

## Avant-Propos

**P**our la troisième fois consécutive cette année, la revue TSM consacre ses pages à la gestion patrimoniale. Pourquoi une telle mobilisation sur ce sujet, disons-le tout net, très à la mode depuis la fin des années 90 ?

En faire le reproche serait un bien mauvais procès ; d'abord parce que la réglementation de toute part, rappelle, insiste, précise cette mission absolument indispensable de tout gestionnaire de réseau quel qu'il soit. Et puis, un exploitant responsable a-t-il besoin que la loi lui rappelle son métier ? Nos anciens le savaient bien. Un patrimoine, a fortiori un patrimoine souvent invisible, parfois visitable, s'entretient, se répare. Pourtant, le boum de l'après-guerre, la poussée immobilière ont conduit à construire sans toujours se soucier, en tout cas à se préparer, à la gestion et à la maintenance de ces ouvrages, édifié parfois de manière « expéditive ».

Alors oui, l'Association scientifique et technique pour l'eau et l'environnement (Astee), fidèle à son rôle, est bien inspirée en se mobilisant sur ces sujets essentiels évidemment pour demain mais dont les enjeux s'imposent dès aujourd'hui. Y a-t-il besoin de parler des chemins de fer britanniques ou des ponts outre atlantique ? Notre association n'a, d'ailleurs, pas attendu que ce soit la mode. De nombreux réflexions ont été engagées il y a de nombreuses années et ont débouchées sur la rédaction de nombreux guides qui viennent enrichir sa bibliothèque déjà fort étoffée. Je ne les citerai pas ; ils ont fait, dans ces mêmes colonnes, l'objet de nombreux articles et commentaires.

Définitivement, l'attention et le soin que nous devons porter à notre patrimoine, quel qu'il soit, ne peuvent être une option. Les montants, savamment calculés par les services publics en charge de ces derniers, qu'il faudrait mobiliser pour reconstruire ces patrimoines, devraient définitivement nous persuader de s'en occuper et de les surveiller comme « le lait sur le feu ». Et si on ne voulait aborder que la seule question des réseaux enterrés, il suffirait, pour se convaincre de notre responsabilité, de se demander si nous serions techniquement capables de reconstruire ces collecteurs alors que les sous-sols sont déjà très encombrés, que la surface est devenue à peu près intouchable et que les nécessaires maillages n'existent pas toujours.

Nous n'aurons alors pas d'autres solutions que « compter » sur ces ouvrages, parfois très vieux (fin du XIX<sup>e</sup> siècle pour certains) pour assurer un service performant en les surveillant et en les réparant pour leur donner une nouvelle jeunesse. L'article, présentant un cas concret d'une méthode de gestion patrimoniale dans un Département francilien (la Seine-Saint-Denis), n'hésite pas à affirmer qu'une bonne réhabilitation d'ouvrage lui redonne une espérance de vie qui peut dépasser le siècle. Voilà une prophétie encourageante et qui aidera les plus sceptiques à s'investir.

Et comme si la vulnérabilité de nos réseaux souterrains ne suffisait pas, deux des articles, qui sont à la lecture de ce présent numéro, pointent non sans inquiétude l'état des châteaux d'eau (on s'y attendait) mais aussi des digues historiques le long de nos rivières et les barrages de correction torrentielle. Pour ces dernières infrastructures, la question du risque et de la performance est majeure. On s'inquiétera notamment de l'oubli dans

lequel ces ouvrages, parfois peu utilisés, peuvent tomber, au point que la raison de leur existence est ignorée, voire contestée. Sans oublier l'interaction éventuelle avec les réseaux urbains.

Qu'il s'agisse de digues, de barrages, de châteaux d'eau ou de réseaux d'eau ou d'assainissement, les auteurs de ces articles de qualité insistent sur ce qui paraît une évidence. Il n'y a pas de gestion patrimoniale sans une connaissance la plus fine possible des infrastructures et l'engagement dans une démarche vertueuse de surveillance. Et peu importe le rythme finalement. L'important est de la mettre en œuvre avec méthode et professionnalisme et de ne plus jamais l'interrompre.

**Patrice Dupont**

Département de Seine-Saint-Denis

Directeur de l'eau et de l'assainissement

Président de la FSTT (France sans tranchée technologie)

Co-animateur du groupe de travail « Gestion patrimoniale assainissement » de l'Astee



# 3D EAU

LA MODÉLISATION 3D AU SERVICE DE L'ENVIRONNEMENT

3D EAU réunit des experts en hydraulique et mécanique des fluides pour répondre à vos besoins en :

• Conception et diagnostic

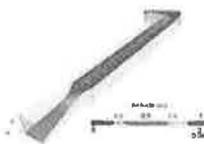


• Élaboration point de mesure



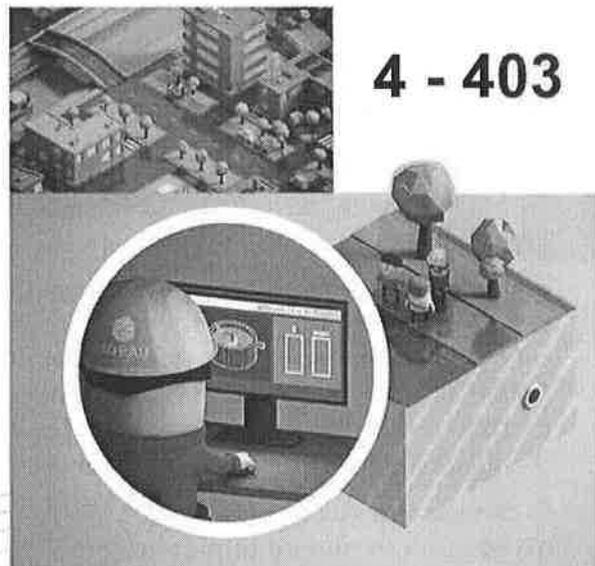
Mise en conformité autosurveillance (arrêté 21/07/15)

• Design industriel



## Retrouvez-nous au stand

### 4 - 403



21 rue Jacobi Netter - 67200 Strasbourg  
3 rue des Camélias - 75014 Paris

[www.3deau.fr](http://www.3deau.fr)  
[contact@3deau.fr](mailto:contact@3deau.fr)

# La gestion patrimoniale du réseau d'assainissement du conseil départemental de la Seine-Saint-Denis

## Asset management of the sewage network administered by Seine-Saint-Denis regional authority (France)

■ S. CLAYETTE<sup>1</sup>, V. LALLEMAND<sup>1\*</sup>, M. BAZOT<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Direction de l'eau et de l'assainissement (DEA) du département de la Seine-Saint-Denis – Service études et travaux, gestion patrimoniale (SET/BGP) – Bobigny

### Mots-clés :

Gestion patrimoniale  
Auscultation  
Diagnostic  
État du patrimoine  
Réhabilitation  
Réseau  
Assainissement

### RÉSUMÉ

La gestion patrimoniale du réseau d'assainissement géré par le conseil départemental de la Seine-Saint-Denis (CD93) suit une méthodologie appelée démarche de l'auscultation à la réhabilitation (DAR). Cette démarche consiste en un bouclage des travaux grâce aux éléments suivants : étude avant travaux avec un diagnostic donnant un état patrimonial des ouvrages, suivi qualité pendant travaux et, enfin, efficacité des réhabilitations après travaux, donnant un nouvel état patrimonial. Ce bouclage permet, avec le retour d'expérience, de valider les méthodes et les résultats des auscultations ainsi que les préconisations de travaux. Il s'appuie également sur une rigoureuse méthodologie de traitement et de valorisation des résultats, notamment grâce à l'archivage et à la gestion de la donnée dans le système d'information géographique (SIG). Cela permet d'avoir une connaissance de l'état du patrimoine. La hiérarchisation de l'état des ouvrages permet d'orienter et de prioriser de manière objective les travaux de réhabilitation et de maintenance.

### Keywords:

Asset management  
Auscultation  
Diagnosis  
Rehabilitation works  
Sewerage  
Sanitation  
Sewage network

### ABSTRACT

The management strategy for the sewage network administered by the Seine-Saint-Denis French regional authority is locally referred to as the "Initial Examination for Rehabilitation works" strategy. It consists in completing public works according to the following steps: pre-work survey including a diagnosis (which informs about the asset condition of the sewage network), quality monitoring during the works, and testing the efficiency of completed works (which leads to a new asset condition). Thanks to the feedback gathered through these steps, this methodology allows to validate methods and results of the initial examinations and work recommendations. The "Initial Examination for Rehabilitation works" strategy is also based on a rigorous methodology for processing and maximizing the use of its results. In particular, the storage and management of collected data within a Geographic Information System allows a better understanding of the condition of the asset of the network. An ensuing prioritisation based on the condition of infrastructures allows to guide and to make objectives recommendations for the sequencing of rehabilitation and maintenance works.

## Introduction

Le conseil départemental de la Seine-Saint-Denis (CD93) (40 communes) est pourvu de 750 km de réseau d'assainissement, dont 450 km de réseau visitable et 300 km de réseau non visitable. Le département possède la compétence de transport des effluents d'assainissement. Il gère également 40 000 branchements, bien que la compétence « collecte » incombe aux différents territoires. Ce patrimoine d'assainissement est réparti sur deux bassins versants principaux (la Marne au sud et la Seine au nord-ouest). Les ouvrages les plus vieux, datant de près de 180 ans, sont pour la plupart des ouvrages naturels (rivières et/ou rus) canalisés. Ensuite, le réseau s'est développé avec l'urbanisation, d'abord en petite couronne avec la construction de col-

lecteurs unitaires, puis en grande couronne avec des collecteurs en séparatifs.

La réflexion sur la gestion patrimoniale commencée par la direction de l'eau et de l'assainissement (DEA) à la fin des années 1980, et qui a évolué au fil des années, est issue d'une méthodologie appelée « la démarche globale de l'auscultation à la réhabilitation des ouvrages d'assainissement » (DAR).

Cette démarche est articulée autour d'étapes fixes (volets et phases) permettant de reconnaître et réparer le patrimoine que représente le réseau d'assainissement du CD93.

La méthodologie découle d'une réflexion et d'une expérience de 30 années de bouclage des travaux à savoir :

- étude avant travaux avec un diagnostic, aboutissant à la connaissance de l'état patrimonial des ouvrages ;
- suivi de la qualité pendant les travaux ;

\* Auteur correspondant – Courriel : vlallemant@seinesaintdenis.fr

– efficacité des réhabilitations après travaux, aboutissant à un nouvel état patrimonial.

Cette démarche a vocation à évoluer dans le temps, notamment avec les technologies et techniques mises en œuvre au moment des phases études (outils d'auscultation...) et des phases travaux (procédés de réhabilitation, matériaux...).

La méthodologie DAR constitue une aide aux gestionnaires des réseaux d'assainissement pour la prise de décision, notamment en ce qui concerne l'orientation et la priorisation des investissements pour réaliser les travaux de réhabilitation et de maintenance.

Le présent article vise à présenter les grandes lignes de l'approche du conseil départemental de la Seine-Saint-Denis pour la gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement. La première partie présente la démarche dans son ensemble. Les parties suivantes se focalisent sur le volet « études et travaux » en détaillant les étapes importantes comme la collecte des informations, les critères de choix des ouvrages à inspecter, les outils d'auscultation et la structure d'un rapport d'auscultation. Ces éléments, qui présentent spécifiquement l'expérience du CD93, viennent en complément du guide de gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement de l'Association scientifique et technique pour l'eau et l'environnement (Astee) [ASTEE, 2015].

## 1. La démarche de l'auscultation à la réhabilitation (DAR)

La démarche globale de l'auscultation à la réhabilitation (DAR) est pratiquée par la DEA pour la gestion patrimoniale de ses ouvrages d'assainissement.

Cette démarche est articulée autour d'étapes fixes (volets et phases) permettant de reconnaître et réparer le patrimoine que représente le réseau d'assainissement du CD93.

Les volets sont au nombre de trois :

- les études avant travaux ;
- la réalisation des travaux ainsi que le suivi qualité des travaux ;
- le traitement et valorisation des résultats.

Les phases se découpent chronologiquement : avant, pendant et après travaux.

### 1.1. Les trois volets de la méthodologie DAR

#### 1.1.1. Volet I : études avant travaux

Ce volet comprend plusieurs étapes indépendantes mais complémentaires et peut nécessiter un à deux ans selon l'urgence des événements. Le *tableau I* détaille les six étapes clés du volet de la démarche DAR. La



Figure 1. Visite d'égoutier



Figure 2. Mesure de la signature mécanique d'un réseau d'assainissement

figure 1 illustre l'étape primordiale, correspondant aux « constats visuels ».

Les étapes d'auscultation, diagnostic et pré-conisations de travaux (ADP, étapes 4, 5 et 6) permettent d'établir l'état patrimonial de l'ouvrage.

La réalisation de ce volet I « études avant travaux » va jusqu'à l'élaboration du dossier de marché public.

#### 1.1.2. Volet II : travaux (pendant, en fin et après travaux)

La sécurité d'un ouvrage et sa pérennité résident dans les performances des matériaux qui le constituent, notamment lors des travaux de réhabilitation. Ces travaux sont garantis par le nombre d'étapes de vérification, présentées dans le *tableau II*, avec des contrôles opportuns précis et systématiques, gages d'un suivi de qualité.

Lors des trois étapes de suivi qualité pendant travaux, suivi qualité en fin de travaux et de contrôle qualité de l'état de l'ouvrage après travaux, l'ensemble des travaux sont évalués en matière d'exigences prévues au marché, des résultats obtenus sur le chantier et sur l'appréciation générale du nouvel état de l'ouvrage. La terminologie à employer est définie dans le *tableau III*.

Les différentes étapes du volet II « travaux (pendant, en fin et après travaux) » sont essentielles, car l'objectif de la démarche DAR n'est pas uniquement de bien rénover une structure, mais aussi de tendre à rajeunir l'état de l'ouvrage : le but est de se rapprocher d'un ouvrage sain dans un terrain compact.

Ainsi, les travaux réalisés conformément aux études sont le véritable contrôle de la démarche globale. La mesure des effets des travaux à partir d'un outil permet de déterminer le nouvel état de l'ouvrage rénové. Cela permet aussi de valider la bonne réalisation des travaux et le diagnostic initial. ►

Étape	Descriptif
Étape 1 : Constats visuels	Les constats visuels sont réalisés grâce aux relevés de visites réalisés par les égoutiers (figure 1). Dans cette étape, il s'agit également de déterminer les ouvrages impactés par un projet de tiers interne ou externe au département.
Étape 2 : Présélection des ouvrages	Le choix des ouvrages à ausculter se fait également selon une liste de critères de risques (cf. partie 2.2. Critères de présélection avant une étude).
Étape 3 : Prédiagnostic	Il s'agit d'une inspection détaillée réalisée par un spécialiste en pathologie des ouvrages. Le prédiagnostic permet de : - prédéterminer le mécanisme des désordres ; - choisir l'outil d'auscultation quand elle s'avère nécessaire ; - identifier les zones suspectes.
Étape 4 : Auscultation	Lorsque le patrimoine a déjà été ausculté, il peut être nécessaire de faire une actualisation qui permet d'avoir une réévaluation de l'état patrimonial. L'auscultation et l'actualisation consistent en un contrôle, par des techniques non destructives, de l'état physique (par passage radar, par exemple) et du comportement mécanique (signature mécanique, figure 2) de l'ouvrage. Des méthodes destructives ont également employées : sondages d'étalonnage et essais géotechniques. Un bilan d'auscultation est réalisé à la suite de l'analyse des mesures et à l'interprétation des données.
Étape 5 : Diagnostic	Il est réalisé à partir de l'exploitation globale de tous les résultats (bilan d'auscultation, sondages, études géotechniques, fiche d'identification de l'ouvrage, etc.). Le diagnostic permet d'établir le mécanisme des désordres agissant dans l'ouvrage, avec une hiérarchisation des risques selon quatre niveaux d'actions à entreprendre (surveillance, préventive, curative ou mesures conservatoires, cf. partie 4.2.3.2.).
Étape 6 : Préconisations de travaux	Ce sont les propositions de solutions techniques de réhabilitation qui doivent traiter le mécanisme des désordres. Elles sont élaborées selon trois niveaux, de la plus simple à la plus complète : - suggestions de travaux donnant une tendance de famille de travaux sans métré ni chiffrage et nécessitant une étude complémentaire pour le choix de la technique et de son mode opératoire ; - préconisations de travaux présentant, dans un document, les techniques ou les procédés de réhabilitation avec un chiffrage financier permettant d'évaluer globalement l'opération avant travaux ; - préétude de marché réalisée à partir de toutes les études, modélisations et calculs spécifiques au cas étudié avec remise d'un document de type cahiers des clauses techniques particulières d'un marché (CCTP). La préétude de marché présente les techniques de réhabilitation, les modes opératoires, les suivis et les contrôles qualité pendant et après travaux ainsi que toutes suggestions utiles au chantier de réhabilitation.

Tableau I. Étapes du volet I « études avant travaux »

Étape	Descriptif
Étape 1 : Suivi qualité pendant travaux	Il consiste en la vérification des éléments suivants : - produits mis en place (exemple : réception des préfabriqués, d'une gaine) ; - respect des protocoles d'utilisation des produits (exemple : vérification des volumes stop et/ou pressions stop, épaisseur de projection, nombre de passes) ; - méthodologie des travaux préconisés (exemple : vérification du protocole de polymérisation) ; - maîtrise de la fabrication (exemple : projection de coulis et mortier ou béton de sable, frais et durcis 7j, 28j et 90j).
Étape 2 : Suivi qualité en fin de travaux	Il s'agit de valider les travaux réalisés in situ dans l'ouvrage selon les critères demandés par le cahier des charges (exemple : présence et qualité des coulis, épaisseur et qualité des mortiers, position et enrobage des armatures).
Étape 3 : Contrôle qualité de l'état de l'ouvrage après travaux	Il s'agit de la vérification des effets des travaux (efficacité) à l'aide d'un outil d'auscultation, afin de déterminer le nouvel état de l'ouvrage. Cette vérification est réalisée dans un délai minimum de 100 jours après la fin des travaux.
Étape 4 : Dossier de maintenance et de surveillance du génie civil	Cette étape n'est pas systématiquement réalisée. Il s'agit du suivi d'un ouvrage dans le temps, avant ou après travaux, par instrumentation pour contrôler l'évolution dans le temps des désordres. Cette instrumentation des réseaux est notamment pertinente pour des ouvrages impactés par des projets externes en surface (exemple : construction de nouveaux bâtiments) ou en souterrain (exemple : passage d'un tunnelier pour installation d'une ligne de métro) afin de suivre leurs conséquences sur les ouvrages du conseil départemental 93.

Tableau II. Étapes du volet II « travaux (pendant, en fin et après travaux) »

Niveau d'intervention	Terminologie de qualification	Définition du terme	Remarques
Exigences prévues au marché	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conforme</li> <li>• Non conforme</li> </ul>	Le jugement est porté par rapport aux demandes contractuelles du maître d'ouvrage.	Cette conformité prend en compte les modifications apportées en cours de chantier.
Résultats obtenus sur chantier	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Médiocre</li> <li>• Acceptable</li> <li>• Correct</li> </ul>	L'appréciation indique une qualité de résultats d'essais et de mesures pendant et après travaux.	Cette qualification estime les effets des travaux et les gains obtenus compte tenu du nouvel état de l'ouvrage (délai minimum de 100 j après la fin des travaux).
Appréciations générales du nouvel état de l'ouvrage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Satisfaisant</li> <li>• Non satisfaisant</li> </ul>	L'appréciation est portée globalement par rapport aux règles de l'art et/ou à la réglementation en vigueur.	Cela concerne les conclusions de validation des étapes de suivi et de contrôle qualité pendant et après travaux.

Tableau III. Tableau de validation du nouvel état de l'ouvrage pendant, en fin et après les travaux de réhabilitation

### 1.1.3. Volet III : traitement et valorisation des résultats

Ce 3<sup>e</sup> volet doit être mis en œuvre durant toute la démarche DAR.

Il participe à la sauvegarde des résultats de chaque étude pour conserver la mémoire de l'histoire de notre patrimoine. Les méthodes employées pour ce faire sont détaillées dans le tableau IV.

### 1.2. Phasage et bouclage des travaux

La démarche DAR nécessite plusieurs années pour boucler un projet, c'est-à-dire pour réaliser toutes les phases : avant travaux, pendant travaux et après travaux.

La démarche globale avant, pendant et après travaux nécessite 6 ans pour reboucler une opération sur un ouvrage à caractère de ruine, jusqu'à 9 ans pour une ►

Objectif	Outils et méthode
Gérer l'état du patrimoine	Établir un programme des opérations techniques et financières de travaux pour la remise en état de l'ouvrage.
Conserver les documents avant, pendant et après travaux	Analyser les rapports puis saisir les données sur le système d'information géographique (SIG). Cette étape peut être complétée par un applicatif d'aide à l'élaboration des programmes pluriannuels d'études et de travaux dans le cadre du schéma directeur d'assainissement (application Sodar au conseil départemental 93). Rechercher, traiter, classer et archiver tous les rapports, les cartes et vieux documents acquis lors de chaque étude.
Alimenter les banques de données géotechniques	Avec une cartographie des risques géologiques (CRG) et hydrogéologiques (CRH) selon des critères géotechniques et des indices de validité (indice de fiabilité de l'information et indice de probabilité du risque). Saisir les données sur le SIG. En traitant les sondages par l'application Geolog (base de données des sondages géologiques).
Posséder un réseau de surveillance de la nappe phréatique	Saisir les données sur le SIG. Pour la classification des risques hydrogéologiques appliqués aux ouvrages enterrés (selon quatre niveaux), voire aux bâtis de surface avec le suivi piézométrique (actif et passif) de l'ensemble des points de mesure implantés sur le département. Pour la compréhension du fonctionnement de la nappe phréatique autour des ouvrages (cohérence avec les pluies, circulations souterraines et nouveaux risques dus aux arrêts de pompage...).
Établir un programme d'études sur la recherche et le développement	Valider de nouveaux produits, concepts de travaux et/ou procédés d'investigation ou d'auscultation recherchant l'efficacité au meilleur coût (mur tests au Centre départemental d'entraînement en réseau CDER, ouvrage à la ruine, coques PRV – polyester renforcé de fibres de verre –, gainage polymérisé aux UV, etc.). Pour la création d'un outil d'aide à la décision par un modèle de prévision des risques (nappe, géologie, histoire, etc.). Créer des outils d'auscultation non destructifs. Avoir un retour d'expérience à moyen ou long terme des nouvelles techniques de réhabilitation.

Tableau IV. Traitement et valorisation des résultats

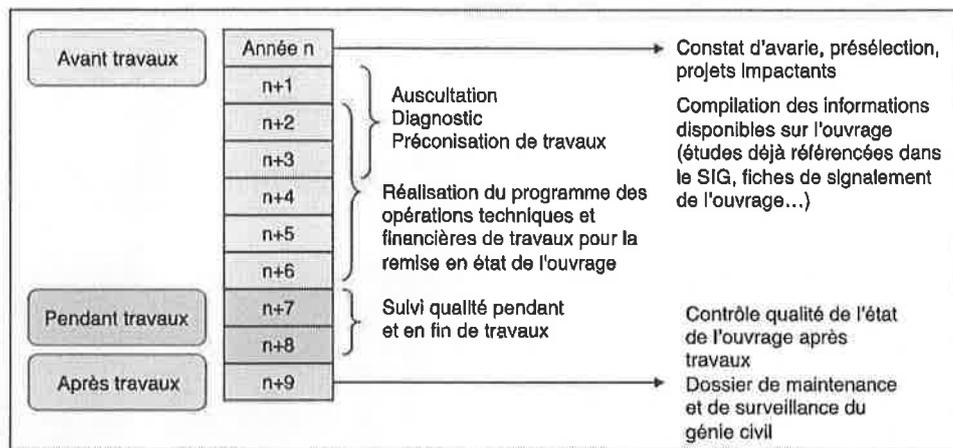
► opération sur un ouvrage pour lequel le niveau d'action à entreprendre est curatif et plus pour du préventif. La figure 3 récapitule les différentes phases de la démarche DAR ainsi que les délais nécessaires pour mener à bien une telle démarche,

La figure 4 permet de visualiser le cycle global de la gestion patrimoniale, suivant la démarche DAR, qui consiste

en un bouclage de l'ensemble des phases définies dans le chapitre 1.2.

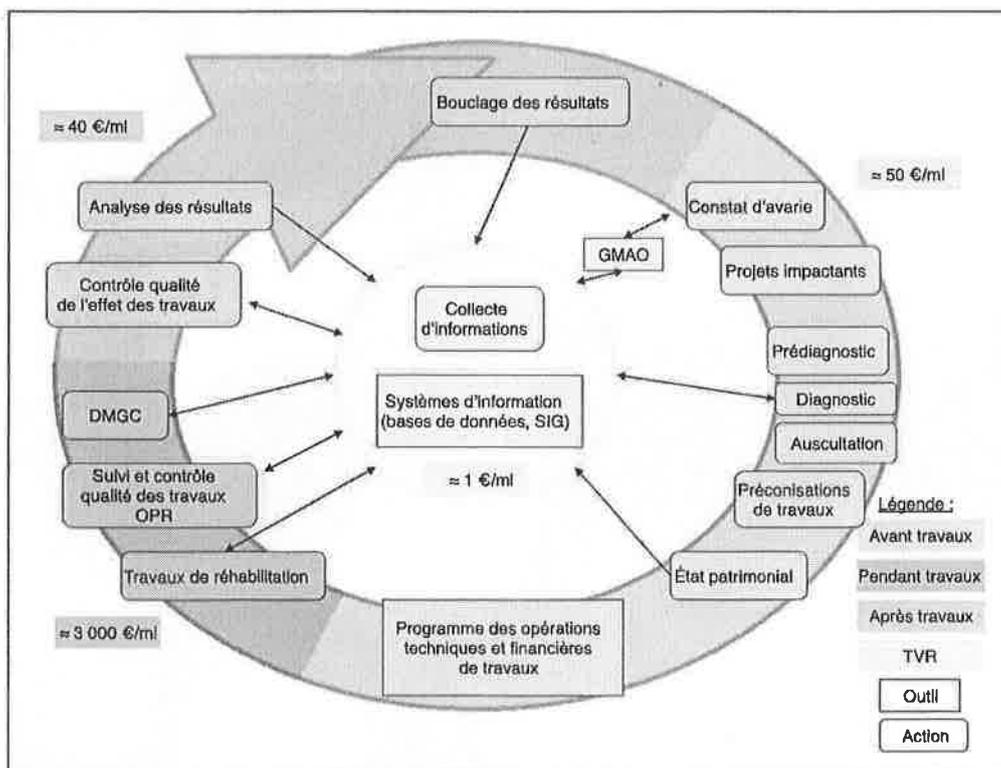
La réalité et la pertinence de la démarche se trouvent dans le fait qu'elle se boucle et s'autocontrôle perpétuellement entre les résultats des volets études et travaux.

Dans la suite de cet article, un focus est fait sur le volet I « études avant travaux » de la démarche DAR. En effet,



SIG : système d'information géographique.

Figure 3. Période de réalisation des phases de la démarche globale de l'auscultation à la réhabilitation (DAR)



DMGC : dossier de maintenance du génie civil ; GMAO : gestion de maintenance assistée par ordinateur ; OPR : opérations préalables à la réception ; SIG : système d'information géographique ; TVR : traitement et valorisation des résultats.

Figure 4. Le cycle de la gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement

ce sont les études avant travaux qui, grâce à l'information de l'état pathologique du patrimoine assainissement, permettent d'élaborer une programmation pertinente des travaux de réhabilitations : la hiérarchisation de l'état des ouvrages permet de réelles propositions d'ordonnement des travaux de réhabilitation. C'est là que réside tout l'enjeu d'une bonne gestion patrimoniale. Cet enjeu se joue dès l'étape du choix des ouvrages à ausculter.

Ce sont également les études avant travaux qui conditionnent l'efficacité des travaux et donc l'amélioration du patrimoine d'assainissement.

## 2. Méthodologie pour réaliser les études avant travaux

### 2.1. Collecte des caractéristiques des ouvrages

Les caractéristiques du réseau ausculté qu'il est nécessaire de connaître sont résumées dans le *tableau V*.

Le *tableau VI* présente les caractéristiques du branchement ausculté qu'il est nécessaire de connaître.

Une visite et une collecte des données d'exploitation sont nécessaires à la bonne connaissance du patrimoine (*figure 5*). Un certain nombre d'outils et de méthodologies sont regroupés dans le *tableau VII*. La *figure 6* présente, par exemple, la caméra d'inspection télévisuelle,

qui permet d'avoir une image de la canalisation du radier à la voûte ainsi que des branchements qui s'y raccordent.



Figure 5. Visite périodique de l'exploitant dans le réseau



Figure 6. Caméra d'inspection télévisuelle

Élément	Méthodologie	Commentaire
Localisation	Nom de la rue où est implanté l'ouvrage	• Séparer chaque champ pour permettre l'utilisation des fonctions de tri
Commune	Nom de la commune et code postal	• Permet de se repérer facilement sur un plan ou sur un SIG
Identification du tronçon	Par l'attribution d'un numéro unique Par la définition du regard amont (Rx) et regard aval (Ry)	
Sens d'écoulement	Par le renseignement de Rx vers Ry	Permet de comprendre le fonctionnement hydraulique des tronçons
Bassin de collecte	Par l'identifiant de l'ouvrage destinataire (ouvrage de pompage ou d'épuration)	Permet de visualiser la zone impactée par un ouvrage de pompage ou d'épuration
Type d'effluent	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eaux usées (EU)</li> <li>• Eaux pluviales (EP)</li> <li>• Unitaire (EU + EP)</li> <li>• Déversé</li> </ul>	Permet d'estimer la sollicitation des réseaux
Classe de précision cartographique	Par le renseignement des classes : – classe A : précision < 40 cm ; – classe B : précision entre 40 cm et 1,5 m ; – classe C : précision > 1,5 m.	Permet de répondre au DT/DICT avec la précision réglementaire (en assainissement, les ouvrages sont non ensibles et la précision réglementaire est la classe C, sauf pour les ouvrages neufs qui doivent être en classe A)
Gestionnaire du réseau	Par le nom de l'exploitant du réseau	–

Élément	Méthodologie	Commentaire
Année de construction	<ul style="list-style-type: none"> <li>Par correspondance avec les matériaux utilisés</li> <li>Par le recueil d'informations sur les travaux d'origine (tranchée, galerie, technique sans tranchée)</li> </ul>	Permet de déterminer l'âge du tronçon et la période de de construction.
Mode de construction	<ul style="list-style-type: none"> <li>Par étude des plans de récolement, archives de travaux</li> <li>Par interrogation des « anciens »</li> <li>Par correspondance avec l'historique d'urbanisation (âge de construction du bâti à partir des données du cadastre)</li> <li>Par recherche dans les tableaux d'amortissement</li> </ul>	<p>Permet de comprendre les conditions dans lesquelles a été construit l'ouvrage.</p> <p>Permet d'identifier les différentes pathologies susceptibles d'affecter l'ouvrage</p>
Section (forme)	Par le renseignement de la forme de l'ouvrage (ovoïde, circulaire, dalot...)	Permet d'évaluer le comportement et les capacités hydrauliques du tronçon
Dimensions (taille)	Par les mesures internes ou normalisées de l'ouvrage (180/100, DN 200...)	Permet d'évaluer le comportement et les capacités hydrauliques du tronçon
Cote terrain naturel (TN) amont et aval Cote radier (TR) amont et aval	Par la mesure au niveau des regards amont et aval de la cote terrain naturel et de la cote fil d'eau du tronçon	Permet de déterminer la couverture, la pente et la couverture du réseau
Ouvrage impactant le réseau	Renseignements OUI/NON ou classe d'importance	Permet de déterminer l'importance de l'ouvrage dans le réseau (structurant, secondaire, desserte locale)
Linéaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>Par la mesure de la longueur du tronçon dessiné (automatique avec un SIG)</li> <li>Par la mesure réelle lors d'une visite ou d'un relevé géomètre</li> </ul>	Permet d'évaluer le linéaire total du réseau
Nature des matériaux	Par le renseignement des matériaux de construction constituant l'ouvrage	Permet de regrouper des familles d'ouvrage au travers des caractéristiques de matériaux différents
Épaisseur	Par les mesures de l'épaisseur de la structure suite à des carottages	Permet de faire des simulations pour avis technique
État global	Par un renseignement d'état de la structure (correct, acceptable, médiocre) suite à l'inspection visuelle et le relevé des désordres. Qualifier l'origine du constat (visite de routine, diagnostic approfondi...)	Permet d'apprécier le niveau de détail et la fiabilité du constat
Historique d'interventions et événements survenus	Par la recherche des travaux d'entretien (obstructions, curages...), de réhabilitation, voire d'effondrements	Permet de recenser la vie de l'ouvrage, les anomalies, leur fréquence et les actions sur le réseau
Trafic au-dessus de l'ouvrage	Par l'indication de la nature de l'occupation du sol (espace vert, classe de voirie ou transport en commun et le comptage des routes, s'il existe)	Permet d'estimer la sollicitation dynamique routière du réseau (paramètre déclencheur actif d'une pathologie)
Présence de graisse/lingettes	Par identification des points noirs par les agents d'exploitation	Permet d'identifier les points sensibles aux obstructions et identifier l'origine des désordres
Concessionnaires à l'extrados	Par une demande de DT/DICT, présence de gaz, électricité, chauffage urbain...	Permet d'identifier les risques et complexités en cas de travaux de réhabilitation

SIG : système d'Information géographique ; DT/DICT : déclaration de projet de travaux et déclaration d'intention de commencement de travaux.

Tableau V. Caractéristiques du réseau

Élément	Méthodologie	Commentaire
Localisation	Nom de la rue où est implanté l'ouvrage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Séparer chaque champ pour permettre l'utilisation des fonctions de tri</li> <li>• Permet de se repérer facilement sur un plan ou sur un SIG</li> </ul>
Numéro	Par le numéro de police	
Commune	Nom de la commune et code postal	
Identification du branchement	Par l'attribution d'un numéro unique	
Type d'effluent	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eaux usées (EU)</li> <li>• Eaux pluviales (EP)</li> <li>• Unitaire (EU + EP)</li> </ul>	Permet d'estimer la sollicitation des réseaux
Classe de précision cartographique	Par le renseignement des classes : – classe A : précision < 40 cm ; – classe B : précision entre 40 cm et 1,5 m ; – classe C : précision > 1,5 m.	Permet de répondre au DT/DICT avec la précision réglementaire (en assainissement, les ouvrages sont non sensibles et la précision réglementaire est la classe C sauf pour les ouvrages neufs qui doivent être en classe A)
Gestionnaire du branchement	Par le nom de l'exploitant du branchement	

SIG : système d'information géographique; DT/DICT : déclaration de projet de travaux et déclaration d'intention de commencement de travaux.

Tableau VI. Caractéristiques des branchements.

Élément	Méthodologie	But
Visite d'exploitation	Les visites périodiques de l'exploitant dans le réseau (inspections télévisées ITV, cf. figure 5, ou inspection visuelle, cf. figure 6). Ces visites peuvent être motivées par la suspicion d'un dysfonctionnement ou la mise en œuvre d'un programme de visite systématique (visite de l'ensemble du réseau en quelques années).	Surveiller le réseau à court terme : ce qui permet de prévenir les éventuels dysfonctionnements et contribuer à la sélection des ouvrages nécessitant un diagnostic approfondi. Attention, la visite d'exploitation ne remplace pas le relevé détaillé.
Vidéo périscope	Descente d'un périscope au niveau d'un regard avec prise de vidéos des premiers mètres du tronçon	Disposer d'un examen rapide des premiers mètres de la canalisation et contribuer à la sélection des ouvrages nécessitant un diagnostic approfondi. Attention, cet outil ne remplace en aucun cas une inspection télévisée (ITV).
Métriologie	Installation d'instruments de mesure continue ou périodique sur le réseau (débitmètre, limnimètre, gaz, H <sub>2</sub> S...)	Qualifier et quantifier le fonctionnement du réseau et détecter les dérives éventuelles traduisant des dysfonctionnements
Visite pédestre de surface	Identification des éléments recouvrant le réseau (voirie, trottoir, espace vert, végétation...) et détection d'anomalies éventuelles (affaissement de chaussée...)	Permet l'identification d'une action externe ou une suspicion d'effondrement de réseau
Visite des regards	Visite systématique sectorielle des regards	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permet d'identifier l'état d'encrassement et hydraulique du réseau</li> <li>• Permet de mettre à jour l'accessibilité (accès au tampon) du réseau et la visibilité</li> <li>• Permet de faire un état des tampons et des équipements de descente et de sécurité</li> </ul>
Produits du curage	Examen visuel, quantitatif et qualitatif des produits de curage (présence de parois et de sol encaissant, pollutions...)	Permet d'identifier à l'échelle d'un secteur d'ouvrage la présence d'une détérioration de canalisations, d'un dysfonctionnement lié à une pollution spécifique

Tableau VII. Collecte des données d'exploitation

## ► 2.2. Critères de présélection avant une étude

L'association préalable à une étude de certains critères techniques permet d'établir des listes de population d'ouvrages les plus à risques.

Dès lors, cette démarche détermine plus finement un nombre restreint d'ouvrages *a priori* à étudier selon la méthodologie DAR.

Cette phase est appelée « présélection » et fait partie du volet I « études avant travaux. »

La liste des critères n'est pas exhaustive. La pertinence et l'importance de chacun dépendent des sources d'informations données par le gestionnaire de l'ouvrage. La priorisation des critères peut être déterminée au cas par cas en fonction du mécanisme des désordres soupçonné.

### 2.2.1. Critères élémentaires (à risques)

Ces critères sont généralement connus par le gestionnaire du réseau et sont essentiels à l'élaboration du diagnostic de l'ouvrage :

- année de construction (avant 1900, après chaque guerre, 1970, etc.);
- mode de construction (tranchée commune à deux ouvrages, etc.);
- nature des matériaux de l'ouvrage (meulière, moellon hourdi à la chaux, etc.);
- environnement de surface (sous chaussée ou sous ouvrages connexes, etc.);
- dimensions de l'ouvrage importantes (> ovoïde 230/130, > ovoïde 2 500, etc.);
- événements survenus sur l'ouvrage (histoire, accidents, etc.);
- impact hydraulique de l'ouvrage sur le réseau (importance du collecteur : structurant, secondaire, desserte locale);
- impact de projets pour compte de tiers (RATP, Société du Grand Paris, etc.).

### 2.2.2. Critères complémentaires dus à l'environnement de l'ouvrage

**Connaissance du fonctionnement hydraulique du réseau (contraintes et qualité des eaux) :** elle permet d'estimer la sollicitation hydraulique du réseau (paramètre déclencheur actif d'une pathologie). Ces éléments sont récoltés par des mesures des hauteurs d'eau durant la visite et des indications de traces de mise en charge.

**Connaissance des sols et de leurs mécanismes (banques de données) :** elle permet d'identifier la nature et la qualité des terrains avoisinants et d'en déter-

miner le niveau de risques (impact sur le réseau et réhabilitation possible). Ces éléments sont apportés par l'étude des cartes géologiques, les études pédologiques existantes et la connaissance générale du sous-sol. Les carottages permettent d'établir la lithographie ou stratigraphie des sols.

**Connaissance des nappes environnant nos ouvrages (réseau de surveillance – suivi des nappes) :** elle permet d'identifier les actions de la nappe phréatique sur l'ouvrage (hors nappe, sous nappe, en battement de nappe). Ces données proviennent des informations hydrologiques du secteur et des réseaux de piézomètres.

**Connaissance des attaques chimiques :** elle permet de juger de l'état structurel du tronçon et du type de contraintes physico-chimiques qu'il subit. Cette connaissance est acquise par des inspections visuelles ou vidéo et le relevé des désordres, et grâce au recensement et à la classification des industries en amont.

### 2.2.3. Critères supplémentaires dus à des ouvrages connexes

- Présence de canalisations proches de l'ouvrage (parallèle ou en intersection, etc.);
- Nombre de branchements (BR) ou de raccordements élevé;
- Interaction branchement / ouvrage visitable (état BR, fissuration parement et raideur mécanique);
- Familles de pathologie déjà connues (construction eaux pluviales/eaux usées proche et dans la même fouille, par exemple).

### 2.2.4. Critères en cours de construction et d'évaluation

- Constitution des banques de données géoréférencées (cartes, graphiques, documents historiques...);
- Bouclage des données avant, pendant et après travaux;
- Outil d'analyse géotechnique dynamique multicritère permettant d'établir les zones à risques;
- Traitement et valorisation des résultats sur le retour d'expérience humaine (le savoir-faire).

## 3. Outils d'études et d'auscultation

La réussite du diagnostic d'un ouvrage d'assainissement réside dans le choix du (ou des) outil(s) d'auscultation confirmant ou infirmant le mécanisme des désordres imaginé *a priori* par le spécialiste ou le gestionnaire de réseaux dans l'étape de prédiagnostic ou dans l'étape de présélection. Le *tableau VIII* présente ces différents outils et les *figures 7* et *8* illustrent certaines méthodologies utilisées.

Élément	Méthodologie	But
Relevé détaillé des désordres	Visite par un spécialiste en pathologie qui relève les éléments notables du réseau et l'ensemble des désordres observables (figure 5)	Avoir des informations sur les éléments suivants : – regards ; – raccordements ; – venues d'eau ; – concrétions ; – fissurations ; – intrusions de racines ; – radier ; – défauts de revêtement ; – bombements ; – passage de câble dans le collecteur ; – clous et vis corbeaux ; – présence de drains ; – dépôts ; – équipements particuliers ; – cerces / boisage / coffrages ; – traces de mise en charge.
Inspection télévisée de canalisations et de branchements	Utilisation d'un robot d'inspection muni d'une caméra et d'un inclinomètre (si possible) y compris (figure 6) : – l'ensemble des préparations sur le terrain (curage, pompage, arrêté de voirie...) ; – avec un rendu utilisant la norme 13508-2 ; – un commentaire du vidéaste pour chaque défaut et/ou par ouvrage peut être ajouté à cette inspection.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtenir des informations sur l'ouvrage (matériaux, position des branchements, diamètre, longueur, profondeur au niveau des regards d'accès de la caméra)</li> <li>• Disposer d'un relevé des désordres de l'ouvrage</li> <li>• Disposer d'un état des venues d'eau le jour de l'inspection</li> <li>• But opérationnel à court terme du devenir de l'ouvrage</li> <li>• Alimenter la base de données des ITV au niveau du SIG pour conserver un historique et le valoriser si nécessaire.</li> </ul>
Radar	Passage en réseau d'une ou plusieurs génératrices et auréole d'une antenne radar (il existe plusieurs caractéristiques d'antenne)	Obtenir une image de l'ouvrage, de l'interface ouvrage-sol environnant et du sol environnant. Cette méthode requiert des sondages d'étalonnage. Cette technique peut également être utilisée depuis la surface pour caractériser des affaissements ou localiser les réseaux enterrés (figure 7).
Essais de vérinage	Essai de chargement et de déchargement de la structure qui permet d'obtenir, à chaque point de mesure, la raideur de l'ouvrage (figure 8)	Identifier les variations des caractéristiques mécaniques de la structure de l'ouvrage et la localisation des vides à l'extrados
Ferrosan	Passage ponctuel d'une sonde selon un quadrillage prédéfini	Permet d'identifier ponctuellement le ferrailage d'un ouvrage
Impédance mécanique	Enregistrement et analyse de la réponse de la structure d'un ouvrage à la suite d'un choc. Celui-ci peut être obtenu par la chute (manuelle ou automatique) d'une masse sur une enclume.	Identifier les variations des caractéristiques mécaniques de la structure de l'ouvrage et localisation de vides à l'extrados
Sonar	Passage d'une sonde sonar sur un porteur (roulant ou flottant) sans mise à sec de l'ouvrage. Cette technique peut être couplée avec une inspection vidéo ou une numérisation (Lidar) de la partie non immergée.	Identifier sans mise à sec préalable le niveau d'encrassement des ouvrages, les évolutions de l'encrassement entre deux passages et d'identifier les zones nécessitant une auscultation détaillée
Lidar	Utilisation d'une sonde permettant la numérisation en trois dimensions de l'ouvrage. La sonde peut être disposée dans l'ouvrage sur un porteur et être couplée avec de l'inspection vidéo ou de l'auscultation sonar.	Obtenir une modélisation de l'ouvrage nécessaire pour les calculs numériques, le suivi de l'évolution de l'ouvrage, les visites virtuelles...
Sondage	Réalisation de sondages depuis l'intérieur des ouvrages visitables pour prélever la structure de l'ouvrage, identifier et caractériser l'interface et le sol encaissant	Étalonner l'ensemble des auscultations non destructives qui peuvent être réalisées dans les ouvrages visitables (essais de vérinage, auscultation radar, auscultation par impédance mécanique, inspection visuelle et ferrosan)

ITV : inspection télévisée ; SIG : système d'information géographique.

Tableau VIII. Outils d'études et d'auscultations



Figure 7. Passage d'une antenne radar en réseau



Figure 8. Mesure de la signature mécanique d'un réseau d'assainissement

## ► 4. Structure d'un rapport d'auscultation, diagnostic et préconisations de travaux

### 4.1. L'auscultation

#### 4.1.1. Définition d'une mesure à partir d'un outil

Pour assurer l'objectivité des analyses des résultats du passage d'un outil, le vocabulaire suivant doit être utilisé. Il caractérise les anomalies ou discontinuités selon l'échelle de mesures suivante :

- Détection (indique en X et Y une différence, donc un événement) : permet de détecter suivant la distance à un regard et le positionnement horaire l'événement dans le réseau ;
- Localisation (précise en Z la profondeur de l'événement) : permet de localiser en profondeur l'événement dans la structure ;
- Dimensionnement (proportionne l'événement dans son ensemble) ;

Les anomalies ponctuelles sont non continues, de longueur allant jusqu'au décimètre et d'épaisseur centimétrique.

Les anomalies franches sont :

- continues de longueur pluridécimétrique et d'épaisseur centimétrique à décimétrique ;
  - non continues de longueur allant jusqu'au décimètre et d'épaisseur décimétrique.
- Caractérisations (défini le milieu ou événement traversé, eau, vide, bois, fer, etc.).

#### 4.1.2. Rédaction du rapport

La structure générale du paragraphe auscultation est la suivante :

**Identification de l'ouvrage et de son environnement proche** (dossier d'ouvrage, relevés de désordres, événe-

ments, travaux, concessionnaires, et autres paramètres présents à une distance à l'ouvrage inférieure à 1,50 m).  
**Connaissance de son environnement général** (géologie, hydrogéologie à partir des banques de données du Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM), de l'Inspection générale des carrières (IGC), des archives communales et départementales, etc.).

**Relevé détaillé des désordres** : réalisé par un spécialiste en pathologie des ouvrages, il s'agit de noter l'ensemble des éléments et des désordres observés dans l'ouvrage (fissuration, venues d'eau...)

**Analyse des mesures** : il s'agit d'identifier les anomalies et/ou les faiblesses structurelles de l'ouvrage.

**Détermination et implantation des sondages carottés ou des essais géotechniques** (suite aux réponses types pour l'étalonnage des mesures).

**Interprétation des données afin de préciser l'état physique ou le comportement mécanique de l'ouvrage** (avec des sondages ou des essais géotechniques et modèles connus).

L'interprétation des données est basée sur la comparaison des réponses mesurées de l'ouvrage avec la modélisation (de la connaissance physique ou mécanique) d'un ouvrage sain dans un terrain compact.

**Bilan d'auscultation** : il doit porter sur l'état physique (radar) et/ou le comportement mécanique de l'ouvrage (vérinage interne).

### 4.2. Le diagnostic

Le diagnostic est basé sur les résultats et l'interprétation des données acquises lors des étapes d'auscultation :

- les inspections détaillées ;
- les éléments de connaissance décrits dans la fiche d'identification de l'ouvrage ;
- les résultats de l'outil de mesure ;
- les sondages carottés avec les études de sols ;
- l'analyse du faciès de fissuration ;
- les corrélations entre la fissuration et les éléments du diagnostic ;
- et d'autres paramètres plus spécifiques à l'ouvrage.

Les résultats serviront à mieux identifier le désordre, à expliquer la pathologie de l'ouvrage et à hiérarchiser l'état de l'ouvrage selon le tableau de codification des risques de la DEA.

#### 4.2.1. Cartographie des risques géologiques

La cartographie des risques géologiques (CRG) correspond aux aléas possibles inhérents des sols vis-à-vis des ouvrages enterrés qui les traversent.

Il existe sept risques référencés dans l'annexe 1.

Chaque risque géologique est défini à partir de deux indices répartis en quatre niveaux de risques :

- l'indice de fiabilité;
- l'indice de probabilité.

#### Indice de fiabilité des données

L'indice de fiabilité des données définit la qualité et la richesse de l'information géotechnique (*tableau IX*).

Il est défini selon quatre niveaux. Cet indice de fiabilité dépend du nombre d'informations recueillies qui permettent l'élaboration du profil.

Globalement, il part de 1 pour des données anciennes ou un simple examen des cartes géologiques du BRGM, et va jusqu'à 4 quand des données de carottages de surface corroborées par des carottages en égout sont disponibles.

**Indice de probabilité du niveau de risque géologique**  
L'indice de probabilité quantifie le niveau de probabilité d'occurrence du risque pouvant survenir sur l'ouvrage. Il est défini selon une échelle de quatre niveaux : de 1, faible probabilité, à 4, forte probabilité.

#### 4.2.2. Cartographie des risques hydrogéologiques

La cartographie des risques hydrogéologiques (CRH) détermine les risques encourus pour l'ouvrage compte tenu :  
– de la présence ou non d'une nappe phréatique et du positionnement de l'ouvrage par rapport à celle-ci ;  
– des circulations d'eaux souterraines aux abords de l'ouvrage d'assainissement.

Pour les ouvrages visitables, elle est répartie en quatre niveaux de risques simples depuis le niveau 1, faible, à 4, fort. Le détail des niveaux de risques pour les ouvrages visitables et non visitables se trouve en *annexe 2*. ►

Niveau de qualité des données	Informations recueillies
1/4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas de campagne de reconnaissance de sols à proximité portée à notre connaissance</li> <li>• Pas d'étude géologique ou géotechnique spécifique au collecteur, selon les informations du gestionnaire de réseau</li> <li>• Géologie : versant, pied de versant ou bordure de plateau, où le remaniement des couches est possible</li> <li>• Hydrogéologie :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– relevé piézométrique &gt; 5 ans ;</li> <li>– nature du piézomètre : tube piézométrique provisoire de chantier.</li> </ul> </li> <li>• Contexte géologique et hydrogéologique défini à partir du seul examen des cartes géologiques et hydrogéologiques du BRGM</li> </ul>
2/4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas de campagne de reconnaissance de sols à proximité, portée à notre connaissance</li> <li>• Étude géologique ou géotechnique spécifique au collecteur seul ou campagne de reconnaissance ne corroborant pas les données spécifiques au collecteur, selon les informations du gestionnaire de réseau</li> <li>• Géologie : versant, pied de versant ou bordure de plateau, où le remaniement des couches est possible</li> <li>• Hydrogéologie :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– relevé piézométrique &gt; 5 ans ;</li> <li>– nature du piézomètre : tube piézométrique provisoire de chantier.</li> </ul> </li> <li>• Contexte géologique et hydrogéologique défini à partir de l'examen des cartes géologiques et hydrogéologiques du BRGM</li> </ul>
3/4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Campagne de reconnaissance de sols à proximité</li> <li>• Étude géologique ou géotechnique spécifique au collecteur corroborant les données de surface, selon les informations du gestionnaire de réseau</li> <li>• Géologie : versant, pied de versant ou bordure de plateau, où le remaniement des couches est possible</li> <li>• Hydrogéologie :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– relevé piézométrique &lt; 5 ans ;</li> <li>– nature du piézomètre : tube piézométrique provisoire de chantier.</li> </ul> </li> <li>• Contexte géologique et hydrogéologique défini à partir de l'examen des cartes géologiques et hydrogéologiques du BRGM</li> </ul>
4/4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Campagne de reconnaissance de sols à proximité</li> <li>• Étude géologique ou géotechnique spécifique au collecteur corroborant les données de surface selon les informations du gestionnaire de réseau</li> <li>• Géologie : plateau ou plaine alluviale où la structure des couches est généralement tabulaire</li> <li>• Hydrogéologie :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– relevé piézométrique &lt; 1 an ;</li> <li>– nature du piézomètre : piézométrique stricto sensu définitif.</li> </ul> </li> <li>• Contexte géologique et hydrogéologique défini à partir de l'examen des cartes géologiques et hydrogéologiques du BRGM</li> </ul>

BRGM : Bureau de recherches géologiques et minières.

Tableau IX. Indice de fiabilité des données géologiques

### ► 4.2.3. Exploitation globale des résultats et niveaux d'action

Pour bien comprendre la réflexion menée à travers chaque étude pathologique, l'ensemble du travail du spécialiste doit faire attention à ce qu'il voit et plus particulièrement à ce qu'il doit étudier (comprendre et interpréter).

#### 4.2.3.1. Du diagnostic aux suggestions de travaux

Les étapes de la réflexion sont les suivantes :

- présentation de la terminologie employée et du tableau de codification ;
- à partir des éléments du bilan d'auscultation, hiérarchisation des portions d'ouvrage selon l'action à entreprendre ;
- identification des éléments du diagnostic de chaque portion localisée avec toutes les informations recueillies dans l'étude ;
- détermination à partir des éléments du diagnostic « des paramètres déclencheurs actifs et/ou passifs » pouvant entrer dans le mécanisme des désordres (conséquence active ou passive d'éléments du diagnostic combinés entre eux) ;
- élaboration de l'hypothèse la plus probable « du mécanisme du désordre » en associant les paramètres déclencheurs pour remonter des conséquences à la cause du problème ;
- les risques encourus seront hiérarchisés avec un niveau d'action à entreprendre (entretien, réhabilitation ou urgent) et des suggestions de travaux codifiées.

#### 4.2.3.2. Codification des risques pathologiques et action à entreprendre pour travaux

La pertinence des jugements d'actions et de travaux est basée à la fois sur les critères de sécurité du comportement et de pérennité dans le temps de l'ouvrage. Ainsi, la définition des travaux préconisés doit permettre d'obtenir les mêmes caractéristiques et les mêmes effets mécaniques qu'un ouvrage sain mobilisant un terrain correct. Cette équation est le but recherché par le maître d'œuvre pour chaque étude de diagnostic et de préconisations de travaux.

Le *tableau X* présente un classement de mesures à la suite des résultats du diagnostic. Il prépare la phase de préconisation de travaux et aide le gestionnaire à ordonner par priorité toutes ses opérations de gestion patrimoniale.

### 4.3. Fiche récapitulative du diagnostic et mécanisme des désordres

L'ensemble des éléments de l'étude sont regroupés sur une fiche (*tableau XI*).

### Conclusion

La méthodologie DAR a été mise en place pour comprendre et connaître le patrimoine d'assainissement qui s'étend avec l'urbanisation et vieillit.

Le but étant de veiller sur ce patrimoine afin d'en préserver l'état et si possible tendre à le rajeunir.

L'ensemble de cette démarche permet de diagnostiquer et de donner un état patrimonial à chaque portion d'ouvrage et ainsi d'ordonner les travaux à réaliser.

Désordres (ou dégradations)	Action (à entreprendre)	Type de travaux	Délai de validité (conseillé par action)
Néant ou presque (fissures, radier, enduit) sans remise en cause de la sécurité* ni de la pérennité** de l'ouvrage	SURVEILLANCE Les notions de sécurité et de pérennité sont présentes	Travaux d'entretien	> 10 ans
Ne remettant pas en cause la sécurité mais diminuant le niveau de pérennité de l'ouvrage	PRÉVENTIVE La notion de sécurité est présente	Travaux de réhabilitation	≥ 7 ans
Présentant des risques structurels avec des désordres irréversibles pour la tenue de l'ouvrage, notions de sécurité et de pérennité absentes	CURATIVE Plus de notion de sécurité et de pérennité	Travaux de réhabilitation	≥ 3 ans
Ayant des conséquences immédiates sur la vie de l'ouvrage (ruine...)	MESURES CONSERVATOIRES	Travaux urgents	< 3 ans

\* Notion de sécurité : l'ouvrage n'est pas soumis à une action qui peut le détruire.

\*\* Notion de pérennité : l'ouvrage peut rester dans cet état pendant plus de 10 ans.

**Tableau X. Codification des risques pathologiques en matière d'action à entreprendre pour travaux**

Numéro de portion concernée par le mécanisme du désordre Portion identifiée par son linéaire et son positionnement par rapport aux regards		
Éléments du diagnostic (< 100 items)	Paramètres déclencheurs (< 10 items) (actifs et passifs)	Le mécanisme des désordres (moments et fatigues)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caractéristiques du tronçon                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Localisation</li> <li>– Sens d'écoulement</li> <li>– Nature des eaux (couleur, odeur, température, aspect)</li> <li>– Effluents : présence de nombreux industriels, laverie...</li> <li>– Fonctionnement : réseau primaire, montée en charge...</li> <li>– Section et type d'ouvrage</li> <li>– Année de construction</li> <li>– Mode de construction : tranchée/galerie</li> <li>– Historique : événements particuliers</li> <li>– Travaux : info système d'information géographique et équipe d'exploitation</li> </ul> </li> <li>• Environnement de surface                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Surface : ouvrage sous chaussée, voirie...</li> <li>– Couverture</li> <li>– Trafic important</li> </ul> </li> <li>• Environnement souterrain                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Risques géotechniques (géologie et hydrogéologie avec les fluctuations de la nappe et/ou des circulations des eaux dans des terrains hors nappe)</li> <li>– Concessionnaires à l'extrados</li> </ul> </li> <li>• Structure du collecteur                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Nature</li> <li>– Épaisseur</li> <li>– Qualité</li> <li>– Vides à l'interface</li> <li>– Venues et/ou pertes d'eau aux sondages</li> </ul> </li> <li>• Désordres                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Branchements : nombre, état, etc.</li> <li>– Concessionnaires intérieur</li> <li>– Drains, trous</li> <li>– Déformations : bombement, flache</li> <li>– Faciès de fissurations avec linéaire</li> <li>– Infiltrations d'eau au niveau des fissures et des regards</li> <li>– Radier</li> </ul> </li> <li>• Signature radar                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Conclusion du radar</li> </ul> </li> <li>• Essais mécaniques                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Conclusion du vérinage interne</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>PARAMÈTRES PASSIFS</b> (pour exemple au choix)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Vétusté de l'ouvrage</li> <li>– Tenue mécanique de la structure insuffisante</li> <li>– Pertes de butées latérales de l'ouvrage</li> <li>– Contraintes statiques permanentes (buttes de terre en remblais, bâtiment...)</li> <li>– Agressivité des eaux (chimie des bétons...)</li> <li>– Manque d'étanchéité (avec problème d'effets de pompage par ex.)</li> <li>– Problèmes d'instabilité des terrains environnants (autour et/ou en assise de l'ouvrage)</li> <li>– Risques de créations de vides ou karsts (en ...)</li> </ul> <p><b>PARAMÈTRES ACTIFS</b> (pour exemple au choix)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Sollicitations dynamiques de l'ouvrage (par ...)</li> <li>– Sollicitations hydrauliques du conduit depuis l'intérieur (par ...)</li> <li>– Mouvement d'eau dans le terrain (nappe au sein des différentes formations) avec circulation autour de l'ouvrage</li> <li>– Contre-pression due à la nappe ou autre effluent...</li> <li>– Fragilisation de l'ouvrage (concessionnaires proches comme SNCF, RATP et/ou passage de conduites importantes voire traversées EN / HORS).</li> </ul> <p>Les paramètres déclencheurs doivent toujours être présentés par ordre d'importance entrant dans le mécanisme des désordres.</p> <p>Cette liste de paramètres déclencheurs présentés pour exemple est non exhaustive et peut être amenée à changer</p>	<p>Exemple : l'association des sollicitations dynamiques et hydrauliques avec des contraintes permanentes (fragilisation du fait de concessionnaires proches) appliquée à une structure d'ouvrage de tenues mécaniques insuffisantes conduit à des pertes d'étanchéité du collecteur.</p> <p>Cet ouvrage reposant dans un terrain instable avec des pertes de butées latérales accentue ce phénomène. Il s'entretient à chaque montée en charge par l'effet de pompage des eaux jusqu'au moment où la structure mécanique s'affaiblit et les butées latérales disparaissent. L'équilibre des contraintes sera alors rompu.</p> <p>Le but recherché du fait de cette pathologie est <b>STRUCTUREL</b> ou <b>ÉTANCHÉITÉ</b> (voire hydraulité.)</p> <p>Il vise à redonner toute l'intégrité à l'ouvrage.</p>

En conséquence, les suggestions et la préétude de travaux découlant du diagnostic réalisé sur cette portion d'ouvrage de xx ml soit du regard n° Rx... au n° Ry... relèvent du niveau d'action à caractère de (SURVEILLANCE, PRÉVENTIF, CURATIF, ou MESURES CONSERVATOIRES) sur xx % du linéaire avec des travaux d'entretien, de réhabilitation ou urgents.

**Suggestions de travaux : ...**

Tableau XI. Fiche récapitulative du diagnostic présentant le mécanisme des désordres

- Le travail de réflexions des volets « études et travaux » est le fruit d'une longue expérience acquise durant les années pendant lesquelles les opérations de l'auscultation à la réhabilitation se sont bouclées.

Un des principes fondateurs de l'auscultation-diagnostic est que l'on n'interprète pas une image, mais l'on interprète une pathologie : lors d'une auscultation, il s'agit de faire attention à ce que l'on voit, mais cela n'est pas suffisant. Il faut mettre en relation l'image avec les autres paramètres du réseau et avec les résultats des outils utilisés lors du diagnostic et surtout leur interprétation.

Le véritable contrôle d'une telle démarche se trouve dans la bonne réalisation et dans les conditions de mise en œuvre des travaux de réhabilitation, et jusque dans la vérification de leur efficacité.

L'application quotidienne de la méthodologie DAR avec le principe de « bouclage des phases avant, pendant et

après travaux » est le gage de la sécurité et de la pérennité des ouvrages d'assainissement.

La méthodologie décrite dans cet article démontre que la pathologie des ouvrages d'assainissement est une science inexacte, mais une science rigoureuse.

### Remerciements

Remerciement à Didier Lesage qui a élaboré et fait évoluer cette démarche.

### Bibliographie

ASTEE (ASSOCIATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE POUR L'EAU ET L'ENVIRONNEMENT) (2015) : *Gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement – bonnes pratiques – aspects techniques et financiers*. Coordination Dupont P. (CD93, FSTT) et Chalaux E. (SyAGE), éditions Astee. 247 p.

## Annexe 1

### Les risques géologiques

Symbole	Intitulé du risque
	Risque d'entraînement des particules fines
	Risque de points durs et/ou de tassements différentiels
	Risque de gonflement (sols sensibles au retrait/gonflement)
	Risque de dissolution des masses gypseuses
	Risque de dissolution du gypse antéludien
	Risque de glissement, fluage des argiles
	Risque d'effondrement de carrière souterraine non remblayée

## Annexe 2

### Niveaux de risques hydrogéologiques (CRH) pour les ouvrages visitables et non visitables

- Pour le visitable, si l'ouvrage est :
  - hors nappe, la classe CRH est UN (faible);
  - sous nappe, la classe CRH est DEUX;
  - en béton et en battement de nappe, la classe CRH est TROIS;
  - en maçonnerie et en battement de nappe, la classe CRH est QUATRE (fort).

N.B. : Un indice d'appréciation « + » est appliqué à la classe CRH lorsque le niveau observé de la nappe est supérieur au niveau spécifié sur la « Carte hydrogéologique du département de la Seine » de l'ingénieur Delesse en 1862 (considéré comme la cote naturelle de la nappe).

L'application de ces grilles permet de définir la nature et la classe de risques géotechnique *a priori* sur l'ouvrage.

- Pour le non visitable, la CRH se détermine comme suit :
  - Niveau 1 : La nappe phréatique se situe sous la canalisation, le risque est alors très minime. La classe CRH est UN (faible).
  - Niveau 2 : La nappe immerge en permanence la canalisation. Le risque peut alors s'avérer important en cas d'ouvrage détérioré ou de terrains de qualité médiocre encaissant l'ouvrage. La classe CRH est DEUX.
  - Niveau 3 : L'ouvrage, dont l'état général relève une étanchéité acceptable, se situe dans la zone de battement de la nappe. Le risque est dans ce cas important, car la nappe peut provoquer un phénomène dit de lessivage pour les terrains encaissant la canalisation. La classe CRH est TROIS.
  - Niveau 4 : L'ouvrage, présentant des manques d'étanchéité importants, se situe dans la zone de battement de la nappe. Dans ce cas, le risque de lessivage peut, en plus d'affecter les terrains supportant le collecteur, dégrader l'ouvrage lui-même. La classe CRH est QUATRE (fort).