débit maximum de rejet),
 - La recherche des zones où il est possible d'infiltrer ou de prévoir des équipements de rétention (perméabilité des sols et sous-sols, propriétés mécaniques du sol sous l'influence de l'eau, fluctuation de la nappe, risque de pollution de la nappe),
 - La qualité des eaux de ruissellement (si rejet dans un milieu naturel de bonne qualité).
- Afin de réaliser le projet d'assainissement d'une opération, le maître d'œuvre doit nécessairement connaître
 - Les dispositions relatives à la préservation de la santé, de la sécurité des habitants et de la qualité de l'environnement édictées par la MISE (Mission Inter Services de l'Eau composée essentiellement de représentants de la DDASS, de la DDE, de la DAAF et des services navigation et maritimes),
 - Les dispositions particulières relatives à l'assainissement adoptées par la collectivité locale (Mairie et ses services techniques). [35]

1.3.6 Le tracé des réseaux d'assainissement :

Le tracé des réseaux d'assainissement doit être cohérent au plan de masse pour que le plus grand nombre possible de logements soit raccordé au même collecteur. (Comme les projets routiers). Les tracés rectilignes sont recommandés, Chaque changement de direction nécessite la construction d'un regard de visite. Des courbes faiblement prononcées peuvent être envisagées à condition que des entretiens réguliers soient assurés. La pente doit être respectée.

Une pente est toujours constante entre deux regards. Les fosses septiques sont des systèmes utilisés pour évacuer les eaux usées quand il n'y a pas de raccordement à un réseau public. Ce sont des réservoirs enterrés qui reçoivent les eaux usées domestiques. Ces fosses sont pourvues de trappes à la surface pour permettre leurs vidanges. A conditions que ces fosses s'éloignent d'une distance déterminer des puits. [3]

1.3.7 Choix du type de canalisation :

Pour faire le choix des différents types de conduite on doit tenir compte :

- Des pentes du terrain.
- Des diamètres utilisés.
- De la nature du sol traversé.
- De la nature chimique des eaux usées.
- Des efforts extérieurs dus aux remblais. [3]

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons essayé de présenter de façon assez exhaustive les notions relatives à l'assainissement en donnant quelques définitions des éléments du réseau, les différents systèmes d'évacuation et le cadre de leurs utilisations, les éléments constitutifs du réseau, les ouvrages principaux et les ouvrages annexes. Ensuite nous avons exposé les règles de conception des réseaux et comment choisir le système d'évacuation, le type, les éléments constituants etc.

Ces notions introduisent à notre travail principal ayant pour objectif d'étudier et des dysfonctionnements du réseau d'assainissement de la ville de Tlemcen et de détecter ses points noirs. Ceci fera l'objet de la suite de notre mémoire.

The page features decorative elements consisting of several overlapping blue circles of varying shades (light blue, medium blue, and dark blue) and thin blue lines extending from the top-left and bottom-right corners towards the center. A dashed blue line forms a rounded rectangular border around the text.

***CHAPITRE II :
DEGRADATION
DES RESEAUX
D'ASSAINISSEMENT***

CHAPITRE II : DEGRADATION DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT ET METHODOLOGIE D'INTERVENTION

PARTIE 1 : DEGRADATION DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT

Introduction :

Avoir un service public performant, n'est-ce pas l'exigence de base de tout citoyen ? Mais rien n'est toujours parfait, il existe parfois des défaillances, des anomalies ou des problèmes imprévus.

Dans le fonctionnement d'un réseau d'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. [37]

2.1.1 Définition de la dégradation :

La dégradation d'un ouvrage d'assainissement résulte de l'accumulation d'un certain nombre d'anomalies reflétant l'écart existant entre le rôle associé au réseau et sa performance réelle. Pour préserver le bon fonctionnement au cours du temps, un réseau doit être géré de manière efficace. Traditionnellement, les collectivités ont abordé la conception, la construction, l'entretien et l'exploitation de ces infrastructures selon une approche réactive, basée sur les éventuels problèmes constatés. [37]



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

2.1.2 Etats de la dégradation :

Le déclenchement d'un état de dégradation signifie que la performance diminue et que l'ouvrage concerné devient incompatible avec le rôle du système d'assainissement. 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 le rôle qu'il doit assurer reste réduit. [37]

2.1.3 Diagnostic du réseau d'assainissement :

Les diagnostics d'assainissement sont des études préalables ou complémentaires d'aide à la décision qui ont pour but de dresser un bilan actuel de fonctionnement des systèmes d'assainissement collectif, d'éliminer le maximum d'eaux parasites, de mettre en place les améliorations nécessaires au bon fonctionnement des systèmes d'assainissement et d'établir un programme des travaux à mettre en place. [38]

2.1.4 Objectif du diagnostic du réseau d'assainissement :

Les études diagnostiques ont pour objectif de proposer au Maître d'Ouvrage les solutions techniques les mieux adaptées à la collecte, au traitement et aux rejets dans le milieu naturel des eaux usées d'origine domestique et/ou industrielle en intégrant les aspects économiques et environnementaux.

Ces études permettent de garantir à la population présente et future des solutions durables pour l'évacuation et le traitement des eaux usées, en tenant compte des objectifs de développement de l'urbanisme et des contraintes du site. [38]

2.1.5 Etapes de diagnostic du réseau d'assainissement :

2.1.5.1 Etudes préliminaires :

Cette étape consiste au recueil des données et analyse de l'existant (milieu naturel, population et habitat, données climatiques, consommation eau potable, taux de raccordement théorique...) et à la reconnaissance des réseaux (mise à jour des plans, visite des ouvrages, visite des regards...)

2.1.5.2 Mesures et investigations :

- Campagne de débit en temps sec
- Campagne de débit en temps de pluie
- Etalonnage des groupes de relèvement et de refoulement
- Quantification de la pollution
- Diagnostic des systèmes de traitement

2.1.5.3 Investigations complémentaires :

- Investigations nocturnes
- Investigation caméra
- Contrôle de branchements par fumigation

2.1.5.4 Synthèse et programme de travaux :

- Propositions d'améliorations
- Solutions de réhabilitation chiffrées et hiérarchisées dans le temps. [38]

2.1.6 Problématique générale des réseaux d'assainissement :

L'exploitation d'un réseau d'assainissement est avant tout un service fourni aux citoyens pour assurer leur santé, leur sécurité et un milieu de vie de qualité. Son but premier consiste

grosso modo à collecter et à évacuer les eaux usées. De nos jours les eaux pluviales sont évacuées directement dans les cours d'eau et les eaux sanitaires sont envoyées vers une usine d'épuration. Ce sont ces éléments qui caractérisent ou définissent l'intégrité du fonctionnement d'un réseau d'assainissement à toutes les étapes de sa vie utile.

Les défaillances hydrauliques et environnementales des réseaux d'assainissement se manifestent lorsque d'un point de vue fonctionnel ceux-ci ne sont plus en mesure d'évacuer d'une façon adéquate ces eaux usées générées par l'urbanisation sur un bassin versant tout en respectant les objectifs précités. Les répercussions générales de l'urbanisation sur un bassin versant se manifestent principalement par une série de modifications aux conditions hydrologiques qui apparaissent progressivement à chaque étape de l'intensification du développement urbain qui apportent continuellement des nouvelles surfaces imperméables au détriment des surfaces autrefois perméables. L'imperméabilisation des surfaces a de nombreux impacts. Parmi les conséquences liées à ce phénomène on retrouve typiquement

- Un débit de pointe deux à cinq fois supérieur à celui antérieur à l'urbanisation.
- L'augmentation du volume d'eau de ruissellement à chaque orage.
- La diminution du temps de concentration.
- Des inondations plus fréquentes et plus graves.
- L'augmentation de la vitesse de l'écoulement durant les orages.

De plus, avec le temps un réseau devient plus rugueux et perd progressivement ses propriétés physiques. Les principales dysfonctions sont donc celles causées d'une part par le vieillissement et d'autre part par l'augmentation des débits résultant de l'expansion de l'urbanisation. Ces mêmes dysfonctions peuvent également être causées par des défauts de conception ou de construction. [39]

2.1.7 Conditions qui déterminent le comportement des équipements

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

2.1.7.1 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.

2.1.7.2 L'âge de conduite :

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.

2.1.7.3 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 aussi des habitudes des habitants ou usagers.

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...).

2.1.7.4 L'entretien :

L'entretien du réseau représente le souci du service d'assainissement pour conserver les équipements en bon état. Un niveau satisfaisant d'entretien peut en effet prévenir ou retarder le mécanisme de la détérioration d'un réseau. [37]

2.1.8 Types de la dégradation des réseaux d'assainissement :

Nous avons trois types de la dégradation de réseau d'assainissement : [40]

2.1.8.1 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 même 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 ou/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.

2.1.8.2 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 et la qualité de maintenance représentent les causes de la dégradation structurale. Cette dernière, peut aussi influencer la stabilité du réseau et son fonctionnement ainsi qu'occasionner des problèmes d'infiltration et d'exfiltration.

2.1.8.3 Dégradation environnementale :

La dégradation environnementale la plus fréquente 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. [40]

2.1.9 Facteurs influençant le taux de dégradation de l'état des conduites :

2.1.9.1 Activités humaines en surface ou sur des infrastructures à proximité :

Lors de la reconstruction d'une chaussée, les vibrations attribuables à la circulation de la machinerie et aux activités de compactage peuvent augmenter les charges vives sur les conduites.

D'autre part, lors des interventions en tranchée sur la conduite ou à proximité de celle-ci, il y a perturbation du sol et risque subséquent de tassement différentiel. [41].

2.1.9.2 Changement d'affectation du sol :

Lorsqu'un changement d'affectation du sol est planifié, une étude d'impact doit être envisagée afin d'en valider les incidences sur la pérennité de l'égout. Lors d'un élargissement de la chaussée, il pourra y avoir augmentation des charges verticales au-dessus de la conduite, dans le cas où cette dernière ne se trouvait pas sous la chaussée à l'origine. [41].

2.1.9.3 Nature des effluents :

Les égouts domestiques contiennent des composants qui peuvent attaquer chimiquement les conduites (H_2S , H_2SO_4 , ions chlorure et sulfates). Les attaques « internes » de la paroi par les acides peuvent être causées par la présence de sulfure d'hydrogène (H_2S) dans les égouts qui, une fois sous forme gazeuse, peut être transformé en acide sulfurique (H_2SO_4) en se déposant sur la paroi de la conduite qui n'est pas submergée. Ces attaques chimiques peuvent aussi être causées par la présence d'acides dans l'effluent lui-même, bien que la réglementation prohibe ce type de produits dans les égouts. Dans le cas d'un déversement d'acide à l'égout, c'est le radier qui en serait affecté (la partie de la conduite en contact direct avec l'effluent). Les égouts unitaires transportent, en plus de la matière organique, des particules grossières comme les sables fins à grossiers et de petites pierres qui peuvent causer de l'abrasion. Les conduites de PVC et de grès présentent une bonne résistance aux agents chimiques et résistent mieux à l'abrasion que celles en béton. [41]

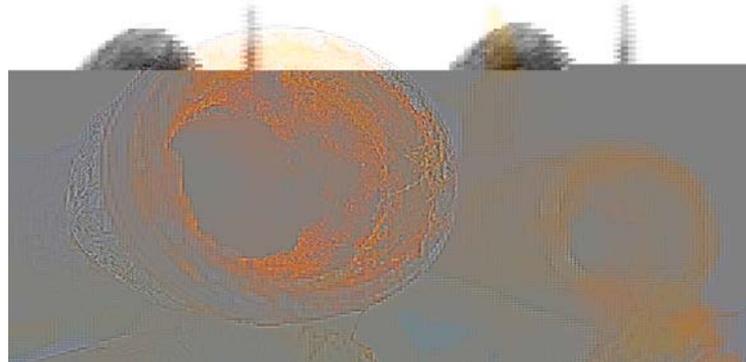


Figure 2.2 : Tuyau d'égout corrodé. [42]

2.1.9.4 Types de sol :

La composition du sol peut avoir une influence sur l'état de la surface extérieure de la conduite. Par exemple, dans le cas des conduites de béton, lorsque la nappe phréatique se situe au-dessus du radier de la conduite, les sulfates contenus dans certains types de sol peuvent attaquer le béton jusqu'à le réduire à un état friable et mou. La nature du sol est un élément très important pour comprendre et évaluer la gravité de l'état structural d'une conduite, car la « stabilité » d'une conduite détériorée ou fissurée dépend du support fourni par le sol environnant. [41].

2.1.9.5 Importance du défaut :

A. Défauts sévères :

Des défauts sévères tels que des trous, des briques manquantes ou des branchements défectueux constituent un risque maximum de migration des particules de sol à l'intérieur de la conduite, peu importe la nature du sol. Dans le cas des argiles de faible plasticité, la migration des particules peut être notable. [41]

B. Défauts mineurs :

Cependant, le régime hydraulique extérieur et/ou intérieur peut être un facteur aggravant. Le tableau 2 illustre l'effet de l'importance des défauts sur le lessivage des particules. [41].

Tableau 2.1 : Risque de migration de particules de sol vs l'importance du défaut. [41].

Importance du défaut	Niveau de risque
Sévère > 10 mm	Élevé ↓ Faible
Important = 5 – 10 mm	
Moyen = 2 – 5 mm	
Mineur = 0 – 2 mm	

2.1.9.6 Surcharge hydraulique :

Le tableau 2.3 présente les niveaux de risque de lessivage du sol, associés aux conditions hydrauliques. On peut noter que la fréquence des surcharges a plus de conséquences néfastes que l'amplitude de ces surcharges. [41].

Tableau 2.2 : Risque de lessivage vs les conditions hydrauliques. [41].

Conditions hydrauliques	Risque de lessivage du sol enrobant
Nappe phréatique <ul style="list-style-type: none"> ○ Au-dessus de la conduite ○ Près de la conduite ○ Sous le radier de la conduite 	Élevé ↓ Faible
Surcharges hydrauliques <ul style="list-style-type: none"> ○ Fréquentes – haute amplitude ○ Fréquentes – faible amplitude ○ Occasionnelles – haute amplitude ○ Occasionnelles – faible amplitude ○ Inexistante 	
	Élevé ↓ Faible

2.1.9.7 Formation des vides :

Lorsqu'il y a un trou dans une conduite, que ce soit des sections de briques manquantes ou un morceau de tuyau préfabriqué qui est disparu, il n'y a plus de « retenue » ou de support pour le sol encaissant. Il y a création d'un vide autour de la conduite. Dans le cas des égouts situés à proximité des conduites d'eau potable, les fuites d'eau potable peuvent être la source de la création de vides importants. Les vides peuvent demeurer stables dans certaines conditions. Mais lorsqu'un vide est situé dans un sol cohésif et au-dessus du niveau de la nappe phréatique, une surcharge hydraulique peut causer un relâchement progressif du sol, entraînant une perte de sol qui, à son tour, augmentera le volume du vide. [41]



Figure 2.3 : Illustration d'un vide important dans le cas d'une conduite en brique. [41].

2.1.10 Causes de dégradation des ouvrages :

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

- Aux terrains (risques géotechniques et hydrogéologiques).
- A l'effluent transporter (risques hydrauliques).
- A l'ouvrage lui-même (risques structurels).
- Au milieu environnant (risques d'impacts). [42].

2.1.10.1 Risques géotechniques et hydrogéologiques :

A. 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.

C'est le cas lorsque l'environnement perméable immédiat de la 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.
- Remontée importante de nappe dans la partie amont de l'ouvrage ou au contraire baisse importante dans la partie aval.

B. Tassement

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

C. 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.

Ou bien que cette nappe soit en mouvement sous l'effet d'un pompage dont la zone d'influence intéresse la canalisation.

D. Effondrement dû aux vides

L'existence d'un vide naturel ou artificiel souterrain peut entraîner des mouvements dans le sol sous-jacent et des efforts (cisaillement, flexion) sur la conduite qu'il renferme. Ces efforts risquent engendrer des désordres pouvant aller jusqu'à la ruine, si l'ouvrage n'a pas été conçu pour résister à l'effondrement du toit de la cavité.

E. 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.

F. Glissement 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.

G. 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.

H. Mouvements tectoniques

Dans le cas d'une faille, il peut s'agir d'une évolution brutale proche de celle d'un séisme, alors que dans le cas de fosse de subsidence, il s'agit de mouvements assimilables aux tassements.

I. Eboulement rocheux

Le risque d'éboulement rocheux se présente :

- Pour un ouvrage situé en crête de falaise, risquant d'être entraîné par la rupture de celle-ci.
- Pour un ouvrage peu profond situé au pied d'une falaise.

Les facteurs intervenant sont liés :

- À la proximité de l'ouvrage par rapport à la crête de falaise et à la hauteur de celle-ci.
- 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.

J. Marnage

Les facteurs intervenant sont :

La rapidité, la fréquence et l'importance des variations de niveau d'eau. [43]

2.1.10.2 Risques hydrauliques :

A. 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.

Ces phénomènes peuvent conduire à une usure locale de l'ouvrage avec plusieurs conséquences : Perte d'étanchéité, permettant des échanges entre canalisation et terrain encaissant.

B. Action hydraulique

L'effluent exerce une charge hydraulique dynamique ou statique sur l'ouvrage. Lors de crue sou 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.

2.1.10.3 Risques structurels :

A. 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.

La charge dynamique englobe tous les objets en mouvements (charge trafic ...) et la charge statique tous les objets immobiles (les bâtiments...).

B. 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.

C. Construction

La vulnérabilité des conduites dépend aussi de la résistance des matériaux constitutifs de la structure, du dimensionnement de celle-ci, mais également de l'altérité des matériaux qui la constituent. Il convient de souligner ici que l'ancienneté des ouvrages ne constitue pas un risque obligatoire d'accroissement de la vulnérabilité.

2.1.10.4 Risques d'impact du milieu :

A. Interaction avec les usages de surfaces

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 de sous-sol à agrégats dissociés.

C'est le cas, par exemple, des peupliers et des saules qui présentent un système racinaire très développé.

Cas d'ouvrages à dimensionner pour résister à l'effondrement de vides ou vis-à-vis de tassements ponctuels ou de charges particulières.

B. Influence de vibrations et charges roulantes importantes

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

C. 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.

D. 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. [42]

2.1.11 Aspects de défaillances des réseaux d'assainissement et leurs conséquences :

Les défaillances des réseaux d'assainissement peuvent être classées en cinq familles distinctes. Nous les avons 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 des aspects suivants :

2.1.11.1 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.

2.1.11.2 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/exfiltrations. [44]

2.1.11.3 Défauts d'étanchéité :

Les défauts d'étanchéité des réseaux peuvent entraîner plusieurs conséquences graves :

- La pollution des terrains naturels par exfiltration
- La pénétration de racines
- L'affaissement du sol par lessivage de la zone d'enrobage de la canalisation conduisant à la dégradation prématurée de l'ouvrage,
- La pénétration d'eau parasite perturbant le fonctionnement du réseau et de la station d'épuration en bout de réseau. [45].

2.1.11.4 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 un réel risque pour la conduite.

3.1.11.5 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. [43].

PARTIE 2 : METHODOLOGIE D'INTERVENTION SUR LES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT

2.2.12 Méthodologie d'intervention sur les réseaux d'assainissement :

Après présentation des différents risques de dégradation des réseaux d'assainissement et des pathologies rencontrées, nous donnons dans ce qui suit un aperçu sur la méthodologie de diagnostic des réseaux ainsi que les diverses techniques d'auscultation utilisées par les personnes intervenantes sur ces réseaux. Nous aborderons les méthodes d'entretien et les techniques de réhabilitation, rénovation ou renouvellement des réseaux d'assainissement et des ouvrages annexes. [39]

2.2.12.1 Définition de la réhabilitation :

On peut définir la réhabilitation de plusieurs manières. La norme EN 752-1 (AFNOR, 1996) définit la réhabilitation comme « toute mesure entreprise pour restaurer ou améliorer les performances d'un réseau d'évacuation et d'assainissement urbain ». La réhabilitation peut être réalisée par une action ou une combinaison d'actions telles que remplacement, rénovation ou réparation de composants ou ouvrages.

Il est important d'expliquer les frontières entre les différents concepts ou actions de réhabilitation.

Ces différents concepts sont définis dans la norme EN 752-1 AFNOR (1996) :

- Remplacement : construction d'un ouvrage d'évacuation et d'assainissement neuf sur ou hors de l'emplacement d'une conduite d'évacuation et d'assainissement existante et s'y substituant.
- Rénovation : travaux incorporant tout ou une partie de l'ouvrage d'évacuation et d'assainissement existant et grâce auxquels les performances actuelles sont améliorées.
- Réparation : rectification des défauts localisés. [39].

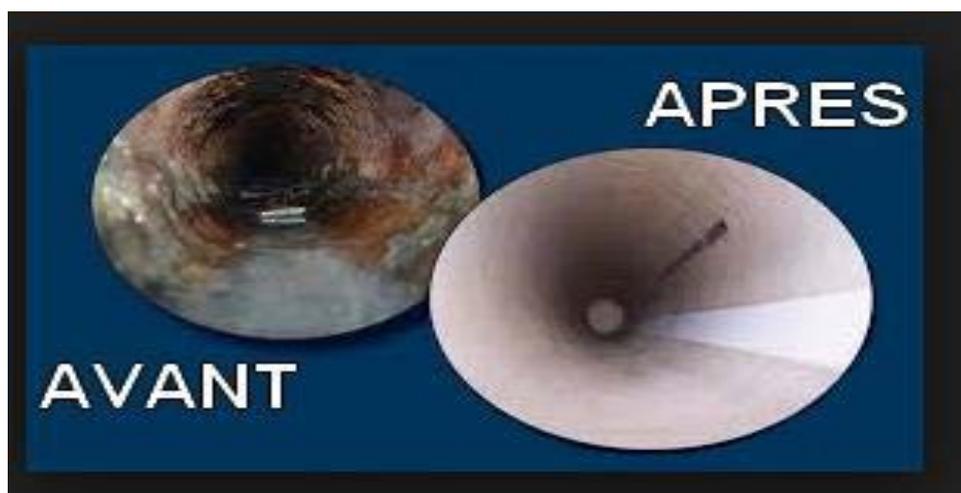


Figure 2.4 : Amélioration d'une conduite grâce à la réhabilitation.

2.2.12.2 Familles d'intervention selon le cycle de vie :

Les bonnes pratiques de gestion durable des infrastructures suggèrent que les activités d'entretien, de maintien et de réhabilitation requises à chaque période du cycle de vie de l'infrastructure sont mises en œuvre au moment opportun. Cette approche de gestion implique aussi que les interventions sont réalisées de façon proactive et préventive. La mise en place des pratiques de gestion durable permet que la durée de vie anticipée soit atteinte, voire même dépassée, en autant que les critères de conception soient toujours rencontrés.

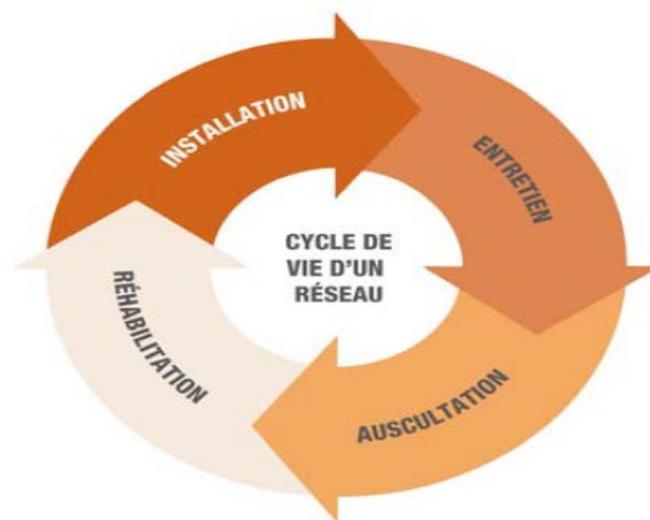


Figure 2.5 : Illustration du cycle de vie d'une infrastructure. [39].

2.2.13 Les pathologies sur les réseaux :

Les principales pathologies sur les réseaux d'assainissement sont :

- Fuites aux joints et aux assemblages : cela résulte du vieillissement des matériaux et à leur dégradation, à des dés emboîtages dus à des chocs, des descellements de support ou des mouvements du bâtiment ou des canalisations.
- Entartrage, notamment dans les parties horizontales à faible pente ou aux coudes : on y remédie en remplaçant les parties détériorées mais aussi en modifiant autant que faire se peut le tracé et la fixation des canalisations.
- Pathologie particulière des canalisations d'évacuation des eaux pluviales : les calcites créées par des eaux ayant ruisselé sur certains ciments utilisés pour la pose de carrelage (revêtements de terrasses accessibles notamment. [12]

2.2.14 Les techniques de réparation des réseaux :

2.2.14.1 Entretien mineur :

A. Nettoyage hydraulique

Interchangeables et l'outillage accessoire, ce matériel de base est monté sur un camion ou sur une remorque. Les lances doivent normalement être en mesure d'effectuer une action de récurage de 15 à 45 degrés, avec deux ou plusieurs tuyères à grande vitesse. Des pressions de 6,9 à 69 MPa (1000 à 10 000 psi) et plus peuvent être générées par ce système.

CHAPITRE II : DEGRADATION DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT ET METHODOLOGIE D'INTERVENTION

Racloirs métalliques, Ce dispositif de curage est constitué d'un châssis en acier de la forme d'un piston, autour duquel les lames en acier trempé sont disposées à différents angles. Ce dispositif est poussé en avant dans la canalisation sous l'effet de la pression d'eau à des vitesses de 0,5 à 3 m par seconde (2 à 10 pi par seconde), ce qui déclenche une action de raclage ou de brossage contre la paroi de la canalisation. Ce dispositif est généralement utilisé pour retirer des dépôts durcis. Il peut être déconseillé de les utiliser dans des conduites fragiles ou fissurées. [41].



Figure 2.6 : L'opération du curage par le camion et Racloirs métalliques.

B. Nettoyage mécanique

Le matériel de nettoyage par cannes comprend un moteur et un organe de commande, des cannes d'acier continues ou en sections, puis un ensemble d'ustensiles de nettoyage, de retenue et de guidage. Les cannes motorisées sont assez efficaces dans les canalisations allant jusqu'à 300 mm de diamètre.

Le nettoyage par raclage est semblable au nettoyage par racloirs métalliques décrit auparavant, mais cette méthode ne fait pas appel à la pression d'eau. Une série de lames et de brosses sont fixées sur le dispositif de raclage. L'appareil de nettoyage est hissé au moyen d'un treuil le long de la canalisation, dans une direction puis dans l'autre, jusqu'à ce que la paroi de la canalisation soit propre. [41].

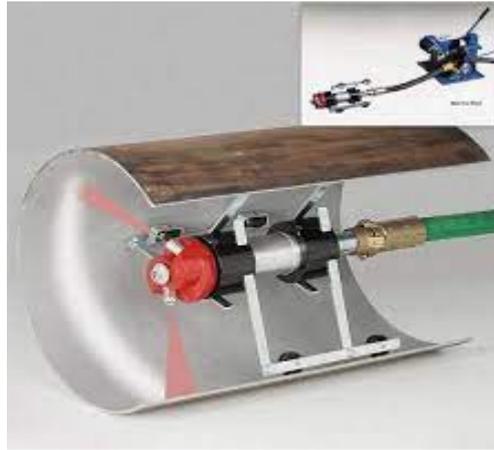


Figure 2.7 : Le nettoyage par raclage et leur équipement. [46].

C. 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. La quantification de la déformation est utile comme déclencheur d'une intervention de réhabilitation afin d'éviter de perdre cette fenêtre d'opportunité.

Rappelons qu'une déformation de 10 % constitue une limite théorique pour la réhabilitation par chemisage. [41]

D. Inspection télévisée

L'inspection télévisée est l'outil d'auscultation le plus utilisé pour améliorer la connaissance de l'état des réseaux et pour en faire le suivi.



Figure 2.8 : Photo d'une opération d'Inspection télévisée réalisé par l'ONA TLEMCEN.

2.2.14.2Entretien majeur :

A. Colmatage par injection

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. 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. [41].

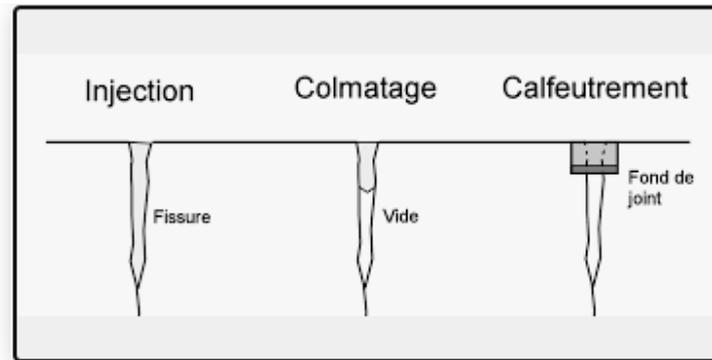


Figure 2.9 : Schéma de colmatage par injection. [47].

B. Alésage des obstructions

L'alésage est une opération visant à éliminer les obstructions dans une conduite. Ces obstructions peuvent aussi empêcher le passage de la caméra ou risquer d'endommager la gaine lors d'une réhabilitation. [42].



Figure 3.10 : Exemples d'outils pour aléser les obstructions dans une conduite.

C. 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 évacuer 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.

2.2.14.3 Réhabilitation structurale :

Ces techniques utilisent des méthodes de construction, des matériaux et de l'équipement qui sont peu encombrants afin de restreindre les impacts sociaux et environnementaux qui découlent des travaux sur les infrastructures souterraines. Les techniques de réhabilitation structurale sont celles qui permettent de réhabiliter une conduite dont la structure est défaillante. Les prochains paragraphes présentent les principales techniques utilisées au Québec.



Figure 2.11 : Travaux de réhabilitation structurale sur un tuyau. [48]

A. Chemisage

Le principe de la technique de chemisage consiste à insérer une gaine composée de fibres de verre ou de polyester non tissé et imprégnée de résine dans la conduite.

Deux méthodes sont utilisées pour insérer la gaine dans la conduite.

La première consiste à introduire la gaine par inversion, à partir d'un puits d'accès. Une extrémité de la gaine est fixée à un collet rigide qui la maintient et permet de l'inverser graduellement dans la conduite d'accueil. Après avoir été imprégnée de résine, la gaine, dont les extrémités sont scellées, est simplement tirée à l'aide d'un treuil à l'intérieur de la conduite, entre les deux puits d'accès.

Lorsque la gaine est bien positionnée, une pression est appliquée à l'intérieur de la conduite. Des robots sont utilisés pour les conduites non visitables. Gaine afin de la déployer et de la plaquer sur la surface interne de la conduite d'accueil. Une fois cette opération complétée, il est possible de débiter le mûrissement de la résine, selon le même principe que le chemisage inversé.

Le principal avantage du chemisage est sa rapidité d'installation. [41]

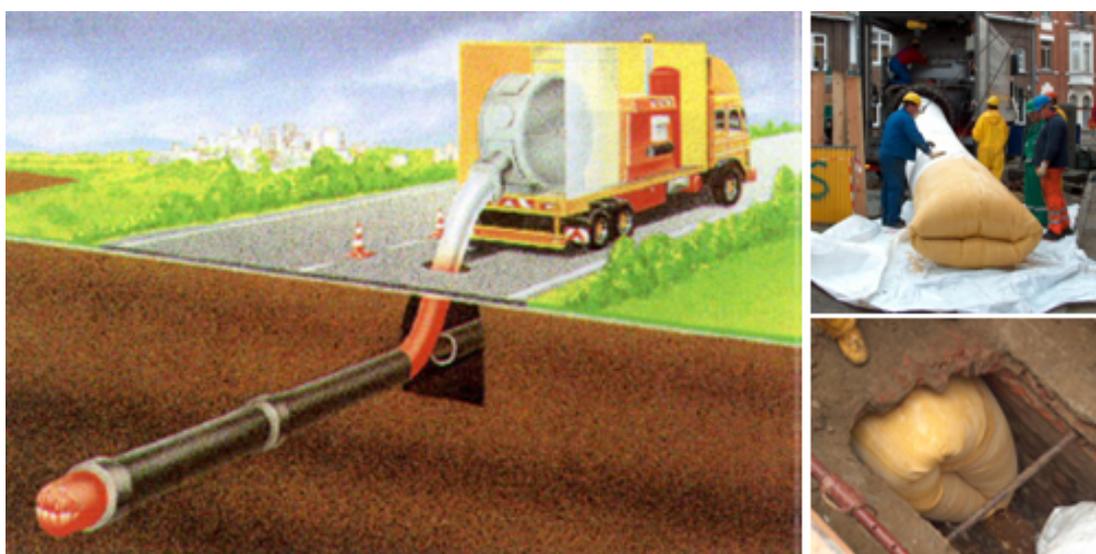


Figure 2.12 : Illustrations de la technique de chemisage. [49].

B. 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 peut être effectué selon quatre procédés :

Le tubage (insertion) segmenté permet d'insérer une nouvelle conduite en courts segments à l'intérieur de celle à réhabiliter. Des tuyaux d'un diamètre de 20 mm et plus peuvent être insérés. Il est parfois nécessaire d'injecter un coulis dans l'espace annulaire. [41]

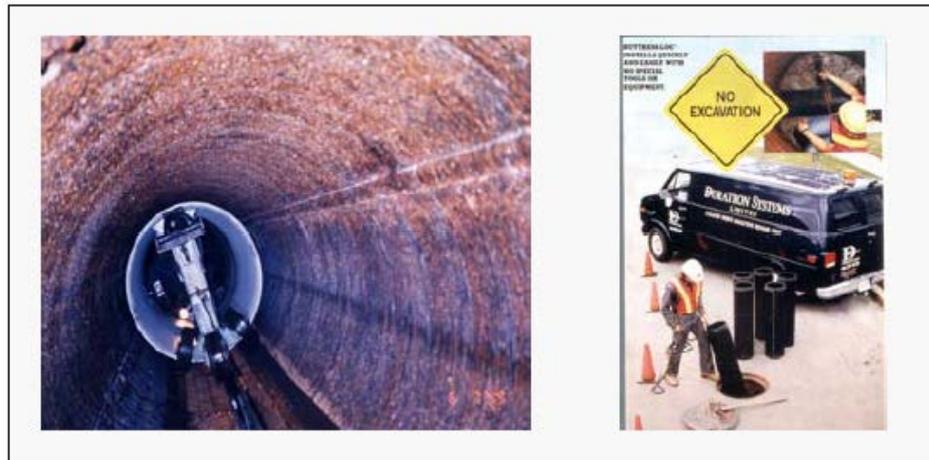


Figure 2.13 : Exemple de tubage segmenté.

Le tubage par tuyaux déformés utilise un tuyau déformé en usine, habituellement en forme de U. Au chantier, son installation consiste à attacher une extrémité du tuyau à un câble, puis à le tirer à l'aide d'un treuil dans la conduite d'accueil. Des tuyaux de 100 à 450 mm peuvent être insérés, mais il est aussi possible d'insérer des tuyaux jusqu'à 900 mm

Le tubage ajusté consiste à insérer un nouveau tuyau en polyéthylène de haute densité ou de moyenne densité, dont le diamètre extérieur est légèrement plus grand que le diamètre intérieur de la conduite d'accueil. Le tuyau est comprimé avant son insertion afin de réduire son diamètre de 7 à 11 %. Une fois l'insertion terminée, la tension dans le tuyau est relâchée afin que celui-ci retrouve son diamètre d'origine.

L'insertion conventionnelle avec espace annulaire consiste à insérer une nouvelle conduite de plus petit diamètre dans la conduite à réhabiliter. L'insertion conventionnelle nécessite généralement l'injection d'un coulis dans l'espace annulaire entre les deux conduites. La force de flottaison est présente lorsque les espaces annulaires sont assez importants et nécessitent un grand volume de produits d'injection. Cette situation peut être aggravée par le fait que plusieurs types de conduites qui sont utilisés pour l'insertion ont un poids trop léger pour contrebalancer ces forces. [42].

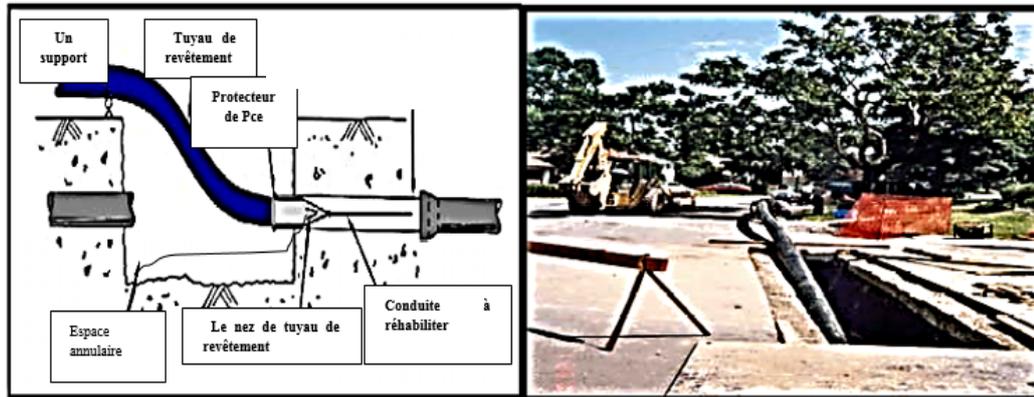


Figure 2.14 : Exemple d'insertion conventionnelle.

Il existe des méthodes pour déterminer les forces de flottaison et les contrer. Les conduites peuvent aussi être soumises à des pressions externes produites par l'injection de coulis dans l'espace annulaire. On sait que la pression qui leur est imposée durant l'injection peut être différente de celle indiquée sur les manomètres d'injection. La conduite doit donc être capable de supporter le poids du matériel d'injection qui comblera l'espace annulaire.

À court terme, la conduite doit aussi résister à la pression supplémentaire produite par la pompe lors de l'injection.

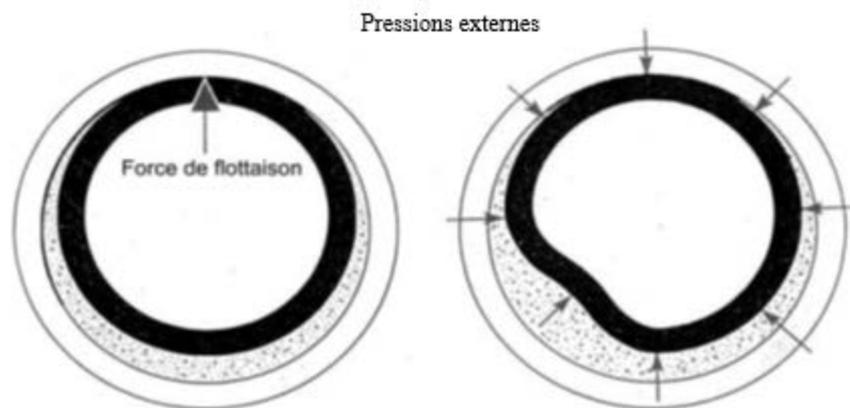


Figure 2.15 : Force de flottaison et pression externe sur la conduite insérée.

2.14.4 Reconstruction sans tranchée :

Plusieurs techniques sans tranchée existent pour faire l'installation de nouvelles conduites. Dans tous les cas, la connaissance des conditions environnantes à la conduite est essentielle pour bien choisir la technique à utiliser.

A. Éclatement de conduite

La technique d'éclatement permet le remplacement de la conduite en entier, en insérant une nouvelle conduite du même diamètre ou d'un diamètre supérieur à celui de la conduite existante. L'éclatement de l'ancienne conduite se fait en passant un outil éclateur à l'intérieur de la conduite. L'éclatement de la conduite peut affecter les infrastructures adjacentes et même provoquer le soulèvement de la surface. [42].

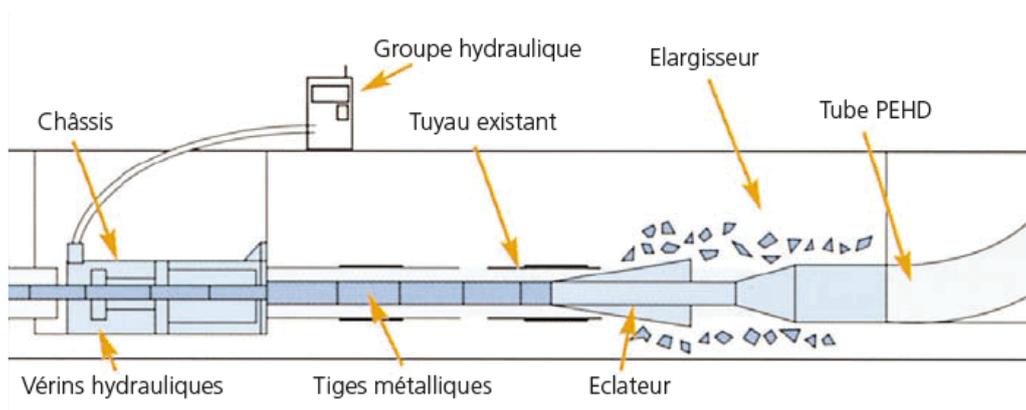


Figure 2.16 : Éclatement de conduite. [50].

B. Micro tunnelier

Le micro tunnelier est une méthode sans tranchée permettant l'installation d'une nouvelle conduite. Le micro tunnelier fore un tunnel en appliquant une pression sur le sol, tout en jumelant une rotation de la tête de coupe. Des conduites de 200 mm de diamètre et plus en acier, en béton armé ou en béton polymère peuvent être installées à l'aide d'un micro tunnelier. [41]



Figure 2.17 : Photo d'un micro tunnelier. [51].

C. Forage dirigé

Le forage dirigé permet d'installer des conduites sous un obstacle et sans tranchée. Le diamètre des conduites installées peut atteindre 1 200 mm, tandis que la distance parcourue pour un seul forage peut atteindre 1,8 kilomètre. L'installation d'une conduite par forage dirigé se fait en deux étapes. En effet, si la tête de forage croise des roches ou des blocs, ceux-ci la feront dévier et pourront créer des bas-fonds. [41].



Figure 2.18 : Procédure utilisée pour le forage dirigé. [52].

2.2.15 La bonne préparation pour l'intervention en égout : le plan de prévention :

Après inspection commune préalable du site et avant exécution des travaux, l'entreprise utilisatrice (régie communautaire ou entreprise privée) et l'entreprise intervenante (son délégataire) doivent établir un plan de prévention d'un commun accord. Il comprend l'analyse et la cartographie des risques identifiés pour chaque situation de travail, les caractéristiques techniques des ouvrages (importance du bassin versant et réseau amont, présence de sites industriels ou immobiliers, risque d'orage...), la nature des interventions et les moyens mis en œuvre (humains, matériels, équipements de sécurité), ainsi que les risques spécifiques d'interférences (circulation routière, chute ou glissade, risques électriques, bactériologiques...).

Ces éléments s'accompagnent de documents complémentaires : plan de circulation, arrêtes de voirie, organisation des secours, consignes générales d'accès, procédures internes pour les interventions en espace confiné, attestations de consignation des énergies (électrique, fluide...), date de la dernière visite ou du dernier curage et observations...

Le plan de prévention va prioriser les phases d'activités dangereuses et adapter les moyens de prévention spécifiques : mode opératoires, choix organisationnels, matériels, humains. Il prévoit aussi les modalités d'information du personnel sur les mesures de prévention et de protections appropriées, les postes de secours et les contrôles à effectuer : le contrôle de l'air et des effluents va caractériser la nature des agents pathogènes et chimiques. Le contrôle de l'atmosphère permet de mesurer le taux d'oxygène, la présence de polluants gazeux, l'explosivité (méthane, hydrogène sulfuré, monoxyde et dioxyde de carbone). [52]



Figure 2.19 : Tenue de sécurité d'égoutier.

2.2.16 Les procédés d'auscultation des réseaux :

Grâce à une vision globale de l'état de leur « patrimoine réseau d'assainissement », les collectivités peuvent être accompagnées pour hiérarchiser les défauts et planifier les travaux de réhabilitation. [12].

2.2.16.1 Inspection télévisée sur collecteur :

Le passage caméra a pour objet de déceler les défauts structurels et/ou fonctionnels. La vérification porte sur :

- Le bon état des canalisations.
- La bonne qualité des emboîtements.
- Le bon raccordement des branchements.
- L'absence de contre-pente.
- L'absence d'infiltration.

La vitesse de déplacement de la caméra devra permettre la détection de toute anomalie. Un ralentissement sera observé au niveau des joints. Les joints défectueux feront l'objet d'une inspection circulaire.

2.2.16.2 Tests d'étanchéité :

Ce contrôle permet de vérifier l'étanchéité de l'ensemble du réseau. L'objectif est de garantir le transport de la totalité des eaux usées et/ou pluviales vers leur exutoire et d'empêcher l'infiltration d'eaux parasites. Il permet de vérifier l'étanchéité :

- De chaque tronçon de canalisation.
- De chaque ouvrage d'accès ou annexes.
- Des raccordements des branchements.

2.2.16.3 Les outils d'inspection du futur :

Les outils d'inspection se perfectionnent de jour en jour. Les derniers en date sont :

- Les caméras « Fish Ey » en 3d. Elles permettent de scanner rapidement les canalisations et d'identifier, sur 360°, tous les défauts.
- Les robots multi-capteurs en développement. Différents types de capteurs, à base de micro-ondes, laser ou mesures électriques, peuvent être fixés à la caméra pour détecter les défauts au-delà de la canalisation comme la mise en évidence du terrain encaissant autour de la canalisation (vides et compression...).
- Le radar mobile. Il donne la possibilité de voir le vide ou le terrain comprimé depuis la surface du sol. [12].

Conclusion :

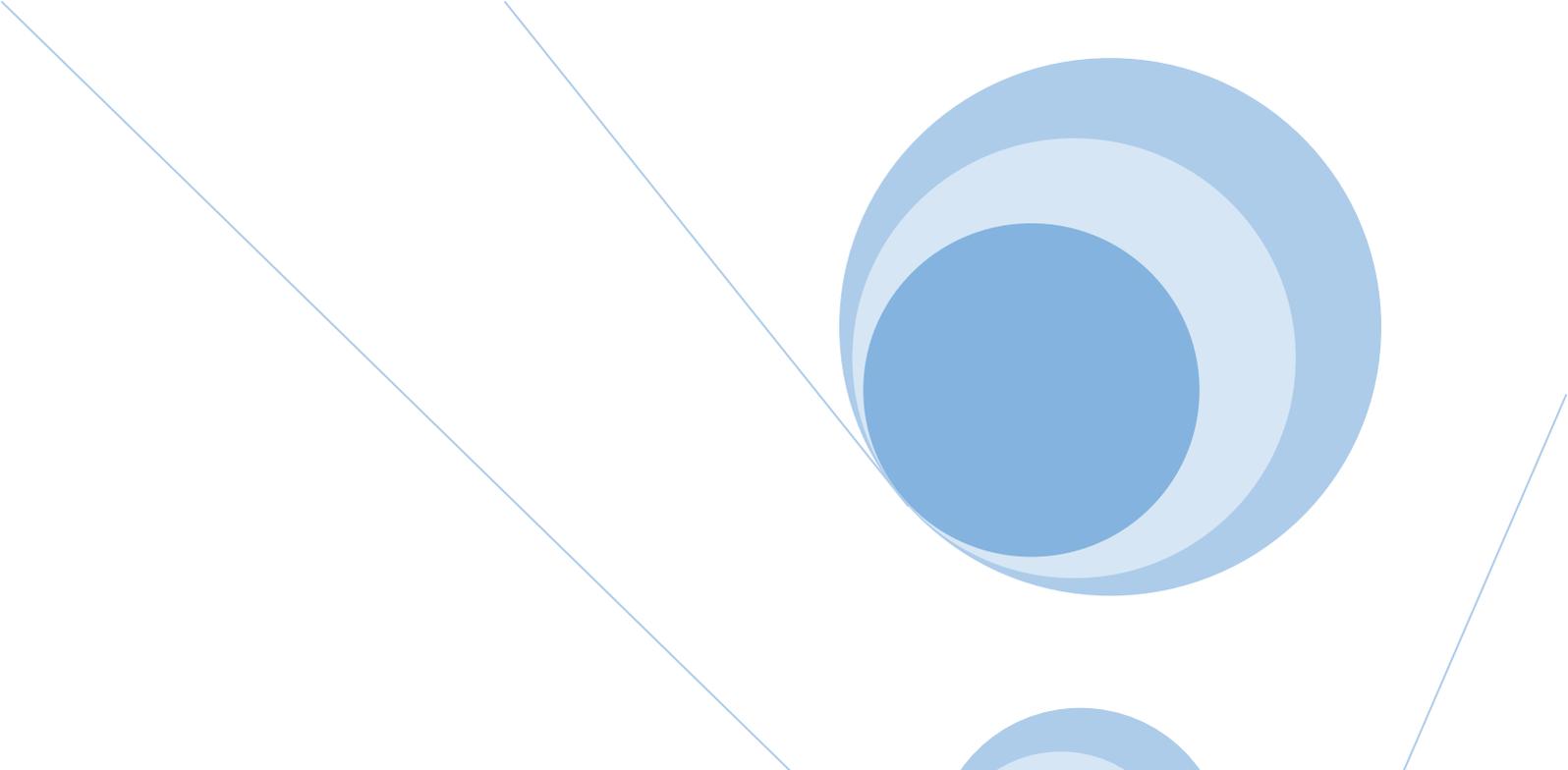
Dans ce chapitre nous avons essayé d'exposer la problématique de la dégradation des réseaux sanitaires en identifiant les différentes causes et paramètres d'influence.

Nous pouvons dire alors qu'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 et structurelles) et peuvent revêtir plusieurs formes telles que cassures, déformations, défauts d'étanchéité, anomalies ponctuelles ou dégradations des parements.

Ensuite, nous avons présenté la méthodologie suivie lors d'intervention sur ces réseaux. A ce titre, nous avons évoqué quelques techniques et appareillages utilisés pour la réparation ou l'entretien (nettoyage mécanique, hydraulique...).

Nous avons présenté également les procédés d'auscultation des réseaux et comment bien préparer une intervention en égout.



***CHAPITRE III :
MODÉLISATION DE LA
DÉGRADATION
HYDRAULIQUE ET
STRUCTURALE DES CONDUITES
DES RÉSEAUX SANITAIRES ET
PLUVIAUX***

CHAPITRE III : MODÉLISATION DE LA DÉGRADATION HYDRAULIQUE ET STRUCTURALE DES CONDUITES DES RÉSEAUX SANITAIRES ET PLUVIAUX

CHAPITRE III : MODÉLISATION DE LA DÉGRADATION HYDRAULIQUE ET STRUCTURALE DES CONDUITES DES RÉSEAUX SANITAIRES ET PLUVIAUX

Introduction :

En 2010, ILHEM ANOUARI a développé un modèle numérique qui permet d'évaluer l'état de dégradation hydraulique et structurale des conduites des réseaux sanitaire et pluvial, un ensemble de 15 facteurs d'influence spécifiques a été identifié et pris en compte dans ce modèle. Pour exprimer l'importance relative de ces facteurs sur la dégradation du réseau le processus d'analyse hiérarchique (AHP) a été utilisé.

Le modèle proposé a été testé avec succès pour évaluer l'état actuel de dégradation d'un échantillon représentatif de canalisations choisies dans le réseau d'égouts de la ville de Saint-Hyacinthe au Canada.

Dans ce chapitre, nous allons d'abord expliciter la méthode multicritère AHP, puis donner une description détaillée du modèle numérique.

3.1 La méthode multicritère « AHP » :

Le processus d'analyse hiérarchique (AHP ; Analytic Hierarchy Process) est une des méthodes d'analyses multicritères (AMD). Il a été développé par Thomas L.Saaty en 1970 à la Wharton School of Business de l'université de Pennsylvanie. C'est une méthode structurée pour organiser et analyser des décisions complexes, basée sur l'expérience et les mathématiques. [54].

Cette méthode est capable de résoudre un grand nombre de problèmes décisionnels de façon quantitative en élaborant un modèle d'aide à la décision, représenté sous la forme d'une hiérarchie et établir ensuite des poids pour chaque critère. Ces poids sont basés sur des jugements [40].

3.1.1 Les étapes d'application :

Ce principe est décomposé en trois étapes :

A. Décomposition du problème en une structure hiérarchique :

On décompose le problème complexe en une structure hiérarchique (figure 3.1). Cette structure pyramidale se compose toujours au sommet (niveau 0) du sujet de décision, puis d'un niveau de critère de décision (niveau 1), puis d'un niveau des caractéristiques de ces critères (niveau2) ... [55].

CHAPITRE III : MODÉLISATION DE LA DÉGRADATION HYDRAULIQUE ET STRUCTURALE DES CONDUITES DES RÉSEAUX SANITAIRES ET PLUVIAUX

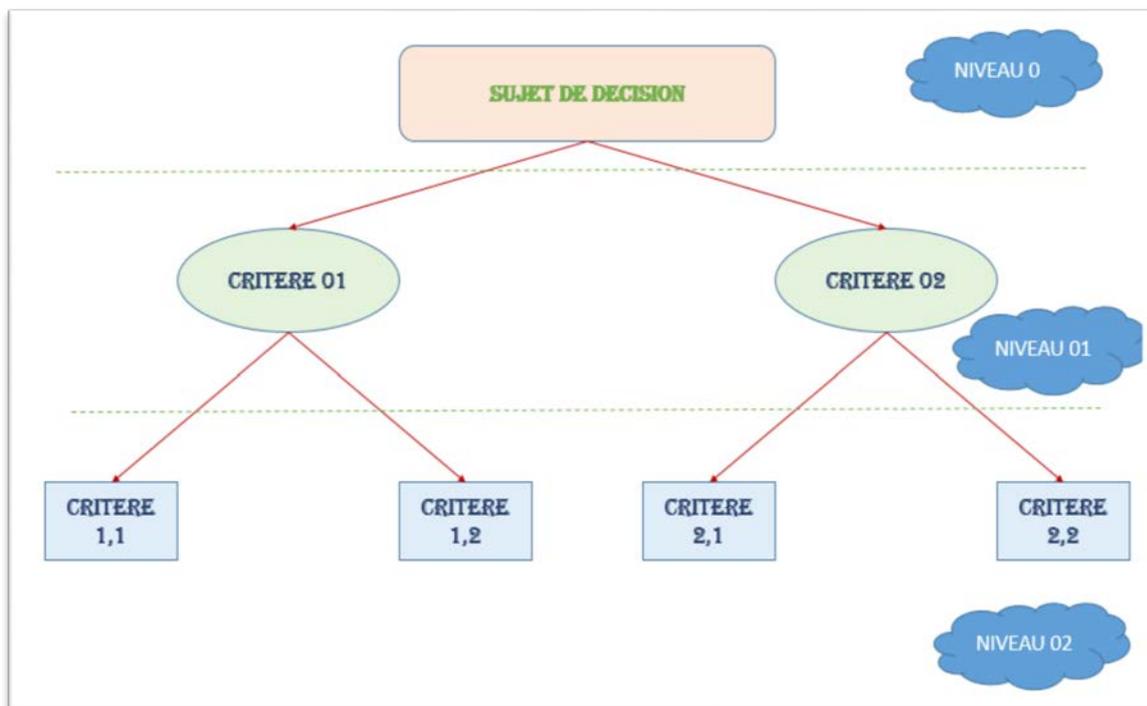


Figure 3.1 : La structure Hiérarchique de la méthode AHP.

Il n'y a pas de règle fermement établie pour construire une hiérarchie, cette construction dépend du type de décision qu'un individu ou un groupe d'individu doit prendre. [55].

B. Effectuer les comparaisons binaires des critères et calcul des poids :

a. Comparaison binaire des critères :

Pour chaque niveau du sommet à la base hiérarchique, on doit comparer de manière binaire les critères deux à deux par rapport au critère supérieur en attribuant une note chiffrée sur une échelle prédéfinie (tableau 3.1). [3].

**CHAPITRE III : MODÉLISATION DE LA DÉGRADATION HYDRAULIQUE
ET STRUCTURALE DES CONDUITES DES RÉSEAUX SANITAIRES ET
PLUVIAUX**

Tableau 3.1 : Echelle de comparaison binaire [3].

Appréciation	Degré d'importance
Importance égale de deux critères.	1
Faible importance d'un critère par rapport à un autre.	3
Importance moyenne d'un critère par rapport à un autre.	4
Importance forte d'un critère par rapport à un autre.	5
Importance attestée d'un critère par rapport à un autre.	7
Importance absolue d'un critère par rapport à un autre.	9

Les chiffres 2, 4, 6, 8 sont des valeurs intermédiaires entre deux jugements qui sont utilisés pour affiner le jugement.

On définit ainsi une matrice carrée (tableau 3.2)

Tableau 3.2 : Comparaisons binaire des critères. [3]

	Critère 1.1	Critère 1.2	Critère 1.3	...	Critère 1.n
Critère 1.1	1	A ₂₁	A ₃₁	...	A _{n1}
Critère 1.2	A ₁₂	1	A ₃₂	...	A _{n2}
Critère 1.3	A ₁₃	A ₂₃	1	...	A _{n3}
...
Critère 1.n	A _{1n}	A _{2n}	A _{3n}	...	1

Avec
$$A_{ji} = 1/A_{ij} \quad (3.1)$$

Par convention, la comparaison se fait toujours des éléments de gauche (lignes) aux éléments supérieurs (colonnes), pour comparer les éléments, il faut se poser la question suivante :

Dans quelle mesure l'un des éléments possédait-il d'avantage ou domine, satisfait, profite, contribue-t-il au sujet de décision par rapport à l'autre ? [3].

CHAPITRE III : MODÉLISATION DE LA DÉGRADATION HYDRAULIQUE ET STRUCTURALE DES CONDUITES DES RÉSEAUX SANITAIRES ET PLUVIAUX

b. Calcul des poids :

Une fois la matrice des comparaisons acquise, on établit le poids de chaque critère en procédant de la manière suivante :

Dans la matrice on divise chaque élément par la somme de sa colonne :

$$B_{ij} = \frac{A_{ij}}{\sum_i A_{ij}} \quad (3.2)$$

On calcule ensuite la moyenne arithmétique des nombres sur chaque ligne.

Chaque ligne correspond à un critère, la moyenne associée au critère définit son poids p_i par rapport au critère père (supérieur). [2]

$$p_i = \frac{1}{n} \sum_j B_{ij} \quad (3.3)$$

Où n : est le nombre des critères à comparer.

Et de cette manière on définit le poids de chaque critère dans la structure hiérarchique. [3].

C. La cohérence des jugements :

Dans un problème de décision, nos jugements sont fondés sur des appréciations qui pourraient être aléatoire. Cependant, il est difficile de se tenir toujours à une cohérence parfaite, un des avantages majeurs de l'AHP est de pouvoir calculer Le ratio de cohérence RC dont la valeur doit être inférieure ou égale à 10% pour déduire que les jugements sont cohérents. [2].

Pour calculer cet indice SAATY propose de suivre le procédé suivant :

a. Calcul d'indice de cohérence IC :

Cette indice est définit par la formule suivante :

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (3.4)$$

**CHAPITRE III : MODÉLISATION DE LA DÉGRADATION HYDRAULIQUE
ET STRUCTURALE DES CONDUITES DES RÉSEAUX SANITAIRES ET
PLUVIAUX**

Où λ_{max} est la valeur propre maximale de la matrice de comparaison déduite de la manière suivante :

Tableau 3.3 : Calcul de λ_{max} [3].

	C_1	C_2	C_3	.....	C_n
C_1	$P_1 \times A_{11}$	$P_1 \times A_{12}$	$P_1 \times A_{13}$	.....	$P_1 \times A_{1n}$
C_2	$P_2 \times A_{21}$	$P_2 \times A_{22}$	$P_2 \times A_{23}$	.....	$P_2 \times A_{2n}$
C_3	$P_3 \times A_{31}$	$P_3 \times A_{32}$	$P_3 \times A_{33}$	.....	$P_3 \times A_{3n}$
.....
C_n	$P_n \times A_{n1}$	$P_n \times A_{n2}$	$P_n \times A_{n3}$	.....	$P_n \times A_{nn}$
d_j	$d_1 = \sum P_i \times A_{i1}$	$d_2 = \sum P_i \times A_{i2}$	$d_3 = \sum P_i \times A_{i3}$	.....	$d_n = \sum P_i \times A_{in}$

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_j \frac{d_j}{P_j} \quad (3.5)$$

b. Calcule du RC :

$$RC = \frac{IC}{RI} \quad (3.6)$$

Avec : RI c'est l'indice aléatoire issu par simulation,

Tableau 3.4. L'indice aléatoire [RI]. [3]

<i>Nombre de critères : n</i>	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>RI</i>	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51

3.1.2 Avantage de la méthode AHP :

La figure (3.2) illustre les raisons de la popularité du processus AHP. [3]

CHAPITRE III : MODÉLISATION DE LA DÉGRADATION HYDRAULIQUE ET STRUCTURALE DES CONDUITES DES RÉSEAUX SANITAIRES ET PLUVIAUX

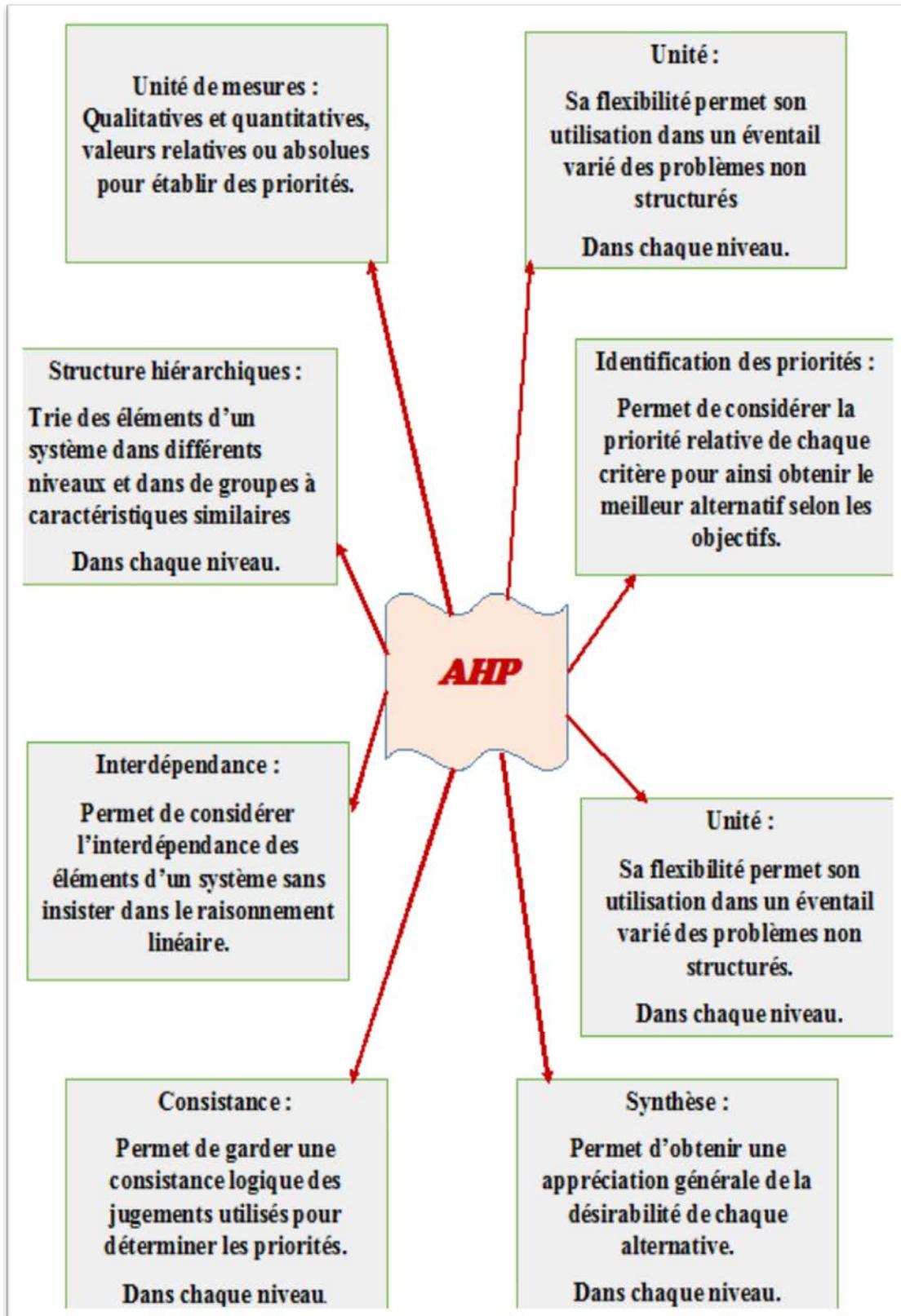


Figure 3.2 : Avantage de L'AHP

CHAPITRE III : MODÉLISATION DE LA DÉGRADATION HYDRAULIQUE ET STRUCTURALE DES CONDUITES DES RÉSEAUX SANITAIRES ET PLUVIAUX

3.2 Description du modèle numérique :

Cette étude cible à interpréter l'influence des 15 facteurs (tableau 3.5) sur l'évolution de la dégradation. Pour atteindre cet objectif, on passe par deux étapes principales ; bloc A et B

Tableau 3.5: Les facteurs de la dégradation considérés dans le modèle numérique. [40]

N°	Facteurs	Détails
1	Age de la conduite	Age à partir de la mise en pose.
2	Type de matériau	Béton, PVC, amiante ciment, polyéthylène, fonte.
3	Diamètre de la conduite	Diamètre intérieur du conduit.
4	Forme géométrique	Circulaire, ovoïdale.
5	Nature de sol	Très agressif, agressif, moyennement ou non agressif.
6	Charge de trafic	Élevée, moyenne ou faible.
7	Profondeur de pose	Suffisante ou insuffisante
8	Niveau de la nappe	Élevé, moyen ou faible
9	Type d'effluent (déchet urbain)	Très agressif, agressif, moyennement ou non agressif
10	Défaut de structure	Défauts de joint, fracture, déformation, trou, cassure ou effondrement.
11	Défaut opérationnel	Racine, encroutement, débris ou obstruction.
12	Capacité hydraulique maximale	Suffisante ou insuffisante,
13	Exfiltration	Élevée, moyenne ou faible.
14	Infiltration	Trace, suintement, goutte à goutte, continue ou sous pression
15	Mise en charge	Conduite pleine, différence entre hauteur d'enfouissement et hauteur d'eau < ou >=1.5 m

**CHAPITRE III : MODÉLISATION DE LA DÉGRADATION HYDRAULIQUE
ET STRUCTURALE DES CONDUITES DES RÉSEAUX SANITAIRES ET
PLUVIAUX**

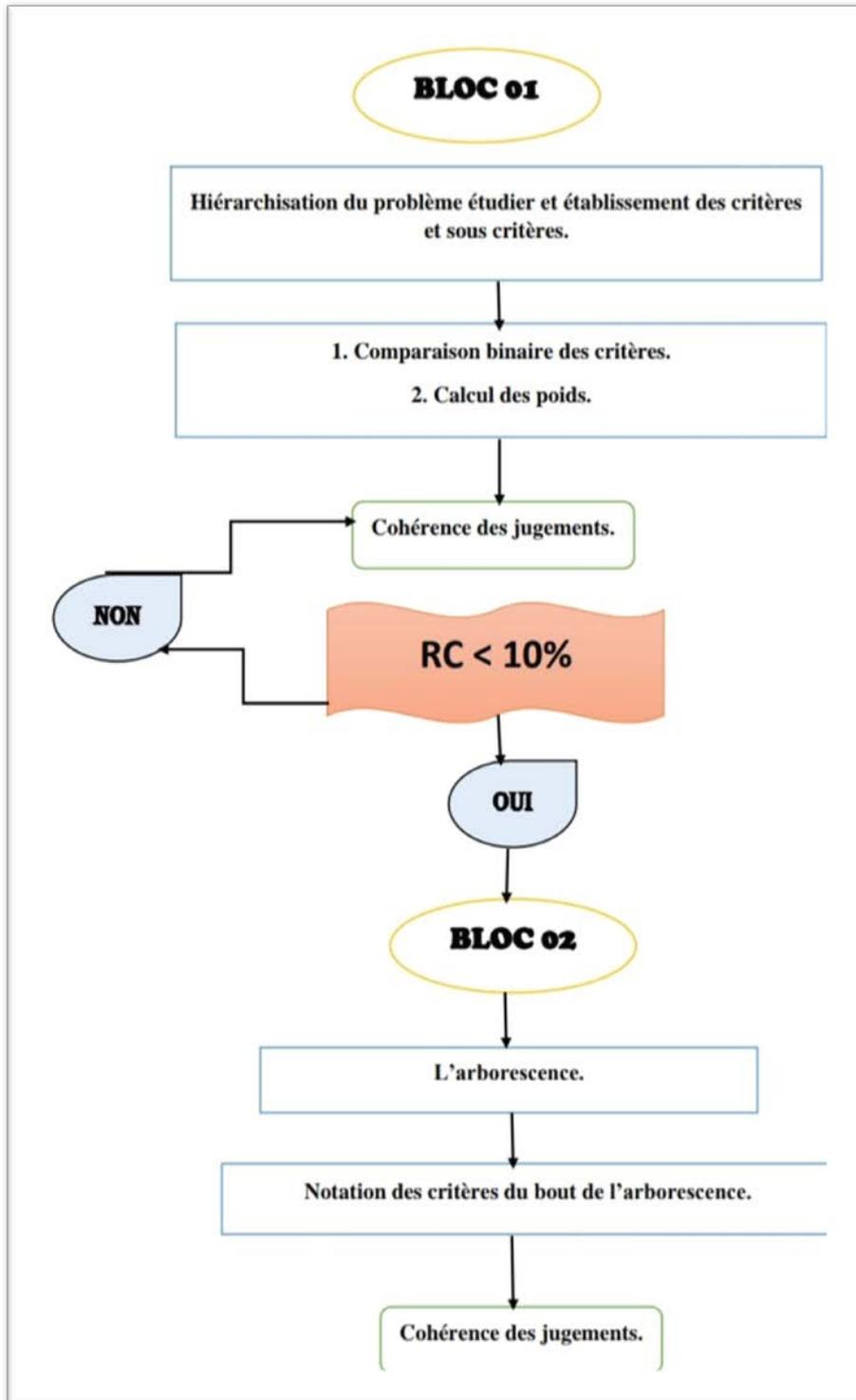


Figure 3.3 : l'algorithme de modèle numérique [3].

CHAPITRE III : MODÉLISATION DE LA DÉGRADATION HYDRAULIQUE ET STRUCTURALE DES CONDUITES DES RÉSEAUX SANITAIRES ET PLUVIAUX

3.2.1 : Bloc A : calcul des poids des facteurs et sous facteurs.

A. Élaboration de la structure hiérarchique :

L'arborescence se compose de quatre niveaux comme le montre la figure 3.4 :

- Le niveau 00 : Consiste à définir l'objectif de notre problème qui est l'évaluation de l'état de dégradation d'une conduite.
- Le niveau 01 : Comprend les deux principaux critères ; la dégradation Structural et la dégradation hydraulique.
- Le niveau 02 : Identifie les différents sous critères de ces critères ; les Défaut Structural, les Défaut opérationnel et les facteurs internes.
- Finalement le dernier niveau englobe-les sous facteurs du niveau 3. [40].

CHAPITRE III : MODÉLISATION DE LA DÉGRADATION HYDRAULIQUE ET STRUCTURALE DES CONDUITES DES RÉSEAUX SANITAIRES ET PLUVIAUX

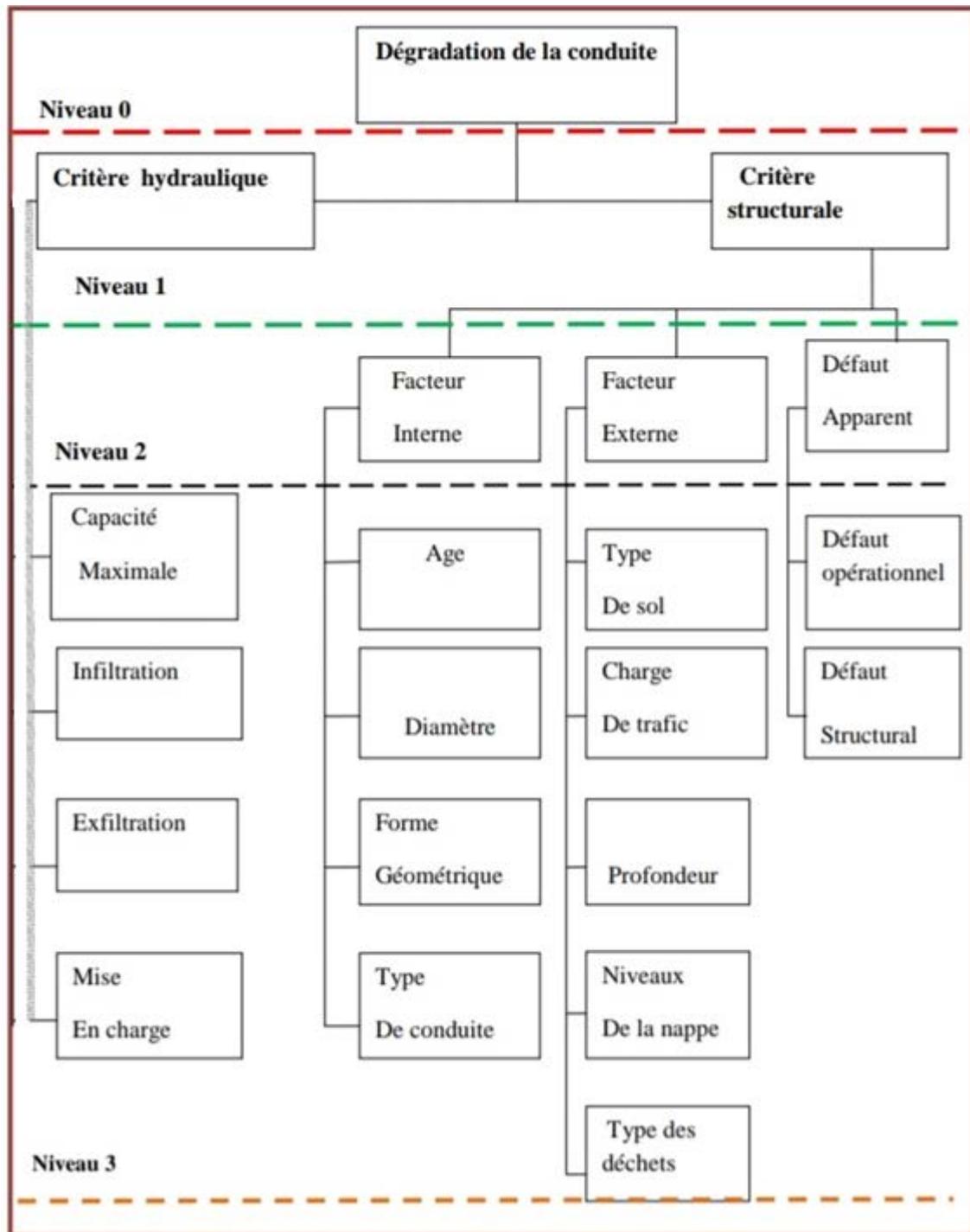


Figure 3.4 : La structure hiérarchique du degré de la dégradation d'un tronçon. [40]

B. Composition des matrices de comparaison binaire et calcul des poids :

Une fois la structure hiérarchique élaborée, une comparaison binaire est effectuée entre les critères de chaque branche de l'arborescence afin de leur attribuer un poids. Les

CHAPITRE III : MODÉLISATION DE LA DÉGRADATION HYDRAULIQUE ET STRUCTURALE DES CONDUITES DES RÉSEAUX SANITAIRES ET PLUVIAUX

résultats sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau 3.6 : Comparaisons binaires entre les critères et leurs poids calculés [40].

	Capacité Maximale	Exfiltration	Infiltration	Mise en Charge	p_i	RC %	
Capacité Maximale	1	6	9	2	0.51	3.5	
Exfiltration	1/6	1	1/2	1/5	0.07		
Infiltration	1/6	2	1	1/5	0.09		
Mise en Charge	1/2	5	5	1	0.33		
	Facteur Interne	Facteur Externe		Défaut Apparente	p_i	RC %	
Facteur Interne	1	4		2	0.56	1.6	
Facteur Externe	1/2	1		1/3	0.12		
Défaut Apparente	1/4	3		1	0.32		
		Défaut Structural		Défaut opérationnel	p_i	RC %	
Défaut Structural		1		1	0.5	1	
Défaut opérationnel		1		1	0.5		
	Age	Matériel	Diamètre	F. Géo	p_i	RC %	
Age	1	4	5	7	0.6	3.9	
Matériel	1/4	1	2	4	0.21		
Diamètre	1/5	1/2	1	3	0.13		
Forme Géométrique	1/7	1/4	1/3	1	0.06		
	Type de Sol	Type de Trafic	Profondeur de pose	Niveau de la nappe	Type d'effluent	p_i	RC %
Type de Sol	1	7	1/6	1/6	1/5	0.04	7.1
Type de Trafic	1/7	1	4	3	1/4	0.1	
Profondeur de Pose	6	1/4	1	3	6	0.11	
Niveau de la nappe	6	1/3	1/3	1	6	0.41	
Type d'effluent	5	4	1/6	1/6	1	0.34	

RC (%) : la cohérence des jugements

p_i : Poids du facteur.

CHAPITRE III : MODÉLISATION DE LA DÉGRADATION HYDRAULIQUE ET STRUCTURALE DES CONDUITES DES RÉSEAUX SANITAIRES ET PLUVIAUX

3.2.2 Bloc B : Système de notation des facteurs de la dégradation :

Une fois les facteurs de la dégradation ont été identifiés, un système de notation a été élaboré pour les facteurs du bout de l'arborescence. Chaque attribut de facteur est noté de 0 à 10 selon son impact sur la dégradation. La valeur «0 » représente la note de l'attribut qui a moins d'impact sur la dégradation et «10 » celle qui a plus d'impact (tableau 3.7).

Pour le facteur âge de la conduite, il est considéré que son impact sur la dégradation est presque nul pour une conduite qui a moins de 10 ans. Par contre à partir de l'âge de 90 ans, l'impact est considéré maximal.

Quant au diamètre, il est évident que les conduites en petits diamètres sont plus vulnérables à la dégradation parce qu'elles peuvent colmater rapidement.

Les classes du facteur de la mise en charge sont identifiées par la différence de hauteur entre le niveau de l'enfouissement et le niveau d'eau. Cette valeur de 1,5 m est référée au niveau des sous-sols des maisons qu'il faut protéger contre les inondations. Le niveau de la nappe est décrit d'une façon qualitative et non pas par un niveau d'eau ou un débit. En effet, la plupart des municipalités n'exercent aucune mesure de niveau de la nappe à cause des contraintes financières et de la fluctuation de ce niveau durant l'année. Le jugement sur l'état du niveau de la nappe est laissé au gestionnaire du réseau.

CHAPITRE III : MODÉLISATION DE LA DÉGRADATION HYDRAULIQUE ET STRUCTURALE DES CONDUITES DES RÉSEAUX SANITAIRES ET PLUVIAUX

Tableau 3.7 : Notation Des Facteurs [40].

Critères	Classes	Notation Cij						
Age	≥90	10	Charge trafic	Elève	10	Défaut structurelle	Effondrement	10
	81 à 90	9		Moyen	8		trou	10
	71 à 80	8		Faible	6		Déformation	10
	61 à 70	7	Profondeur de la pose(m)	≥4.5	8		Cassure	5
	51 à 60	6		≤1.5	6		Fracture ; fissure	2
	41 à 50	5	Type d'effluent	Très agressif	10		Défaut de joint	0
	31 à 40	4		Agressif	7	Défaut opérationnel	Racine	10
	21 à 30	3		Moyennement agressif	3		Obstruction	10
	11 à 20	2	Forme géométrique	Anse de panier	10		Débris	10
0 à 10	1	Semi-elliptique		8	Encrouement		5	
Nature de sol	Très agressif	7		Fer à cheval	5	Infiltration	Sous pression	10
	Agressif	3		Ovoidale	3		continue	8
	Moyennement agressif	0		Circulaire	1		Suintement	7
Type de conduite	Pierre	10	Diamètre de conduite (mm)	≤200	10		Goute à goutte	6
	Fonte	10		200 à 250	8		Trace	2
	Amiante-Ciment	8		250 à 300	7	Capacité Hydraulique	Insuffisante	10
	Béton	7		≥300	6		Suffisante	7
	PVC	6			Mise en charge	H eau - H enfouissement ≥ 1.5m	10	
Exfiltration	Elève	10	Moyen	7		H eau - H enfouissement ≤ 1.5m	7	
	Moyen	7	Faible	3		Conduite pleine	0	
	Faible	3						

CHAPITRE III : MODÉLISATION DE LA DÉGRADATION HYDRAULIQUE ET STRUCTURALE DES CONDUITES DES RÉSEAUX SANITAIRES ET PLUVIAUX

A. Calcul du degré de la dégradation de la conduite :

Une fois que les poids et les notations des facteurs et des sous-facteurs sont élaborés, les scores des dégradations ; structurelle, hydraulique et globale peuvent être calculés comme suit :

$$DDG = p_s \times DDS + p_h \times DDH \quad (4.7)$$

$$DDS = \sum_{i=1}^3 (p_i (\sum_{j=1}^m p_{ij} \times C_{ij})) \quad (4.8)$$

$$DDH = \sum_{k=1}^4 (p_k \times C_k) \quad (3.9)$$

Avec :

- **DDG** : C'est le degré de dégradation globale.
- **DDS** : C'est le degré de dégradation structurelle.
- **DDH** : C'est le degré de dégradation hydraulique.
- **p_s** : C'est Le poids de la dégradation structurelle.
- **p_h** : Le poids de la dégradation hydraulique.
- **p_1, p_2 et p_3** : Sont respectivement Les poids ; des facteurs internes, facteurs externes et défaut apparent.
- **p_{1j}, C_{1j}** : Sont Le poids et la notation des sous-facteurs correspondant au facteur interne.
- **p_{2j}, C_{2j}** : Sont respectivement Le poids et la notation des sous-facteurs correspondant au facteur externe.
- **p_{3j}, C_{3j}** : Sont Le poids et la notation des sous-facteurs correspondant au facteur défaut apparent.
- **p_k, C_k** : Sont respectivement Le poids et la notation associée au sous facteur correspondant au facteur hydraulique.

B. Identification de la catégorie de la dégradation

Une fois le DDG calculé, on peut évaluer l'état de dégradation de la conduite selon la catégorie définie par le tableau 3.8.

CHAPITRE III : MODÉLISATION DE LA DÉGRADATION HYDRAULIQUE ET STRUCTURALE DES CONDUITES DES RÉSEAUX SANITAIRES ET PLUVIAUX

Tableau 3.8 : État de dégradation d'une conduite.

Classe	DDG	Etat de dégradation
01	0 à 2	Aucun signe de dégradation apparent
02	2 à 4	Etat de dégradation sans risque actuel ou potentiel
03	4 à 5	Signes de dégradations légères stables
04	5 à 6	Des signes de détérioration pouvant être mineurs
05	6 à 7	Signes de dégradation avec des développements moyennement dangereux
06	7 à 8	Signes de dégradation avec des développements dangereux
07	8 à 9	État de dégradation critique
08	9 à 10	État de dégradation très critique avec une grave panne hydraulique et / ou structurelle

Conclusion :

Le modèle proposé est un modèle multicritère qui permet d'évaluer l'état de dégradation des réseaux d'assainissement en considérant plusieurs facteurs de dégradation liés aux données physiques du réseau et à son fonctionnement et de juger globalement ses performances.

The page features a decorative design with several overlapping blue circles of varying shades and sizes. Two thin blue lines cross the top left corner. A dashed blue line forms a rounded rectangular border around the central text.

CHAPITRE IV
IDENTIFICATION DES
POINTS NOIRS DU
RESEAU SANITAIRE DE
LA VILLE DE TLEMCCEN

CHAPITRE IV IDENTIFICATION DES POINTS NOIRS DU RESEAU SANITAIRE DE LA VILLE DE TLEMCEN

CHAPITRE IV: IDENTIFICATION DES POINTS NOIRS DU RESEAU SANITAIRE DE LA VILLE DE TLEMCEN

Introduction :

L'intervention sur les réseaux sanitaires est souvent faite de façon ponctuelle et instantanée sans aucun cadre méthodologique de gestion à long terme. Ceci fait que la dégradation peut atteindre parfois un niveau de défaillance critique.

Notre but est de dresser un état des lieux du réseau sanitaire de la ville de Tlemcen en utilisant les données et informations relatives aux différentes interventions accomplies par les services concernés sur ce réseau et établir un recensement des points noirs de ce réseau.

Pour cela nous allons utiliser la méthode AHP que nous avons exposé précédemment.

4.1 Description et situation géographique et géologique de la zone d'étude :

Tlemcen est une ville du nord-ouest de l'Algérie, située à 40 Km de la mer méditerranéenne. (Figure 4.1)



Figure 4.1 : La localisation de la ville de TLEMCEN.

D'un secteur à l'autre le compare, cimentage est complexe et les dénivellations sont fortes. Sur des versants tourmentés et des pentes assez raides se trouvent ainsi réunies avec une large extension les conditions les plus propices au jeu de l'érosion.

Bien qu'une partie de la région soit occupée, au Nord, par des grès pliocènes assez résistants, au Sud par les calcaires dolomitiques durs du Jurassique supérieur, la majorité des sols se sont formés sur les schistes marneux du Crétacé supérieur, des marnes éocènes et miocènes, du calcaire tendre tel que le cimicaire à lithothamnium et des sables pliocènes ou

CHAPITRE IV IDENTIFICATION DES POINTS NOIRS DU RESEAU SANITAIRE DE LA VILLE DE TLEMCCEN

quaternaires, tous sédiments aisément affouillables par les eaux s'ils ont pente et dans tous les cas cédant facilement aux influences éoliennes.[58].

Le tableau suivant présente quelques données de la ville :

Tableau 4.1 : Des Données sur la ville de Tlemcen. [56].

Populations (2020) (hab.)	156877
Superficie (km ²)	40,11
Altitude (m)	815
Précipitations annuelles (mm)	454
Température moyenne annuelle (°C)	17
Volume d'eau produit (AEP) 31/12/2020 (m ³ /an)	25513865
Volume d'eau rejeté théorique 31/12/2020 (m ³ /an)	20411092
Volume rejeté collecté (m ³ /an)	17086848
Taux de Raccordement en réseaux d'assainissement (%)	99,85
Type de réseau d'assainissement	Unitaire
Linéaire total du réseau d'assainissement (ml) au 31/12/20	205 477
Volume d'eau usé épuré (m ³ /an)	2 289 640

La mise en place du système de management environnemental concernant le système d'assainissement de l'unité de Tlemcen est présenté comme suit :

- STEP située à proximité du village Ain-elhoutz de la commune de Chetouane, à 6 km au nord de la wilaya de Tlemcen, au pied du Djebel Touma. Elle occupe une superficie de 17 hectares, est d'une capacité de 150 000 Eq /hab, elle a été conçue pour protéger le barrage Sekkak de la pollution urbaine.
- Réseau d'assainissement reliant la ville de Tlemcen à la STEP.
- Acheminement gravitaire des eaux (Inexistante de station de relevage et de pompage). [56]

4.2 Etat de lieu du réseau d'assainissement de la ville de Tlemcen:

D'après le rapport de diagnostic de l'ONA et durant ma période de stage au niveau d'ONA unité de TLEMECEN, nous avons constaté que le réseau d'assainissement de Tlemcen souffre de grandes défaillances cela nous permis de faire les trois observations suivantes.

4.2.1. Fort degré d'encombrement :

L'évacuation des eaux de pluie est mal maîtrisée du fait de l'obstruction répétitive des avaloirs par des ordures de tous genres, du bitume ou des gravats à proximité des zones de chantiers des constructions, des sacs en plastiques, des morceaux de bois, des parties des végétations etc. C'est-à-dire que notre réseau souffre d'un grave problème de blocage. La moitié des déchets de la voie publique est évacuée directement dans les avaloirs et lors de la période des pluies ces déchets bloquent les avaloirs et l'autre moitié est évacuée directement dans le réseau ce qui va causer un réel problème de blocage comme le montre le figure (5.2).



Figure 4.2 : Les déchets dans quelques avaloires de réseau de Tlemcen.

CHAPITRE IV IDENTIFICATION DES POINTS NOIRS DU RESEAU SANITAIRE DE LA VILLE DE TLEMCEM

4.2.2. Vétusté du réseau :

L'âge du réseau contribue de façon directe ou indirecte dans plusieurs problèmes comme le colmatage car, avec l'évolution du nombre d'habitations notre réseau ne répond plus aux quantités d'eaux évacuées. De plus, le vieillissement du réseau favorise les fissurations et les cassures (Figure 4.3) etc.,

4.2.3. Agressivité des effluents :

L'agressivité de la matière organique transportée dans le réseau contribue à l'altération de ce réseau. Nous avons remarqué que la majorité des anciennes conduites sont soit en pierres comme le montre la figure (4.3) ou en CAO béton buse de 1m. Ces conduites sont trop fragiles et trop sensibles à l'attaque chimique.

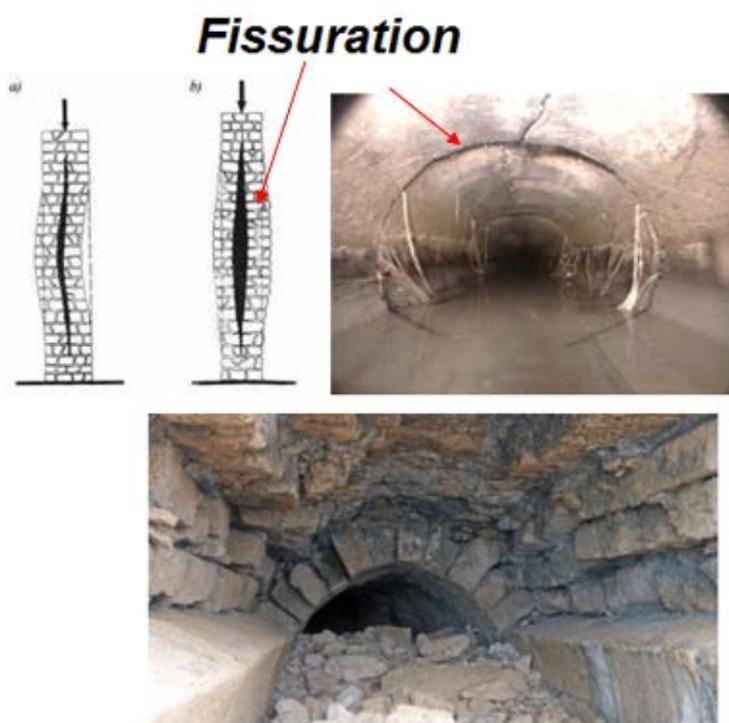


Figure 4.3 : la fissuration des conduites.

4.2.4. Le réseau est superficiel :

Notre réseau est superficiel et la profondeur d'enfouissement des conduites est dans la majorité des cas moins de 50 cm. De plus, le réseau n'est pas couvert d'une couche de sable (je considère cette anomalie comme une infraction de l'entreprise de réalisation et même celle des organismes de suivi et de contrôle). (Figure 4.4)

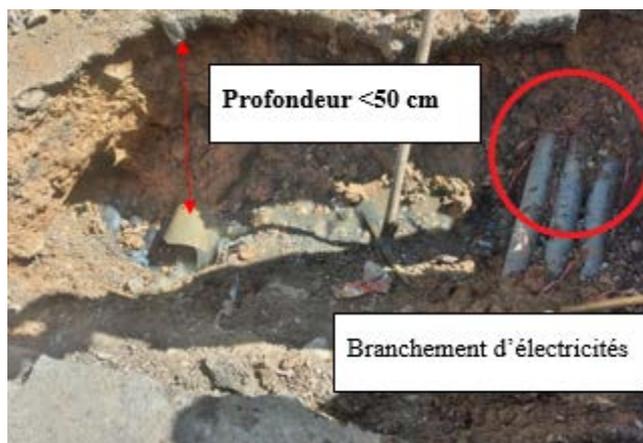


Figure 4.4 : La pose des conduites.

4.3 Application du modèle numérique :

Sur la base des enquêtes menées au niveau de l'ONA, nous avons retenu 17 sites présentant des fréquences et gravités de défaillance élevées comme cas de référence pour notre étude (tableau 4.2). La majorité de ces sites se situent au niveau de la ville de Tlemcen, spécialement, au niveau des anciens quartiers (la médina)

Tableau 4.2 : Les sites considérés dans cette étude.

N°	Site
01	Derb El Kadi (deux ruelles), centre-ville
02	Terrain Arrafi, Boudghène
03	Ars Eddidou, Centre-ville
04	Derb Sidi El Yeddoune, El Medress, centre-ville
05	Hai Zitoune, Kiffane Tlemcen
06	Cité 45 logt (Hai Nasr Abou Tachfine)
07	Abou Tachfine à côté du restaurant El Firdaousse
08	Boulevard de l'ALN à côté de l'école Arbi Tbessi (escaliers)
09	Bab el Hdid, derrière coté Maghreb
10	Bd Guawar Houcine à coté café Arbaoui
11	Derb Harete El Rmel, Tahtaha, centre-ville
12	Route de Chetouane, en face de la SOITEX
13	Terrain Azzouni, Feddan Sbaa
14	Abou Tachfine, Hai Boudiaf

CHAPITRE IV IDENTIFICATION DES POINTS NOIRS DU RESEAU SANITAIRE DE LA VILLE DE TLEMCCEN

15	Boudghène, Bten el Kalb
16	Boudghène, Houmet Rouss
17	Derb Moulay Tayeb « Djoutia Sghira », centre-ville

4.3.1 La localisation des sites étudiés :

Nous avons essayé de collecter les sites convergents dans des différentes cartes :



Figure 4.5 : Carte de zone 01.



Figure 4.6 : Carte de zone 02.



Figure 4.7 : Carte de zone 03.



Figure 4.8 : Carte de zone 04.



Figure 4.9 : Carte de zone 05.

**CHAPITRE IV IDENTIFICATION DES POINTS NOIRS
DU RESEAU SANITAIRE DE LA VILLE DE TLEMCCEN**

CAS.....

DATE.....

OPERATEUR.....

N°	Facteurs	Détails	Données du cas
1	Age de la conduite	Age à partir de la mise en pose.	
2	Type de matériau	Béton, PVC, amiante ciment, polyéthylène, fonte.	
3	Diamètre de la conduite	Diamètre intérieur du conduit.	
4	Forme géométrique	Circulaire, ovoïdale.	
5	Nature de sol	Très agressif, agressif, moyennement ou non agressif.	
6	Charge de trafic	Élevée, moyenne ou faible.	
7	Profondeur de pose	Suffisante ou insuffisante	
8	Niveau de la nappe	Élevé, moyen ou faible	
9	Type d'effluent (déchet urbain)	Très agressif, agressif, moyennement ou non agressif	
10	Défaut de structure	Défauts de joint, fracture, déformation, trou, cassure ou effondrement.	
11	Défaut opérationnel	Racine, encrouement, débris ou obstruction	
12	Capacité hydraulique maximale	Suffisante ou insuffisante	
13	Exfiltration	Élevée, moyenne ou faible.	
14	Infiltration	Trace, suintement, goutte à goutte, continue ou sous pression	
15	Mise en charge	Ecoulement à surface libre, Différence entre hauteur d'enfouissement et hauteur d'eau < ou >=1.5 m	

Figure 4.10 : fiche technique

CHAPITRE IV IDENTIFICATION DES POINTS NOIRS DU RESEAU SANITAIRE DE LA VILLE DE TLEMCCEN

Nous donnons ci-dessous de façon détaillée la méthodologie suivie uniquement pour un cas représentatif des sites étudiés, ensuite nous résumons les résultats obtenus pour les autres sites dans des tableaux récapitulatifs.

4.3.3 Etude du cas de Derb El Kadi :

- a. Photo de site :



Figure 4.11 : Photo de DERB EL KADI. [56]

CHAPITRE IV IDENTIFICATION DES POINTS NOIRS DU RESEAU SANITAIRE DE LA VILLE DE TLEMCCEN

b. Fiche technique de site :

Tableau 5.3: Fiche technique de DERB EL KADI.

CAS : Derb El Kadi			
DATE : 20 mars 2022			
OPERATEUR : BENBACHIR Rajae			
N°	Facteurs	Détails	Données Du Cas
1	Age De La Conduite	Age A Partir De La Mise En Pose.	> 90 Ans
2	Type De Matériau	Béton, PVC, Amiante Ciment, Polyéthylène, Fonte.	Pierre
3	Diamètre De La Conduite	Diamètre Intérieur Du Conduit.	250 A 300 Mm
4	Forme Géométrique	Circulaire, Ovoïdale.	Ovoïdale
5	Nature De Sol	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif.	Agressif
6	Charge De Trafic	Élevée, Moyenne Ou Faible.	Faible
7	Profondeur De Pose	Suffisante Ou Insuffisante	Insuffisante
8	Niveau De La Nappe	Élevé, Moyen Ou Faible	Moyen
9	Type D'effluent (Déchet Urbain)	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif	Moyennement Agressif
10	Défaut De Structure	Défauts De Joint, Fracture, Déformation, Trou, Cassure Ou Effondrement.	Effondrement.
11	Défaut Opérationnel	Racine, Encrouement, Débris Ou Obstruction	Obstruction
12	Capacité Hydraulique Maximale	Suffisante Ou Insuffisante	Suffisante
13	Exfiltration	Élevée, Moyenne Ou Faible.	Faible
14	Infiltration	Trace, Suintement, Goutte A Goutte, Continue Ou Sous Pression	Trace
15	Mise En Charge	Ecoulement A Surface Libre, Différence Entre Hauteur D'enfouissement Et Hauteur D'eau < Ou >=1.5 M	Ecoulement A Surface Libre

CHAPITRE IV IDENTIFICATION DES POINTS NOIRS DU RESEAU SANITAIRE DE LA VILLE DE TLEMCCEN

LA DEGRADATION STRUCTURALE									
Facteur Interne	Sous-facteur	Attributs	Notation (Ck)	Poids du sous facteur (W _{ij})	(Ck * W _{ij})	Poids du facteur (W _i)	DDS (Niveau 02)	Poids du facteur (W _j)	DDS (Niveau 01)
Facteur Interne	Age	> 90 ans		0,6	6	0,56	5,1464		
	Type de conduite	Pierre		0,21	2,1				
	Diamètre	250 à 300 mm		0,13	0,91				
	Forme géométrique	Ovoidale		0,06	0,18				
Facteur Externe	Type de sol	Agressif		0,04	0,28	0,12	0,678	0,5	4,5122
	Type de trafic	Faible		0,1	0,6				
	Profondeur de pose	< 1,5 m		0,11	0,88				
	Niveau de la nappe	Moyennement agres		0,41	2,87				
Défauts apparents	Type de l'effluent	Moyennement agres		0,34	1,02	3,2			
	Défaut structureux	Effondrement		0,5	5				
	Défaut hydraulique	Obstruction		0,5	5	0,32			9,0244
LA DEGRADATION HYDRAULIQUE									
Facteurs	Attributs	Notation (Ck)	Poids de facteur (W _{ij})	DDH (Niveau 02)	Poids du facteur (W _i)	DDH (Niveau 01)			
Capacité maximale	Suffisante	7	0,51	3,87	0,5				
Exfiltration	Faible	3	0,07	0,21		1,88			
Infiltration	Trace	2	0,09	0,18					
Mise en charge	Conduite avec écou	0	0,33	0					
				SOMME(d*W_i)	3,96				

Figure 4.12 : Calcul des degrés de dégradation structurel, hydraulique et générale du site de Derb El Kadi

CHAPITRE IV IDENTIFICATION DES POINTS NOIRS DU RESEAU SANITAIRE DE LA VILLE DE TLEMCEN

La programmation des feuilles Excel que nous avons développé obéi aux formules énoncées au chapitre 3.

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau.

Tableau 4.4 : Les résultats de dégradation de points noirs de réseau d'assainissement de TLEMCEN.

	<i>Les Points</i>	<i>DDH</i>	<i>DDS</i>	<i>DDG</i>	<i>Classe</i>
01	Derb El Kadi (deux ruelle)	3,96	9,0244	6,4922	05
02	Terrain Arrafi Bourgène	4,5	7,2508	5,8754	04
03	Ars Adibou	9,82	7,1332	8,4766	07
04	Medersas Derb Sidi Yedoun	3,96	9,0148	6,4874	05
05	Hai Zizoune Tlemcen	4,41	6,1772	5,2936	04
06	Cité 45 logt (Hai Nasr Aboutachfine)	9,82	4,93	7,375	06
07	Aboutachfine à coté restaurent Firdousse	9,82	6,8836	8,3518	07
08	Bd ALN à coté école Arbi Tbessi (escaliers)	8,29	5,182	6,736	05
09	Bab el Hdid Derrière coté Maghreb	9,64	6,6428	8,1414	07
10	Bd Guawar Houcine à coté café Arbaoui	9,82	6,1044	7,9622	06
11	Tahtahat Derb Haret el Rmel	9,82	9,2332	9,5266	08
12	Route de Chetouane en face Soitex	8,29	7,0068	7,6484	07
13	Terrain Azouni Feddan Sbaa	9,28	4,8748	7,0774	06
14	Aboutachfine Hai Boudiaf	9,82	7,2748	8,5474	07
15	Bourgène Bten el Kalb	4,5	6,9252	5,7126	04
16	Bourgène (Houmet Rouss)	9,82	6,9252	8,3726	07
17	Derb MOULAY Tayeb « Djoutia Sghira »	3,96	9,0148	6,4874	05

4.4 Modélisation sur Auto Cad :

Nous avons illustré ces résultats obtenus sur un plan que nous avons superposé au plan du réseau d'assainissement de la ville de Tlemcen à l'aide du logiciel AUTO CAD.

Sur ce plan nous avons représenté tous les points noirs étudiés avec leurs positionnements et leurs classes. (Voir plan en annexe 02 et 03).

4.5 Etude statistique et discussion :

A partir d'une étude statistique, on constate que ;

- Le principal facteur responsable de la dégradation structurelle du réseau est l'âge de la conduite et sa profondeur, nous avons un réseau superficiel qui est très sensible (figure 4.14).

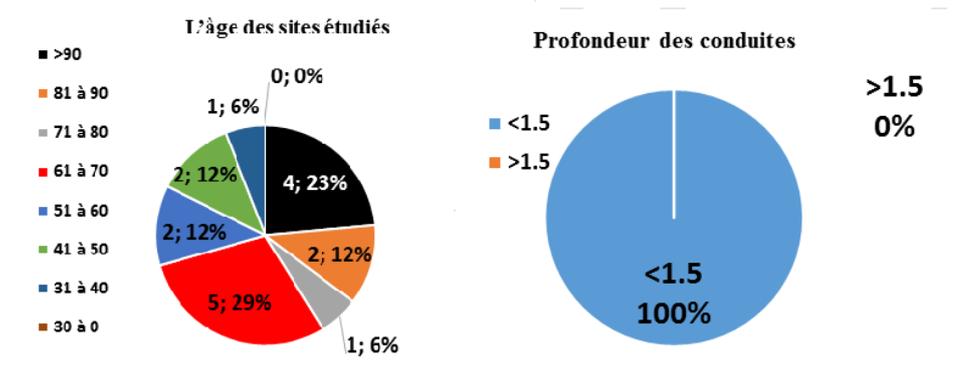


Figure 4.13 : Ages et profondeurs des conduites.

- La majorité des conduites sont en béton d'un diamètre de 250 à 300 et ont une forme géométrique circulaire (figure 4.15).

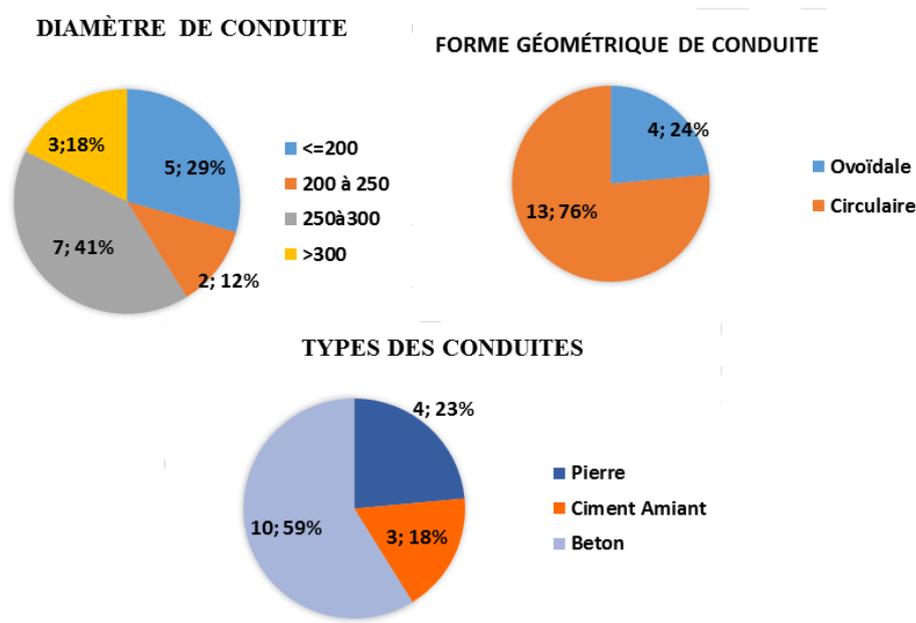


Figure 4.14: Diamètres, formes géométriques et types des conduites.

CHAPITRE IV IDENTIFICATION DES POINTS NOIRS DU RESEAU SANITAIRE DE LA VILLE DE TLEMCEM

4.6 Etat de dégradation et solution de défaillance :

Nous avons regroupé les sites en trois groupes selon leurs types de dégradation. (Figure 5.11).

4.6.1 Groupe 01 :

Le groupe 01 contient les sites qui ont un degré élevé de dégradation hydraulique, ces sites sont :

Tableau 4.5 : Les sites de groupe 01.

<i>Les Points</i>	<i>DDH</i>
Ars Adibou	9,82
Cité 45 logt (Hai Nasr Aboutachfine)	9,82
Aboutachfine à coté restaurant Firdousse	9,82
Bd ALN à coté école Arbi Tbessi (escaliers)	8,29
Bab el Hdid Derrière coté Maghreb	9,64
Bd Guawar Houcine à coté café Arbaoui	9,82
Tahtahat Derb Haret el Rmel	9,82
Route de Chetouane en face Soitex	8,29
Terrain Azouni Feddan Sbaa	9,28
Aboutachfine Hai Boudiaf	9,82
Bourgène (Houmet Rouss)	9,82

Ces sites souffrent d'un grave problème de colmatage causé par l'évacuation incontrôlée des eaux usées et des eaux pluviales ainsi que le colmatage des avaloirs dû au manque des grilles et au le curage irrégulier et parfois il est inexistant. Ces problèmes résultent des infiltrations et des débordements aussi des retours vers les habitations sur tout aux moments des crues.

Les solutions pour ces cas sont :

- Redimensionné du diamètre des conduites pour éviter les blocages et les obstructions.
- Vérification des pentes avant de la construction des réseaux (étude primaire).
- Placement des regards pour faciliter la surveillance du réseau.
- Curage les conduites et avaloirs avant la période des pluies (automne).

CHAPITRE IV IDENTIFICATION DES POINTS NOIRS DU RESEAU SANITAIRE DE LA VILLE DE TLEMCCEN

4.6.2 Groupe 02 :

Le groupe 02 contient les sites qui ont un degré élevé de dégradation structurelle, ces sites sont :

Tableau 4.6 : Les sites de groupe 02.

	<i>Les Points</i>	<i>DDS</i>
01	Derb El Kadi (deux ruelle)	9,0244
04	Medersas Derb Sidi Yedoun	9,0148
11	Tahtahat Derb Haret el Rmel	9,2332
17	Derb MOULAY Tayeb « Djoutia Sghira »	9,0148

Ce sont des sites très anciens (médiina), ils ont un sérieux problème de vieillesse, qui cause des fissurations, cassures et des effondrements du réseau. Ces problèmes résultent des infiltrations qui provoquent des tassements donc ils détruisent les routes et l'environnement.

Les solutions pour ces cas sont :

- Rénover l'ensemble du réseau avec des tuyaux en PVC qui sont souples et donc moins vulnérables aux mouvements du sol.
- Tenir compte de l'accroissement de population et son évolution dans le temps
- Tenir compte du changement de la qualité des eaux évacuées. Il probable que ces eaux sont actuellement plus agressive que dans le passé.
- Respecter la profondeur d'ancrage et installer les conduites à une profondeur > 1.5m.

4.6.3 Groupe 03 :

Le groupe 03 contient les sites qui ont un moyen degré de dégradation structurelle et hydraulique, ces sites sont :

Tableau 4.7 : Les sites de groupe 03.

	<i>Les Points</i>	<i>DDH</i>	<i>DDS</i>
02	Terrain Anafi Bourgène	4,5	7,2508
05	Hai Zizoune Tlemcen	4,41	6,1772
15	Bourgène Bten el Kalb	4,5	6,9252

Dans ces sites on retrouve deux types de problèmes :

- Un degré de dégradation moyen provoqué par colmatage au moment des crues.
- Des fissurations avec des traces d'infiltrations ou des goutte à goutte

44

- Rénover le réseau sur les longueurs dégradées en utilisant des tuyaux en PVC.
- Tenir compte de l'accroissement de population et son évolution dans le temps.
- Tenir compte du changement de la qualité des eaux évacuées. Il probable que ces eaux sont actuellement plus agressive que dans le passé.
- Respecter la profondeur d'ancrage et installer les conduites à une profondeur > 1.5m.
- Placement des regards pour faciliter la surveillance du réseau.
- Curage du conduites et avaloirs avant la période des pluies (automne).

4.6.4 L'analyse finale des résultats :

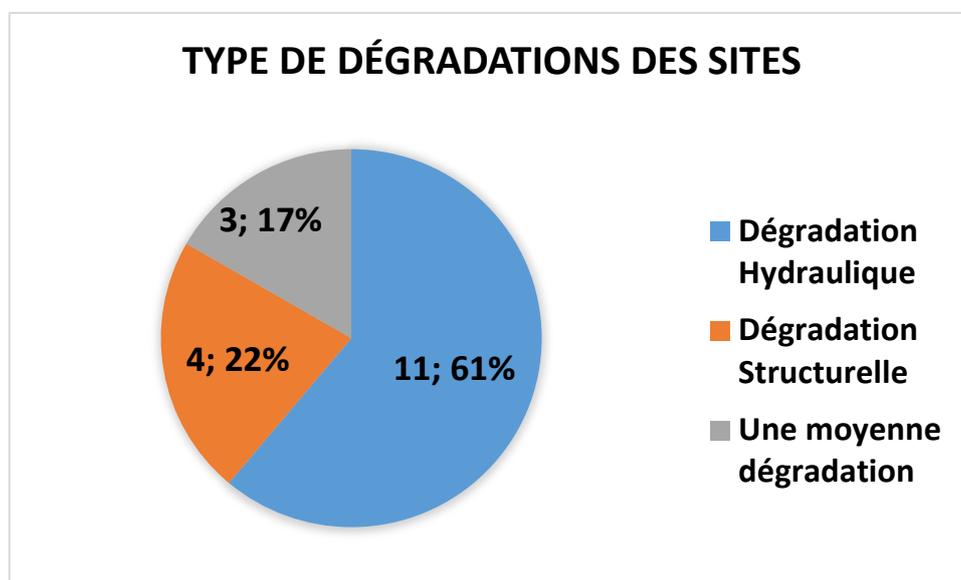
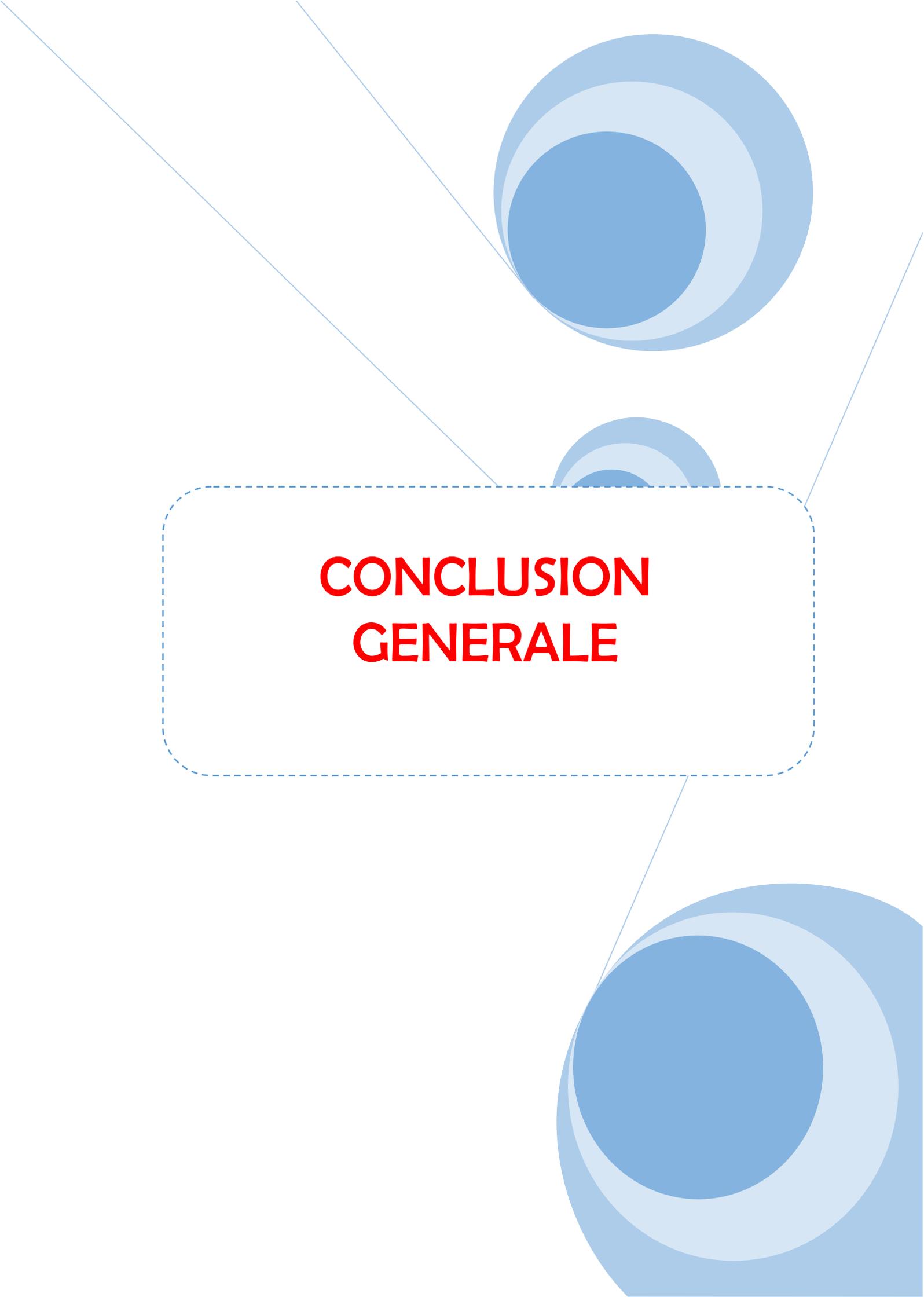


Figure 4.15 : L'analyse finale des résultats.

Les résultats de notre étude ont révélé que, mis à part 3cas pour qui souffrent d'une dégradation aussi bien hydraulique que structurel (17%), le plus grand pourcentage de la dégradation est attribué à une dégradation hydraulique (61%) contre 22% seulement attribué à la dégradation structurelle.

Ceci plaide en faveur d'anomalies récurrents dû colmatage fréquent insuffisantes des diamètres.

The page features a central text box with a dashed blue border. Above and below this box are decorative elements consisting of overlapping circles in various shades of blue, connected to the box by thin blue lines. The top circle is partially cut off by the top edge of the page, and the bottom circle is partially cut off by the bottom edge.

**CONCLUSION
GENERALE**

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Les réseaux d'assainissement sont des ouvrages qui se dégradent au fil des années, leur dégradation apparaît sous forme d'inondation causée par des fissurations, des blocages, des incapacités à transporter les eaux usées et pluviales. Cela peut causer des risques de pollution environnementale.

L'objectif général de ce travail était d'appliquer la méthode d'AHP (le processus de hiérarchie analytique) pour calculer et analyser le degré de dégradation du réseau d'assainissement de la ville de Tlemcen.

Nous avons commencé par donner une présentation académique générale de l'assainissement en rappelant son historique et ses notions de base.

Nous avons essayé, ensuite de faire une synthèse sur les aspects de la dégradation des réseaux d'assainissement en exposant les principaux facteurs et causes de cette dégradation. Puis nous avons présenté différentes approches d'intervention sur les réseaux d'assainissement, incluant la pathologie du réseau, les techniques de réparation et les procédés d'auscultation en s'inspirant parfois des activités quotidiennes des agents de l'ONA-Tlemcen.

Nous avons appliqué la méthode AHP sur le réseau d'assainissement de la ville de Tlemcen, afin de calculer le degré de dégradation de ce réseau et d'analyser les dysfonctionnements. Pour cela nous avons sélectionné 17 sites représentatifs qui connaissent des problèmes d'assainissement. Nous avons proposé une démarche qui consiste à remplir une fiche technique englobant toutes les données du site étudié puis à utiliser les informations de cette fiche pour estimer le degré de dégradation moyennant la méthode AHP.

Nous avons considéré plusieurs critères. Comme facteurs hydrauliques nous avons considéré, la capacité hydraulique, l'exfiltration, l'infiltration, la mise en charge etc. Pour les facteurs internes, nous avons tenu compte de l'âge de la conduite, le diamètre, le type de matériau et la forme géométrique. Comme défauts apparents et facteurs externes nous avons considéré le type de sol, type d'effluent, niveau de la nappe, profondeur de pose et la charge du trafic. Chaque critère ayant un poids pour calculer le degré global de dégradation à partir des équations d'AHP. Cela nous a servi à classer ensuite les sites du point de vue dégradation en 8 classes différentes.

Les résultats obtenus pour le réseau de la ville de Tlemcen nous ont permis de faire les constatations et conclusions suivantes :

CONCLUSION GENERALE

Il n'est pas suffisant de prendre en considération l'aspect hydraulique de la dégradation à lui seul lors de l'évaluation de la dégradation du réseau d'assainissements. Dans le modèle que nous avons utilisé, nous avons combiné deux aspects : hydraulique et structurel. Par conséquent, nous fournissons un modèle capable de déterminer les états hydrauliques et les états structuraux de la dégradation du réseau d'assainissement avec une panoplie de facteurs et de sous-facteurs qui affectent la dégradation. Ces facteurs de type défaillances hydrauliques, internes, externes et évidentes ont été regroupés selon la hiérarchie adaptée à la méthode AHP ce qui permet de déterminer même le poids relatif de chaque facteur.

L'AHP permet de vérifier systématiquement la consistance et la cohérence des jugements et de cette pondération.

Les données, cartes, constatations et informations que nous avons pu rassemblé relatives à des points noirs de l'assainissement de la ville de Tlemcen, nous ont permis de faire des calculs en utilisant des feuilles de calcul Excel. Nous avons traité 17 cas appartenant à plusieurs quartiers de la ville de Tlemcen. Ces cas ont été identifiés et pointés sur un plan d'AUTOCAD.

Nous avons constaté que :

- 17% des cas Le degré de dégradation global varie entre 5,2 et 9,5.
- Le degré de dégradation hydraulique varie entre 3,96 et 9,82.
- Le degré de dégradation structurelle varie entre 4,87 et 9,02.
- La dégradation hydraulique représente 61% contre seulement 22% pour la dégradation structurelle
- 17% souffrent d'une dégradation aussi bien hydraulique que structurelle.

Ces résultats peuvent être expliqués comme suit :

- L'insuffisantes des diamètres des conduites.
- La vieillesse du réseau.
- L'ancrage insuffisant des conduites dans le sol.
- La mauvaise gestion des réseaux.

Finalement, à l'issue de cette étude et analyse, et dans une perspective d'améliorer la qualité et l'efficacité du réseau, nous avons préconisé les solutions et opérations suivantes :

CONCLUSION GENERALE

- Rénover soit l'ensemble du réseau ou au moins les longueurs dégradées dans les zones concernées par des tuyaux en PVC qui sont plus souples et donc moins vulnérables aux mouvements du sol.
- Tenir compte de l'accroissement de la population et de son évolution dans le temps pour remédier à l'insuffisance du réseau.
- Tenir compte du changement de la qualité des eaux évacuées. On pense que ces eaux sont actuellement plus agressives que dans le passé.
- Respecter la profondeur d'ancrage et installer les conduites à une profondeur > 1,5m.
- Redimensionné les diamètres des conduites pour éviter les blocages et les obstructions dans certaines zones.
- Vérifier les pentes avant de la construction des réseaux (au stade de l'étude primaire).
- Placer des regards pour faciliter la surveillance du réseau.
- Procéder au curage des conduites et avaloirs avant la période des pluies (automne).

De par sa simplicité et sa fiabilité, le modèle proposé reste extensible et peut recevoir des modifications pour s'adapter à d'autres critères et paramètres ou même à d'autres types de projets. Nous pouvons suggérer une continuation à ce travail en considérant par exemple :

- Ajout d'autres critères spécifiques à une région ou à un environnement.
- L'application aux réseaux AEP.

REFERANCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] (Hannah Ritchie, 2019), (Cosgrove & Rijsberman, 2000).
- [2] Jedid H, 2016 : « Cours sur les réseaux d'assainissement, cours de l'assainissement.
- [3] Houcine & Kaid Sliman (2016) « Utilisation d'une approche multicritère pour l'étude de la dégradation des réseaux sanitaires et pluviaux » Mémoire fin d'étude diplôme Master en Hydraulique option Eau, Sol et Aménagement (ESA) _Univ Tlemcen.
- [4] <https://www.ma-micro-station.fr/histoire-traitement-eaux-usees-evacuation-depollution/>
- [5] https://fr.wikipedia.org/wiki/Maladie_hydrique
- [6] <https://fr.statista.com/statistiques/683986/classement-pays-monde-la-plus-faible-part-population-installation-assainissement-ameliore/>
- [7] <https://www.vetofish.com/definition/reseau-assainissement>
- [8] <https://fr.slideshare.net/RADIOACTIVEWAFIA/assainissement02-130606125811phpapp01>
- [9] <https://provencegeoconseils.com/quest-ce-que-les-eaux-usees-domestiques/>
- [10] Madani Yousfi & Nehari (2017) « Mise en place d'un outil de gestion des réseaux d'assainissement » Mémoire fin d'étude diplôme Master en Hydraulique option Hydro-informatique _Univ Tlemcen.
- [11] Bouchelkia H, Master 2 ,2016 :« Généralités sur l'assainissement, cours d'assainissement », Univ de Tlemcen.
- [12] <https://www.wikiterritorial.cnfpt.fr/xwiki/bin/view/vitrine/Les%20r%C3%A9seaux%20d%27assainissement/#H3.LespathologiesetlestechiquesderE9habilitation>
- [13] <https://www.assainissements.org/assainissement/assainissement-collectif/>
- [14] Ndiaye & Sarr (2007) « Etude du plan directeur d'assainissement de Touba » Projet fin d'étude diplôme d'ingénieur de conception en Génie Civil _Ecole supérieure polytechnique.
- [15] <https://www.soudureplastique.ma/des-reseaux-unitaires-ou-des-reseaux-separatifs-pour-l'assainissement/>
- [16] <https://www.siarnc.fr/le-metier-de-la-collecte-et-du-transfert-des-eaux-usees>
- [17] Bekhti & Nouar (2018) « Etude des indicateurs de performance dans les services d'assainissement cas de Gut » Mémoire fin d'étude diplôme Master en Hydraulique option Hydraulique Urbain _Univ Tlemcen.
- [18] <http://hydrauliqueformation.blogspot.com/2013/01/systeme-mixte-pseudo-separatif.html>

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [19] https://m.facebook.com/676936769085433/photos/a.679543262158117/1442268085885627/?type=3&source=48&_tn_ =EH-R
- [20] <http://hydrauliqueformation.blogspot.com/2013/03/les-ouvrages-dassainissement.html>
- [21] <https://www.sabspa.com/fr/systemes-de-collection-des-eaux-pluviales-avec-caniveau-de-drainage/>
- [22] <https://www.futura-sciences.com/maison/definitions/maison-regard-10885/>
- [23] <http://hydrauliqueformation.blogspot.com/2013/03/les-ouvrages-normaux.html#more>
- [24] <https://www.franceenvironnement.com/sous-rubrique/deversoir-orage>
- [25] <http://hydrauliqueformation.blogspot.com/2013/07/deversoir-dorage.html>
- [26] <https://www.wavin.com/fr-be/catalog/eaux-de-pluie/eaux-de-ruissellement/avaloirs-de-chaussee>
- [27] <https://www.wavin.com/fr-fr/catalog/assainissement/inspection-et-visite/tabourets-de-branchement>
- [28] <https://www.batiproduits.com/liste/produits/regards-et-boites-de-branchement-o8913.html>
- [29] https://fr.wikipedia.org/wiki/Station_de_relevage
- [30] <http://shop04004.hdisadjdkh.ru/content?c=installation%20pompe%20de%20relevage&id=12>
- [31] [http://wikhydro.developpementdurable.gouv.fr/index.php/Siphon_\(HU\)#:~:text=Les%20siphons%20sont%20principalement%20utilis%C3%A9s,en%20siphon%20sous%20un%20obstacle.](http://wikhydro.developpementdurable.gouv.fr/index.php/Siphon_(HU)#:~:text=Les%20siphons%20sont%20principalement%20utilis%C3%A9s,en%20siphon%20sous%20un%20obstacle.)
- [32] <https://www.futura-sciences.com>.
- [33] <http://hydrauliqueformation.blogspot.com/2013/03/canalisation.html>
- [34] <https://www.ebay.fr/itm/171773224604>
- [35] KERLOC'H Bruno (C.E.T.E. NORD - PICARDIE) et MAELSTAF Damien (DDE 80) « Le dimensionnement Des réseaux D'assainissement des Agglomérations » PDF.
- [36] <https://methodes.pressbooks.com/chapter/analyse-preliminaire-des-risques/#:~:text=L'analyse%20pr%C3%A9liminaire%20des%20risques,la%20conception%20d'un%20syst%C3%A8me.>
- [37] Catherine TRIANTAFILLOU (1987) « La Dégradation Et La Réhabilitation Des Réseaux D'assainissement France - Angleterre - Etats-Unis » l'obtention du diplôme de

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

DOCTORAT DE L'ENPC Spécialité : Sciences et Techniques de l'environnement_ L'école Nationale Des Ponts Et Chaussées.

[38] http://premeshyd.fr/Diagnostic-de-Reseau.html?id_document=32

[39] KHALFALLAH & SIFOUANE (2018) « Modélisation de dysfonctionnement d'un réseaux d'assainissement de la Ville de JIJEL » Mémoire fin d'étude diplôme Master en Hydraulique option Hydraulique Urbaine (HU) _Univ Jijel.

[40] ILHAM ENNAOURI (2010) « Modélisation De La Dégradation Hydraulique Et Structurale Des Réseaux Sanitaires Et Pluviaux » Mémoire Présenté En Vue De L'obtention Du Diplôme De Maîtrise Ès Sciences Appliquées (Génie Civil) _Université De Montréal.

[41] Benoit Grondin & Marie-Élaine Desbiens (2012) « Réseaux D'égouts Pathologies, Diagnostics Et Interventions » PDF

[42] <https://nuflow.be/fr/oplossingen/waterleidingen-herstellen/>

[43] Jean-Marc BERLAND (2004) « Réhabilitation Des Réseaux D'assainissement En Zone Rurale » Document Technique _PDF.

[44] <https://www.techniques-ingenieur.fr/>

[45] <https://charoueau.fr/actualites/default-etancheite-canalisation-graves-consequences>

[46] <https://www.revue-ein.com/article/reseaux-d-assainissement-reparer-rehabiliter-replacer>

[47] TOURNEUR (2017) « Info Flash de Stres » PDF

[48] <https://www.siarnc.fr/travaux-de-rehabilitation-et-remplacement-rue-de-la-tuilerie-a-saulx-marchais>

[49] <https://www.rioconsult.be/fr/toepassingen/drukleidingen/chemisage>

[50] <http://www.axeo-tp.fr/eau-potable-techniques-speciales/eclatement-de-conduites>

[51] <https://www.constructioncayola.com/reseaux/article/2017/07/07/113463/microtunnelier-record-tir-courbe>

[52] <http://www.s-t.fr/index.php/metiers/forage-dirige>

[52] https://www.preventionbtp.fr/ressources/focus/exploitation-et-entretien-des-reseaux-d-assainissement-comment-preserver-la-sante-et-la-securite-des-egoutiers_ue3bK5fikK5qgbc5sQaQF9

[54] <https://www.xlstat.com>

[55] Saaty. T. S, 1999/2000, The analytic hierarchy process for decisions in a complex world. Edition: 322mervis hall-university of Pittsburgh].

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[56] ONA

[57] <https://www.vitamedz.com/fr/Algerie/mosquee-derb-al-kadi-a-tlemcen-27350-Photos-0-288-1.html>

[58] G.Aubert et A.Monjauze._ Observassions sur quelques sols de l'Oranie Nord_Occidents
_Influence du déboisement, de l'Erosion, sur leur évolution.

ANNEXE 01 FICHES TECHNIQUES DES POINTS NOIRS

CAS : Terrain Arrafi, Boudghène

DATE : 20 mars 2022

OPERATEUR : Benbachir Rajae

N°	Facteurs	Détails	Données Du Cas
1	Age De La Conduite	Age A Partir De La Mise En Pose.	51 à 60 ans
2	Type De Matériau	Béton, PVC, Amiante Ciment, Polyéthylène, Fonte.	Pierre
D	Diamètre De La Conduite	Diamètre Intérieur Du Conduit.	250 A 300 Mm
4	Forme Géométrique	Circulaire, Ovoïdale.	Ovoïdale
5	Nature De Sol	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif.	Agressif
6	Charge De Trafic	Élevée, Moyenne Ou Faible.	Faible
7	Profondeur De Pose	Suffisante Ou Insuffisante	Insuffisante
8	Niveau De La Nappe	Élevé, Moyen Ou Faible	Moyen
9	Type D'effluent (Déchet Urbain)	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif	Moyennement Agressif
10	Défaut De Structure	Défauts De Joint, Fracture, Déformation, Trou, Cassure Ou Effondrement.	Effondrement.
11	Défaut Opérationnel	Racine, Encroutement, Débris Ou Obstruction	Obstruction
12	Capacité Hydraulique Maximale	Suffisante Ou Insuffisante	Suffisante
13	Exfiltration	Élevée, Moyenne Ou Faible.	Faible
14	Infiltration	Trace, Suintement, Goutte A Goutte, Continue Ou Sous Pression	Continu
15	Mise En Charge	Ecoulement A Surface Libre, Différence Entre Hauteur D'enfouissement Et Hauteur D'eau < Ou >=1.5 M	Conduite avec écoulement à surface libre

ANNEXE 01 FICHES TECHNIQUES DES POINTS NOIRS

CAS : Ars Eddidou, Centre-ville

DATE : 20 mars 2022

OPERATEUR : Benbachir Rajae

N°	Facteurs	Détails	Données Du Cas
1	Age De La Conduite	Age A Partir De La Mise En Pose.	41 à 50
2	Type De Matériau	Béton, PVC, Amiante Ciment, Polyéthylène, Fonte.	CAO Béton
D	Diamètre De La Conduite	Diamètre Intérieur Du Conduit.	<=200 mm
4	Forme Géométrique	Circulaire, Ovoïdale.	Circulaire
5	Nature De Sol	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif.	Moyennement
6	Charge De Trafic	Élevée, Moyenne Ou Faible.	faible
7	Profondeur De Pose	Suffisante Ou Insuffisante	<1.5 m
8	Niveau De La Nappe	Élevé, Moyen Ou Faible	Moyen
9	Type D'effluent (Déchet Urbain)	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif	Moyennement agressif
10	Défaut De Structure	Défauts De Joint, Fracture, Déformation, Trou, Cassure Ou Effondrement.	Effondrement
11	Défaut Opérationnel	Racine, Encrouement, Débris Ou Obstruction	Obstruction
12	Capacité Hydraulique Maximale	Suffisante Ou Insuffisante	Insuffisante
13	Exfiltration	Élevée, Moyenne Ou Faible.	Elevée
14	Infiltration	Trace, Suintement, Goutte A Goutte, Continue Ou Sous Pression	Continu
15	Mise En Charge	Ecoulement A Surface Libre, Différence Entre Hauteur D'enfouissement Et Hauteur D'eau < Ou >=1.5 M	H enfouissement-H eau < 1,5 m

ANNEXE 01 FICHES TECHNIQUES DES POINTS NOIRS

CAS : Derb Sidi El Yeddoune, El Medress, centre-ville

DATE : 20 mars 2022

OPERATEUR : Benbachir Rajae

N°	Facteurs	Détails	Données Du Cas
1	Age De La Conduite	Age A Partir De La Mise En Pose.	>90 ans
2	Type De Matériau	Béton, PVC, Amiante Ciment, Polyéthylène, Fonte.	Pierre
D	Diamètre De La Conduite	Diamètre Intérieur Du Conduit.	250 A 300 Mm
4	Forme Géométrique	Circulaire, Ovoïdale.	Ovoïdale
5	Nature De Sol	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif.	Moyennement Agressif
6	Charge De Trafic	Élevée, Moyenne Ou Faible.	faible
7	Profondeur De Pose	Suffisante Ou Insuffisante	<1.5 m
8	Niveau De La Nappe	Élevé, Moyen Ou Faible	Moyen
9	Type D'effluent (Déchet Urbain)	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif	Moyennement agressif
10	Défaut De Structure	Défauts De Joint, Fracture, Déformation, Trou, Cassure Ou Effondrement.	Effondrement
11	Défaut Opérationnel	Racine, Encroutement, Débris Ou Obstruction	Obstruction
12	Capacité Hydraulique Maximale	Suffisante Ou Insuffisante	Suffisante
13	Exfiltration	Élevée, Moyenne Ou Faible.	Faible
14	Infiltration	Trace, Suintement, Goutte A Goutte, Continue Ou Sous Pression	Trace
15	Mise En Charge	Ecoulement A Surface Libre, Différence Entre Hauteur D'enfouissement Et Hauteur D'eau < Ou >=1.5 M	H enfouissement-H eau < 1,5 m

ANNEXE 01 FICHES TECHNIQUES DES POINTS NOIRS

CAS : Hai Zitoune, Kiffane Tlemcen

DATE : 21 mars 2022

OPERATEUR : Benbachir Rajae

N°	Facteurs	Détails	Données Du Cas
1	Age De La Conduite	Age A Partir De La Mise En Pose.	61 à 70 ans
2	Type De Matériau	Béton, PVC, Amiante Ciment, Polyéthylène, Fonte.	Amiante Ciment
D	Diamètre De La Conduite	Diamètre Intérieur Du Conduit.	200 A 250 mm
4	Forme Géométrique	Circulaire, Ovoïdale.	Circulaire
5	Nature De Sol	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif.	Moyennement Agressif
6	Charge De Trafic	Élevée, Moyenne Ou Faible.	Faible
7	Profondeur De Pose	Suffisante Ou Insuffisante	<1.5 m
8	Niveau De La Nappe	Élevé, Moyen Ou Faible	Moyen
9	Type D'effluent (Déchet Urbain)	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif	Moyennement agressif
10	Défaut De Structure	Défauts De Joint, Fracture, Déformation, Trou, Cassure Ou Effondrement.	Cassure
11	Défaut Opérationnel	Racine, Encroutement, Débris Ou Obstruction	Encroutement
12	Capacité Hydraulique Maximale	Suffisante Ou Insuffisante	Suffisante
13	Exfiltration	Élevée, Moyenne Ou Faible.	Faible
14	Infiltration	Trace, Suintement, Goutte A Goutte, Continue Ou Sous Pression	Suintement
15	Mise En Charge	Ecoulement A Surface Libre, Différence Entre Hauteur D'enfouissement Et Hauteur D'eau < Ou >=1.5 M	Conduite avec écoulement à surface libre

ANNEXE 01 FICHES TECHNIQUES DES POINTS NOIRS

CAS : Cité 45 logt (Hai Nasr Abou Tachfine)

DATE : 21 mars 2022

OPERATEUR : Benbachir Rajae

N°	Facteurs	Détails	Données Du Cas
1	Age De La Conduite	Age A Partir De La Mise En Pose.	31 à 40 ans
2	Type De Matériau	Béton, PVC, Amiante Ciment, Polyéthylène, Fonte.	Cao Béton
D	Diamètre De La Conduite	Diamètre Intérieur Du Conduit.	>300 mm
4	Forme Géométrique	Circulaire, Ovoïdale.	Circulaire
5	Nature De Sol	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif.	Moyennement Agressif
6	Charge De Trafic	Élevée, Moyenne Ou Faible.	Moyen
7	Profondeur De Pose	Suffisante Ou Insuffisante	<1.5 m
8	Niveau De La Nappe	Élevé, Moyen Ou Faible	Moyen
9	Type D'effluent (Déchet Urbain)	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif	Moyennement agressif
10	Défaut De Structure	Défauts De Joint, Fracture, Déformation, Trou, Cassure Ou Effondrement.	Défaut de joint
11	Défaut Opérationnel	Racine, Encrouement, Débris Ou Obstruction	Obstruction
12	Capacité Hydraulique Maximale	Suffisante Ou Insuffisante	Insuffisante
13	Exfiltration	Élevée, Moyenne Ou Faible.	Elevée
14	Infiltration	Trace, Suintement, Goutte A Goutte, Continue Ou Sous Pression	Continue
15	Mise En Charge	Ecoulement A Surface Libre, Différence Entre Hauteur D'enfouissement Et Hauteur D'eau < Ou >=1.5 M	H enfouissement-H eau < 1,5 m

ANNEXE 01 FICHES TECHNIQUES DES POINTS NOIRS

CAS : Abou Tachfine à côté du restaurant El Firdaousse

DATE : 21 mars 2022

OPERATEUR : Benbachir Rajae

N°	Facteurs	Détails	Données Du Cas
1	Age De La Conduite	Age A Partir De La Mise En Pose.	61 à 70 ans
2	Type De Matériau	Béton, PVC, Amiante Ciment, Polyéthylène, Fonte.	Cao Béton
D	Diamètre De La Conduite	Diamètre Intérieur Du Conduit.	200 à 250 mm
4	Forme Géométrique	Circulaire, Ovoïdale.	Circulaire
5	Nature De Sol	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif.	Moyennement Agressif
6	Charge De Trafic	Élevée, Moyenne Ou Faible.	Moyen
7	Profondeur De Pose	Suffisante Ou Insuffisante	<1.5 m
8	Niveau De La Nappe	Élevé, Moyen Ou Faible	Moyen
9	Type D'effluent (Déchet Urbain)	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif	Moyennement agressif
10	Défaut De Structure	Défauts De Joint, Fracture, Déformation, Trou, Cassure Ou Effondrement.	Cassure
11	Défaut Opérationnel	Racine, Encrouement, Débris Ou Obstruction	Obstruction
12	Capacité Hydraulique Maximale	Suffisante Ou Insuffisante	Insuffisante
13	Exfiltration	Élevée, Moyenne Ou Faible.	Elevée
14	Infiltration	Trace, Suintement, Goutte A Goutte, Continue Ou Sous Pression	Continue
15	Mise En Charge	Ecoulement A Surface Libre, Différence Entre Hauteur D'enfouissement Et Hauteur D'eau < Ou >=1.5 M	H enfouissement-H eau < 1,5 m

ANNEXE 01 FICHES TECHNIQUES DES POINTS NOIRS

CAS : Boulevard de l'ALN à côté de l'école Arbi Tbessi (escaliers)

DATE : 22 mars 2022

OPERATEUR : Benbachir Rajae

N°	Facteurs	Détails	Données Du Cas
1	Age De La Conduite	Age A Partir De La Mise En Pose.	41 à 50 ans
2	Type De Matériau	Béton, PVC, Amiante Ciment, Polyéthylène, Fonte.	Cao Béton
D	Diamètre De La Conduite	Diamètre Intérieur Du Conduit.	>300 mm
4	Forme Géométrique	Circulaire, Ovoïdale.	Circulaire
5	Nature De Sol	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif.	Moyennement Agressif
6	Charge De Trafic	Élevée, Moyenne Ou Faible.	nulle
7	Profondeur De Pose	Suffisante Ou Insuffisante	<1.5 m
8	Niveau De La Nappe	Élevé, Moyen Ou Faible	Moyen
9	Type D'effluent (Déchet Urbain)	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif	Moyennement agressif
10	Défaut De Structure	Défauts De Joint, Fracture, Déformation, Trou, Cassure Ou Effondrement.	Défaut de joint
11	Défaut Opérationnel	Racine, Encrouement, Débris Ou Obstruction	Racine
12	Capacité Hydraulique Maximale	Suffisante Ou Insuffisante	Insuffisante
13	Exfiltration	Élevée, Moyenne Ou Faible.	Elevée
14	Infiltration	Trace, Suintement, Goutte A Goutte, Continue Ou Sous Pression	Trace
15	Mise En Charge	Ecoulement A Surface Libre, Différence Entre Hauteur D'enfouissement Et Hauteur D'eau < Ou >=1.5 M	H enfouissement– H eau >1,5 m

ANNEXE 01 FICHES TECHNIQUES DES POINTS NOIRS

CAS : Bab el Hdid, derrière coté Maghreb

DATE : 22 mars 2022

OPERATEUR : Benbachir Rajae

N°	Facteurs	Détails	Données Du Cas
1	Age De La Conduite	Age A Partir De La Mise En Pose.	61 à 70 ans
2	Type De Matériau	Béton, PVC, Amiante Ciment, Polyéthylène, Fonte.	Amiante Ciment
D	Diamètre De La Conduite	Diamètre Intérieur Du Conduit.	≤ 200 mm
4	Forme Géométrique	Circulaire, Ovoïdale.	Circulaire
5	Nature De Sol	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif.	Moyennement Agressif
6	Charge De Trafic	Élevée, Moyenne Ou Faible.	Faible
7	Profondeur De Pose	Suffisante Ou Insuffisante	< 1.5 m
8	Niveau De La Nappe	Élevé, Moyen Ou Faible	Moyen
9	Type D'effluent (Déchet Urbain)	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif	Moyennement agressif
10	Défaut De Structure	Défauts De Joint, Fracture, Déformation, Trou, Cassure Ou Effondrement.	Fracture, fissuré
11	Défaut Opérationnel	Racine, Encrouement, Débris Ou Obstruction	Débris
12	Capacité Hydraulique Maximale	Suffisante Ou Insuffisante	Insuffisante
13	Exfiltration	Élevée, Moyenne Ou Faible.	Elevée
14	Infiltration	Trace, Suintement, Goutte A Goutte, Continue Ou Sous Pression	Gout à gout
15	Mise En Charge	Ecoulement A Surface Libre, Différence Entre Hauteur D'enfouissement Et Hauteur D'eau $<$ Ou ≥ 1.5 M	H enfouissement-H eau $< 1,5$ m

ANNEXE 01 FICHES TECHNIQUES DES POINTS NOIRS

CAS : Bd Guawar Houcine à coté café Arbaoui

DATE : 22 mars 2022

OPERATEUR : Benbachir Rajae

N°	Facteurs	Détails	Données Du Cas
1	Age De La Conduite	Age A Partir De La Mise En Pose.	41 à 50 ans
2	Type De Matériau	Béton, PVC, Amiante Ciment, Polyéthylène, Fonte.	Cao Béton
D	Diamètre De La Conduite	Diamètre Intérieur Du Conduit.	>300 mm
4	Forme Géométrique	Circulaire, Ovoïdale.	Circulaire
5	Nature De Sol	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif.	Moyennement Agressif
6	Charge De Trafic	Élevée, Moyenne Ou Faible.	nulle
7	Profondeur De Pose	Suffisante Ou Insuffisante	<1.5 m
8	Niveau De La Nappe	Élevé, Moyen Ou Faible	Moyen
9	Type D'effluent (Déchet Urbain)	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif	Moyennement agressif
10	Défaut De Structure	Défauts De Joint, Fracture, Déformation, Trou, Cassure Ou Effondrement.	Défaut de joint
11	Défaut Opérationnel	Racine, Encrouement, Débris Ou Obstruction	Racine
12	Capacité Hydraulique Maximale	Suffisante Ou Insuffisante	Insuffisante
13	Exfiltration	Élevée, Moyenne Ou Faible.	Elevée
14	Infiltration	Trace, Suintement, Goutte A Goutte, Continue Ou Sous Pression	Trace
15	Mise En Charge	Ecoulement A Surface Libre, Différence Entre Hauteur D'enfouissement Et Hauteur D'eau < Ou >=1.5 M	H enfouissement– H eau >1,5 m

ANNEXE 01 FICHES TECHNIQUES DES POINTS NOIRS

CAS : Derb Harete El Rmel, Tahtaha, centre-ville

DATE : 22 mars 2022

OPERATEUR : Benbachir Rajae

N°	Facteurs	Détails	Données Du Cas
1	Age De La Conduite	Age A Partir De La Mise En Pose.	>90 ans
2	Type De Matériau	Béton, PVC, Amiante Ciment, Polyéthylène, Fonte.	Pierre
D	Diamètre De La Conduite	Diamètre Intérieur Du Conduit.	<=200 mm
4	Forme Géométrique	Circulaire, Ovoïdale.	Ovoïdal
5	Nature De Sol	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif.	Moyennement Agressif
6	Charge De Trafic	Élevée, Moyenne Ou Faible.	Faible
7	Profondeur De Pose	Suffisante Ou Insuffisante	<1.5 m
8	Niveau De La Nappe	Élevé, Moyen Ou Faible	Moyen
9	Type D'effluent (Déchet Urbain)	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif	Moyennement agressif
10	Défaut De Structure	Défauts De Joint, Fracture, Déformation, Trou, Cassure Ou Effondrement.	Effondrement
11	Défaut Opérationnel	Racine, Encrouement, Débris Ou Obstruction	Obstruction
12	Capacité Hydraulique Maximale	Suffisante Ou Insuffisante	Insuffisante
13	Exfiltration	Élevée, Moyenne Ou Faible.	Elevée
14	Infiltration	Trace, Suintement, Goutte A Goutte, Continue Ou Sous Pression	Continue
15	Mise En Charge	Ecoulement A Surface Libre, Différence Entre Hauteur D'enfouissement Et Hauteur D'eau < Ou >=1.5 M	H enfouissement-H eau < 1,5 m

ANNEXE 01 FICHES TECHNIQUES DES POINTS NOIRS

CCAS : Route de Chetouane, en face de la SOITEX

DATE : 23 mars 2022

OPERATEUR : Benbachir Rajae

N°	Facteurs	Détails	Données Du Cas
1	Age De La Conduite	Age A Partir De La Mise En Pose.	61 à 70 ans
2	Type De Matériau	Béton, PVC, Amiante Ciment, Polyéthylène, Fonte.	CAO Béton
D	Diamètre De La Conduite	Diamètre Intérieur Du Conduit.	>300 mm
4	Forme Géométrique	Circulaire, Ovoïdale.	Circulaire
5	Nature De Sol	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif.	Moyennement Agressif
6	Charge De Trafic	Élevée, Moyenne Ou Faible.	Élevée
7	Profondeur De Pose	Suffisante Ou Insuffisante	<1.5 m
8	Niveau De La Nappe	Élevé, Moyen Ou Faible	Moyen
9	Type D'effluent (Déchet Urbain)	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif	Trop Agressif
10	Défaut De Structure	Défauts De Joint, Fracture, Déformation, Trou, Cassure Ou Effondrement.	Déformation
11	Défaut Opérationnel	Racine, Encrouement, Débris Ou Obstruction	Encrouement
12	Capacité Hydraulique Maximale	Suffisante Ou Insuffisante	Insuffisante
13	Exfiltration	Élevée, Moyenne Ou Faible.	Elevée
14	Infiltration	Trace, Suintement, Goutte A Goutte, Continue Ou Sous Pression	Trace
15	Mise En Charge	Ecoulement A Surface Libre, Différence Entre Hauteur D'enfouissement Et Hauteur D'eau < Ou >=1.5 M	H enfouissement-H eau >1,5 m

ANNEXE 01 FICHES TECHNIQUES DES POINTS NOIRS

CAS : Terrain Azouni Feddan Sbaa

DATE : 24 mars 2022

OPERATEUR : Benbachir Rajae

N°	Facteurs	Détails	Données Du Cas
1	Age De La Conduite	Age A Partir De La Mise En Pose.	51 à 60ans
2	Type De Matériau	Béton, PVC, Amiante Ciment, Polyéthylène, Fonte.	CAO Béton
D	Diamètre De La Conduite	Diamètre Intérieur Du Conduit.	250 à 300 mm
4	Forme Géométrique	Circulaire, Ovoïdale.	Circulaire
5	Nature De Sol	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif.	Moyennement Agressif
6	Charge De Trafic	Élevée, Moyenne Ou Faible.	Moyenne
7	Profondeur De Pose	Suffisante Ou Insuffisante	<1.5 m
8	Niveau De La Nappe	Élevé, Moyen Ou Faible	Moyen
9	Type D'effluent (Déchet Urbain)	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif	Moyennement Agressif
10	Défaut De Structure	Défauts De Joint, Fracture, Déformation, Trou, Cassure Ou Effondrement.	Défaut de joint
11	Défaut Opérationnel	Racine, Encroutement, Débris Ou Obstruction	Encroutement
12	Capacité Hydraulique Maximale	Suffisante Ou Insuffisante	Insuffisante
13	Exfiltration	Élevée, Moyenne Ou Faible.	Elevée
14	Infiltration	Trace, Suintement, Goutte A Goutte, Continue Ou Sous Pression	Trace
15	Mise En Charge	Ecoulement A Surface Libre, Différence Entre Hauteur D'enfouissement Et Hauteur D'eau < Ou >=1.5 M	H enfouissement-H eau < 1,5 m

ANNEXE 01 FICHES TECHNIQUES DES POINTS NOIRS

CAS : Abou Tachfine, Hai Boudiaf

DATE : 24 mars 2022

OPERATEUR : Benbachir Rajae

N°	Facteurs	Détails	Données Du Cas
1	Age De La Conduite	Age A Partir De La Mise En Pose.	71 à 80 ans
2	Type De Matériau	Béton, PVC, Amiante Ciment, Polyéthylène, Fonte.	CAO Béton
D	Diamètre De La Conduite	Diamètre Intérieur Du Conduit.	250 à 300 mm
4	Forme Géométrique	Circulaire, Ovoïdale.	Circulaire
5	Nature De Sol	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif.	Moyennement Agressif
6	Charge De Trafic	Élevée, Moyenne Ou Faible.	Moyenne
7	Profondeur De Pose	Suffisante Ou Insuffisante	<1.5 m
8	Niveau De La Nappe	Élevé, Moyen Ou Faible	Moyen
9	Type D'effluent (Déchet Urbain)	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif	Moyennement Agressif
10	Défaut De Structure	Défauts De Joint, Fracture, Déformation, Trou, Cassure Ou Effondrement.	Trou
11	Défaut Opérationnel	Racine, Encrouement, Débris Ou Obstruction	Obstruction
12	Capacité Hydraulique Maximale	Suffisante Ou Insuffisante	Insuffisante
13	Exfiltration	Élevée, Moyenne Ou Faible.	Elevée
14	Infiltration	Trace, Suintement, Goutte A Goutte, Continue Ou Sous Pression	Continue
15	Mise En Charge	Ecoulement A Surface Libre, Différence Entre Hauteur D'enfouissement Et Hauteur D'eau < Ou >=1.5 M	H enfouissement-H eau < 1,5 m

ANNEXE 01 FICHES TECHNIQUES DES POINTS NOIRS

CAS : Boudghène, Bten el Kalb

DATE : 24 mars 2022

OPERATEUR : Benbachir Rajae

N°	Facteurs	Détails	Données Du Cas
1	Age De La Conduite	Age A Partir De La Mise En Pose.	81 à 90 ans
2	Type De Matériau	Béton, PVC, Amiante Ciment, Polyéthylène, Fonte.	CAO Béton
D	Diamètre De La Conduite	Diamètre Intérieur Du Conduit.	250 à 300
4	Forme Géométrique	Circulaire, Ovoïdale.	Circulaire
5	Nature De Sol	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif.	Très Agressif
6	Charge De Trafic	Élevée, Moyenne Ou Faible.	Moyenne
7	Profondeur De Pose	Suffisante Ou Insuffisante	<1.5 m
8	Niveau De La Nappe	Élevé, Moyen Ou Faible	Moyen
9	Type D'effluent (Déchet Urbain)	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif	Moyennement Agressif
10	Défaut De Structure	Défauts De Joint, Fracture, Déformation, Trou, Cassure Ou Effondrement.	Cassure
11	Défaut Opérationnel	Racine, Encrouement, Débris Ou Obstruction	Encrouement
12	Capacité Hydraulique Maximale	Suffisante Ou Insuffisante	Suffisante
13	Exfiltration	Élevée, Moyenne Ou Faible.	Faible
14	Infiltration	Trace, Suintement, Goutte A Goutte, Continue Ou Sous Pression	Continue
15	Mise En Charge	Ecoulement A Surface Libre, Différence Entre Hauteur D'enfouissement Et Hauteur D'eau < Ou >=1.5 M	Conduite avec écoulement libre

ANNEXE 01 FICHES TECHNIQUES DES POINTS NOIRS

CAS : Boudghène, Houmet Roussf

DATE : 24 mars 2022

OPERATEUR : Benbachir Rajae

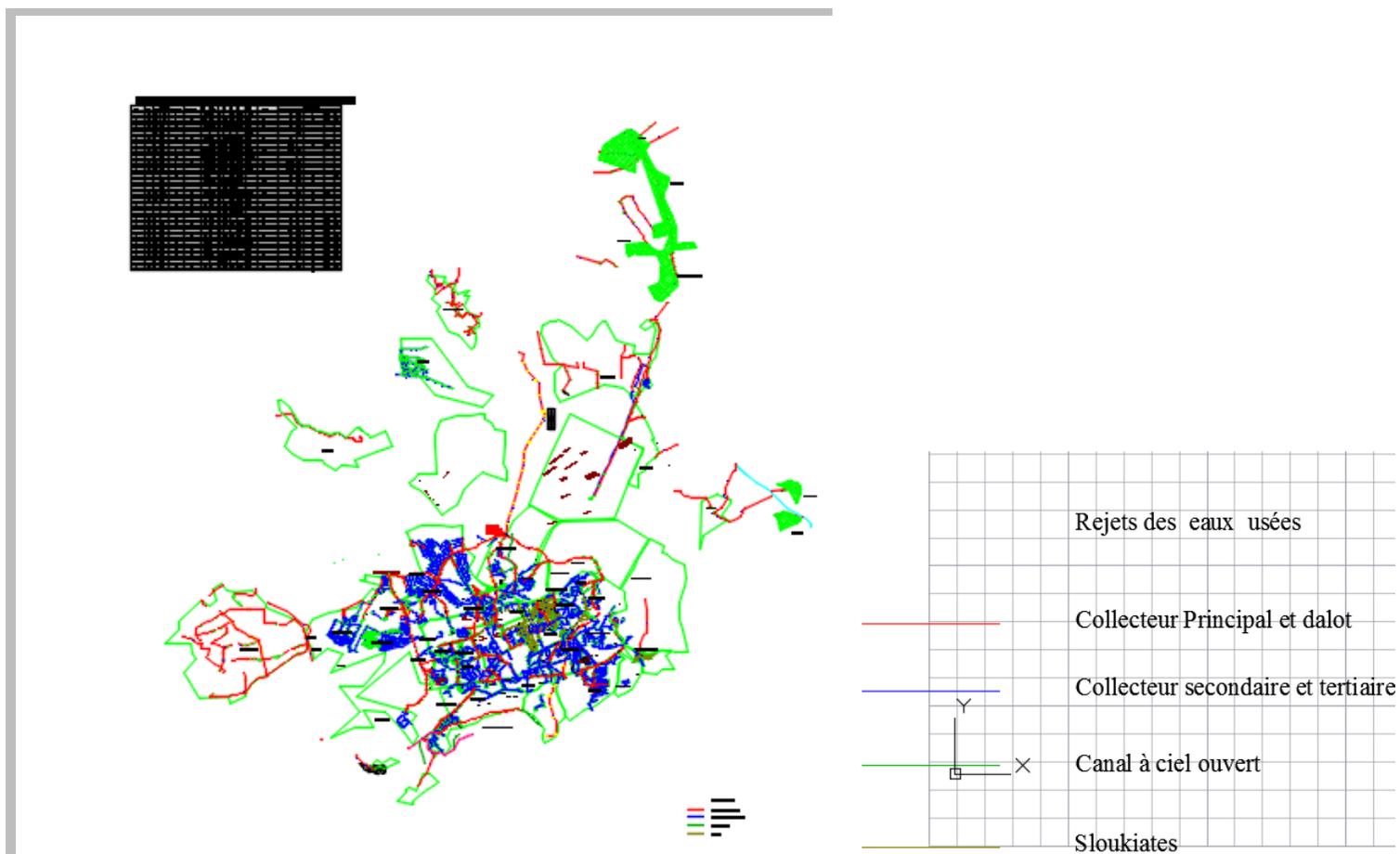
N°	Facteurs	Détails	Données Du Cas
1	Age De La Conduite	Age A Partir De La Mise En Pose.	81 à 90 ans
2	Type De Matériau	Béton, PVC, Amiante Ciment, Polyéthylène, Fonte.	CAO Béton
D	Diamètre De La Conduite	Diamètre Intérieur Du Conduit.	<=200 mm
4	Forme Géométrique	Circulaire, Ovoïdale.	Circulaire
5	Nature De Sol	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif.	Très Agressif
6	Charge De Trafic	Élevée, Moyenne Ou Faible.	Moyenne
7	Profondeur De Pose	Suffisante Ou Insuffisante	<1.5 m
8	Niveau De La Nappe	Élevé, Moyen Ou Faible	Moyen
9	Type D'effluent (Déchet Urbain)	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif	Moyennement Agressif
10	Défaut De Structure	Défauts De Joint, Fracture, Déformation, Trou, Cassure Ou Effondrement.	Cassure
11	Défaut Opérationnel	Racine, Encrouement, Débris Ou Obstruction	Encrouement
12	Capacité Hydraulique Maximale	Suffisante Ou Insuffisante	Insuffisante
13	Exfiltration	Élevée, Moyenne Ou Faible.	Elevée
14	Infiltration	Trace, Suintement, Goutte A Goutte, Continue Ou Sous Pression	Continue
15	Mise En Charge	Ecoulement A Surface Libre, Différence Entre Hauteur D'enfouissement Et Hauteur D'eau < Ou >=1.5 M	H enfouissement-H eau < 1,5 m

ANNEXE 01 FICHES TECHNIQUES DES POINTS NOIRS

CAS : Derb Moulay Tayeb « Djoutia Sghira », centre-ville
 DATE : 20 mars 2022
 OPERATEUR : Benbachir Rajae

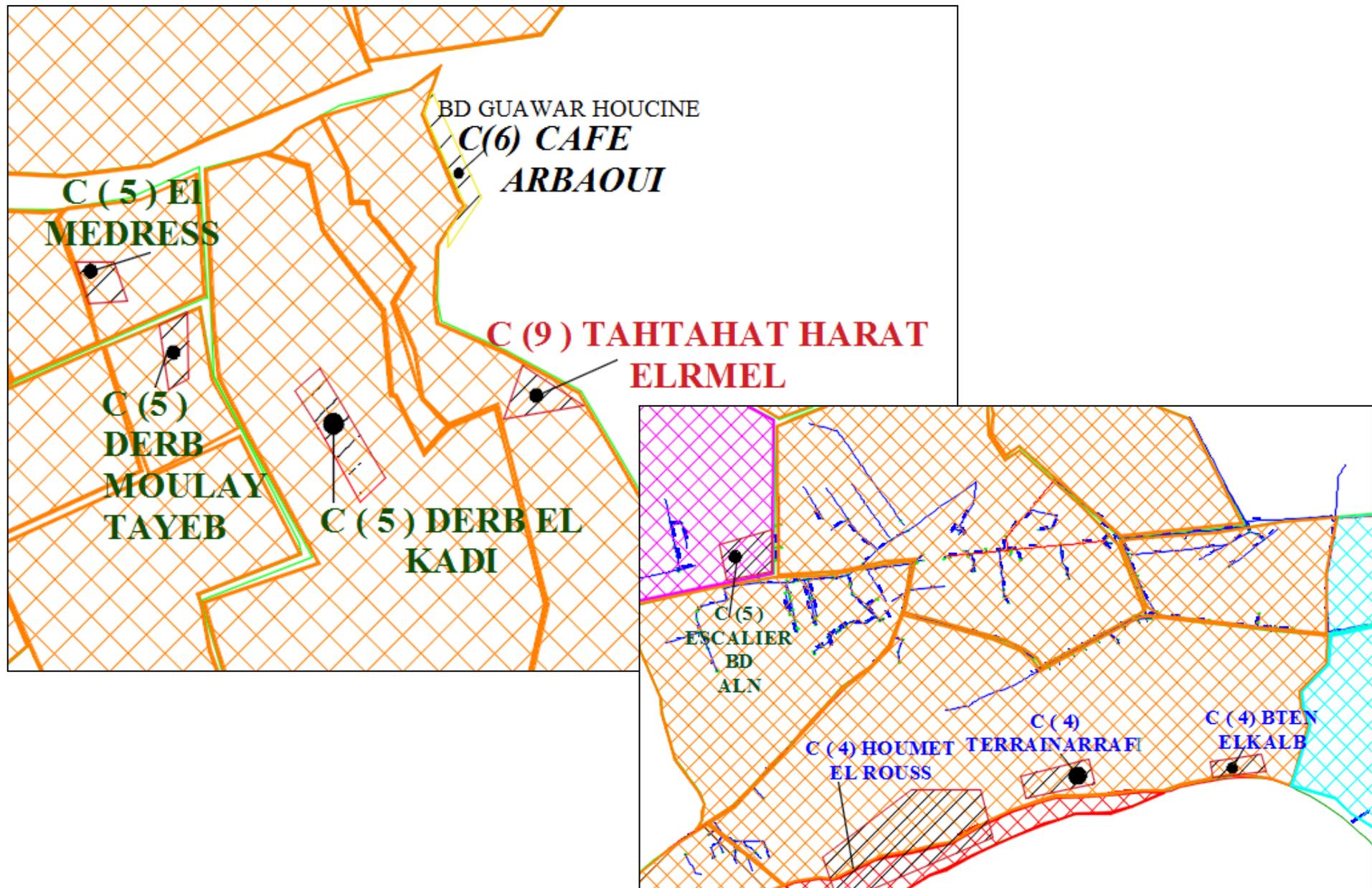
N°	Facteurs	Détails	Données Du Cas
1	Age De La Conduite	Age A Partir De La Mise En Pose.	>90 ans
2	Type De Matériau	Béton, PVC, Amiante Ciment, Polyéthylène, Fonte.	Pierre
D	Diamètre De La Conduite	Diamètre Intérieur Du Conduit.	250 à 300 mm
4	Forme Géométrique	Circulaire, Ovoïdale.	Ovoïdale.
5	Nature De Sol	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif.	Moyennement Agressif
6	Charge De Trafic	Élevée, Moyenne Ou Faible.	Faible
7	Profondeur De Pose	Suffisante Ou Insuffisante	<1.5 m
8	Niveau De La Nappe	Élevé, Moyen Ou Faible	Moyen
9	Type D'effluent (Déchet Urbain)	Très Agressif, Agressif, Moyennement Ou Non Agressif	Moyennement Agressif
10	Défaut De Structure	Défauts De Joint, Fracture, Déformation, Trou, Cassure Ou Effondrement.	Effondrement
11	Défaut Opérationnel	Racine, Encrouement, Débris Ou Obstruction	Obstruction
12	Capacité Hydraulique Maximale	Suffisante Ou Insuffisante	Suffisante
13	Exfiltration	Élevée, Moyenne Ou Faible.	Faible
14	Infiltration	Trace, Suintement, Goutte A Goutte, Continue Ou Sous Pression	Trace
15	Mise En Charge	Ecoulement A Surface Libre, Différence Entre Hauteur D'enfouissement Et Hauteur D'eau < Ou >=1.5 M	Conduite avec écoulement libre

ANNEXE 02 PLAN D'ASSANISSEMENT DE LA VILLE DE TLEMCCEN





ANNEXE 03 LA MODELISATION SUR AUTO CAD



ANNEXE 03 LA MODELISATION SUR AUTO CAD

