

PERFORMANCES A LONG TERME DES RÉSEAUX D'ASSAINISSEMENT EN BÉTON : DE L'ENREGISTREMENT DES OBSERVATIONS AUX MÉTHODES D'ÉVALUATION DES RÉSEAUX D'ASSAINISSEMENT

Lionel MONFRONT

CERIB (Centre d'Etudes et de Recherches de l'Industrie du Béton)

1. INTRODUCTION

Dans le cadre du management intégré des réseaux d'assainissement, des outils de gestion patrimoniale des réseaux, de suivi de leur fonctionnement et d'aide à la décision en matière d'entretien, de réhabilitation ou de renouvellement sont développés. Ces outils permettront à terme d'évaluer les performances de réseaux par types et par exemple de juger l'aptitude à l'emploi des produits en fonction des matériaux constitutifs des canalisations.

La détérioration et la corrosion des réseaux d'assainissement, tout comme celles des stations d'épuration, sont une préoccupation directe des maîtres d'ouvrages et des entreprises exploitantes. Depuis maintenant plusieurs années, certains ont initié la collecte et l'enregistrement des observations constatées sur les canalisations [1]. Certaines collectivités ont également recueilli et enregistré des données relatives à l'environnement des ouvrages (telles que le type d'effluent, des données géotechniques, les charges de trafic appliquées, la date de pose des canalisations ...) ou à leur fonctionnement (capacité hydraulique, niveau de service, nombres d'incidents...).

Différentes méthodes et théories d'évaluation des canalisations d'assainissement ont été développées pour permettre la compréhension du comportement de ces ouvrages.

Les multiples approches d'évaluation du vieillissement des canalisations d'assainissement illustrent les priorités patrimoniales et opérationnelles des maîtres d'ouvrage ou des exploitants :

- durée de vie probable des tronçons de canalisations ;
- pourcentage de tronçons défectueux ;
- âge moyen de transition d'un état structurel ou de service à un autre ;
- proportion de canalisations dans un état critique ;
- pourcentage d'intervention d'urgence sur un tronçon.

Les résultats issus de ces différentes approches permettent d'attester de la bonne performance dans le temps des canalisations en béton.

Après avoir précisé les enjeux de la gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement, les points suivants seront particulièrement présentés ci-après :

- observations et codification des défauts dans les canalisations ;
- modèles de dégradation des réseaux d'assainissement ;
- résultats d'études patrimoniales de réseaux d'assainissement ;
- bonnes pratiques en assainissement.

2. LES ENJEUX DE LA GESTION PATRIMONIALE DES RÉSEAUX D'ASSAINISSEMENT

Outre les enjeux sanitaires, environnementaux et de sécurité en termes de prévention des inondations, la gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement répond à des enjeux financiers considérables liés à la constitution du patrimoine d'ouvrages et à leur très longue durée d'utilisation.

2.1. Constitution du patrimoine

En France, la connaissance des réseaux d'assainissement n'est que partielle et se base sur des estimations et non une connaissance exhaustive. Il a néanmoins été évalué qu'en 2001 les réseaux d'eaux usées, unitaires ou séparatifs, représentaient en France environ 250.000 km de canalisations alors que ceux pour l'évacuation des eaux pluviales totalisaient 79 000 km [2,3].

Peu de données ont été établies sur ces réseaux d'eaux usées concernant le diamètre des canalisations ou leurs matériaux constitutifs, contrairement aux réseaux d'adduction et de distribution d'eau qui sont mieux connus.

Une segmentation a pu être réalisée selon le type de réseaux et la taille des communes :

Type de réseau	< 400 hab.	de 400 à 999 hab.	de 1000 à 1999 hab.	de 2000 à 3.499 hab.	de 3500 à 9999 hab.	de 10000 à 19999 hab.	de 20000 à 49999 hab.	50000 hab. et plus	Total
Conduites unitaires	8 600	7 975	7 425	6 075	6 200	3 775	2 900	4 875	47 800
Conduites d'eaux usées en système séparatif	4 175	12 725	14 525	14 725	19 575	8 350	7 175	4 775	86 050
Conduite unitaire au sein d'un système mixte	1 225	6 875	6 225	5 725	15 225	7 625	9 175	9 950	62 000
Conduite d'eaux usées au sein d'un réseau mixte	1 150	7 000	6 100	5 300	12 975	7 000	7 125	7 550	54 175
Total	15 175	34 550	34 275	31 825	53 950	26 750	26 350	27 125	250 000

Tableau 1 : Répartition du linéaire en kilomètres de canalisations d'eaux usées selon le type de réseaux et la taille des communes

2.2. Durée d'utilisation

L'âge des canalisations d'eaux usées varie selon leur implantation. La majeure partie des réseaux d'eaux usées, zones rurales et urbaines confondues, a moins de 55 ans [2].

Une étude a indiqué l'âge moyen des réseaux en 1999 :

Ancienneté des ouvrages	Réseaux et ouvrages associés
10 ans et moins	11 %
[10 ans – 20 ans]	32 %
[20 ans – 30 ans]	28 %
[30 ans – 60 ans]	19 %
Plus de 60 ans	10 %
Total	100 %

Tableau 2 : Age moyen des réseaux d'eaux usées en 1999 [2]

Il convient toutefois de noter que la notion de réseau n'est pas clairement précisée et que l'on ignore si les pourcentages s'appliquent à des conduites ou à des « entités réseaux » desservant une agglomération.

2.3. Valeur du patrimoine

Estimés en valeur de remplacement, ceci représente un capital de l'ordre de 65 à 76 milliards d'euros [2]. Cette estimation ne se base pas sur une connaissance précise de canalisations identifiées et recensées mais sur les hypothèses suivantes :

- l'évolution dans le temps du nombre d'habitants desservis par une conduite d'eaux usées ;
- un ratio de 5,3 mètres de canalisations/habitant ;
- un coût variant de 258 à 305 euros/mètre de canalisation remplacée ;
- une durée de vie de 60 ans.

Les scénarios de renouvellement des conduites estimés sont :

Période de construction	Période de renouvellement	Linéaire de canalisation en km	Coût en milliards d'euros - Scénario pessimiste	Coût en milliards d'euros - Scénario optimiste
Jusqu'en 1961	avant 2021	118600	36,17	30,6
De 1962 à 1967	De 2022 à 2027	39900	12,17	10,29
De 1968 à 1974	De 2028 à 2034	37800	11,53	9,75
De 1975 à 1981	De 2035 à 2041	21800	6,65	5,62
De 1982 à 1989	De 2042 à 2049	20800	6,34	5,37
De 1990 à 1998	De 2050 à 2058	11100	3,39	2,86

Tableau 3 : Coûts estimés de renouvellement des canalisations d'eaux usées en 1999 [2]

Ceci conduirait à des dépenses de renouvellement moyennes annuelles sur la période 1998-2058 variant de 1,08 à 1,27 milliards d'euros selon le scénario. Si l'on adoptait une durée de vie de 80 ans, les investissements nécessaires seraient ramenés à 0,8 à 0,95 milliards d'euros.

Il est à noter qu'à ce jour le renouvellement des canalisations est resté marginal [1].

Les hypothèses de durée de vie de 60 ou 80 ans sont de simples hypothèses destinées à bâtir des scénarios. Elles ne se basent pas sur une évaluation technique des canalisations et ne différencient pas la durée de vie selon les diamètres, les périodes de construction ou les matériaux constitutifs.

2.4. Amortissement financier et durée de vie des canalisations

Les règles de valorisation et d'amortissement financier des réseaux d'assainissement diffèrent d'un pays à un autre. A titre d'exemple, en France, sur la base d'une durée de vie proposée 50 à 60 ans, il est possible pour les services gérés par les collectivités de choisir un amortissement linéaire avec annuités constantes, progressif avec annuités croissantes ou dégressif avec annuités décroissantes [4]. En Australie, des durées de vie indicatives différentes ont été proposées selon le type de matériaux de la canalisation [5]. Des durées de vie en fonctionnement supérieures peuvent être admises pour des réseaux d'eaux pluviales atteignant 70 à 100 ans pour celles-ci [6].

Il est à noter que si les durées et modes d'amortissement ont pu être établis en tenant compte de la durée de vie utile (« useful life ») des canalisations définies comme la période au cours de laquelle elle rend la totalité du service que l'on attend d'elle. Des écarts notables ont pu être identifiés [5] entre approche comptable et approche technique :

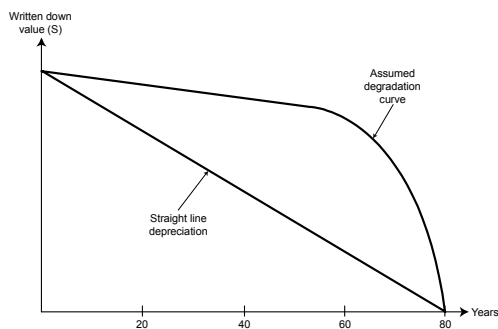


Figure 1 : Comparaison entre la courbe de dépréciation linéaire et la courbe de dégradation supposée de canalisations d'assainissement en béton armé se basant sur une approche combinée d'observation et d'avis d'experts[7].

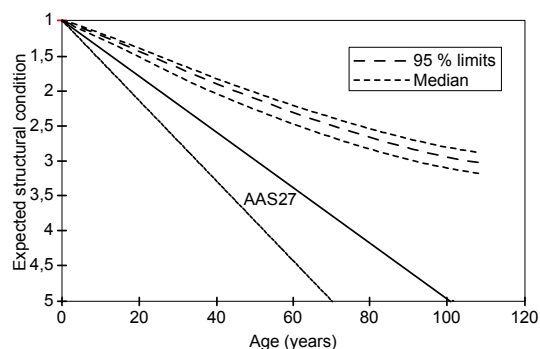


Figure 2 : Comparaison entre la courbe de dépréciation linéaire et la courbe de dégradation issues de la modélisation d'un réseau d'eaux pluviales [6]

Il n'y a pas nécessairement lieu d'adopter des critères financiers sur la seule base des retours d'expérience technique. Toutefois, les données issues de démarches de gestion patrimoniale permettent d'identifier les écarts entre ces deux approches afin d'en estimer la pertinence.

Dans les deux cas, l'amortissement linéaire sur 60 ou 80 ans semble pessimiste techniquement et sécuritaire d'un point de vue financier.

3. OBSERVATIONS ET CODIFICATION DES DÉFAUTS DANS LES CANALISATIONS

La plupart des opérations de suivi des canalisations d'assainissement sont basées sur les résultats des inspections télévisuelles et la codification définie par la norme EN 13508-2 [1]. Ce recueil de données donne une image du réseau, ou la plupart du temps seulement d'une partie de celui-ci étant donné le manque d'informations disponibles.

Cette norme de codification des défauts, établie en 2003 mais reprenant pour partie la codification française de l'AGHTM en 1999 [8], se base essentiellement sur les canalisations de type ovoïde maçonné ou sur les canalisations circulaires en béton, traditionnellement utilisées depuis plus d'un siècle en assainissement. Ceci peut conduire à codifier de manière erronée ou inadéquate des défauts observés sur les matériaux plus récents dont les pathologies n'étaient pas encore suffisamment cernées il y a encore quelques années, à l'exception notable de l'ovalisation, comme par exemple celles présentées figure 3 :

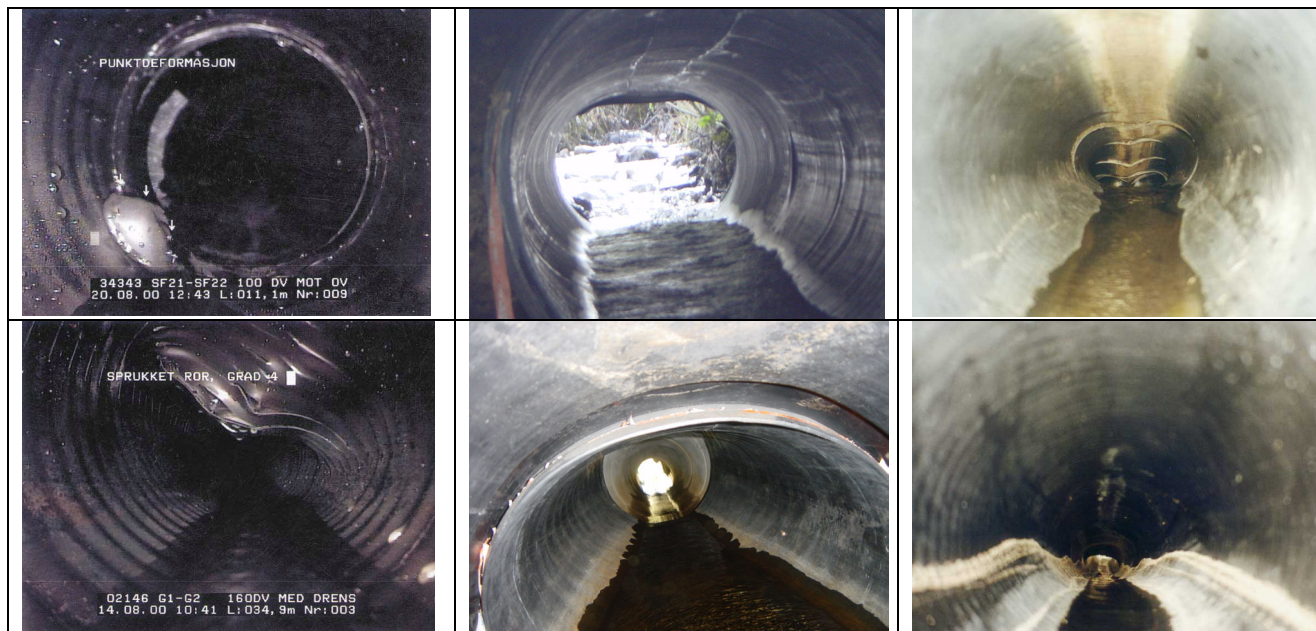


Figure 3 : Observations sur canalisations plastiques

La révision décidée de la norme EN 13508-2 pourrait être l'occasion de la préciser pour la rendre plus efficace d'autant qu'elle constitue un référentiel de réception pour les canalisations neuves d'assainissement intégré au référentiel d'accréditation COFRAC des entreprises de contrôle des canalisations d'assainissement qui pourrait être étendu à l'inspection télévisée des canalisations en fonctionnement.

Ces évolutions pourraient permettre de mieux approcher la performance effective des canalisations et l'influence de leur matériau constitutif. Il est toutefois important de noter que la norme EN 13508-2 ne doit pas être considérée comme une méthode d'évaluation de l'état des canalisations qui nécessiterait des jugements subjectifs et l'utilisation de données supplémentaires [1].

4. MODÈLES DE DÉGRADATION DES RÉSEAUX D'ASSAINISSEMENT

L'important linéaire des réseaux d'assainissement ne permet pas leur connaissance exhaustive qui nécessiterait des moyens très importants d'inspection. L'évaluation de la dégradation des réseaux d'assainissement se base donc sur une approche statistique. Ceci conduit à des modèles basés sur une approche probabiliste qui ne permet pas de prévoir le comportement individuel de tronçons particuliers mais d'apprécier une probabilité de défaillance sur le réseau.

L'établissement de ces modèles de dégradation consiste à définir un certain nombre d'états de référence et à caractériser chaque tronçon de canalisation par l'un d'entre eux.

Le nombre d'états retenus dépend de :

- l'approche globale de la performance intégrant performance structurelle et de service [5,6] ou au contraire les dissociant [9] ;
- la taille de l'échantillon retenu pour évaluer le patrimoine ;
- la nature des canalisations : eaux usées, unitaires ou pluviales.

Les résultats se traduisent, selon les modèles, en durée de vie des canalisations ou en probabilités de passage d'un état de référence à un autre.

Les modèles de transition d'état se basent sur les notions de matrice de transition d'état ou de fonction de survie.

4.1. Matrice de transition d'état

Une matrice de transition d'état définit la probabilité de passage p_{ij} qu'un tronçon passe d'un état de référence i à un état de référence j pour un pas de temps ΔT (par exemple l'année).

Cette approche suppose que les lois de vieillissement dans le temps sont stables.

Pour un système de classification selon cinq états (classés 1 à 5 de l'état neuf à la ruine par exemple) :

$$[P_{ij}] = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} & p_{14} & p_{15} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} & p_{24} & p_{25} \\ p_{31} & p_{32} & p_{33} & p_{34} & p_{35} \\ p_{41} & p_{42} & p_{43} & p_{44} & p_{45} \\ p_{51} & p_{52} & p_{53} & p_{54} & p_{55} \end{pmatrix}$$

En l'absence d'entretien, de maintenance et de réhabilitation, la probabilité de passer à un état moins dégradé est nulle. D'autre part, l'état 5 étant l'état le plus dégradé, un tronçon ayant atteint cet état restera dans cet état.

La matrice de transition d'état a donc la forme :

$$[P_{ij}] = \begin{pmatrix} 1-(p_{12} + p_{13} + p_{14} + p_{15}) & p_{12} & p_{13} & p_{14} & p_{15} \\ 0 & 1-(p_{23} + p_{24} + p_{25}) & p_{23} & p_{24} & p_{25} \\ 0 & 0 & 1-(p_{34} + p_{35}) & p_{34} & p_{35} \\ 0 & 0 & 0 & 1-p_{45} & p_{45} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

L'établissement d'une matrice de transition d'état nécessite de suivre dans le temps une population suffisante de tronçons pour quantifier les probabilités de passage p_{ij} .

4.2. Modèles de survie

Les modèles de survie consistent à tracer les fonctions de survie des tronçons de canalisation en déterminant statistiquement le pourcentage de tronçons d'une classe d'âge dans un état de référence donné.

Il peut ainsi être établi des fonctions de survie pour cinq états de référence successifs donnés.

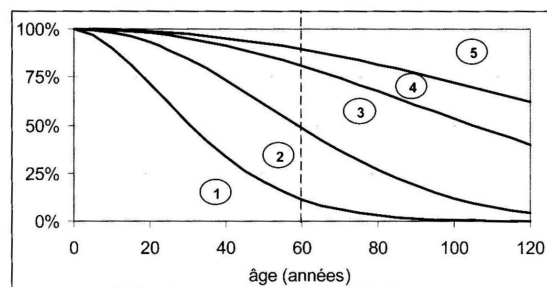


Figure 4 : Exemple de fonctions de survie

Sur cet exemple (figure 4), les courbes représentent en fonction de l'âge :

- le pourcentage de tronçons dans l'état 1 ;
- le pourcentage de tronçons dans les états 1 ou 2 ;
- le pourcentage de tronçons dans les états 1, 2 ou 3 ;
- le pourcentage de tronçons dans les états 1, 2, 3 ou 4.

On peut ainsi pour un âge donné estimer le nombre de tronçons dans un état de référence donné. Par exemple figure 4, à 60 ans 50% des tronçons sont dans un état 1 ou 2.

5. RÉSULTATS D'ÉTUDES PATRIMONIALES DE RÉSEAUX D'ASSAINISSEMENT

Les études patrimoniales relatives aux réseaux d'assainissement ont conduit à des résultats nombreux permettant d'apprécier l'influence de plusieurs paramètres sur l'état ou la durée de vie des canalisations.

Ces facteurs influents peuvent être relatifs aux conditions extérieures s'exerçant sur les canalisations : hauteur de couverture sur la canalisation, charges de trafic, les effluents transportés, sol environnant, localisation et conditions d'exposition, la pente ...

Ils peuvent également être directement liés aux caractéristiques intrinsèques des ouvrages : diamètres des canalisations, matériaux constitutifs des canalisations, âge ou période de pose, section de l'ouvrage ...

Les critères d'évaluation diffèrent selon les études, tous les résultats ne sont pas comparables. Les résultats présentés ci-après permettent néanmoins d'approcher les différents phénomènes de dégradation et de vieillissement.

5.1. Effluents transportés

Patrimoine étudié : 37.8 km représentatif du linéaire total d'un réseau d'assainissement

Critère : Classes d'état du tronçon (de 1: état neuf à 5: état de ruine)

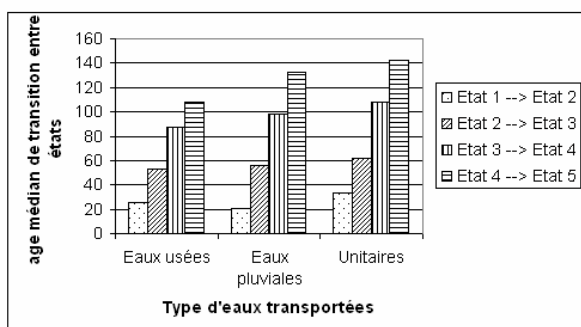


Figure 5 : Estimation de l'âge médian de la transition entre deux états de dégradation de l'ouvrage selon le type d'eaux transportées [11, 12]

Patrimoine étudié : 2510 km de canalisations d'assainissement de diamètre compris entre 150 mm et 600 mm

Critère : Nombre d'interventions d'urgence sur le réseau a été comptabilisé.

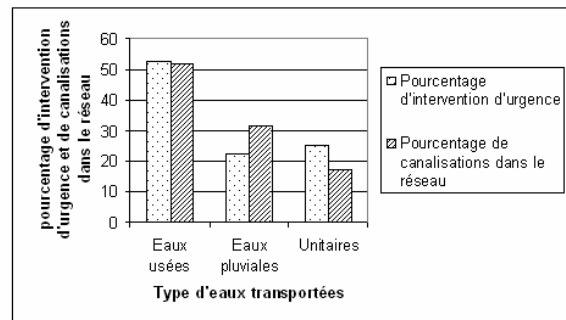


Figure 6 : Pourcentage d'interventions d'urgence par type d'eau transportée des canalisations [14]

5.2. Pente des canalisations

Patrimoine étudié : 23 km en béton représentatif du linéaire total de tuyaux en béton d'un réseau d'assainissement

Critère : Classes d'état du tronçon (de 1: état neuf à 5: état de ruine)

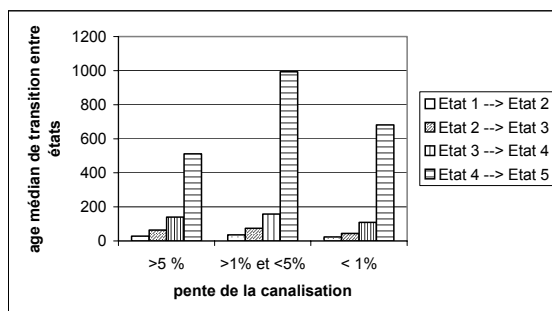


Figure 7 : Estimation de l'âge médian de la transition entre deux états de dégradation de l'ouvrage en fonction de la pente [11, 15]

5.3. Matériaux constitutifs des canalisations

Différentes études ont permis de dégager des résultats relatifs à la performances des canalisations selon leur matériau constitutif. Elles permettent d'attester de la bonne performance des canalisations en béton.

Patrimoine étudié : 17 km d'un réseau pluvial de 380 km

Critère : Proportion de tronçons de canalisations dans l'état le plus critique correspondant à une détérioration affectant la structure de l'investissement, nécessitant une reconstruction majeure ou une remise à neuf

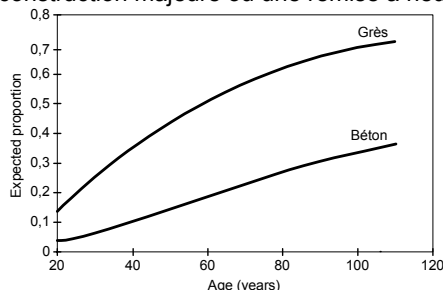


Figure 8 : Proportion de tronçons de canalisations pluviales dans l'état le plus critique [7]

Patrimoine étudié : 37.8 km représentatif du linéaire total d'un réseau d'assainissement

Critère : Classes d'état du tronçon (de 1: état neuf à 5: état de ruine)

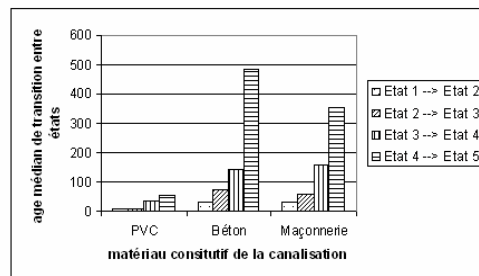


Figure 9 : Estimation de l'âge médian de la transition entre deux états de dégradation de l'ouvrage selon le matériau de canalisation [11]

Patrimoine étudié : 375 km de canalisations d'assainissement de diamètres compris entre 150 mm et 1050 mm

Critère : Pourcentage de déficience (Sont considérées comme déficientes, toutes canalisations présentant au moins des défauts de faibles niveaux tels que : déformation, casse, fissure ou une corrosion modérée)

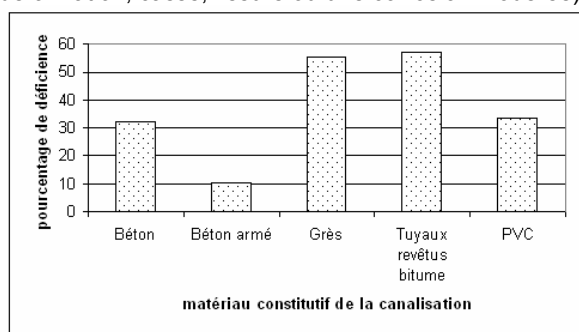


Figure 10 : Pourcentage de déficience pour un matériau donné et pourcentage relatif de déficience selon le matériau [13, 14]

Patrimoine étudié : 2510 km de canalisations d'assainissement de diamètre compris entre 150 mm et 600 mm

Critère : Nombre d'interventions d'urgence sur le réseau

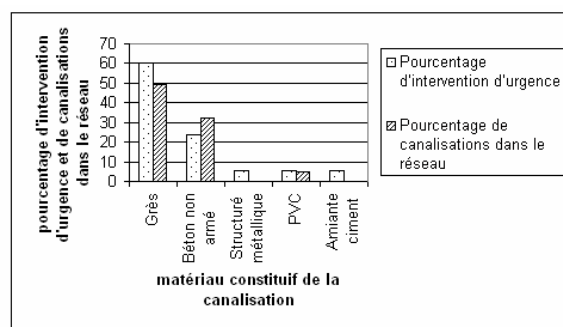


Figure 11 : Pourcentage d'interventions d'urgence par le matériau de canalisation [14]

6. BONNES PRATIQUES EN ASSAINISSEMENT

Les approches mono-paramétriques permettent de dégager des conclusions utiles sur le comportement des canalisations dans le temps. Toutefois, ces paramètres ne sont pas tous indépendants. Une analyse plus détaillée du vieillissement des canalisations nécessite de tenir compte de l'interdépendance de certains paramètres comme par exemple : gamme de diamètre et matériaux constitutifs des canalisations ; hauteur de couverture et charges roulantes sur les ouvrages ; période de pose et matériaux constitutifs des canalisations ; eaux transportées et matériaux constitutifs des canalisations ; hauteur de couverture et gamme de diamètre ...

Une approche multiparamétrique peut permettre par exemple de répondre aux questions suivantes :

- Le moins bon comportement dans le temps des canalisations de plus petits diamètres est-il dû au diamètre uniquement ou également au fait que les tuyaux dans cette gamme de diamètre sont essentiellement en plastique ?
- La sensibilité aux charges roulantes des canalisations est-elle due uniquement au trafic circulant à l'aplomb des canalisations ou également à la sensibilité accrue des conduites sous faibles hauteurs de couverture ?

Il est également utile de rechercher les corrélations statistiques entre les paramètres influant le comportement de la canalisation afin de répondre au type de questions suivantes :

- La pente des canalisations a-t-elle une influence sur la durabilité de tous les matériaux constitutifs des canalisations ?
- L'âge des canalisations a-t-il la même influence sur tous les matériaux constitutifs des canalisations ?

La prise en compte des interdépendances et des corrélations entre paramètres peut conduire à définir :

- des classifications plus précises des canalisations d'un réseau donné ;
- l'influence respective de chaque paramètre isolément.

L'intégration de ces approches de suivi patrimonial des réseaux dans une démarche de management intégré des réseaux (préconisé par la nouvelle norme européenne EN 752 [16]) est de permettre d'esquisser des stratégies de conception, de maintenance ou d'entretien des réseaux se basant sur des retours constatés dans des conditions opérationnelles de fonctionnement propres aux réseaux d'assainissement et intégrant non seulement les paramètres pertinents et leur interdépendance mais aussi les différentes priorités stratégiques de l'exploitation qui comprennent non seulement l'intégrité physique des ouvrages mais aussi des impératifs de fonctionnement opérationnels (traitement des eaux par exemple) ou la sécurité d'exploitation.

Ainsi, la moindre performance à long terme des canalisations de faibles pentes peut constituer une présomption de dysfonctionnement accru qui peut s'expliquer par les phénomènes de sédimentation et de dépôts dans les canalisations dus à un autocurage insuffisant. Toutefois, il y a lieu de considérer également que cela peut résulter également de la prise en compte de coefficients d'écoulement hydraulique inadéquats. De nombreuses valeurs utilisées se basent sur l'interprétation d'essais d'écoulement effectués en laboratoire dans des conditions non représentatives des ouvrages conduisant à l'emploi pour certains matériaux de coefficients de Manning Strickler pouvant atteindre des valeurs de 120 alors que les valeurs courantes rencontrées en réseaux sont de l'ordre de 60 à 90, quel que soit le matériau constitutif de la canalisation.

De même, l'approche pathologique des conséquences de la transformation du sulfure d'hydrogène en acide sulfurique dans les systèmes d'assainissement peut conduire à concentrer l'analyse sur la seule caractérisation de la résistance à la corrosion des matériaux et composants et à négliger ou minimiser l'importance de la prise en compte de conditions représentatives des réseaux d'assainissement (conditions de production du sulfure d'hydrogène en réseau et conditions de transformation du sulfure d'hydrogène en acide sulfurique notamment) ou la nécessité d'assurer la sécurité d'exploitation ou la prévention des odeurs par le respect de règles de conception et de bonnes pratiques (pour l'essentiel intégrée à l'IT 77284 [17]) qui ne sauraient être négligées : le respect de pentes minimales supérieures à 3 mm/m, l'écoulement régulier des eaux usées sans blocage en assurant les conditions d'autocurage, la prévention des zones de turbulences limitées afin de ne pas favoriser l'échappement des sulfures des eaux usées vers l'atmosphère gazeuse de l'ouvrage (l'écoulement doit donc s'effectuer de préférence à travers les regards dans des cunettes et les branchements doivent se faire au niveau de l'écoulement principal sans différence de niveau), la prévention de sous-dimensionnements hydrauliques des canalisations notamment pour les temps de séjour important.

7. CONCLUSION

Dans le cadre de la gestion patrimoniale des réseaux, le suivi de l'état des canalisations et l'application de modèles de dégradation peut permettre de rapprocher les performances attendues par les exploitants d'un réseau en béton de ces performances constatées ou prévisibles. L'apport essentiel de ces approches de suivi patrimonial des réseaux est de permettre d'esquisser des stratégies de maintenance ou d'entretien des réseaux se basant sur des retours constatés dans des conditions opérationnelles de fonctionnement propres aux réseaux d'assainissement.

Les canalisations en béton présentent de bonnes performances tant en ce qui concerne leur durée de vie, leurs âges médians de transition entre états de dégradation, leur pourcentage de déficience ou le pourcentage d'intervention d'urgence sur réseau.

La capitalisation et l'analyse de résultats de terrain devraient permettre de rapprocher les prévisions des modèles de dégradations existants de l'état constaté des réseaux et d'affiner la pertinence des hypothèses formulées sur l'évolution de la performance des canalisations.

8. BIBLIOGRAPHIE

[1] EN 13508-2 - Condition des réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments - Partie 2 : système de codage de l'inspection visuelle - 2003

[2] Inventaire et scénario de renouvellement du patrimoine d'infrastructures des services publics d'eau et d'assainissement – Synthèse - J-M. Berland, C. Juery – Office International de l'eau, Ministère de l'écologie et du développement durable - 2003

- [3] L'assainissement en France en 1998 et 2001 - Les dossiers IFEN N°3 – IFEN – 2006
- [4] Réhabilitation des réseaux d'assainissement en zone rurale - Document technique FNDAE N°32 – 2004
- [5] Local Government Asset Accounting Manual - Department of Local Government – version 4 – 1999
- [6] Deterioration, Depreciation and Serviceability of Stormwater Pipes – P.J. Combes - Stormwater Industry Association 2002 Conference on Urban Stormwater management – 2002
- [7] Progress toward an asset management plan of drainage system for a local government in Western Australia – B. Greay – APWA International Public Works Congress – 2001
- [8] Les ouvrages d'assainissement non visitables – Fiches pathogénomologiques – TSM n°10 – 1999 - AGHTM
- [9] Condition assessment and rehabilitation of large Sewer – S.E McDonald, J.Q Zhao - NRC/CNRC - 2001
- [10] CareS - Multi Criteria Decision Support - R. Baur, R. Herz, I. Kropp - Care S D19 Paper - 2005
- [11] Selektive Inspektionsplanung und Prognostische Sanierungsstrategien für Abwassernetze – R. Baur – Wiener Mitteilungen (2001) Band 168 – 2001
- [12] Sanierungsbedarf und Sanierungsstrategien für Abwassernetze – R. Herz, R. Krug – TU Dresden – 2001
- [13] Statistical Models for Assessing Sewer Infrastructure Inspection Requirements – Y. Yang – University of Alberta - 1999
- [14] Optimization of Sewer Infrastructure Rehabilitation Planning – C.W MacLeod – University of Alberta – 2000
- [15] Hochrechnung des Zustands von Kanalhaltungen aus Inspektionsbefunden, dargestellt für ein Teilnetz der Stadtentwässerung Dresden – S. Hörold - TU Dresden
- [16] EN 752 : 2007 - Réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments
- [17] Instruction technique relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations – INT 77-284 – 1977