



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

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
DEPARTEMENT D'HYDRAULIQUE

Projet de fin d'études

Pour l'obtention du titre d'ingénieur d'Etat en hydraulique

THEME

**Exploitation des inspections télévisées des réseaux
d'assainissement :
mise au point d'un outil de valorisation des résultats**

Présenté par :

M^{lle} Kamélia Abir BOUSSAFEUR

Dirigé par :

M. Nabil KECHAR SEAAL

Mme. Mathilde Le ROUX SEAAL

Dr. Abdelmalek BERMAD ENP

Année universitaire : 2009 - 2010

Remerciements

Je tiens à remercier, en premier lieu, mon enseignant et coencadreur Abdelmalek BERMAD de l'ENP qui m'a orientée vers la SEAAL pour mon stage de fin d'études. Ensuite, je souhaite remercier particulièrement Jean Marc PATISSOUT qui a bien voulu m'accueillir à la SEAAL.

Je remercie Mathilde Le ROUX de m'avoir proposé ce thème, de m'avoir suivie tout au long de mon travail et de m'avoir aidée notamment pour la programmation en VBA. Ses remarques et critiques durant les après-midis de travail qu'elle m'a consacrées m'ont été d'une aide précieuse. Un grand merci également à mon maître de stage, Nabil KECHAR qui a su me transmettre toute son expérience du métier visite du réseau. Pour ses encouragements, sa bonne humeur et son encadrement pour toute la partie pratique de ce travail.

Mes remerciements vont ensuite aux agents et employés de la SEAAL pour leur disponibilité et conseils. Je cite :

Hamid HIMENE pour toutes ses explications concernant le Diagnostic Rapide.

Nabila TAIR et Hadjila NACER-BEY de l'équipe du Système d'Information Géographique. Lyes TOUZOUTI et Amar ALIOUI de l'équipe de visite d'encrassement. Lyes CHENANE et Mahfoud HADJADJI de l'IVP, ainsi que Rabah Rafik IGHIL MELLAH. Les agents d'ITV : Nacer ZIANE, Djamel MEGARBA, Toufik BRAHITI et Merouane BESSOU. L'ingénieur topographe Mohamed LOUAIFI, l'ingénieur hydraulicien Abdelkrim BOUKHARI.

Les experts qui ont bien voulu m'aider afin de mettre au point le système expert pour la notation des tronçons inspectés : Bernard BORDENAVE, Marc GALIANO, Nabil KECHAR, Mourad OUZZANE, Mathilde Le ROUX et Malek SIAHMED.

Je remercie à nouveau Marc GALIANO pour tous les documents qu'il a mis en ma disposition et Malek SIAHMED pour la journée qu'il m'a consacrée afin de m'expliquer les étapes de renouvellement des tronçons et l'organisation de chantier.

Je tiens également à remercier Abdesslam ZERHOUNI qui m'a fait visiter les chantiers de renouvellement.

Je remercie également Nassima OUILEM pour la documentation concernant le DiagRap.

Je remercie aussi les personnes externes qui m'ont fait découvrir la réalisation des travaux : Mohamed BOUKARA de l'entreprise MAHROUSA rencontré sur le chantier de Sidi Mousa. SENIANI gérant de l'entreprise Hydroprof travaillant sur le chantier d'Eucalyptus.

Une pensée émue et un grand merci à Mohamed Yacine LAMOUDI pour m'avoir initiée à la programmation en VBA sous Excel et pour toutes ses réflexions sur le sujet.

Et enfin, je remercie les membres du jury qui ont bien voulu évaluer le travail de fin d'études présenté dans ce mémoire.

الملخص

من أجل تحسين تسيير شبكة تطهير المياه المستعملة لولاية الجزائر يجب على شركة سيال التزود ببرنامج معلوماتي لتقييم تفتيش القنوات بالكاميرا. تقترح هذه المذكرة منهجية لتنقيط قنوات هذه الشبكة لتنظيم أعمال الترميم. هي عبارة عن أداة لدعم اتخاذ القرارات مبرمجة بـ VBA Excel وقائمة على آراء الخبراء.

الكلمات المفتاحية: تفتيش القنوات بالكاميرا، أداة تشخيص العيوب، شبكة تطهير المياه المستعملة.

Résumé

Afin d'améliorer la gestion du réseau d'assainissement de la wilaya d'Alger, la Société des Eaux et de l'Assainissement de la wilaya d'Alger (SEAAL) doit se doter d'un outil de valorisation des ITV. Ce mémoire propose une méthodologie pour la notation des tronçons de ce réseau afin de hiérarchiser les travaux de réhabilitation. Il s'agit d'un outil d'aide à la décision programmé en VBA sous Excel basé sur avis d'experts.

Mots clés : Inspection TéléVisuelle (ITV), outil de diagnostic, réseau d'assainissement.

Abstract:

In order to improve Algiers sewer networks management, the company SEAAL needs a tool for evaluating closed circuit television sewer inspection reports. This work suggests a methodology for ranking sewer mains in order to prioritize their rehabilitation. It is a decision making tool programmed in VBA Excel based on expert judgments.

Key words: closed circuit television sewer inspection, assessment tool, sewer networks.

Sommaire

Liste des figures	7
Liste des tableaux	8
Liste des acronymes	8
Introduction générale.....	9
Chapitre I Présentation de l'organisme d'accueil et du sujet de stage.....	11
I.1 Introduction :	11
I.2 Organisation :	11
I.2.1 Missions :	12
I.2.2 Chiffres clés :	12
I.2.3 Direction Assainissement :.....	12
I.3 Le contrat avec SUEZ Environnement :.....	14
I.3.1 Objectifs du contrat :.....	14
I.3.2 Contexte financier et moyens du contrat :.....	14
I.3.3 Transfert de Savoir-Faire (TSF) :.....	14
I.4 Contexte du travail à réaliser :.....	16
I.4.1 Objectif de l'étude :.....	16
I.4.2 Démarche de l'étude :.....	16
I.5 Conclusion :.....	18
II. Chapitre II Gestion et maintenance des réseaux d'assainissement urbain.....	19
II.1 Introduction :	19
II.2 Gestion des réseaux d'assainissement:	19
II.2.1 Gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement.....	19
II.2.2 Outils d'aide à la décision en assainissement :	20
II.3 Entretien et maintenance des réseaux d'assainissement.....	20
II.3.1 Connaissances sur la dégradation des tronçons.....	20
II.3.2 Entretien des réseaux d'assainissement :.....	22

II.3.3	<i>Auscultation des réseaux d'assainissement</i> :	24
II.3.4	<i>Réhabilitation des réseaux d'assainissement</i> :	27
II.3.5	<i>L'inspection visuelle des réseaux d'assainissement</i> :	31
II.3.6	<i>Description de la norme NF EN 13508 « Condition des réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments - Partie 2 : Système de codage de l'inspection visuelle »</i>	34
II.4	Conclusion	39
III.	Chapitre III Gestion du réseau d'assainissement à la SEAAL.....	41
III.1	Introduction	41
III.2	Patrimoine réseau d'assainissement de la wilaya d'Alger :	41
III.2.1	<i>Système d'information géographique</i>	41
III.2.2	<i>Inventaire du patrimoine</i>	42
III.3	Gestion de la visite du réseau d'assainissement de la wilaya d'Alger :	43
III.3.1	<i>Méthodologie DiagRap</i> :	43
III.3.2	<i>Moyens de curage et d'inspection</i> :	45
III.3.3	<i>Programmation des travaux</i>	47
III.3.4	<i>Etat actuel des rapports d'ITV</i> :	47
III.4	Conclusion	48
IV.	Chapitre IV Création d'un outil de valorisation des ITV	49
IV.1	Introduction.....	49
IV.2	Déroulement du stage.....	49
IV.2.1	<i>Opérations de terrain</i>	49
IV.2.2	<i>Contribution à l'amélioration de la base de données du SIG</i>	50
IV.2.3	<i>Elaboration de l'outil</i>	50
IV.3	Méthodologie	51
IV.3.1	<i>Théorique : échantillon représentatif</i>	51
IV.3.2	<i>Réelle : éléments disponibles</i>	52
IV.4	Description de l'outil :	54
IV.4.1	<i>Interface et données à entrer</i>	54
IV.4.2	<i>Fonctionnement du programme</i>	57
IV.4.3	<i>Messages d'alerte</i>	60

IV.5	Calage de l’outil :.....	60
IV.6	Conclusion	62
Conclusion générale		63
	Conclusion et analyse de la solution proposée :.....	63
	Recommandations	63
	Perspectives	65
Bibliographie		66
Annexes.....		68

Liste des figures

Figure 1 : Délimitation territoriale des centres d'assainissement	13
Figure 2 : Organigramme de la Direction Assainissement.....	13
Figure 3 : Métiers WIKTI	15
Figure 4 : Types de réhabilitation des réseaux d'assainissement	27
Figure 5 : Classification des techniques de réhabilitation des ouvrages non visitables (MOZZICONACCI 2001); (YAHIAOUI 2000).....	30
Figure 6 : Types d'inspections visuelles	32
Figure 7 : Matériel d'inspection télévisée (en haut à gauche: caméras, en haut à droite: fourgon, en bas à gauche : poste de pilotage, en bas à droite : poste chantier).....	34
Figure 8 : Système de codage de la norme NF EN 13508-2	35
Figure 10 : Photo de fissures longitudinales	36
Figure 9 : Exemples de références horaires.....	36
Figure 11 : Photo d'un décentrage radial.....	37
Figure 12 : Répartition du matériau des conduites du réseau d'assainissement.....	42
Figure 13 : Répartition de la forme des conduites du réseau d'assainissement.....	43
Figure 14 : Répartition de l'implantation des conduites du réseau d'assainissement	43
Figure 15: Cycle de la gestion patrimoniale en utilisant le DiagRap.....	45
Figure 16 : Hydrozoom V2	45
Figure 17 : Extrait d'un rapport d'ITV	51
Figure 18 : Description simplifiée de la méthode	52
Figure 19 : Fiche de synthèse des rapports d'ITV	55
Figure 20: Message d'erreur de copie.....	55
Figure 21 : L'onglet SORTIES de l'outil	56
Figure 22: Boîte de dialogue de la demande d'intervention	56
Figure 23 : Boîte de dialogue du numéro de rapport.....	57
Figure 24 : Emplacement de la date d'inspection dans l'onglet ENTREES	57
Figure 25: Emplacement de l'objet d'inspection.....	58
Figure 26 : L'onglet LISTES pour le matériau et l'objet d'inspection	58
Figure 27 : Matériau (en gris) et Diamètre (en jaune) de la conduite	59
Figure 28 : Boîte de dialogue ERREUR	60
Figure 29 : boîte de dialogue de fins de défauts non mentionnées.....	60
Figure 30 : Notation des tronçons par les experts (1)	61
Figure 31 : Notation des tronçons par les experts (2)	61

Liste des tableaux

Tableau 1 : Niveaux de dégradation des tronçons.....	17
Tableau 2 : Classification des techniques de réhabilitation des ouvrages visitables.....	28
Tableau 3 : Description codée de fissures longitudinales	36
Tableau 4 : Description codée d'un décentrage radial.....	37
Tableau 5 : Codes identificateurs de champ.....	37
Tableau 6 : Codes identificateurs de données d'inspection	38
Tableau 7 : Tableau présentant le format codé d'un rapport d'ITV	38
Tableau 8 : Nombre de défauts par type d'observation selon la norme EN 13508-2.....	39
Tableau 9 : Caractéristiques des caméras et chariots d'ITV	46
Tableau 10: Inventaire du statut des rapports ITV en ml	47

Liste des acronymes

ADE : Algérienne Des Eaux

BET : Bureau d'ETudes

CARE-S : Computer Aided Rehabilitation of Sewer and Storm Water Networks

INDIGAU : INDicateurs pour la Gestion patrimoniale des réseaux d'Assainissement Urbains

ITV : Inspections TéléVisuelles

IVP : Inspection au VidéoPériscope

IWA : International Water Association

Ofwat : The Water Services Regulation Authority

ONA : Office National de l'Assainissement

RERAU : REhabilitation des Réseaux d'Assainissement Urbains

SE : SUEZ Environnement

SEAAL : Société des Eaux et de l'Assainissement d'ALger

SIG : Système d'Information Géographique

SPA : Société Par Actions

STEP : Station d'EPuration

TSF : Transfert de Savoir Faire

VBA : Visual Basic for Applications

WIKTI: Water International Knowledge Transfer Initiative

Introduction générale

La croissance et le développement urbains sont associés à l'évolution et l'extension des infrastructures urbaines.

Les réseaux d'assainissement constituent un patrimoine communal non négligeable. Et c'est justement suite à cette évolution urbaine, à la raréfaction de la ressource et la nécessité d'assurer la protection de l'environnement qu'il devient indispensable de maintenir ce patrimoine en bon état pour une période de service maximale.

La plupart des collecteurs sont aujourd'hui fortement dégradés. Il devient donc nécessaire de procéder à leur réhabilitation. Nous passons, par conséquent, du temps de la construction à l'ère de la réhabilitation. C'est ainsi que sont apparus des modèles de gestion du réseau d'assainissement urbain un peu partout dans le monde.

En Algérie, en revanche, la notion de gestion des réseaux d'assainissement urbain n'est pas encore très répandue. Ce n'est qu'avec l'arrivée de la Société des Eaux et de l'Assainissement d'ALger (SEAAAL) qu'on note une réelle prise de conscience.

Le manque d'informations sur le réseau algérois rend la mise en place des stratégies de gestion et d'exploitation difficiles et coûteuses. De ce fait, il a été d'abord nécessaire de construire un Système d'Information Géographique (SIG) afin de synthétiser toutes les connaissances disponibles sur le réseau d'assainissement. Il est important que ces données soient fiables et correspondent à la réalité du terrain. Aujourd'hui que la période de construction du SIG arrive à terme, l'étape qui suit consiste en la pérennisation des ouvrages existants ou la gestion patrimoniale.

La gestion patrimoniale permet d'entretenir le réseau et d'anticiper les dégradations qui toucheraient éventuellement les ouvrages. Elle permet également une approche prévisionnelle à long terme et sert de support à la politique d'investissement du gestionnaire.

Dans le domaine de la gestion patrimoniale, les inspections visuelles des réseaux d'assainissement sont un élément essentiel d'appréciation du degré de fonctionnalité et de performance des ouvrages. Les orientations du gestionnaire dépendent fortement de ces inspections.

Le travail présenté dans ce document traite justement de cet aspect de la gestion des réseaux. Il consiste en l'élaboration d'un outil de valorisation des Inspections TéléVisuelles (ITV). Cet outil permet l'interprétation des rapports issus des inspections des réseaux grâce à une notation automatique des conduites.

L'étude se présente en quatre chapitres :

Le chapitre I présente l'organisme d'accueil, il définit globalement le but de l'étude et le contexte dans lequel elle a été réalisée.

Le chapitre II porte sur des généralités, il essaie notamment de donner des bases de gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement urbain. Il permet également d'approfondir la des-

cription des inspections des réseaux et tous les éléments pertinents pour l'élaboration de l'outil de notation.

Le chapitre III entreprend de décrire la méthodologie adoptée par la SEAAL pour la gestion patrimoniale du réseau d'assainissement de la wilaya d'Alger.

Enfin, le chapitre IV présente la méthodologie que nous avons développée pour définir l'outil d'aide à la décision ainsi qu'une description détaillée de l'outil élaboré.

Chapitre I

Présentation de l'organisme d'accueil et du sujet de stage

I.1 Introduction :

La Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger (SEAAL) est une société par actions (SPA) détenue par l'Algérienne Des Eaux (ADE) et l'Office National de l'Assainissement (ONA). Elle a pour mission la gestion des services de l'eau et de l'assainissement de la wilaya d'Alger.

Créée le 1^{er} mars 2006, la SEAAL est un opérateur public de droit algérien. Afin d'optimiser cette gestion et de profiter du savoir faire étranger, SEAAL a opté pour un contrat de 5 ans et 6 mois avec SUEZ Environnement (SE), spécialiste dans le domaine. Grâce à son programme de Transfert de Savoir-Faire (TSF), SE suit l'ensemble des métiers de SEAAL, l'objectif étant d'aboutir à une bonne maîtrise de ceux-ci par les cadres locaux.

Présentation et organisation de la SEAAL :

I.2 Organisation :

La SEAAL regroupe plus de 4000 employés au sein des principales structures suivantes :

- Direction Générale : est chargée de la politique et des orientations générales. Elle assure ainsi la coordination de l'ensemble des directions.
- Directions opérationnelles :
 - Direction Exploitation Eau Potable comprenant :
 - ✓ La Direction Distribution ;
 - ✓ La Direction Production ;
 - Direction Assainissement ;
 - Direction Clientèle.
- Directions supports :
 - Direction Achats et Logistique
 - Direction Technique
 - Direction des Investissements
 - Direction du Patrimoine
 - Direction Finance et Comptabilité
 - Direction des Ressources Humaines
 - Direction de la Communication

Les directions opérationnelles représentent le cœur du métier. Pour mener à bien leurs missions, celles-ci sont assistées des directions supports.

I.2.1 Missions :

La SEAAL a pour principales missions :

- Assurer une distribution d'eau de qualité 24h/24.
- Gérer de façon pérenne les ouvrages et installations d'eau et d'assainissement.
- Améliorer la qualité du milieu naturel par l'élimination des rejets directs.
- Instaurer une gestion clientèle moderne et efficace pour améliorer la satisfaction des clients.

I.2.2 Chiffres clés :

Eau Potable :

4 461 km de réseau

12 centres d'exploitation

245 forages en service

148 réservoirs, 706 000 m³ stockés

58 stations de pompage

2 usines de traitement d'eau superficielle (620 000 m³/jour)

Assainissement :

3 200 km de réseau

33 postes de relevage

4 stations d'épuration (2 gérées par SEAAL)

Clientèle :

494 000 clients

18 agences commerciales

25 points d'accueil

I.2.3 Direction Assainissement :

La direction de l'assainissement a pour fonction la collecte et le traitement des eaux usées de la wilaya d'Alger.

Elle comprend trois unités :

- Deux unités territoriales (Est et Ouest) ; chacune d'elles est à son tour divisée en centres (voir figure 1):
 - Centres Exploitation Réseau
 - Centres Exploitation Station d'EPuration (STEP)



Figure 1 : Délimitation territoriale des centres d'assainissement

- La troisième unité renforce les précédentes grâce aux interventions des centres de :
 - Curage
 - Grands Travaux
 - Maintenance

Et enfin, le Centre des Moyens Techniques regroupe ; le Bureau d'ETudes (BET), le SIG et la Maintenance et Automatismes.

La figure 2 montre l'organigramme de la direction de l'assainissement.

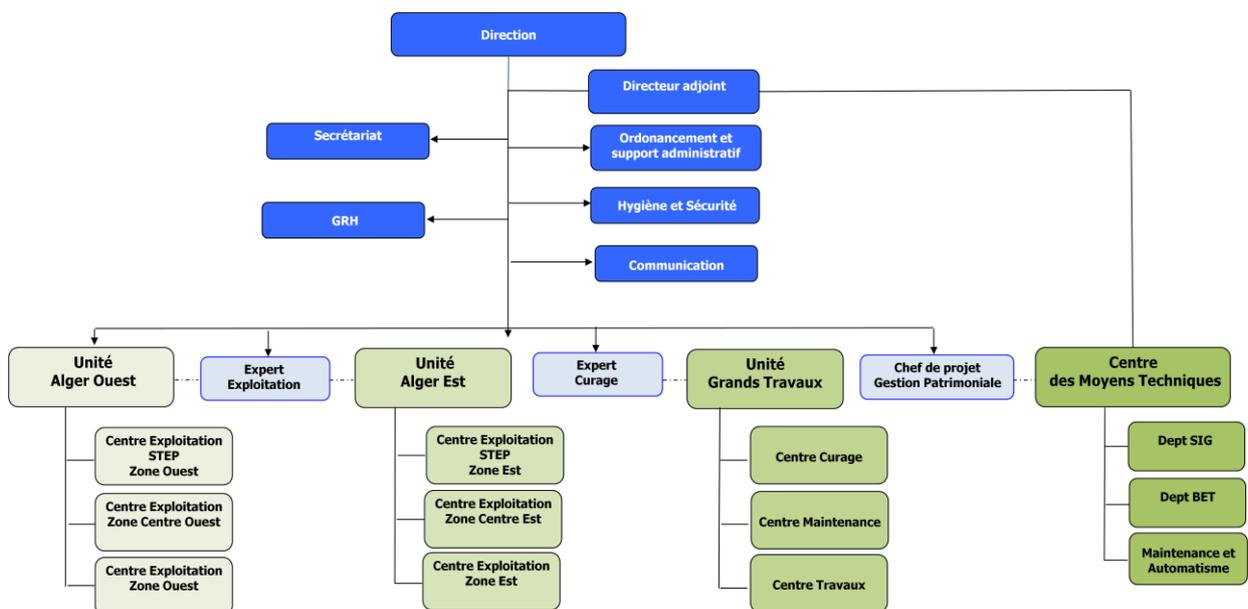


Figure 2 : Organigramme de la Direction Assainissement

I.3 Le contrat avec SUEZ Environnement :

I.3.1 Objectifs du contrat :

Le contrat de management conclu entre SEAAL et SUEZ Environnement vise à atteindre les objectifs que se sont fixés les deux actionnaires (ADE et ONA) en se donnant les moyens financiers appropriés tout en assurant un réel transfert de savoir-faire.

I.3.2 Contexte financier et moyens du contrat :

Les moyens mis à disposition du contrat sont les suivants :

- Un programme ambitieux d'investissement financé par l'état :
 - ✓ 100 milliards de dinars en 5 ans pour la mobilisation des ressources en eau et la réhabilitation des infrastructures.
 - ✓ Pour améliorer l'emploi des actifs :
 - 35 milliards de Dinars sur 5 ans
 - Mobilisation de 27 experts de SE
 - Réalisation de missions d'assistance technique spécifiques en fonction des besoins par des experts de SE
- L'installation d'outils modernes de gestion tels que le Centre de Télécontrôle, la modulation de pression...
- Un transfert de savoir-faire de SE grâce à une méthodologie structurée et innovante.
- La mise en place d'un centre de formation aux métiers de l'eau et de l'assainissement

I.3.3 Transfert de Savoir-Faire (TSF) :

L'accès au savoir-faire de SE et son transfert aux agents de SEAAL est un des objectifs majeurs du contrat de SEAAL.

Ce transfert de savoir-faire repose sur les principes suivants (D. d'ARRAS 2009) :

- capter les connaissances et le savoir métier là où ils existent dans le groupe
- Formaliser ce savoir en le transformant en documents consolidés et validés
- Mettre ce savoir à disposition
- Diffuser ce savoir.

Métiers WIKTI :

Le programme WIKTI (Water International Knowledge Transfer Initiative) est le référentiel de base du TSF de SE. C'est une démarche structurée et innovante qui mesure l'évolution du niveau de maîtrise par les équipes pour les 36 métiers exercés à la SEAAL. Ces métiers englobent les 4 domaines suivants (voir figure 3):

- Eau potable : 12 métiers
- Assainissement : 8 métiers
- Clientèle : 7 métiers
- Support : 9 métiers

EAU POTABLE		ASSAINISSEMENT		CLIENTÈLE		SUPPORT	
	GESTION DE LA RESSOURCE		VISITE DU RÉSEAU		GESTION FICHER CLIENT		COMPTABILITÉ / CONTRÔLE DE GESTION
	EXPLOITATION DES STATIONS DE TRAITEMENT		CURAGE DU RÉSEAU		GESTION DU PARC COMPTEURS		DROIT / FISCALITÉ
	MAINTENANCE ÉLECTRO-MÉCANIQUE		CONNAISSANCE HYDRAULIQUE		RELEVÉ DES COMPTEURS		INFORMATIQUE
	LABORATOIRE & CONTRÔLE		ENTRETIEN DES POSTES DE RELÈVEMENT ET DE REFOULEMENT		FACTURATION / ENCAISSEMENT / RECouvreMENT		GESTION DU PERSONNEL
	GESTION DES ADDUCTRICES		EXPLOITATION DES STATIONS D'ÉPURATION		ACCUEIL CLIENTÈLE		RESSOURCES HUMAINES FORMATION
	GESTION DES RÉSERVOIRS		LABORATOIRE ASSAINISSEMENT / ENVIRONNEMENT		GESTION DES DOSSIERS DE NOUVEAUX BRANCHEMENTS		GESTION DE CRISE
	GESTION DES FLUX		CARTOGRAPHIE DU RÉSEAU D'ASSAINISSEMENT		INFORMATION COMMUNICATION		PRÉVENTION / HYGIÈNE & SÉCURITÉ
	ENTRETIEN DU RÉSEAU SECONDAIRE		RÉALISATION DES BRANCHEMENTS ET TRAVAUX				ENTRETIEN BÂTIMENT / SERVICES GÉNÉRAUX
	RECHERCHE DE FUITE						LOGISTIQUE VÉHICULES OUTILLAGE / MAGASIN
	RÉALISATION DES BRANCHEMENTS ET TRAVAUX						
	CARTOGRAPHIE DU RÉSEAU						
	RENOUVELLEMENT DU RÉSEAU						

Figure 3 : Métiers WIKTI

Tous les métiers WIKTI sont documentés. Autrement dit, à chaque fonction est attribué un kit métier. Celui-ci décrit les tâches des intervenants avec des rappels techniques pour les orienter afin de mener à bien leurs fonctions.

Une liste de règles de base est définie dans chaque kit métier.

L'évaluation de la maîtrise d'un métier repose sur un système de notation (de 1 à 6), citons les trois principales notes :

- 1 : service très défaillant
- 3 : service de standard international, mature et autonome
- 6 : Niveau de leadership international

Se basant sur les règles de base, un ajustement de la notation est réalisé tous les trimestres.

Chaque métier est représenté par un référent métier qui a en charge l'établissement et le suivi des plans d'actions pour améliorer la maîtrise du métier dont il est en charge.

I.4 Contexte du travail à réaliser :

I.4.1 Objectif de l'étude :

Le travail sur les Inspections Télévisuelles des réseaux d'assainissement, présenté dans ce document, s'inscrit dans le cadre du métier « Visite du réseau ». Ce métier a pour but de :

- veiller au bon fonctionnement des réseaux
- évaluer les opérations de curage à mettre en œuvre
- évaluer l'état du patrimoine et les opérations de réparation, de réhabilitation et de renouvellement à mettre en œuvre (SUEZ Environnement 2007).

A sa dernière évaluation, le métier « Visite du réseau d'assainissement » a obtenu la note 3 sur 6.

Le bilan est donc positif, mais des axes d'améliorations ont encore été identifiés comme la nécessité de reporter l'ensemble des résultats recueillis lors des visites et enquêtes de conformité sur un Système d'Information Géographique. Ainsi, une cartographie thématique des réseaux d'assainissement pourrait être établie donnant l'état du patrimoine réseau. D'autre part, les rapports d'ITV sont encore assez peu valorisés car souvent trop complexes pour les exploitants.

Il devient donc urgent pour la SEAAL de se doter d'un outil de travail permettant de :

- ✓ Valoriser les ITV
- ✓ Classer les anomalies
- ✓ Noter les ITV afin de définir des niveaux de dégradation des tronçons
- ✓ Choisir la technique de réhabilitation suite à cette notation

Le travail de fin d'études consiste donc en l'élaboration d'un outil de notation des tronçons inspectés sous Excel en vue de la hiérarchisation des travaux de réhabilitation. Cet outil sera à destination des exploitants tels que Chefs de centre, qui sont amenés à déclencher des travaux sur leur périmètre.

Actuellement, les rapports d'ITV sont exploités par un seul expert qui programme des travaux en cas de besoin. En élaborant l'outil de valorisation des ITV, ces rapports vont être exploités de façon à regrouper l'avis de plusieurs experts et de hiérarchiser les tronçons de façon méthodologique.

Cet outil a pour but de :

- Analyser les rapports d'ITV de façon automatique : il s'agit d'attribuer une note à chaque tronçon. Cette note donne une indication sur l'état de dégradation ;
- Programmer des interventions suite à cette analyse (renouvellement, réparation, inspection, curage, rehausse, coupe-racines).

I.4.2 Démarche de l'étude :

En vue de répondre aux objectifs fixés, l'approche de l'étude s'est articulée autour de quatre parties :

- Dans un premier temps, une synthèse bibliographique sur la gestion et la maintenance des réseaux d'assainissement est présentée. Différentes notions relatives à l'assainissement et en rapport direct avec le thème abordé y sont mentionnées.

- Dans une seconde partie, une description de la méthode adoptée par la SEAAL pour la gestion du patrimoine réseau vient mettre en valeur l'importance et l'apport du travail de fin d'études.
- La troisième partie présente la démarche adoptée pour l'élaboration de l'outil qui a pour but la notation des ITV en vue de décider de l'intervention à prévoir pour la réhabilitation des tronçons inspectés.

Cette méthodologie a été obtenue de manière exploratoire et empirique en se basant sur avis d'experts.

Le résultat final auquel nous devons aboutir est la détermination des niveaux de dégradation de chaque tronçon inspecté. Ces niveaux de dégradation varient de 1 à 5 tels que présentés dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Niveaux de dégradation des tronçons

Niveau de Gravité	Descriptif
1	Pas de défauts ou défauts insignifiants
2	Réseau usagé, pas d'intervention à prévoir
3	Réseau détérioré, à surveiller
4	Travaux à programmer
5	Travaux d'urgence

Le niveau 1 correspond à un réseau présentant les mêmes caractéristiques qu'un réseau neuf. Le niveau 2 témoigne d'un réseau usagé sans toutefois présenter des signes de détérioration. Il ne nécessite donc aucune intervention.

Le niveau 3 concerne les réseaux qui ne tarderont pas à présenter des dysfonctionnements ; une autre inspection est à programmer.

Le niveau 4 indique une détérioration de la conduite, le réseau n'assure plus ses fonctions ; des travaux de réhabilitation ou de renouvellement sont à programmer.

Le niveau 5 est un niveau 4 qui ne peut pas attendre, la conduite est dans un état catastrophique.

Outre ces niveaux de dégradation, d'autres interventions peuvent être programmées : le curage, le coupe-racines et la rehausse des regards.

- Enfin, après avoir présenté le travail dans les parties précédentes, il est nécessaire d'établir un bilan et une analyse de l'étude tout en apportant des recommandations et perspectives de l'outil pour une exploitation optimale des rapports d'ITV.

Ce projet présente plusieurs aspects :

- le premier est l'aspect pratique puisque des visites de terrain ont été effectuées ;
- l'aspect décisionnel : il a été question de la mise en place d'un outil d'aide à la décision ;
- et enfin le volet programmation sous Visual Basic.

I.5 Conclusion :

La SEAAL possède aujourd'hui tous les moyens financiers et humains pour une gestion optimale des réseaux d'eau et d'assainissement.

Le travail présenté dans ce document vient appuyer les efforts des intervenants du métier « visite du réseau d'assainissement » qui œuvrent dans le but d'élever le niveau de service aux standards internationaux.

Chapitre II

Gestion et maintenance des réseaux d'assainissement urbain

II.1 Introduction :

Ce chapitre a pour vocation de citer, dans un premier temps, une brève synthèse sur les différentes méthodes de gestion en adoptant le concept de gestion patrimoniale. Il décrit ensuite les opérations de maintenance et d'entretien des réseaux d'assainissement après avoir défini la notion de dégradation des conduites. Par la suite, sont abordées les différentes techniques de réhabilitation des canalisations d'assainissement urbain. Enfin, une description détaillée des ITV et de la norme NF EN 13508 – 2 est présentée.

Le recours à des méthodes de gestion des réseaux d'assainissement urbain n'est apparu que récemment. D'une part, parce que ces réseaux sont dans la plupart des cas constitués d'ouvrages enterrés donc non apparents. D'autre part, la priorité est attribuée aux autres réseaux urbains notamment les réseaux routiers et les systèmes d'alimentation en eau potable.

Cette optique a aujourd'hui changé. En effet, les ressources en eau traditionnelles se font rares et l'impact environnemental des rejets devient l'objectif majeur des gestionnaires du réseau d'assainissement urbain. C'est pourquoi, le concept d'assainissement urbain est remplacé par celui de gestion des eaux urbaines (GRANGER 2009).

Cette prise de conscience est à présent réelle. Plusieurs approches ont été élaborées à travers le monde. Les systèmes collectifs d'assainissement deviennent en conséquence de plus en plus sophistiqués : par l'intégration d'outils de gestion en temps réel, par exemple (GRANGER 2009).

II.2 Gestion des réseaux d'assainissement:

II.2.1 Gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement

Rappelons la définition normative d'une gestion patrimoniale (FAERBER 2007) :

« La gestion patrimoniale vise à optimiser les investissements. Elle repose sur l'utilisation de documents ou informations suivantes :

- Inventaire du patrimoine
- Durée de vie technique prévisionnelle
- Tout élément relatif à l'évolution des ouvrages. »

C'est une approche technico-économique puisqu'elle a pour objectif, avec une vision à long terme, de pérenniser les ouvrages dans des conditions financières acceptables.

Sont apparus alors les outils d'aide à la décision en assainissement, fortement inspirés par ceux élaborés dans le domaine routier et de l'eau potable.

II.2.2 Outils d'aide à la décision en assainissement :

Le patrimoine vieillissant étant considérable, il incite les gestionnaires à se tourner vers la recherche pour développer des outils permettant de mesurer, d'estimer et de prédire l'état de performance des ouvrages enterrés.

Nous distinguons différentes manières de faire (GRANGER 2009) :

Outils de gouvernance :

- Indicateurs de performance : ce sont des indicateurs génériques qui évaluent le service rendu par le système d'assainissement en se basant sur des listes d'indicateurs prédéfinies. Ils permettent de comparer plusieurs systèmes sur des territoires différents tout en affichant une transparence dans la gestion. Des exemples de ces indicateurs de performance sont ceux développés par :
 - l'International Water Association (IWA)
 - l'Ofwat (The Water Services Regulation Authority) en Angleterre et Pays de Galles
 - (Guérin-Schneider, et al. 2003); (LE GAUFFRE, et al. 2004) ; Institut de la Gestion Déléguée ; (COUSQUER, et al. 2005), en France

Pour plus de précisions, il est conseillé de se reporter aux références citées.

- Guides méthodologiques : De nombreux travaux se sont orientés vers la réalisation de guides de bonnes pratiques.

Outils de gestion globale :

- Les outils d'aide à la décision à l'échelle de l'ouvrage tels que CARE-S et RERAU
- Les outils d'aide à la décision à l'échelle du système de gestion des eaux urbaines : ils portent sur le choix de techniques alternatives tels que le programme de recherche européen « DayWater ».

II.3 Entretien et maintenance des réseaux d'assainissement

La gestion, la maintenance et l'entretien des réseaux d'assainissement nécessitent un minimum de connaissances sur le type et la nature des interventions à opérer. Ce qui suit tente d'expliquer certaines notions relatives au métier.

II.3.1 Connaissances sur la dégradation des tronçons

L'état de dégradation est précisément évalué par l'écart existant entre les finalités associées au réseau et sa performance réelle (TRIANTAFILLOU 1987).

II.3.1.a Fonctions d'un réseau d'assainissement :

Les caractéristiques fonctionnelles du réseau d'assainissement sont :

- L'intégrité de la structure : qui représente la durée de vie de la canalisation et du remblai de sa tranchée, qui dépendra à la fois du choix de la conduite, du mode de pose, et enfin du matériau de fondation et de remblai.
- L'étanchéité : qui a pour but la protection du sous-sol et de la nappe aquifère en vue de protéger les eaux souterraines et d'empêcher les eaux claires parasites d'arriver jusqu'à la station d'épuration.

- La capacité hydraulique (capacité à évacuer l'effluent) : afin d'éviter les inondations en transportant à l'aval le débit maximal correspondant à un risque calculé en terme de probabilité d'un évènement pluvial exceptionnel (ou période de retour).

Evidemment, ces principes de bon fonctionnement sont liés ;

Prenons pour exemple la défaillance de la structure de la conduite (déstabilisation de l'équilibre sol/conduite ou effondrement) entraînant une perte d'étanchéité, ce qui conduit à des intrusions de remblai ou de sol encaissant (obstruction du tronçon) minimisant ainsi la capacité hydraulique (VASCONCELOS 2005).

II.3.1.b Causes des dégradations des réseaux

La dégradation des réseaux d'assainissement est due à trois types de facteurs (FAERBER 2007) :

- Des facteurs **intrinsèques**
- Des facteurs **internes** au réseau
- Des facteurs **externes** au réseau

Facteurs intrinsèques :

Les facteurs intrinsèques sont ceux qui sont présents avant la mise en service de l'ouvrage. Ce sont par exemple les défauts de conception, les défauts de pose et malfaçons pendant les travaux de réalisation de l'ouvrage.

Facteurs internes :

Les facteurs internes sont liés aux différentes fonctions du réseau. Les actions qui peuvent affecter l'ouvrage :

- L'agressivité du sol environnant par rapport au collecteur : pH du sol, présence de composés chimiques incompatibles avec le matériau constitutif du collecteur, action de l'eau...
- L'action mécanique des effluents transportés telle que l'érosion au sens physique
- L'action chimique et biologique des effluents causant les phénomènes d'érosion chimique, de corrosion...

Facteurs externes :

Les facteurs externes regroupent les actions de l'environnement de l'ouvrage telles que :

- Les phénomènes géophysiques : glissements de terrain, tassements, mouvements d'eau...
- Les actions liées à l'exploitation des réseaux : curage à haute pression, coupe-racines...
- Les actions humaines : travaux à proximité du collecteur, charges roulantes sur chaussée...

II.3.1.c Types de défauts rencontrés en assainissement :

La dégradation des tronçons se traduit par l'apparence de défauts ponctuels ou continus qui perturbent le bon fonctionnement du réseau.

Ces défauts sont de deux types :

- structurels
- fonctionnels

Les défauts structurels sont les défauts qui modifient la structure de la conduite. On peut citer : les fissures, déformations, ruptures, effondrements, dégradations de surface.

Les défauts fonctionnels sont ceux qui bloquent l'écoulement ou qui amoindrissent la capacité d'évacuation des effluents tels que : l'apparition de racines, la présence d'obstacles gisant sur le radier ou intégrés à la structure, les infiltrations et exfiltration, l'entrée de terre...

II.3.2 Entretien des réseaux d'assainissement :

Tous les éléments concernant l'entretien des réseaux d'assainissement qui suivent sont tirés du Manuel Métier Réseaux de la Lyonnaise des Eaux de (CORDIER, et al. 2007).

II.3.2.a Types d'action :

L'entretien des réseaux d'assainissement comprend deux types d'action :

- Curage :
Opération de nettoyage ou de désobstruction, **avec extraction de matière**, incluant l'utilisation de la Haute Pression.
- Chasse :
Opération de nettoyage ou de désobstruction consistant à dégager et à pousser la matière **sans l'extraire**.
Ceci inclut l'utilisation de la Haute Pression, ou l'utilisation de boules de curage ou de vanes (mobiles ou fixes).

Les interventions de curage et de chasse se font de trois manières :

- Intervention curative :
Toute intervention urgente à caractère non programmé faisant suite à un dysfonctionnement. Ces interventions peuvent être ponctuelles ou durer plusieurs jours suivant la gravité de la situation.
- Intervention préventive :
Toute intervention programmée et non urgente. Sont comprises : les interventions systématiques faisant suite à une programmation et les interventions programmées suite à une intervention curative.
- Intervention préparatoire :
Intervention de curage préparatoire à des travaux ou à des inspections télévisées.

Une bonne gestion de l'entretien des réseaux vise à améliorer l'équilibre entre le préventif et le curatif. L'objectif étant de prévoir le préventif le plus juste possible pour avoir le minimum de curatif. Afin d'optimiser cette gestion, l'entretien doit viser à réduire progressivement et à supprimer par la suite les points sensibles du réseau. Un point est catégorisé comme point sensible lorsqu'il a fait l'objet de plusieurs interventions dans l'année (deux interventions dans le cas de Lyonnaise des Eaux en France).

Il est à noter que le curage des collecteurs (hydrocurage) ou les désobstructions de branchements font appel à des appareils utilisant de l'eau à Haute Pression. Il s'agit de matériels d'intervention complexes de par la technologie mise en œuvre et potentiellement **dangereux**.

II.3.2.b Moyens de prévention pour l'utilisation de matériel haute pression :

Quelles que soient les situations, certaines dispositions restent obligatoires en toutes circonstances. Notamment :

- Le port des équipements de protection individuels : Casque, lunettes, gants, chaussures de sécurité, masque auto-sauveteur (pour les interventions en milieu fermé ou restreint), détecteur de gaz et harnais stop chute pour le travail dans les chambres à sable ou les gros collecteurs.
- La mesure de protection collective : Radio, balisage de chantier.
- Les mesures d'hygiène personnelles et collectives : Visite médicale, vaccination, formation à l'hygiène.

Un moyen de prévention déterminant reste une bonne maintenance des équipements de combinés hydrocureurs /aspirateurs.

II.3.2.c Techniques de curage :

Il existe plusieurs techniques de curage, citons :

- Curage hydraulique :

Le curage hydraulique des canalisations est un procédé qui consiste à chasser, par projection d'eau sous Haute Pression, les matières décantées dans une canalisation vers un regard d'intervention où les matières seront extraites par aspiration.

Cette opération est en général effectuée dans des ouvrages de diamètre allant jusqu'à 600 mm maximum. L'hydrocurage peut être réalisé pour des collecteurs de taille supérieure (entre 600 et 1500 mm) grâce à du matériel adapté (têtes de curage pour gros collecteurs type Cobra par exemple).

Les équipements, de caractéristiques variables, sont les suivants :

- une cuve de stockage des matières extraites ;
- une cuve de stockage d'eau ;
- une pompe à vide ;
- et une pompe Haute Pression de caractéristiques variables.

Avec l'hydrocureuse, des buses de différentes dimensions sont utilisées suivant l'utilisation et le diamètre du collecteur. Leur principale action se traduit par la projection d'eau à Haute Pression.

L'utilisation de ce type de matériel requiert des conditions de sécurité maximum.

Cette technique a pour avantages :

- les combinés hydrocureurs rassemblent les fonctions de l'hydrocurage et de l'aspiration sur un même équipement mobile ;
- la mise en œuvre est rapide.

- Curage mécanique :

Cette technique est utilisée lorsque le curage hydraulique s'avère inefficace (quantité et/ou dureté des matières trop importantes) et/ou dans les collecteurs en eau. Elle est généralement appliquée à des collecteurs non visitables de diamètres importants. Pour les collecteurs visitables, des techniques traditionnelles de type « minières » seront utilisées.

Le curage des ouvrages par cette technique est réalisé par des godets ou des lames qui ramènent les sédiments vers un point d'extraction. L'outil de curage est tracté dans la canalisation entre deux regards par deux treuils installés en amont et en aval du tronçon.

Des renvois d'angle sont préalablement installés au fond des bouches amont et aval pour permettre le guidage du câble dans l'axe de la canalisation et éviter le cisaillement du collecteur.

L'outil de curage est choisi selon la forme de l'ouvrage, sa section, les dimensions d'accès, son état ainsi que la quantité de sédiments et de leur dureté.

Les sédiments ramenés dans l'axe de la bouche d'extraction sont pompés par une aspiratrice (pour les petits collecteurs) ou extraits mécaniquement (pour les plus grands collecteurs). Pour les très grands collecteurs l'utilisation de pompes à sable peut être envisagée.

Avantages : Cette méthode peut être employée dans tous les cas où l'hydrocurage n'est pas utilisable (dureté et quantité des sédiments trop importantes, dimension des collecteurs, collecteurs en eau).

Inconvénients :

- cette technique est lente avec de faibles rendements de l'ordre de quelques dizaines de mètres par jour ;
- nombreuses manutentions ;
- cette technique ne s'applique que sur les tronçons de canalisations rectilignes ou légèrement courbes ;
- occupation de la voirie d'où demande d'arrêtés de circulation.

- Chasses hydrauliques :

Il existe plusieurs techniques de chasses hydrauliques :

- pour les collecteurs visitables : les vannes mobiles et vannes fixes ;
- pour les collecteurs non-visitables : les boules de curage.

La chasse des dépôts s'effectue sans apport d'énergie externe. Il s'agit de systèmes mécaniques qui utilisent la puissance hydraulique des eaux résiduaires afin de déplacer les matières décantées.

II.3.3 Auscultation des réseaux d'assainissement :

L'auscultation des réseaux d'assainissement permet d'aboutir à une bonne connaissance des causes de dégradations des collecteurs. C'est une étape importante pour le choix de la technique de réhabilitation.

Les techniques d'auscultation peuvent être regroupées en quatre familles : visuelle, géométrique, géotechnique et mécanique. Font partie également de l'auscultation, des tests renseignant sur l'étanchéité, les débits, la conformité des branchements... (YAHIAOUI 2000)

Ce qui suit est une liste non exhaustive des techniques d'auscultation existantes tirées principalement de deux références : (YAHIAOUI 2000) et (MOZZICONACCI 2001). Ces techniques sont présentées de façon synthétique sans donner trop de détails qui pourraient nous éloigner du but de cette partie du document qui est une description générale de la gestion et maintenance des réseaux d'assainissement urbain.

- Auscultation visuelle :

L'auscultation visuelle est l'inspection de l'état intérieur des ouvrages. L'inspection est dite **visuelle** lorsque les ouvrages sont visitables et **télévisuelle** pour les ouvrages non visitables. Ces deux types d'inspection sont abordés plus en détail plus loin dans ce chapitre.

- Auscultation géométrique :

Il existe plusieurs techniques d'auscultation géométrique, citons ;

Inclinomètre : l'inclinomètre permet de réaliser le profil en long de la canalisation. Il mesure la pente entre deux regards d'accès grâce à un capteur embarqué sur une caméra d'inspection.

Capteur d'orientation : le capteur d'orientation donne la vue en plan de la canalisation en mesurant ses déviations angulaires à l'aide d'un gyroscope embarqué sur la canalisation. Le résultat est sous forme d'une courbe donnant les déviations de la conduite dans le plan horizontal le long de l'axe.

Sonar : le sonar permet d'effectuer un relevé géométrique des contours internes de la paroi de la conduite et des dépôts éventuels sur des collecteurs en charge. Son principe est le suivant : un train d'ondes acoustiques est émis vers les parois internes et immergées de la canalisation sur lesquelles elles se réfléchissent. L'analyse de l'échographie permet de déterminer les caractéristiques géométriques de la section en eau.

Gabarits : ils permettent d'apprécier la variation de section d'un collecteur et de contrôler la faisabilité d'un tubage ou chemisage en choisissant précisément le diamètre correspondant. Sur les collecteurs visitables, ces gabarits sont manipulés par du personnel qualifié capable de procéder aux mesures de déformation.

Sur les collecteurs non visitables, ils sont tractés à l'aide d'un treuil. Souvent une caméra suit l'outil afin d'évaluer la variation de l'espace entre le gabarit et la canalisation pour une meilleure appréciation des déformations.

- Auscultation géotechnique (MOZZICONACCI 2001):

Géoradar : l'auscultation au géoradar permet de détecter les désordres suivants :

- cavités et poches d'eau
- zones d'entraînement de fines et sols décomprimés
- géométrie de l'encaissant, suivi d'interface
- présence d'armatures, contrôle des emboîtements

Elle a pour principe la propagation d'ondes électromagnétiques depuis l'intérieur et/ou l'extérieur du collecteur. Ces ondes ont la particularité de venir se réfléchir sur les interfaces et de disposer d'un mode de transmission propre à chaque type de matériau.

Impédance mécanique : cette technique consiste, dans un premier temps, en la création d'un choc mécanique sur l'élément de structure à tester à l'aide d'un marteau équipé d'un capteur de force. Ensuite, une mesure de la vibration induite est effectuée à l'aide d'un accéléromètre.

L'opération a pour but de :

- mesurer les caractéristiques mécaniques de la structure
- d'apprécier les caractéristiques et l'état du sol environnant
- d'analyser l'interface sol/structure

Mesures électriques en courant quasi-continu (YAHIAOUI 2000):

L'objectif de ces mesures est de :

- localiser et détecter les désordres affectant la structure et les terrains (fissures, vides...)
- étudier le radier noyé des ouvrages et des canalisations non métalliques et non isolantes
- étudier la variation de nature et/ou d'état des matériaux

Le principe consiste à injecter vers le sol un courant (continu ou alternatif) par deux points de contact et à enregistrer les différences de potentiel entre deux électrodes de mesure. Le dispositif se compose donc de quatre électrodes (émetteurs/récepteurs) et d'un poste de mesure dont le déplacement s'effectue à l'aide d'un chariot, d'un treuil ou d'un jonc.

- Auscultation mécanique (MOZZICONACCI 2001):

Appelée également essai par vérinage, il s'agit de contrôler la déformation des parois en appliquant une force donnée sur des plaques de superficie connue et de mesurer les effets de l'application de cet effort sur les parois.

- Autres tests :

Étanchéité : ce test permet de contrôler l'étanchéité d'un réseau par mise sous pression à l'air ou à l'eau.

Le test à l'air : cette technique s'applique pour des collecteurs dont le diamètre est compris entre 150 mm et 1500 mm. Il existe deux types de tests ; le test à basse pression et le test à haute pression. Ces tests font l'objet de protocoles.

Le collecteur est obturé au niveau des regards de visite. Il est par la suite mis sous pression. Deux types de mesures peuvent être réalisés :

- test à pression constante : volume d'air nécessaire pour maintenir le réseau en pression pendant un temps déterminé par le protocole
- test à pression décroissante : temps mis par la pression pour atteindre un seuil donné par le protocole

Le résultat est binaire ; test conforme ou non conforme.

Le test à l'eau : cette technique s'applique pour des collecteurs dont le diamètre est compris entre 150 mm et 1600 mm. Le réseau est obturé et rempli d'eau jusqu'à ce que l'air en soit totalement évacué. Après évacuation de l'air, le réseau est mis sous pression, la pression est donnée par le protocole pendant une heure. Après ce délai, on mesure la quantité d'eau qu'il a été nécessaire d'injecter pour maintenir la pression initiale. Les résultats sont obtenus par comparaison des volumes d'eau apportés et des tolérances définies dans le protocole.

Mesures des débits :

La vitesse de circulation de l'effluent et notamment la charge solide qu'il transporte entraînent une usure mécanique de la conduite. Les mesures de débits donnent des indications sur l'étanchéité du collecteur. Ces mesures peuvent concerner :

- la hauteur et la vitesse au moyen d'un capteur spécial
- les volumes transitant pendant un laps de temps

Le test joint par joint :

Ce test permet de vérifier l'étanchéité de chaque joint d'un collecteur. A l'aide d'un manchon et deux obturateurs, une chambre de pression est créée au niveau du joint. La zone ainsi isolée est mise sous pression à l'air ou à l'eau. Il s'agira de vérifier la variation de la pression pendant la durée du test.

II.3.4 Réhabilitation des réseaux d'assainissement :

II.3.4.a Définition :

(MOZZICONACCI 2001) cite en référence à la norme européenne EN 752, la terminologie suivante :

Réhabilitation : toutes mesures entreprises pour restaurer ou améliorer les performances d'un réseau d'évacuation et d'assainissement existant. Elle comprend la :

- Réparation : rectification des défauts localisés.
- Rénovation : travaux incorporant tout ou partie de l'ouvrage d'évacuation ou d'assainissement existant et grâce auxquels les performances actuelles sont améliorées.
- 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.

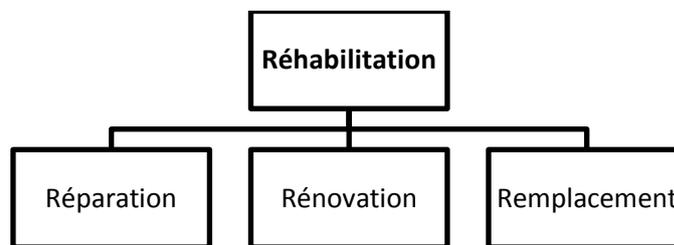


Figure 4 : Types de réhabilitation des réseaux d'assainissement

(BUTHIER 2004) affirme que « la réhabilitation des réseaux d'assainissement consiste à rétablir, dans son état ou dans sa condition, un égout détérioré, afin qu'il puisse à nouveau remplir sa fonction qui est de véhiculer des eaux usées dans certaines conditions d'écoulement, sans qu'il y ait de fuites ou d'infiltrations. »

Donc la réhabilitation a pour but (BUTHIER 2004) :

- de restaurer la structure de l'ouvrage lorsqu'elle est déficiente (cassures, fissures longitudinales, corrosion) ;
- d'assurer l'étanchéité de la conduite pour éviter les fuites d'eaux usées dans le milieu naturel et les infiltrations d'eau de nappe (par les joints déboîtés, les fissures, etc.) ;
- de rétablir les conditions d'écoulement dans la conduite (élimination des racelles, racines, laitance, branchements pénétrants).

Les travaux de réhabilitation peuvent être programmés suite à :

une intervention curative dans le cas de mise en évidence de dysfonctionnements au cours de l'exploitation du réseau ;

- **une intervention préventive** de la gestion du patrimoine et l'analyse de risque ;

- **après une étude de diagnostic** d'une anomalie souvent récurrente sur une même conduite ;
 - **après inspection ou auscultation du collecteur** donnant plus de précisions quant au choix de la technique de réhabilitation.

II.3.4.b Les techniques de réhabilitation :

Il existe de nombreuses techniques de réhabilitation des conduites d'assainissement. Nous citerons quelques unes d'entre elles mais seulement de façon sommaire. Pour cela, nous différencieront les ouvrages visitables (diamètre ≥ 1300 mm) de ceux qui sont non visitables (diamètre < 1300 mm).

Réhabilitation d'ouvrages visitables :

Le tableau suivant contient les principales techniques de réhabilitation des réseaux visitables (YAHIAOUI 2000).

Tableau 2 : Classification des techniques de réhabilitation des ouvrages visitables

Type	Méthodes
1 Travaux traditionnels	Rejointement
	Réfection d'enduit
	Réfection et reprofilage de radier
	Colmatage de fissures
2 Injections	Injection de traitement de terrain
	Injection de collage
	Comblement des vides
	Injection d'étanchement
3	Projection à la lance de béton, mortier ou résines
4	Pose de coques préfabriquées

Les travaux traditionnels :

Ce sont des réparations ponctuelles auxquelles on a recours lorsque l'ouvrage présente des désordres limités.

Les injections :

Les coulis utilisés varient en fonction des matériaux constitutifs du sol encaissant. Ces injections sont réalisées à l'aide de manchon, d'aiguilles ou d'injecteurs (YAHIAOUI 2000).

Réhabilitation d'ouvrages non visitables :

L'organigramme suivant récapitule les différentes techniques présentes dans la littérature. Elles sont d'abord divisées en travaux sans tranchée et avec ouverture de tranchée. L'apparition des travaux sans tranchées résulte des nombreux inconvénients de la réalisation de nouveaux ouvrages à ciel ouvert qui mobilisent la surface. Ceci est d'autant plus gênant lorsque le trafic routier est perturbé.

Les robots multifonctions permettent d'éliminer les éléments gênant l'écoulement et de réparer des désordres structurels ponctuels grâce à leurs fonctions de fraisage et d'injection de résines. Les robots découpeurs quant à eux assurent uniquement les fonctions de fraisage et ponçage.

Les injections d'étanchement ont pour but le rétablissement de l'étanchéité des collecteurs. La résine injectée durcit et supprime ainsi ponctuellement les infiltrations et les exfiltrations.

Les tubages sont l'introduction à l'intérieur de la conduite de nouveaux tubes de diamètre inférieur. Cette opération peut être destructive ou non destructive.

Le chemisage permet l'introduction d'une gaine en résine. Il est dit continu lorsqu'il longe tout le tronçon et partiel (ou manchette), lorsqu'il traite uniquement une partie du tronçon.

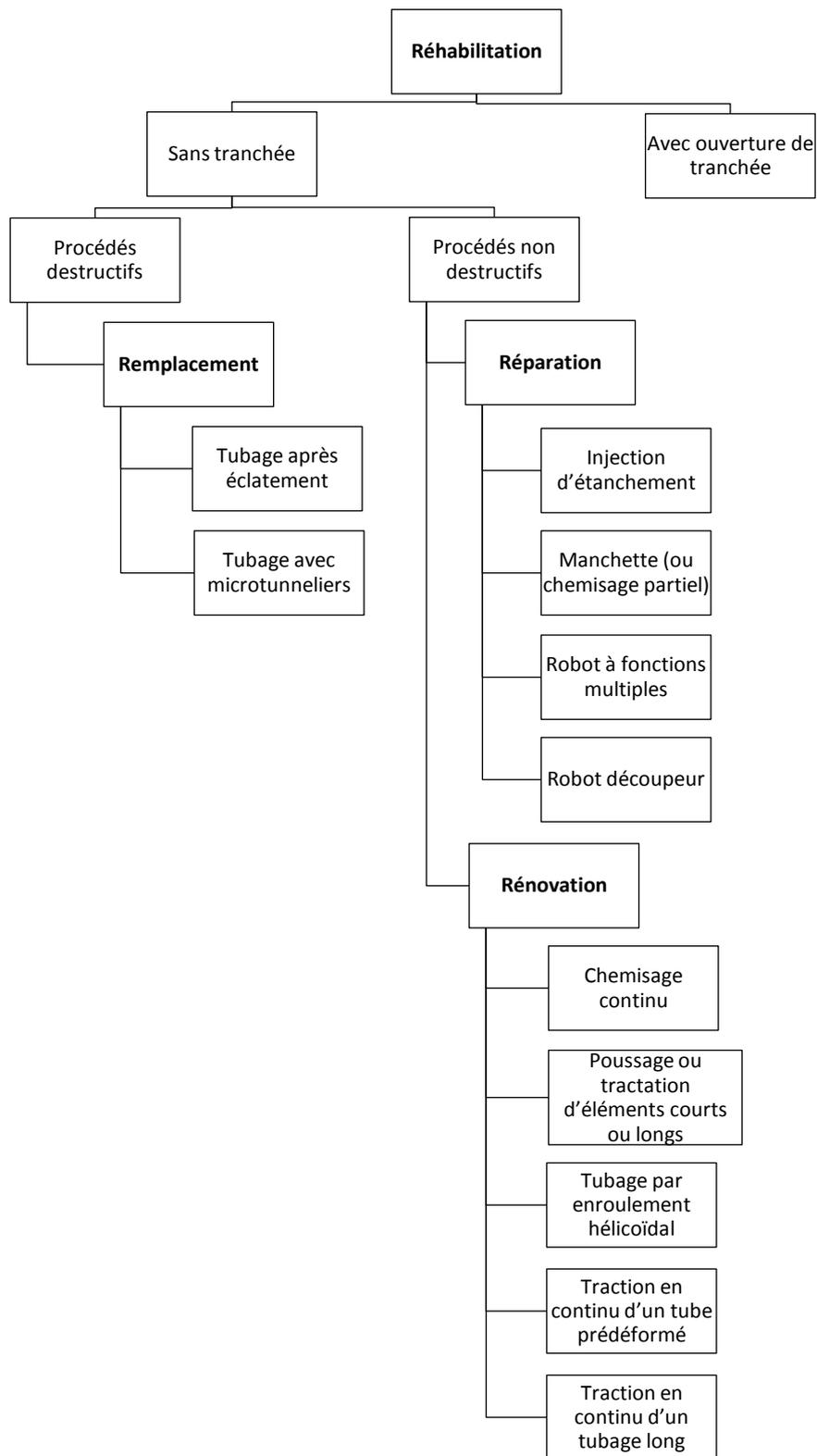


Figure 5 : Classification des techniques de réhabilitation des ouvrages non visitables (MOZZICONACCI 2001); (YAHIAOUI 2000)

II.3.5 L'inspection visuelle des réseaux d'assainissement :

L'inspection visuelle des réseaux d'assainissement fait partie des différentes techniques d'auscultation des ouvrages d'assainissement existants en vue d'établir leur évaluation ou en terme plus approprié ; leur diagnostic. (BRUYELLE 2008b).

Permettant la visualisation de l'intérieur des ouvrages, elles ont pour objectif opérationnel de fournir un constat d'état et de fonctionnement de celui-ci ainsi que toutes conditions sur la géométrie des canalisations (contre-pentes, déformations, pénétrations...), afin de permettre l'appréciation de l'état apparent de la structure et du fonctionnement de la canalisation (BRUYELLE 2008a).

Pour obtenir de bons résultats suite à une ITV, il est nécessaire d'avoir l'équipement adéquat à ce type d'opération et une bonne formation des agents de terrain (opérateurs). Une bonne exploitation de ces résultats nécessite la formation des ingénieurs et des décideurs notamment sur le choix de l'intervention à prévoir *a posteriori* (Ertl, et al. 2007).

Méthodes d'inspection visuelle (BRUYELLE 2008a):

- examen visuel indirect** par **caméra de télévision** pour les réseaux non visitables et les canalisations de branchement.
- examen visuel direct** à partir **de la surface** pour les boîtes d'inspection et de branchement.
- examen visuel direct** par **descente d'opérateurs** dans les ouvrages pour l'inspection des **regards** avec prise en compte impérative des règles d'hygiène et de prévention des risques.
- **examen visuel direct** par **descente d'opérateurs** dans les ouvrages pour l'inspection des **réseaux visitables** avec prise en compte impérative des règles d'hygiène et de prévention des risques.

L'inspection visuelle est non seulement effectuée pour les réseaux existants comme cité plus haut, ceci s'inscrit à l'état actuel dans le volet de la gestion préventive, mais aussi pour la réception de réseaux neufs (de façon systématique). On peut donc faire un classement de réseaux, en premier lieu, entre **existants** et **neufs** et par la suite diviser chaque groupe en **visibles** (diamètre ≥ 1300 mm) et **non visitables** (diamètre < 1300 mm) pour décider du type d'inspection à entreprendre.

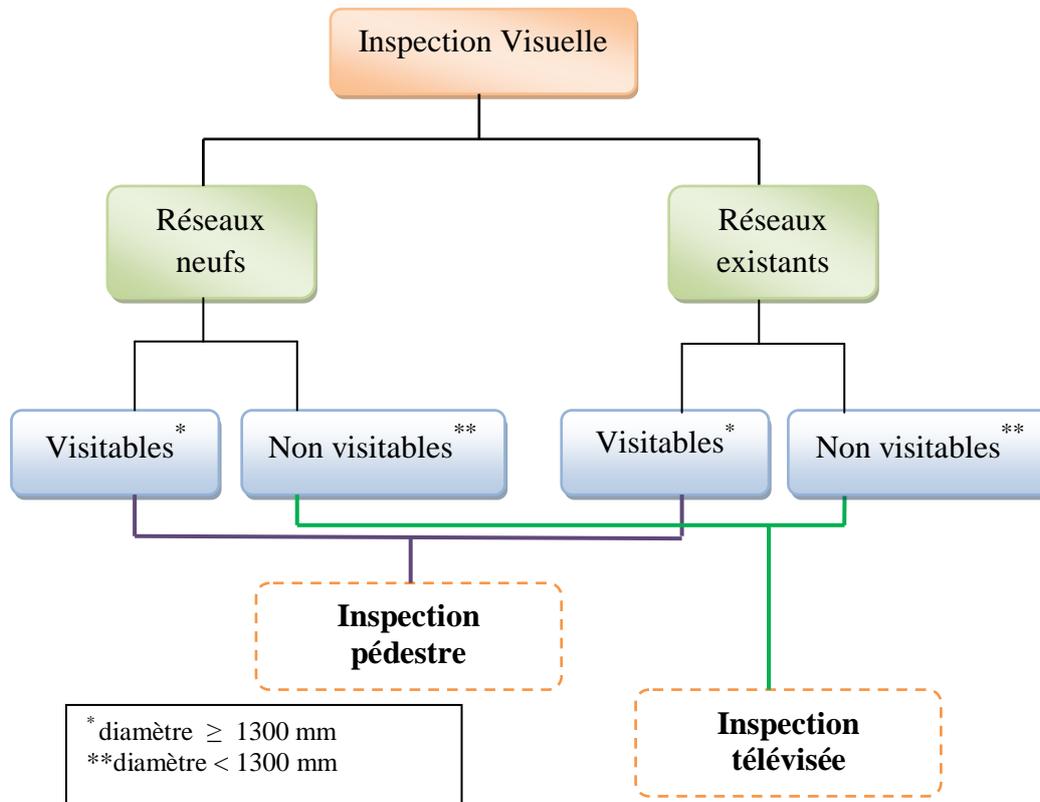


Figure 6 : Types d'inspections visuelles

Réception de réseaux neufs :

Les examens préalables à la réception comprennent au minimum, en ordre chronologique d'exécution (Bulletin officiel français 2003):

- les épreuves de compactage,
- la vérification des conditions d'écoulement,
- **l'inspection visuelle ou télévisuelle,**
- la vérification de conformité topographique et géométrique des ouvrages,
- les épreuves d'étanchéité,
- la vérification de remise en état des lieux.

L'inspection visuelle ou télévisuelle pour la réception de travaux neufs a pour vocation de vérifier :

- le bon état de l'ouvrage par l'absence de défauts
- le bon alignement des tuyaux
- la bonne qualité des emboîtements et raccordements
- la régularité de la pente

Réseaux existants :

Les réseaux d'assainissement ont tendance à se détériorer avec le temps. La bonne gestion de ces réseaux nécessite un contrôle et un suivi réguliers et de façon pérenne.

Inspection pédestre : réseaux visitables

Il s'agit de l'inspection visuelle par déplacement d'un opérateur à l'intérieur d'une canalisation dont la hauteur est supérieure ou égale à 1.3 m.

L'inspection pédestre des réseaux est effectuée, d'après le kit métier visite du réseau, par 2 personnes au minimum et de 7 au maximum en respectant toutes les consignes **d'hygiène et de sécurité** (cf. Entretien des réseaux). Les agents relèvent tous les défauts et anomalies in situ pour établir plus tard une évaluation de l'état du réseau.

Ces visites doivent être effectuées par du personnel qualifié, capable d'apprécier l'état du collecteur et d'établir un rapport d'inspection présentant des photographies et des commentaires appropriés (MOZZICONACCI 2001).

Inspection télévisée : réseaux non visitables

L'inspection télévisée consiste à observer in situ l'aspect intérieur des collecteurs tout comme l'inspection pédestre, mais cette fois-ci il s'agit de collecteurs non visitables, et cela à l'aide d'une caméra motorisée qui avance le long des collecteurs.

L'ensemble du matériel mis en œuvre tient dans un fourgon. A l'avant, derrière le poste de conduite, se situe le poste de pilotage de la caméra et de saisie des défauts rencontrés. A l'arrière, on retrouve le compartiment de mise en œuvre de la caméra. L'ensemble des opérations peut être effectué par une seule personne (CORDIER, et al. 2007). Cela dit, deux agents sont en général sollicités.

La caméra est montée sur chariot autottracté et reliée au fourgon par un câble d'alimentation électrique et de transfert de données vidéo vers le poste de contrôle.

L'alimentation électrique est assurée par un groupe électrogène situé à l'arrière du fourgon dans le compartiment dédié à la mise en œuvre de la caméra.

Les caméras disposent d'objectifs rotatifs balayant tous les angles d'observation, elles sont également munies de spots lumineux.

Les roues du chariot sont modifiables en fonction du diamètre de la canalisation inspectée, de manière à ce qu'en vision axiale, la caméra se trouve dans l'axe de cette canalisation.

Les chariots disposent de capteurs pour la réalisation de mesures : ovalisation, diamètre, taille des défauts et la pente du réseau.

Le pupitre de commande comporte l'ensemble des dispositifs permettant de diriger l'inspection tel que la commande de la translation du chariot (vitesse, marche avant et arrière), commandes de rotation et basculement de la tête...



Figure 7 : Matériel d'inspection télévisée (en haut à gauche: caméras, en haut à droite: fourgon, en bas à gauche : poste de pilotage, en bas à droite : poste chantier)

II.3.6 Description de la norme NF EN 13508 « Condition des réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments - Partie 2 : Système de codage de l'inspection visuelle »

La norme NF EN 13508-2 définit un système de codage de l'inspection visuelle des réseaux d'assainissement afin de garantir la comparabilité et l'objectivité des résultats d'inspections visuelles, décrivant l'état interne des réseaux d'assainissement (branchements et collecteurs, regards de visite et chambres d'inspection). Cette norme fait suite à la norme EN 752-5 (Réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments) qui manquait de codage uniforme pour comparer les résultats d'ITV (IBRAHIM 2008).

II.3.6.a Système de codage

Le système de codage est composé de deux parties principales : les **intitulés de rubrique** et les **observations individuelles** tel que montré dans la figure suivante.

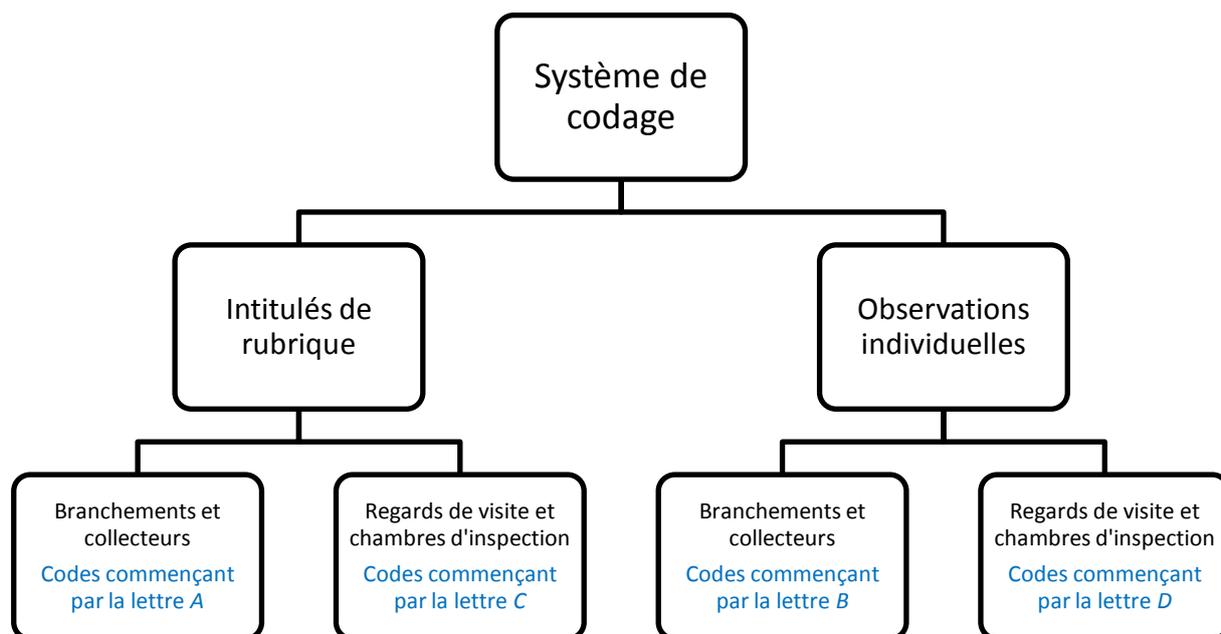


Figure 8 : Système de codage de la norme NF EN 13508-2

Intitulés de rubrique : les intitulés de rubrique sont saisis au début de chaque inspection. Une partie de ces intitulés est obligatoire, l'autre est facultative. Des exemples d'intitulés exigés: identification du nœud de regard, identification du tronçon, méthode d'inspection, texte descriptif de l'emplacement...

Observations individuelles :

Chaque observation (ou par langage abusif « défaut ») est décrite par un **code principal**, composé de trois lettres, et d'informations supplémentaires qui sont la **caractérisation**, la **quantification**, l'**emplacement circonférentiel**, l'**assemblage** et l'**emplacement**.

Code principal :

- La première lettre du code principal fait référence à l'élément observé (*B* pour une canalisation et *D* pour un regard)
- La seconde lettre indique la nature du défaut :
 - A* pour un désordre structurel
 - B* pour un désordre fonctionnel
 - C* codes d'inventaires
 - D* pour tous les autres codes
- Et enfin la troisième lettre indique le type d'observation (déformation, fissure...)

Caractérisation :

La caractérisation est sous forme de deux codes complémentaires, au plus, qui donnent plus de détails sur le défaut, par exemple une fissure peut être (longitudinale, ouverte, hélicoïdale...). La lettre *Z* est utilisée dans le cas d'une personnalisation (ajout par un opérateur).

Quantification : Selon le défaut, la quantification peut être une longueur, un pourcentage d'une dimension ou d'une section... Elle est précisée dans la norme suivant chaque cas.

Emplacement circonférentiel : certains défauts nécessitent un positionnement relativement à une référence horaire définie par l'angle que forme le défaut avec la verticale à partir du centre de la section. Cette référence horaire se présente comme suit :

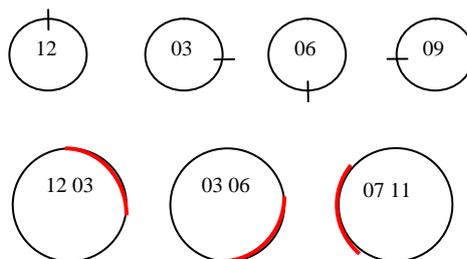


Figure 9 : Exemples de références horaires

Lorsqu'il s'agit d'un regard, le point de référence est la canalisation sortante la plus basse à laquelle on associe la position midi ou 6 heures.

Assemblage : Si un défaut se trouve au niveau d'un assemblage entre deux tuyaux adjacents (pour les collecteurs) ou deux éléments préfabriqués (pour les regards), le code *A* est utilisé.

Emplacement:

Pour les branchements et collecteurs, l'emplacement est longitudinal, il est précisé pour chaque observation par rapport à un point de référence. Les différentes possibilités de choix de ce point de référence sont précisées dans la norme.

En plus de l'emplacement longitudinal, les défauts continus ont un début *A* et une fin *B*.

Concernant les regards, l'emplacement représente les différentes parties constituant le regard telles que la cunette, la banquette...

Les exemples suivants permettent d'éclaircir ce qui vient d'être cité :

Exemple 1 : Il s'agit de deux fissures fermées longitudinales à midi et 3 heures



Figure 10 : Photo de fissures longitudinales

Tableau 3 : Description codée de fissures longitudinales

Code	Caractérisation		Quantification	Emplacement circonférentiel		Assemblage
BAB	B	A			12	
BAB	B	A			03	

Exemple 2 : Il s'agit d'un déplacement d'assemblage (BAJ), un décentrage radial (B) en particulier

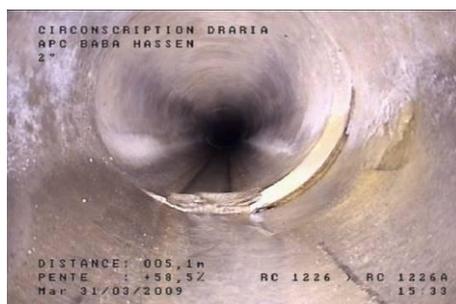


Figure 11 : Photo d'un décentrage radial

Tableau 4 : Description codée d'un décentrage radial

Code	Caractérisation	Quantification	Emplacement circonférentiel	Assemblage
BAJ	B			A

II.3.6.b Transfert électronique de données codées

Le transfert électronique des informations codées permet le passage d'une base de données à une autre. Un format spécifique est recommandé par la norme.

Toutes les données (intitulés de rubrique et observations) devant être mentionnées dans un rapport d'ITV ont des codes définis. Le rapport codé comporte trois parties :

1. Informations des intitulés de fichier
2. Informations des intitulés de rubrique pour l'inspection
3. Données d'inspection

Informations des intitulés de fichier :

La première partie du rapport doit comporter des informations relatives au format des données (voir tableau suivant).

Tableau 5 : Codes identificateurs de champ

Identification	Description
#A1=	Les données doivent être en caractères 8 bits conformément à l'ISO 8859
#A2=	Code de langue
#A3=	Séparateur de champ
#A4=	Point décimal
#A5=	Caractère d'encadrement d'un texte

Informations des intitulés de rubrique pour l'inspection :

Ce sont des codes de trois lettres commençant par *A* lorsqu'il s'agit de collecteurs et par *C* s'agissant des regards. On compte cinq groupes de codes devant commencer par *#B* suivi d'un nombre entier à 2 chiffres commençant par 01 pour le premier, 02 pour le suivant, etc., suivi du signe =. Ces groupes sont les suivants :

1. Codes pour le lieu d'inspection
2. Codes relatifs aux détails d'inspection
3. Détails de la canalisation ou du regard
4. Autres informations (telles que précipitations, température...)
5. Modification des intitulés de rubrique

Données d'inspection :

Le code d'identification des données d'inspection est *#C=*. Il est suivi des codes de champ des données d'inspection (voir tableau suivant).

Tableau 6 : Codes identificateurs de données d'inspection

Code	Description
A	Code principal
B	Caractérisation 1
C	Caractérisation 2
D	Quantification 1
E	Quantification 2
F	Remarques
G	Emplacement circonférentiel 1
H	Emplacement circonférentiel 2
I	Emplacement longitudinal ou vertical
J	Code de défaut continu
K	Assemblage
L	Champ de description de l'emplacement (pour les regards)
M	Référence de photographie
N	Référence de vidéo

Ce qui suit est un exemple de fichier sous Excel respectant le format décrit plus haut :

Les cinq premières lignes correspondent au format du fichier ;

#B01 pour le lieu d'inspection ;

#B02 pour les détails d'inspection ;

#B03 pour les détails de la canalisation ;

#B04 pour les autres informations (précipitations, température, régulation du débit).

Tableau 7 : Tableau présentant le format codé d'un rapport d'ITV

#A1=ISO-8859-1:1998														
#A2=fr														
#A3=														
#A4=.														
#A5="														
#B01=AAA	AAB	AAD	AAF	AAJ	AAK	AAL	AAM							
RC 01 - RC 02	RC 02	RC 02	RC 01	Lieu	B	A	SEAAL							
#B02=ABC	ABE	ABF	ABH	ABP	ABA									
C	B	14/02/2009	Opérateur	C	EN13508-2:2003									
#B03=ACM	ACA	ACB	ACD	ACJ	ACK									
A	A	300	AG	A	C									
#B04=ADA	ADB	ADC												
A	A	A												
#C=l	J	A	B	C	D	E	F	G	H	K	M			
0		BCD	Z		RC 02		Regard de contrôle							
8		BDA											B14J4007.jpg	
31.1		BCE	Z		RC 01		Regard de						B14J433	

							contrôle				6.jpg
#Z											
#B01=AAA	AAB	AAD	AAF	AAJ	AAK	AAL					
RC 02 - RC 03	RC 02	RC 02	RC 03	Lieu	A	A					
#B02=ABC	ABE	ABF	ABH	ABP	ABA						
C	B	14/02/2009	Opérateur	C	EN13508-2:2003						
#B03=ACM	ACA	ACB	ACD	ACJ	ACK						
A	A	300	AG	A	C						
#B04=ADA	ADB	ADC									
A	A	A									
#C=I	J	A	B	C	D	E	F	G	H	K	M
0		BCD	Z		RC 02		Regard de contrôle				
4	A1	BBC	C					6	7		B14K0044.jpg
31.3	B1	BBC	C								B14K0223.jpg
32.8		BCE	Z		RC 03		Regard de contrôle				B14K0331.jpg
#Z											

La norme contient au total 36 codes principaux pour les branchements et collecteurs. En comptant les combinaisons avec les caractérisations on arrive à plus de 150 observations.

Tableau 8 : Nombre de défauts par type d'observation selon la norme EN 13508-2

Type de codes	Branchements /collecteurs	Regards de visite / chambres d'inspection
Désordres structu- rels	16	18
Désordres fonc- tionnels	8	8
Codes d'inventaire	5	11
Autres codes	7	7
Total	36	44

II.4 Conclusion

La gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement urbain ne peut s'appuyer que sur une démarche complète intégrant l'ensemble des opérations de terrain citées dans ce chapitre à savoir :

- Inventaire du patrimoine souvent par l'utilisation d'un SIG synthétisant toutes les données relatives au réseau d'assainissement à gérer
- L'entretien régulier du réseau et le diagnostic par ITV ou autres techniques d'auscultation selon le dysfonctionnement
- Et enfin la réhabilitation du réseau détérioré

Finalement, la prise de décision ne repose pas uniquement sur le décideur, mais le travail commence en amont où l'intervention de l'opérateur a toute son importance. L'agent de terrain fournit la base et le support de chaque décision prise ultérieurement.

La dernière conclusion de ce chapitre concerne la norme EN 13508 – 2. La codification des rapports d'ITV selon cette norme facilite le transfert des données. Les rapports sont ainsi uniformisés, des détails pertinents sont fournis pour une meilleure exploitation ultérieure.

Cette partie sert d'introduction au sujet de ce mémoire, les notions y figurant seront plus ou moins développées dans la suite du document.

Le chapitre suivant décrit la méthodologie adoptée par la SEAAL afin de gérer son réseau d'assainissement.

Chapitre III

Gestion du réseau d'assainissement à la SEAAL

III.1 Introduction

La SEAAL a recours à des méthodes modernes pour sa gestion du réseau d'assainissement d'Alger. Ce chapitre présente ces méthodes et permet de passer en revue le patrimoine réseau et ses caractéristiques.

III.2 Patrimoine réseau d'assainissement de la wilaya d'Alger :

III.2.1 Système d'information géographique

La base de données du SIG, à partir de laquelle pourra s'effectuer le tri et le traitement des informations permettant de définir les différentes stratégies et leur coût, doit comporter une cartographie informatisée et être alimentée par diverses sources techniques :

- Les plans de récolement suite à la réalisation de nouveaux réseaux d'assainissement.
- Les études de diagnostic, préalables à l'établissement du schéma directeur et aux opérations d'investissement.
- Les données en provenance de l'exploitation (BRUYELLE 2008a) :
 - Interventions ;
 - contrôle préventif ;
 - auto-surveillance des réseaux ;
 - nettoyage des réseaux ;
 - réparations de maintenance ;
 - travaux d'extension et de renouvellement ;
 - suivi des chantiers divers réalisés dans le périmètre d'exploitation, etc.

La cartographie informatisée d'un SIG permet la visualisation et l'édition de plans de réseaux à différentes échelles en fonction de chaque besoin. Elle représente donc le support de communication des différentes données relatives au réseau (BRUYELLE 2008a).

Les plans établis à partir des éléments fournis par les plans de récolement et de relevés de terrain, quel que soit leur mode d'exécution, doivent être en permanence tenus à jour, soit :

- au fur et à mesure des chantiers d'extension, de renouvellement ou de modification ;
- au fur et à mesure de l'affinage de la connaissance des ouvrages existants à la suite des diverses opérations d'exploitation.

Le SIG utilisé à la SEAAL est composé de la suite de logiciels ArcGIS® à laquelle est intégré l'outil ImaRES® pour la consultation, la mise à jour et la gestion de détails. ImaRES représente en fait une interface de saisie des informations SIG.

III.2.2 Inventaire du patrimoine

La wilaya d'Alger compte 3000 km de réseau d'assainissement soit 111 585 tronçons. Il est de type unitaire (eaux pluviales + eaux usées) dans sa globalité. Même si certaines parties ont été conçues en réseau séparatif, les riverains se raccordent en général sur le premier réseau trouvé. C'est ainsi qu'eaux pluviales et usées se retrouvent généralement dans les mêmes conduites. Ce qui déstabilisera le fonctionnement des STEP si des eaux pluviales se trouvent dans des canalisations d'eaux usées. Dans le deuxième cas de figure, *i.e.* si des eaux usées se trouvent dans des conduites d'eaux pluviales ; il y aura pollution du milieu récepteur car ces eaux ne sont pas épurées.

En ce qui concerne le matériau, les bétons prédominent. Les conduites se trouvent pour la majorité sous chaussée et dans une moindre mesure sous voies ferrées. La dernière constatation porte sur le type d'écoulement qui est à 90 % gravitaire et sur la forme des conduites qui est majoritairement circulaire. Il est à noter qu'aucune donnée n'est disponible, jusqu'à ce jour pour près de 1800 m. Ce qui représente moins de 0,1 % du réseau total.

On remarque que la date de pose est rarement connue. Pourtant c'est un facteur déterminant puisqu'une inspection devient prioritaire pour la conduite la plus âgée. Ce manque de données est essentiellement dû à l'absence de plans des anciens réseaux et le non-suivi des travaux des réseaux récemment construits.

Le réseau est en grande partie constitué de conduites non visitables. Ce sont les conduites dont le diamètre est inférieur à 1300 mm.

Les figures suivantes permettent une meilleure vision quant à la répartition du matériau, de la forme et de l'implantation des conduites.

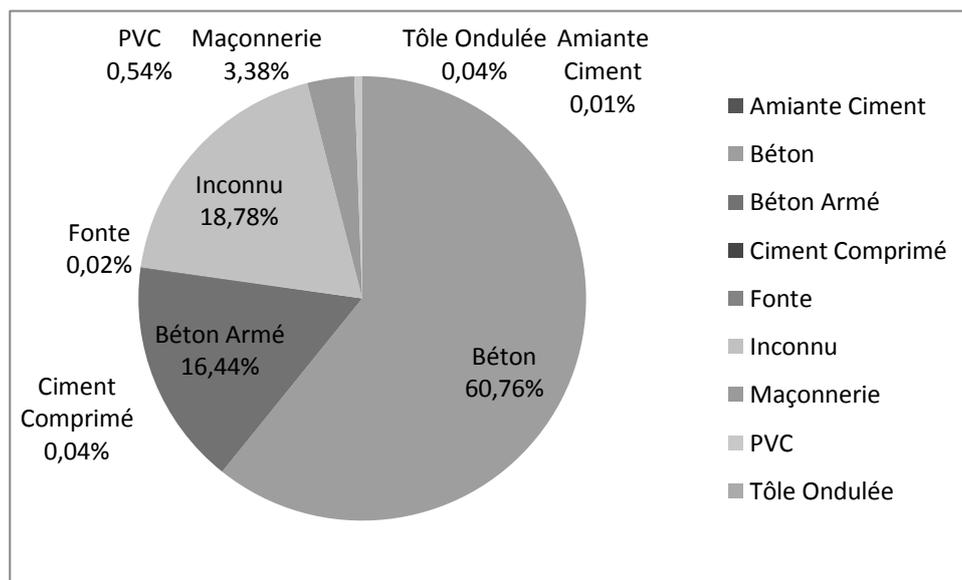


Figure 12 : Répartition du matériau des conduites du réseau d'assainissement

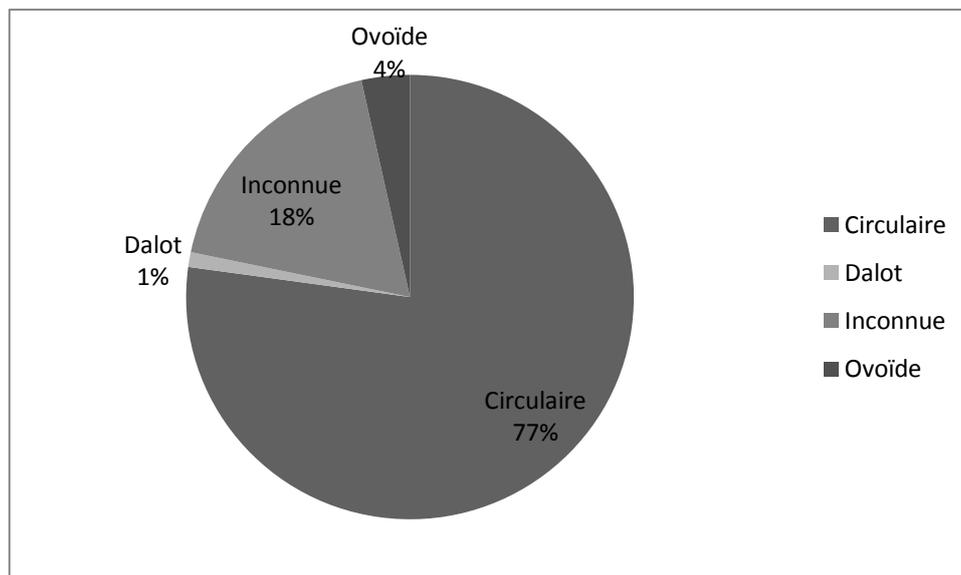


Figure 13 : Répartition de la forme des conduites du réseau d'assainissement

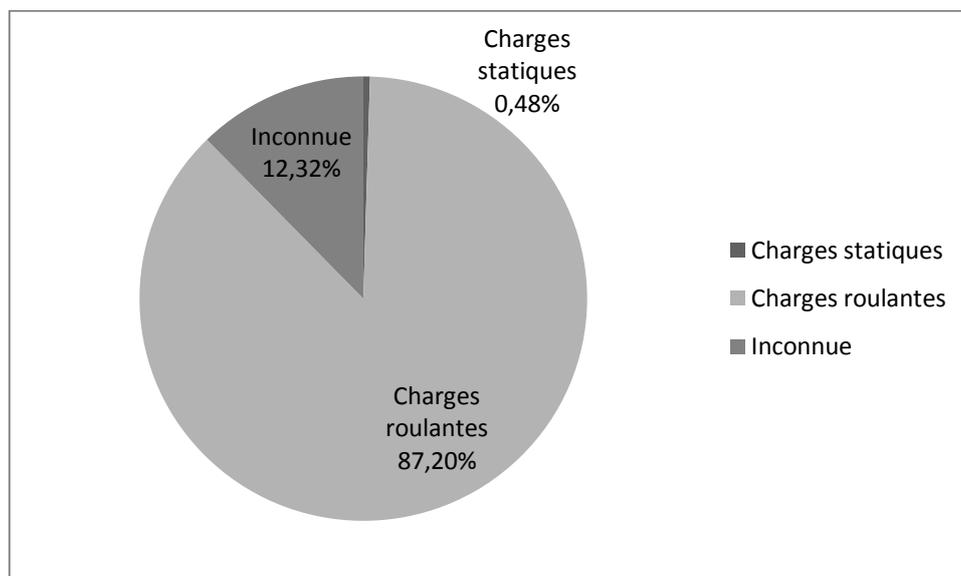


Figure 14 : Répartition de l'implantation des conduites du réseau d'assainissement

Toutes ces données sont issues de la base de données du SIG. Elles ne sont pas toujours fiables, mais elles sont mises à jour suite aux visites d'encrassement. Nous présenterons notre contribution à l'amélioration de cette base de données dans le dernier chapitre.

III.3 Gestion de la visite du réseau d'assainissement de la wilaya d'Alger :

III.3.1 Méthodologie DiagRap :

Le DiagRap (diagnostic rapide des réseaux d'assainissement) se veut une méthode globale d'analyse des réseaux et a été élaborée par Lyonnaise des Eaux. C'est une réponse à un besoin urgent exprimé par l'exploitant. Il est donc nécessaire qu'elle donne une image réaliste de l'état du réseau (MOZZICONACCI 2001).

Cette méthode est constituée de deux étapes :

1^{ère} étape : Etude du risque théorique

Cette étape consiste à affecter aux collecteurs des critères caractéristiques de leur état structurel tels que : l'âge des collecteurs, type de matériau, nature du sol environnant etc.

Sur un plan d'ensemble, le tracé de ce réseau indiquant le type de la zone urbanisée associé aux critères précédents, permet d'estimer *a priori* les secteurs présentant un risque structurel théorique. Cette étape définit un plan d'actions pour l'étape suivante.

2^{ème} étape : Inspections ponctuelles au vidéopériscope

Cette étape consiste à réaliser en parallèle de l'analyse du risque structurel théorique des inspections caméra ponctuelles au niveau des regards de visite. Cette inspection permet non seulement d'évaluer le taux d'encrassement mais aussi de détecter certaines anomalies et défauts à l'intérieur des canalisations.

III.3.1.a Méthodologie DiagRap appliquée à Alger

La visite du réseau d'assainissement d'Alger suit une méthodologie qui est une variante du programme de diagnostic rapide DiagRap® de Suez Environnement. Celui-ci a été adapté aux besoins et contraintes d'Alger.

Deux parties distinctes sont à considérer :

- les opérations de terrain
- l'analyse de risque théorique

1) Opérations de terrain :

Avant toute opération, il est indispensable de disposer d'un SIG pour faire l'inventaire du réseau. Il permet de le localiser et le répertorier. Des mises à jour régulières améliorent la qualité des données.

A partir des données récoltées du SIG, un programme de visites d'encrassement est mis en place. Il s'agit de déterminer les éléments suivants :

- le linéaire des tronçons en mesurant les distances entre regards ;
- le diamètre de la conduite ;
- le taux d'encrassement qui permettra de décider de la prochaine étape : si ce taux est faible, il y a possibilité d'effectuer des Inspections au **VidéoPériscope (IVP)**. Si la conduite est fortement encrassée, des opérations de **curage** sont programmées. Et enfin, des **inspections télévisées** font suite à ces curages lorsque les IVP ne donnent pas assez de matière pour décider de l'état structurel des conduites inspectées. Ce sont donc des inspections ciblées pour identifier les collecteurs les plus endommagés.
- l'état des regards en repérant ceux qui sont non manœuvrables, non apparents, cassés... et prévoir ainsi des travaux de **rehausse**.

Tous ces résultats sont ensuite compilés dans le SIG.

2) Analyse du risque théorique :

Des critères de risque sont à prendre en considération pour établir un ordre de priorité dans les différentes interventions.

Ces critères sont les suivants :

- distance de l'exutoire vers le milieu naturel (oued ou mer) ;

- raccordement à une STEP ;
- lieux stratégiques ;
- urbanisation et accessibilité du réseau ;
- profondeur du réseau ;
- importance du bassin versant amont.

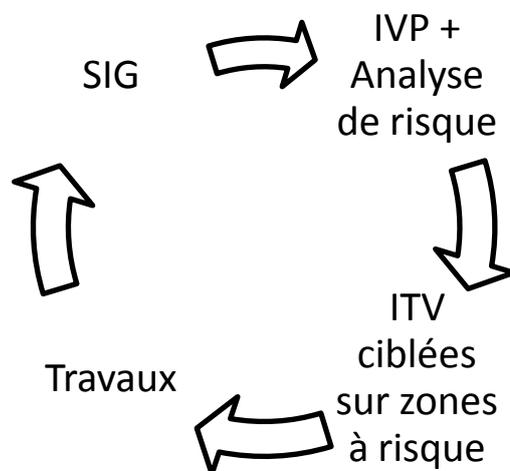


Figure 15: Cycle de la gestion patrimoniale en utilisant le DiagRap

III.3.1.b Moyens du DiagRap :

IVP :

La SEAAL dispose de 5 vidéopériscopes Hydrozoom V2 qui ont une portée de 15 à 20 m. Un regard sur trois (1/3) en moyenne est inspecté. Les regards inspectés ne nécessitent pas d'être curés au préalable si le taux d'encrassement est inférieur ou égal à 30 % ce qui représente un gain de temps et une économie importante. Une équipe peut inspecter environ 20 regards / jour.



Figure 16 : Hydrozoom V2

(source: http://www.hydrovideo.com/en-GB/quick_view_hydrozoom.php)

Le DiagRap a pour avantages une utilisation rationnelle des ITV tout en étant une méthode simple et efficace. Il permet de définir des priorités et un suivi des actions engagées.

III.3.2 Moyens de curage et d'inspection :

Curage :

Concernant le curage, le centre Grands Curages possèdent 8 camions hydrocureurs, 4 camions aspirateurs et 8 camions citernes intervenant sur les 4 centres d'assainissement : chaque centre

opérationnel dispose ensuite d'1 camion hydrocureur chacun (+ 4 anciens camions dans le centre).

ITV :

Deux fourgons d'ITV permettent d'inspecter 680 ml / jour.

Le reste du document ne concernera que les ITV.

La SEAAL dispose de 4 couples caméra / chariot **Hydrovidéo** :

- Caméra TO 70 montée sur chariot HV 90 pour les canalisations de diamètres compris entre 100 et 250 mm
- Caméra TO 70 ou TO 100 montée sur chariot HV 150 pour les canalisations de diamètres compris entre 250 et 450 mm
- Caméra TO 100 montée sur chariot HV 180 pour les canalisations de diamètres compris entre 500 et 1200 mm

Sachant que ces éléments ont les caractéristiques suivantes :

Tableau 9 : Caractéristiques des caméras et chariots d'ITV

Elément	Caractéristiques
Caméra TO 70	Double rotation 180° et 360°, couleur, éclairage à LED
Caméra TO 100	Zoom optique X 10, Double rotation 180° et 360°, couleur, éclairage à LED, laser pour mesure diamètre, ovalisation et défauts
Chariot HV 90	4 roues motrices, corps en bronze, coupleur articulé avant et arrière, mesure de pente
Chariot HV 150	4 roues motrices, directionnel, pantographe motorisé, corps en bronze, coupleur articulé arrière, mesure de pente
Chariot HV 180	10 roues motrices, corps en acier inox, coupleur articulé arrière, mesure de pente

Le poste de contrôle est doté du logiciel **Hydroscan** qui est conforme à la norme européenne EN 13508-2.

Le logiciel intègre des bibliothèques de défauts et caractéristiques des canalisations accessibles par menus automatiques. Il permet également la réalisation d'un rapport lors de l'inspection d'un réseau, celui-ci inclut un plan de situation et un descriptif complet du réseau. Les données de ce rapport peuvent être exportées vers un SIG. Les bases de données ainsi que la présentation des rapports peuvent être personnalisées selon besoin.

Un code couleur, paramétrable par l'utilisateur, permet d'évaluer l'ordre de gravité de ces anomalies. Dès la fin de l'inspection, le rapport peut être imprimé ou gravé sur CD ou DVD avec la vidéo interactive grâce au Reader EDINSPEC.

Une demande d'intervention d'ITV est formulée suite à un :

- problème structurel suspecté (affaissement, présence d'un trou, effondrement) ;
- problème opérationnel suspecté (encrassement, obstruction partielle, débordement) ;
- problème d'infiltration suspecté ;
- acheminement réseau et détection (faciliter l'exploitation du réseau, détection de regards non apparents en surface, mise à jour du SIG) ;

- réception d'un réseau neuf, renouvellement ou travaux de réparation (s'assurer de la bonne exécution des travaux) ;
- inspection de routine de l'état (dans le cadre d'une opération préventive).

III.3.3 Programmation des travaux

Les travaux de réhabilitation peuvent être programmés soit de manière curative ou préventive. A la SEAAL, des **interventions curatives** sont déclenchées sur réclamations (en général ce sont les plaintes des usagers : débordements, inondations, affaissements de chaussée...) suite à des anomalies et dysfonctionnements perturbant le bon fonctionnement du réseau. Les **interventions préventives**, quant à elles, sont planifiées suivant un programme de gestion du patrimoine qui consiste en des visites et inspections télévisées du réseau. Pour le moment ce programme n'est pas clairement défini d'autant plus que l'ITV est à son premier passage, on vise plutôt un linéaire journalier de façon à visiter le réseau dans sa totalité dans les plus brefs délais.

Des **études de diagnostic** seront menées à l'avenir par le bureau d'études. Actuellement, ces études sont sous-traitées pour les points noirs du réseau (ce sont les points présentant des dysfonctionnements, souvent récurrents). Les études de diagnostic s'inscrivent donc, à ce jour, dans le cadre d'une action curative.

La réhabilitation se résume au renouvellement des conduites avec ouverture de tranchée, les autres techniques de réhabilitation n'étant pas encore adoptées par le gestionnaire.

III.3.4 Etat actuel des rapports d'ITV :

Des rapports de suivi d'ITV sont transmis au fur et à mesure de l'avancement des inspections. Nous avons trié ces tableaux donnant l'état d'avancement des opérations. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant.

Tableau 10: Inventaire du statut des rapports ITV en ml

Statut Rapport	Type d'intervention			Total
	Urgence	Préventif	Travaux neufs	
Non terminé*	2585.9	118271.5	30020.8	150878.2
Terminé	1422.7	6134.4	17957.9	25515
Total	4008.6	124405.9	47978.7	176393.2

(*Non terminé = en cours + non commencé + pas de rapport + Arrêt pour curage ou rehausse)

Les rapports qui peuvent être utilisés sont ceux terminés. Ils représentent un linéaire total de 25,5 km. Seulement 7,5 km concernent l'état préventif et l'état d'urgence.

III.4 Conclusion

Ce chapitre aboutit aux conclusions suivantes :

- La méthode de DiagRap permet d'établir un pré-diagnostic des réseaux et d'établir un programme d'ITV ciblées. Ce qui permet un gain de temps et d'argent.
- Les ITV ne couvrent pas la totalité du réseau (3000 km). Les rapports disponibles serviront de base pour l'élaboration future d'un outil d'aide à la décision pour la réhabilitation des tronçons les plus dégradés.

Chapitre IV

Création d'un outil de valorisation des ITV

IV.1 Introduction

Ce chapitre permet de décrire l'outil d'aide à la décision que nous tentons de mettre en place. Nous présenterons pour cela la démarche globale de l'outil ainsi que ses différentes étapes. Pour une meilleure compréhension du fonctionnement de l'outil, un guide d'utilisation précèdera le calage de l'outil.

IV.2 Déroulement du stage

Afin de pouvoir satisfaire la demande de la SEAAL, notre travail s'est déroulé en deux parties. Une formation pratique a précédé l'étape d'élaboration de l'outil.

IV.2.1 Opérations de terrain

Une formation pratique a été nécessaire pour pouvoir réaliser le travail. C'est ainsi que des sorties sur terrain ont été effectuées. Elles se sont déroulées par ordre chronologique suivant les étapes du diagnostic rapide.

Les visites d'encrassement :

L'objectif des visites d'encrassement était de :

- Repérer les regards à visiter à partir d'un plan fourni par le SIG.
- Reconnaître l'ensemble des ouvrages constituant le réseau d'assainissement sur terrain.
- Effectuer des mesures ou parfois des estimations pour le diamètre des conduites, la profondeur du regard et la distance entre deux regards.
- Estimer le taux d'encrassement des regards et conduite principale.
- Réaliser un reporting en remplissant la fiche de description des regards.
- Rectifier les éventuelles erreurs présentes sur les plans disponibles ou rajouter des données manquantes afin que ces plans soient mis à jour dans le SIG.

Les inspections au vidéopériscope :

Les IVP ont permis une familiarisation avec les défauts qu'on peut rencontrer au niveau d'un tronçon. Elles ont servies d'étape introductive pour une compréhension progressive des ITV. La caméra fixe est placée au niveau du regard, en zoomant sur l'intérieur de la conduite, une bonne partie des défauts est repérée. Ne permettant pas de voir tous les détails, il n'y a pas de risque de s'embrouiller pour déterminer le type de défaut rencontré.

Les inspections télévisées :

La manipulation du chariot de la caméra et l'utilisation du logiciel s'avèrent difficiles au premier essai. Il a été indispensable de réaliser ces inspections sur chantier afin de mémoriser les anomalies et de les différencier. Cette tâche n'est pas forcément évidente, c'est pour cette raison que les deux premiers mois du stage ont été totalement consacrés à l'analyse des rapports d'ITV et l'étude de la norme EN 13508-2. Au terme de cette période, il nous était possible de réaliser un rapport d'ITV selon la norme en mentionnant tous les détails pertinents, ainsi que la correction de certains rapports comportant des erreurs.

IV.2.2 Contribution à l'amélioration de la base de données du SIG

Une analyse détaillée de la base de données du SIG a permis de faire un inventaire du réseau (voir chapitre III). Ceci a d'abord nécessité la rectification des erreurs pour une meilleure qualité de l'information, notamment en ce qui concerne la forme des conduites et la dimension correspondante ainsi que l'uniformisation des codes.

IV.2.3 Elaboration de l'outil

Une fois les opérations de terrain maîtrisées, est venu le moment d'élaborer l'outil. Avant d'entamer la méthodologie, il est d'abord nécessaire de présenter la base de notre travail c'est-à-dire les rapports d'inspections télévisées obtenus par le logiciel Hydroscan.

La figure suivante est un extrait d'un rapport : les photos à droite correspondent aux défauts inscrits à gauche.

Nous ne travaillons pas directement sur ces rapports, nous utilisons plutôt la version codée au format `.txt` (voir tableau 7).



Figure 17 : Extrait d'un rapport d'ITV

IV.3 Méthodologie

IV.3.1 Théorique : échantillon représentatif

Il a été question au départ de regrouper tous les rapports d'inspections télévisées et de choisir un échantillon représentatif de cette population. Ensuite, effectuer une étude statistique pour extraire un maximum de données. L'outil aurait été ainsi applicable sur l'ensemble des rapports disponibles.

Nous n'avons pas pu suivre cette démarche parce que les rapports du réseau inspecté sont en nombre insuffisant. Il suffit de se reporter à la fin du chapitre précédent pour le constater.

Nous verrons par la suite que les rapports dont nous avons besoin pour décider des niveaux de dégradation concernent le réseau existant. Par conséquent, le réseau neuf sera écarté. Et c'est justement ici que se pose le problème ; les rapports finis sont en majorité les résultats de réception de travaux neufs. Nous ne disposons pas d'assez de rapports d'ITV de l'ancien réseau.

Puisqu'il nous était impossible d'obtenir un échantillon représentatif du réseau ancien, nous avons décidé de maintenir la démarche globale en nous basant sur les rapports existants. Seu-

lement il faudra prévoir une période de calage de l'outil. Les premiers résultats seront vérifiés au fur et à mesure en apportant à chaque fois des améliorations au programme.

IV.3.2 Réelle : éléments disponibles

De façon globale, les étapes du travail sont schématisées sur la figure suivante.

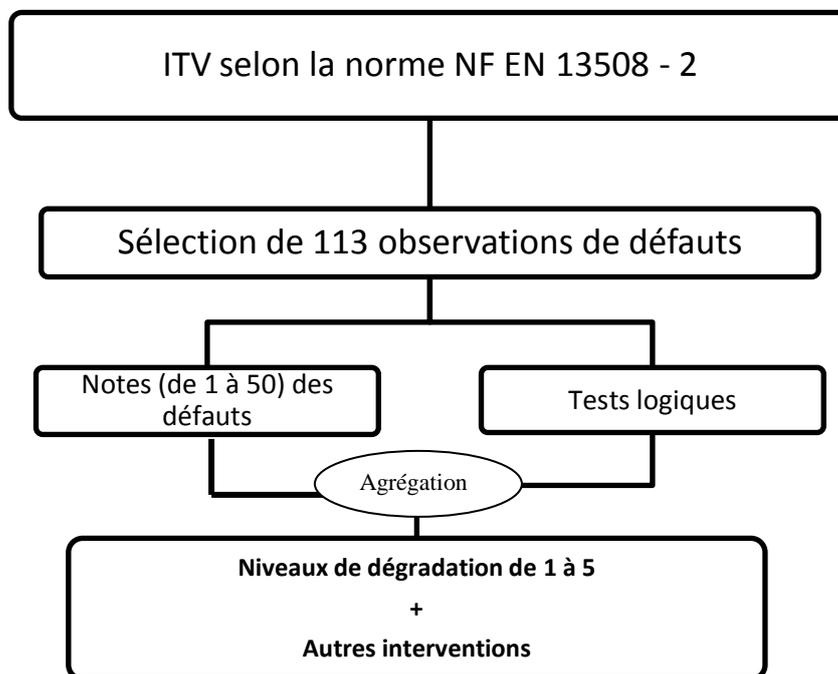


Figure 18 : Description simplifiée de la méthode

IV.3.2.a Sélection des défauts

La norme EN 13 508-2 comporte plus de 150 observations, 113 de ces défauts ont été sélectionnés car jugés pouvant affecter l'état structurel et opérationnel des tronçons.

En effet, nous avons gardé tous les codes de désordres structurels sauf le code (BAN) correspondant à une « conduite poreuse » car souvent difficile à percevoir et sans grande influence sur l'état de la conduite.

Concernant les désordres fonctionnels, nous n'avons pas pris en considération les codes (BBB) pour « dépôts adhérents » qui sont des concrétions ou de la graisse, les défauts (BBC) ou « dépôts » et enfin les codes (BBH) correspondant à « vermine ». La présence de vermines n'est pas un défaut en soi, elle nous renseigne plutôt sur l'atmosphère régnant dans la conduite en particulier l'humidité.

De tous les codes d'inventaires, nous n'avons gardé que « selle burinée – raccordement ouvert » et « piquage direct buriné – raccordement ouvert » correspondant respectivement à (BCA.C.A) et (BCA.E.A) car les conduites de branchement raccordées par burinage direct sont considérées comme des anomalies.

IV.3.2.b Attribution d'une note pour chaque défaut

A chaque défaut, est attribuée une note selon l'impact de ce défaut sur l'état de la conduite.

Cette note varie de 1 à 50 :

- 50 représente l'état le plus dégradé

- 1 représente l'état le plus neuf

- le passage d'un état i à l'état $i+1$ se fait par pas de 5 (on obtient les notes suivantes : 1-5-10-15-20-25-30-35-40-45-50)

Le choix de l'intervalle [1, 50] s'est fait après analyse détaillée des différents défauts retenus de la norme NF EN 13508-2 qui sont donnés à l'annexe 1.

La « microfissure » étant le défaut le plus insignifiant et « l'effondrement » le défaut le plus grave, il a fallu élargir l'intervalle de notation pour avoir plus de rigueur.

Cinq experts ont été sollicités à cette étape : chaque expert a noté les défauts de la liste. Nous avons compilé les résultats. La notation finale a donc été obtenue de la manière suivante :

- a) Si on obtient 4 notes identiques : c'est cette note qui est attribuée au défaut ;
- b) S'il y a présence d'une note aberrante, *i.e.* une note très inférieure ou très supérieure aux autres notes, celle-ci est écartée ;
- c) Une fois a) et b) respectées, on calcule la moyenne des notes ;
- d) Arrondir à la note supérieure après calcul de la moyenne, si celle-ci ne respecte pas le pas de 5.

Au final, nous avons obtenu la notation présentée à l'annexe 1.

IV.3.2.c Tests logiques

Les tests logiques concernent le réseau neuf, les travaux de curage, les travaux de rehausse et les travaux de coupe-racines.

Le réseau neuf ne doit présenter aucun défaut, il ne s'agit plus ici de calcul d'une note. Mais nous passons à un raisonnement binaire :

-s'il n'y a aucun défaut, le réseau est bon

-s'il y a présence de défauts, le réseau est à refaire

Le calcul de la note ne concerne donc que le réseau existant.

Les travaux de curage sont programmés s'il y a présence des codes suivants :

BBD.A : Entrée de terre – sable

BBD.B : Entrée de terre – tourbe

BBD.C : Entrée de terre – matériau fin (argile, vase)

BBD.D : Entrée de terre – gravier

BBE.A : Autres obstacles – briquetage ou élément de maçonnerie délogé, gisant sur le radier

BBE.B : Autres obstacles – fragment de conduite brisée gisant sur le radier

BBE.C : Autres obstacles – autre obstacle gisant sur le radier

Les travaux de rehausse sont programmés lorsque le regard est non apparent en surface.

Enfin, on a recours au coupe-racine lorsqu'on retrouve les codes (BBA) ou « racines »

IV.3.2.d Agrégation

Il s'agit de regrouper les résultats obtenus de la notation des défauts et des tests logiques. Les notations des défauts vont être manipulées de façon à pouvoir délimiter des intervalles pour chaque niveau de dégradation.

Notre proposition de départ était de calculer pour chaque tronçon les éléments suivants :

- a. la densité de notes : c'est une moyenne pondérée des notes, on attribue à chaque note un coefficient qui est le rapport de la longueur du défaut et la longueur totale du tronçon.

$$N_T = \sum_{i=0}^n \frac{N_i L_i}{L_T} \quad \text{avec}$$

N_T : note du tronçon

n : nombre total des défauts

N_i : note du défaut

L_i : longueur du défaut

L_T : longueur du tronçon

- b. le nombre total des défauts
- c. la note maximale

Il suffisait ensuite de faire des essais sur des rapports existants afin de déduire les valeurs extrêmes de chaque niveau.

Par exemple : si N_T est compris entre $[x, y]$ on est dans le niveau 2.

x et y sont des valeurs obtenues après plusieurs essais.

Le nombre total des défauts et la note maximale sont des éléments de veto. Si par exemple la note maximale est de 50 (ce qui correspond à un effondrement). Le niveau 5 est attribué au tronçon quelque soit la valeur de N_T et le nombre de défauts.

Il s'agit ici d'une démarche empirique qui nécessite l'analyse de plusieurs rapports d'ITV pour pouvoir généraliser les résultats.

Comme les rapports en notre possession étaient en nombre insuffisant, il ne nous a pas été possible de délimiter les intervalles de chaque niveau de dégradation. Nous n'avons pas pu vérifier si cette démarche présentait des résultats satisfaisants.

Nous avons donc proposé d'autres calculs qu'on devra tester et voir s'ils pourront donner de bons résultats. Il s'agit de la somme des notes du tronçon, cette même somme divisée par la longueur du tronçon et par le nombre de défauts.

La somme ou moyenne qui présentera les meilleurs résultats sera retenue à la fin des tests.

IV.4 Description de l'outil :

IV.4.1 Interface et données à entrer

L'outil permet d'établir une fiche de synthèse des rapports d'ITV sur laquelle figure les notes de tous les tronçons (voir la figure qui suit).

Fait le: Par:	<h2 style="margin: 0;">FICHE DE SYNTHÈSE DES RAPPORTS ITV</h2>	 SEAL 97 PARC BEN OMAR KOUBA-ALGER			
Demande d'intervention: N° Rapport : Date Inspection : Objet Inspection: Méthode Inspection: Commune : Adresse :					
Récapitulatif					
Note	Signification	Linéaire (ml)	Nombre tronçons		
1	Etat presque neuf				
2	Pas d'intervention à prévoir				
3	A surveiller				
4	Travaux à programmer				
5	Travaux immédiats				
Autre intervention	Curage/Coupe-racines/Rehausse				
Détail par tronçon					
Tronçon	Linéaire	Dimension	Matériau	Taux inspection	Note

Figure 19 : Fiche de synthèse des rapports d'ITV

L'outil a été réalisé sous Excel développé donc sous VBA (Visual Basic for Applications). Le fichier Excel comporte huit onglets ou « feuilles de calcul Excel » (ENTREES, SORTIES, ERREUR, LISTES, NOTES, CALCUL, LONGUEUR, RECAP), l'utilisateur aura besoin des trois premiers seulement:

Utilisation de l'outil :

- 1) Dans la feuille de calcul ENTREES, l'utilisateur doit coller le rapport d'ITV obtenu au préalable par une exportation à partir du logiciel Hydroscan vers un fichier Excel. Il est primordial que le « point-virgule » soit sélectionné en tant que séparateur de champ.

Le collage doit se faire sur la première cellule (ligne 1, colonne 1). Autrement, un signal d'erreur est affiché. L'utilisateur est alors prié de refaire l'opération.

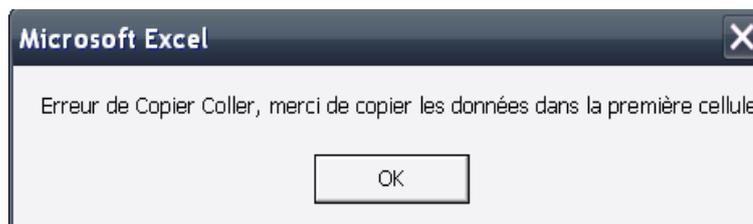


Figure 20: Message d'erreur de copie

- 2) Une fois le rapport collé au bon endroit, le calcul peut être lancé dans l'onglet SORTIES en cliquant sur le bouton « Lancer Calcul » situé en haut, à droite sur cette feuille.

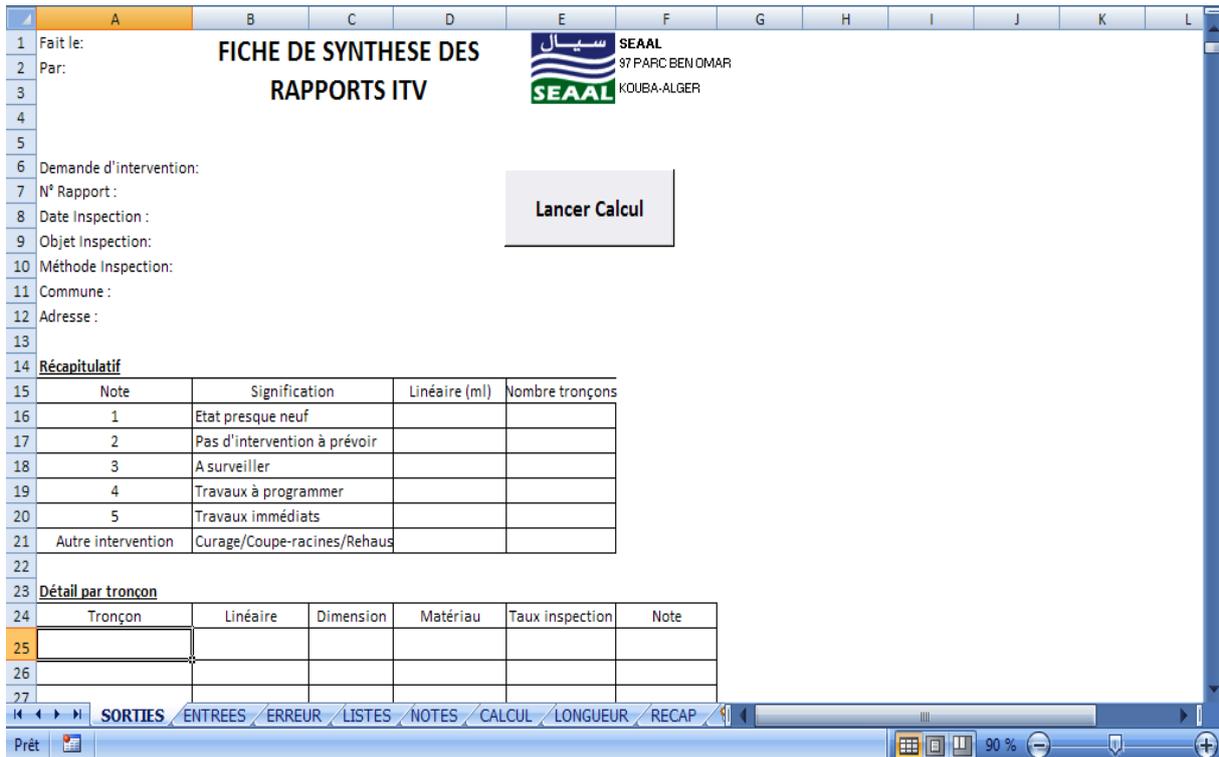


Figure 21 : L'onglet SORTIES de l'outil

- 3) Il est demandé, en premier lieu, de préciser la demande d'intervention. Il suffit pour cela de mentionner le service client, qu'il soit interne ou externe. Cette étape n'est pas obligatoire et n'affecte en rien l'exécution du programme, elle permet uniquement une bonne hiérarchisation des rapports.



Figure 22: Boîte de dialogue de la demande d'intervention

- 4) Le numéro du rapport ne pouvant pas être obtenu à partir du fichier Excel, il est demandé à l'aide d'une nouvelle boîte de dialogue tel que montré dans la figure qui suit.



Figure 23 : Boîte de dialogue du numéro de rapport

IV.4.2 Fonctionnement du programme

Le programme comporte en réalité deux étapes : la première permet d'extraire de l'onglet ENTREES les données relatives au rapport d'inspection qui sont des informations d'ordre général.

Il s'agit de : date d'inspection : qui se situe sous la cellule comportant le code (ABF) de l'onglet ENTREES à la ligne 9.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	#A1=ISO-8859-1:1998												
2	#A2=fr												
3	#A3=												
4	#A4=												
5	#A5="												
6	#B01=AAA	AAB	AAD	AAF	AAJ	AAK	AAL	AAM					
7	RC 1598 - RC 1599	RC 1598	RC 1598	RC 1599	BABA	A	A	SEAAL					
8	#B02=ABC	ABE	ABF	ABH	ABO	ABP	ABA						
9	C	B	10/03/2009	Opérateur	1	C	EN13508-2:2003						
10	#B03=ACM	ACA	ACB	ACD	ACJ	ACK							
11	A	A	300	AG	A	C							
12	#B04=ADA	ADB	ADC										
13	A	A	A										
14	#C=l	J	A	B	C	D	E	F	G	H	K	M	N
15	0		BCD	Z		RC 1598		Regard de Controle					
16	3.1		BAA	A								C10K2958.jpg	
17	3.1	A1	BAC	A									
18	15.9		BCE	F								C10K3253.jpg	
19	15.9		BCA	E				12				C10K3254.jpg	
20	21.7	B1	BAC	A								C10K3353.jpg	
21	21.9		BAL	A				9	3			C10K3636.jpg	
22	21.9		BDB					Plan rapproché sur Réparation				C10K3637.jpg	
23	23.8		BCE	Z		RC 1599		Regard de Contrôle				C10K3818.jpg	

Figure 24 : Emplacement de la date d'inspection dans l'onglet ENTREES

L'objet de l'inspection : il est codé de A à J et Z pour la personnalisation, la liste entière figure dans la feuille LISTES. C'est grâce à celle-ci que se fera la correspondance entre ces codes et les intitulés d'objet d'inspection. Il se situe sous la cellule comportant le code (ABP). Ceci est montré dans les deux figures suivantes.

Chapitre IV : Création d'un outil de valorisation des ITV

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	#A1=ISO-8859-1:1998												
2	#A2=fr												
3	#A3=												
4	#A4=.												
5	#A5="												
6	#B01=AAA	AAB	AAD	AAF	AAJ	AAK	AAL	AAM					
7	RC 1598 - RC 1599	RC 1598	RC 1598	RC 1599	BABA HASSEN	A	A	SEAAL					
8	#B02=ABC	ABE	ABF	ABH	ABO	ABP	ABA						
9	C	B	10/03/2009	Opérateur	1	C	EN13508-2:2003						
10	#B03=ACM	ACA	ACB	ACD	ACJ	ACK							
11	A	A	300	AG	A	C							
12	#B04=ADA	ADB	ADC										
13	A	A	A										
14	#C=l	J	A	B	C	D	E	F	G	H	K	M	N
15	0		BCD	Z		RC 1598		Regard de Controle					
16	3.1		BAA	A									C10K2958.jpg
17	3.1	A1	BAC	A									
18	15.9		BCE	F									C10K3253.jpg
19	15.9		BCA	E				12					C10K3254.jpg
20	21.7	B1	BAC	A									C10K3353.jpg
21	21.9		BAL	A				9	3				C10K3636.jpg
22	21.9		BDB					Plan rapproché sur Réparation					C10K3637.jpg
23	23.8		BCE	Z		RC 1599		Regard de Contrôle					C10K3818.jpg

Figure 25: Emplacement de l'objet d'inspection

	A	B	C	D	E
1	Codes matériau			Objet de l'inspection	
2	AA	Amiante-Ciment		A	Contrôle final d'une nouvelle construction
3	AB	Bitume		B	Fin de la période de garantie
4	AC	Fibres projetées		C	Inspection de routine de l'état
5	AD	Briquetage		D	Problème structurel suspecté
6	AE	Grès		E	Problème opérationnel suspecté
7	AF	Mortier de ciment		F	Problème d'infiltration suspecté
8	AG	Béton		G	Contrôle final de travaux de rénovation ou de réparation
9	AH	Béton Armé		H	Transfert de propriété
10	AI	Béton projeté		I	Planification d'investissement
11	AJ	Segments de béton		J	Etude par échantillon
12	AK	Fibres-Ciment		Z	Autres
13	AL	Plastiques renforcés de fibres			
14	AM	Fonte			
15	AN	Fonte grise			
16	AO	Fonte ductile			
17	AP	Acier			
18	AQ	Type non identifié de fer ou d'acier			
19	AR	Maçonnerie (appareillée)			
20	AS	Maçonnerie (non appareillée)			
21	AT	Epoxy			
22	AU	Polyester			
23	AV	Polyéthylène			
24	AW	Polypropylène			
25	AX	PVC-U			
26	AY	Type non identifié de plastique			
27	AZ	Matériau non identifié			
28	Z	Autre			

Figure 26 : L'onglet LISTES pour le matériau et l'objet d'inspection

La méthode d'inspection : précise s'il s'agit d'une inspection télévisuelle, pédestre ou au vidéopériscope.

La commune : qu'on retrouve sous la cellule codée (AAN).

L'adresse : ou l'emplacement qui est souvent le nom d'une rue située sous le code AAJ.

La deuxième partie du calcul est synthétisée dans le tableau « Détail par tronçon » de l'onglet SORTIES :

La dimension et le matériau sont en réalité obtenus sans calcul et ceci de la manière suivante ; Chaque nouveau tronçon commence par #B01, si on associe la variable k à cette ligne commençant par #B01, on retrouve la dimension et le matériau de la conduite respectivement dans les cellules (k+5, 3) et (k+5, 4). Evidemment, le matériau est codé, la liste de tous les matériaux se trouve dans l'onglet LISTES (cf. Figure précédente).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	#A1=ISO-8859-1:1998												
2	#A2=fr												
3	#A3=												
4	#A4=.												
5	#A5="												
6	#B01=AAA	AAB	AAD	AAF	AAJ	AAK	AAL	AAM					
	RC 1598 - RC	RC 1598	RC 1598	RC 1599	BABA HASSEN	A	A	SEAAL					
7	1599												
8	#B02=ABC	ABE	ABF	ABH	ABO	ABP	ABA						
9	C	B	10/03/2009	Opérateur	1	C	EN13508-2:2003						
10	#B03=ACM	ACA	ACB	ACD	ACJ	ACK							
11	A	A	300	AG	A	C							
12	#B04=ADA	ADB	ADC										
13	A	A	A										
14	#C=I	J	A	B	C	D	E	F	G	H	K	M	N
15	0		BCD	Z		RC 1598		Regard de Controle					
16	3.1		BAA	A								C10K2958.jpg	
17	3.1	A1	BAC	A									
18	15.9		BCE	F									C10K3253.jpg
19	15.9		BCA	E				12					C10K3254.jpg
20	21.7	B1	BAC	A									C10K3353.jpg
21	21.9		BAL	A				9	3				C10K3636.jpg
22	21.9		BDB										C10K3637.jpg
23	23.8		BCE	Z		RC 1599		Plan rapproché sur Réparation					C10K3637.jpg
								Regard de Contrôle					C10K3818.jpg

Figure 27 : Matériau (en gris) et Diamètre (en jaune) de la conduite

Ce n'est qu'à ce moment que commence le vrai calcul ;

Les défauts de chaque tronçon se situent entre #C et #Z. Les cellules de la première colonne, entre ces deux cellules, comportent un mètre linéaire qui représente la distance entre le défaut et le point de départ. Les autres colonnes sont codées de A à N telles que précisées dans la description de la norme au chapitre III.

Dans l'onglet CALCUL figurent tous les défauts où code principal et caractérisations sont regroupés, par exemple une fissure (BAB) fermée (B) longitudinale (A) devient (BAB.B.A). A chaque défaut correspond une note et une longueur qui seront utilisées pour des calculs ultérieurs.

La note est obtenue à partir de l'onglet NOTES.

La longueur de chaque défaut est obtenue à partir de la longueur de fin de défaut à laquelle on soustrait la longueur de début du défaut. Le début et la fin des défauts sont codés respectivement A1 et B1 dans la deuxième colonne pour le premier défaut, A2 et B2 pour le deuxième défaut etc.

L'onglet RECAP contient la récapitulation de tous les calculs effectués qui sont :

-La longueur du tronçon inspectée qui correspond à l'avant-dernière cellule, juste au-dessus de #Z.

-Le taux d'inspection qui est à 100% en l'absence du code d'une inspection abandonnée (BDC), autrement ce taux est décrit comme étant incomplet.

Sont aussi calculés : le nombre de défauts par tronçon, la note maximale, la somme des notes du tronçon, la somme divisée par la longueur du tronçon, la somme divisée par le nombre de défauts et enfin la moyenne pondérée (ou densité).

IV.4.3 Messages d'alerte

En cas de présence de défauts incomplets c'est-à-dire sans caractérisation, une boîte de dialogue apparaît à l'écran donnant le nombre d'erreurs (voir figure 28). Si on clique sur OK, l'onglet ERREUR est affiché où est mentionnée la liste des erreurs avec les tronçons correspondants.

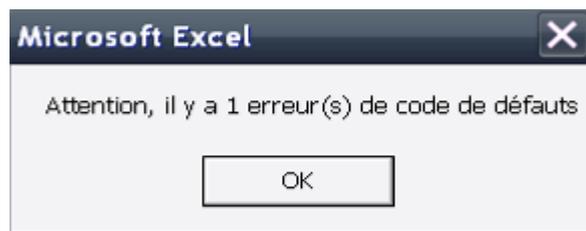


Figure 28 : Boîte de dialogue ERREUR

Lorsqu' un début de défaut est mentionné sans fin – en général suite à un oubli- une boîte de dialogue apparaît à l'écran en guise d'alerte. La longueur de 1m est attribuée par défaut.



Figure 29 : boîte de dialogue de fins de défauts non mentionnées

IV.5 Calage de l'outil :

Une séance de travail avec les experts a été organisée afin de noter des tronçons pour le calage de l'outil une fois mis en place.

Vu le nombre insuffisant de rapports d'inspection du réseau ancien qui étaient mis à notre disposition et selon la disponibilité des experts, seulement 22 tronçons ont été sélectionnés.

Des extraits de rapports ont été distribués dans lesquels figurent ces tronçons. A chaque défaut est associé une photo telle que donnée par le logiciel Hydroscan, ceci permet de mieux apprécier et décider de l'état de dégradation des conduites. Chaque expert disposait d'une fiche de notation des tronçons (voir Annexe 3).

Dans un premier temps, les fiches étaient remplies individuellement. Ensuite, des échanges sur les résultats obtenus notamment ceux qui présentaient d'importants écarts ont permis de compiler les notes en ne négligeant aucun avis.

Les résultats obtenus pour les 22 tronçons sont représentés sur les deux graphiques qui suivent. (E1, E2, E3, E4, E5) désignent les experts et la colonne « Note » est la note finale retenue après échange et discussion.

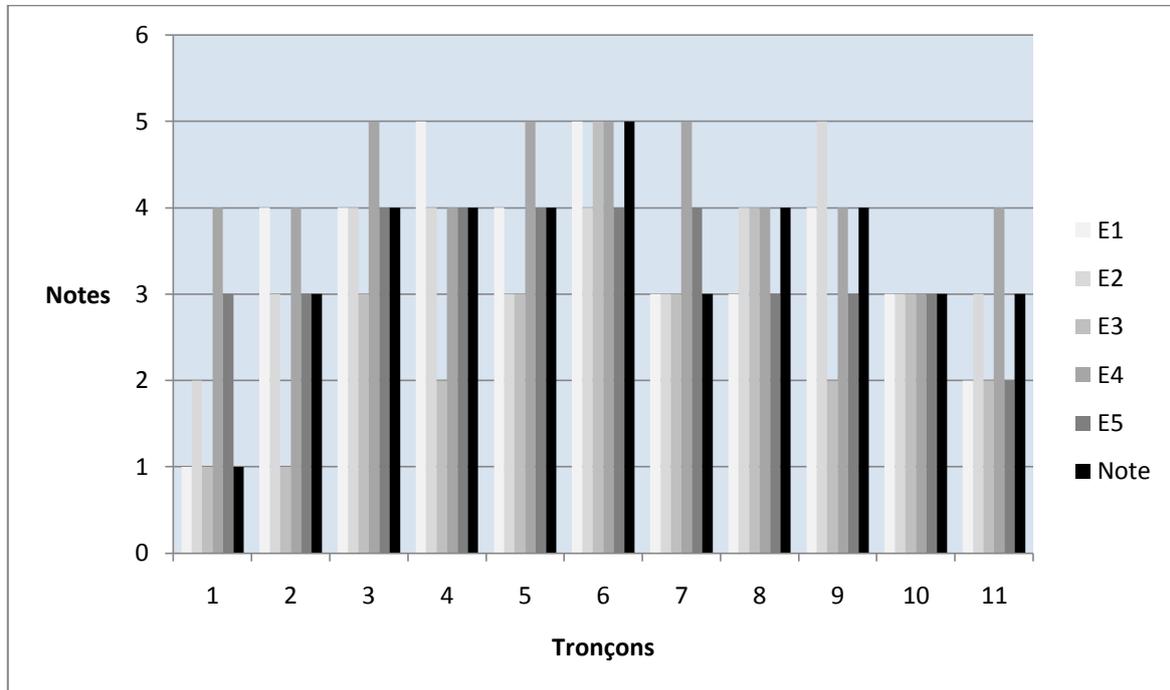


Figure 30 : Notation des tronçons par les experts (1)

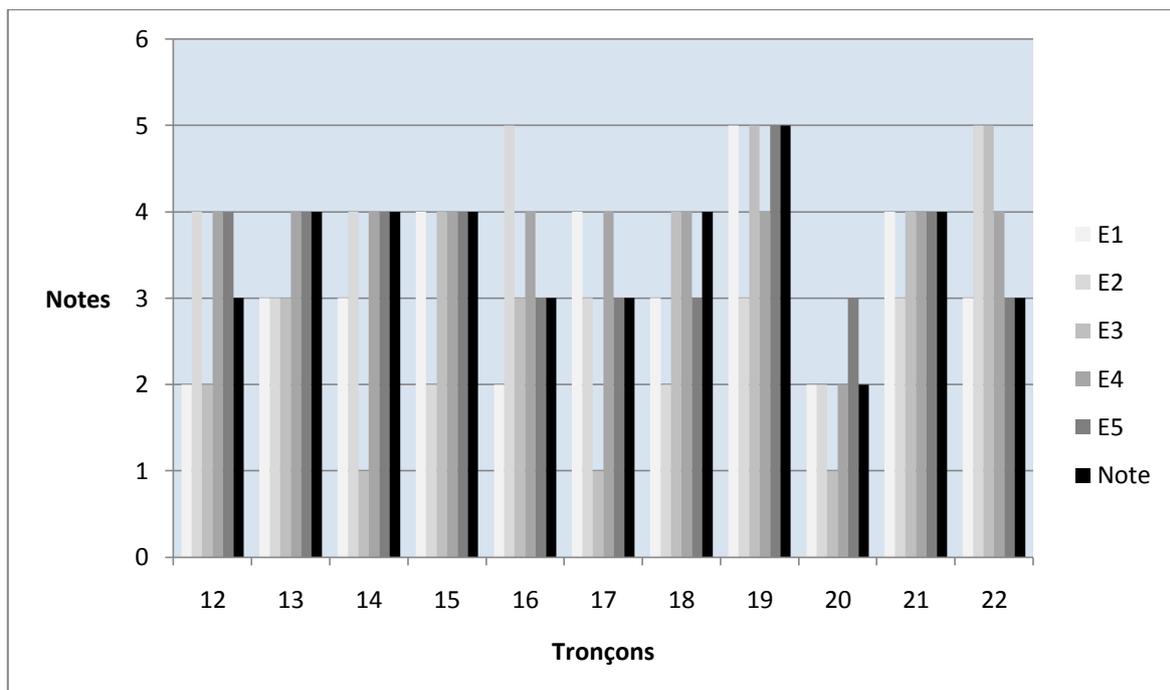


Figure 31 : Notation des tronçons par les experts (2)

Nous remarquons que les notes des experts sont toutes identiques pour seulement 1 tronçon. 2 tronçons présentent 4 notes identiques. Nous observons 10 tronçons ayant 3 notes identiques ; les 2 notes restantes sont à plus ou moins 1 pour 4 de ces tronçons. Aucun tronçon ne présente 5 notes différentes.

Au total, 13 tronçons sur 22 ont au moins 3 notes identiques. Les 9 tronçons restants ont 2 notes identiques.

Les écarts sont essentiellement dus à l'effet du zoom de la caméra, les défauts paraissent plus grands. Il aurait été intéressant que la valeur du zoom soit mentionnée sur les photos. Parfois les experts, reconnaissant les rapports des points sensibles, notaient les tronçons de mémoire. Ce sont des cas particuliers où le dysfonctionnement n'apparaît pas forcément sur les rapports.

IV.6 Conclusion

L'outil que nous venons de décrire, permettra à terme de hiérarchiser les tronçons selon les travaux qu'ils nécessitent.

Pour cela des rapports d'ITV supplémentaires devront être fournis. Ces rapports doivent être bien faits comportant le minimum d'erreurs possible. La prise de décision est entièrement basée sur les données du rapport.

Il s'agit d'une méthode empirique qui se base sur l'avis d'experts, elle permet de diminuer de l'aspect subjectif de l'analyse des rapports d'ITV.

L'utilisation de l'outil est simple ; un débutant en Excel peut le faire fonctionner. Ce qui augmente le nombre d'utilisateurs potentiels.

Conclusion générale

Conclusion et analyse de la solution proposée :

L'inspection télévisuelle fournit à l'exploitant les informations nécessaires pour connaître l'état du réseau d'assainissement urbain. Elle permet d'identifier les anomalies et d'engager des actions en conséquence. Ces interventions sont programmées au moment opportun. Il s'agit de décider des travaux appropriés à entreprendre. Ceci ne se réalise concrètement qu'à l'aide d'un outil d'aide à la décision qui permet de classer les tronçons inspectés du réseau de façon automatique permettant ainsi de mieux gérer le budget alloué à la réhabilitation et le renouvellement du réseau.

Notre travail de fin d'études répond à ces exigences à travers l'outil élaboré. Principalement par manque de temps et de rapports d'ITV fiables, il n'a pas été possible de le mettre réellement en place. Néanmoins, les propositions de mise en place, la recherche des défaillances et contraintes de l'élaboration de l'outil ainsi que la réalisation d'une bonne partie de celui-ci constituent un grand pas en vue de sa finalisation. Notre intervention a également permis de mettre en valeur un certain nombre d'axes d'amélioration dans le fonctionnement et l'utilisation des ITV à SEAAL aujourd'hui.

L'outil présenté se base sur l'utilisation d'inspections télévisées codées selon la norme NF EN 13508-2. La SEAAL dispose en effets de rapports d'ITV respectant ladite norme, cela dit nous constatons actuellement un manque de rigueur quant à la description des défauts, due d'une part à la non-maîtrise de la langue de la part des agents de terrain et d'autre part à une méconnaissance de la norme dans le détail. Ceci entraîne des pertes d'informations qui auraient pour conséquence l'obtention de résultats erronés si on se basait uniquement sur l'outil. Il est donc impératif de faire vérifier ces résultats dans un premier temps. Une révision des rapports en apportant les corrections et compléments nécessaires est conseillée.

Recommandations

La période de démarrage de l'utilisation de l'outil pourra se révéler laborieuse. Avant que l'outil ne soit opérationnel, tous les problèmes de base doivent être réglés pour une bonne acquisition de données fiables notamment en ce qui concerne la qualité des rapports d'ITV.

Les agents de terrain doivent être rigoureux quant à la réalisation des rapports d'ITV. Pour une utilisation optimale de l'outil, ils doivent respecter les consignes suivantes :

- Il est difficile de distinguer les différents types de dégradation de surface, cela dit, pour assurer une bonne évaluation de la gravité des défauts, il faut que les agents fassent la différence entre les défauts de 1^{ère} caractérisation *i.e.* :

- rugosité accrue (BAF.A)
- écaillage (BAF.B)
- granulats exposés (BAF.C)
- granulats déchaussés (BAF.D)
- granulats manquants (BAF.E)
- armature visible (BAF.F)
- armature dépassant de la surface (BAF.G)
- armature corrodée (BAF.H)
- paroi manquante (BAF.I)

- Voici un extrait de la norme « Il convient de n'utiliser le champ des remarques que lorsqu'une observation ne peut être décrite entièrement par un code. Il convient que toute remarque soit aussi brève et descriptive que possible ».

Il est donc conseillé d'avoir recours aux remarques et données personnalisées le moins possible. Lorsque cela est impossible, penser à utiliser un codage particulier et l'ajouter dans le logiciel tout en veillant à mentionner toute modification pour ne pas induire en erreur et attribuer à la norme des éléments n'y figurant pas.

- Pour la commune, utiliser le code AAN correspondant à la ville ou village selon la norme.

- Il faut intégrer la quantification pour les observations suivantes : Branchement pénétrant, déformation, autres obstacles et fissure. Un branchement pénétrant occupant 10 % de la section de la conduite et un autre occupant 40 % de la section n'induisent forcément pas les mêmes conséquences.

- Actuellement, l'utilisation de l'emplacement circonférentiel ne s'effectue pas sur les champs qui lui sont alloués.

Nous avons constaté ceci, en particulier pour les fissures. L'exemple suivant montre l'erreur souvent commise :

Lorsque nous observons deux fissures longitudinales, une située à 03 heures et l'autre à 12 heures. Nous retrouvons sur le rapport ce qui correspond à une fissure longitudinale de 12 heures à 03 heures. Ce qui n'a pas le même sens. Le plus correct serait, une fissure circonférentielle ou hélicoïdale. Mais ce n'est pas le bon choix.

Ce qui devrait se faire : utiliser deux fois le code correspondant à une fissure longitudinale. Le premier aura pour orientation 12 heures et le second 03 heures. Ce sont deux défauts distincts.

En version codée, la première orientation correspond à G et la seconde à H.

Nous obtenons dans notre cas des valeurs uniquement pour G.

Perspectives

Ici, nous proposons des améliorations et un développement de l'outil proposé.

- Etapes de mise en place de l'outil :
 - Installation de l'outil une fois finalisé. Prévoir un fonctionnement sous Access pour élargir la base de données.
 - Renseignement des tronçons d'après les données du SIG *i.e.* établir un lien direct avec le SIG.
 - Saisie des inspections en respectant la norme au détail près (voir recommandations).
- La longueur réelle du tronçon n'est pas obtenue lorsque le taux d'inspection est inférieur à 100%. Il est conseillé de rajouter un code dans le logiciel hydroscan donnant la longueur totale du tronçon en code BDB (remarque générale) par exemple ou faire une correspondance avec le SIG afin de récupérer les longueurs de la base de données. Mais il est préférable de vérifier avec celles obtenues sur terrain pour éviter d'éventuelles surestimations ou sous-estimations.
- Le réseau neuf n'est pas encore intégré au fonctionnement de l'outil, prévoir des lignes de code à cet effet à rajouter dans le programme.
- L'outil a été réalisé en se basant sur les données du réseau de la wilaya d'Alger ; il correspond bien aux matériaux rigides et à un écoulement gravitaire. Pour cette raison, si l'inspection concerne un matériau déformable ou un refoulement une vérification des résultats sera nécessaire.
- Il serait intéressant d'intégrer à l'outil le calcul d'une note se rapportant aux regards afin d'obtenir une évaluation de l'état structurel du réseau dans sa totalité.
- Une fois l'outil mis en place, l'idéal serait de procéder par une approche multicritères qui tiendrait compte non seulement des aspects techniques, mais aussi économiques, sociaux et environnementaux. L'outil d'aide à la décision permettrait à ce moment là pour chaque chantier, en fonction de ses particularités, de pondérer ces critères afin d'obtenir une « note » finale qui conclurait au choix d'une technique parmi d'autres. Cette approche systématique permettrait ainsi d'optimiser le choix de la technique de réhabilitation. L'intérêt stratégique d'un ouvrage est important dans l'analyse multicritères. Les décisions sont différentes s'il s'agit d'un collecteur principal vers une STEP ou un ouvrage de collecte desservant une zone pavillonnaire. Plus l'intérêt stratégique sera important, plus il faudra pousser les auscultations, afin de disposer d'un maximum d'informations avant d'établir la préconisation.

Bibliographie

BOU NADER E. (1998), «Thèse de doctorat : Conduite du diagnostic et évaluation des collecteurs des infrastructures urbaines de l'assainissement. Institut National des Sciences Appliquées de Lyon.».

BRUYELLE J.-C. (2008), «Dossier : Gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement non visitables - Approche simplifiée applicable aux petites et moyennes collectivités.» *Techniques Sciences Méthodes n° 7/8*: 57-74.

BRUYELLE J.-C. (2008), «Dossier : Inspections visuelles des réseaux d'assainissement - Guide technique pour l'inspection des réseaux d'assainissement existants par les organismes accrédités.» *Techniques Sciences Méthodes n° 7/8*: 27-52.

Bulletin officiel français (2003), «Fascicule 70 : ouvrages d'assainissement.» *Marché public des travaux - Cahier des Clauses Techniques Générales (CCTG)*.

BUTHIER F. (2004), «Réhabilitation de canalisations d'assainissement sans tranchée.» *Techniques de l'Ingénieur*.

CORDIER S., BOULANGER G., GISPALOU E., LAHALLE D., PAUMIER G. et ROUX P. (2007), «Document interne Lyonnaise des eaux: Assainissement Manuel Métier Réseaux - Volume Encadrants -version 3.».

COUSQUER Y., DUMONT J., HANUS F., PRIME J.-L. et LAVOUX T. (2005), «Les indicateurs de performance appliqués aux services publics de l'eau et de l'assainissement - Constats et propositions .»

d'ARRAS D. (2009), «Présentation: Les outils de Trasfert de Savoir Faire au sein de SUEZ Environnement.» *lors de la Journée Transfert de Savoir Faire SEAAL (20 mai 2009)*. Alger.

Ertl Th., Gangl G., K.-P. Bölke et F. Kretschmer. (2007), «Conférence: Implementing quality management and EN 13508-2 for CCTV sewer inspection in Austria.» *NOVATECH*.

FAERBER D. (2007) «Mémoire de fin d'études: Elaboration d'un plan de renouvellement du patrimoine assainissement sur le périmètre du SIVOM de l'agglomération mulhousienne (68), Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg.».

GRANGER D. (2009) «Thèse de doctorat: Méthodologie d'aide à la gestion durable des eaux urbaines, Institut National des Sciences Appliquées de Lyon.».

Guérin-Schneider L. et Nakhla M. (2003) «Les indicateurs de performance : une évolution clef dans la gestion et la régulation des services d'eau et d'assainissement.» *FLUX*.

IBRAHIM M. (2008) «Thèse de doctorat : Gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement urbains - évaluation et agrégation d'indicateurs de performance précis ou flous. Institut National des Sciences Appliquées de Lyon.».

LE GAUFFRE P., JOANIS C., BREYSSE D., GIBELLO C. et DESMULLIEZ J.J. (2004) *Gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement urbain: guide méthodologique (RERAU)*. Paris: Lavoisier.

MOZZICONACCI D. (2001) «Guide pratique pour la réhabilitation sans tranchée des réseaux d'assainissement : Partie 1 Méthodologie - ONDEO Services.».

PELLERIN B., Le NOUVEAU N. (2006), «Présentation: Réseaux d'assainissement, pour une meilleure fiabilité .» *Journée technique*.

SUEZ Environnement (2007) «Document interne WIKTI: Kit métier visite du réseau.».

TRIANAFILLOU C. (1987) «Thèse de doctorat: La dégradation et la réhabilitation des réseaux d'assainissement France-Angleterre-Etats-Unis. Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.».

VASCONCELOS E.C. (2005) «Thèse de doctorat : Outils d'aide à la gestion du patrimoine - Réseau d'assainissement non visitable. Université Bordeaux I.».

YAHIAOUI F. (2000) « Mémoire de fin d'études : Réhabilitation des réseaux d'assainissement visitables et non visitables.Ecole Supérieure des Géomètres et Topographes.».

Annexes

Annexe 1 : Liste des défauts notés

CODE	INTITULE	NOTE
BAA.A	Déformation; verticale	30
BAA.B	Déformation; horizontale	30
BAB.A.A	Microfissure; longitudinale	15
BAB.A.B	Microfissure; circonférentielle	15
BAB.A.C	Microfissure; complexe	15
BAB.A.D	Microfissure; hélicoïdale	15
BAB.B.A	Fissure; fermée; longitudinale	25
BAB.B.B	Fissure; fermée; circonférentielle	25
BAB.B.C	Fissure; fermée; complexe	30
BAB.B.D	Fissure; fermée; hélicoïdale	30
BAB.C.A	Fissure; ouverte; longitudinale	30
BAB.C.B	Fissure; ouverte; circonférentielle	35
BAB.C.C	Fissure ; ouverte; complexe	35
BAB.C.D	Fissure; ouverte; hélicoïdale	35
BAC.A	Rupture	45
BAC.B	Effondrement partiel	45
BAC.C	Effondrement	50
BAD.A.A	Briquetage ou éléments de maçonnerie défectueux; déplacé; autre couche visible de briquetage ou d'éléments de maçonnerie	25
BAD.A.B	Briquetage ou éléments de maçonnerie défectueux; déplacé; rien de visible	25
BAD.B.A	Briquetage ou éléments de maçonnerie défectueux; pièces manquantes; autre couche visible de briquetage ou d'éléments de maçonnerie	30
BAD.B.B	Briquetage ou éléments de maçonnerie défectueux; pièces manquantes; rien de visible	30
BAD.C.A	Briquetage ou éléments de maçonnerie défectueux; affaissement de radier; autre couche visible de briquetage ou d'éléments de maçonnerie	30
BAD.C.B	Briquetage ou éléments de maçonnerie défectueux; affaissement de radier; rien de visible	30
BAD.D.A	Briquetage ou éléments de maçonnerie défectueux; effondrement; autre couche visible de briquetage ou d'éléments de maçonnerie	40
BAD.D.B	Briquetage ou éléments de maçonnerie défectueux; effondrement; rien de visible	45
BAE	Mortier manquant	25
BAF.A.A	Rugosité accrue; abrasion	20
BAF.A.B	Rugosité accrue; attaque chimique générale	

BAF.A.C	Rugosité accrue; attaque chimique, biochimique due a l'acide sulfurique au dessus du niveau d'eau	
BAF.A.D	Rugosité accrue; attaque chimique, par les eaux usées au dessous du niveau d'eau	
BAF.A.E	Rugosité accrue; aucune cause évidente	
BAF.B.A	Ecaillage; abrasion	20
BAF.B.B	Ecaillage; attaque chimique générale	
BAF.B.C	Ecaillage; attaque chimique, biochimique due a l'acide sulfurique au dessus du niveau d'eau	
BAF.B.D	Ecaillage; attaque chimique, par les eaux usées au dessous du niveau d'eau	
BAF.B.E	Ecaillage; aucune cause évidente	
BAF.C.A	Granulats exposés; abrasion	25
BAF.C.B	Granulats exposés; attaque chimique générale	
BAF.C.C	Granulats exposés; attaque chimique, biochimique due a l'acide sulfurique au dessus du niveau d'eau	
BAF.C.D	Granulats exposés; attaque chimique, par les eaux usées au dessous du niveau d'eau	
BAF.C.E	Granulats exposés; aucune cause évidente	
BAF.D.A	Granulats déchaussés; abrasion	30
BAF.D.B	Granulats déchaussés; attaque chimique générale	
BAF.D.C	Granulats déchaussés; attaque chimique, biochimique due a l'acide sulfurique au dessus du niveau d'eau	
BAF.D.D	Granulats déchaussés; attaque chimique, par les eaux usées au dessous du niveau d'eau	
BAF.D.E	Granulats déchaussés; aucune cause évidente	
BAF.E.A	Granulats manquants; abrasion	30
BAF.E.B	Granulats manquants; attaque chimique générale	
BAF.E.C	Granulats manquants; attaque chimique, biochimique due a l'acide sulfurique au dessus du niveau d'eau	
BAF.E.D	Granulats manquants; attaque chimique, par les eaux usées au dessous du niveau d'eau	
BAF.E.E	Granulats manquants; aucune cause évidente	
BAF.F.A	Armature visible; abrasion	35
BAF.F.B	Armature visible; attaque chimique générale	
BAF.F.C	Armature visible; attaque chimique, biochimique due a l'acide sulfurique au dessus du niveau d'eau	
BAF.F.D	Armature visible; attaque chimique, par les eaux usées au dessous du niveau d'eau	
BAF.F.E	Armature visible; aucune cause évidente	
BAF.G.A	Armature dépassant de la surface; abrasion	35
BAF.G.B	Armature dépassant de la surface; attaque chimique générale	
BAF.G.C	Armature dépassant de la surface; attaque chimique, biochimique due a l'acide sulfurique au dessus du niveau d'eau	
BAF.G.D	Armature dépassant de la surface; attaque chimique, par les eaux usées au dessous du niveau d'eau	

BAF.G.E	Armature dépassant de la surface; aucune cause évidente	
BAF.H.A	Armature corrodée; abrasion	40
BAF.H.B	Armature corrodée; attaque chimique générale	
BAF.H.C	Armature corrodée; attaque chimique, biochimique due a l'acide sulfurique au dessus du niveau d'eau	
BAF.H.D	Armature corrodée; attaque chimique, par les eaux usées au dessous du niveau d'eau	
BAF.H.E	Armature corrodée; aucune cause évidente	
BAF.I.A	Paroi manquante; abrasion	45
BAF.I.B	Paroi manquante; attaque chimique générale	
BAF.I.C	Paroi manquante; attaque chimique, biochimique due a l'acide sulfurique au dessus du niveau d'eau	
BAF.I.D	Paroi manquante; attaque chimique, par les eaux usées au dessous du niveau d'eau	
BAF.I.E	Paroi manquante; aucune cause évidente	
BAG	Branchement pénétrant	30
BAH.A	Raccordement défectueux; position du raccordement incorrecte	30
BAH.B	Raccordement défectueux; vide entre la conduite de raccordement et la canalisation	30
BAH.C	Raccordement défectueux; vide partiel entre la conduite de raccordement et la canalisation	30
BAH.D	Raccordement défectueux; conduite de raccordement endommagée	30
BAI.A.A	Anneau d'étanchéité; déplacé mais ne dépassant pas dans la canalisation	20
BAI.A.B	Anneau d'étanchéité; pendant mais pas rompu, le plus bas au dessus de la ligne médiane	30
BAI.A.C	Anneau d'étanchéité; pendant mais pas rompu, le plus bas au dessous de la ligne médiane	30
BAI.A.D	Anneau d'étanchéité; rompu	30
BAJ.A	Déboîtement longitudinal	35
BAJ.B	Décentrage radial	35
BAJ.C	Déviation angulaire	30
BAK	Défaut de revêtement	25
BAL.A	Réparation défectueuse; paroi manquante	45
BAL.B	Réparation défectueuse; reprise bouchant un trou devenue défectueuse	40
BAM.A	Défaut de soudage; longitudinal	30
BAM.B	Défaut de soudage; circonférentiel	30
BAM.C	Défaut de soudage; hélicoïdal	30
BAO	Sol visible par le défaut	40
BAP	Vide visible par le défaut	40
BBA.A	Grosse racine isolée	35
BBA.B	Radicelles	30
BBA.C	Ensemble complexe de racines	35
BBD.A	Entrée de terre; sable	40

BBD.B	Entrée de terre; tourbe	45
BBD.C	Entrée de terre; matériau fin (argile, vase...)	45
BBD.D	Entrée de terre; gravier	45
BBE.A	Autres obstacles; briquetage ou élément de maçonnerie délogé, gisant sur le radier	40
BBE.B	Autres obstacles; fragment de conduite brisée gisant sur le radier	35
BBE.C	Autres obstacles; autre objet gisant sur le radier	35
BBE.D	Autres obstacles; obstacle dépassant de la paroi	35
BBE.E	Autres obstacles; obstacle coincé dans l'assemblage	35
BBE.F	Autres obstacles; obstacle traversant un raccordement ou une conduite de raccordement	35
BBE.G	Autres obstacles; conduites externes ou câbles insérés dans la canalisation	40
BBE.H	Autres obstacles; obstacle intégré à la structure	40
BBF.A	Infiltration; suintement	25
BBF.B	Infiltration; goutte à goutte	25
BBF.C	Infiltration; écoulement	30
BBF.D	Infiltration; jaillissement	35
BBG	Exfiltration	30
BCA.C.A	Selle - burinée; raccordement ouvert	30
BCA.E.A	Piquage direct - buriné; raccordement ouvert	30

Annexe 2 : Photos de quelques défauts obtenues par ITV



(BAC.B) Effondrement partiel



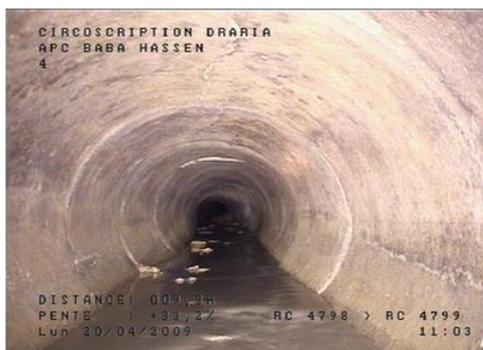
(BBA.B) Radicelles



(BCA.E) Raccordement piquage direct buriné à 10h



(BAF.F) Dégradation de surface - Armature visible de 01h à 02h



(BAB.B.A) Fissure fermée longitudinale à 12h et 04h



(BAC.C) Effondrement



(BBE.C) Obstacles gisant sur le radier



(BAJ.B) Déplacement d'assemblage - Décentrage radial



(BAG) Branchement pénétrant



(BAF.D) Dégradation de surface - granulats déchaussés

Annexe 3 : Fiche de notation des tronçons

FICHE DE NOTATION DES TRONCONS

Expert :

- NOTES :**
- 1 Pas de défauts ou défauts insignifiants
 - 2 Réseau usagé, pas d'intervention à prévoir
 - 3 Réseau détérioré, à surveiller
 - 4 Travaux à programmer
 - 5 Travaux d'urgence

N° Rapport	TRONCON	NOTE	OBSERVATIONS
Rfi 200.09	RC02 - RC03		
Rfi 200.09	RC03 - RC05		
Rfi 200.09	RC08 - RC09		
Rfi 200.09	RC10 - RC11		
Rfi 200.09	RC14 - RC15		
Rfi 200.09	RC15 - RC16		
Rfi 200.09	RC14 - RC18		
Rfi 061.09	RC01 - RC09		
Rfi 061.09	RC01 - RC02		
Rfi 061.09	RC02 - RC03		
Rfi 061.09	RC03 - RC04		
Rfi 061.09	RC04 - RC05		
Rfi 061.09	RC05 - RC06		
Rfi 061.09	RC06 - RC07		
Rfi 061.09	RC07 - RC08		
Rfi 038.09	RC01 - RC02		
Rfi 129.08	RC01 - RC02		
Rfi 129.08	RC01 - RC03		
Rfi 129.08	RC04 - RC05		
Rfi 116.09	RC01 - RC02		
Rfi 079.08	RC01 - RC02		
Rfi 045.07	R1 - R2		