



»» RÉSEAUX D'ASSAINISSEMENT

Réhabiliter dans les règles de l'art

Entre 167 et 226 milliards d'euros! C'est la valeur du patrimoine des services publics d'assainissement en France, estimée en 2012 par l'Office international de l'eau. Les 400 000 km de réseaux d'eaux usées et pluviales en représentent plus des trois-quarts, mais ce trésor enfoui atteint un âge canonique, au risque de perdre toute sa valeur. Avec un taux annuel de 0,71 %, le renouvellement du patrimoine enterré atteint les

150 ans, alors que sa durée de vie, très variable selon les matériaux, les conditions de pose et les contraintes de site, oscille en moyenne autour de 60 ans. Avec le temps, les conduites se corrodent, se fissurent, s'effondrent... Ces désordres perturbent le fonctionnement des stations d'épuration, intimement lié à l'efficacité de la collecte, et impactent la qualité du milieu naturel. Ils engendrent également une augmentation du prix de l'eau due aux surcoûts

d'exploitation et d'investissement. Faute de gestion patrimoniale, les collectivités n'ont d'autre choix que de réhabiliter au coup par coup, à chaque dégradation constatée. Aujourd'hui bien maîtrisées, les techniques de

réparation ou de rénovation permettent heureusement, si elles sont correctement mises en œuvre, de donner une seconde vie aux tronçons réhabilités.

Dossier réalisé par Louis Girard

AU SOMMAIRE

- | | |
|---|-------|
| 1- Bien connaître pour bien réhabiliter | p. 29 |
| 2- Choisir la bonne technique | p. 32 |
| 3- Contrôler et réceptionner | p. 35 |

1 BIEN CONNAÎTRE POUR BIEN RÉHABILITER

Indispensables pour connaître l'état d'un réseau et évaluer les besoins en réhabilitation, inspections et diagnostics permettent d'analyser les dégradations et d'en identifier l'origine. Ils orienteront le maître d'ouvrage vers les solutions techniques les plus appropriées.

Le premier outil d'inspection est bien sûr l'œil des égoutiers. En arpentant les réseaux, ils peuvent mener des observations simples lors de leurs interventions de routine et ainsi relever et consigner l'état des conduites dans un registre ou un système d'information géographique. Des inspections plus détaillées, pédestres dans les sections visitables (d'un diamètre supérieur à 1 600 mm) sinon télévisées à l'aide d'un robot caméra, seront ensuite programmées en cas d'anomalies. Dépôts et stagnations d'eau, corrosion et abrasion, fissures, perforations, affaissements, défauts de joints ou d'emboîtements, ovalisations, branchements pénétrants, flaches, contre-pentes, etc. : de nature diverse et variée,

les pathologies constatées sont répertoriées selon la norme EN 13508-2. Mais leur caractérisation ne saurait se limiter à un simple examen visuel interne, la cause du mal se cachant le plus souvent derrière le tuyau.

En dehors des problèmes directement liés à l'agressivité chimique de l'effluent, les dégâts sont majoritairement provoqués par une déstabilisation des terrains accueillant l'émissaire, due aux mouvements naturels du sol ou à une mauvaise pose qui peuvent être mis en évidence à l'inclinomètre. Les conduites et le sol, en équilibre instable permanent, interagissent. Le sol soutient la structure, et un déblai de 20 cm peut provoquer des fissures, voire un



Des inspections détaillées, pédestres dans les secteurs visitables, sont programmées en cas d'anomalies.

effondrement de la canalisation. « De l'état structurel du complexe associant la conduite et le sol découle la résistance mécanique de l'ouvrage, et donc sa tenue dans le temps », souligne Julien Landaud, responsable du pôle ingénierie des ouvrages souterrains du bureau d'études Structure et réhabilitation. Primordiale, la connaissance de la qualité du sol environnant et de son interface avec le collecteur est accessible grâce aux techniques d'auscultation. Le géoradar, les essais d'impédance mécanique ou de marteau instrumenté mesurent le comportement mécanique de l'ouvrage

L'AVIS DE...

Bernard Loubière-Desortiaux,
responsable réseaux à la direction technique de Lyonnaise des Eaux.

« Aller vers le diagnostic permanent »

« En tant que gestionnaire de réseaux, nous proposons aux collectivités des outils pour localiser et hiérarchiser les risques de défaillance structurelle des canalisations et ainsi mieux planifier la réhabilitation et le renouvellement de leur patrimoine. Diagrap, une observation rapide au vidéopériscope depuis les regards de visite, permet de déterminer les tronçons prioritaires pour une inspection télévisée (ITV). Le

logiciel Nadia (notation automatique des inspections en assainissement) codifie les défauts relevés par l'ITV, les intègre au SIG et génère un chiffrage sommaire des travaux nécessaires. Enfin, le logiciel Prévoir, grâce à des modèles prédictifs de vieillissement structurel des canalisations, donne des orientations sur les secteurs à surveiller à l'avenir. »



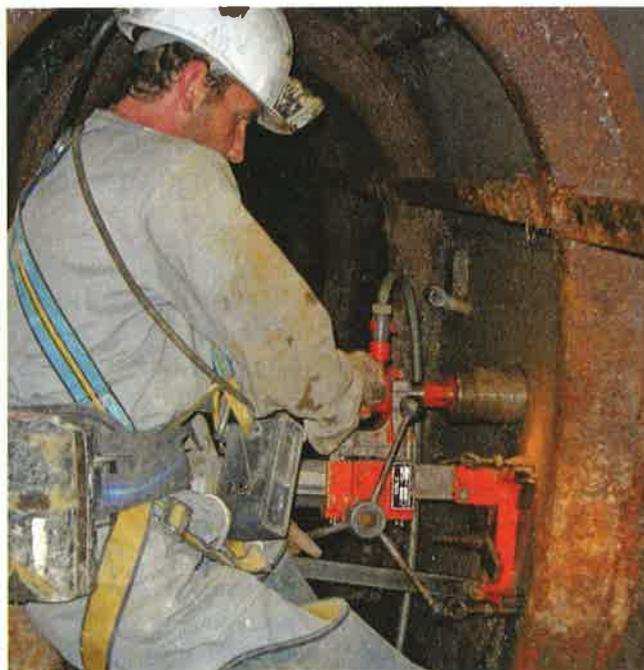
Lyonnaise des Eaux

et détectent d'éventuels décollements et zones vides à l'extrados. Développé par Eau de Paris, le vérinage interne est un procédé adapté des domaines du génie civil. « Il consiste à ovaliser la conduite à l'aide de vérins pour évaluer la capacité structurelle du couple ouvrage-terrain », précise Olivier Thépot, chef de projet au Service Mac (mécanique d'auscultation des conduits).

Utilisant une technique similaire, l'essai Dynarad est quant à lui spécifique au contrôle de l'assise des radiers. Recommandées par l'Aftes (association française des tunnels et de l'espace souterrain) et l'Astee (association scientifique et technique pour l'eau et l'environnement), ces méthodes présentent de surcroît l'avantage d'être utilisables sur des surfaces immergées, les réseaux étant rarement hors d'eau lors des inspections. Non destructives, elles peuvent dans un premier temps être mises en œuvre

sur un grand linéaire afin d'en déterminer les hétérogénéités, pour être complétées par la suite par des examens plus ciblés au droit des secteurs problématiques. Des carottages ou des mesures de perméabilité à l'infiltromètre permettront d'apprécier l'état de dégradation de la conduite. Sondes gamma-gamma, sondages pédologiques et essais au pénétromètre renseigneront sur la nature et la compacité de l'encaissant. Enfin, des mesures de pendage et des relevés topographiques qualifieront le profil et la stabilité du tronçon.

« Pour des raisons financières, ces inspections ne sont pas toutes réalisées et le diagnostic se limite souvent à une inspection télévisée », déplore Christine Bonvallet, chargée d'études à l'Office international de l'eau. Grave erreur, car c'est l'interprétation de ces investigations, enrichie des données relatives à l'environnement de l'ouvrage



Structure et Réhabilitation

Des carottages ou des mesures de perméabilité à l'infiltromètre permettent d'apprécier l'état de dégradation d'une conduite.

(contextes géologiques, hydrogéologiques et pédologiques, activités en surface, encombrements souterrains, chimie de l'effluent...), qui permettra d'établir le diagnostic, essentiel pour déterminer la cause des dysfonctionnements et ensuite dimensionner la technique de réhabilitation la plus efficace. « Ce diagnostic est capital pour le maître d'ouvrage, afin d'optimiser les moyens techniques et financiers et de garantir la durabilité des travaux qui s'en suivent », ajoute Amer Aflak, expert en hydraulique urbaine chez Safege. C'est donc faire un bien mauvais calcul économique que de s'affranchir de certaines de ces études préalables. Au final, le risque est grand de voir les problèmes réapparaître rapidement après réhabilitation, leurs causes n'ayant été ni identifiées ni traitées. ■

L'EXPÉRIENCE DE...

Didier Lesage, chef du service gestion et amélioration du patrimoine à la direction de l'eau et de l'assainissement du conseil général de Seine-Saint-Denis

« Une inspection tous les trois ans »

« Dès 1985, nous avons mis en place un programme d'études sur la pathologie des ouvrages d'assainissement, baptisé "DAR" pour démarche d'auscultation et de réhabilitation. Les réseaux à inspecter sont d'abord sélectionnés selon leurs caractéristiques et leur environnement. Nos équipes parcourent ainsi la totalité du linéaire (700 km dont 500 visitables) en trois ans. Leurs constats d'anomalies déclenchent des auscultations

approfondies pour établir un diagnostic. Nous réalisons en moyenne 15 km d'auscultation-diagnostic par an. L'état des ouvrages est ensuite classé selon quatre niveaux (surveillance, préventif, curatif et mesures conservatoires, ruine) afin de planifier la réalisation des travaux. En moyenne, tous les ans, 5 km de collecteurs visitables et 2,5 km de canalisations non visitables sont réhabilités, soit un rythme de travaux sur 100 ans. »



CG 93

2 CHOISIR LA BONNE TECHNIQUE

Réparation, rénovation ou remplacement: la technique à employer dépend essentiellement du niveau de dégradation de l'ouvrage et de l'intégrité de sa structure.



Une fois le diagnostic posé, place aux travaux. La réparation ne va concerner que le traitement ponctuel de défauts localisés sur une conduite dont la structure est encore saine. La suppression d'éléments pénétrants (racines, branchements) ou le colmatage de fuites au niveau d'une fissure, d'un assemblage ou d'un raccordement font appel à des techniques simples de fraisage, d'injection (de résine ou de coulis) ou de chemisage partiel (par une manchette d'une longueur inférieure à 1 m). Si l'espace disponible est réduit, un robot multifonctions remplacera efficacement l'intervention humaine.

Lorsque la tenue structurelle du tronçon à réhabiliter est en cause, les techniques de rénovation interviennent, s'appuyant sur l'ouvrage existant pour retrouver les performances d'un ouvrage

neuf, en termes de résistance mécanique, d'étanchéité et d'hydraulicité. C'est ici le domaine des TST, les travaux sans tranchées.

Dans les réseaux visitables, des projections de béton ou de mortier armés de fibres métalliques ou polypropylène, voire de treillis métalliques, vont restaurer le parement de la conduite et renforcer la structure de l'ouvrage. En cas de dégradation trop importante, cunettes ou coques préfabriquées seront collées ou encastées sur l'existant. Fabriquées en béton polyester, PRV (polyester renforcé de verre), GRC (composite de ciment de verre) ou en matériaux plastiques soudés (polyéthylène, polypropylène, PVC), leur conception sur mesure leur permet de s'adapter à toutes les formes de collecteurs, moyennant un relevé précis des sections et profils en long de l'ouvrage à reprendre au profilomètre

Des projections de béton ou de mortier armés de fibres métalliques ou polypropylène, voire de treillis métalliques, vont restaurer le parement de la conduite et renforcer la structure de l'ouvrage.

laser. « On peut y intégrer une banquette latérale ou des formes antidérapantes, pour la circulation et la sécurité des égoutiers », ajoute Jérôme Violle, ingénieur d'affaires chez ACO.

Pour les réseaux qui ne sont pas visitables, les techniques de chemisage continu sont à privilégier. Mises en place par traction (pour des tronçons rectilignes) ou par réversion (en cas de courbes), ces gaines souples sont constituées d'une matrice en feutre polyester ou en fibres de verre, imprégnée d'une résine époxy, vinylester ou encore polyester, la plus adaptée aux effluents domestiques. Thermodurcissables à l'eau chaude ou à la vapeur d'eau, photodurcissables aux UV, elles sont polymérisées en place pour produire au final un tuyau d'excellente tenue mécanique et à haute performance hydraulique. « La photopolymérisation UV assure néanmoins un meilleur contrôle du durcissement de la résine », assure Mickaël Leclercq, directeur de l'entreprise de travaux Barriquand. Les techniques de tubage par tractage ou poussage permettent quant à elles la mise en place d'une conduite entièrement neuve. En PEHD, fonte ou PRV, elle sera préalablement assemblée avant d'être introduite dans la canalisation existante

par une fouille d'entrée. Pour un tubage avec espace annulaire, le vide entre la conduite existante et l'assemblage neuf, de diamètre inférieur, est rempli par injection de coulis. En revanche, le tubage par tuyau continu sans espace annulaire (ou close-fit) permet d'insérer dans le tronçon à réhabiliter une conduite en PEHD de même diamètre, préalablement réduit par compression, par tractage ou par pliage. Le tuyau est ensuite mis en pression (à l'eau ou à la vapeur) pour lui rendre sa forme initiale et assurer un contact parfait avec les parois de l'ancienne conduite. Enfin, le tubage par enroulement hélicoïdal met en œuvre une bande profilée enroulée en spirale et clipsée pour former un tuyau continu, avec ou sans espace annulaire après installation. Pour tous les procédés sans tranchée, la légère perte de diamètre utile est généralement compensée par une meilleure rugosité du matériau, plus lisse et plus résistant à l'abrasion et la corrosion. Attention, pour assurer l'indispensable

contact terrain-conduite, ils peuvent avoir besoin d'être complétés par des injections sur l'extrados du tronçon.

Stade ultime du vieillissement, lorsque le tuyau d'accueil est totalement dégradé, assimilable au sol encaissant, seul son remplacement est envisageable, par l'ouverture d'une tranchée classique ou par tubage après éclatement. Avec cette TST, la canalisation existante est détruite *in situ* par un outil éclateur ou découpeur tiré depuis un puits de sortie et tractant derrière lui la nouvelle canalisation. Si cette méthode s'avère intéressante pour des travaux de renforcement (renouvellement visant à augmenter le diamètre d'un collecteur sous-dimensionné), elle peut aussi bouleverser la structure du sous-sol et affecter la surface : « Elle exige des précautions particulières dans un environnement urbain, caractérisé par de nombreux concessionnaires », précise Philippe Lagubeau, directeur adjoint du service travaux spéciaux de l'entreprise Sade. En dernier lieu, si



Le colmatage de fuites au niveau d'une fissure, d'un assemblage ou d'un raccordement fait appel à des techniques simples de fraisage, d'injection ou de chemisage partiel.

aucune solution de réhabilitation n'est possible, les procédés de forage dirigé ou de microtunnelier peuvent être envisagés, mais nécessiteront de revoir profil et tracé.

Une bonne réhabilitation ne se limitant pas aux collecteurs, la rénovation des regards de visite, par béton projeté ou coque PRV, ne doit pas être négligée. De même, un soin tout particulier doit être apporté à la réouverture des branchements. Ils seront repris en tranchée ouverte comme lors des travaux neufs, ou en TST avec la pose d'une selle de raccordement ou l'injection de résines par un robot multifonctions. De la conception à la réalisation des travaux, la maîtrise d'œuvre s'appuie sur plusieurs documents de référence, tels que les guides Rerau (réhabilitation des réseaux d'assainissement urbains), les normes européennes et internationales et les recommandations de l'Astee (3R-1998), dont la version actualisée sortira fin 2014. Le dimensionnement doit prendre en compte la pression verticale du remblai, les charges d'exploitation (charges roulantes routières, charges de chantier, etc.), les pressions hydrauliques extérieures et intérieures et bien sûr le débit de pointe à transiter dans le collecteur. Enfin, on a tendance à l'oublier, il est indispensable de bien anticiper les mesures nécessaires pour assurer la continuité de la collecte, afin d'éviter les désordres sur le service, l'épuration et par voie de conséquence, le milieu récepteur. ■

L'AVIS DE...

Pascal Hamet, vice-président de Canalisateurs de France et directeur régional délégué chez Eiffage

« Les travaux sans tranchée ont fait leurs preuves »

« Les TST sont plus rapides et réduisent les nuisances, donc les coûts sociaux et environnementaux. Depuis plus de trente ans qu'ils sont mis en œuvre, ils ont aujourd'hui démontré leur efficacité. Les entreprises se sont appropriées ces techniques tout en les développant. De surcroît, elles possèdent un

réel savoir-faire. La majorité des procédés bénéficient dorénavant d'avis techniques du CSTB, de normes, de notes de calcul et de guides de dimensionnement. Enfin, les TST vont être intégrés aux règles de l'art, avec la refonte en cours des fascicules 70 et 71 à laquelle Canalisateurs de France participe. »



3 CONTRÔLER ET RÉCEPTIONNER

Garants de la pérennité et de la fonctionnalité des ouvrages, les contrôles à la réception vérifient l'étanchéité, la stabilité et l'hydraulicité du collecteur réhabilité et leur conformité aux cahiers des clauses techniques particulières (CCTP) des travaux.

Pour garantir leur impartialité, les opérations de contrôle ne peuvent pas faire partie des marchés de travaux. En effet, selon l'arrêté du 22 décembre 1994 « fixant les prescriptions techniques relatives aux ouvrages de collecte et de traitement des eaux usées », organismes de contrôle et laboratoires d'analyses doivent être indépendants, choisis et rémunérés par le maître d'ouvrage. Seuls trois types de contrôle sont réglementaires. Pour des travaux en tranchée ouverte, des tests de compactage au pénétromètre dynamique doivent être menés. Systématique, l'inspection visuelle ou télévisuelle implique le nettoyage préalable des réseaux par hydrocurage et sera effectuée après réouverture des branchements. Enfin, les tests d'étanchéité, que l'on préférera à l'air plutôt qu'à l'eau, pour des raisons de coût et de facilité de mise en œuvre.

Sur les très gros diamètres, ces tests de base ne sont pas toujours réalisables. « Nous sommes donc très stricts sur la définition des modes opératoires et des conditions d'exécution des travaux » précise Partick Fauvet, directeur des réseaux du Siaap (Syndicat interdépartemental pour l'assainissement de l'agglomération parisienne). Ce contrôle qualité en continu s'effectue en suivant de près les faits et gestes des entreprises. Avant travaux, le dimensionnement, les notices techniques, protocoles d'essais et procédures d'exécution, les matériaux et matériels utilisés peuvent en effet être vérifiés. En cours de chantier, des échantillons seront prélevés pour vérifier les caractéristiques des matériaux frais et durcis, sur les chemises, les coulis, les coques ou encore les joints. Les phases d'injection ou le raccordement des branchements et des



L'inspection visuelle ou télévisuelle implique le nettoyage préalable des réseaux par hydrocurage et est effectuée après réouverture des branchements.

extrémités sont aussi étroitement surveillés. Enfin, les techniques utilisées en inspection peuvent également être employées en réception pour mesurer les nouvelles caractéristiques structurelles de l'ouvrage et apprécier ainsi l'efficacité des travaux. D'après Gilles Giora, président du syndicat national des contrôleurs de réseaux d'assainissement (Synkra), « à la demande des maîtres d'ouvrage, elles sont de plus en plus fréquentes, surtout dans les réseaux visitables ». ■

Des financements sous conditions

Pour être éligibles aux financements des agences de l'eau, les opérations de réhabilitation doivent remplir un certain nombre de critères, comme l'existence d'un schéma directeur et d'un diagnostic récent, justifiant la nécessité des travaux et démontrant l'amélioration du fonctionnement du système d'assainissement et de la protection des milieux récepteurs. Les maîtres d'ouvrage doivent fournir les rapports de contrôle préalables à la réception, *a minima* une inspection télévisée et des tests d'étanchéité sur la totalité du linéaire réhabilité. L'agence Seine-Normandie

exige également des tests sur les coulis en cas de tubage avec vide annulaire et des épreuves de résistance mécanique pour les chemisages polymérisés en place. « À partir de 2015, ces travaux devront obligatoirement être réalisés sous charte qualité pour bénéficier de nos aides », ajoute René-Claude Fouilloux, chargé d'études spécialisé au service assainissement et milieux urbains de l'AESN. La charte nationale de l'Astee fait référence en la matière: elle encadre toute l'opération, des études préalables à la réception, et rappelle les règles de l'art et la réglementation.

Contacts ● ACO, jviolle@aco.fr ● AESN, fouilloux.rene_claude@aesn.fr ● Barriquand, mickael.leclercq@vinci-construction.fr ● CG 93, [dlesage@cg93](mailto:dlesage@cg93.fr) ● Eau de Paris, olivier.thepot@eaudeparis.fr ● Eiffage Travaux Publics, pascal.hamet@eiffage.com ● Lyonnaise des Eaux, bernard.loubiere@lyonnaise-des-eaux.fr ● OIEau, c.bonvallet@oieau.fr ● Sade Travaux Spéciaux, lagubeau.philippe@sade-cgth.fr ● Safege, amer.afiak@safege.fr ● Siaap, patrick.fauvet@siaap.fr ● Structure et Réhabilitation, j.laudaud@structure-rehabilitation.fr ● Synkra, ggiora@idetec-sas.fr