

## **CHAPITRE II : Diagnostic du réseau d'assainissement.**

### **II.1.Introduction :**

L'assainissement d'une agglomération désigne l'ensemble des dispositions relatives à l'évacuation des effluents urbains (eaux usées, eaux pluviales) à leur rejet dans des conditions telles qu'il ne puisse en résulter aucun inconvénient pour l'hygiène et aucune nuisance pour le milieu récepteur.

Le diagnostic de notre réseau a pour but de déceler les anomalies, les analyser et les interpréter en but d'étudier le réseau d'assainissement. On doit donc identifier les origines des problèmes observés.

Le diagnostic est une étape préalable obligatoire à réaliser pour les travaux de réhabilitation. Par conséquent, de nombreuses informations doivent être recueillies, pour ce faire, différentes opérations sont réalisées, puis confrontées entre elles :

- ❖ La recherche d'informations pour la connaissance du réseau et de son fonctionnement (visites, entretiens avec les exploitants...);
- ❖ La campagne de mesures de débit et de pollution pour approfondir et/ou compléter la connaissance ;
- ❖ Les études détaillées des secteurs problématiques ;

### **II.2.Avantage et méthodologie de diagnostic des réseaux d'assainissement :**

L'étude diagnostic peut être préventive ou consécutive au constat d'un dysfonctionnement. Elle a pour but de déceler les anomalies, les analyser et les interpréter pour ensuite les maîtriser et les supprimer.

Elle doit donc détailler les origines des problèmes observés.

Le diagnostic est un préalable obligatoire à tous travaux de réhabilitation. Pour permettre de l'établir, de nombreuses informations doivent tout d'abord être réunies. En effet, plus les renseignements à disposition seront nombreux et précis, plus le diagnostic pourra être fiable.

Sont ainsi nécessaires :

- ❖ Un historique du réseau:
  - Contexte géologique ;
  - Condition de la construction de l'ouvrage ;
  - Interventions et réparations réalisées depuis la mise en service de l'ouvrage.
- ❖ La description des contraintes du site:

- Encombrement en surface et sous-sol (exploitants...),
- Contraintes de circulation...
- ❖ La nature des éléments constitutifs du réseau: canalisation, regards, branchements...
- ❖ Les détails sur la géométrie de l'ouvrage: vue en plan, profil longitudinal, profil transversal...
- ❖ Un état détaillé du réseau qui passe par la connaissance de ses pathologies et qui consiste en différentes études.

### **II.2.1.Étude de l'intrados :**

Par une inspection visuelle ou télévisée afin de déceler les défauts structurels et/ou fonctionnels (hydraulicité et étanchéité) du réseau.

### **II.2.2.Étude de l'extrados :**

Il s'agit de l'étude de l'environnement proche de la canalisation, le comportement des terrains pouvant influencer sur le comportement de l'ouvrage en place ; elle consiste en une étude géotechnique qui passe par des contrôles de l'état de l'enrobage et du remblai directement au contact des éléments du réseau, afin de déceler les vides, les zones d'affaissement, les zones décomprimées, la présence ou non d'une nappe phréatique... . Cette étude de l'extrados vaut essentiellement pour les réseaux visitables car les enjeux en termes de stabilité sont bien plus importants que pour les réseaux de petits diamètres.

### **II.2.3.Étude des actions physico-chimiques :**

Pour déterminer les caractéristiques des effluents (température, composition chimique, pouvoir abrasif...).

### **II.2.4.Étude des débits :**

Par la réalisation d'un bilan hydraulique ; celui-ci a pour but de quantifier l'excédent du aux eaux claires parasites et le déficit d'apport en eaux usées, ainsi que de rechercher les origines de ces anomalies.

Pour obtenir ces diverses informations, une auscultation de l'ouvrage et de son environnement s'impose. Une enquête préliminaire de terrain est alors indispensable. Il est en effet conseillé de consacrer au moins une journée à une visite sur les lieux, de s'entretenir avec les gestionnaires du réseau afin de se rendre compte des conditions de travail et de l'amplitude des problèmes. Il est également très utile de soulever les tampons pour juger de l'état réel d'entretien (et parfois d'abandon) du réseau, pour prévoir les opérations d'hydro-curage et de

pompage, ainsi que pour se rendre compte des difficultés que l'on risque de rencontrer lors de l'installation des appareils de mesure.

### **II.3.Défaillances et causes de dégradations des réseaux d'assainissement:**

Il est nécessaire de connaître les dysfonctionnements possibles pour évaluer les performances du réseau d'évacuation et d'assainissement.

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

- Aux terrains (risques géotechniques et hydrogéologiques) ;
- À l'effluent transporté (risques hydrauliques) ;
- À l'ouvrage lui-même (risques structurels) ;
- Au milieu environnant (risques d'impacts).

#### **II.3.1Risques géotechniques et hydrogéologiques :**

##### **A. Entraînement de fines :**

L'écoulement de l'eau dans un sable engendre des forces hydrodynamiques tendant à entraîner les éléments de sol dans le sens de l'écoulement.

Dans le cas d'une canalisation mise en place sous une nappe, ce phénomène peut s'enclencher dès la phase de construction lorsqu'il y a déficience du système de rabattement de la nappe.

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

Le phénomène peut aussi apparaître ou se développer postérieurement à la phase de construction. C'est le cas lorsque l'environnement perméable immédiat de la canalisation peut constituer un drain. L'origine du drainage de la nappe et donc de l'entraînement de fines peut aussi se trouver ailleurs qu'au droit même de la canalisation :

- Pompages temporaires dans les fouilles proches de l'ouvrage ;
- Drains perméables défectueux autour de constructions voisines ;
- Proximité d'un réseau d'adduction d'eau non étanche ;
- Remontée importante de nappe dans la partie amont de l'ouvrage ou au contraire baisse importante dans la partie aval.

**B. Tassement :**

Ce sont, avant tout, les conditions de réalisation des conduites ou d'évolution de leur environnement qui vont générer ces tassements influant sur le profil en long de l'ouvrage :

Ce type de tassement concerne les ouvrages réalisés dans des sols naturellement compressibles suivants :

- Alluvions constituées d'argiles molles, vases, tourbes, ces matériaux ne se consolidant que sous l'action de rabattement de la nappe qui les baigne et sous l'action de surcharges statiques et / ou dynamiques en surface ;
- Remblais récents mis en place sans compactage en particulier ceux qui renferment des matériaux évolutifs (matériaux organiques, plâtres...).
- Par ailleurs, des tassements peuvent également se produire suite à de mauvaises conditions de mise en œuvre de l'ouvrage notamment :
  - en cas d'absence de compactage de la zone d'enrobage ;
  - en cas de remaniement du fond de fouille dans des sables fins noyés sans rabattement préalable aux terrassements.

**C. Dissolution :**

Certains matériaux naturels, tels que le gypse, sont solubles voire très solubles dans l'eau. La dissolution conduit à la formation de cavités et de Karst plus ou moins importants. Ceux-ci sont à l'origine de fissure, d'affaissement ou d'effondrement pour les conduites situées au-dessus ou dans des sols de ce type.

Cependant, pour qu'il y ait un risque réel, il faut que le sol soluble soit effectivement baigné par une nappe et :

- Que cette nappe, dans le cas où elle s'écoule naturellement, ne soit pas saturée ;
- Ou bien que cette nappe soit en mouvement sous l'effet d'un pompage dont la zone d'influence intéresse la canalisation.

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

**D. Effondrement dû aux vides :**

L'existence d'un vide naturel ou artificiel souterrain peut entraîner des mouvements dans le sol sous-jacent et des efforts (cisaillement, flexion) sur la conduite qu'il renferme. Ces efforts

risquent engendrer des désordres pouvant aller jusqu'à la ruine, si l'ouvrage n'a pas été conçu pour résister à l'effondrement du toit de la cavité.

### **E. Gonflement – retrait :**

Certaines argiles et marnes raides ont une tendance à changer de volume en fonction de leur teneur en eau.

Pour une conduite qui traverse des terrains de cette nature, l'existence de cycles gonflement – retrait, causés par des fluctuations du niveau de la nappe phréatique ou par des cycles de sécheresses, peut se traduire par des soulèvements, des tassements et des efforts de compression à l'origine de déformation et de fissure de la structure.

### **F. Glissement de terrain :**

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

### **G. Sismicité :**

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

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

### **H. Mouvements tectoniques :**

Les facteurs influant sur ce type de risque sont :

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

La vitesse d'évolution du phénomène tectonique peut varier fortement. Ainsi, dans le cas d'une faille, il peut s'agir d'une évolution brutale proche de celle d'un séisme, alors que dans le cas de fosse de subsidence, il s'agit de mouvements assimilables aux tassements.

**I. Eboulement rocheux :**

Le risque d'éboulement rocheux se présente :

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

Les facteurs intervenant sont liés :

- À la proximité de l'ouvrage par rapport à la crête de falaise et à la hauteur de celle-ci ;
- À la nature des terrains concernés, à la fracturation du massif rocheux, à la stratigraphie ou à la schistosité de ces terrains (influence importance des pentages de couche vers la falaise) ;
- À l'exposition aux intempéries où l'importance des cycles gel / dégel joue un rôle important

**J. Marnage :**

Ce risque doit être pris en compte pour les ouvrages longeant et / ou débouchant sur un rivage marin à forte amplitude de marée, sur une berge de rivière avec des variations de niveau cyclique comme c'est le cas par exemple lorsqu'il y a une écluse à proximité.

Le marnage concerne les phénomènes hydrauliques engendrés par ces variations de niveau dans l'ouvrage lui-même et / ou dans le terrain environnant, l'ouvrage pouvant être, ou non, envahi par le flot.

Les facteurs intervenant sont :

- La position de l'ouvrage par rapport à la berge ou au rivage ;
- La nature et la perméabilité du terrain encaissant ;
- La rapidité, la fréquence et l'importance des variations de niveau d'eau.

Le marnage induit un phénomène de fatigue sur la structure.

**II.3.2. Risques hydrauliques :****A. Action mécanique et physico-chimique de l'effluent :**

La vitesse de circulation de l'effluent et / ou la charge solide qu'il transporte provoque inévitablement une usure mécanique des matériaux constitutifs de l'ouvrage. Par ailleurs, la composition chimique de l'effluent peut exercer une action corrosive.

Les conditions de transfert de l'effluent interviennent aussi. En effet, les zones de fermentation par absence de circulation suivies de brassage violent sont sources de dégagement d'H<sub>2</sub>S.

Ces phénomènes peuvent conduire à une usure locale de l'ouvrage avec plusieurs conséquences :

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

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

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

### **II.3.3.Risques structurels (Les charges statiques et dynamiques):**

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

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

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

La vulnérabilité des ouvrages est fortement accrue par :

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

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

- Les travaux à ciel ouvert (en tranchées), où la mise en place du soutènement est décalée par rapport au terrassement et surtout où le rabattement préalable de la nappe n'a pas été réalisé induisant ainsi un remaniement de fouille ;
- Les travaux en souterrains, où la décompression du terrain environnant a pu se propager si le soutènement n'a pas été mis immédiatement en place.

Par ailleurs, pour les ouvrages récents, avec terrassement mécanisé et soutènement immédiat, les risques peuvent provenir soit du soutirage de sol plus important que le volume théorique, soit d'un mauvais remplissage de l'espace entre le terrain et l'ouvrage.

La vulnérabilité des conduites dépend aussi de la résistance des matériaux constitutifs de la structure, du dimensionnement de celle-ci, mais également de l'altérité des matériaux qui la constituent.

Il convient de souligner ici que l'ancienneté des ouvrages ne constitue pas un risque obligatoire d'accroissement de la vulnérabilité.

#### **II.3.4. Risques d'impact du milieu :**

##### **A. Influence de la végétation en surface :**

Les risques engendrés par la proximité des systèmes racinaires des arbres sont accrus, lorsque ces derniers sont âgés, avec un volume foliaire important, dans une structure de sous-sol à agrégats dissociés.

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

##### **B. Influence de vibrations et charges roulantes importantes :**

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

##### **C. Modification des usages de surfaces :**

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

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



### **D.Interaction avec le bâti :**

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

### **II.4.L'Auscultation des réseaux Hydrauliques :**

Le choix des techniques de réhabilitation se fait sur la base d'une bonne connaissance de l'origine des dégradations. Afin d'établir un diagnostic de l'état physique de l'ouvrage, les observations et mesures d'auscultation sont réalisées à l'aide de techniques et avec des outils qui diffèrent selon qu'il s'agisse d'ouvrages visitables ou non.

Ces techniques d'auscultation de la structure, des interfaces et de l'environnement, peuvent être regroupées en quatre familles : visuelle, géométrique, géotechnique et mécanique (pour les réseaux visitables). A ces quatre familles, s'ajoutent d'autres tests qui nous renseignent sur l'étanchéité, les débits, la conformité des branchements... Dans tous les cas, les objectifs de l'auscultation doivent toujours être définis.

#### **II.4.1.Auscultation visuelle :**

L'observation et le relevé de l'état intérieur des ouvrages sont réalisés directement par un personnel spécialisé, ou indirectement par enregistrement sur bande vidéo à l'aide d'une caméra. Ces inspections visuelles ou télévisées permettent de dresser l'état du fonctionnement et de la structure de l'ouvrage. Les désordres et dégradations apparents doivent être localisés (en distance par rapport à un point origine), qualifiés (nature du défaut) et quantifiés (forme, orientation). Ces inspections visuelles et télévisées conditionnent la réalisation d'autres mesures d'auscultation.

Observations et constats nécessitent l'usage d'un vocabulaire précis et commun, ce qui explique la mise en place de lexiques inventoriant les définitions usuelles des principales dégradations et ce, qu'il s'agisse de réseaux visitables ou non visitables.

Le curage préalable des canalisations conditionne l'efficacité de l'inspection. Compte tenu du défaut d'entretien de certains réseaux d'assainissement, il faudra souvent 2 ou 3 passages

d'hydro-cureuse, parfois combinés avec un pompage, pour obtenir un état de propreté suffisant.

### **A. Inspection visuelle des ouvrages visitables :**

L'inspection est réalisée par un technicien spécialisé du gestionnaire ou d'un bureau d'étude.

Les anomalies décelées sont repérées en coordonnées linéaires et en altitude par rapport au radier.

L'inspection visuelle permet d'établir un pré-diagnostic qui conclut :

- Soit à la préconisation de travaux urgents à titre de mesures conservatoires,
- Soit à la nécessité d'évaluer des paramètres bien définis, dans des zones déterminées, à l'aide d'outils adaptés (essais radar, essais mécaniques in situ ...); ces investigations complémentaires aboutissent alors à un diagnostic,
- Soit à la mise sous surveillance de l'ouvrage qui consiste à évaluer périodiquement l'évolution des dégradations observées.

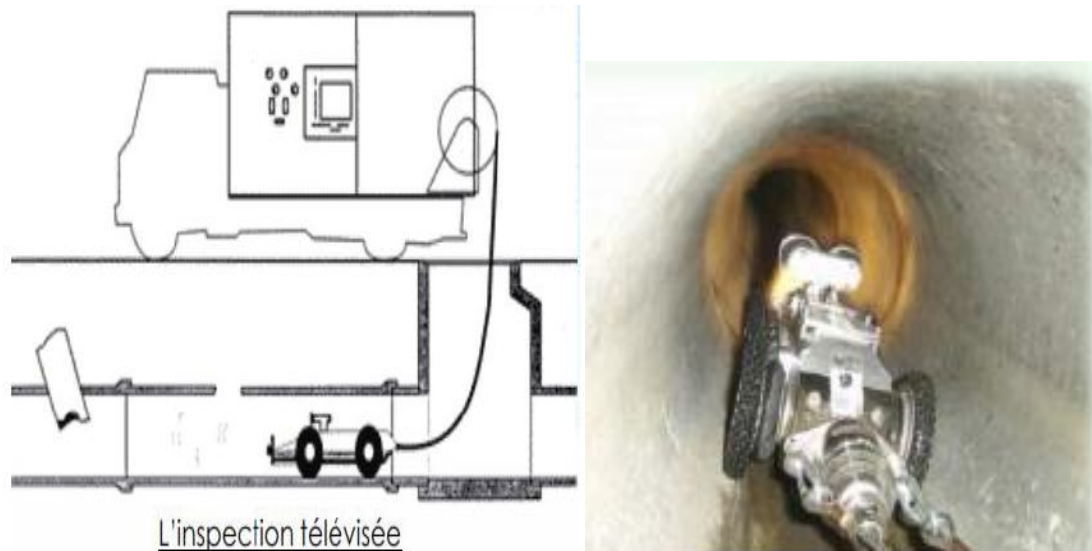
### **B. Inspection télévisée (ITV) des ouvrages non visitables :**

L'inspection télévisée est un outil particulièrement adapté aux réseaux non visitables. Dans le cadre de l'étude diagnostic, elle permet de vérifier l'état et le fonctionnement de l'ouvrage en service.

Les principaux défauts diagnostiqués par l'ITV (défauts structurels et/ou défauts fonctionnels d'étanchéité et d'hydraulicité) sont les suivants :

- Dépôts sur le radier (sable, résidus de béton),
- Dépôts à hauteur du fil d'eau (en général des graisses),
- Dépôts sur les parois en voûte (trace de mise en charge),
- Variations de pentes matérialisées par la stagnation de l'eau ou variation du taux de remplissage (flaches),
- Mises en charge partielles ou totales,
- Fissures transversales et longitudinales, casses,
- Absence de joints de butée,
- Décalages, déboîtements,
- Ovalisation avec ou sans effondrement,
- Trous de poinçonnement et corrosion,

- Branchements pénétrants, racines.



**Figure II.1:** Inspection télévisée par robot polyvalent.

Sauf défauts graves tels que grosses fissures, effondrements, casses, déboîtements et piquages grossièrement réalisés, il est difficile de conclure au défaut d'étanchéité de la canalisation. En effet, de minces fissures transversales, l'absence de joints de butée... n'empêchent pas forcément des canalisations de rester étanches. Cependant, dans le cas où le collecteur est situé dans une nappe ou dans un environnement humide, l'ITV pourra éventuellement permettre de localiser toute trace d'infiltration : l'expérience de l'opérateur prend ici toute son importance.

De plus, sauf équipement spécial (capteur d'orientation et inclinomètre greffés à la caméra), il est impossible de dire si les déviations angulaires en plan n'ont pas atteint une valeur critique et si les pentes longitudinales sont bien conformes. De même, le degré d'ovalisation n'est mesurable que si une mire est installée sur la caméra.

#### **II.4.2. Auscultation géométrique :**

Les techniques sont très nombreuses. Les mesures les plus courantes sont réalisées à l'aide d'inclinomètre, de gyroscope, de tachéomètre. Sont également utilisés au cas par cas, le sonar, le profil-mètre... Nous ne ferons ici qu'un bref inventaire de ce qui est actuellement pratiqué.

**A. Inclinomètre (ouvrage non visitable de diamètre supérieur à 250 mm) :**

Bien que très peu pratiqué, le relevé des pentes apporte des renseignements intéressants sur les défauts de pose et sur les mouvements du sol encaissant.

L'inclinomètre permet de réaliser un profil en long de la canalisation. Il mesure en continu (moyenne glissante) ou point par point la pente entre deux regards d'accès, grâce à un capteur d'inclinaison qui est embarqué sur une caméra d'inspection vidéo ; le déplacement de l'inclinomètre doit se faire parallèlement à l'axe de la canalisation. De plus, la distance parcourue est évaluée électroniquement, ce qui permet ainsi d'établir automatiquement le profil en long.

**B. Capteur d'orientation (ouvrage non visitable de diamètre supérieur à 100 mm) :**

Des mesures de déviation angulaires complètent utilement les relevés de pentes. C'est là le but du capteur d'orientation qui permet d'établir la vue en plan de la canalisation. Son principe consiste en la mesure point par point de la variation angulaire et de la longueur de la canalisation.

Un gyroscope miniature est embarqué sur le chariot d'ITV. Son déplacement est parallèle à l'axe de la canalisation. Les résultats prennent la forme d'une courbe caractérisant l'orientation de la canalisation dans le plan horizontal.

Le capteur d'orientation s'utilise en complément de l'ITV et de l'inclinomètre.

**C. Relevé topographique (ouvrage visitable ou non) :**

Le levé (tachéomètre) en trois dimensions des points d'accessibilité du réseau (regards d'accès) permet de connaître la position en plan et en altitude des canalisations et des branchements. Une vue en plan du réseau et son profil en long sont ensuite réalisés. L'inconvénient est que les pentes et déviations angulaires sont données entre regards (pente moyenne) ; donc par un tel procédé, nous ne disposons pas des variations ponctuelles de pente.

**D. Sonar (ouvrage visitable ou non) :**

Utilisé dans les ouvrages immergés et semi-immergés de 150 à 4000 mm, le sonar permet de localiser et visualiser les défauts géométriques et les zones d'entartrage et de sédimentation.

Les outils consistent en un laboratoire d'acquisition sonar de surface et en transducteurs étanches (émetteur/récepteur de quelques MHz) embarqués sur un chariot motorisé.

Une onde acoustique est émise vers les parois internes et immergées de la canalisation sur lesquelles elle se réfléchit. La mesure est réalisée en continue le long des profils transversaux. Le sonar génère alors sur un écran vidéo une image de la partie immergée de l'ouvrage : la section et les défauts géométriques peuvent être dimensionnés. Les résultats se présentent sous forme de profils transversaux positionnés en fonction du déplacement du chariot.

Contraintes de mise en œuvre :

- La présence d'eau dans la section étudiée est indispensable,
- Le transducteur doit être stationnaire pendant l'acquisition du profil,
- La longueur de l'ouvrage doit être inférieure à 300 m,
- Le choix de la fréquence des transducteurs est fonction des dimensions de l'ouvrage.

### **II.4.3. Auscultation géotechnique :**

L'auscultation géotechnique correspond aux plus récentes préoccupations concernant la mise en place et le contrôle des réseaux hydraulique. Le développement des techniques sans tranchées et des procédés de réhabilitation rend encore plus impérieuse et d'actualité la nécessité de savoir ce qui se passe autour des canalisations, du moins dans leur environnement immédiat. L'objectif poursuivi se limite à ausculter seulement l'environnement proche qui paraît capable de réagir rapidement sur l'ouvrage enterré ; il ne sera pas tenu compte des mouvements géotechniques d'ensemble du site (glissement de terrain, fontis...).

#### **A. Géo-radar (ouvrage visitable ou non) :**

L'auscultation géo-radar permet de caractériser la structure de l'ouvrage, la nature de l'encaissant, ainsi que la qualité des interfaces. Sont ainsi détectés 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.

Le géo-radar travaille sur des fréquences de quelques centaines de MHz à 1 GHz (le choix de la fréquence dépend des dimensions de l'ouvrage). En traversant le sol, une partie de l'énergie est absorbée, une autre partie est réfléchi soit sur des obstacles (points durs), soit sur des interfaces entre deux milieux de caractéristiques électriques différentes ; le pouvoir de pénétration et la vitesse de propagation varient suivant les milieux. Un gradient progressif n'est pas détecté à priori ; seules le sont les discontinuités.

Le signal électromagnétique est émis sous forme de brèves impulsions (tirs de quelques nanosecondes), soit quelques dizaines ou centaines de tirs par mètre de canalisation auscultée. En balayage continu, on obtient des radar-grammes dans lesquels les ordonnées sont proportionnelles aux temps aller-retour.

L'antenne émettant dans un cône de 60 à 90°, les interfaces apparaissent délimitées par des arcs d'hyperboles, les obstacles sont donc déformés. La technique de la couverture double (2 couples émetteur-récepteur) est préférable à une couverture simple (1 couple émetteur-récepteur). Cependant, elle exige un traitement informatique qui la rend bien plus coûteuse.

La mise en œuvre est non destructive. Chaque étude débute par l'adaptation des paramètres aux conditions physiques du site (choix des antennes, de la fréquence...). En outre, la canalisation doit être de préférence auscultée à sec car la présence d'eau diminue sensiblement la portée des ondes électromagnétiques et complique l'interprétation des radar-grammes.

### **B. Sonde gamma :**

Le diagnostic gamma-gamma consiste en l'émission de photons gamma (source césium) vers le sol, cette émission pouvant se faire suivant un tour complet ou suivant une génératrice. Ces photons gamma rentrent en collision avec les atomes des divers éléments présents dans le sol environnant de la canalisation. Sous l'effet du choc entre les photons gamma incidents et les électrons périphériques des atomes, les photons gamma sont déviés de leur trajectoire initiale (effet COMPTON) et sont rétrodiffusés vers les détecteurs de la sonde émettrice. Les sondes, tractées à l'intérieur de la canalisation (Diamètre 50 mm, longueur de 1,5 à 2 m), sont équipées de deux détecteurs : un détecteur à faible portée situé à 15-20 cm de la source et un détecteur à longue portée situé à 30-40 cm de la source. La paroi de la canalisation influence surtout le détecteur à faible portée tandis que la nature du sol influence préférentiellement le détecteur à grande portée.

Pour connaître la densité exacte des terrains traversés, les sondes sont étalonnées. Les densités sont d'autant mieux mesurables que :

- Le tuyau est moins épais,
- La source est puissante,
- La sonde est proche de la paroi,
- La sonde est focalisée suivant une génératrice,

- L'anomalie se rapproche de deux conditions extrêmes (soit un vide, soit un point dur...).

Pour un même diamètre, le fibrociment est plus facilement traversé que le grès qui est lui-même plus transparent aux rayons gamma que le béton.

### **C. Impédance mécanique :**

L'essai d'impédance mécanique a pour but de :

- Mesurer les caractéristiques mécaniques de la structure,
- Apprécier les caractéristiques et l'état du sol environnant,
- Vérifier les conditions de liaison du conduit avec le sol (interface sol/structure),
- Localiser et qualifier les désordres dans le conduit ou dans son environnement.

Il s'agit d'un essai dynamique qui consiste à transmettre une vibration à une structure dont on veut étudier le mouvement. Chaque vibration (ou mode de vibration) est mesurée et enregistrée. Le dispositif d'essai est composé de deux éléments distincts ; le premier est destiné à produire et mesurer une force, le second à mesurer le mouvement induit. Les différentes fonctions calculées en un point de la structure permettent d'extraire la signature d'un défaut ou d'une anomalie caractérisée par un modèle de propagation d'ondes ou simplement par un calage in situ. Le résultat peut ensuite être cartographié pour l'ensemble de la structure.

Cet essai impose que la canalisation soit propre. De plus, un bon étalonnage facilite l'interprétation et en augmente la fiabilité.

### **D. Mesures électriques en courant quasi-continu :**

L'objectif de ces mesures est de :

- Localiser et détecter les désordres affectant la structure et les terrains encaissants (fissures, vides),
- Etudier le radier noyé des ouvrages et des canalisations non métalliques et non isolantes,
- Etudier 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 autres 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. La

tension électrique maximale est de 12, 24 ou 35 volts selon le modèle : il n'y a donc aucun risque d'électrocution ou d'explosion.

#### **II.4.4.Auscultation mécanique :**

Les conduites et le sol sont en équilibre instable permanent : ils interagissent. A titre d'exemple, un déblai de 20 cm peut provoquer des fissures, voire un effondrement ; le sol en effet soutient la structure. Des essais de vérinage interne, tels les essais Mac et Dynarad, permettent de nous renseigner sur le comportement sol/conduit des réseaux hydrauliques visitables (voire non visitables à partir d'un diamètre de 800 mm pour l'essai Mac).

##### **A. Essai MAC :**

L'essai MAC est un outil d'auscultation mécanique des ouvrages et de leur sol encaissant.

Il est non destructif et concerne toute forme d'ouvrage : diamètres de 800 à 4000 mm ou ovoïdes de 1200x600 à 3800x3000 mm.

Il nous renseigne sur le comportement mécanique de la structure et du sol.

Il peut également détecter les vides mais pas forcément leurs dimensions. Il est donc intéressant de procéder parallèlement à des essais géo-radar.

L'essai MAC consiste à : ovaliser un conduit par un dispositif de vérinage interne, et à mesurer la déformation tridimensionnelle résultante.

Les déformations exercées par les vérins sont de l'ordre de la centaine de micromètres (300 à 400  $\mu\text{m}$ ); au-delà de 500  $\mu\text{m}$  une maçonnerie <pourrie> pourrait céder.

Elles entraînent une déformation tridimensionnelle (20 à 40 mm) de la structure que l'on cherche à mesurer.

Un pas de mesure est effectué tous les 10 m. Pour les essais en continu, il faut au moins réaliser un essai tous les 3 diamètres. Pour les petits linéaires, 10 essais au minimum sont requis. Il est possible de réaliser 50 essais par jour ce qui correspond à un linéaire d'environ 500 à 700 m.

##### **B. Essais DYNARAD :**

L'essai Dynarad est un outil d'auscultation dynamique des radiers et des terrains d'assises en présence d'effluents (détection des vides et des zones de déflexion importantes sous radier).

Le principe de l'essai consiste à appliquer un effort important et rapide sur le radier, et à mesurer, par un système d'interférométrie laser, la déformation résultante. La raideur du radier est ensuite déterminée. L'essai Dynarad permet ainsi de réaliser très rapidement un zonage immédiat ; en cas de problèmes il est procédé à une prospection plus poussée.



L'ensemble, à géométrie variable, peut s'adapter à toutes les formes de conduits : circulaires pour des diamètres de 1500 à 3000 mm ou ovoïdes à partir de 800 mm de large.

Pour l'essai Mac, on considère que l'on a une symétrie de l'ouvrage (la même déformation est exercée de part et d'autre du profil transversal), ce qui n'est pas le cas pour l'essai Dynarad (il n'y a pas de symétrie voûte/radier).

Enfin, il est possible de réaliser en continue 50 essais par jour. L'intervalle entre chaque essai varie de 5 à 10 m. La méthodologie de traitement est proche de celle de l'essai Mac.

#### **II.4.5. Autres tests :**

##### **A. Etanchéité :**

En matière de diagnostic, il est préférable d'utiliser les tests à l'air plutôt que le test à l'eau, pourtant officiel. En effet, la mise en œuvre du test à l'air est plus rapide et son coût est moindre.

##### **B. Composition physico-chimiques de l'effluent :**

La composition chimique de l'effluent ainsi que ses conditions de transfert peuvent exercer une action corrosive. Il est donc important, dans certains cas, de déterminer la conformité du fluide transporté.

Pour cela, il est procédé à des prélèvements in situ (manuels ou automatiques) avec analyse en laboratoire et à la mesure de température.

##### **C. Mesure des débits :**

La vitesse de circulation de l'effluent et/ou la charge solide qu'il transporte entraîne une usure mécanique de la conduite. De plus, l'ouvrage peut subir des charges hydrauliques pour lesquelles il n'a pas été conçu (crues, taux de remplissage inhabituels). Ces actions mécaniques et hydrauliques, combinées aux actions physico-chimiques décrites ci-dessus, favorisent l'érosion et fragilisent ainsi la structure de l'ouvrage.

La mesure du débit se fait :

- Soit directement par traçage: cette technique ne perturbe pas les conditions d'écoulement et ne modifie en rien la ligne d'eau. Le principe consiste à injecter en amont du réseau un traceur de concentration connue (traceur chimique type chlorure de lithium, traceur coloré type rhodamine...). Ce traceur est choisi de façon à se

mélanger le plus rapidement aux effluents et à pouvoir être dosé en aval avec une précision suffisante.

- Soit indirectement par mesure des hauteurs et vitesses: le calcul du débit s'obtient par les formules

$Q = \text{vitesse} \times \text{section mouillée}$  et  $Q = \text{volume}/\text{temps}$ . Les outils utilisés sont, à titre indicatif, le moulinet, le limni-graphe, la sonde à ultrasons, la sonde pressiométrique...

Le débitmètre par traçage est idéal pour les eaux usées. En effet les matières en suspension perturbent tout corps immergé tel les outils énumérés ci-dessus.

#### **D. Conformité des branchements :**

Des tests à la fumée et au colorant nous permettent de savoir si en réseau séparatif, les toitures et les caniveaux ne sont pas connectés sur une canalisation d'eaux usées. De plus, ces tests nous renseignent sur les divers branchements qui composent (ou non) le réseau étudié (tel branchement est-il bien raccordé à la canalisation étudiée ? tel autre ne serait-il pas hors service, ou obstrué ? ...).

Le test au colorant consiste à verser dans les branchements, WC, lavabos... de la fluorescéine ou de la rhodamine.

Bien entendu, les services municipaux et riverains devront être avertis de ces essais (sous peine de déclencher des alertes à la pollution).

Le test à la fumée consiste à obturer un tronçon de réseau puis à propulser à l'aide d'un ventilateur de la fumée produite soit par des bombes fumigènes, soit par combustion de paraffine. Il doit répondre aux recommandations suivantes :

- Prévenir les services municipaux et les riverains,
- Opérer en absence de vent (la fumée est rapidement dispersée) et par temps clair,
- Dans le cas d'un doute, vérifié avec une injection de colorant.

#### **II.4.6. Analyses et interprétation des résultats de diagnostics :**

L'auscultation s'achève par l'établissement du diagnostic d'état de l'ouvrage. Celui-ci doit:

1. Déterminer le caractère évolutif ou non des dégradations constatées.
2. Evaluer leurs conséquences dommageables pour l'ouvrage et son environnement.
3. Hiérarchiser le niveau des risques encourus par l'ouvrage et son environnement.

4. Préciser la nature et les objectifs des actions à entreprendre, leur degré d'urgence et les prescriptions particulières qui y sont attachées telles que les conditions d'exploitation, les restrictions ou protections spécifiques...
5. Indiquer la validité des propositions d'actions.

Le diagnostic doit préconiser une des solutions suivantes en ce qui concerne l'ouvrage mis sous surveillance :

1. Réparation.
2. Rénovation.
3. Remplacement sans tranchée ou par tranchée à ciel ouvert.
4. Mise hors service.

Dans le cas d'une réhabilitation, des préconisations de travaux doivent faire suite au diagnostic.

#### **A. Document de préconisation des travaux :**

Ce document définit :

1. Le type de travaux de réhabilitation.
2. Leur localisation au sein des ouvrages.
3. Leur coût.
4. Leurs délais de mise en œuvre.

Il rappelle également les principales conclusions du diagnostic et définit clairement pour chaque solution technique, les objectifs des différents types de travaux en justifiant leur choix du point de vue technique et financier.

Autrement dit, ce document ressemble fortement à un Avant-Projet Sommaire qui doit permettre au gestionnaire du réseau d'établir la programmation de ses travaux.

Il doit donc comporter:

1. Un rapport de présentation ;
2. l'Avant-Projet Sommaire proprement dit (APS).

#### **B. Rapport de présentation:**

Ce rapport est un descriptif de la conduite à réhabiliter qui doit obligatoirement comporter les rubriques suivantes :

- 1- Le plan de situation de la conduite à réhabiliter dans le réseau.
- 2- Les caractéristiques géométriques générales (longueur, nature, forme, dimensions).
- 3- Le mode de fonctionnement (unitaire ou séparatif, nature des effluents, débit...).
- 4- Un bref rappel des études et investigations ayant conduit au diagnostic.
- 5- Le mode d'insertion dans un programme plus vaste de réhabilitation du réseau.
- 6- Selon l'importance des coûts, l'indication du découpage éventuel en tranches et des délais prévisibles de réalisation.
- 7- Des procédures de consultation des entreprises envisageables.

### **C. Avant-Projet Sommaire (APS) :**

L'Avant-Projet sommaire (APS) comprend obligatoirement :

- 1- Un jeu de plan qui doit illustrer le mémoire technique et justifier l'avant métré pour l'estimation à travers :
- 2- Un plan de situation de la conduite dans le réseau ;
- 3- Un plan de masse repérant les tronçons à réhabiliter, leur longueur et la technique préconisée;
- 4- Le profil longitudinal de l'ouvrage avant et après réhabilitation ;
- 5- La (ou les) coupe(s) transversale(s) de principe ;
- 6- Les schémas de phasage des travaux ;
- 7- Des croquis spécifiques à diverses solutions techniques.

### **D. La solution technique :**

Il doit expliquer la logique des choix techniques préconisés en fonction des niveaux de service et de sécurité à atteindre.

### **E. Objectifs à satisfaire :**

Le document doit aborder les thèmes suivants :

1. Le dimensionnement hydraulique : débit minimum à assurer;
2. La tenue mécanique de l'ouvrage réhabilité souhaitée : caractéristiques mécaniques visées pour la nouvelle structure, rigidité notamment ;
3. Le niveau d'étanchéité à atteindre ;

La sujétion de travaux qui porte sur :

1. Contraintes de chantier l'accès ;
2. Présence de nappe;
3. Possibilité de dérivations ;
4. Maintien ou/non du service pendant les travaux...

5. La tenue de l'ouvrage face aux contraintes physico-chimiques de l'effluent (pH, présence d'H<sub>2</sub>S...)

Ces rubriques doivent contribuer à justifier le choix d'une (ou plusieurs) famille(s) de techniques de réhabilitation.

Le mémoire technique doit justifier le choix d'une ou plusieurs techniques aptes à satisfaire les objectifs visés.

Pour chacune d'elles, un descriptif sommaire doit indiquer :

1. Le principe de la méthode ;
2. Le mode de réalisation ;
3. Les performances habituelles ;
4. Les conditions d'exploitation ;
5. La pérennité ;
6. Les garanties.

#### **F. Une estimation des coûts :**

Elle est faite sur la base d'un avant métré sommaire des principales quantités prévisibles. Toutes les solutions techniques possibles sont chiffrées, en incluant les coûts induits par l'environnement du chantier (ces coûts fluctuent en fonction de la technique), et doivent faire l'objet d'une analyse comparative de leurs coûts globaux.

### **II.5.Donnée de base :**

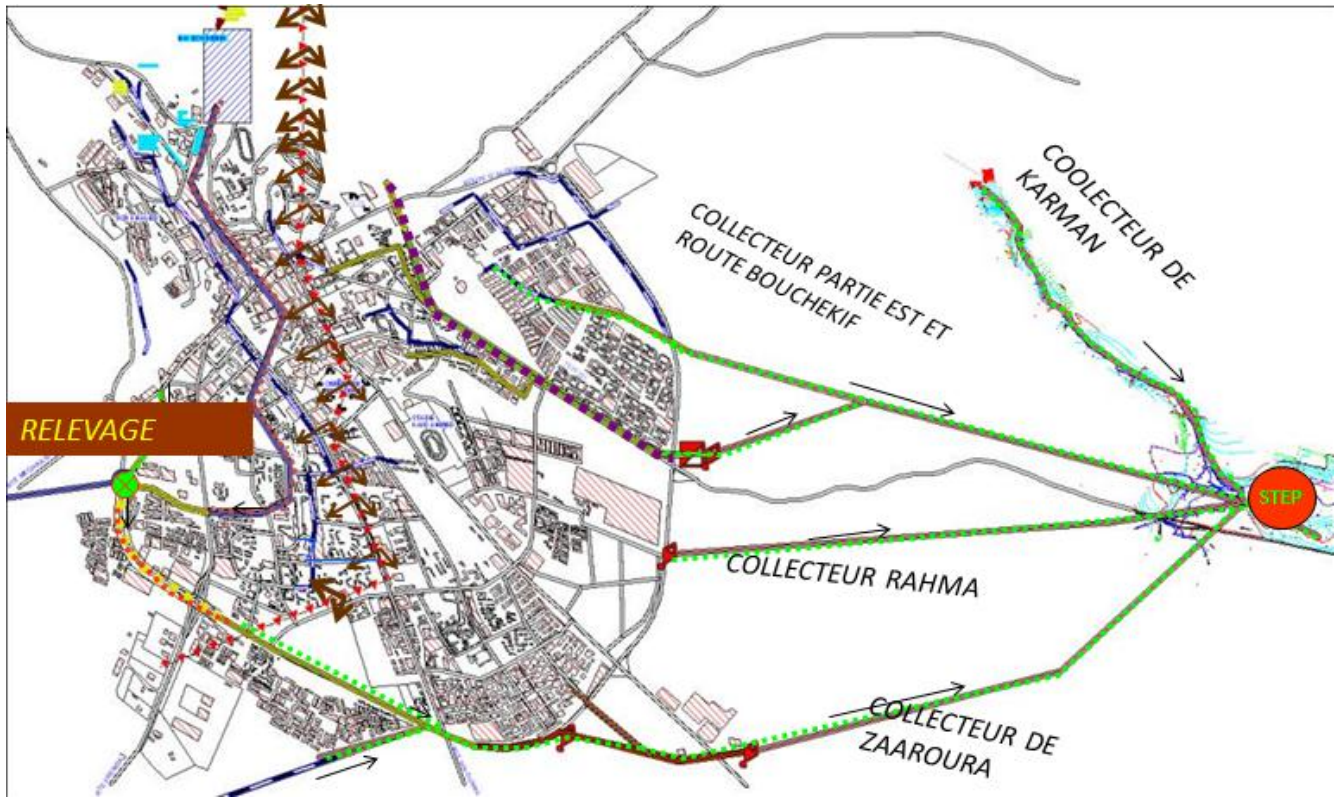
#### **II.5.1.Etat de fait du réseau d'assainissement de la ville Tiaret :**

L'assainissement des eaux usées de la ville de Tiaret a suscité l'intérêt des autorités locales, tant des problèmes de M.T.H et les inondations qui ont eu lieu dans un passé récent et ont causé des victimes.

Le réseau d'assainissement de la ville de Tiaret est de type Unitaire sauf pour le cas des Z.H.U.N I et II qui ont subi par la suite une rénovation et association au réseau général de la ville par un système unitaire.

Le schéma directeur d'assainissement de la ville de Tiaret a pris en charge les problèmes principaux du réseau, à savoir la réfection et la rénovation des conduites défectueuses et sous dimensionnées ; l'implantation appropriée des déversoirs d'orage et le transfert des eaux usées du bassin Ouest vers la station d'épuration qui est en cours de réalisation située dans le bassin Est à six kilomètres de Tiaret, à un point de connexion des principaux collecteurs de la ville et Nahr Ouassel. Toutes ces eaux usées seront épurées avant d'être acheminées vers barrage Dahmouni et utilisées pour l'irrigation.

L'opération consiste à recueillir les eaux usées et pluviales dans quatre grands collecteurs ou émissaires (collecteur Karman, collecteur Est, collecteur Rahma et collecteur Sud + Zaaroura).



**Figure II.2:** Schéma directeur d'assainissement la ville Tiaret

Déversoirs d'orage		Stations de relevage			Longueur de la conduite de refoulement	Milieu récepteur des By-Pass
Nom de la Commune	Nom de l'Agglomération	Nombre DO	Milieu récepteur des déversoirs	Nombre SR		
Tiaret	TIARET	7	Oued	1	1200 m	Oued
Tiaret	Kerman	1	Oued	0	-	-

**Tableau II.1 :** récapitulatifs sur le nombre de déversoirs d'orages et de stations de relevage

	<b>Nom de la Commune</b>	<b>TIARET</b>
	<b>Nom de l'agglomération</b>	<b>TIARET</b>
<b>Matériau des canalisations (%)</b>	Béton comprimé	40%
	Béton armé	34,90%
	Béton vibré	10%
	Amiante Ciment	5%
	PVC	10%
	PEHD	0
	Maçonnerie	0,10%
	Fonte	0
	Acier	0
	Total	100%
<b>Réseau par catégorie d'âge (%)</b>	<20 ans	60%
	20 à 40	20%
	40 à 60	18%
	>60 ans	20%
	Total	100%
<b>% du Réseau se trouvant sous une chaussée revêtue</b>	en %	62%
<b>Branchements</b>	Nombre total	22697
<b>Raccordement</b>	Taux (%)	96,10%
<b>Nature du terrassement pour la réalisation du réseau</b>	% de terrain rocheux	61%

**Tableau II.2:** Statistiques sur la composition du réseau d'assainissement. Source : DRE

### **II.5.2. La station de relevage :**

Le réseau de notre zone d'étude (Tiaret, Algérie) comporte une seule station de relevage située à proximité de la route de Tagdempt, avec une capacité de 28 000 m<sup>3</sup>/j qui effectue un transfert de 80% des effluents du versant Ouest (l'affluent du Oued Mina) vers le versant Est qui déverse dans le barrage de Dahmouni.

En plus du relevage, cette station réduit la concentration des eaux usées qui seront drainées vers le barrage de Benkhadda.



**Figure II.3:** station de relevage de Tiaret

### **II.5.3.La station d'épuration :**

La STEP de la ville Tiaret est implantée sur le territoire de la commune de Bouchekif à environ 4,5 Km du chef-lieu. Elle est dimensionnée pour traiter quotidiennement 38.000 m<sup>3</sup> avec une capacité d'épuration de 390.000 EH (Equivalent/habitant) pour l'horizon de 2020.





**Photo II.4 : STEP de Boucekif**

Différents ouvrages de la STEP :

- Une station de relevage
- Dégrilleur gros
- Dégrilleur fin + la presse laveuse
- Dessableur + déshuileur
- Décanteur primaire
- Bâtiment de distribution
- Bâtiment de combinaison
- Puisard d'eau industriel
- Epaisseurs
- Digesteur aérobie
- Lits de séchage
- Bâtiment d'exploitation
- Laboratoire d'analyse
- Salle T-G-B-T
- Salle de télésurveillance

### **II.5.4.La galerie souterraine de Oued Tolba :**

#### **A. Etat de fait:**

Le canal de l'Oued Tolba constitue le réseau principal d'assainissement de la ville de Tiaret. Ce collecteur principal a été construit en plusieurs tranches de 1886 à 1961 en recouvrant l'Oued sur toute la longueur correspondante au tracé urbain.

Cette construction ancienne est en majorité de type maçonnée et repose sur le lit naturel de l'Oued Tolba constitué de couches gréseuses formant ainsi le radier naturel du canal. La pente moyenne est de 3 à 4% avec de nombreux décrochements à pentes très fortes. Le profil de cette construction comporte plusieurs types de sections sur plusieurs tronçons dont le recouvrement est variable de 0 à 8 m environ.

La stabilité et la durabilité de cet ouvrage permettent d'éviter les lourdes conséquences qui en découlent, tant au niveau du canal lui-même, qu'au niveau des infrastructures avoisinantes. Autre le vieillissement de la structure, plusieurs paramètres ont été à l'origine des dégradations enregistrées :

Absence du gestionnaire officiel de l'ouvrage,

Exploitation et entretien pratiquement inexistantes,

Non-respect des règles de l'art pour les actions opérées sur le canal.

#### **B. Caractéristiques de la galerie (avant la réhabilitation) :**

Le tracé du canal est parfois visible notamment dans sa position Nord sur une longueur de 975 m. Il est cependant enterré dans sa partie Sud qui constitue le centre ancien de la ville qu'il y'a lieu de préserver compte tenu des divers incidents survenus depuis 1975 à nos jours.

Tronçons	Formes	Sections (m2)	Matériaux
1	Carrée	3.20	Moellons et béton
2	Voûte en ogive	11	Moellons
3	Rectangulaire	14.40	Moellons avec couverture en béton
4	Voûte en ogive	11	Moellons
5	Voûte en ogive	11	Béton
6	Rectangulaire	8.80	Moellons avec couverture en béton
7	Pieds droits+Voûte	9.50	Moellons
8	Pieds droits+Voûte	11	Moellons
9	Rectangulaire	10.5	Moellons avec couverture en briques
10	Pieds droits+Voûte	12	Moellons
11	Passage escaliers	8	Moellons
12	Pieds droits+Voûte	11	Moellons
13	Rectangulaire	5.6	Moellons avec couverture en béton
14	Pieds droits+Voûte	13	Moellons
15	Pieds droits+Voûte	14.3	Moellons

**Tableau II.3 :** caractéristiques de la galerie oued Tolba

### **C. Diagnostic de la galerie souterraine :**

Le diagnostic a permis de dégager les conclusions fondamentales ci-dessous :

L'absence de visites et d'entretien réguliers sur le canal ont aggravé le comportement de sa structure. Les différentes actions opérées sur le canal (ouvertures, branchements d'assainissement.... etc.) ont porté préjudice à sa stabilité générale. Sur le plan de l'exploitation, l'absence de curage et de nettoyage du canal ont laissé l'occasion aux différents dépôts de s'accumuler dans différentes zones du radier, perturbant ainsi les conditions d'écoulement et créant des concentrations d'écoulement au niveau de la liaison radiers-voiles.

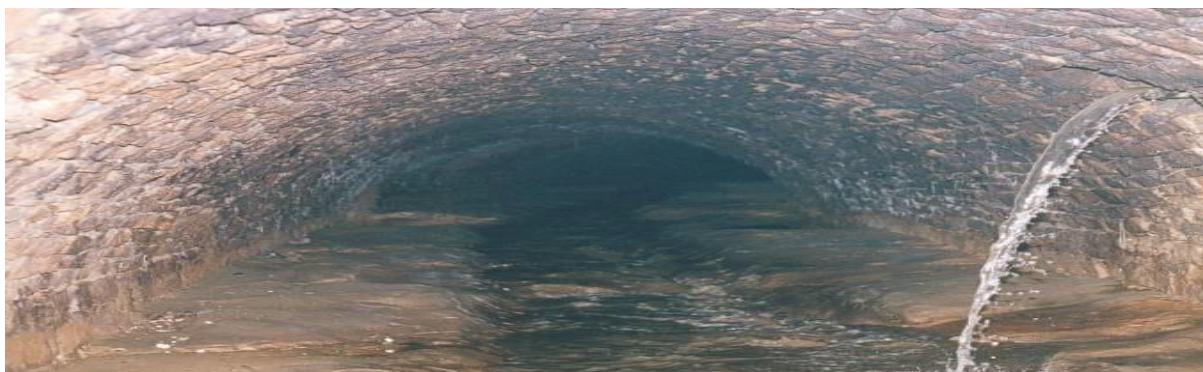
L'âge de l'ouvrage a conduit à des altérations, dégradations dues au vieillissement des éléments de la structure, cette situation a été aggravée par les branchements d'assainissement effectués sur les voiles du canal, créant ainsi des dégradations notamment sur les tronçons à maçonnerie et moellons.

L'absence des radiers dans certaines zones a conduit à des affouillements portant préjudice à la stabilité générale de la structure, les altérations du liant de la maçonnerie et des moellons dues, soit aux actions des écoulements, soit à la qualité des eaux usées rejetées dans le canal, ont déstabilisé les pieds droits créant ainsi des désordres,

Sur le plan conceptuel, l'absence de liaison adéquate entre les radiers du canal formés par la roche mère du thalweg constitue le problème majeur de stabilité de l'ouvrage. En effet, les affouillements, les écoulements concentrés au niveau du soubassement des voiles contribuent à déstabiliser d'avantage ces éléments et par conséquent toute la structure. Le levé topographique souterrain élaboré, les recollements de la structure ont permis de reprendre les calculs hydrauliques du canal, les vitesses trouvées sont, à quelques niveaux trop excessives et atteignent parfois les 13 m/s.

Sur la base des résultats du diagnostic, il a été défini trois types de tronçons du canal en fonction du degré de dégradations et de la priorité d'intervention en l'occurrence :

- Tronçon présentant un danger immédiat et qui doit être conforté en priorité,
- Tronçon présentant un danger à moyen terme et qui doit être conforté en second lieu,
- Tronçon en assez bon état



**Figure II.5:** Canal en moellons avec toiture en voûte- Erosion importante du lit (avant la réhabilitation)



**Figure II.6 :** Effondrement 1998-dégradations très avancées de la structure  
(avant la réhabilitation)



**Figure II.7:** Confortement en voûtes préfabriquées

Le cas pathologique le plus récent est celui enregistré le mois de Décembre 2000 survenu au droit de 03 bâtiments en R+5 constituant les 42 logements.

#### **D. Confortement du canal :**

Pour le confortement et la réhabilitation du canal, il y a lieu de tenir compte d'un certain nombre de directives à savoir :

Aménagement des zones amont du canal (seuils, corrections torrentielles, décantation...etc..)  
afin de soulager le canal en matière de transports solides,

Projection d'un système de drainage inexistant auparavant afin d'acheminer les eaux accidentelles de fuites des réseaux,

Pour le confortement lui-même, et en fonction des diverses contraintes, plusieurs solutions ont été proposées :

- Réalisation d'une coque en béton projeté en deux phases avec armature de peau,
- Réalisation d'une nouvelle structure en béton armé épousant la géométrie de l'ancienne structure,
- Réalisation des éléments de la structure en voussoirs préfabriqués,



**Figure II.8 :** Etat de la galerie souterraine après la réhabilitation

## **II.6.Diagnostic générale et état des lieux :**

Le réseau d'assainissement de la ville Tiaret a connu plusieurs défaillances et dysfonctionnements, primordialement dû à la négligence du diagnostic régulier, afin de prévenir tous dégât sur le fonctionnement du réseau de drainage public et l'hygiène publique des enquêtes sont nécessaire. Ci-dessous on va présenter deux enquêtes exécutées par l'ONA :

### **II.6.1.Enquête de l'ONA Novembre 2012 :**

Cette enquête a permis de mettre en évidence les différents collecteurs mal-dimensionnés (sous-dimensionnés et surdimensionnés) ainsi que l'état de l'ensemble des regards du réseau à travers la ville.

**Tableau II.4 :** Récapitulatifs des collecteurs redimensionnés

LOCALITE	Regard amont	Regard Aval	DIAM EXIT	DIAM CAL	LONG OBS
Centrale Electrique	P346	P152	300	400	267,23
	P152	BUS 1	500	800	840,17
DHWT	P812	P814	500	300	30
	P814	P819	300	500	210
	P819	P827	300	800	410
Lycée IBN ROUSTOM	P829	P832	500	400	220
Cité des frères Besghir	P858	P875	200	300	234
	P868	P875	200	400	290
	P875	P867	200	400	64.37
Cité IBNKHALDOUN	P940	P945	200	400	140
	P945	P946	200	400	20
Lycée S Zoubir	P536	P527	300	500	365,14
	P604	P527	300	400	270,88
	P527	P518	600	700	237,73
	P518	P223	600	800	206,38
	P610	P223	300	400	376,8
	P223	P250	600	800	683,15
	P239	P250	300	500	417,39
	P250	OVOIDE	600	1000	47
Cite EL BADR	P70	P84	300	600	563,42
	P84	RP112	300	500	148,23
Cite Bethadj El Hachemi	P127	P133	500	500	198,28
	P133	P142	400	700	392,8
	P142	P151	600	700	278,05
CITE UNIVERSITAIRE	P379	P192	400	500	400
	P253	P192	400	500	400
	P192	PT	400	600	400

LOCALITE	Regard amont	Regard Aval	DIAM EXIT	DIAM CAL	LONG OBS
Université	P195	P205	600	600	389,78
	P205	P214	600	500	353,5
	% P214	PT	800	600	101,14
St d'Epuración	P561	P572	600	600	692,13
	P572	BUS5	2*1250	700	415,95
PARC1	P675	P681	500	400	216
	P730	P681	400	300	192
	P681	P690	500	600	270
	P710	P594	300	400	677
	P806	P699	300	500	310
	P699	P694	300	500	564
	P694	P690	300	600	140
	P560	P555	300	800	290
PARC	P800	P663	400	300	224
	P663	PT(666)	300	300	104
	P736	PT(666)	300	300	290
	PT(666)	P673	800	300	310
Cité El Hachemi Arabi	P833	P835	400	300	130
	P835	P852	600	500	265
Gendarmerie Nationale,	P51	P59	600	900	471
CITE des frères Guitour	P890	P907	200	500	429,29
	P907	P916	200	500	220,19
	P916	P999	500	500	222,97
	P655	P999	300	300	52,75
	P634	P999	400	300	253,06
	P999	P651	600	700	306,74



LOCALITE	Regard Amont	Regard aval	DIAM EXIT	DIAM CAL	LONG OBS
	PA89	PA91	300	300	111,74
	PA91	P95	400	500	238,68
	P95	P63	600	500	154,12
	P60	P63	1000	300	130,93
	P63	EXU	800	800	506
	EXU	R119	1250	1100	650
	P934	R119	1250	400	214
	R119	GS1	1250	1500	412
Cité des 88 logements	P922	P333	300	700	402,86
	P328	P333	300	400	282,8
	P333	P364	600	700	355,25
	P334	P339	600	300	205,46
	P347	P339	300	500	552,6
	P339	P364	300	600	219,19
	P364	SA38	400	1000	73,22
	P310	P325	1000	600	266,55
	P375	P325	400	300	317,5
	P325	SA38	300	600	48,62
	SA38	P289	1000	1200	113,74
	P289	P284	800	1000	123,56
	P296	P543	600	700	699,45
	P275	P543	300	900	132,92
	P543	P284	300	600	226,98
'ZAARORA	P166	P172	600	600	239,85
	P172	BUS2	600	700	684,54
'ZAARORA	P960	P975	400	700	362,6
	P975	P978	600	900	186,6
Place REGINA 100	*.P876	P881	200	300	210,47
Bureaux	P881	P883	300	300	107,41
	P883	P607	400	300	398,15

**Etat des regards :**

L'ensemble des regards sont en bon état, certains sont bouchés ou envasés, d'autre sont enterrés sous-tapis. Voici ci-dessous des statistiques qui ont donné les résultats suivants sur 1278 regards ouverts :

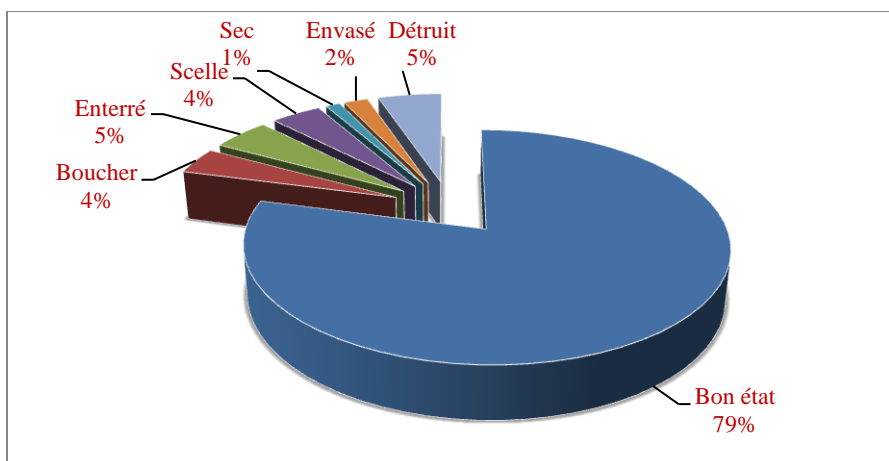
Le nombre de ces regards est environ de 1278.

La profondeur des regards varie entre : 1.5 et 4 m.

1011	Regard en bon état	= 79 %
49	Regard bouchés	= 3.8 %
60	Regard enterrés	= 4.69 %
52	Regard scellés	= 4.06 %
15	Regard état sec	= 1.17 %
25	Regard envasés	= 1.95 %

Le reste est détruit ou détérioré  $\approx 67$  unités  $\approx 5.24\%$

Les statistiques sur l'état des regards est résumé et représenté dans le graphique ci-dessous :



**Figure II.9 :** Statistiques sur les états des regards

N°	Etat des regards	Nombres
1	Bon état	1011
2	Boucher	49
3	Enterré	60
4	Scelle	52
5	Sec	15
6	Envasé	25
7	Détruit	66

**Tableau II.5:** statistiques sur les état des regards

### II.6.2. Enquête en cours de l'ONA Janvier-2018 :

**Tableau II.6:** Document de présentations des zones endommagées 2018

Localité	Travaux de réhabilitations	observations
Cité Bouheni	Rénovation de l'assainissement cité Bouheni TR1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réseau défectueux et fuyard</li> <li>- Réseau en ciment comprimé</li> </ul>
Cité 282	Rénovation du réseau d'assainissement à la cité 282 baraques.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réseau sous-bâtisses</li> <li>- Réseau en ciment comprimé.</li> </ul>
Cité des 48A & 48B route EL-Beida	Rénovation du réseau d'assainissement à la cité 48A et 48B route EL-Beida.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réseau défectueux</li> <li>- Réseau en ciment comprimé</li> </ul>
Centre de Karmane	Relevage des eaux usées de la partie nord à Karmane (conduite de refoulement, génie civil de la station équipement et amenée d'énergie) commune de Tiaret	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réseau défectueux</li> <li>- Réseau en ciment comprimé</li> </ul>
Centre de Karmane	Rénovation du collecteur d'assainissement de la partie nord de Karmane	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réseau défectueux</li> <li>- Réseau agressé et colmaté.</li> </ul>

EPLF	Rénovation du réseau d'assainissement à la cité EPLF partie 1	- Réseau défectueux et sous-bâtisses
Cité nouveau stade	Etude de l'assainissement aux cités : - Cité du nouveau stade - Partie cité D108 (Habitations entre lycée Hirèche, Ecole des cadets et 405 lots)	- Réseau sous-bâtisses - Réseau en ciment comprimé
Les Pins	Rénovation du réseau d'assainissement à la cité les pins	- Réseau défectueux - Réseau en ciment comprimé
Sonatiba (double voie, côté marché aux légumes)	Rénovation du réseau d'assainissement et de drainage sur la double voie de SONATIBA. (En face superposés, de la placette de stationnement des camions citernes jusqu'au siège des gardes communaux)	- Réseau colmaté
Divers quartiers	Intervention sur le réseau d'assainissement à divers quartiers de la ville de Tiaret. (Voie adjacente à la rue Hamiri Mohamed, Cité Mezguida, à proximité du marché aux légumes de Zaaroura, Cité Teffah, cité 104 Bis, Cité des 700 logements (cité E))	- Réseau défectueux - Branchements défectueux

**II.7.Proposition d'améliorations :**

Le réseau général d'assainissement à travers la ville de Tiaret présente plusieurs dysfonctionnements, nécessitant plusieurs types de travaux de réhabilitations :

- Un redimensionnement par endroits.
- Rénovation des réseaux effectués avec des matériaux qui ne satisfont pas les servitudes et exigences de l'art de construction ainsi que les réseaux réalisés avec des matériaux mis hors services tel que le béton comprimé et l'amiante ciment.
- Rénovation des réseaux ayant un âge de service supérieur à 40 ans.
- Perfectionnement des branchements défectueux à travers la ville.
- Diagnostics précoces et périodiques des réseaux et ouvrages ayant un âge de service supérieur à 20 ans afin de prévenir tout dégât sur le fonctionnement du réseau.
- Curage des regards de visite et avaloirs.
- Réglage des couches bordures.
- Confection et reprise de certaine regards et avaloirs.
- Ajustage des cotes tampons et grille avaloirs.