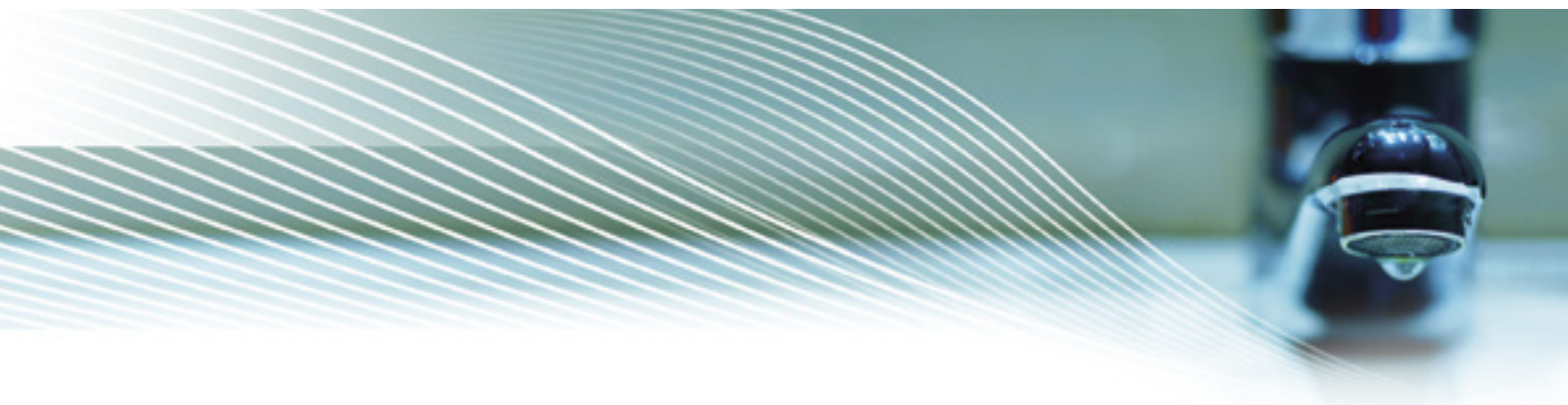


# Gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable

Volume II : Optimiser ses pratiques  
pour un service durable et performant

*Mai 2016*



# Auteurs et contributeurs

Nous souhaitons ici remercier très chaleureusement toutes les personnes qui ont participé à l'élaboration de ce guide en apportant leur temps, leur expertise scientifique, technique et financière dans les différents groupes de travail qui ont permis d'élaborer ce document.

**Groupe de travail ASTEE-AITF** : Gestion patrimoniale  
Animation et coordination du guide : Sylvain CHARRIÈRE

- Jean-Christophe BEHRENS  
*Cabinet Merlin*
- Frédéric BLANCHET  
*Veolia EAU*
- **Éric BREJOUX**  
**Onema**
- Hortense BRET  
*Eau de Paris*
- Jean-Luc CELERIER  
*OIEau*
- **Sylvain CHARRIÈRE**  
**SEDIF**
- Jean-Pierre FORGET  
*AELB*
- Stéphane GARNAUD  
*Saint-Maur*
- Michel GILBERT  
*AITF animateur GT « Eau et Assainissement »*
- Charlotte GINSBURGER  
*FNCCR*
- Ludovic HAUDUROY  
*MEEDE*
- Alice HUNAUULT  
*AE RMC*
- Ève JANODET  
*SPL Eau de Grenoble*
- Damien LEHEMBRE  
*SAUR*
- **Morgane LE QUINIOU**  
**Veolia EAU**
- Kevin NIRSIMLOO  
**G2C Ingénierie**
- **Franck PAILLARD**  
**Nîmes Métropole et AITF**
- Emmanuel PICHON  
*AELB*
- Claude RE  
*NALDEO*
- **Mathias REBUFFE**  
**IRH**
- **Jean-François RENARD**  
**SUEZ**
- **Eddy RENAUD**  
**Irstea Bordeaux**
- Jacques TCHENG  
*SPL Eau de Grenoble*
- Marie THIBAUT  
*ASTEE*
- **Caty WEREY**  
**Irstea-Engées Strasbourg**

*Les noms des contributeurs principaux sont en gras.*

# Préface

L'ensemble des réseaux d'eau potable constitue aujourd'hui un maillage dense, de plus de 900 000 km sur l'ensemble du territoire français, permettant la desserte de la quasi-totalité de la population française. Ce patrimoine souterrain doit faire l'objet d'une attention particulière de la part des collectivités locales, afin d'être maintenu en bon état et d'atteindre un bon niveau de performance.

L'enjeu principal des services d'eau potable est aujourd'hui de préserver ces réseaux, de limiter les fuites et ainsi d'apporter un service de qualité. Il s'agit d'assurer l'entretien des réseaux, de conduire les réparations et le renouvellement des réseaux, afin de garantir la continuité de service et la qualité de l'eau distribuée, tout en conservant un prix de l'eau économiquement acceptable pour l'utilisateur. La gestion patrimoniale renvoie à des questions techniques, mais également à une stratégie politique et financière : se donner les moyens d'investir aujourd'hui dans la maintenance du réseau permettra à la collectivité, et donc à ses usagers, de réaliser des économies à l'avenir.

L'ASTEE s'investit avec l'Onema, l'AITF et de nombreux autres partenaires institutionnels français du domaine de l'eau, depuis plusieurs années, au sein d'un groupe de travail dédié dont l'objectif est de doter les collectivités des connaissances pratiques nécessaires à la conduite de leur gestion patrimoniale. Le précédent guide *Élaboration du descriptif détaillé des ouvrages de transport et de distribution d'eau*, paru en mai 2013, se concentrait sur la réglementation prévue par code général des collectivités territoriales, modifié par la loi du 12 juillet 2010. Ce deuxième volume est plus ambitieux. Il dresse un tableau concret des moyens et outils dont les collectivités peuvent se doter afin de mettre en place une gestion patrimoniale efficace et de pouvoir effectuer des diagnostics préalables essentiels à la définition des actions à engager.

Cet ensemble de guides est pensé et rédigé comme une référence technique de qualité, s'adressant à toutes les collectivités, quelles que soient leur taille et leur organisation, et ne concerne pas seulement les plus grands services.

La Direction de l'Eau et de la Biodiversité, poursuivant la dynamique impulsée par le plan d'action gouvernemental de juillet 2014 relatif à la reconquête et la gestion de la ressource en eau en quantité et en qualité, soutient pleinement la démarche de cet ouvrage, et invite toutes les collectivités à s'appuyer sur ces guides pour améliorer la qualité de leurs réseaux, indissociable de la qualité du service rendu à leurs usagers.

Je vous en souhaite une lecture enrichissante.

François Mitteau  
Directeur de l'eau et de la biodiversité



# Sommaire

Préface .....	1
<b>1 - Rappel des 2 premiers niveaux de gestion patrimoniale .....</b>	<b>4</b>
1.1 - Niveau 1 : niveau minimal de connaissance préalable à une gestion patrimoniale .....	5
1.2 - Niveau 2 : de la connaissance à la gestion patrimoniale .....	6
1.3 - Niveau 3 : quel positionnement ? .....	7
<b>2 - Adapter sa gestion patrimoniale aux objectifs locaux .....</b>	<b>8</b>
2.1 - Les objectifs de la gestion patrimoniale .....	9
2.2 - La nécessité d'une gestion sur l'ensemble des axes de performance .....	16
2.3 - L'enjeu d'une programmation conciliant les objectifs court terme et long terme .....	17
<b>3 - Les données utiles à la gestion patrimoniale .....</b>	<b>18</b>
3.1 - Les données relatives au système d'alimentation en eau .....	19
3.2 - Les données relatives aux canalisations .....	19
3.3 - Les données relatives aux branchements .....	21
3.4 - Les données relatives aux équipements du réseau .....	23
3.5 - Les données relatives aux défaillances .....	24
3.6 - Les données relatives aux coûts et aux données comptables .....	24
<b>4 - Le système d'information géographique eau potable :     socle de la gestion patrimoniale .....</b>	<b>27</b>
4.1 - Concept et objectif d'un SIG .....	27
4.2 - Principes et concepts généraux d'un SIG .....	28
4.3 - Les fonctionnalités « métier » indispensables du SIG eau potable .....	30
4.4 - Intérêt du SIG dans la gestion patrimoniale .....	31
4.5 - Interopérabilité entre services .....	32

<b>5 - Les méthodes et outils de gestion patrimoniale .....</b>	<b>33</b>
5.1 - Les diagnostics fonctionnels .....	33
5.2 - Les diagnostics structurels .....	35
5.3 - Les outils d'aide à la décision pour la programmation .....	37
<b>6 - Les bonnes pratiques de gestion d'un réseau .....</b>	<b>54</b>
6.1 - Le suivi de la qualité d'eau mise en distribution.....	54
6.2 - Maintenance et gestion du réseau : prolonger la durée de maintien en service .....	55
6.3 - Remblai, compactage et réfection de chaussée .....	58
6.4 - Qualité des travaux (charte eau potable).....	59
<b>7 - La gestion patrimoniale des autres ouvrages .....</b>	<b>60</b>
7.1 - Une démarche différente de celle applicable aux canalisations et à leurs équipements.....	60
7.2 - La structuration de l'information .....	60
7.3 - Les différentes fonctions des ouvrages .....	63
7.4 - Les données .....	64
7.5 - La collecte des données .....	65
<b>Annexes.....</b>	<b>66</b>
1 - Le système d'information géographique « métier » .....	67
2 - Sources et points de vigilance des données sur les canalisations .....	86
3 - Outils de gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable MOSARE et VISION (Veolia) .....	89
4 - SIROCO® .....	93
5 - Le logiciel PHARE® eau potable .....	96
6 - Casses, logiciel de prévision des casses des réseaux d'eau potable .....	100
7 - Retour d'expérience du SEDIF sur la gestion patrimoniale ouvrage .....	102
8 - De l'anticipation à l'action : gestion patrimoniale avancée des réseaux eau potable de la ville de Créteil .....	108
<b>Bibliographie .....</b>	<b>112</b>



# 1

## Rappel des 2 premiers niveaux de gestion patrimoniale

Les deux premiers niveaux de gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable : Niveau 1 (niveau minimal de connaissance préalable à une gestion patrimoniale) et Niveau 2 (de la connaissance à la gestion patrimoniale) ont fait l'objet d'un premier volume paru au printemps 2013, *Gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable – Élaboration du descriptif détaillé des ouvrages de transport et de distribution d'eau*, (Onema, Astee, AITF, Medde). Le lecteur y trouvera notamment un glossaire définissant les termes techniques utilisés dans ce document. **Le présent guide, qui constitue le volume II, relatif au Niveau 3 « Gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable : optimiser ses pratiques pour un service durable et performant »**, permet également de mettre à jour le Niveau 1 pour prendre en considération l'arrêté du 2 décembre 2013 modifiant l'arrêté du 2 mai 2007 relatif aux rapports annuels sur le prix et la qualité des services publics d'eau potable et d'assainissement, publié au *Journal officiel* le 19 décembre 2013, donc postérieurement au premier guide.

L'article L2224-7-1 du Code général des collectivités territoriales (CGCT) précise que le descriptif détaillé est établi avant la fin de l'année 2013 et que lorsque le taux de perte en eau du réseau s'avère supérieur à un taux fixé par décret selon les caractéristiques du service et de la ressource, les services publics de distribution d'eau établissent, avant la fin du second exercice suivant l'exercice pour lequel le dépassement a été constaté, un plan d'actions comprenant, s'il y a lieu, un projet de programme pluriannuel de travaux d'amélioration du réseau.

Toutefois, l'article 36 de la loi de finance rectificative publiée au Journal officiel du 29 décembre 2014 a modifié l'article L213-10-9 du Code de l'environnement en reportant d'un an le principe de doublement de la redevance. Ainsi, ce dernier précise que si le descriptif détaillé n'est pas établi au 31 décembre 2014 ou le plan d'action avant la fin du second exercice suivant l'exercice pour lequel le dépassement du seuil de rendement a été constaté, la collectivité verra sa redevance prélèvement doublée.

## 1.1 Niveau 1 : niveau minimal de connaissance préalable à une gestion patrimoniale

Le Niveau 1 de gestion patrimoniale permet de répondre aux éléments imposés par le Code général des collectivités territoriales (CGCT), issu du décret 2012-97 du 27 janvier 2012 relatif à « la définition d'un descriptif détaillé des réseaux des services publics de l'eau et de l'assainissement et d'un plan d'actions pour la réduction des pertes d'eau du réseau de distribution d'eau potable ».

Ainsi, pour atteindre ce premier niveau et donc être conforme à l'article D2224-5-1 du CGCT, chaque autorité organisatrice doit se doter d'un « descriptif détaillé des ouvrages de transport et de distribution d'eau potable », intégré au schéma de distribution d'eau potable, et composé :

- d'un **plan des réseaux** mentionnant la localisation des dispositifs généraux de mesures, l'arrêté du 2 décembre 2013 précisant que ce plan doit comporter également les ouvrages principaux du service de l'eau (ouvrage de captage, station de traitement, station de pompage, réservoir) ;
- d'un inventaire des réseaux où figurent :
  - les linéaires de canalisations,
  - l'année ou, à défaut, la période de pose,
  - la catégorie de l'ouvrage (« sensible » ou « non sensible ») au regard de l'article R554-2 du Code de l'environnement,
  - la précision des informations cartographiques définie en application du V de l'article R554-23 du Code de l'environnement (classe A, B ou C),
  - les informations disponibles sur les matériaux utilisés et les diamètres des canalisations (précisées par l'arrêté du 2 décembre 2013).

Ce descriptif détaillé doit être **mis à jour et complété annuellement**.

Il convient dorénavant de prendre en compte l'arrêté du 2 décembre 2013. Cet arrêté, plus contraignant que le décret, doit servir de base pour statuer sur le doublement éventuel de la redevance par les agences de l'eau. Il modifie les « indicateurs spécifiques au service public d'eau potable » et définit un « indice de connaissance et de gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable » pour lequel un minimum de 40 points sur un barème de 120 est nécessaire pour considérer que le service dispose du descriptif détaillé des ouvrages de transport et de distribution d'eau potable mentionné à l'article D2224-5-1 du CGCT.

Ainsi, alors que le décret demandait d'indiquer « les informations disponibles sur les matériaux utilisés et les diamètres des canalisations », l'arrêté oblige les collectivités à recenser les diamètres et matériaux d'une part et les périodes de pose d'autre part. La proportion du linéaire connue sur chacun des paramètres permet de totaliser un nombre de points devant être au minimum de 25 venant s'ajouter aux 15 premiers points pour atteindre le seuil des 40 points.

Tableau 1 : Nombre de points pour les informations générales et par tronçon selon l'arrêté du 2 décembre 2013 pour atteindre les seuils réglementaires

Informations générales						
Nombre de points						
Présence d'un plan des réseaux* de transport et de distribution	10					
Définition d'une procédure de mise à jour annuelle de ce plan	5					
Seuil n°1 nécessaire à l'obtention des points suivants	15 points sur les 15 disponibles					
Informations par tronçon						
Nombre de points						
	Si 50 % linéaire connu	Si 60 % linéaire connu	Si 70 % linéaire connu	Si 80 % linéaire connu	Si 90 % linéaire connu	Si 95 % linéaire connu
Inventaire mentionnant les matériaux ET diamètres**	10	11	12	13	14	15
Inventaire mentionnant les années de pose ou à défaut périodes de pose	10	11	12	13	14	15
Seuil n°2 nécessaire pour considérer effective la réalisation du descriptif détaillé	40 points sur les 45 disponibles					

\* Avec localisation des ouvrages principaux et des dispositifs généraux de mesure.

\*\* Linéaire, catégorie d'ouvrages et précision des informations cartographiques obligatoirement connus à 100%.

Ce Niveau 1 constitue le socle minimal de connaissance nécessaire à la mise en œuvre de la gestion patrimoniale.

Pour compléter cette connaissance, le guide suggère fortement, dès ce stade, d'aller un peu plus loin que les exigences réglementaires. Il recommande notamment de collecter un maximum d'informations (documents écrits ou mémoire humaine) et la localisation des éléments suivants :

- la ressource en eau ;
- les branchements ;
- les équipements particuliers (vannes, ventouses, appareils de régulation comme les réducteurs de pression, les surpresseurs, les interconnexions et les dispositifs généraux de mesures) ;
- les autres ouvrages (réservoirs, station de pompage, usine de production...).

## 1.2 Niveau 2 : de la connaissance à la gestion patrimoniale

Ce niveau de consolidation d'informations dépasse le cadre réglementaire et se rapproche des bonnes pratiques recommandées pour une gestion performante.

Outre tous les éléments du Niveau 1, le guide prescrit pour ce Niveau 2 de disposer de :

- plans détaillés permettant la localisation de tous les équipements : vannes, ventouses, vidanges, clapets anti-retour, organes de régulation (réducteurs de pression par exemple), poteaux et bouches incendie, points de comptage, détecteurs de fuites fixes... ;
- les caractéristiques principales des ouvrages : les volumes des réservoirs, les cotes radiers et de trop-plein des réservoirs, les débits et hauteurs manométriques totales des systèmes de pompage et de surpression... ;



- la localisation des canalisations hors service ;
- à défaut de meilleure précision la localisation de la conduite sous la chaussée (côté pair, impair, centre) ou sous trottoir (pair ou impair) ;
- la localisation des servitudes qui est une donnée essentielle à la planification des interventions sur le réseau. Elle permet, par exemple, d'intervenir en urgence sur un terrain privé sans avoir obtenu l'autorisation du propriétaire.

Dès ce niveau, il est également prescrit de gérer sur support informatique l'ensemble des plans afin d'en faciliter les modifications, mises à jour et reproductions.

Des synoptiques planimétrique et altimétrique des ouvrages sont également nécessaires à la bonne compréhension du fonctionnement du réseau et donc à son optimisation. Les interconnexions avec les réseaux voisins (existantes ou envisageables) doivent y être représentées.

Concernant les canalisations, il est nécessaire à ce stade de recenser diverses informations telles la fonction (adduction d'eau brute, adduction d'eau potable ou distribution d'eau), la profondeur, l'altimétrie du terrain naturel, le type de joints, la date et le motif de l'abandon...

Les données relatives aux branchements ne peuvent ici être occultées, car les branchements sont souvent le siège de nombreuses fuites. De plus ces données sont très utiles lors de la réparation d'une canalisation, afin d'anticiper l'impact des arrêts d'eau sur les abonnés. Toutes les caractéristiques décrites au Niveau 1 pour les canalisations sont également nécessaires pour chaque branchement.

Enfin, une attention toute particulière doit être apportée à la gestion et à l'archivage des données sur les défaillances afin de pouvoir mettre en œuvre des outils d'aide à la décision. Ces informations doivent être datées, localisées et doivent préciser le type de la défaillance, sa cause probable, la méthode de détection mise en œuvre... Pour être exploitées dans les modèles prédictifs de défaillances (cf. 5.3 - Les outils d'aide à la décision pour la programmation), ces informations doivent être conservées même si les canalisations ont été renouvelées au cours du temps.

La réparation de ces défaillances est également l'occasion de contrôler ou d'enrichir les données descriptives du patrimoine.

## 1.3 Niveau 3 : quel positionnement ?

C'est à l'autorité organisatrice responsable du service de mettre en place une gestion patrimoniale et d'en fixer les objectifs. Ainsi, la mise en place du Niveau 3 de gestion patrimoniale proposé dans ce guide ne relève pas d'obligations réglementaires mais repose sur l'ambition de chaque service d'optimiser la gestion de son patrimoine réseau dans des conditions financières de plus en plus contraintes.

Ce guide décrit l'ensemble des données complémentaires à acquérir en fonction des objectifs de gestion patrimoniale (qualité d'eau, continuité de service, préservation de l'environnement) et à structurer au sein d'un système d'information s'appuyant sur le déploiement d'un système d'information géographique (SIG) (cf. chapitres 2, 3 et 4). Il décrit également les méthodes et outils d'aide à la décision existants, les bonnes pratiques de gestion d'un réseau et aborde la gestion patrimoniale des autres ouvrages (cf. chapitres 5, 6 et 7). Il a l'ambition d'être, pour le lecteur, une boîte à outils abordant l'ensemble des facettes techniques de la gestion patrimoniale.

Ce guide vient en complément d'autres ouvrages déjà parus :

- *Gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable : Élaboration du descriptif détaillé des ouvrages de transport et de distribution d'eau*, Onema, Astee, AITF, Medde, 2013.
- *Guide pour l'élaboration d'un plan d'actions pour la réduction des pertes d'eau des réseaux de distribution d'eau potable*, Onema, Irstea, Astee, 2014.
- *Politiques d'investissement et gestion des immobilisations : cadre et bonnes pratiques - Une vision à la croisée des approches techniques, comptables et financières*, Onema, Astee, AITF, FNCCR, 2014.

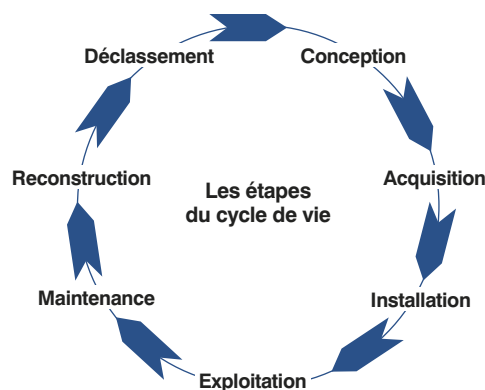
# 2

## Adapter sa gestion patrimoniale aux objectifs locaux

La gestion patrimoniale des services d'eau potable se définit comme le « processus permettant à un service public de l'eau d'orienter, de contrôler et d'optimiser la fourniture, la maintenance et la mise hors service des biens liés aux infrastructures, y compris les coûts nécessaires pour les performances spécifiées, au cours de leur cycle de vie (Onema, Astee, AITF, Medde, 2013) ».

La gestion patrimoniale couvre le large cycle de vie des biens depuis la phase initiale de conception, en passant par la fourniture, l'installation, le fonctionnement, l'exploitation, la maintenance et jusqu'à leur déclassement<sup>1</sup> (cf. figure 1).


Figure 1 : Étapes du cycle de vie d'un actif



À chaque étape de son cycle de vie, l'état du patrimoine doit être suivi afin d'évaluer s'il assure sa fonction dans l'atteinte du niveau de service.

La gestion patrimoniale d'un système d'alimentation en eau potable se traduit par une planification d'actions à entreprendre à court, moyen et long termes devant permettre d'atteindre et maintenir un niveau de performance du service d'eau, tout en considérant les contextes réglementaire et économique contraints. Cette gestion doit être structurée pour répondre aux attentes des usagers du service avec un niveau de risque environnemental et social maîtrisé, tout en garantissant un prix de l'eau acceptable.

1. Déclassement : Couvre également les canalisations laissées en terre.



La politique de gestion patrimoniale ne peut donc pas être uniforme. Elle doit être définie en fonction du contexte local et en permanence s'adapter :

- à la réglementation ;
- aux besoins et aux attentes des usagers ;
- à la disponibilité des ressources en eau ;
- au contexte budgétaire et financier, y compris l'accès aux emprunts et subventions ;
- aux conventions et contrats de délégation le cas échéant ;
- aux conséquences socio-économiques prévisibles pour l'avenir.

## 2.1 Les objectifs de la gestion patrimoniale

La performance d'un réseau d'eau potable s'apprécie selon trois axes :

- le maintien d'une qualité d'eau distribuée conforme à la réglementation et répondant aux attentes des usagers ;
- la distribution en continu, en quantité et en pression ;
- la maîtrise des impacts sur l'environnement (naturel, urbain, socio-économique...).

Au-delà de la performance, la gestion patrimoniale doit s'assurer de l'équilibre financier du service. Il est donc essentiel de connaître et de prendre en compte les coûts de chacune des solutions envisagées, ainsi que les bénéfices qu'elles apportent sur la performance du service.

Dans le pilotage de la gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable, la définition et le choix d'indicateurs sont essentiels pour évaluer et suivre le niveau de performance du service.

Tous les ans, chaque service d'eau et d'assainissement rend compte aux usagers du prix et de la qualité du service rendu pour l'année écoulée dans le Rapport sur le Prix et la Qualité du Service (RPQS). Ce rapport réglementaire inclut des indicateurs de performance définis dans le Code général des collectivités territoriales (CGCT) avec le décret n° 2007-675 du 2 mai 2007 modifié par l'arrêté du 2 décembre 2013 (annexes 5 et 6 du CGCT mentionnées dans l'article D2224-1). Ces indicateurs avec des formules de calcul homogénéisées permettent aux autorités organisatrices de suivre la progression d'une année sur l'autre de leur niveau de service. Par ailleurs, chaque collectivité peut se comparer à d'autres services en accédant à la base de données de l'ensemble des services constituée par l'observatoire des services publics de l'eau potable et de l'assainissement ([www.services.eaufrance.fr](http://www.services.eaufrance.fr)).

Au-delà de ces indicateurs réglementaires, il est recommandé d'ajouter des indicateurs de performance adaptés au contexte et aux objectifs prioritaires du service :

- indicateurs financiers ;
- indicateurs techniques adaptés aux risques locaux : précision géographique (taux de défaillance dans les zones de carrière, taux de défaillance pour les usagers sensibles...), précision temporelle (indice linéaire de volumes non comptés pendant les périodes de restriction d'eau...), fréquence de contrôle renforcé (autosurveillance de la conformité bactériologique et physico-chimique de l'eau)... ;
- indicateurs de suivi des conventions et contrats de délégation.

La partie suivante détaille, pour chaque axe de gestion patrimoniale d'un réseau d'eau potable, des indicateurs de suivi de la performance et les actions à mener pour l'améliorer. Les données à collecter sont présentées au chapitre « Les données utiles à la gestion patrimoniale », page 18.

## 2.1.1 La qualité de l'eau

La fonction première du système d'alimentation en eau potable est de délivrer une eau potable au robinet de chaque consommateur. Les exigences à respecter sur la qualité des eaux destinées à la consommation humaine sont fixées au niveau européen par la Directive 98/83/CE et transposées en droit français dans le code de la santé publique aux articles R1321-1 et suivants. Des limites et des références de qualité doivent être respectées pour un certain nombre de substances physico-chimiques et de caractéristiques microbiologiques (arrêté du 11 janvier 2007).

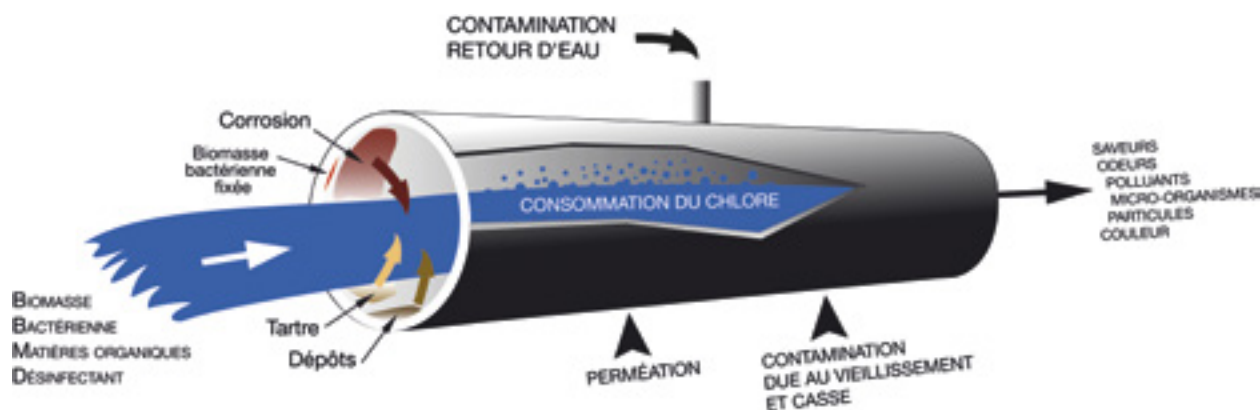
À ces obligations réglementaires s'ajoute la prise en considération du confort des usagers. Afin de limiter les désagréments liés à certains paramètres physico-chimiques, le service d'eau se fixe parfois des seuils plus exigeants que les limites et références de qualité. Par exemple, la présence de fer, même en dessous des seuils réglementaires peut provoquer des désagréments pour les usagers du service.

Les éléments constitutifs des réseaux peuvent contribuer à la dégradation de la qualité de l'eau distribuée par :

- des interactions entre les matériaux constitutifs du réseau et l'eau (relargage, mise en suspension de particules de corrosion...);
- des entrées de contaminants externes dans le réseau par intrusion ponctuelle et locale ou par perméation à travers les matériaux;
- des détachements de biofilms formés sur les parois des canalisations.

Le réseau peut être vu comme un véritable réacteur où l'eau et son contenant sont le siège d'interactions physico-chimiques et biologiques (Figure 2). Après son transit dans le réseau de distribution, l'eau délivrée au robinet peut ainsi avoir une qualité sensiblement différente de celle issue de l'usine de production.

Figure 2 : Le réseau réacteur d'après Levi, 1995



### Les indicateurs de la qualité d'eau

Le RPQS comprend deux indicateurs sur la qualité d'eau :

- IP101.1 : taux de conformité des prélèvements sur les eaux distribuées au titre du contrôle sanitaire par rapport aux limites de qualité pour ce qui concerne la microbiologie ;
- IP102.1 : taux de conformité des prélèvements sur les eaux distribuées au titre du contrôle sanitaire par rapport aux limites de qualité pour ce qui concerne la physico-chimie.

En fonction du contexte local, les exploitants des services doivent réaliser un programme de contrôle complémentaire à celui des Agences Régionales de Santé (ARS). La notion d'autocontrôle est spécifiée à l'article R1321-23 du Code de la santé publique qui prévoit que « la personne publique ou privée responsable de

la distribution d'eau est tenue de surveiller en permanence la qualité des eaux destinées à la consommation humaine ». Il est également souvent plus intéressant d'utiliser des indicateurs basés sur les références de qualité plutôt que sur les seules limites réglementaires.

Certaines dégradations de la qualité d'eau peuvent être détectées par les consommateurs : coloration de l'eau, augmentation de la turbidité, changement de goût ou d'odeur... À l'image de défaillances physiques des canalisations, le nombre et la localisation des plaintes des consommateurs concernant la qualité d'eau, à condition de bien préciser leur motif, renseignent le service de l'eau sur les causes de dégradation potentielles.

### Actions d'amélioration de la qualité eau

Une gestion du patrimoine axée sur le maintien de la qualité d'eau débute dès la conception du réseau en choisissant les matériaux et les dispositifs de protection adaptés au contexte du service et en s'assurant, par un dimensionnement et un maillage adéquat, de temps de séjour et de vitesses d'écoulement acceptables (entre 0,5 et 2 m/s - cf. norme NF EN805 annexe A11).

En fonction de l'identification des causes de dégradation de la qualité d'eau, les actions correctives suivantes pourront, par exemple, être mises en place (cf. tableau 2) :

Tableau 2 : Actions correctives suivant les causes de dégradation de la qualité d'eau

Mécanismes de dégradation	Causes	Actions
<b>Intrusion</b>	Réservoir contaminé par source externe	Reprise de la couverture, des défauts d'étanchéité, de la protection des entrées d'air et des trop-pleins.
	Intrusion liée à une fuite sur le réseau	Recherche de fuites et réparation.
	Intrusion liée à une réparation ou à un renouvellement	Bonnes pratiques de nettoyage et de désinfection après intervention.
	Intrusion de polluant au niveau d'une ventouse	Reprise de l'orifice de ventilation et du système d'évacuation d'eau en partie basse des regards ou chambres.
	Intrusion de polluant au niveau d'une vidange	Reprise du dispositif d'évacuation des eaux.
<b>Retours d'eau</b>	Retours d'eau liés à une intervention sur le réseau	- Diagnostic hydraulique de l'arrêt des pompes et ajout de dispositif de protection contre le régime transitoire (coup de bélier). - Réduction des dépressions par la mise en place de bonnes pratiques sur l'actionnement des vannes et des hydrants.
	Retours d'eau depuis réseau intérieur	Vérification ou mise en place de dispositifs anti-retour d'eau avec une priorité sur les branchements à risque (industriels, réseaux intérieurs pluviaux).
<b>Formation de biofilm</b>	Réservoir consommant les désinfectants	- Limitation de l'éclairage naturel. - Nettoyage et désinfection du réservoir. - Reprise du dimensionnement, de la forme du réservoir pour un brassage suffisant de l'eau.
	Détachement du biofilm des canalisations	- Maîtrise de la qualité d'eau introduite (matière organique, désinfectant...). - Maillage ou démaillage du réseau pour maîtriser les temps de séjour et vitesse de l'eau. - Nettoyage des canalisations.
	Insuffisance du résiduel de chlore	Ajustement de la chloration ou ajout de postes de rechloration intermédiaires.

Mécanismes de dégradation	Causes	Actions
<b>Interaction eau-matériau importante</b>	Eaux colorées et turbidité liées à une corrosion interne	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en place d'un programme de purge de réseau, qui traitera les conséquences, mais ne résoudra pas les causes.</li> <li>- Ajustement des paramètres de qualité d'eau mise en distribution pour limiter l'interaction.</li> <li>- Maillage ou démaillage du réseau pour maîtriser les temps de séjour et vitesse de l'eau.</li> <li>- Nettoyage et désinfection des canalisations et ouvrages.</li> <li>- Rénovation des ouvrages, canalisations et branchements.</li> <li>- Remplacement des canalisations, branchements et ouvrages avec un matériau adéquat.</li> </ul>
	Relargage de composants chimiques par les matériaux ou revêtements	
	Eau blanche et augmentation du pH par dégradation des ciments	
<b>Perméation</b>	Diffusion de contaminants dans les canalisations en plastique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyse des sols environnants.</li> <li>- Renouvellement des canalisations et branchements par un matériau adéquat.</li> </ul>

Pour aller plus loin dans la définition du plan d'actions d'un réseau d'eau potable sur l'axe qualité d'eau, l'Astee a édité en 2008 et 2010 deux guides sur la « Maîtrise de la qualité d'eau dans les réseaux de distribution » (tome 1, Astee, 2008 et tome 2, Astee, 2010).

## 2.1.2 La continuité de service

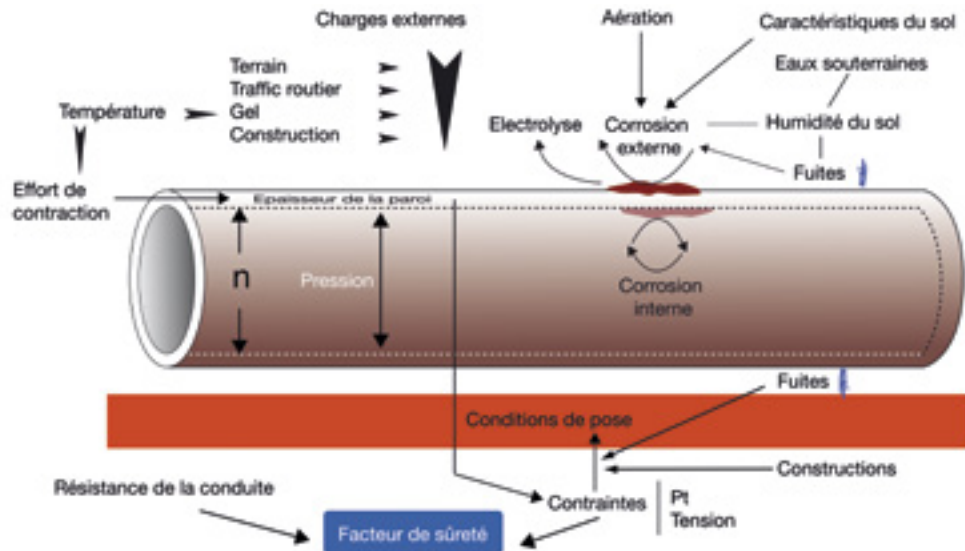
Le système de distribution d'eau potable doit permettre d'assurer à tout moment la desserte de l'ensemble des abonnés à une pression et en quantité satisfaisante. La continuité de service est interrompue lors de la survenue de défaillances ou d'interventions sur les canalisations, branchements, ou autres ouvrages. La nature programmée ou non de l'intervention conditionne son acceptabilité par les usagers.

Ces défaillances sont localisées sur les canalisations ou au niveau des joints et des raccords entre pièces de réseau.

Les facteurs de défaillance des canalisations et branchements sont nombreux et complexes (exemple : cf. figure 3) :

- vieillissement des matériaux constitutifs des canalisations et des branchements ;
- contraintes mécaniques liées à la pression, aux charges externes et aux conditions de pose, mais également aux phénomènes climatiques tels que le gel-dégel ;
- mouvements de sol : glissement de terrains, tassements, effondrements, gonflement-retrait, disparition de fines ;
- dégradation externe liée à l'action de tiers sur les canalisations ;
- corrosion interne des matériaux métalliques corrélée à la qualité d'eau, aux phénomènes d'érosion et d'abrasion ;
- corrosion externe des matériaux métalliques selon les caractéristiques du sol, la présence de nappes d'eau, les corrosions bactériennes ou encore par courants vagabonds ;
- dégradation chimique et fluage (dégradation dans le temps des caractéristiques mécaniques des canalisations) des canalisations plastiques ;
- dégradation chimique des canalisations, par exemple des canalisations en béton dégradées par les sels de déneigement.

Figure 3 : Facteurs de défaillance d'une canalisation métallique  
(tirée de Blindu, 2004; adaptée de O'Day et al. 1989)



Les défaillances sur les canalisations et les ouvrages peuvent être la source de dommages importants sur les biens et les personnes, suite par exemple à des glissements de terrain, des inondations de caves, des effondrements de voirie et ponts ou des dommages sur les réseaux électriques. Les plans d'actions de maintien et d'amélioration de la continuité de service peuvent intégrer une analyse des conséquences associées aux défaillances afin de maîtriser les risques pour les usagers et les infrastructures.

### Les indicateurs de la continuité de service

Le RPQS comprend un indicateur réglementaire sur la continuité du service : IP151.1 taux d'occurrence des interruptions de service non programmées. Il est exprimé en nombre d'interruptions de service pour 1 000 abonnés par an.

L'indicateur technique généralement utilisé est le taux de défaillance des canalisations, c'est-à-dire le nombre de casses par kilomètre de canalisation et éventuellement par an. Le taux de défaillance, en nombre de fuites sur 1 000 branchements par an est également utilisé.

Afin de limiter les risques pour les usagers et les infrastructures, d'autres indicateurs peuvent être fixés selon le contexte local : taux de défaillance dans les zones de carrière, taux de défaillance sur les canalisations de grands diamètres...

### Actions d'amélioration de la continuité de service

Une gestion patrimoniale axée sur la continuité du service débute dès la conception du réseau, par le choix de canalisations adaptées à l'environnement, aux conditions d'exploitation et à la qualité d'eau.

Afin d'améliorer la continuité du service, le plan d'actions comprend :

- le diagnostic des facteurs de dégradation du patrimoine et le suivi des défaillances ;
- la mise en place de mesures de protection contre les facteurs de défaillance :
  - mise en place de protection cathodique sur les canalisations métalliques et béton âme tôle,
  - adaptation de la qualité d'eau (pouvoir entartrant, concentration et type de désinfectant utilisé...),
  - gestion de la pression par régulation ou modulation.
- l'optimisation des renouvellements des canalisations présentant une probabilité de défaillance élevée et des conséquences potentielles graves à la survenue d'une défaillance. Ainsi, les canalisations à renouveler en priorité seront par exemple celles qui, en cas de rupture, priveraient d'eau des abonnés

sensibles et/ou durablement un nombre important d'habitants (cf. 5.3.3.1 – Les critères inhérents au réseau et à sa performance).

- la minimisation des conséquences d'une défaillance :
  - par l'augmentation du maillage du réseau, voire en doublant les canalisations stratégiques. Cette action peut avoir un impact négatif sur l'axe qualité de l'eau en augmentant les temps de séjour,
  - par la mise en place d'un plan de maintenance des vannes, afin de disposer d'une manière certaine d'équipements de sectorisation fiables,
  - par la mise en place d'organes de surveillance (capteurs) ou de protection (vannes de surverse, soupapes de décharge...).

Ainsi, une gestion patrimoniale axée principalement sur la continuité de service tendra à mettre en place un niveau élevé de sécurisation de son réseau.

Dans le cadre des évolutions actuelles des périmètres des territoires des services d'eau potable avec les lois NOTRe<sup>2</sup>, et MAPTAM<sup>3</sup> et les résultats des schémas départementaux d'alimentation en eau potable, le fonctionnement et la sécurisation des réseaux doivent être envisagés à cette nouvelle échelle intercommunale. Ainsi la sécurisation du réseau passe également par la mutualisation des capacités de production et les augmentations des possibilités de transfert d'eau entre services.

### 2.1.3 L'impact sur l'environnement au sens large

Une bonne gestion d'un système de distribution d'eau potable doit limiter les impacts sur l'environnement :

- **Préservation des ressources en eau.** Les défaillances sur le réseau génèrent des pertes en eau qui représentent un volume supplémentaire prélevé sur la ressource.
- **Minimisation des consommations en réactifs et des consommations énergétiques.** Les pertes en eau sont des volumes traités et pompés supplémentaires, qui engendrent des coûts pour la gestion du service.
- **Gestion des risques.** Les défaillances d'un réseau peuvent générer des risques sur la sécurité des personnes et des biens (détérioration des voiries, inondations, tenue des bâtiments...).
- **Diminution de la gêne aux usagers et aux tiers.** Les défaillances de réseau impactent le niveau de service avec la discontinuité de la distribution et les baisses de pression. De plus les actions d'entretien et de maintenance du réseau peuvent perturber son environnement (trafic routier, accès aux commerces...). Ces perturbations sont plus faciles à gérer lorsqu'elles résultent d'actions planifiées.

#### **Les indicateurs de l'impact sur l'environnement**

Le RPQS comprend trois indicateurs réglementaires concernant les pertes en eau :

- IP104.3 : Rendement du réseau de distribution ;
- IP105.3 : Indice linéaire des volumes non comptés ;
- IP106.3 : Indice linéaire de pertes en réseau.


D'autre part, les articles D213-48-14-1 et D213-74-1 du Code de l'environnement fixent les seuils de rendement du réseau de distribution à respecter (Guide Niveaux 1 et 2).

Il est difficile de comparer les réseaux d'eau potable de différents services à partir de ces indicateurs, car ils ne prennent pas en compte tous les paramètres expliquant le volume de pertes en eau sur les réseaux tels que : la pression du réseau, l'âge et les matériaux des canalisations, la densité des branchements et le volume des pertes commerciales ou apparentes. D'autre part, l'indicateur de rendement doit être analysé en fonction de la variation de la consommation, car à niveau de pertes égal, lorsque la consommation baisse, la valeur du rendement diminue.

2. LOI n° 2015-991 du 7 août 2015 portant nouvelle organisation territoriale de la République.

3. LOI n° 2014-58 du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles.





Pour pallier l'influence du caractère urbain ou rural du réseau, le guide « Plan d'actions pour la réduction des pertes d'eau des réseaux de distribution d'eau potable » (Onema Irstea Astee, 2014) préconise également l'évaluation des indicateurs se référant au nombre d'abonnés :

- l'Indice des Volumes Non Comptés par Abonné (IVNCA) ;
- l'Indice des Pertes par Abonnés (IPA).

Ces deux indicateurs ne font intervenir que des données prévues dans le cadre du RPQS.

D'autres indicateurs sont couramment suivis au quotidien à l'échelle du secteur hydraulique comme le volume mis en distribution par secteur et le débit de nuit ou le débit minimum.

Le suivi de l'évolution de l'ensemble de ces indicateurs au cours du temps rend compte de la performance du réseau en termes de pertes en eau.

Concernant la mesure de la gêne aux usagers, le RPQS comprend un indicateur IP155.1 sur le taux de réclamations (nombre de réclamations écrites pour 1 000 abonnés). Les réclamations prises en compte, hors réclamations sur le prix, concernent le goût, les fuites avant compteur, la lisibilité des factures, la qualité de la relation clientèle... Cet indicateur témoigne d'un niveau de satisfaction des abonnés.

Pour un retour plus précis sur la satisfaction des usagers, il est recommandé de répertorier l'ensemble des plaintes clients écrites ou téléphoniques avec le motif de plainte correspondant. Un panel d'usagers donnant leur avis sur le service peut également être associé à la démarche.

### **Actions de réduction des impacts sur l'environnement**

Pour limiter les impacts sur l'environnement, il convient de mettre en œuvre les actions de prévention des défaillances présentées (cf. 2.1.2 - La continuité de service) en les concentrant sur les zones identifiées comme vulnérables (voies à fort trafic, zones urbaines aménagées...).

En complément, une évaluation de la vulnérabilité environnementale et sociale à une dégradation de la performance du service doit être menée et intégrée dans les plans de gestion de crise du service : par exemple l'évaluation de la disponibilité des ressources, la sensibilité des usagers du service à un arrêt d'eau ou à une dégradation de la qualité d'eau, la gêne occasionnée par un arrêt d'un axe stratégique de circulation. Des mesures préventives pour réduire les conséquences négatives de la baisse de la performance du service de distribution d'eau peuvent ainsi être mises en place afin de limiter les dommages aux personnes, aux biens et aux activités. À titre d'exemple, face à une ressource rare, les possibilités d'interconnexions peuvent être étudiées ; pour limiter les conséquences d'un arrêt d'eau, la mise en place d'un stockage de l'eau dans les établissements de soins est préconisée afin d'assurer la sécurisation et la régulation de l'approvisionnement (ANSES, 2015).

Une gestion patrimoniale axée sur la limitation des pertes en eau sur le réseau consiste à :

- diagnostiquer les sources de pertes en eau : suivi des volumes mis en distribution à travers un bilan hydraulique ;
- mettre en place des actions d'exploitation telles que la sectorisation, la recherche systématique ou ciblée et la réparation des fuites ou la régulation/modulation de pression ;
- optimiser le remplacement ou la rénovation des canalisations et branchements sur les secteurs les plus fuyards.

#### **Actions de maîtrise et/ou réduction des pertes d'eau**

Les actions à mettre en œuvre dans le cadre d'une politique de réduction des volumes perdus sur les réseaux d'eau potable sont détaillées dans le guide intitulé Réduction des pertes d'eau des réseaux de distribution d'eau potable. *Guide pour l'élaboration du plan d'actions* (Onema, Irstea, Astee, 2014).

Voir également :

- le guide de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne : *Connaissance et Maîtrise des pertes dans les réseaux d'eau potable* (Agence de l'eau Adour-Garonne, 2005) ;
- le guide produit par l'Onema et Irstea : *Réduction des fuites dans les réseaux d'alimentation en eau potable (Systèmes d'indicateurs et méthodologies pour la définition, la conduite et l'évaluation des politiques de lutte contre les fuites dans les réseaux d'eau potable)*, Onema, Irstea, 2012.

## 2.1.4 L'équilibre financier du service

L'autorité organisatrice doit trouver le juste équilibre entre les besoins financiers nécessaires à une gestion patrimoniale adaptée aux objectifs de performance du service et le prix de l'eau :

- la gestion du patrimoine nécessite des dépenses de fonctionnement et d'investissement conséquentes pour le maintien du niveau de service. Le patrimoine constitué au cours du temps a atteint une très grande valeur dont il faut assurer la pérennité ;
- la politique tarifaire est un objet de débat sensible pour la population. Les enjeux d'adéquation aux ressources financières des usagers sont une composante majeure de l'acceptabilité collective du service.

Pour le financement des investissements, les services d'eau potable ont une obligation légale dans leur gestion budgétaire et comptable d'amortir les biens acquis. L'amortissement est la constatation comptable d'un amoindrissement de la valeur d'un élément d'actif. L'autofinancement dégagé par l'amortissement n'est pas obligatoirement affecté au renouvellement du bien amorti. Sa finalité est néanmoins de contribuer au financement des investissements de renouvellement.


L'amortissement est déterminé par le coût de l'investissement, hors subvention, au moment de sa réalisation, il n'est pas actualisé et est donc soumis à l'érosion monétaire. Pour des biens, tels que les canalisations, dont la durée de service est longue, il n'est généralement pas suffisant pour couvrir le financement du renouvellement. Le complément de financement doit être mis en place par l'autorité organisatrice *via* sa politique financière prenant en compte l'autofinancement complémentaire, les subventions éventuelles et *in fine* le recours aux emprunts.

Il est important de veiller, qu'à long terme, l'évolution de la tarification permette à la collectivité de dégager les ressources financières suffisantes au renouvellement et aux nouveaux investissements au regard de son niveau d'endettement et des objectifs qu'elle se fixe. Cet exercice doit prendre en compte la variabilité interannuelle des besoins en financement dans un contexte où la thésaurisation est limitée par des contraintes propres aux services publics. Cette question doit également intégrer les difficultés que vont rencontrer certaines collectivités caractérisées par un habitat dispersé et des réseaux très étendus (*Gestion des immobilisations*, Astee, Onema, AITF, FNCCR, juillet 2014).

## 2.2 La nécessité d'une gestion sur l'ensemble des axes de performance

Les démarches de gestion patrimoniale privilégiant un seul axe de performance peuvent conduire à des orientations d'exploitation et d'investissement potentiellement dommageables vis-à-vis des autres axes. À titre d'exemple :

- pour l'amélioration de la continuité du service, certaines actions de sécurisation comme le maillage du réseau peuvent mener à des augmentations du temps de séjour de l'eau dans certaines portions et ainsi nuire potentiellement à la qualité de l'eau distribuée ;
- les actions liées à la lutte contre les pertes d'eau pour réduire l'impact sur l'environnement peuvent avoir une incidence sur les temps de séjour et donc sur la qualité de l'eau ;
- la mise en place de purges pour maîtriser la qualité d'eau présente un avantage économique à court terme par rapport à une politique d'investissement, mais induit des consommations en eau supplémentaires et d'éventuels traitements inutiles qui aggravent l'impact sur l'environnement et le coût du service.



Prises une à une, les démarches techniques de gestion et d'optimisation sur chacun des axes de performance supposent une maîtrise et une bonne connaissance des réseaux au niveau local. La gestion simultanée des trois axes de performance rend la gestion encore plus complexe mais peut offrir de très nombreuses possibilités d'optimisation technico-économiques entre investissements et exploitation à la fois sur le court et sur le long terme.

Cela suppose cependant que les objectifs de service soient clairement définis et que des priorités à accorder à chacun des trois axes de performance soient fixées. Une ventilation différente de ces priorités peut conduire à des résultats différents en termes de stratégie de remplacement et de rénovation des réseaux, d'exploitation et de gestion des risques.

## 2.3 L'enjeu d'une programmation conciliant les objectifs court terme et long terme

Bien que les actions d'exploitation telles que les purges, les nettoyages de canalisations, la gestion de pressions ou la recherche de fuites puissent permettre d'améliorer la performance du réseau à court ou moyen terme, elles ne peuvent pas compenser indéfiniment le vieillissement des réseaux. Seul le remplacement ou la rénovation du patrimoine avec un choix des matériaux, un dimensionnement et des conditions de mise en œuvre adaptés au contexte local peuvent permettre une performance technique satisfaisante des réseaux à long terme.

Il est important également de souligner l'impact d'éléments externes sur la gestion patrimoniale. Ainsi, le contexte réglementaire peut conduire à orienter les choix de renouvellement : le remplacement des branchements en plomb a pesé lourdement sur les capacités de financement des services d'eau, limitant d'autant le renouvellement de certaines conduites vétustes. La problématique du Chlorure de Vinyle Monomère (CVM) pourrait également peser, à l'image du plomb, sur le programme de renouvellement des canalisations d'eau.

Venant s'ajouter aux éléments externes, la programmation des renouvellements est effectuée dans un contexte très contraint par les programmes d'aménagement urbain, les travaux menés sur d'autres réseaux gérés par des tiers ou encore les opérations de voirie :

- les renouvellements et déplacements de canalisations nécessaires dans le cadre d'opérations de voirie lourdes, peuvent être, dans certains cas, à la charge des services d'eau ;
- le règlement de voirie de chaque commune fixe souvent une durée minimale en dessous de laquelle aucune ouverture de tranchée ne peut être autorisée dans une chaussée ou un trottoir dont le revêtement a été refait à neuf. En cas de défaillance de canalisations, seules des réparations sont alors autorisées, aucun renouvellement ne pouvant être programmé dans la période précisée. De même, dans certains cas (communes touristiques ou de montagne) les règlements de service définissent des plages annuelles d'intervention sur la voirie pour les travaux programmés.

Afin d'optimiser l'efficacité des renouvellements, il est nécessaire de prendre en compte ces opportunités et contraintes à court terme, mais également d'établir une programmation des renouvellements orientée sur la gestion des risques à long terme.

# 3

## Les données utiles à la gestion patrimoniale

Cette partie liste les données utiles à la gestion patrimoniale, tout d'abord les données patrimoniales, fonctionnelles et contextuelles par type de bien (système d'alimentation, canalisations, branchements, équipements) puis les données de défaillance et enfin les données de coûts et les données comptables.

Des tableaux synthétisent l'utilisation de chaque donnée comme facteur de dégradation du patrimoine ou comme facteur d'impact sur un axe de performance du service.

Un **facteur de dégradation** peut être tout élément, intrinsèque ou extrinsèque au bien, qui peut contribuer ou conditionner sa dégradation. Un processus de dégradation résulte le plus souvent de la combinaison de plusieurs facteurs indissociables (par exemple, la corrosivité du sol et le type de matériau). Ces facteurs de dégradation sont utilisés dans les outils de modélisation des défaillances décrits au chapitre 5 - les méthodes et outils de gestion patrimoniale.

Un **impact** est une conséquence de la dégradation de la performance du réseau.

Un **facteur d'impact** est un élément de contexte qui influence l'importance des conséquences. Par exemple, une casse de canalisation va entraîner une interruption de la desserte en eau sur une partie du réseau. Cet impact est plus ou moins important en fonction de différents facteurs tels que l'emplacement et le rôle de la canalisation défaillante dans la chaîne de distribution d'eau potable et le nombre d'abonnés qu'elle dessert (cf. figure 4).

Figure 4 : Illustration d'un facteur d'impact (source G2C)



Casse d'une canalisation de forte criticité impactant une grande partie du réseau



Casse d'une canalisation de faible criticité impactant peu le réseau

### 3.1 Les données relatives au système d'alimentation en eau

Les données utiles à la gestion patrimoniale sur le système d'alimentation en eau sont :

- la description de la ressource en eau mobilisée : présence ou non d'une zone de répartition des eaux, nécessaire au calcul du seuil de rendement imposé par les articles D213-48-14-1 et D213-74-1 du Code de l'environnement. De plus, pour une analyse de vulnérabilité du système, les informations suivantes sur la ressource sont importantes : origine de la ressource mobilisée (captage, masse d'eau, forage, eau de surface, interconnexions), capacité, niveau de vulnérabilité, traitement appliqué ;
- l'établissement d'un bilan hydraulique du réseau pour connaître la répartition du volume mis en distribution sur le réseau : suivi des volumes produits, des volumes consommés autorisés, des pertes apparentes et des fuites sur le transport d'eau brute, afin d'estimer les pertes physiques liées aux fuites sur le réseau ;
- les données relatives aux interconnexions : localisation, débits et durée de mobilisation.

### 3.2 Les données relatives aux canalisations

Outre la catégorie de l'ouvrage et la précision des informations cartographiques, obligatoires au Niveau 1, les informations sur les canalisations sont saisies dans un SIG à l'échelle des tronçons (cf. définition au paragraphe 6.3.2.1).

Tableau 3 : Liste des données à collecter sur les canalisations

Donnée	Facteur de dégradation	Facteur d'impact		
		Qualité de l'eau	Continuité du service	Environnement
<b>Donnée patrimoniale*</b>				
Matériau	X	X		
Diamètre	X		X	X
Longueur				
Date de pose	X			
Profondeur	X		X	X
Type de joint	X			
Classe de pression	X			
Date de mise hors service				
Motif de mise hors service				
Nombre de branchements	X		X	X
Marque tuyau	X			
Revêtement ou protection interne	X	X		
Revêtement ou protection externe	X			

Donnée	Facteur de dégradation	Facteur d'impact		
		Qualité de l'eau	Continuité du service	Environnement
Présence de dépôt	X	X		
Présence de corrosion	X	X		

#### Donnée fonctionnelle\*

Fonction			X	X
Pression	X		X	X
Vitesse	X			
Temps de séjour	X			
Secteur de distribution				X
Qualité eau	X			
Température eau	X			
Type de désinfectant	X			
Concentration en désinfectant	X			

#### Donnée contextuelle\*

Emplacement	X		X	X
Lit de pose	X			
Trafic	X			X
Autres réseaux	X		X	
Environnement électrique	X			
Protection cathodique	X			
Entreprise de pose	X			
Entreprise MOE	X			
Technique de pose	X			
Qualité du remblai	X			
Présence de nappe	X	X		
Sol pollué	X			
Demande en eau		X	X	
Clients sensibles		X	X	
Zones stratégiques		X	X	X
Zone particulière (balnes, karsts, mines...)	X			X

\* Ne couvre pas les données sur les autres ouvrages.

Niveau 1 (données réglementairement obligatoires)
Niveau 2
Niveau 3

Niveaux 1, 2, 3 : voir chapitre 1.

En complément de ces données, la catégorie de l'ouvrage et la précision des informations cartographiques, doivent être précisées dans le descriptif détaillé (cf. Niveau 1 du guide gestion patrimoniale).

### 3.3 Les données relatives aux branchements

Les branchements constituent une part importante du patrimoine des services publics d'eau potable, en particulier en zone urbaine en raison de leur densité. Ils ont aussi une grande importance en termes de qualité d'eau (température, métaux lourds...) et de pertes en eau (ils sont à l'origine d'une part importante des fuites). Il est important de prendre en compte l'ensemble des branchements (particuliers, poteaux incendie...) et de garder la trace de leur mise hors service.

La mise à jour de toutes les données sur les branchements dans le SIG permet :

- d'établir une cartographie géo-localisée répondant aux objectifs de la réforme « construire sans détruire » (en particulier si les branchements sont géo-localisés en classe A) ;
- de décrire précisément la position des usagers, voire de leurs compteurs, ce qui rend plus facile leur relevé et le contrôle des fichiers clients ;
- d'affecter plus précisément les consommations des usagers, dans les modèles hydrauliques, ce qui les rend plus précis et plus pertinents ;
- d'affecter les consommations aux secteurs, ce qui permet d'évaluer leur contribution aux débits de nuit ;
- de développer des modèles de vieillissement des branchements et des plans optimisés de renouvellement.

Dans les zones urbaines denses, les branchements représentent une part importante des sources de fuites, en nombre comme en volume ; il est impossible d'atteindre un excellent niveau de performance sans une bonne politique d'exploitation et de gestion patrimoniale de cette partie du réseau.

Pour définir et appliquer ces politiques d'exploitation et de gestion patrimoniale, il est utile de disposer des informations suivantes pour chaque branchement (cf. tableau 4) :

Tableau 4 : Liste des données à collecter sur les branchements

Donnée	Facteur de dégradation	Facteur d'impact		
		Qualité de l'eau	Continuité du service	Environnement
<b>Donnée patrimoniale*</b>				
Matériau	X			
Diamètre	X			
Longueur				
Date de pose	X			
Date des contrôles ou diagnostics réalisés				
Épaisseur du matériau	X			

\* Ne couvre pas les données sur les autres ouvrages.

Donnée	Facteur de dégradation	Facteur d'impact		
		Qualité de l'eau	Continuité du service	Environnement

**Donnée fonctionnelle\***

Identifiant du tronçon auquel il est attaché	Cet identifiant permet de faire le lien, dans le SIG, entre les incidents et la canalisation			
Typologie de l'abonné	X	X		X
Présence de vanne de fermeture de branchement	X	X	X	X

**Donnée contextuelle\***

Emplacement compteur				X
Identifiant du point de livraison (points de fourniture) et éventuellement les références clients	Cet identifiant, unique, permet de récupérer les données des clients dans la base usagers. En effet un branchement peut potentiellement desservir plusieurs usagers.			
Adresse				X
Présence de télé-relevé				X
Présence dispositif de protection sanitaire en aval (disconnecteur...)	X			
Type de prise en charge	X			
Type de branchement (déporté, en nourrice...)	X			

\* Ne couvre pas les données sur les autres ouvrages.

Niveau 2
Niveau 3

Niveaux 2, 3 : voir chapitre 1.



## 3.4 Les données relatives aux équipements du réseau

Les équipements du réseau constituent, à l'image des branchements, des points de fragilité siège potentiel des défaillances. À ce titre, il est indispensable de collecter les informations permettant de caractériser leur état de vétusté. Les équipements concernés par ce paragraphe sont les :

- vannes ;
- ventouses ;
- vidanges ;
- clapets anti-retour ;
- organes de régulation ;
- poteaux et bouches incendie ;
- points de comptage.

Le tableau suivant synthétise les données à collecter et leur utilité pour la gestion patrimoniale (cf. tableau 5).

Tableau 5 : Liste des données à collecter sur les équipements

Donnée	Facteur de dégradation	Facteur d'impact		
		Qualité de l'eau	Continuité du service	Environnement
<b>Donnée patrimoniale*</b>				
Nature d'équipement (Vannes, ventouse, clapet...)	X			
Type d'équipement (papillon, à contre poids, à boule, à battant...)	X			
Diamètre	X			
Date de pose	X			
Profondeur	X		X	X
<b>Donnée fonctionnelle*</b>				
Pression de service	X			X
Fonction	X			X
Consigne de fonctionnement (ouvert, fermée, 7 bars...)	X			X
Secteur distribution				X
<b>Donnée contextuelle*</b>				
Adresse	X			X
Lieu (en chambre/en terre)	X			

\* Ne couvre pas les données sur les autres ouvrages.

Niveau 2

Niveau 3

Niveaux 2, 3 : voir chapitre 1.

## 3.5 Les données relatives aux défaillances

Les données de défaillances du réseau font partie du socle essentiel de connaissance à acquérir pour mettre en place une gestion patrimoniale basée sur l'utilisation d'outil de prédiction de défaillances. À défaut d'avoir un historique des années précédentes, un enregistrement des défaillances à venir doit être mis en place.

Il est important qu'un service d'eau ne se limite pas à la seule acquisition **des données de défaillances** physiques des conduites (casse, fissure, déboîtement...) mais entreprenne de collecter également les données de défaillances liées à la qualité d'eau et du service en général (goût, odeur, coloration, manque d'eau ou de pression...). D'une manière générale, toutes les interventions (renouvellement, réparation, réhabilitation, inspection...) doivent être historisées afin de compléter les bases de données patrimoniales.

Les informations de base, listées dans le guide Niveau 1 et 2, doivent être complétées par les informations accessibles au moment de la réparation sur la nature, l'état et l'environnement de l'élément défaillant :

- Niveau 2 :
  - identifiant unique du tronçon défaillant ;
  - nature de la défaillance (fuite, qualité d'eau...) ;
  - date d'intervention ;
  - localisation précise de la défaillance (adresse) ;
  - typologie (rupture, fissure longitudinale, circulaire, goût...) ;
  - cause (corrosion interne/externe, détérioration par tiers, retour d'eau...) ;
- Niveau 3 :
  - identification de l'élément défaillant (conduite, joint...) ;
  - estimation du volume de fuite ;
  - nombre d'abonnés privés d'eau ;
  - analyse d'eau éventuellement suite à une plainte.


Enfin, il convient de rappeler que ces données sont applicables pour les canalisations, mais également pour les branchements et les équipements, qui sont une source de pertes d'eau importante.

## 3.6 Les données relatives aux coûts et aux données comptables

La mise en œuvre d'une politique de gestion patrimoniale combine des approches parfois difficiles à concilier :

- exploitation/maintenance et programmation/planification des investissements ;
- court terme et moyen/long terme ;
- opérateur régie, Société Publique Locale [SPL], délégation de service publique [DSP] et autorité organisatrice ;
- il sera, par exemple, nécessaire de connaître les objectifs et les niveaux de performance fixés et de faire le lien avec les coûts correspondants pour évaluer la politique mise en place ou envisagée.

Ces approches peuvent également être complémentaires. En effet, le seul raisonnement financier ou comptable doit être complété d'une réflexion technique sur l'utilité et la fonctionnalité du système pour intégrer des notions d'économie, d'innovation et de progrès susceptibles d'optimiser les valeurs de remplacement pièce à pièce calées sur des habitudes historiques.



Concernant les coûts, nous présentons les coûts directs, qui sont effectivement payés par le service d'eau potable (autorité organisatrice et opérateur) et les coûts indirects qui traduisent les effets du dysfonctionnement et notamment l'impact des défaillances des infrastructures sur des tiers ou sur l'environnement et ne sont pas toujours supportés par le service.

### 3.6.1 Coûts directs

Les coûts directs (ou coûts internes) d'un service d'eau correspondent aux montants directement payés pour assurer la production et la fourniture d'eau, y compris les opérations de rénovation/remplacement.

Coût d'exploitation :

- ensemble des coûts de collecte et de mise à jour des données de description du patrimoine et des historiques de défaillances, de plaintes, d'analyses de la qualité de l'eau, de facturation... ;
- ensemble des coûts de diagnostic : analyses d'eau ponctuelles ou analyseurs en continu, modélisation hydraulique, recherches de fuites, analyses de sol, inspections destructives/non destructives, achat de données environnementales et croisement des données cartographiques... ;
- ensemble des coûts des actions correctives : coût d'une purge (mise en place et eau perdue), nettoyage, réparation d'une rupture, désinfection ponctuelle ou ajustement des points d'injection, ajout d'un poste de désinfection, ajout de dispositifs de protection (anti-retour d'eau, protection cathodique...), ouvrage ou équipement, dispositifs de gestion de pression, renouvellement ou réhabilitation d'un tuyau/ouvrage/accessoire...

Coûts d'investissement :

- Ensembles des coûts (ou coûts externes) de renouvellement ou réhabilitation des réseaux, mais également les coûts des nouveaux investissements.

Ces coûts directs sont utilisés classiquement dans le processus de décision pour valoriser les travaux d'investissement à réaliser et identifier l'impact sur les coûts d'exploitation.

### 3.6.2 Coûts indirects

La notion de coûts indirects (ou coûts externes) concerne des coûts ou des effets (bénéfices ou impacts) subits par les tiers (parfois appelés coûts sociaux) et l'environnement en cas de défaillance ou de travaux.

- coûts de dommages sur le bâti et/ou aux réseaux voisins en cas d'inondation ou d'infiltration après rupture ;
- perte d'activité économique suite à une interruption de service, à une baisse de qualité de l'eau ou à des difficultés d'accès ;
- perturbation du trafic ;
- bénéfices liés aux actions préventives notamment recherches de fuites (coût des dommages évités) ;
- coupure d'eau ou livraison d'une eau de qualité détériorée à des consommateurs sensibles en terme de santé.

La prise en compte de ces coûts permet d'évaluer l'incidence d'une politique donnée et de la rapprocher à une dépense réelle (coût direct) pour le service (Wery *et al.*, 2003).

Des outils d'aide à la décision permettent d'utiliser cette démarche d'impacts monétarisés pour prioriser et programmer les opérations de rénovation ou remplacement de canalisation. Il est également possible de prendre en compte les impacts sur l'environnement et les tiers sans passer par une monétarisation par une approche de type multicritères (Le Gauffre, Laffrechine *et al.*, 2002).

### 3.6.3 Les données comptables

L'analyse de la gestion patrimoniale peut se faire en évaluant les coûts directs de réparation, de maintenance, de renouvellement, listés précédemment mais également à partir des données comptables du service.

Pour les investissements, les données comptables donnent une information, à l'échelle annuelle, sur le financement des travaux (création ou renouvellement). Ces données renseignent également sur la répercussion de ces investissements en matière d'amortissement « technique » (prise en compte de la dépréciation des actifs) et financiers (remboursement du capital dans la section investissement). Les frais financiers de la dette figurent à la section de fonctionnement.

Pour l'exploitation, la mise en place d'une comptabilité analytique ou d'une approche par activité permet de déterminer les différents éléments de coûts (ex : coût de main-d'œuvre à partir de la rémunération effective et des charges réellement payées chaque année). L'évaluation du coût d'une intervention nécessite d'avoir des éléments précis en termes de temps passé (engins, main-d'œuvre) et de matériaux utilisés ou la détermination de clés de répartition.

L'approche comptable pose la question de la différence entre la durée de vie comptable, préconisée par l'instruction M 49 et décidée par délibération, et la durée de vie réelle des installations. Pour les conduites d'eau potable la durée préconisée est de 30-40 ans mais certains services ont retenu 60 ans ou une ventilation par type de matériaux allant de 40 à 70 ans, conformément à l'instruction comptable M4 de 2008. Cette durée détermine la dotation d'amortissement qui est fondée sur la valeur historique de l'immobilisation.

La dotation aux amortissements permet de générer une part d'autofinancement qui peut être utilisée pour le renouvellement des infrastructures. Rappelons que cette part est souvent insuffisante car elle découle de la valeur historique et ne prend pas en compte l'érosion monétaire.

**La valeur nette comptable** est calculée à partir de **la valeur historique** et du cumul de la dotation aux amortissements (pour le patrimoine ancien, il est difficile de déterminer la valeur historique). La valeur nette comptable est notamment utilisée en cas de transfert de compétence ou de regroupement de services.

**La valeur à neuf** correspond au besoin réel de financement d'un bien. La précision de cette donnée est dépendante du niveau d'inventaire du patrimoine.

La comparaison du montant financier du programme de renouvellement et de **la consommation du capital** (rapport de la valeur à neuf sur une durée de vie estimée) donne un éclairage sur le niveau des investissements réalisés. plus fuyards.

#### Pour aller plus loin

Le détail de l'information comptable des immobilisations est décrit dans le guide Politiques d'investissement et gestion des immobilisations : **cadre et bonnes pratiques Une vision à la croisée des approches techniques, comptables et financières**, Onema, Astee, AITF, FNCCR, 2014.

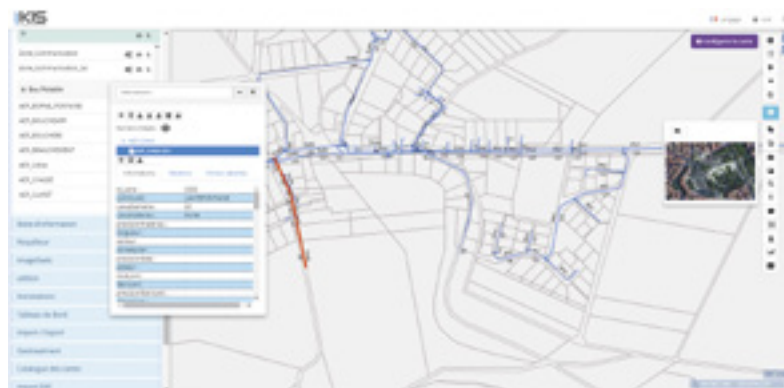
# Le système d'information géographique eau potable : socle de la gestion patrimoniale



## 4.1 Concept et objectif d'un SIG

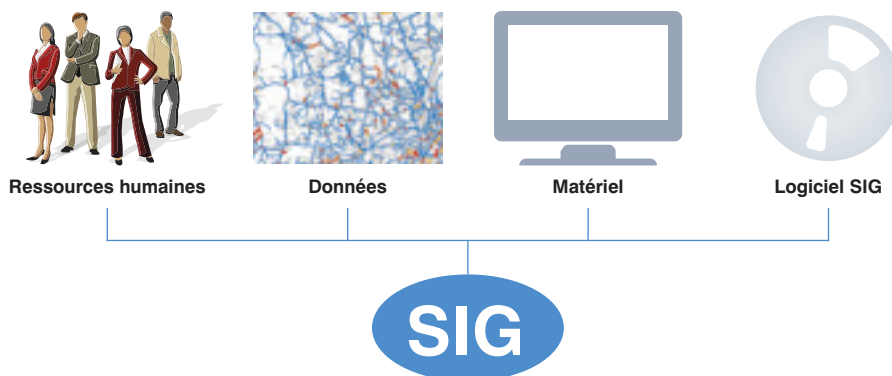
Un SIG permet d'organiser, gérer, combiner et analyser des informations de diverses sources, associées à des objets localisés géographiquement.

Cette fonction première du Systèmes d'information géographique (SIG) est le support technologique nécessaire au fondement d'une stratégie de gestion patrimoniale : **la maîtrise de la connaissance.**



Le déploiement des SIG dans les collectivités territoriales s'inscrit dans le contexte du développement des technologies numériques et de l'Internet.

Beaucoup de personnes assimilent un SIG à un logiciel alors que ce dernier n'est que l'une des composantes d'un ensemble incluant les dimensions suivantes :



Les 4 composantes d'un SIG

## 4.2 Principes et concepts généraux d'un SIG

### 4.2.1 Un SIG apporte une dimension visuelle

Le SIG permet de mettre en relation des données spatiales et des données alphanumériques structurées en base de données et de les restituer sous forme de carte. Ce type de visualisation est beaucoup plus intuitif et spontané quel que soit le domaine concerné, et d'autant plus lorsqu'il s'agit de gestion d'infrastructures à grande échelle.

Le SIG gère des objets de manière individuelle dans l'espace – comme l'emprise de l'objet sur la carte (par exemple le tracé d'une canalisation), quelle que soit l'échelle choisie et gère les informations associées à cet objet.

Le SIG permet surtout une gestion unique de l'information qui peut ensuite être représentée de différentes manières ou dans plusieurs « cartes thématiques » sans duplication.

### 4.2.2 Un SIG gère des bases de données

Le SIG permet de stocker et structurer une grande quantité et diversité d'informations sur les objets qu'il contient. Une ou plusieurs cartes ne permettraient pas d'apporter un tel niveau d'informations. La structuration des données est un élément fondamental qui permet d'assurer l'homogénéité et la pérennité de l'information. Cette notion est développée en annexe.

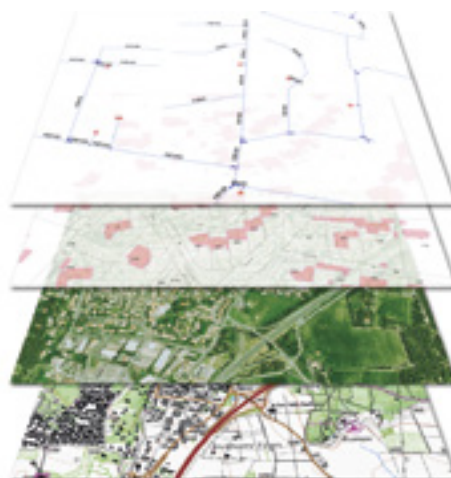
Ces informations peuvent concerner l'identité des objets, leurs caractéristiques, des documents associés et même l'historique des événements qui concernent l'objet. Par exemple, pour une canalisation, il pourra s'agir de son identifiant, son diamètre, son matériau, sa date de pose, un plan de récolement attaché, l'historique des fuites et des réparations.

De plus, ces informations sont relationnelles, c'est-à-dire qu'elles peuvent être utilisées dans des requêtes ou calculs. Un exemple simple : « sommer les longueurs des canalisations derrière un compteur donné ».

### 4.2.3 Un SIG gère les informations en couches

Le principe de couches (ou calques ou layers) permet de regrouper sur un même « niveau » des informations de même nature. Par exemple, on pourra trouver des couches :

- canalisations ;
- accessoires ;
- bâti ;
- cadastre ;
- zonages divers (PLU, Occupation des sols...) ;
- orthophotoplan ;
- scan IGN ;
- ...



Cette organisation permet une gestion personnalisée de l’affichage/de la création de cartes :

- afficher ou masquer certaines couches en fonction de l’affichage souhaité ;
- gérer l’apparence des différentes couches ;
- zoomer et naviguer aisément dans la carte et grâce au contrôle de l’affichage/masquage des couches/objets en fonction de l’échelle à laquelle on se trouve (c’est ce qu’on appelle la plage d’affichage). Par exemple, il ne sert à rien de voir des vannes quand on regarde une carte à l’échelle d’un département.

Il est donc possible de stocker et manipuler un très grand nombre d’informations tout en ayant un affichage à l’écran ou à l’impression maîtrisé et lisible.

#### 4.2.4 Un SIG est un outil dynamique

Il permet la mise à jour constante des informations de base qu’il contient, par exemple celles du réseau en cas d’extensions ou renforcement du réseau, l’ouverture/fermeture de vannes, la mise hors service de certains tronçons...

#### 4.2.5 Un SIG est un outil d’analyse

Il permet d’interroger la base de données avec des critères génériques ou des critères spatiaux, ce qui apporte un fort potentiel d’analyse et de croisement d’informations (par exemple : « calculer le linéaire total de canalisations de diamètre inférieur à 60 mm dans le secteur sud-est du territoire » ; ou encore : « dresser la carte des fuites sur canalisations pour les 3 dernières années »).

#### 4.2.6 Un SIG apporte des fonctionnalités avancées

En plus des fonctions de base (visualisation, impression de plans, requêtes), il offre des fonctionnalités avancées :

- intégration dans les processus métier : génération de courriers ou ordres de service ;
- archivage des interventions ;
- interface avec les bases de données clientèle, interface avec la télégestion, interface avec des outils de modélisation...

Un SIG facilite les échanges de données entre différentes bases et permet leur visualisation dans la même interface.

De manière synthétique, l’usage d’un SIG peut se représenter ainsi :



Aujourd'hui, l'évolution de l'informatique et surtout d'Internet, permet au SIG d'être réellement l'outil central d'un service auquel chaque agent accède et contribue par des supports dits « légers » (navigateur Web, appareil mobile).

Figure 5 : Application de mobilité sur smartphone avec accès SIG et saisie des comptes-rendus d'intervention (Veolia, GISmartware)



### 4.3 Les fonctionnalités « métier » indispensables du SIG eau potable

Le SIG « métier » eau potable est un outil **dédié** qui doit faciliter le quotidien et non ajouter des contraintes informatiques. Il apporte, en plus des fonctionnalités de base d'un SIG, les fonctions spécifiques dédiées à la gestion patrimoniale (notamment la mise à jour fluide des caractéristiques du patrimoine et l'archivage des défaillances et de leur réparation). Voici quelques-unes des caractéristiques essentielles d'un tel outil :

- partage d'informations ;
- requêtes prédéfinies ;
- génération de requêtes « métier » ;
- gestion des interventions ;
- analyse réseau/simulation de manœuvres.

Ces caractéristiques essentielles sont développées en annexe.



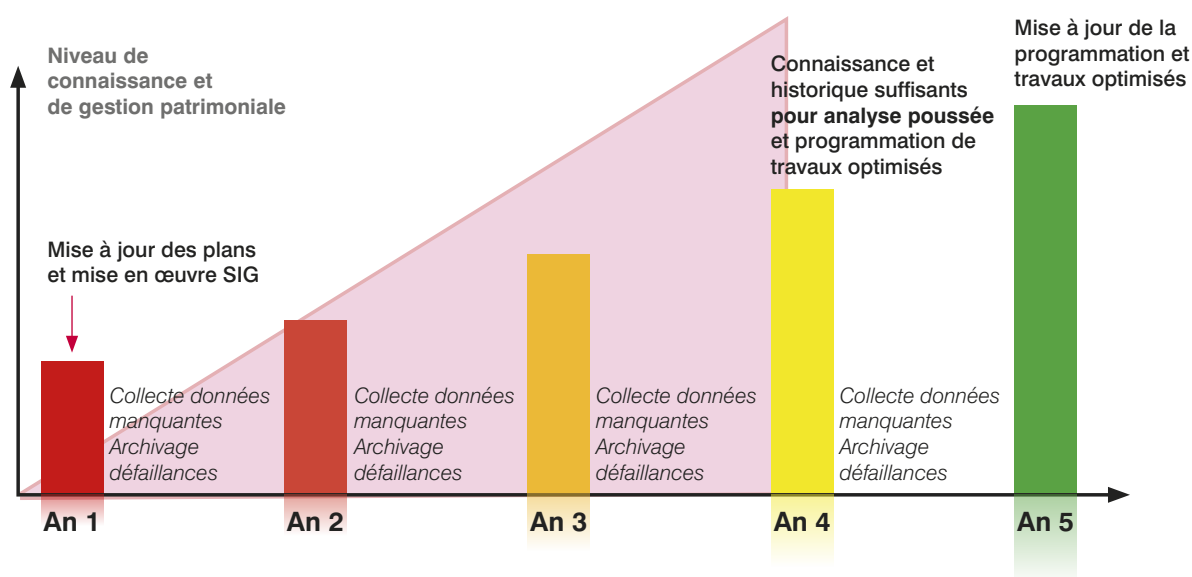
## 4.4 Intérêt du SIG dans la gestion patrimoniale

Le SIG « métier » constitue le socle de la gestion patrimoniale. Il constitue :

- la **base de données regroupant la connaissance** sur tous les éléments du patrimoine d'alimentation en eau potable, il facilite ainsi la production du descriptif détaillé des ouvrages de transport et de distribution d'eau potable exigé par la réglementation ;
- l'outil qui permet de **capitaliser l'historique des interventions** sur ce patrimoine, notamment les dysfonctionnements et les défaillances (fuites, casses) ;
- l'outil qui permet de **recevoir et facilement mettre à jour toute nouvelle information** ou donnée recueillie suite à des interventions pour réparation ou travaux neufs ;
- la base de référence qui doit faire foi et **diffuser une information à jour et homogène** à l'ensemble du personnel du service d'eau.

Un SIG « métier » doit s'accompagner de fiches d'interventions et procédures adaptées au fonctionnement et au quotidien du service d'eau afin de mieux servir les équipes sur le terrain mais aussi de faire remonter le maximum d'informations dans le système. La base de connaissance est alors constamment alimentée et mise à jour et le degré de connaissance patrimoniale progresse.

Figure 6 : Montée en charge de la connaissance et de la gestion patrimoniale suite à la mise en place du « socle » SIG © G2C ingénierie



Cette connaissance précise et détaillée du patrimoine et de son historique est le prérequis à l'utilisation des méthodes et outils de gestion patrimoniale (cf. chapitre 6 - Les méthodes et outils de gestion patrimoniale).

### Point de vigilance

Les ressources humaines sont un élément clef de la réussite pour la mise en œuvre et la pérennité du SIG.

Les facteurs clef de succès du déploiement d'un SIG sont :

- la formation du personnel ;
- l'adhésion des utilisateurs ;
- le maintien à jour des données ;
- la pérennité de son administration.



## 4.5 Interopérabilité entre services

L'enjeu de l'utilisation des SIG est de mettre en relation et analyser des données provenant parfois de sources très différentes, par exemple :

- les données du réseau (tronçons, équipements, défaillances...) ;
- les données cartographiques (fond de plan, cadastre...) ;
- les données de l'environnement des canalisations, (analyses de sols, classes de trafic...) ;
- les programmes de travaux liés à l'aménagement de l'espace urbain (voiries, tramway, ZAC...).

La nécessité de mettre en relation ces données, rendue encore plus prégnante par la réforme « construire sans détruire », a facilité l'émergence de standard permettant de favoriser cette interopérabilité. De même, la mise en place d'application SIG web et des standards imposés par Internet renforce considérablement l'interopérabilité des données et des outils.

Cette interopérabilité rend également possible la mutualisation de SIG à l'échelle d'un territoire (département ou autres). Cette disposition permet d'une part de limiter les coûts de mise en place pour les collectivités rurales et d'autre part permet d'avoir des référents qualifiés utilisant régulièrement l'outil. La loi NOTRe accentuera cette mutualisation et le transfert de compétence entre services.

# Les méthodes et outils de gestion patrimoniale

# 5

La nature même du réseau d'alimentation en eau potable en fait un patrimoine dont la gestion est complexe à plusieurs égards :

- il est constitué d'éléments disparates (tronçons de canalisations, branchements, accessoires...) qui ont des âges, des natures et des rôles différents mais qui concourent de façon interdépendante à un même service rendu ;
- il a une valeur comptable élevée et ses constituants ont une durée de service longue de telle sorte que, chaque année, seule une faible fraction du réseau fait l'objet d'interventions (inspection, entretien, réparation rénovation remplacement) ;
- ses canalisations sont pour l'essentiel enterrées, non visitables et sans possibilité d'inspection en conséquence de quoi les informations directes sur leurs états sont rares ;
- sa mise en place a été initiée il y a plusieurs décennies, et il connaît en permanence des remaniements et des extensions de telle sorte que les informations disponibles sont généralement incomplètes et parfois peu fiables ;
- sa constitution et son évolution sont liées à de nombreux facteurs locaux, il en résulte que sa gestion doit nécessairement être adaptée au contexte.

Face à cette complexité, des méthodes et des outils variés sont nécessaires pour, en fonction du contexte du service et de la nature des éléments de patrimoine visés, guider les décideurs dans leurs choix de gestion. Ils portent d'une part sur l'analyse globale ou sectorielle du fonctionnement du système, d'autre part sur l'inspection ponctuelle d'éléments stratégiques ou représentatifs d'une problématique et enfin sur l'analyse combinée d'informations multiples généralement basée sur une approche statistique.

## 5.1 Les diagnostics fonctionnels

### 5.1.1 L'analyse des taux de défaillances des canalisations

En prémisses à l'utilisation d'outils élaborés d'aide à la décision faisant le plus souvent appel à des outils de prévision de défaillances, l'analyse des données à l'aide d'un simple tableur permet de mettre en lumière certains comportements de son réseau. Pour réaliser ces croisements de données, il est nécessaire d'avoir un système d'information regroupant dans des tables distinctes :

- l'ensemble des tronçons de son réseau : matériau, diamètre, longueur, année de pose... ;
- les données concernant l'historique des défaillances : date de la casse, identification du tronçon concerné, type de défaillance, localisation précise (n° de voie).



Il est également possible de compléter cette analyse avec d'autres données environnementales (corrosivité du sol, zone de glissement de terrain ou de gypse...) ou de service (pression moyenne, charge...), du moment que ces informations présentent, dans leur table attributaire respective, l'identifiant unique des tronçons concernés. Il est alors possible, pour chaque tronçon de calculer le taux moyen de casse pour une période de temps donnée. Pour cela, l'utilisation de tableaux croisés facilite grandement l'analyse. Cette démarche permet de mettre en lumière le comportement de certains types de matériau, voire même de certaines générations de conduites.

**Exemple d'application :** Le Syndicat des Eaux d'Île-de-France, a mené ce type d'analyse sur ses conduites de transport (DN entre 300 et 2 000 mm) et sur ses conduites de distribution (DN inférieur à 300 mm). Ainsi, sur les canalisations de transport, il a été mis en évidence la faiblesse des conduites en fonte grise et en béton armé à joint coulés au plomb. Pour les conduites de distribution, une analyse par génération de conduite a été réalisée. Par exemple, sur la fonte grise, 11 générations ont été identifiées entre les années 1870 et 1970. Il a été mis en évidence la faiblesse des fontes posées lors des années 1950-1960 et par contre une génération assez robuste pour les années 1930-1940. La même démarche a mis en évidence une fragilité des conduites en acier de pose antérieure à 1955.

### 5.1.2 Le suivi des volumes

Le suivi des volumes produits, mis en distribution et consommés (télérelève) à l'échelle du secteur de distribution fait partie intégrante des diagnostics fonctionnels du système d'alimentation en eau potable.

Le suivi quotidien de ces différents volumes, en particulier les débits nocturnes permet de suspecter rapidement des anomalies et lorsqu'elles sont confirmées (persistance des débits anormaux, élimination des autres causes possibles de variations de débits) de déclencher des mesures correctives. Ce suivi des volumes peut également servir à mesurer les résultats de la gestion patrimoniale mise en place.


Ponctuellement, il est possible d'affiner ce suivi par îlotage. Il s'agit de mesurer le débit introduit dans les différents îlots de la zone du réseau étudiée. L'îlotage est généralement réalisé de nuit lorsque les consommations sont minimales et l'impact pour les usagers limité ce qui permet d'assimiler les débits mesurés aux pertes de l'îlot (cf. fiche II-A-2 du *Guide plan d'actions*, 2014).

### 5.1.3 La modélisation hydraulique

La modélisation hydraulique d'un réseau d'eau potable correspond à la représentation du fonctionnement du réseau et de ses composants principaux dans l'espace et dans le temps au sein d'un logiciel dédié. Une modélisation hydraulique permet de simuler des scénarios, afin de tester les réponses du réseau (débits et pressions) dans différents contextes (période de pointe, incendie, défaillance d'un ou plusieurs organes du réseau...).

L'intérêt de la modélisation est donc multiple, elle permet :

- d'appréhender le fonctionnement hydraulique du réseau et donc de déceler les points d'amélioration potentielle : zone de pressions extrêmes (basse ou haute), temps de séjour en certains points du réseau ;
- de diagnostiquer et d'optimiser le fonctionnement des ouvrages : temps de fonctionnement des pompes, marnage de réservoir... ;
- de tester le fonctionnement du réseau dans des conditions inhabituelles : défense incendie, rupture de conduite... ;
- d'estimer le potentiel d'évolution du réseau face à une augmentation ou une réduction des besoins en eau : urbanisation, vente d'eau en gros, interconnexion de secours... ;
- de dimensionner les futurs ouvrages en tenant compte des évolutions de la demande : canalisations, stations de pompage, réservoirs...



La pertinence d'un modèle est naturellement liée à la qualité des données servant à sa construction. Plus les données de base (demande des usagers, diamètre intérieur, longueur, matériau, rugosité, courbes de pompage, volumes des réservoirs...) seront précises et fiables, plus la modélisation sera fidèle. Afin de vérifier la validité d'un modèle, il est également nécessaire d'effectuer un calage. Il s'agit de confronter les résultats de la modélisation à des mesures réalisées sur le terrain.

Le fonctionnement hydraulique d'un réseau peut influencer directement sur les choix de gestion patrimoniale, il permet de caractériser et d'intégrer dans des outils multicritères :

- l'importance hydraulique des tronçons ;
- la pression ;
- le temps de séjour.

## 5.2 Les diagnostics structurels

Le diagnostic structurel d'une canalisation, d'un branchement ou d'un autre ouvrage du réseau a pour objet de caractériser son état, en vue d'évaluer la probabilité de défaillance (fuite, casse...) ou sa durée de service résiduelle.

L'objectif est d'observer ou de mesurer des paramètres d'un élément de réseau et de son environnement immédiat pour identifier les défauts potentiels. Ces analyses directes ponctuelles sont complémentaires aux approches statistiques de prévision des défaillances.

Les diagnostics structurels de points particuliers permettent également, par extrapolation dans des conditions d'environnement comparables, d'évaluer l'état de parties plus importantes du réseau.

De nombreuses méthodes de diagnostic structurel existent, la plupart sont applicables principalement à un type de matériau, ou à un environnement spécifique.

Les diagnostics structurels des canalisations s'inspirent fortement des techniques utilisées pour évaluer l'état d'ouvrages en superstructure. Les différences résident principalement en l'accessibilité de la zone à diagnostiquer. Selon les techniques l'accès à une canalisation enterrée peut nécessiter la réalisation de fouilles (mesure par l'extérieur ou prélèvement d'échantillon) ou l'accès à l'intérieur de la conduite ce qui entraîne l'arrêt ou la dégradation du service (pression, quantité).

Parmi les données recueillies, peuvent figurer notamment :

- la composition et l'état du matériau : épaisseur non corrodée, non graphitée, présence d'inclusions et impuretés, profondeur à laquelle les anti-oxydants restent présents dans le polyéthylène (PE), grade du PE, carbonatation du béton, état de l'amiante-ciment après attaque acide (eaux de ruissellement) entraînant perte de ciment, intégrité de l'armature (canalisations en béton armé), tension actuelle de pré-contrainte... ;
- l'état des revêtements extérieurs/intérieurs ;
- la résistance de la canalisation aux contraintes (résistance à la traction, Nol Ring et Reverse Bend Back Test pour les PE, coefficient de sécurité résiduel) ;
- l'état de surface interne : micro-fissures, corrosion bactériologique, biofilm...

Deux grandes familles de diagnostics structurels de réseaux d'eau potable existent :

- les techniques non destructives ;
- les techniques destructives.



Quelle que soit la technologie utilisée, certaines caractéristiques sont à prendre en compte dans le choix de la technique :

Caractéristique	Définition - Exemple
Intrusif/non intrusif	<p>Une technique intrusive nécessite d'accéder à l'intérieur du réseau, éventuellement en effectuant un arrêt d'eau ou en abaissant la pression. Cela induit des contraintes supplémentaires de préparation des ouvrages (prises en charge), d'information des clients concernés et éventuellement de mise en place d'alimentations provisoires.</p> <p>Exemples de techniques intrusives : passage caméra ; sonde interne par courants de Foucault à champs lointains...</p> <p>Une technique non intrusive : mesure d'épaisseur par l'extérieur au moyen d'un appareil de mesure des courants de Foucault.</p>
Ponctuel/linéaire	<p>Exemple de technique ponctuelle : mesure d'épaisseur par l'extérieur au moyen d'une aiguille ultra-sons.</p> <p>Exemple de techniques linéaires :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• mesure d'épaisseur par l'extérieur au moyen d'un appareil de mesure des courants de Foucault, sur toute la circonférence de la canalisation, dans une fouille ;</li><li>• mesure de perte de potentiel de protection cathodique sur une canalisation acier, en zone rurale, depuis le sol, sur tout le parcours de la canalisation.</li></ul>
Périodique/permanent	<p>Exemple de diagnostic périodique : mesure d'épaisseur par l'extérieur, découpe d'un anneau pour analyse métallographique, analyse d'un morceau de branchement PE.</p> <p>Exemple de diagnostic permanent : système acoustique ou hydraulique fixe de détection de fuite.</p>

Quelle que soit la technique utilisée il est intéressant d'analyser l'environnement du réseau d'eau potable. En effet, le sol et la chaussée sont directement responsables d'une partie de la détérioration des canalisations en fonction de leur agressivité, pH, taux d'humidité. Leurs caractéristiques influent également sur les contraintes mécaniques supportées par la canalisation ainsi que sur leur répartition. La qualité de l'eau interagit aussi avec des matériaux constitutifs des canalisations.

### 5.2.1 Les inspections non destructives des canalisations

Ces diagnostics ont pour but de caractériser l'état des canalisations sans les endommager. Plusieurs techniques sont disponibles en fonction de la nature du matériau et de la nature de la dégradation, allant de l'inspection visuelle directe ou par caméra à des techniques par ondes électromagnétiques, radiographiques ou ultrasons. Ces techniques permettent d'identifier les tronçons les plus dégradés afin d'optimiser le renouvellement du réseau.

### 5.2.2 Les inspections destructives des canalisations

Dans ce type de diagnostic, il est nécessaire de réaliser un prélèvement pour l'analyser hors site (dans les locaux de l'exploitant, en laboratoire...). Il sera notamment possible d'évaluer la résistance mécanique (corrosion, perte d'épaisseur, taux de fissuration, module d'élasticité...).

Figure 7 : Représentation de la perte d'épaisseur d'une canalisation métallique – mesure par MFL (Magnetic Flux Leakage) sans interruption de service – technologie SCANNER – Suez



Ces contrôles s'appliquent aussi bien aux canalisations qu'aux branchements.

Les programmes de renouvellement de canalisations ou branchements permettent, en fonction des objectifs fixés par l'autorité organisatrice, la réduction des pertes, la réduction du nombre d'incidents. C'est également un moment important permettant d'enregistrer de la connaissance sur le réseau au travers de prélèvements d'échantillons de conduite déposée et de sol analysés en laboratoire. Il conviendra toutefois de prendre des précautions dans la généralisation de l'état des conduites. En effet, la dégradation d'une canalisation est dépendante d'un ensemble de facteurs de son environnement.

#### **Pour aller plus loin**

Les différentes techniques et conditions de mise en œuvre des inspections de canalisations sont décrites dans les fiches IV-A- 2 et 3 du guide *Élaboration d'un plan d'actions pour la réduction des pertes d'eau des réseaux d'eau potable*, Onema, Irstea, Astee, 2014.

## **5.3 Les outils d'aide à la décision pour la programmation**

### **5.3.1 La place des outils d'aide à la décision**

Lorsqu'il bâtit sa stratégie de gestion patrimoniale et la décline en programmes de remplacement ou de rénovation des canalisations, le décideur vise des objectifs souvent concurrents et parfois antagonistes et est soumis à des contraintes opérationnelles et financières. Pour construire sa décision, il se repose sur des informations multiples et souvent pléthoriques et qui, par ailleurs, sont généralement lacunaires ou imprécises ce qui est source de complexité et d'incertitudes. La longue durée de service des canalisations et l'inertie du système liée à la faible part du patrimoine remplacée ou rénovée chaque année le contraignent à intégrer une dimension prospective dans ses choix.

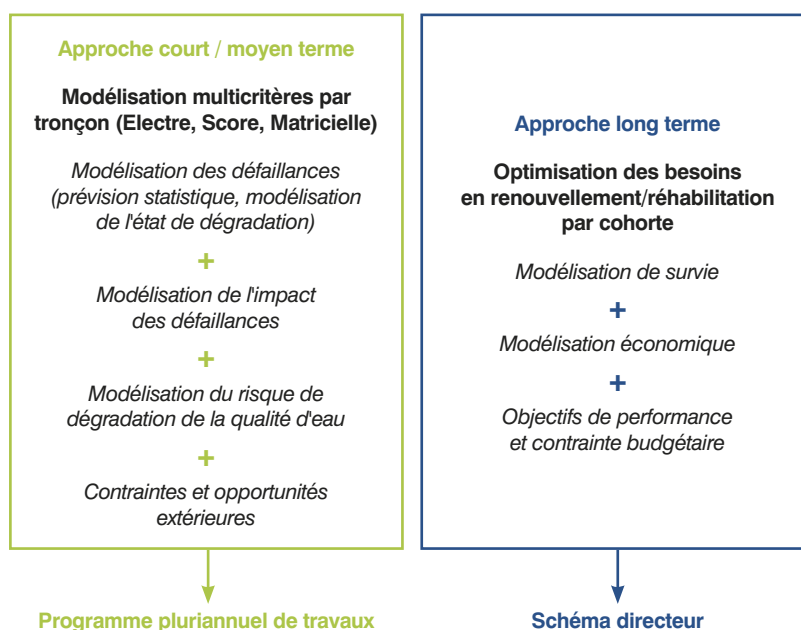
Dans ce contexte, des méthodes et des outils d'aide à la décision ont été conçus pour guider les responsables de projet. Il s'agit d'approches, souvent statistiques, qui permettent d'identifier et de hiérarchiser les canalisations à risque, c'est-à-dire celles dont l'impact négatif sur les objectifs de performance du service est potentiellement élevé.

Généralement informatisés, automatisés et connectables à un SIG, les outils d'aide à la décision permettent de gérer une complexité qui peut difficilement être appréhendée sans le secours des experts et praticiens du réseau. Néanmoins, les résultats qu'ils produisent sont fortement impactés par la qualité et la complétude de données ainsi que par les hypothèses et choix des responsables de projet, ils doivent donc être utilisés avec circonspection et confrontés aux réalités du terrain et à l'expérience des exploitants du réseau.

Les outils d'aide à la décision communément utilisés en France s'appuient généralement sur des calculs de prévision des défaillances des canalisations, couplés dans certains cas avec des approches multicritères qui permettent de prendre en compte différents aspects de la performance du réseau et des risques associés. D'autres outils proposent des approches différentes ou complémentaires dont certains intègrent des aspects économiques ou financiers. Deux approches sont distinguées (cf. figure 8) :

- approche à court-moyen termes (3-5 ans) afin de constituer un programme pluriannuel de travaux ;
- approche à long terme (10-20 ans) afin de construire un schéma directeur.

Figure 8 : Outils d'aide à la décision pour la gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable



### 5.3.2 Les outils de modélisation des défaillances

#### Les outils de prédiction – statistique des défaillances

Les défaillances (casses et fuites) des canalisations et leurs réparations génèrent des impacts qui nuisent, parfois fortement, aux performances du réseau (cf. paragraphe 2.1).

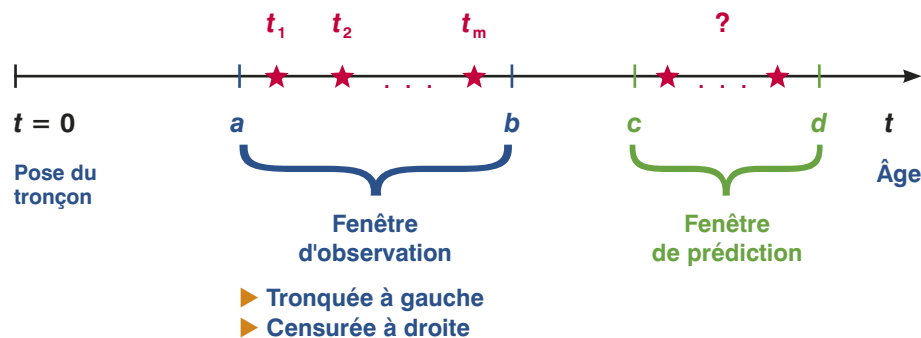
La limitation des défaillances est donc un enjeu central de la performance du réseau et, par conséquent, de sa gestion patrimoniale. C'est pourquoi, des outils ont été développés pour prévoir les défaillances futures des canalisations et ainsi, être à même de prendre en compte ce critère dans les choix des canalisations à remplacer ou rénover.



## Formulation du problème et modèles statistiques

Pour prédire les défaillances des canalisations, il est nécessaire de caractériser le phénomène et donc, pour cela, de disposer d'un historique. En pratique, certaines canalisations étant en service depuis de nombreuses années (parfois plus de 100 ans), l'information sur les dates de défaillances par tronçon n'est pas disponible depuis la date de pose. Le problème à résoudre est donc de prévoir les défaillances des canalisations sur une période future (fenêtre de prédiction) à partir des informations disponibles sur une période passée qui ne remonte pas aux origines de la mise en service du réseau (fenêtre d'observation) (cf. figure 9).

Figure 9 : Schéma représentant les fenêtres d'observation et de prédiction d'un tronçon



Pour résoudre ce problème, les outils de prédiction des défaillances mettent en œuvre des modèles statistiques inspirés de ceux utilisés en médecine ou en démographie.

À titre d'exemple, Irstea a développé le modèle LEYP (Linear Extended Yule Process) (Le Gat, 2009) (Équation 1).

Équation 1 : Fonction d'intensité du modèle de LEYP (Le Gat, 2007)

### Fonction d'intensité du LEYP

$$E(dN(t) | N(t-) = j) = \underbrace{(1 + \alpha j)}_{\text{Facteur de Yule}} \underbrace{\delta t^{\delta-1}}_{\text{Facteur âge}} \underbrace{e^{Z^T \beta}}_{\text{Facteur de Cox}} dt$$

$\alpha$  → Effet des casses passées ( $\alpha=0$  : NHPP)

$\delta$  → Effet de l'âge ( $\delta=1$  : pas de vieillissement)

$\beta$  → Coefficients de régression (PHM)

Sans entrer dans les détails calculatoires qui permettent de caler un modèle sur les données existantes par un processus d'optimisation, il peut être noté que plusieurs facteurs sont pris en compte pour évaluer le risque de défaillance futur des canalisations :

- les casses passées : plus une canalisation a subi de casses par le passé, plus elle risque de casser à l'avenir ;
- l'âge : le risque de casse augmente avec l'âge, phénomène de vieillissement ;
- des caractéristiques liées à la nature de la canalisation, à son environnement et à son fonctionnement : le risque de défaillance futur est influencé par des éléments de contextes liés notamment à la robustesse de la canalisation et aux contraintes qu'elle subit.

## La mise en œuvre des modèles statistiques de prévision des défaillances

Les données d'entrée des outils de prévision des défaillances sont :

- des données relatives aux tronçons de canalisations ;
- des données relatives aux défaillances passées des tronçons.

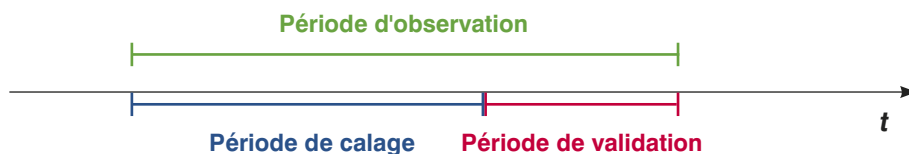
La segmentation du réseau en tronçons est nécessaire pour attribuer aux canalisations les différentes caractéristiques qui influencent potentiellement leur risque de défaillance. Ce découpage doit être effectué pour s'adapter au mieux aux problématiques de prévision des défaillances et de remplacement des conduites :

- un tronçon doit être constitué de conduites de même diamètre et de mêmes matériaux, posées au même moment ;
- un tronçon doit avoir une taille raisonnable : ni trop longue (des tronçons trop longs ne permettent pas d'intégrer correctement certaines caractéristiques variables dans l'espace comme le type de chaussée ou la nature du sol), ni trop courte (des tronçons trop courts se prêtent difficilement aux calculs statistiques et constituent des entités peu pertinentes pour la programmation des chantiers) ;
- chaque tronçon doit être doté d'un identifiant unique ;
- les évolutions du réseau (conduites nouvelles et abandonnées, subdivision de tronçons existants) doivent être retranscrites de façon très rigoureuse pour garantir la fiabilité des calculs et la pérennité du système d'information. Les défaillances doivent être rattachées à un tronçon par son identifiant et localisées de façon précise afin de permettre d'affecter correctement les défaillances aux tronçons chaque fois que le réseau évolue. Outre la date de réparation qui est une information incontournable, il est utile de disposer d'informations complémentaires comme la cause (détérioration par un tiers ou non) et l'origine de l'intervention (défaillance visible ou intervention consécutive à une recherche active des fuites) [cf. 3.5 - Les données relatives aux défaillances].

Les outils de prévision des défaillances peuvent, selon les cas, utiliser en importation des données extraites des systèmes d'information du service (Casses, MOSARE...) ou, être couplés à des SIG (SIROCO®...). Ils peuvent être dotés de modules permettant de tester la cohérence et la complétude des données. De façon logique, la qualité des modèles est intimement liée à la qualité des données.

Pour un même jeu de données d'un réseau, il est possible de caler plusieurs modèles pertinents de prévision des défaillances et certains outils intègrent un module de validation ou calibration des modèles permettant de sélectionner le modèle ayant le meilleur pouvoir prédictif. La méthode consiste à scinder la période d'observation en deux périodes consécutives. Les modèles étant calés sur la première période (période de calage), il est possible, grâce à des indicateurs appropriés, de comparer les prévisions des modèles avec les défaillances effectivement survenues lors de la seconde période (période de validation) [cf. figure 10]. Il est alors possible d'affiner les modèles et *in fine* de sélectionner le plus performant.

Figure 10 : Schéma représentant les périodes d'observation, de calage et de validation



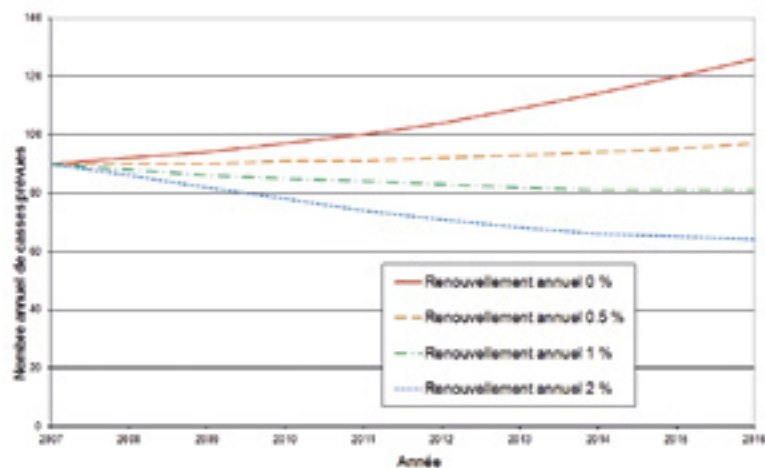
### **L'exploitation des résultats**

Les principaux résultats délivrés par les outils de prévision des défaillances sont le nombre de défaillances et le taux de défaillances (exprimé en casses par kilomètre et par an) prévus pour chacun des tronçons sur une période de prédiction choisie.

Une première utilisation de ces résultats est immédiate, elle permet par un simple tri d'identifier les tronçons qui, au sein du réseau, ont le plus fort risque de subir des défaillances dans la période future choisie. Il est aisé, *via* l'identifiant des tronçons, de représenter graphiquement au sein du SIG, les niveaux de fréquence de défaillance des canalisations avec un code couleur par exemple (cf. 5.3.3.5).

Une seconde utilisation possible est de calculer, à l'aide du modèle, l'évolution du nombre cumulé des défaillances du réseau selon plusieurs scénarios de taux de renouvellement, les canalisations à forte probabilité de défaillance étant renouvelées prioritairement. Il est alors possible d'estimer un taux de renouvellement adapté à l'objectif de maîtrise des défaillances du service.

Figure 11 : Scénarios de renouvellement (Renaud et al, 2012)



Enfin, une utilisation courante des résultats des outils de prévision des défaillances est d'alimenter les calculs d'indicateurs de risque. En effet, l'impact d'une défaillance sur la performance du service est lié à la gravité de ses conséquences. Les approches multicritères sont un des moyens utilisés pour prendre en compte la diversité des aspects de la performance impactés par les défaillances et la dégradation du réseau.

### **Les outils de modélisation de l'état de dégradation**

Les diagnostics structurels (destructifs ou non destructifs) offrent avant tout une photographie locale du réseau. Par exemple, les analyses destructives d'échantillons de canalisations métalliques permettent de qualifier l'état de corrosion « Acceptable/Avancé/Critique » en face interne et externe (cf. figure 12).

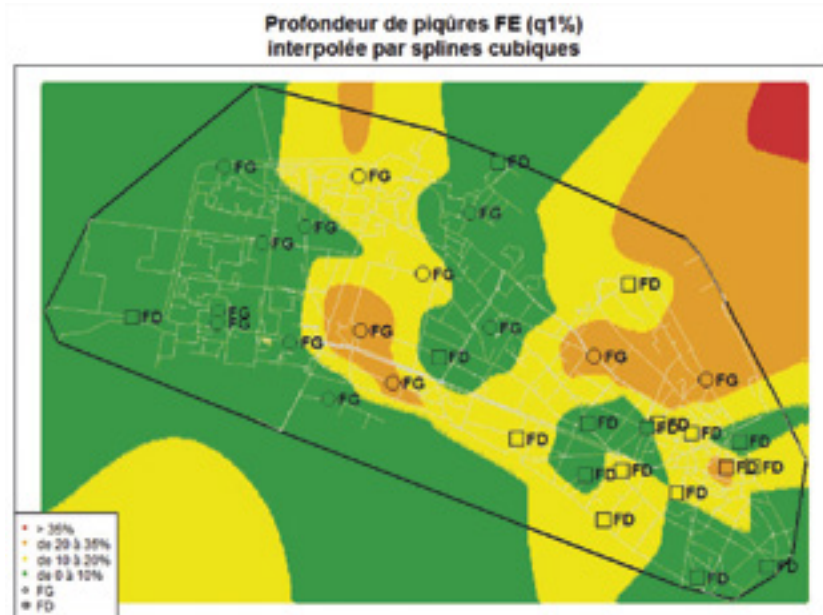
Figure 12 : Représentation de la perte d'épaisseur des conduites métalliques analysées et exemple de résultats (photographie d'une coupe transversale et répartition de l'épaisseur par profilométrie laser) – Veolia



Mais ces diagnostics structurels permettent également :

- d'alimenter des modèles de dégradation des matériaux constituant les canalisations (compréhension des phénomènes de corrosion, de la dégradation chimique des polymères). À partir de bases de données d'échantillons de canalisations et d'environnement (sol, qualité d'eau), il est possible de modéliser par exemple les vitesses de corrosion des canalisations par matériau selon la corrosivité du sol et la qualité de l'eau. Ce modèle appliqué à l'ensemble du réseau permet de qualifier l'état de dégradation des canalisations. Les facteurs de dégradation des canalisations métalliques sont multiples et complexes. L'application de cette démarche n'est pertinente qu'en utilisant des données locales. À l'échelle d'une commune ou d'un syndicat, il est nécessaire de disposer d'une densité d'échantillons importante accompagnée d'une classification des sols et de la qualité de l'eau ;
- d'alimenter des modèles d'interpolation géostatistique. À partir des analyses ponctuelles de canalisation, de sol et de qualité de l'eau une modélisation spatiale permet d'interpoler la connaissance ponctuelle obtenue à l'ensemble des canalisations d'une commune pour une compréhension globale. Par exemple, cette approche permet d'estimer sur l'ensemble des canalisations métalliques d'un réseau les pertes d'épaisseur (cf. figure 13). L'analyse de la probabilité de défaillance est obtenue par une analyse complémentaire de la résistance de la canalisation aux contraintes mécaniques (facteur de sécurité résiduelle).

Figure 13 : Estimation de la perte d'épaisseur externe sur les canalisations en fonte d'une commune – Veolia



### 5.3.3 Les outils multicritères pour une approche court-moyen termes

Les approches multicritères ont été développées pour prioriser les tronçons à remplacer ou à rénover dans le cadre des programmes de travaux. À partir des données du service, des indicateurs associés à des critères sont évalués. Ces critères sont généralement liés d'une part aux conséquences de la dégradation et des défaillances du réseau sur ses performances et d'autre part, aux contraintes et opportunités externes au service. Enfin, l'identification et la hiérarchisation des canalisations dont le remplacement ou la rénovation est prioritaire sont réalisées par des méthodes d'agrégation des critères dites « méthodes multicritères ». L'intérêt de ces méthodes est de pouvoir prendre en compte, à l'échelle du tronçon, plusieurs critères (techniques, économiques, environnementaux...) pouvant varier sur des échelles qui leur sont propres (unités différentes).

Ces critères peuvent être déterminés en fonction de la politique de gestion patrimoniale du service et de ses objectifs propres et tenant compte :

- des spécificités locales (ex : zones géologiques sensibles, cavités souterraines...) qui peuvent aggraver le risque de défaillance et/ou entraîner des dommages importants ;
- d'un contexte plus général,



Ainsi, dans le cadre du projet Care W (Le Gauffre, Lafrechine, 2002), avaient été retenus les critères présentés dans le tableau suivant :

Tableau 6 : Les critères utilisés dans les outils ARP et Care-W

Points de vue	Critères	
Continuité du service	PWI	Interruption de service
	PCWI	Interruptions critiques
	HCI	Indice de criticité hydraulique
Préservation du milieu urbain	DFH DFI	Dégâts dus aux inondations en zones résidentielles Dégâts dus aux inondations en zones industrielles ou commerciales
	DSM	Dégâts dus aux mouvements de terrains
	DT	Perturbation du trafic routier
	DDI	Dégâts et/ou perturbations sur des infrastructures voisines
Qualité de l'eau	WQD	Contribution à des déficiences de la qualité de l'eau
Pertes en eau	WLI	Indices des pertes en eau
Coûts	ARC	Coût de réparation annuel
Coordination	COS	Indice de coordination

### 5.3.3.1 Les critères inhérents au réseau et à sa performance

#### La criticité hydraulique

L'objectif des outils de calcul de la criticité hydraulique est d'attribuer à chacun des tronçons une valeur qui mesure son impact potentiel en ce qui concerne le risque d'interruption de service ou de débit insuffisant.

Une manière d'évaluer la criticité hydraulique est de simuler, avec un modèle hydraulique, les conditions d'alimentation des usagers lorsque l'un ou l'autre des tronçons est hors service. En couplant les résultats du modèle de prévision des casses et ceux du calcul hydraulique, il est alors possible d'évaluer, pour chacun des tronçons, le volume potentiellement non distribué aux usagers sur une période choisie en raison des casses prévues pour ce même tronçon sur la période considérée.

Certains modèles de calcul de la criticité hydraulique font intervenir des modèles hydrauliques au sein desquels la demande est dépendante de la pression. D'autres proposent une approche simplifiée qui ne prend en compte que les interruptions totales de service. Il est en général possible au sein de ces outils de prendre en compte des vulnérabilités différenciées en fonction du type d'usages ou d'usagers (usagers sensibles, enjeux économiques...).

Comme les résultats des outils de prédiction de défaillances, ceux des outils de calcul de la criticité hydraulique peuvent être utilisés pour hiérarchiser les tronçons en fonction de leur niveau de risque et faire l'objet d'une représentation graphique au sein du SIG.

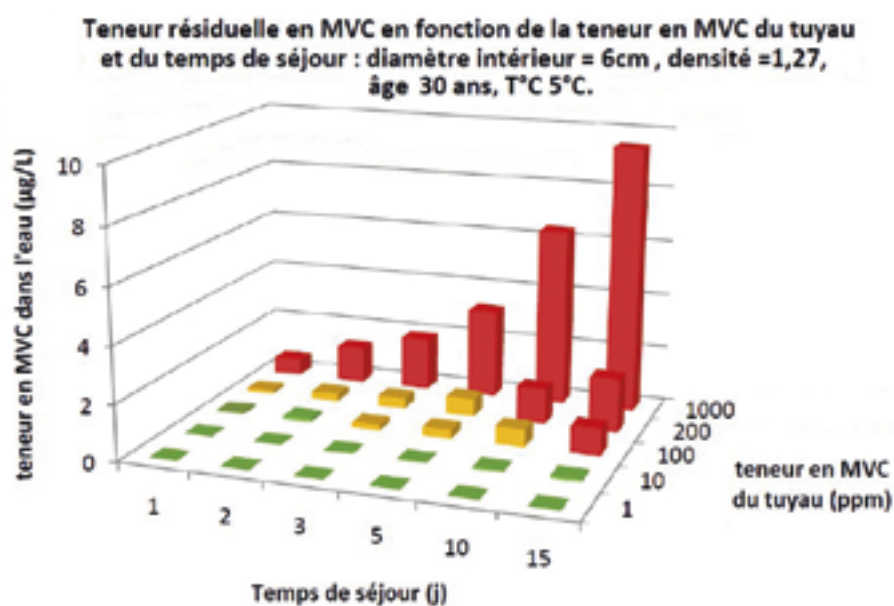
#### La modélisation du risque de dégradation de la qualité de l'eau

Le risque de défaillance n'est pas l'unique critère de renouvellement des canalisations. Les canalisations et branchements des réseaux d'eau potable peuvent dégrader la qualité d'eau. Il s'agit d'évaluer les potentiels de dégradation de la qualité d'eau (intrusion, corrosion, relargage, perméation, détachement de biofilm, baisse du résiduel de chlore...) et de les utiliser comme axes majeurs des décisions de renouvellement/réhabilitation de canalisations.

Plusieurs outils d'aide à la décision prennent en compte le potentiel de dégradation des canalisations sur la qualité d'eau :

- par modélisation pour l'analyse du potentiel de relargage de chlorure de vinyle monomère (CVM). Le potentiel de relargage des CVM dépend du temps de séjour, de la température, du diamètre et de l'épaisseur de la canalisation et de la concentration en CVM dans le matériau. Après identification des canalisations en PVC datant d'avant 1980, une modélisation hydraulique permet d'identifier les portions à risque (temps de séjour et température élevés). Un modèle a été développé par le Laboratoire d'hydrologie de Nancy pour prédire la concentration en CVM dans l'eau en fonction des différents paramètres d'influence listés ci-dessus. Ce modèle repose sur le principe de la diffusion passive régie par la loi de Fick (cf. figure 14) ;

Figure 14 : Simulation de la teneur résiduelle en CVM dans l'eau (Guillot, 2012)



- par le croisement cartographique du plan du réseau avec des données environnementales pour l'analyse des risques de perméation des sols contaminés à travers les canalisations polymères ;
- par un outil basé sur la logique floue avec des règles à dire d'experts représentant les mécanismes de dégradation de l'eau. Le centre national de la recherche scientifique (CNRS) a mis au point un modèle informatique fondé sur une démarche appelée « Carte Cognitive Floue (CCF) », qui constitue une façon plausible de représenter et de comprendre les relations complexes et mal définies qui régissent la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution (Sadiq, 2006).

En complément de l'analyse des potentiels de dégradation de la qualité d'eau, une analyse des impacts peut être menée, selon :

- la toxicité des composés : impact d'une pollution microbiologique, impact d'une pollution chimique ;
- la vulnérabilité des usagers : présence de clients sensibles ;
- la gêne occasionnée : impact d'une dégradation organoleptique.

Dans la plupart des outils, la mesure des impacts est qualitative mais elle peut également faire intervenir un modèle de propagation à l'image du calcul de la criticité hydraulique.

### 5.3.3.2 Les impacts

Il est possible de définir quatre familles d'impacts. Ces familles d'impacts sont communes aux réseaux d'eau potable et d'assainissement, mais les exemples suivants concernent les réseaux de distribution d'eau potable :

- impact sur la sécurité des biens et des personnes : sécurité des personnes, perturbations de la circulation, risque d'inondation, risque d'effondrement, indisponibilité de la sécurité incendie ;
- impact sur la santé des personnes : dégradation de la qualité d'eau suite à une défaillance ;
- impact sur la qualité de service : interruption ou dégradation de la desserte en eau, dégradation organoleptique de l'eau ;
- impact sur la ressource : pertes en eau.

Cette classification est notamment utilisée dans l'outil MOSARE de Veolia. Pour illustration, l'interruption ou dégradation de la desserte en eau est modulée par tronçon selon le diamètre, la fonction, l'indice de criticité hydraulique, l'indice de déficience aux nœuds ou l'indice de déficience aux nœuds prioritaires.

L'impact sur la sécurité des biens et des personnes est couramment pris en compte dans les programmes de renouvellement à partir de la pression moyenne, des étages de pression, de la présence de zone à risque (cavités souterraines...), de l'occupation du sol, du type de chaussée et du positionnement de la canalisation sous chaussée...

### 5.3.3.3 Les contraintes et opportunités extérieures

Les facteurs d'opportunité sont des éléments de contexte qui, combinés à la dégradation de la canalisation et à ses impacts, influencent la décision de la remplacer ou de la rénover. Ils ont généralement une dimension temporelle ou économique et peuvent être liés aux circonstances suivantes :

- programmes de réfection de voirie, projet d'aménagement urbain, contraintes des travaux effectués par des tiers et autres renouvellements de réseaux ou branchements (économie sur le chantier et/ou dévoiement obligatoires exemple sous des places aménagées ou des voies de tramway, limitation de la gêne aux usagers et minimisation des blocages de trafic routier) ;
- données d'aptitude, incompatibilité du dimensionnement de la canalisation avec son utilité : problème de dimensionnement lié à l'évolution des demandes en eau...

L'analyse des interfaces de ces projets sur les réseaux constitue un préalable important. Elles doivent être étudiées avec méthode et précision sur la base de documents consolidés afin que l'ensemble des impacts soit parfaitement identifié. La qualité de ce travail conditionne le bon déroulement des actions qui vont suivre.

Lors des études, une réflexion « élargie », intégrant la gestion patrimoniale des installations du service de l'eau, est indispensable. Elle permet :

- d'assurer la pérennité des aménagements mis en œuvre ;
- de saisir des opportunités de mutualiser certaines interventions et aboutir à une réduction globale des coûts ;
- de se coordonner et anticiper les besoins futurs en eau potable ;
- de garantir le bien-être et la tranquillité des habitants ;
- d'optimiser la gestion des ressources naturelles et contribuer ainsi à préserver l'environnement.



#### 5.3.3.4 Les méthodes multicritères

Les méthodes multicritères sont mobilisées pour comparer entre eux des tronçons de canalisations en prenant en compte plusieurs critères qui mesurent des choses très différentes (risques d'inondation, pertes en eau, perturbation du trafic, coordination avec un autre chantier...). De nombreuses méthodes existent, les plus couramment utilisées dans le domaine de la gestion patrimoniale des réseaux d'eau sont les méthodes « Électre », les méthodes dites « de score » et les méthodes « matricielles ».

##### Méthodes Électre

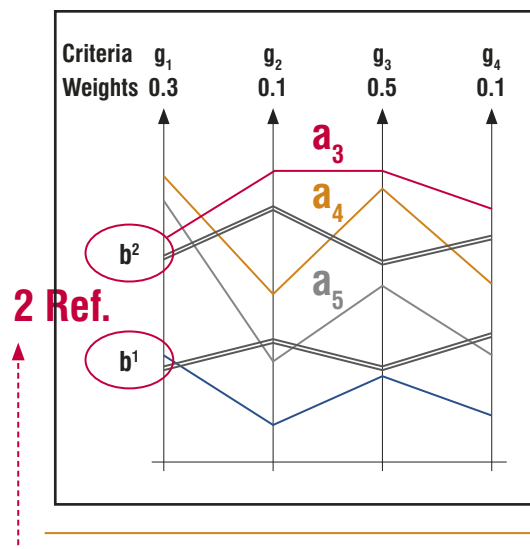
Les approches multicritères Électre ont été développées par Bernard Roy à l'Université Paris Dauphine (Roy, Bouyssou 1993). Des applications dans le domaine de l'environnement ont été réalisées notamment par Bernard Maystre à L'école Polytechnique de Lausanne (Maystre, Bollinger 1999). Concernant les réseaux d'eau potable et d'assainissement les premiers développements ont été réalisés dans le cadre du projet européen Care W et du projet national Rerau par l'Insa de Lyon.

Ces méthodes visent, non pas à rechercher un optimum, mais une solution de compromis qui peut prendre diverses formes : choix (ex. sous-groupe des meilleurs élèves), affectation (les mentions au baccalauréat) ou classements (les résultats d'un concours) correspondant, respectivement aux méthodes Électre I, Électre-tri et Électre III.

La méthode Électre tri a été utilisée dans le domaine des réseaux d'eau potable. Elle consiste à réaliser une affectation des tronçons de conduites ( $a_3$  à  $a_5$ ) suivant 2 profils de références ( $b^1$  et  $b^2$ ), dans 3 classes de priorité distinctes (rouge, orange, vert) pour chaque critère  $g_1$  à  $g_4$  (issu du tableau 6 – Les critères utilisés dans les outils ARP et Care W).

Figure 15 : Approche ARP (Care W, Le Gauffre, Laffrechine 2002, Haidar 2006)

#### Évaluation multicritère des conduites (profils multicritères)



### Méthodes de score

Malgré leur intérêt, les méthodes de type « Électre » sont d'un maniement qui peut paraître complexe pour les non-spécialistes. Ainsi, des méthodes de score leurs sont parfois préférées, elles consistent à attribuer à chacun des tronçons de canalisation une note résultant d'une combinaison des valeurs prises par chacun des indicateurs associés aux critères.

Classiquement, les méthodes de scores suivent les étapes suivantes :

1. normalisation des indicateurs associés aux critères ;
2. définition des poids de chacun des critères ;
3. calcul pour chaque tronçon de la moyenne pondérée des valeurs normalisées des indicateurs.

La normalisation est nécessaire pour ramener chacun des indicateurs sur une même échelle. En effet, les indicateurs ont des unités très disparates ( $m^3/an$ , nombre de véhicules, pourcentage...) et des étendues très variables (de 0 à 100 %, de 0 à 50 000  $m^3...$ ). Un exemple de méthode de normalisation est le suivant :

$Valeur\ normalisée = \frac{Valeur\ prise\ par\ le\ tronçon - valeur\ minimale}{valeur\ maximale - valeur\ minimale}$ .

Les valeurs normalisées de l'indicateur sont alors comprises entre 0 (valeur prise par le tronçon présentant la valeur minimale) et 1 (valeur prise par le tronçon présentant la valeur maximale).

La définition des poids des critères est un exercice subjectif qui constitue une des faiblesses des méthodes de score. Il est recommandé de faire des tests de sensibilité qui permettent de prendre la mesure de l'impact des choix de pondération sur la hiérarchisation des tronçons.

Il est possible, pour rendre la méthode plus cohérente avec la pratique ou l'intuition, de calculer des scores intermédiaires regroupant des critères par famille, ces scores intermédiaires pouvant, à leur tour, être normalisés et pondérés. Par exemple on pourra calculer séparément un score basé sur des critères d'impact et un score basé sur des critères d'opportunité.

### Méthode matricielle

La méthode matricielle permet de s'affranchir des poids donnés entre les critères de la méthode de score. Elle provient des études de sûreté de fonctionnement dans lesquelles la matrice de risque correspond à la combinaison de la fréquence (F) et de la gravité (G) (cf. tableau 7).

Tableau 7 : Exemple de matrice de risque

G5 – Catastrophique	15	25	35	45	55
G4 – Majeur	14	24	34	44	54
G3 – Sérieux	13	23	33	43	53
G2 – Modéré	12	22	32	42	52
G1 – Faible	11	21	31	41	51
G X F	F1 – Très rare	F2 – Rare	F3 – Possible	F4 – Fréquent	F5 – Très fréquent

Risque non significatif - pas d'action requise

Risque tolérable - mise en place d'actions correctives dans des conditions économiquement acceptables

Risque intolérable - mise en place obligatoire d'actions correctives

Les niveaux de fréquence sur les réseaux d'eau potable sont définis sur les taux de défaillance prédits.

Les niveaux de gravité sont issus des données d'impact (cf. tableau 8).

Tableau 8 : Exemple de cotation de la gravité appliquée dans MOSARE (Veolia)

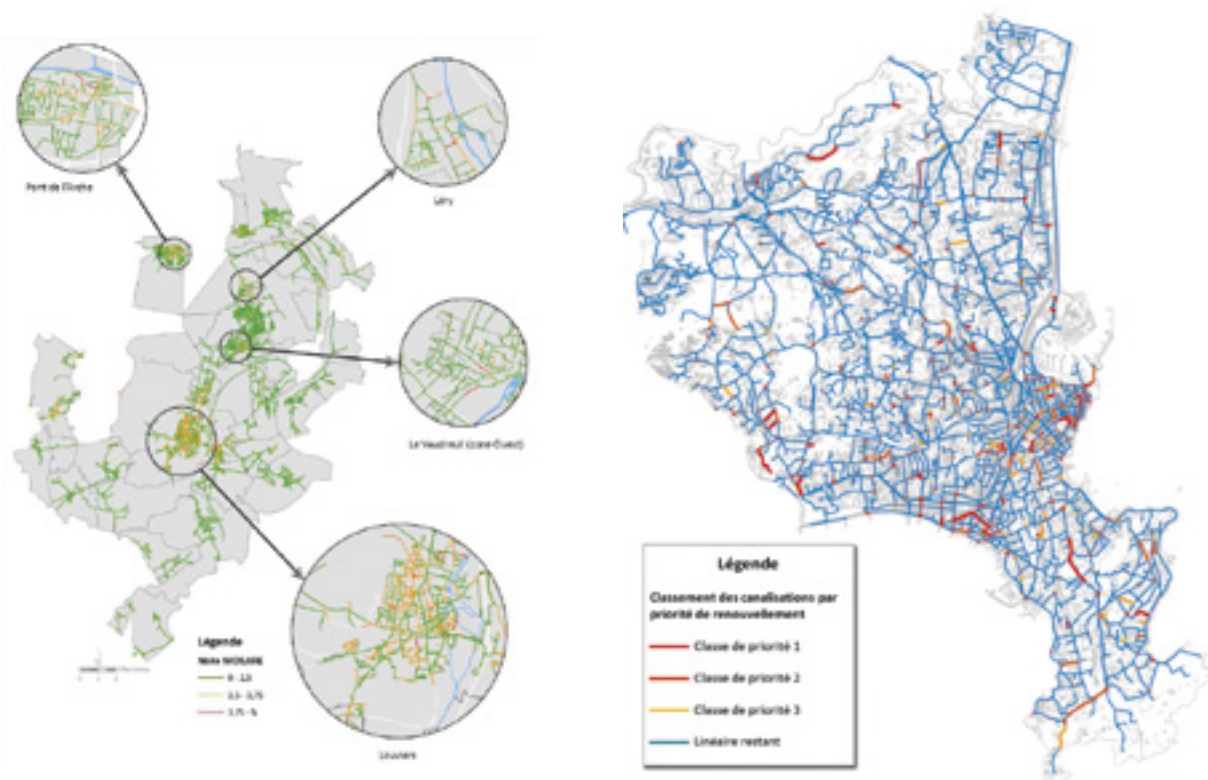
Cotation de la gravité	Impact sur la sécurité des biens et des personnes
G1 – Faible	Aucun impact sur la sécurité des biens et des personnes
G2 – Modéré	Domages matériels réversibles, limités au voisinage immédiat des équipements, avec potentiellement quelques cas de premiers soins infirmiers parmi la population
G3 – Sérieux	Domages matériels réversibles, limités au voisinage immédiat des équipements, pouvant potentiellement conduire à des cas d'hospitalisation de courte durée parmi la population, sans entraîner d'incapacité permanente
G4 – Majeur	Domages matériels à grande échelle, mais réversibles, générant potentiellement des cas d'hospitalisation prolongée et d'incapacité permanente parmi la population
G5 – Catastrophique	Domages matériels irréversibles et à grande échelle, générant potentiellement des décès parmi la population

Lorsque plusieurs critères d'impact sont pris en compte, la gravité la plus élevée l'emporte pour la détermination du niveau de risque.

### 5.3.3.5 L'intégration dans un SIG

Pour faciliter l'analyse, il est possible, avec la majorité des outils d'aide à la décision, d'intégrer les résultats dans un SIG. Le niveau de risque est alors affiché par tronçon dans l'interface graphique pour aider à la définition du programme de renouvellement.

Figure 16 : Illustration de la note de risque par tronçon (Veolia) et Figure 17 – Priorité de renouvellement (SIROCO® – G2C)



L'intérêt du couplage SIG est de puiser directement des données dans le SIG, de raisonner spatialement (relation entre le tronçon et son environnement) et enfin d'apporter une dimension visuelle aux résultats.

### 5.3.4 Les outils pour une approche long terme

La politique de gestion patrimoniale court et moyen termes doit s'inscrire dans une vision long terme qui mobilise des outils spécifiques relevant davantage de la prospective et de la stratégie.

#### 5.3.4.1 Les outils d'analyse de survie

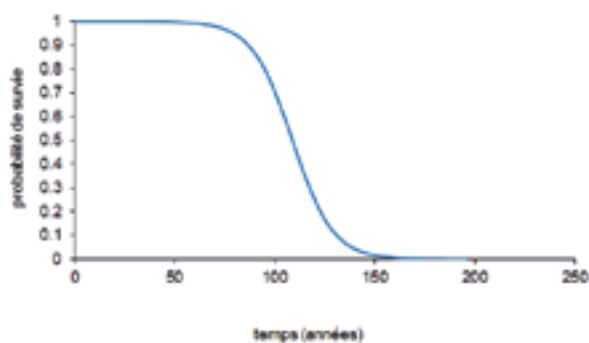
Les outils multicritères permettent essentiellement de hiérarchiser les tronçons pour construire les programmes de remplacement ou de rénovation des canalisations à court ou moyen terme (par exemple dans le cadre d'un plan pluriannuel d'investissement). Ils permettent d'apporter des éléments de réponse à la question « Pour un volume de travaux prédéterminé, quels sont les tronçons de canalisation qui doivent prioritairement être remplacés ou rénovés ? » Ils ne permettent pas (ou très partiellement) de bâtir les stratégies à long terme, c'est-à-dire de répondre à la question : « Pour satisfaire aux objectifs de performance du service et faire face aux contraintes externes sur le long terme, comment doit évoluer le rythme des travaux mis en œuvre ? »

Pour estimer le besoin de renouvellement à long terme, des méthodes simplistes basées sur des durées de vie moyennes fixes des canalisations par catégories ont été historiquement utilisées :

- la méthode « à besoin constant » qui considère qu'un volume annuel constant de travaux, calé sur l'inverse de la durée de vie moyenne supposée des canalisations, est nécessaire. Par exemple, si l'on considère une durée de vie moyenne de 100 ans, les besoins annuels en travaux sont estimés à 1 % du linéaire du réseau. Cette méthode ignore l'historique de pose des conduites qui généralement n'a pas été régulier, elle est donc dénuée de fondement technique ;
- la méthode « à date butoir » qui considère que les canalisations d'une famille technique doivent être mises hors service lorsqu'elles atteignent leur durée de vie estimée. Cette méthode ne prend pas en compte la grande variabilité des processus de dégradation des conduites en fonction du contexte dont résultent des durées de service très variables pour des canalisations d'une même famille.

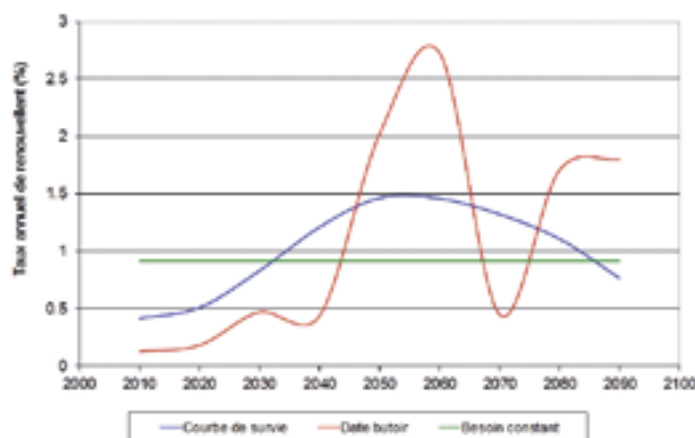
Toutefois, des outils et méthodes alternatives à ces calculs simplistes ont été développés dans l'objectif d'estimer la durée de service probable des canalisations. Ces méthodes, faisant appel à l'analyse de survie, considèrent que les durées de service des canalisations d'une même famille (appelée cohorte) sont variables et réparties selon une distribution statistique (à l'image, par exemple, de la durée de vie des populations humaines). Elle considère donc une courbe de survie qui représente la probabilité qu'une conduite soit en service à un âge donné (cf. figure 18).

Figure 18 : Exemple de courbe de survie d'une famille de canalisations



À partir des courbes de survie des différentes cohortes, il est possible d'évaluer le linéaire annuel probable de canalisations mises hors service chaque année et donc d'en déduire le taux de renouvellement (courbe bleue de la figure 19). Cette courbe est à comparer aux courbes verte et rouge issues des 2 autres méthodes.

Figure 19 : Taux de renouvellement annuel estimé en fonction de la méthode



Selon les outils, plusieurs méthodes sont utilisées pour déterminer les courbes de survie, des fonctions statistiques paramétriques (Herz, 1996) ou encore le calage empirique sur des données historiques de mise hors service des conduites (Large *et al*, 2015).

Les outils faisant appel aux courbes de survie pour déterminer les besoins en travaux à long terme présentent l'intérêt, à l'inverse de ceux basés sur des durées de vie fixes, de prendre en compte une réalité du terrain qui est la durée de service variable des conduites d'une même famille en fonction du contexte. Leur faiblesse actuelle reste que les courbes de survie sont déterminées en fonction des pratiques passées et qu'ainsi l'approche ne prend pas en compte d'éventuelles évolutions dans les objectifs de performances ou dans les contraintes pouvant influencer la stratégie de gestion patrimoniale et donc le volume à long terme des travaux de remplacement ou de rénovation des canalisations.

#### 5.3.4.2 Les modèles économiques dans les outils long terme

Les outils d'aide à la décision peuvent intégrer des modèles recourant à l'utilisation des données économiques (*cf.* paragraphe 3.6 – Les données relatives aux coûts et aux données comptables).

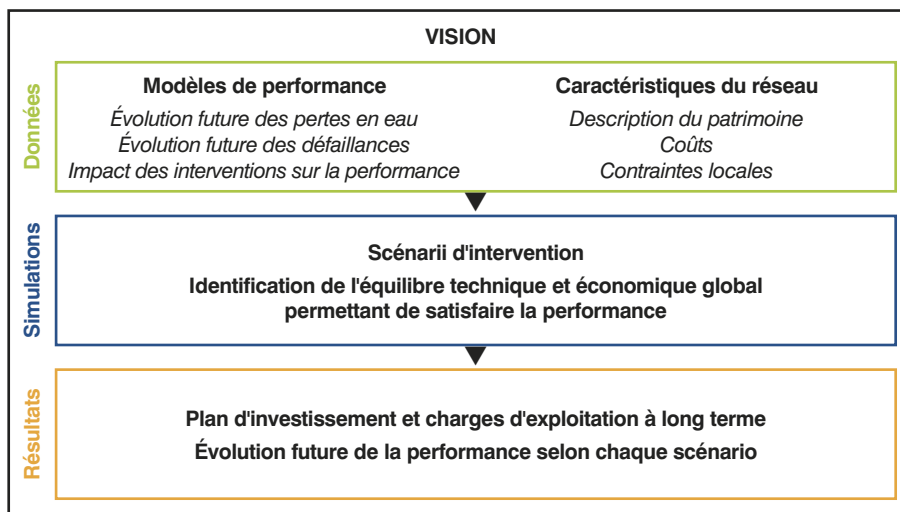
##### **Modèle de coût de renouvellement versus coût de maintenance**

Ce modèle est le plus couramment utilisé. Le coût de renouvellement de la cohorte est comparé à la somme des coûts de réparation des défaillances prévues actualisés. Cette approche permet de calculer l'année optimale de renouvellement de la cohorte. Au-delà des coûts de réparation, sont pris en compte les coûts de recherche de fuites, les coûts de pertes en eau (fonction du coût marginal de production et mise en distribution de l'eau), éventuellement les coûts indirects ou coûts sociaux. À partir de ce modèle, il est possible de calculer un taux de défaillance limite (c'est-à-dire économique). L'intersection des courbes d'évolution du taux de défaillance limite et du taux de défaillance prévisionnel donne la date optimale de renouvellement du tronçon, qui correspond à la fin de la durée de vie économique du tronçon.

Pour aller plus loin dans l'optimisation simultanée des investissements et des opérations d'exploitation, certains modèles intègrent également l'évolution des pertes en eau et l'impact des actions de recherche de fuites et de gestion de la pression. Le résultat est l'identification du meilleur équilibre technique et économique en fonction des pertes en eau et de la continuité du service.

Il est possible d'optimiser le taux annuel de renouvellement et le nombre d'équipes de recherche de fuites en fonction des priorités de la collectivité (rendement, taux de défaillance...) et des moyens alloués (cf. figure 20).

Figure 20 : Modules de l'application VISION, Veolia (Le Quiniou, et al., 2012)




Pour établir ces modèles et prendre les meilleures décisions, plusieurs données sont nécessaires : un inventaire du patrimoine du réseau et des données environnementales, mais aussi des données d'exploitation telles que les défaillances, une analyse fine des pertes en eau (fuites, balance hydraulique...) et des actions d'exploitation (recherche de fuites, gestion des pressions) ainsi que les coûts associés.

### 5.3.5 Synthèse et exemples

Le tableau suivant synthétise les principaux outils d'aide à la décision disponibles pour la gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable (cf. tableau 9).

Tableau 9 : Synthèse des fonctionnalités des outils d'aide à la décision pour la gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable

Approche	Fonctionnalités	Casses (Irs tea)	Criticité (Irs tea)	SIROCO® (G2C)	PHARE AEP (IRH)	MOSARE (Veolia)	VISION (Veolia)	PRÉVOIR (Suez)	AQUACIRCLE (Suez)	KANEW
Approche court et moyen termes (programmation du renouvellement)	Modélisation multicritère			X	X	X		X	X	
	Modélisation des défaillances	X		X	X	X		X	X	
	Modélisation de l'impact des défaillances		X	X	X	X		X	X	
	Modélisation du risque de dégradation de la qualité d'eau				X	X			X	
Approche long terme (Plan d'investissement pour schéma directeur)	Contraintes et opportunités extérieures				X	X		X	X	
	Scénarios de renouvellement			X	X	X		X	X	
	Modélisation de survie				X		X	X	X	X
Description disponible en annexe n°	Modèle économique				X		X		X	
	Optimisation du plan de renouvellement selon des objectifs de performance et/ou contrainte budgétaire				X		X	X	X	
		6		4	5	3				



# 6

## Les bonnes pratiques de gestion d'un réseau

### 6.1 Le suivi de la qualité d'eau mise en distribution

Les dégradations de la qualité de l'eau dans le réseau résultent d'une combinaison de causes structurelles (matériau de canalisations, mauvais raccordement, fuites, étanchéité) et de causes fonctionnelles (composition de l'eau mise en distribution, temps de séjour dans les ouvrages et le réseau, température de l'eau). L'évolution temporelle de ces causes fonctionnelles peut également représenter un facteur de dégradation supplémentaire.

La composition de l'eau et son évolution dans le temps sont donc à capitaliser. Les données de qualité eau sont déterminées par le traitement en amont du réseau, mais peuvent évoluer au cours du transport dans le réseau. Elles sont mesurées ponctuellement par les contrôles réglementaires et les programmes d'autosurveillance. Il s'agit de suivre :

- le pH, l'alcalinité, la dureté, l'indice de Larson et la minéralisation (fer et manganèse), importants dans le contrôle de la corrosion des matériaux et le caractère agressif ou entartrant de l'eau ;
- la température qui peut favoriser des goûts et odeurs et accélère la plupart des réactions physico-chimiques et biologiques dans le réseau. Par exemple, l'augmentation de température accélère le relargage, la dissolution du plomb et fragilise le biofilm ;
- l'oxygène dissous, dont la décroissance est signe de prolifération bactérienne ;
- la turbidité, dont l'augmentation diminue l'action des désinfectants et révèle des problèmes d'eau rouge ou noire résultant de la corrosion, d'eau blanche liée à un mauvais ajustement du pH, ou encore de fuites de matières provenant de l'usine de traitement... ;
- l'ammonium. Lorsqu'il est combiné au chlore, des chloramines se forment, ce qui réduit l'efficacité de la désinfection et peut provoquer des goûts désagréables ;
- la matière organique, source nutritive de la prolifération bactérienne ;
- les désinfectants utilisés.





## 6.2 Maintenance et gestion du réseau : prolonger la durée de maintien en service

La plupart des réseaux d'eau potable est constituée de canalisations et branchements posés à des périodes différentes, et présente une pyramide des âges étendue, et des ouvrages dans des états très variés, de très bon à mauvais.

Les réseaux d'eau potable, lorsqu'ils sont bien conçus et bien posés, ont une durée de maintien en service très longue, souvent largement supérieure à 60 ans ; cependant, les pratiques d'exploitation ont un impact sur l'état et la durée de vie du patrimoine enterré ainsi que sur la qualité du service, et doivent donc être adaptées en permanence à l'état du réseau.

Un réseau vieillissant présente plusieurs inconvénients :

- un certain nombre de fuites, générant des pertes d'eau ;
- des réparations plus nombreuses entraînant des arrêts d'eau, donc des interruptions de service pour réparation ainsi que des gênes à la circulation et des dégâts aux tiers ;
- des risques de relargage de substances indésirables ;
- des risques accrus de contamination de l'eau en raison d'arrêts d'eau ou de manques d'eau plus nombreux.

L'exploitant du réseau doit donc connaître l'état et l'environnement du réseau, de façon suffisamment détaillée pour prendre les bonnes décisions d'actions : surveillance renforcée, maintenance, réhabilitation, renouvellement... adaptées à chaque portion de réseau.

### 6.2.1 Résistance mécanique des réseaux

Les canalisations neuves ont une résistance mécanique bien supérieure à celle réellement exercée par la pression de service.

Au fil du temps cependant, la résistance des canalisations décroît, du fait de la corrosion des pièces métalliques, du vieillissement chimique des éléments en matériaux organiques, de la fatigue de certaines pièces de raccords, de mouvements différentiels répétés (battements de nappe...).

Lorsque la résistance d'une canalisation ou d'un branchement baisse à une valeur proche de la pression de service, une fuite survient dès qu'un évènement (coup de bélier, mouvement de sol..) augmente momentanément la contrainte.

Pour évaluer la résistance mécanique des canalisations, des diagnostics structurels sont envisageables. Ces derniers, destructifs ou non destructifs, nécessitent bien souvent d'avoir accès directement à la canalisation, ce qui complique leur mise en œuvre (cf. 5.2).

## 6.2.2 Gestion des pressions

Afin de limiter les contraintes exercées sur le réseau, donc le nombre de fuites, et également de réduire le débit des fuites existantes et de tous les écoulements non détectables, il est souvent efficace de réduire les pressions, en particulier en heures creuses de consommation (généralement la nuit).

Figure 21 : Vanne de modulation de pression DN 500 mm (Suez)



La réduction de pression permet de retarder l'apparition de défaillances. Cependant le réseau continue à vieillir, à se corroder. Il est donc possible de différer le remplacement ou la rénovation des conduites.

### Pour aller plus loin

*Réduction des pertes d'eau des réseaux de distribution d'eau potable : Guide pour l'élaboration d'un plan d'actions*, Onema, Irstea, Astee, 2014 :

- fiche III-A-1 ;
- fiche III-A-2.


## 6.2.3 Maintenance préventive des organes critiques

Il est indispensable de faire de la maintenance préventive, périodiquement, sur certains organes critiques :

- appareils de régulation (pression, débit, niveau) ;
- ventouses automatiques ;
- anti-béliers ;
- soupapes de décharge ;
- vannes motorisées ;
- purges automatiques ;
- protections cathodiques, etc.

Le manque de maintenance peut, par exemple, entraîner des casses longitudinales de canalisations, si les anti-béliers sont déréglés et créer des bouchons d'air sur les points hauts avec dépense accrue d'énergie et parfois des manques d'eau, des risques sanitaires si les ventouses sont mal entretenues.

La manœuvre périodique des équipements principaux permet de les contrôler et d'éviter certains grip-pages. Ces contrôles doivent être adaptés au contexte et prendre en compte les gênes occasionnées pour les usagers. Ces contrôles périodiques et l'analyse des données débit-pression permettent de détecter certaines anomalies en réseau : vannes presque fermées, canalisation entartrée...



La maintenance des protections cathodiques de réseaux métalliques est nécessaire à la pérennité de leur efficacité :

- installation de joints d'isolement sur tout raccordement ;
- continuité électrique en cas de réparation ;
- suivi permanent du fonctionnement (potentiel, courant..) ;
- investigations en cas de perte de potentiel significative par rapport aux conditions initiales.

Les canalisations métalliques non enterrées, en galerie, en caniveaux, suspendues, doivent être périodiquement revêtues, pour limiter leur corrosions.

Les isolations thermiques de canalisations aériennes doivent aussi être entretenues.

#### 6.2.4 Maintenance et métrologie des appareils de mesure

Un réseau moderne, piloté efficacement, comprend un grand nombre d'appareils de mesure :

- compteurs usagers télérelevés ou non ;
- compteurs ou débitmètres de sectorisation ;
- pré-localisateurs fixes de fuites ;
- autres capteurs en réseau.

La maintenance de ces capteurs et le maintien de leur qualité métrologique sont essentiels :

- pour facturer correctement et équitablement tous les usagers ;
- pour mesurer précisément la performance d'un réseau ;
- pour décider des bonnes actions, au bon endroit et au bon moment.

Ces opérations font appel à des compétences multiples :

- sur les technologies des capteurs ;
- sur les télé-transmissions ;
- sur les méthodes de vérification et d'étalonnage.

L'exploitant de réseau doit organiser ces opérations, et disposer des personnels compétents.

##### **Pour aller plus loin**

*Réduction des pertes d'eau des réseaux de distribution d'eau potable : Guide pour l'élaboration d'un plan d'actions*, Onema, Irstea, Astee, 2014 :

- fiche I-B-2.

#### 6.2.5 Mise en œuvre de systèmes d'exploitation temps réel

Des systèmes d'information avancés, utilisant des données collectées en temps réel sur l'ensemble du réseau, aident à la localisation des incidents et anomalies (fuites, vannes presque fermées...) et à leur résolution. Ces logiciels, souvent alimentés par des données de télérelève des compteurs des usagers, ainsi que par d'autres capteurs en réseau, permettent d'une part d'être plus réactifs en cas d'incidents sur le réseau et d'autre part d'améliorer la planification des interventions, réduisant ainsi la gêne pour les usagers.

Ces données dites en temps réel ne se limitent pas exclusivement aux données de volume ou de débit. Il est également important de suivre la position des vannes sur les réseaux principaux, les informations issues des pré-localisateurs en poste fixes...

## 6.2.6 Anticipation et planification efficace des interventions curatives

La recherche de fuites et en complément l'équipement des zones les plus critiques avec des systèmes fixes de détection de fuites permettent de détecter une partie significative des fuites, mais variable selon l'environnement, avant qu'elles ne causent des désordres apparents sur la voirie ou ne conduisent à des manques d'eau pour les abonnés. Elle réduit aussi fortement les volumes cumulés de fuites.

Cette politique permet également d'informer les clients avant intervention, au lieu de fermer en urgence les vannes du bief, et donc limite les désagréments pour les usagers, y compris pour la circulation.

La programmation et l'anticipation des interventions de réparation sont indispensables pour limiter les impacts sur les usagers.

Enfin, avoir la latitude de programmer l'intervention sur une fuite permet de poser la question de la réparation – provisoire ou définitive – ou du renouvellement, en particulier pour les branchements, et ainsi d'optimiser les interventions. Par exemple, il suffit de changer un collier fuyard sur un branchement en bon état mais il est souvent plus efficace à moyen terme de renouveler un branchement en PE « noir » vieilli chimiquement plutôt que de faire une réparation en remplaçant seulement quelques dizaines de centimètres.

## 6.2.7 Qualité des réparations

Les pièces utilisées pour les réparations doivent être adaptées au réseau, à la qualité de l'eau, et correctement mises en œuvre :

- manchons, brides, tronçons de canalisations ;
- tolérance des joints, adaptée à la nature et l'état de la canalisation ;
- conditions d'électro-soudure ;
- pose de bande grasse selon le type de pièces de réparation ;
- couple de serrage ;
- réfection des revêtements de protection extérieure et parfois intérieure ;
- ...

## 6.3 Remblai, compactage et réfection de chaussée

Le remblai ne doit pas blesser les ouvrages du réseau, il doit être compactable conformément aux prescriptions de voirie, et ne pas être mobilisable facilement en cas de ruissellement (fuite, écoulement préférentiel via la tranchée...). Pour cette raison les matériaux de remblai de mauvaise qualité devraient être proscrits.

Le compactage doit être effectué correctement, et avec des engins dont la puissance est adaptée à la résistance des canalisations (en particulier des canalisations en fonte grise).

Les réfections de chaussée doivent intervenir rapidement, mais pas avant que le terrain encaissant ait décanté suffisamment pour être compactable.

## 6.4 Qualité des travaux (charte eau potable)

Une bonne gestion patrimoniale passe également par la réalisation de réseaux bien construits ou bien réhabilités.

L'état de l'art est développé dans les textes réglementaires et normatifs et autres documents de référence : fascicule 71 du CCTG (en cours de révision), normes conceptuelles comme la NF EN 805, guides techniques et recommandations (Astee, FSTT, organismes professionnels).

À l'image de ce qui s'est fait pour l'assainissement, une charte de qualité nationale pour les réseaux d'eau potable a été élaborée sous l'égide de l'Astee ; cette charte a été signée en juin 2013 par plus d'une trentaine d'acteurs du service public de l'eau dont les associations des maires de France, des maires ruraux de France, des communautés urbaines de France représentatives des maîtres d'ouvrage.

Cette charte qualité met en avant une démarche partenariale fixant les objectifs de chacun des acteurs. Sa mise en application locale passe par la décision du maître d'ouvrage de réaliser son opération sous charte, et par l'adhésion des autres partenaires, depuis l'assistant au maître d'ouvrage, au début de l'opération, le maître d'œuvre, les entreprises, et jusqu'à l'exploitant du réseau d'eau potable après la réception de l'ouvrage construit.

La charte ne se substitue ni aux textes réglementaires et autres référentiels en vigueur, ni aux missions des différents acteurs, ni à leur savoir-faire. Elle gère les interfaces entre les partenaires et traite à ce titre de l'organisation mise en place depuis les études initiales jusqu'à la mise en service (ou la remise en service dans le cas de réhabilitation) de la conduite.

Sous charte qualité, tous les partenaires s'engagent notamment à :

- choisir tous les intervenants selon le principe du mieux disant ;
- réaliser des études préalables complètes et les prendre en compte ;
- examiner et proposer toutes les techniques existantes et celles innovantes dans le domaine ;
- organiser une période de préparation préalable au démarrage du chantier ;
- exécuter chacune des prestations selon un processus qualité pré-établi et maîtrisé ;
- contrôler et valider la satisfaction aux exigences prédéfinies des ouvrages réalisés ;
- contribuer à une meilleure gestion patrimoniale.

Ce texte implique toutes les parties prenantes, maîtres d'ouvrage, assistants à maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, entrepreneurs, fabricants, entreprises de contrôle, exploitants du réseau d'eau potable, coordonnateurs SPS et financeurs... et précise clairement le champ d'actions et les responsabilités de chacun, ainsi que les interfaces, afin de garantir une opération de qualité.

Des outils d'application viennent en complément de la charte pour faciliter sa mise en œuvre.

L'application de la charte assure une meilleure maîtrise des coûts de réalisation, d'exploitation et de renouvellement, ainsi qu'une meilleure gestion des délais d'exécution.

### Pour aller plus loin

[www.chartequalite-astee.fr](http://www.chartequalite-astee.fr)

# 7

## La gestion patrimoniale des autres ouvrages

La connaissance détaillée d'un réseau d'eau potable doit concerner l'ensemble de la chaîne Production/Transport/Distribution. Ainsi, les ouvrages du système d'alimentation en eau potable doivent être connus et décrits dans un système d'information structuré.

### 7.1 Une démarche différente de celle applicable aux canalisations et à leurs équipements

La gestion patrimoniale des ouvrages en superstructure est, par nature, différente de la gestion patrimoniale des réseaux. À la différence du réseau, elle s'applique sur un nombre limité d'unités (réservoirs, stations de pompage, usines de production, captage, stations de chloration...).

Souvent directement accessibles, les données caractérisant leur nature et leur état sont pour la plupart faciles à obtenir sans investigations complexes.

### 7.2 La structuration de l'information

#### 7.2.1 Structuration des données

Les données disponibles sur un ouvrage d'alimentation en eau potable sont de nature très variables et doivent être ordonnées dans un système d'information pour être utilisées facilement.

Le guide Niveau 1 et 2 visait deux types de données. Trois types de données sont définis dans le présent guide pour la gestion des ouvrages : fonctionnelles, descriptives ou patrimoniales et de fonctionnement.

#### **Les données fonctionnelles**

Elles correspondent aux informations liées au fonctionnement d'un ouvrage. Ces informations permettent de replacer l'ouvrage en question dans la structure générale du système d'alimentation en eau potable. À cet effet, il convient de synthétiser, sur une fiche signalétique, les données suivantes :

- la nature de l'ouvrage : réservoir, station de pompage... ;
- la fonction principale : stockage, transfert, traitement... ;
- le type d'utilisation : permanente, saisonnière, secours, hors service ;
- la description sommaire du fonctionnement ;

- les caractéristiques principales : volume, débit, cotes (sol, radier, trop plein) ;
- le plan schématique de l'ouvrage.

### **Les données patrimoniales ou descriptives**

Les données patrimoniales d'un ouvrage permettent de caractériser ce dernier. Les données essentielles à collecter et à mettre à jour sont :

- le type d'ouvrage ;
- la date de construction et/ou mise en service ;
- les caractéristiques des équipements principaux ;
- les caractéristiques des organes de commande, communication et surveillance.

Ces données fonctionnelles et patrimoniales peuvent être synthétisées sur la même fiche signalétique d'ouvrage.

### **Les données de fonctionnement**

Pour disposer d'un regard critique sur l'état de vétusté de l'ouvrage, il est nécessaire de compléter ces données fonctionnelles et patrimoniales par des données de fonctionnement. Elles caractérisent l'état de l'ouvrage et son évolution dans le temps, indépendamment de sa fonction. À l'image de la gestion patrimoniale des réseaux et de l'historique des défaillances, leurs données de fonctionnement sont des données variables dans la durée et nécessitent une mise à jour continue (nombre de pannes, temps de fonctionnement, volume pompé...).

De par leur nature et leur source différente, ces données de fonctionnement n'ont pas forcément vocation à être structurées dans les fiches signalétiques. En effet, les données fonctionnelles et patrimoniales seront principalement descriptives avec des textes d'explication difficilement utilisables dans une base de données numérique (type Access), contrairement aux données de fonctionnement qui seront principalement numériques et pourront être compilées dans une base de données afin d'être facilement utilisables.

## **7.2.2 Décomposition des ouvrages**

Il apparaît nécessaire de décomposer un ouvrage en sous-ensembles afin de pouvoir structurer les données au sein d'un système d'information cohérent et facilement exploitable. Ce découpage doit offrir au gestionnaire, le niveau de détail qui correspond à son rôle et à ses objectifs.

La structure proposée pour le découpage des ouvrages est la suivante :

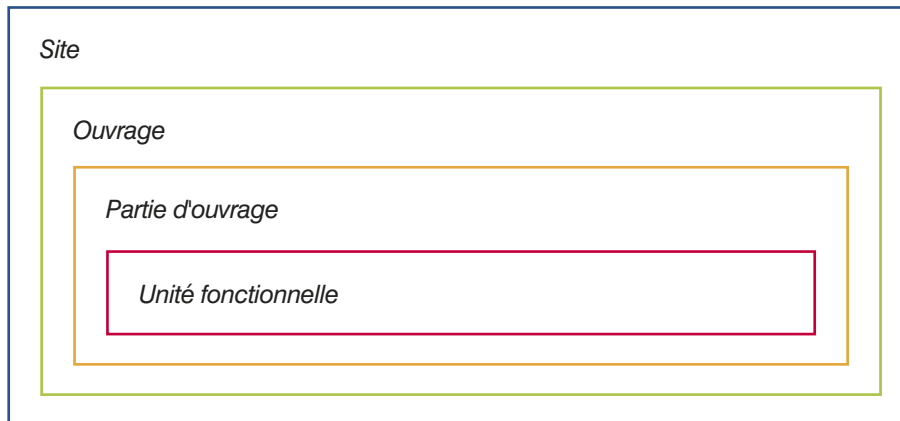
- **le site** : correspond à l'adresse physique d'un ouvrage. Ce site peut contenir un, voire plusieurs ouvrages en fonction des configurations ;
- **l'ouvrage** : correspond à un ou des bâtiments assurant une ou plusieurs fonctions. La nature de l'ouvrage est définie par sa fonction principale. Un ouvrage assurant le captage et la production d'eau potable sera décrit comme une seule installation : une usine de production. Dans d'autres cas, il s'agira d'un réservoir, d'une station de pompage... Si un seul ouvrage est présent sur un même site, alors le site et l'ouvrage sont confondus ;
- **la partie d'ouvrage** : correspond à un bâtiment unique assurant une seule fonction. Dans les cas d'ouvrage simple, l'ouvrage et la partie d'ouvrage sont souvent les mêmes. La partie d'ouvrage sera utilisée pour distinguer les différents ouvrages de production d'eau potable qui présentent souvent plusieurs étapes de traitement ;
- **l'unité fonctionnelle** : correspond à un sous-ensemble technique en relation à un corps de métier spécifique (pompage, électricité, automatisme, hydraulique...).

Pour la partie génie civil, l'inventaire pourra être sommaire en considérant l'ouvrage dans sa globalité ou en le décomposant. Pour les équipements et l'électricité, la gestion patrimoniale pourra varier entre une vision plus globale des équipements (dans le cas où ce qui est recherché est une programmation ou le

déclenchement d'opération de rénovation ou de renouvellement) et une approche détaillée (si l'objectif est de suivre la maintenance quotidienne de l'unité).

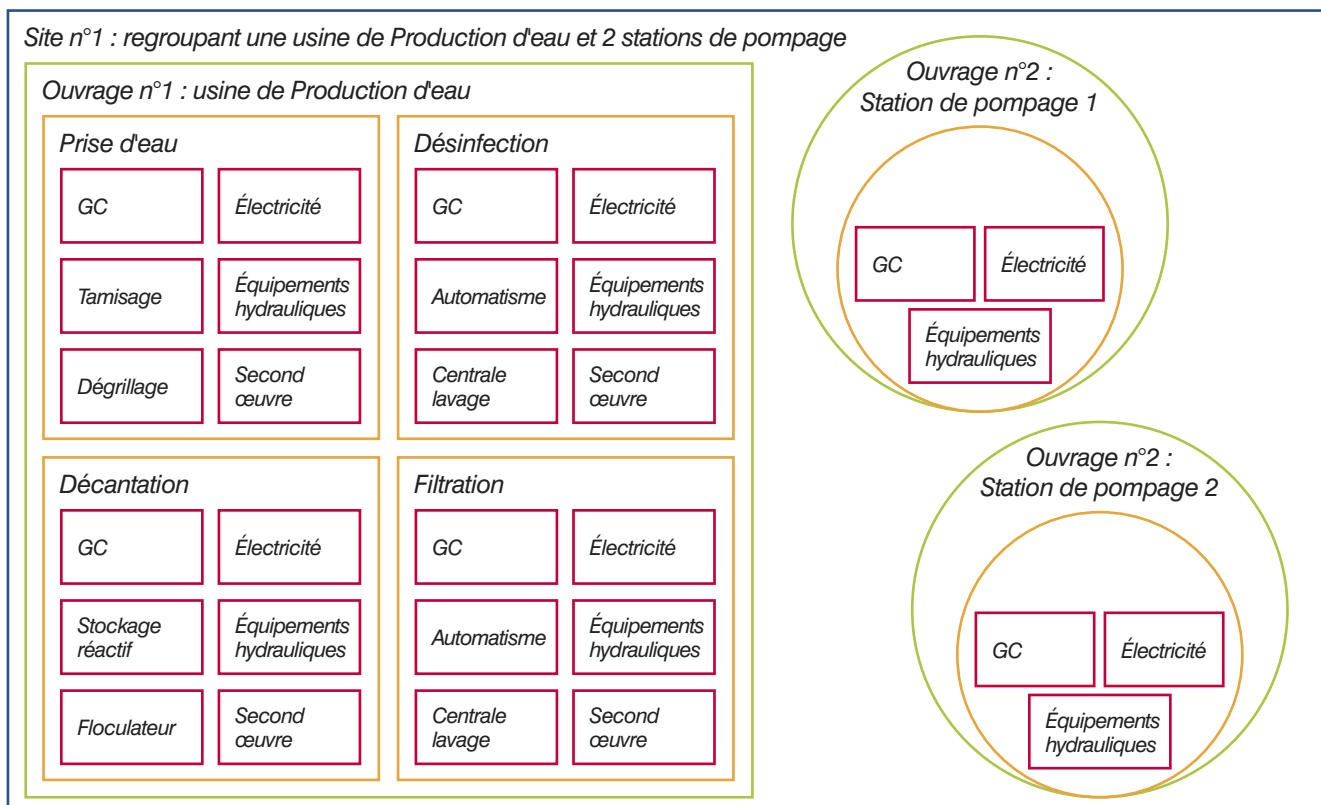
Le schéma explicite l'imbrication de ces éléments (cf. figure 22) :

Figure 22 : Schéma de décomposition fonctionnel d'un site




Le graphique ci-dessous schématise ces notions pour une usine de production comprenant plusieurs étapes de traitement et deux stations de pompage (cf. figure 23). Les unités fonctionnelles sont données à titre indicatif, pour illustrer la démarche. Elles ne sont donc pas exhaustives pour un ouvrage.

Figure 23 : Exemple de décomposition fonctionnel pour un site comprenant une usine de production et deux stations de pompage







L'échelle de ce découpage est à adapter en fonction des objectifs et des périmètres des acteurs. Généralement le suivi patrimonial qui incombe au maître d'ouvrage n'inclut pas le maintien en état fonctionnel de certains équipements qui est à la charge de l'exploitant et les données qui sont nécessaires à cette mission sont souvent traitées par des outils spécifiques (GMAO).

## 7.3 Les différentes fonctions des ouvrages

### 7.3.1 Prélèvement – captage

Les ouvrages qui assurent cette fonction ont pour vocation de capter l'eau dans le milieu naturel pour l'introduire dans le système d'alimentation en eau potable. Ils sont le point de départ de chaque service d'eau.

Les éléments spécifiques les caractérisant sont :

- la masse d'eau concernée ;
- les identifiants nationaux (BSS, UGE...) ;
- les autorisations administratives de prélèvement et de protection du captage, les débits autorisés.

### 7.3.2 Traitement – production

Les usines de production d'eau ont généralement pour vocation, à partir de l'eau brute prélevée dans le milieu naturel, de réaliser un ensemble de processus physiques et chimiques en vue de fournir une eau conforme aux exigences de potabilité. Il peut s'agir d'une simple désinfection à la source, quand la qualité de l'eau brute est conforme à celle de l'eau destinée à la consommation humaine. Quand ils ne consistent pas uniquement en une désinfection de l'eau, ces ouvrages peuvent être, par nature, assez complexes et potentiellement assez hétérogènes. Alors, il est indispensable de connaître la filière et de disposer d'un synoptique qui permet d'identifier la filière de traitement et les différents ouvrages. Il peut s'avérer nécessaire de scinder ces unités en ouvrages ou parties d'ouvrage correspondant aux différentes étapes de traitement (décantation, filtration sable, ozonation, filtration charbon, désinfection, stockage d'eau potable, relèvement...) pour appréhender correctement leurs caractéristiques.

### 7.3.3 Pompage : relèvement, élévation, surpression

Les stations de pompage jouent un rôle central dans le service de l'eau. En effet, elles assurent le transfert de l'eau potable d'un secteur bas vers un secteur élevé au moyen de pompes.

### 7.3.4 Stockage

Les ouvrages de stockage jouent un rôle important dans la sécurisation du service de l'eau. En effet, ils ont pour vocation principale d'assurer l'autonomie hydraulique du service de l'eau en cas d'incident. Ils assurent également la régulation entre la production d'eau et la demande des usagers.

## 7.4 Les données

### 7.4.1 Les données fonctionnelles

Quel que soit le type d'ouvrages concernés, les principales données à collecter sont :

- le rôle et l'objectif de l'ouvrage dans le réseau par exemple pour les unités de production d'eau potable (élimination de la maîtrise d'œuvre, prétraitement...);
- le type d'ouvrage (prise d'eau, station de relèvement, station de surpression, réservoir enterré ou sur tours...), ou de process (pour les unités de traitement : filière biologique, membranaire...);
- le type d'utilisation (permanent, de secours...);
- les débits, pressions, vitesses et volumes caractéristiques;
- le nombre d'abonnés et les secteurs desservis;
- le synoptique de fonctionnement dans l'architecture du service.

### 7.4.2 Les données patrimoniales

Quel que soit le type d'ouvrages concerné, les principales données à collecter sont :

- les caractéristiques des ouvrages : nature, caractéristiques, date de mise en service, date de construction, mode de construction...;
- un schéma fonctionnel accompagné de photos;
- le descriptif de l'ouvrage : capacité de pompage, secours éventuels...;
- la description des unités fonctionnelles principales;
- les caractéristiques des principaux éléments :
  - équipements généraux : date de pose, vitesse, puissance, nombre de groupes, présence de secours,
  - pompe : âge, marque, puissance, vitesse, débit, hauteur manométrique, profondeur d'installation de la pompe, courbe de fonctionnement,
  - conduites principales (alimentation, refoulement, vidange/trop-plein...) : diamètre, matériau, date de pose,
  - protection anti-bélier : date de pose, volume, nature,
  - équipements hydrauliques principaux : nature (clapets, vannes...), diamètre, date de pose,
  - équipements de mesure : date de pose, diamètre, nature des équipements, précision,
  - automatismes : description et nature des automates et de la télégestion, date de mise en service,
- la description du génie civil : nature, mode de construction, date de mise en service;
- l'alimentation électrique : description de l'alimentation et des équipements des postes de livraison/transformation, date de mise en service.

### 7.4.3 Les données de fonctionnement

Quel que soit le type d'ouvrages concerné, les principales données à collecter sont :

- l'historique des défaillances par unité fonctionnelle ;
- une estimation de la durée de vie technique par unité fonctionnelle ;
- les dates de rénovation partielle permettant de prolonger la durée de vie technique par unité fonctionnelle ;
- l'état de l'unité fonctionnelle observée au cours de la dernière visite ;
- le nombre d'heures de fonctionnement des équipements tournant (pompes, compteurs...) ;
- les volumes.

## 7.5 La collecte des données

La démarche de collecte s'effectue en deux temps :

- dans un premier temps, la constitution de la base de connaissance de chaque ouvrage. Elle concernera essentiellement les données fonctionnelles et l'inventaire des unités fonctionnelles composant le patrimoine. Pour cette collecte le maître d'ouvrage dispose d'un éventail élargi de possibilités :
  - interne : il s'appuiera sur les compétences de ses services pour la localisation et la description des caractéristiques principales. La principale base de connaissance sera constituée par les documents établis lors de la construction de l'ouvrage (dossier marché, DOE...),
  - exploitant : il pourra, par sa connaissance des ouvrages et par l'inventaire dont il doit assurer le suivi, valider et compléter les données recueillies par le maître d'ouvrage,
  - externe : le recours à un bureau d'études permettra de parfaire et structurer les informations,
- dans un deuxième temps, l'acquisition des données évolutives. Ceci concerne, essentiellement, les modifications d'ouvrage et les historiques. Les sources d'acquisition de données sont diverses :
  - bases de données GMAO,
  - archivage des systèmes SCC ou relevé d'indicateur,
  - diagnostic d'ouvrage (génie civil et/ou équipements) pour évaluer l'état d'un ouvrage ou d'une partie d'ouvrage à un instant et évaluer, ainsi son degré de vétusté.

Pour être toujours opérationnelles et exhaustives, ces informations doivent faire l'objet d'une mise à jour au moins annuelle.

Le génie civil de l'ouvrage est considéré comme une unité fonctionnelle à part entière. Toutefois sa durée de vie technique et sa durée de vie résiduelle sont difficiles à estimer. Il est donc important de réaliser des visites périodiques, étayées de photographies et de commentaires qualitatifs, afin de pouvoir estimer sa vitesse de dégradation. Le cas échéant, le recours à un bureau spécialisé dans le diagnostic de structure peut permettre d'estimer l'urgence des travaux à réaliser et de les programmer dans un plan pluriannuel d'investissement.



# Annexes

<b>1 - Le système d'information géographique « métier » .....</b>	<b>67</b>
1.1 - L'évolution du SIG d'une application générique vers un outil « métier » .....	67
1.2 - Fondement du SIG « métier » eau potable.....	68
1.3 - Les fonctionnalités « métier » indispensables du SIG eau potable.....	75
1.4 - Les autres apports utiles du SIG.....	81
<b>2 - Sources et points de vigilance des données sur les canalisations .....</b>	<b>86</b>
<b>3 - Outils de gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable MOSARE et VISION (Veolia) .....</b>	<b>89</b>
<b>4 - SIROCO® .....</b>	<b>93</b>
<b>5 - Le logiciel PHARE® eau potable.....</b>	<b>96</b>
<b>6 - Casses, logiciel de prévision des casses des réseaux d'eau potable .....</b>	<b>100</b>
<b>7 - Retour d'expérience du SEDIF sur la gestion patrimoniale ouvrage .....</b>	<b>102</b>
7.1 - Description du patrimoine .....	102
7.2 - Structuration des données.....	103
<b>8 - De l'anticipation à l'action : gestion patrimoniale avancée des réseaux eau potable de la ville de Créteil .....</b>	<b>108</b>
8.1 - Contexte et enjeux.....	108
8.2 - Construire et appliquer une politique patrimoniale dynamique.....	108
8.3 - Une performance excellente.....	111

# Le système d'information géographique « métier »

# 1

## 1.1 L'évolution du SIG d'une application générique vers un outil « métier »

### 1.1.1 Bref historique

Le concept du SIG est apparu très tôt dans les années 1960, dès que l'informatique a permis de gérer de la cartographie. Avec l'évolution de l'informatique, les SIG se sont répandus et démocratisés dans tous les domaines d'activité ayant un lien avec l'espace et les territoires (agriculture, infrastructures, médecine).

Dans un premier temps, il s'agissait de puissants outils génériques de gestion de cartes et de bases de données spatiales qui se sont imposés sur le marché. Leur adaptation à un domaine professionnel particulier nécessitait des paramétrages lourds et leur exploitation reposait sur du personnel spécialisé.

Dans les années 1990 sont apparus des SIG « métier » face à l'évolution des idées, des besoins des utilisateurs et aussi à la banalisation de l'informatique et de l'information géographique dans le quotidien de chacun (la majorité du personnel a un ordinateur de travail et est familier des cartes en ligne « grand public »). Ces SIG dits « métier » sont :

- évidemment conçus et adaptés pour un domaine professionnel précis (par exemple la gestion des réseaux d'alimentation en eau potable), avec les objets dédiés à l'activité et le modèle de données approprié ;
- manipulables plus facilement par le personnel courant du service concerné (par exemple les fontainiers, techniciens) ;
- dotés de menus déroulants, raccourcis et de formulaires propices à l'activité concernée (par exemple représenter un branchement, enregistrer une fuite, imprimer un carnet de vannage) ;
- interfaçables avec d'autres logiciels courants dans le domaine concerné (par exemple les bases de données clientèle, les modèles hydrauliques) ;
- ...

Dans notre univers métier, un système de production et de distribution d'eau potable se compose d'un très grand nombre de canalisations, branchements, organes, compteurs et ouvrages, certains enterrés, d'autres visibles, et l'ensemble sur une vaste étendue de territoire.

Ce système vit, s'étend, casse, s'entretient, se répare, se remplace tous les jours. Ce rythme est tel que le maintien de plans à jour sur des supports papier s'avère difficile, voire impossible sur les réseaux de grande taille. Face à ce besoin, les gestionnaires ont d'abord mis en place une cartographie numérique avec des outils de DAO (dessin assisté par ordinateur). Le SIG est également un support numérique : il permet d'aller beaucoup plus loin dans la capitalisation d'informations et dans leur exploitation pour appuyer la gestion du réseau. Les sections suivantes illustrent la puissance et l'importance cruciale d'un SIG au cœur d'un service d'eau.



Aujourd'hui, l'évolution de l'informatique et surtout d'Internet, permet au SIG d'être réellement l'outil central d'un service auquel chaque agent accède par des supports dits « légers » (navigateur Web, appareil mobile) et contribue par ces mêmes biais. Nous approchons ainsi de plus en plus des facteurs clé de succès du déploiement d'un SIG « métier » : l'adhésion des utilisateurs, le maintien à jour des données et la pérennité du système.

### 1.1.2 Normes et interopérabilité

Longtemps cloisonnés sur des formats de données propriétaires, les principaux éditeurs du marché - poussés par la vague montante du monde du libre - proposent aujourd'hui des systèmes ouverts interopérables. Les éditeurs de SIG ne sont pas pour autant seuls à l'origine de ces mutations. L'ensemble des acteurs du monde de l'informatique a largement contribué à cette nouvelle organisation de l'information géographique et de sa vulgarisation (stockage des données dans des SGBDR (système de gestion de base de données relationnelles), synchronisation de données via des ETL (Extract Transform Load) spécialisés dans le traitement et la transformation de la donnée, etc.).

L'interopérabilité est basée sur l'utilisation de standards définis de l'Open Geospatial Consortium (OGC), par exemple : WMS (Web Map Service) pour les services web cartographiques, WFS (Web Feature Service) pour les services d'accès aux données et WPS (Web Processing Service) pour la demande de calculs complexes à des services en ligne.

Une application connaissant les interfaces standards est capable d'utiliser n'importe quel composant respectant ces standards.

Cette interopérabilité a totalement décloisonné le monde du SIG permettant le partage des ressources, la mise en place d'espaces cartographiques collaboratifs et l'échange d'information.

#### **Directive INSPIRE**

Les Réseaux d'adduction d'eau potable sont décrits au Thème 6 de l'annexe III – Services d'utilité publique et services publics de la Directive Inspire.

La Directive Inspire, 2007/2 du 14 mars 2007, élaborée par la Direction générale de l'environnement de la Commission européenne, vise à établir en Europe une infrastructure de données géographiques pour assurer l'interopérabilité entre bases de données et faciliter la diffusion, la disponibilité, l'utilisation et la réutilisation de l'information géographique en Europe. Elle a été transposée dans le droit français, portant modification du code de l'environnement, par ordonnance n° 2010-1232 du 21 octobre 2010, et s'applique désormais à l'ensemble des autorités publiques.

## 1.2 Fondements du SIG « métier » eau potable

Les notions suivantes illustrent quelques-uns des points fondamentaux à prendre en compte dès la conception du SIG « métier ».

### 1.2.1 Structure de la base de données

Le SIG « métier » est fourni avec un modèle conceptuel de données déjà établi et propre au métier concerné.

Il sera adaptable aux besoins du service (personnalisation de champs/noms, interfaces, différents niveaux de droits d'accès aux données...).

Il fournira ainsi une liste d'attributs prédéfinis, par exemple pour les matériaux des canalisations. Ces attributs seront personnalisables, mais il est fortement conseillé d'éviter au maximum les saisies manuelles afin que les données restent cohérentes et exploitables.

## **Mode de Nomenclature**

Même au sein d'une structure de données imposée, le renseignement de certaines informations peut introduire une dérive (par exemple, le nom des matériaux : Fonte, Ft, F...) selon les personnes entrant les données, notamment, si aucune convention n'est adoptée.

**Il est préférable que le SIG soit paramétré avec des listes déroulantes, fixant les choix et assurant une cohérence. Voir les recommandations du premier volet de ce guide à ce sujet.**

### 1.2.2 Attributs et nomenclature

Les tables d'informations (dites tables attributaires associées) de chaque objet doivent pouvoir recevoir le lot d'informations habituellement associé à ces objets techniques, par exemple pour une canalisation, on pense évidemment au diamètre, au matériau, etc. Une table attributaire « métier » est généralement très complète et permet de stocker des informations sur les objets selon plusieurs axes. Pour les objets de type vanne par exemple, les informations peuvent aller jusqu'au niveau de détail suivant :

- caractéristiques de l'objet : identification de l'objet, son type, son diamètre, son fabricant, son année de fabrication et de pose ;
- précision des données sur ces éléments ;
- accessibilité et manipulation de l'objet : accessibilité, situation, identification du regard si l'objet se trouve dans un regard, position normale, étanchéité, sens de fermeture, nombre de tours ;
- actions d'exploitation ou de maintenance concernant l'objet : manœuvre ouverture/fermeture, date, agent, position actuelle, étanchéité du presse-étoupe, commentaire... Cette dernière catégorie de données n'est pas permanente et relève de l'historisation. Il peut par exemple y avoir plusieurs interventions successives. Ces données ne sont pas stockées dans la table attributaire de l'objet lui-même mais doivent pouvoir être accessibles depuis celle-ci.

Le contenu des tables attributaires et la nomenclature utilisée doivent à minima correspondre aux recommandations du premier volet de ce guide (voir notamment le tableur associé qui présente cette organisation d'information dans le détail).

PERIODE_POSE	MATERIAU	DIAMETRE	PRECISION	CARACT.	CATEGORIE	TYPE EQUIPEMENT	ETAT SOL	PROTECT GATHO	POSITION
Avant 1900	Acier	110	Classe A < 40 cm	Canalisation d'adduction d'eau brute	Dans foraine	Risque	Oui	Ouvr	
1900-1920	Arrière ciment	200	Classe B entre 40cm	Canalisation d'adduction d'eau potable	Boche d'arrosage	Risq	Non	Prime	
1920-1940	Béton armé	225	Classe C > 1.5m	Canalisation de distribution d'eau	Boche de lavage	Fumide	INCERT	INCERT	
1940-1960	Béton fibre fibre joints	300			Boche de ramassage	Catégorie			
1960-1980	Béton fibre fibre joints	300	<b>PRECISION AVANT</b>		Boche boche		<b>DONTE</b>	<b>ACTONNEUR</b>	
1980-1990	Pierre brute	400		<b>FORATION</b>	Boche, plaque pleine	Défil	Avant	Ce de manœuvre	
1990-1995	Pierre grise	500		Ordonnée gravure	Branchement étendu	Autre	Calotte	Hydraulique	
1995-2000	Pierre rognonnée	500		Ordonnée surplombe	Grise charge	INCERT	Fameux	Telecomade	
2000-2005	PREF	600		Ordonnée plan révisé	Grise défil		Autre	Electric	
2005-2010	PREF	600		Ordonnée	Chloromètre		INCERT	Tricot	
2010-2015	PREF	700		Ordonnée distribution	Capot anti-vent	<b>ENV/LEC</b>		INCERT	
2015-2019	PREF	800		Ordonnée révisée	Complexe de distribution de protection	Loge Haute Tension	<b>CORROSION</b>	<b>TYPE REPERANCE</b>	
	PREF	900		Ordonnée	Cable de réducteur	Protection cathodique	Absente		
<b>FORAGE_POSE</b>	For. béton	100	<b>PRECISION REPOS</b>		Cable rigide	Tampon	Localisé	Marque fixe	
Cannes	For. béton	110			Cable plastique	Protection sur étoupe	Généraliste	Châtr de pression	
Fossé	For. béton	120		<b>EMPLACEMENT</b>	Débrûlé		INCERT	Plaque pression	
Excavation	Autre	140		Ordonnée	Filtre à terre			Bois	
Fouage	INCERT	150		Ordonnée	Chambre		<b>SOUS-TYPE EQUIPEMENT</b>	Cou coloré	
Fouage élargi	INCERT	160		Ordonnée	Chaussée		<b>PROTECT_INT</b>	Casse nette	
Fouage	INCERT	180		Ordonnée	Manivelle			Casse longue	
Galère	Cable en plomb	200		Ordonnée	Niveau rétro	Autre	Nie réversible	Casse longuillote	
Gravité	Cable	210		Ordonnée	Petit de bronze	Comet	Réducteur de pression	Fareux	
Tube	Cable	220		Ordonnée	Petit de bronze	Egout	Réducteur à trois charges	Châtré	
INCERT	Cable	230		<b>LITTEPOSE</b>	Petit de bronze	Blumax	Stabilisateur avant	Tire	
	Cable	240		Ordonnée	Petit de bronze	Autre	Stabilisateur avant-aval	Joint	
	Cable	250		Ordonnée	Petit de bronze	INCERT	Stabilisateur aval	Autre	
	Cable	260		Ordonnée	Petit de bronze		<b>PROTECT_EXT</b>	Départ	
	Cable	270		Ordonnée	Petit de bronze	Autre	Dois		
	Cable	280		Ordonnée	Petit de bronze	Autre	Papier	<b>CARTE D'AVANCE</b>	
	Cable	290		Ordonnée	Petit de bronze	Autre	Polyéthylène Polyprop	Délimitation par un tiers	
	Cable	300		Ordonnée	Petit de bronze	Autre	Zinc	Consoie interne	
	Cable	310		Ordonnée	Petit de bronze	Autre	Ultrason	Consoie externe	
	Cable	320		Ordonnée	Petit de bronze	Autre	Electromagnétique	Mouvement de terrain	
	Cable	330		Ordonnée	Petit de bronze	Autre	Quali fixa	Suspension	
	Cable	340		Ordonnée	Petit de bronze	Autre	Ensemblement	Provisionnement	
	Cable	350		Ordonnée	Petit de bronze	Autre	Grilles	Défil maré	
	Cable	360		Ordonnée	Petit de bronze	Autre	Chambre	Hydroscop	
	Cable	370		Ordonnée	Petit de bronze	Autre	Hydroscop	Autre	
	Cable	380		Ordonnée	Petit de bronze	Autre	Quali de tar	INCERT	
	Cable	390		Ordonnée	Petit de bronze	Autre	Qualifine		
	Cable	400		Ordonnée	Petit de bronze	Autre	Opacite	<b>ORIGINE INTERVENTION</b>	
	Cable	410		Ordonnée	Petit de bronze	Autre	Réseau pise	Crêtement visible de signal	
	Cable	420		Ordonnée	Petit de bronze	Autre	Réseau pise	Particularité de la distribution	
	Cable	430		Ordonnée	Petit de bronze	Autre	Réseau pise	Suite des volumes mis en distribution	
	Cable	440		Ordonnée	Petit de bronze	Autre	INCERT	Carnage de recherche de fuite	
	Cable	450		Ordonnée	Petit de bronze	Autre	INCERT	Autre	

### 1.2.3 Géo-référencement

Il est important de choisir un référentiel cartographique homogène et compatible avec le système de projection et de coordonnées qui sera utilisé.

La projection Lambert93 (projection officielle pour les cartes de France métropolitaine depuis le décret du 26 décembre 2000) est la projection liée au système géodésique RGF93.

Le Référentiel Grande Échelle (RGE) de l'IGN est une excellente source de données géoréférencées. Elle est gratuite pour les organismes exerçant une mission de service public ni industrielle ni commerciale.

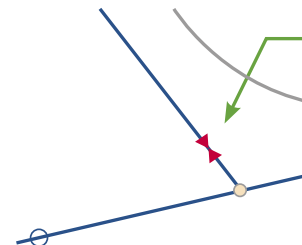




## 1.2.4 Règles de dessin

Un SIG « métier » va obéir lors du dessin ou de la pose d'objets à certaines « règles métier » qu'on ne trouve pas dans un SIG générique, par exemple :

- placer systématiquement un nœud à l'extrémité des canalisations ;
- scinder automatiquement une canalisation sur laquelle on vient raccorder une autre canalisation ;
- attacher automatiquement un objet ponctuel à la canalisation et l'orienter (par exemple la pose d'une vanne implique un rattachement à la canalisation concernée et l'alignement du symbole vanne sur la canalisation) ;
- déplacer le lot d'objets rattachés quand on déplace un objet ;
- déclencher une séquence logique de dessin (proposer de placer le compteur abonné quand on dessine un branchement) ;
- ...



À ces règles de dessin sont associées des règles de gestion des identifiants pour chaque objet. En effet, chaque objet dans le SIG porte un numéro unique. Comment ce numéro évolue quand on modifie l'objet, quand on le supprime, quand on en crée un autre à la place, est défini par des règles propres au métier et au modèle de données.

Il est tout aussi important que l'évolution des identifiants soit dynamique et se répercute dans l'ensemble du système où l'on trouve des références à ces identifiants.

L'application pourra également comporter un module de vérification et de correction de l'intégrité du dessin pour : identifier les objets isolés, les objets en double, les tables de données sans objet dessiné...

L'ensemble de ces fonctionnalités liées aux règles et aux vérifications du dessin a notamment pour but d'assurer la traduction de la continuité hydraulique du réseau (connectivité de tous les tronçons à minima).

## 1.2.5 Échelle et précision

L'échelle d'une carte est le rapport entre une longueur mesurée sur la carte et la réalité de cette même longueur sur le terrain.

L'échelle 1/20 000 veut dire que 1 centimètre sur la carte représente 20 000 centimètres sur le terrain (soit 200 mètres).

Quelques échelles courantes sont données ci-dessous à titre d'exemple :

---

Le réseau d'une grande ville ou agglomération sera visible dans son ensemble à 1/100 000



---

Le réseau d'une petite ville sera visible dans son ensemble à 1/20 000



---

Un secteur du réseau correspondant à un quartier sera visible à 1/5 000



---

Une partie rapprochée du réseau correspondant à quelques rues sera visible à 1/2 000



---

Le détail du réseau dans une rue ou à un carrefour sera visible à 1/200



Un plan au 1/5 000 au format A0 équivaut en surface convertie à 400 plans au 1/200 au format A4.

Cette notion d'échelle implique également des notions de précision et surtout des limites de cette précision qu'il convient de garder en mémoire.

Les exigences d'échelle et de précision pour les plans papier doivent faire l'objet de discernement.

À l'échelle 1/200, soit un plan très rapproché, un trait fin de 0,5 mm d'épaisseur représente tout de même 10 cm. On peut en déduire que même un plan de récolement très détaillé perd en précision s'il est remis au format papier.

Une deuxième contrainte à respecter est de garantir la lisibilité des plans aux échelles courantes (1/2 000, 1/5 000) ce qui conduit forcément à une déformation des représentations de certains objets (les regards, les vannes, les réservoirs et même l'épaisseur des canalisations... qui doivent être agrandis pour être visibles).

Une attention toute particulière doit être portée sur cet effort de lisibilité qui peut conduire à de la perte ou de la déformation d'information ou de précision. Prenons pour exemple la distance en deux canalisations parallèles qui sera souvent exagérée sur le plan pour bien montrer les deux canalisations.

En conclusion, chaque service d'eau doit définir ses besoins de représentation et d'impression en fonction des usages souhaités.

*Exemple d'une intersection complexe, peu compréhensible à une échelle plus grande*



## 1.2.6 Objets prédéfinis et symbolique adéquate


Les objets attendus ici sont bien entendu les canalisations, branchements, vannes, poteaux incendie, réservoirs, pompes, compteurs...


*Pose de canalisations depuis la barre d'outils*



Une bibliothèque d'objets est livrée avec les logiciels « métier » pour représenter les différentes entités du réseau lors de la saisie. La symbolique utilisée, pour les objets ponctuels notamment, respecte les « codes » du métier.

Vanne de sectionnement 

Réservoir 

Poteau incendie 

## 1.2.7 Périmètre et architecture du SIG

En fonction du périmètre et du nombre d'utilisateurs concernés, on peut distinguer plusieurs grands types d'architectures pour le système :

Le monoposte



Une architecture multi-utilisateurs avec un poste en édition et des postes en consultation en réseau local ou Web



Une architecture multi-utilisateurs avec plusieurs postes en édition et des postes en consultation en réseau local ou Web et mobile



Une architecture multi-utilisateurs avec tous les postes en édition-consultation en réseau local ou Web et mobile



Une architecture basée sur le Cloud



Les appareils mobiles trouvent naturellement leur place dans cette architecture et sont des outils précieux à l'exploitation sur le terrain. Ils peuvent être en mode synchronisés (mise à jour des données en temps réel) ou désynchronisés (synchronisation au bureau) en fonction du type de données qu'ils nécessitent et des environnements d'intervention.

## 1.3 Les fonctionnalités « métier » indispensables du SIG eau potable

Le SIG « métier » eau potable est un outil dédié qui doit faciliter le quotidien et non rajouter des contraintes informatiques. Il doit surtout apporter, en plus des fonctionnalités de base d'un SIG, les fonctions spécifiques dédiées à la gestion patrimoniale (notamment la mise à jour fluide des caractéristiques du patrimoine et l'archivage des défaillances et de leur correction). Voici quelques-unes des caractéristiques essentielles d'un tel outil :

### 1.3.1 Partage d'informations

Dès le moment où l'on se trouve dans une architecture à plusieurs postes, le partage et la synchronisation des données entre les différents terminaux sont de première importance.

Le premier rôle du SIG est de fournir une information à jour et homogène à tous les utilisateurs. Le serveur SIG intègre des fonctionnalités permettant de gérer des flux de nouvelles données provenant des divers utilisateurs et les éventuels conflits (par exemple, si deux utilisateurs modifient le diamètre d'une canalisation avec des valeurs différentes en même temps).

L'usage de terminaux complémentaires (tablettes, mobiles) rajoute une dimension à ce système de données partagées.

### 1.3.2 Requêtes prédéfinies / éditions de rapports et tableaux de bord

Le SIG « métier » est conçu et livré avec un jeu de requêtes simples et courantes qui permettent d'avoir une vision globale d'un réseau, par exemple :

- linéaire total de canalisations ;
- nombre total de branchements ;
- linéaire de canalisations par type de matériau (à définir au lancement de la requête) ;
- nombre d'incidents de type « Fuite sur branchement » ou « Fuite sur canalisation » ;
- ...

Ces requêtes peuvent être globales (s'appliquant sur tout le réseau) ou combinées à une sélection spatiale qui va limiter leur emprise (à un quartier par exemple).

Exemple d'outils et fonctions de sélection spatiale disponibles depuis une interface SIG



### 1.3.3 Génération de requêtes « métier »

Le SIG « métier » doit disposer d'un générateur de requêtes sur les bases de données des objets et des interventions. Les utilisateurs peuvent créer de nouvelles requêtes à volonté, grâce à un langage simplifié, et les combiner avec des sélections spatiales.

Les résultats des requêtes apparaissent à la fois :

- sous la **forme d'un tableau** qui peut s'exporter dans un tableur pour des traitements statistiques poussés ;
- sous la **forme d'une représentation spatiale** permettant une visualisation immédiate d'un phénomène et la génération d'une carte thématique.

Les applications de ces requêtes sont nombreuses mais on peut citer les exemples suivants :

- **maintenance préventive** : une requête de ce type permettra d'identifier par exemple les vannes de sectionnement dont la manipulation n'a pas été faite depuis une date donnée. Les résultats obtenus permettront d'établir et budgétiser le programme d'intervention ;
- **opportunité de renouvellement** : lorsque des travaux de voirie sont programmés sur une rue, une requête permettra de produire la carte de toutes les interventions réalisées dans la rue, en les différenciant par origine et par type. Cette carte permettra d'apprécier l'état du patrimoine enterré, et donc d'éclairer la décision à prendre quant à l'opportunité d'en renouveler tout ou partie à l'occasion des travaux de voirie.

**Remarque** : Évidemment, l'exemple ci-dessus correspond à une investigation ponctuelle et ne remplace en aucun cas une démarche complète et réfléchie de programmation du renouvellement à l'échelle du patrimoine tout entier.

Exemple de résultat cartographique d'une requête recensant les canalisations dont la date/période de pose n'est pas renseignée



**Gestion de la défense incendie :** permet de définir les zones couvertes par la défense du risque Incendie.

Exemple d'affichage de la zone d'influence des poteaux et bouches d'incendie avec sélection des bâtiments non protégés

A screenshot of a GIS application interface. The main map shows a satellite view with a network of blue lines representing fire hydrant influence zones. Red dots indicate individual buildings. A legend on the left lists various layers like 'Localités', 'Voies', and 'Bâtiments'. A data table window is open in the foreground, showing a list of buildings with columns for 'Adresse', 'Superficie', 'Type', 'Poteau', 'Surface', and 'Période'.

Adresse	Superficie	Type	Poteau	Surface	Période
00 00	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 01	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 02	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 03	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 04	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 05	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 06	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 07	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 08	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 09	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 10	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 11	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 12	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 13	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 14	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 15	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 16	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 17	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 18	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 19	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 20	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 21	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 22	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 23	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 24	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 25	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 26	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 27	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 28	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 29	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 30	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 31	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 32	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 33	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 34	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 35	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 36	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 37	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 38	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 39	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 40	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 41	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 42	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 43	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 44	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 45	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 46	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 47	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 48	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 49	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 50	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 51	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 52	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 53	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 54	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 55	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 56	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 57	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 58	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 59	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 60	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 61	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 62	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 63	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 64	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 65	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 66	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 67	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 68	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 69	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 70	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 71	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 72	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 73	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 74	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 75	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 76	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 77	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 78	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 79	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 80	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 81	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 82	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 83	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 84	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 85	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 86	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 87	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 88	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 89	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 90	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 91	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 92	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 93	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 94	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 95	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 96	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 97	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 98	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 99	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m
00 100	000000	BATIM	000000	0.00 m²	0.00 m

### 1.3.4 Gestion des interventions

Les fonctionnalités de gestion d'interventions sont capitales dans un SIG « métier » eau potable. Au-delà de la dimension « d'historisation des défaillances » dont les bénéfices sont expliqués plus loin, il s'agit ici d'instaurer tout un processus de remontée d'information et d'amélioration progressive de la connaissance patrimoniale.

#### **Gérer la pré-intervention**

Le SIG « métier » doit permettre l'édition de fiches intervention avec extrait cartographique destiné à appuyer le personnel sur le terrain. Les fiches intervention ont plusieurs objectifs :

- fournir à l'intervenant le maximum de précisions issues de la base de données SIG selon l'emplacement de l'intervention ;
- permettre à l'intervenant de confronter ces données ainsi que la cartographie à la réalité du terrain en proposant un extrait cartographique du SIG ;
- fournir un cadre précis à l'intervenant pour enregistrer les actions effectuées sur le terrain ;
- fournir un cadre précis pour les informations contextuelles à recueillir sur le terrain afin de capitaliser dans le système d'information.

En effet, une intervention de terrain est un moment rare et privilégié, surtout lors de la réalisation de fouilles pour collecter des informations sur les infrastructures enterrées, le sous-sol lui-même, l'environnement immédiat... Toutes ces informations peuvent être des facteurs importants à évaluer dans la dégradation des infrastructures. La moindre analyse statistique des interventions serait indéniablement enrichie par de telles informations.

L'acquisition de ce type d'informations est longue et coûteuse, néanmoins une démarche structurée et progressive qui bénéficie du volant « naturel » d'intervention terrain est une opportunité à ne pas laisser passer.

**Remarque :** Un exemple de fiche intervention a été présenté en page 37 du premier volet de ce guide.

**Mobilité :** Il est courant aujourd'hui que la fiche d'intervention « papier » soit remplacée par une visualisation cartographique des fiches d'interventions et du patrimoine associé à l'intervention depuis les appareils mobiles des agents.

#### *Interface de saisie d'intervention terrain sur une tablette*





## Mise à jour et archivage après intervention

Le retour d'intervention ne doit pas être négligé. Il s'agit ici davantage du respect d'un processus que d'une fonctionnalité logicielle. Néanmoins, il est important de garder en mémoire que la finalité n'est pas de « remplir » la fiche intervention mais de verser son contenu dans le SIG.

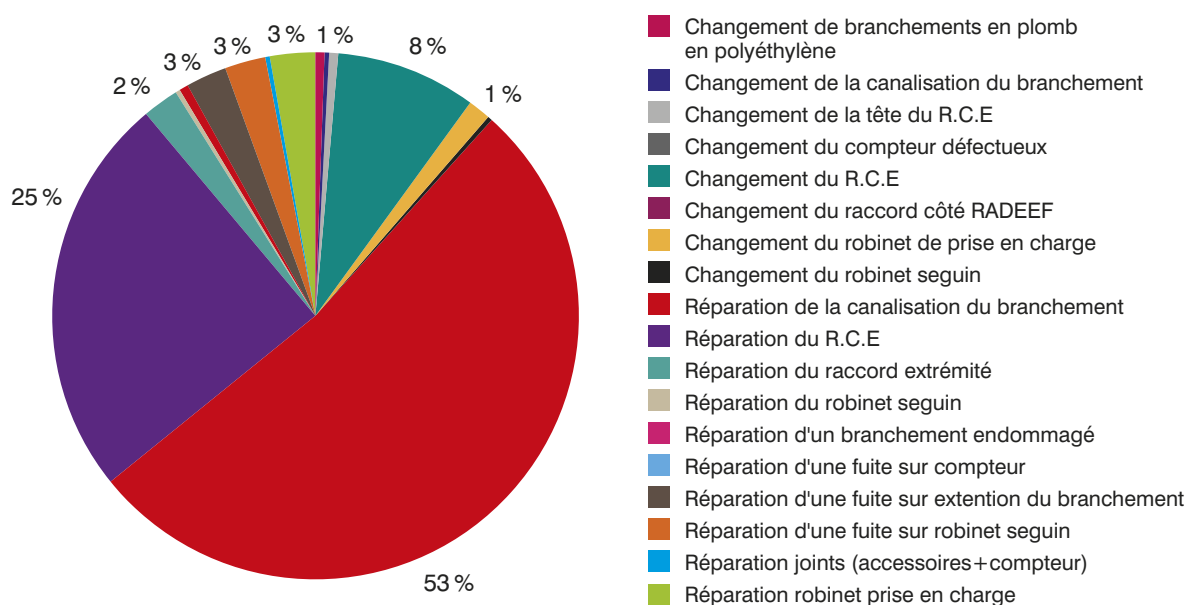
### Que verse-t-on dans le SIG ?

L'information sur l'intervention : date, type d'intervention, objet concerné, actions menées, etc. (cf. page 35 du guide *Gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable – Élaboration du descriptif détaillé des ouvrages de transport et de distribution d'eau*).

Le SIG « métier » fournit le cadre nécessaire pour enregistrer ces informations de manière structurée et surtout permettre l'association de l'intervention à l'objet SIG (la canalisation, la vanne...). On retrouvera ainsi cette trace d'intervention non seulement à travers la liste des informations mais aussi en cliquant sur tout objet ayant subi une intervention. Les requêtes en seront également améliorées.

Il est nécessaire d'établir un référentiel commun au service en ce qui concerne les interventions. Il doit couvrir toutes les actions pouvant être effectuées par les agents (poser, réparer, remplacer, rénover, mettre hors service, entretenir...) et s'adapter au patrimoine concerné (canalisation, branchement, vanne, équipement de réseau, appareil incendie...). Ces dispositions permettront une meilleure exploitabilité des données d'intervention en aval et faciliteront les analyses et l'identification de mesures correctrices en exploitation.

*Détail des défaillances sur branchements qui permet d'identifier que dans ce cas précis, 53 % des défaillances interviennent sur le tube en PE*



Il est particulièrement important, et en premier lieu pour les défaillances sur canalisations, que l'intervention soit informatiquement associée à l'objet concerné plutôt que localisée par un point « approximatif » ou une adresse. Cette disposition représente un gain de temps considérable lors de l'analyse ultérieure de l'historique des incidents que nous aborderons plus loin.

*Exemple d'un compte-rendu d'intervention : réparation d'une canalisation*

Canalisation

Localisation  
Description générale  
Description conduite  
SIROCO  
**Etat interne**  
Etat externe  
Commentaires  
Maintenance  
Documents associés

Etat interne  
Si revêtement existant, état global :  
Mauvais

Dépôt de corrosion:  
Aucun

Nature du dépôt :  
Calcaire

Entourez la conduite la plus ressemblante :

Réinitialiser    Annuler    Valider

*Archiver l'intervention mais aussi mettre à jour les données existantes du SIG*

Le retour d'intervention doit également permettre la confrontation, la vérification et la mise à jour le cas échéant de tout élément observé sur le terrain (position de la conduite, présence/absence de vanne, autre désordre, informations d'environnement comme le trafic routier ou le type de sol...).

**Ici, l'interaction entre les agents de terrain et l'équipe SIG est de première importance.**

Il s'agit encore une fois d'un point de procédure qui ne doit cependant pas être négligé notamment parce qu'il implique une relation souvent inverse à la hiérarchie admise ou habituelle : c'est l'ouvrier ou le technicien qui vient amender le travail du préposé au SIG. Ce cas de figure doit être connu, expliqué et autorisé par la direction du service pour trouver sa pleine efficacité. Le rôle du SIG « métier » est ici de faciliter cette mise à jour (changer une information, déplacer une canalisation et entraîner tous les éléments attachés...) et d'en conserver la trace notamment par le biais d'indicateurs de fiabilité que nous avons déjà évoqués dans le premier volet de ce guide (information déduite, information reprise sur plan, information certaine car observée sur le terrain).

*Représentation cartographique des interventions réalisées après leur archivage dans le SIG*



## 1.4 Les autres apports utiles du SIG

Le SIG « métier » eau potable est un outil dédié qui doit faciliter le quotidien et non rajouter des contraintes informatiques. Il doit surtout apporter, en plus des fonctionnalités de base d'un SIG, les fonctions spécifiques dédiées à la gestion patrimoniale (notamment la mise à jour fluide des caractéristiques du patrimoine et l'archivage des défaillances et de leur correction). Voici quelques-unes des caractéristiques essentielles d'un tel outil :

### 1.4.1 DT/DICT

Le SIG « métier » doit proposer une interaction avec les services en ligne permettant de faciliter la gestion des DT/DICT que ce soit en tant qu'exploitant de réseau ou demandeur.

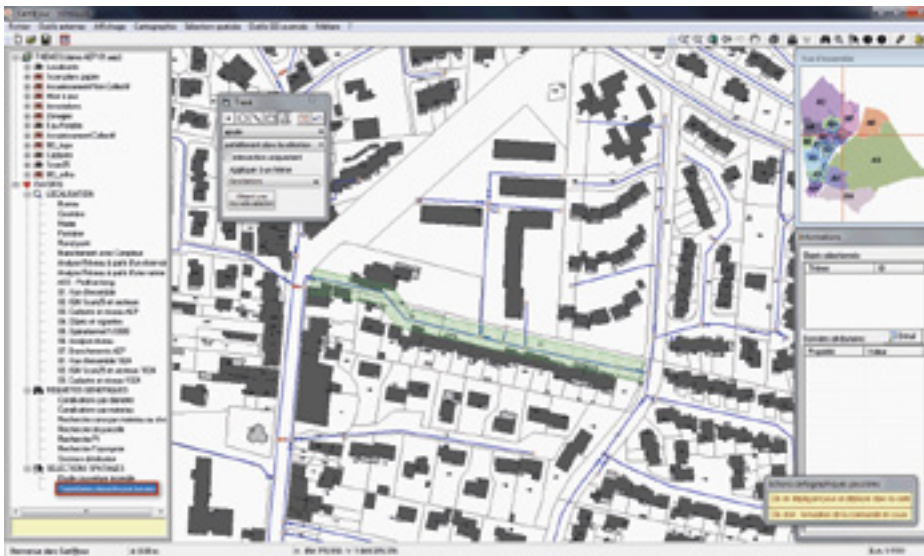
Les SIG sont encore en évolution dans ce domaine mais on peut s'attendre à disposer directement dans le SIG d'outils interfacés avec des services marchands intermédiaires déjà présents sur le marché et permettant une automatisation complète du flux DT/DICT (impression, remplissage du formulaire CERFA).

## 1.4.2 Information aux abonnés / publipostage

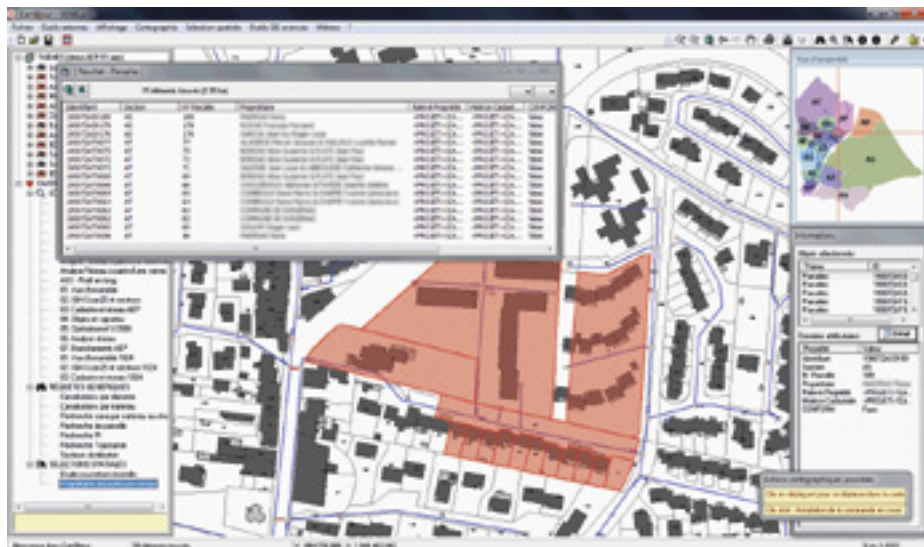
Le SIG « métier » permet, depuis le résultat d'une requête, de générer un publipostage notamment en exploitant une base de données « abonnés » associée. Les modèles de lettres pour le publipostage peuvent être fournis ou paramétrés avec le logiciel, l'utilisateur pouvant créer ses propres modèles selon ses droits.

Par exemple, en cas de travaux programmés dans une rue donnée, occasionnant une coupure d'eau volontaire pendant plusieurs heures, une requête dédiée (commençant par la sélection spatiale de la zone de travaux) permet d'identifier les parcelles concernées et les occupants à prévenir puis la génération automatique d'un courrier, e-mail ou SMS selon les moyens prévus par le gestionnaire.

### Sélection spatiale de la zone de travaux



### Identification des parcelles concernées et liste des personnes à prévenir



### 1.4.3 Interfaces avec d'autres applications

#### ***Avec les outils de modélisation hydraulique***

La topologie des réseaux, c'est-à-dire une structure propre du dessin composé de lignes et de nœuds, est construite dans les SIG « métiers » pour les rendre directement exploitables dans les logiciels de modélisation hydraulique. Les interfaces sont possibles avec de nombreux logiciels existants (EPAnet, Porteau...). Y sont exportées les caractéristiques des canalisations, les côtes des nœuds, les consommations aux nœuds.

Cela facilite grandement la construction des modèles hydrauliques et rend la structure graphique représentative de la réalité. Cela peut également permettre de mieux localiser et répartir des consommations (par géocodage par exemple).

En retour, la modélisation pourra verser différents résultats dans le SIG (vitesses, pressions), ce qui rendra ce type d'informations plus largement accessible (même s'il s'agit d'une photographie à instant « t ») et faciliter l'exploitation et l'aide à la décision.

#### ***Avec la gestion des abonnés***

Le SIG « métier » dispose d'interfaces avec les logiciels de gestion des abonnés présents sur le marché. À partir d'un identifiant commun (abonné, compteur, branchement...), les deux bases de données peuvent être connectées, permettant à l'utilisateur d'avoir accès aux informations depuis le SIG ou de répartir des informations du domaine « clientèle » dans l'espace grâce au SIG (par exemple la répartition des consommations).

### 1.4.4 Mobilité

La mobilité, à travers le développement d'appareils portables, est présente depuis plusieurs années dans le monde de l'eau. Les appareils nomades évolués sont de plus en plus interfacés avec les SIG. Il peut s'agir d'appareils GPS de précision embarquant un module cartographique, de Tablet PC ou de tablettes embarquant une version mobile du SIG ou même une version identique au SIG « du bureau » connecté en temps réel.

En effet, dans le cas de la mobilité, on parlera de systèmes connectés ou déconnectés.

---

Les systèmes connectés vont consulter en temps réel les données provenant du serveur SIG et nécessiteront une connexion Web.

Les systèmes déconnectés embarquent une version des données et sont synchronisés avec le système principal de retour au bureau.

---



Le SIG « métier » apportera en plus des capacités d'interaction du SIG générique avec ces appareils, une compatibilité plus étendue au niveau :

- des données cartographiques et de la symbologie ;
- des modèles de données « métier » (on pourra saisir des données sur le terrain et venir abonder directement le SIG même s'il s'agit d'une donnée complexe comme un rapport complet d'intervention) ;
- la prise de position précise (GPS/laser) sur le terrain et la création automatique des objets « métier » dans le SIG.

Nous pouvons distinguer les outils pour dessinateurs (pour faciliter leur saisie terrain) des outils pour les agents de terrain (pour la saisie des interventions et des demandes de mise à jour du patrimoine).

### 1.4.5 Analyse réseau / simulation de manœuvres

Le SIG « métier » eau propose souvent un module d'analyse réseau qui permet à l'utilisateur de mieux connaître son réseau et de mieux visualiser les interactions entre les différents éléments.

Elle permet ainsi, sur une partie ou sur l'ensemble de son réseau de :

- localiser les **vannes** dépendantes d'un **tronçon** : cela permet de voir les vannes dépendantes d'une canalisation, dans le but d'isoler un réseau ;
- simuler l'effet de l'**ouverture/fermeture** d'une **ou** plusieurs **vannes** sur un réseau et ses répercussions sur le réseau ;
- visualiser les tronçons dépendants d'un réservoir : cette partie permet de définir un secteur de distribution.

*Exemple d'un outil d'analyse réseau*



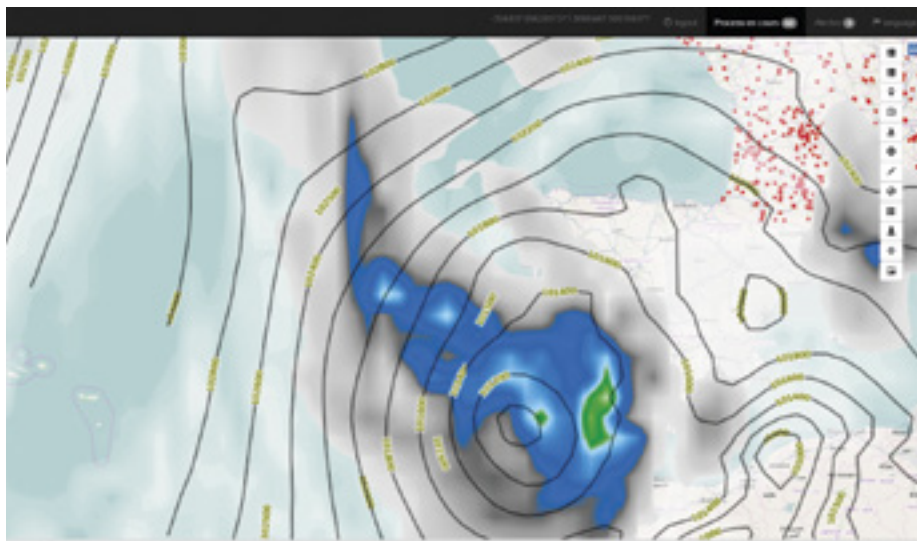
L'utilisateur peut simuler la fermeture de plusieurs vannes dans le but d'isoler des secteurs de distribution. Les secteurs ainsi différenciés s'affichent sur la carte avec une couleur différente.

### 1.4.6 Visualisation en temps réel

La convergence des protocoles des différents systèmes communicants présents sur le réseau rend désormais possible la transmission et la visualisation de données en temps réel dans le SIG (compteurs de sectorisation, pompages, marnages, capteurs de qualité, capteurs de pression...). L'apport de la visualisation dans une seule et même interface et une dimension cartographique est indéniable.

Il est même possible d'aller plus loin en exploitant ces données « temps réel » avec les données géographiques ou patrimoniales du SIG pour effectuer des calculs complexes qui apportent une grande réactivité à l'exploitation (zone affectée par une chute de pression, suspicion de fuite, traçage de pollution...).

*Exemple de superposition temps réel de données météo*



# 2

## Sources et points de vigilance des données sur les canalisations

Donnée	Sources	Explication	Nomenclature/ Points de vigilance
<b>Donnée patrimoniale*</b>			
Matériau	Plans/SIG Inventaire patrimonial	Influe sur la vulnérabilité du tronçon Peut indiquer un risque CVM	Voir <i>Guide gestion patrimoniale</i> , Niveau 1, page 25
Diamètre	Plans/SIG Inventaire patrimonial	Influe sur la vulnérabilité du tronçon Indique l'importance du tronçon	Voir <i>Guide gestion patrimoniale</i> , Niveau 1, page 24
Longueur	Plans/SIG Inventaire patrimonial	Donnée essentielle aux calculs ex. taux de casse/mètre	
Date de pose	SIG/Inventaire Archives, mémoire des agents	L'AGE en lui-même n'est PAS un facteur de dégradation. Il ne fait que traduire le temps d'exposition de la canalisation aux facteurs de dégradation (son vieillissement) et il renseigne sur les conditions de pose initiales (matériaux utilisés à l'époque et leur qualité, les techniques et la qualité des travaux de pose...)	Voir <i>Guide gestion patrimoniale</i> , Niveau 1, page 26
Profondeur	SIG/récolements	Influe sur la vulnérabilité du tronçon ainsi que sur la complexité des travaux	Voir <i>Guide gestion patrimoniale</i> , Niveau 1, page 26
Type de joint	SIG/récolements/ Périodes de pose Matériaux	Renseigne sur les risques de défaillance en fonction des joints	Voir <i>Guide gestion patrimoniale</i> , Niveau 1, page 33
Classe de pression	SIG/récolements	Renseigne sur la robustesse du tronçon	Voir <i>Guide gestion patrimoniale</i> , Niveau 1, page 33
Date de mise hors service	Historique travaux	Permet d'apprécier la durée de maintien en service des premières canalisations	PN 10, 12, 16
Motif de mise hors service	Historique travaux	Peut renseigner sur un problème persistant (ex. géotechnique)	Bien associer date et motif avant d'exploiter cette information. Les travaux d'opportunité ou de confort d'exploitation ne sont pas pertinents pour cette analyse.



Donnée	Sources	Explication	Nomenclature/ Points de vigilance
Nombre de branchements	Plans/SIG	Permet de connaître le nombre d'abonnés desservis par un tronçon	
Marque tuyau	SIG/récolements/ archives travaux	Influe sur la vulnérabilité du tronçon	
Protection interne	SIG/récolements/ archives travaux	Influe sur la vulnérabilité du tronçon	
Protection externe	SIG/récolements/ archives travaux	Influe sur la vulnérabilité du tronçon	
Présence dépôt	SIG/fiches intervention/agents	Renseigne sur l'état observé du tronçon	
Présence corrosion	SIG/fiches intervention/agents	Renseigne sur l'état observé du tronçon	

#### Donnée fonctionnelle\*

Fonction	SIG/interprétation du plan/agents	Influe sur la vulnérabilité du tronçon	
Pression	Modèle hydraulique/ SIG/agents	Influe sur la vulnérabilité du tronçon	
Secteur distribution	Plans/SIG	Indique l'importance de limiter les défaillances en fonction des niveaux de pertes de chaque secteur	
Criticité hydraulique	Modèle hydraulique/ interprétation du plan/ agents	Renseigne sur l'impact d'une défaillance sur la desserte aux usagers	
Qualité eau	Analyses/agents	Influe sur la vulnérabilité du tronçon	
Température eau	Analyses	Influe sur la vulnérabilité du tronçon Influe sur la qualité de l'eau	
Désinfectant	Agents	Influe sur la vulnérabilité du tronçon	Exemple réactions chlore-polyéthylène

#### Donnée contextuelle\*

Emplacement	Plans/SIG/ récolements/agents	Influe sur la vulnérabilité du tronçon par rapport au trafic, l'impact d'une intervention sur le trafic ainsi que sur la complexité des travaux	
Lit de pose	Plans/SIG/ récolements/archives travaux	Influe sur la vulnérabilité du tronçon	
Type de sous-sol	Carte pédologique/ SIG/fiches intervention/agents	Influe sur la vulnérabilité du tronçon	
État du sous-sol	Fiches intervention/ agents	Influe sur la vulnérabilité du tronçon	
Trafic	SIG/agents/carte des routes/données de comptage routier	Influe sur la vulnérabilité du tronçon due aux charges roulantes Détermine également l'impact d'une défaillance sur le trafic routier	
Autres réseaux	Plans/SIG	Influe sur la complexité des travaux	
Env. électrique	Plans/SIG	Influe sur la vulnérabilité du tronçon/risque de corrosion	
Protection cathodique	Plans/SIG/agents	Influe sur la vulnérabilité du tronçon/risque de corrosion	
Entreprise de pose	SIG/récolements/ archives travaux	Influe sur la vulnérabilité du tronçon en fonction de la qualité initiale de pose	

Donnée	Sources	Explication	Nomenclature/ Points de vigilance
Entreprise MOE	SIG/récolements/ archives travaux	Influe sur la vulnérabilité du tronçon en fonction de la qualité initiale de pose	
Technique pose	SIG/récolements/ archives travaux	Influe sur la vulnérabilité du tronçon en fonction de la qualité initiale de pose	
Qualité du remblai	SIG/récolements/ archives travaux	Influe sur la vulnérabilité du tronçon en fonction de la qualité initiale de pose	
Contexte géotech.	SIG/récolements/ archives travaux		
Présence de nappe	SIG/agents/données piézomètres		Renseigner dans la nappe, hors nappe mais aussi les phénomènes de battement de nappe
Demande en eau	Modèle hydraulique/ rôle d'eau	Indique l'importance du tronçon en termes de desserte quantitative	
Clients sensibles	Plans/SIG/agents	Indique l'importance stratégique du tronçon en termes de desserte ponctuelle	
Zones stratégiques	Plans/SIG/agents	Indique l'importance stratégique du tronçon en termes de desserte d'une zone	

\* Ne couvre pas les données sur les autres ouvrages.

Niveau 1

Niveau 2

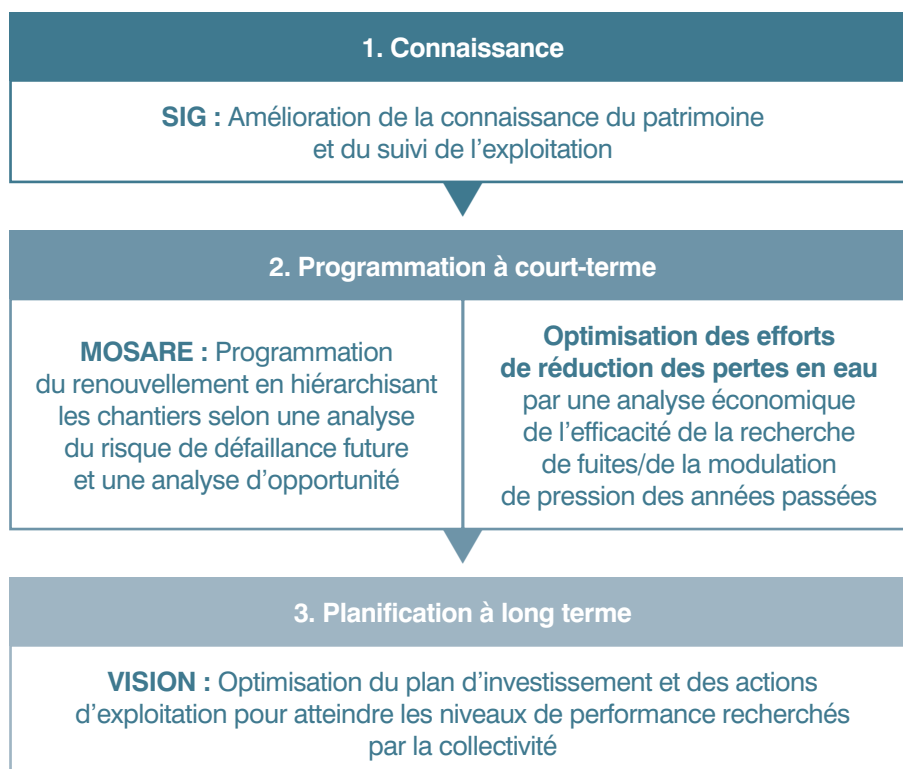
Niveau 3 (toutes ces données ne sont pas obligatoires)

# Outils de gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable MOSARE et VISION (Veolia)

# 3

La performance technique d'un réseau d'eau potable s'articule autour de trois axes : la qualité de l'eau distribuée, la continuité du service et le niveau de pertes en eau. Sur le court terme, l'amélioration des pratiques d'exploitation peut contribuer à maintenir, voire améliorer, la performance technique des réseaux d'eau potable. Par contre, envisagée sur le long terme, une exploitation même performante ne saurait compenser indéfiniment le vieillissement des réseaux.

Dans ce contexte, la démarche de gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable de Veolia vise à optimiser sur les court, moyen et long termes les besoins en investissements d'une part et en actions d'exploitation d'autre part pour permettre d'atteindre les niveaux de performance fixés par la collectivité :

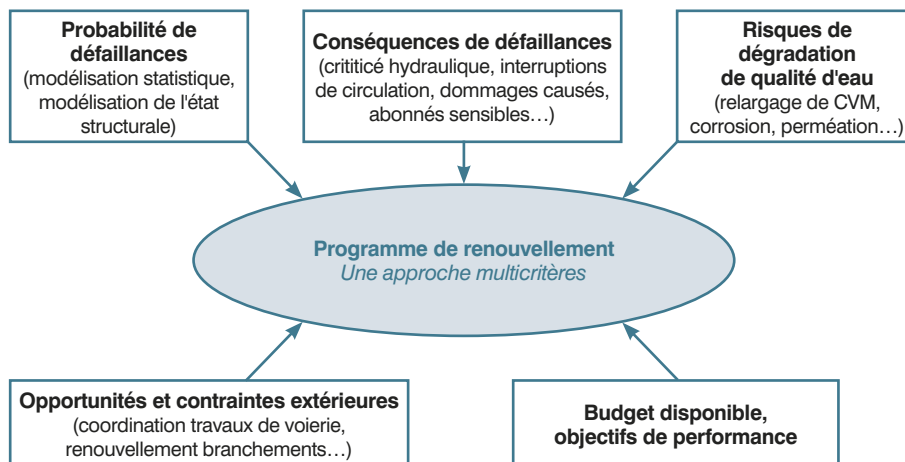




Les principales caractéristiques des outils de gestion patrimoniale MOSARE et VISION sont les suivantes :

**MOSARE : outil de programmation court et moyen termes des priorités de renouvellement (3-5 ans)**

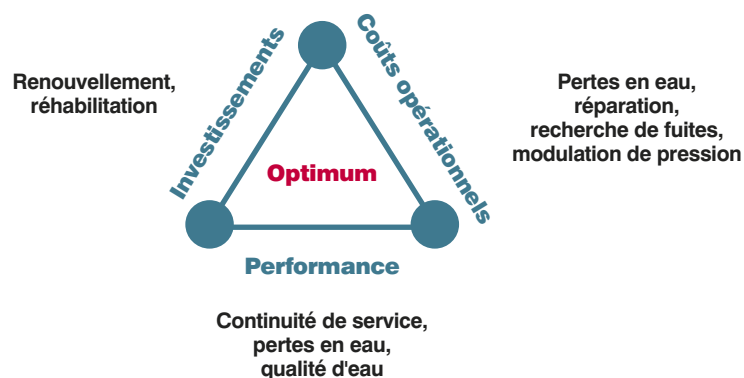
- **une interface efficace avec le système d'information de la collectivité** : compatibilité avec différents SIG et référentiels grâce au module d'intégration de MOSARE et export des résultats dans le SIG de la collectivité ;
- **l'assurance d'une utilisation d'informations valides**. Les informations intégrées issues du SIG sont analysées et les incohérences sont listées pour être corrigées ;
- **une aide à l'analyse du patrimoine et des facteurs de défaillance**. MOSARE intègre un module de création et d'édition de graphiques standards permettant de visualiser les principales caractéristiques patrimoniales du réseau sous différentes représentations ;
- **une bibliothèque de modèles prévisionnels des défaillances performants**. MOSARE intègre plusieurs modèles de prévision des défaillances éprouvés sur de nombreux réseaux. En plus des modèles issus des travaux de recherche européens Care-W et de l'Irstea, MOSARE intègre des approches innovantes par leur fonction de vieillissement. MOSARE comprend un module de calibration de ces modèles statistiques utilisés lorsque l'historique de défaillances est conséquent ;
- **une programmation des renouvellements réduisant les risques de défaillance**. MOSARE intègre une analyse globale du risque associée aux défaillances des canalisations. Ce niveau de risque est la résultante de la probabilité de défaillance du tronçon et des conséquences des défaillances si elles avaient lieu. La hiérarchisation des « conséquences » reflète les priorités de gestion de la collectivité : par exemple à probabilité de défaillance égale, il est possible de donner la priorité au renouvellement d'un tronçon situé sous une route nationale par rapport à celui situé sous une voie sans issue. Il peut s'agir ainsi de canalisations desservant un grand nombre de personnes, de celles qui sont positionnées dans un environnement où la circulation est dense, ou encore de celles qui approvisionnent des clients sensibles (hôpitaux, écoles, personnes dialysées)... Dans MOSARE, Veolia a défini quatre familles d'impacts :
  - Impact sur la sécurité des biens et des personnes : sécurité des personnes, perturbations de la circulation, risque d'inondation, risque d'effondrement, indisponibilité de la sécurité incendie,
  - Impact sur la santé des personnes : dégradation de la qualité d'eau suite à une défaillance,
  - Impact sur la qualité de service : interruption ou dégradation de la desserte en eau, dégradation organoleptique de l'eau,
  - Impact sur la ressource : pertes en eau,
- **une approche multicritère de la programmation des renouvellements pour optimiser l'efficacité des renouvellements et minimiser les désagréments envers les usagers et mutualisant les travaux**. Prise en compte du potentiel de dégradation de la qualité d'eau, des opportunités et contraintes extérieures telles que les travaux de voirie, les renouvellements de branchements, la construction d'infrastructures urbaines (tramway, par exemple), ou encore les zones les plus fuyardes... ;



- **une prévision à long terme de la continuité du service.** Certains modèles prévisionnels de défaillance implémentés permettent non seulement une hiérarchisation des canalisations pour le renouvellement, mais aussi une prévision sur plusieurs années du taux de défaillance par canalisation. Cette prévision est nécessaire pour la détermination du bon taux de renouvellement permettant d'atteindre un objectif de performance du service ;
- **une application unique pour la programmation des renouvellements des canalisations et des branchements.** L'application MOSARE est également utilisée pour réaliser des analyses patrimoniales sur les branchements : facteurs de défaillances, évolution du taux de fuites... ;
- **une application commune pour la gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable et d'assainissement.** L'application comprend un module pour la gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement : intégration des rapports normalisés des inspections télévisés et hiérarchisation des canalisations pour la programmation des ITV complémentaires et des réhabilitations.

**VISION : optimisation du plan d'investissement et des actions d'exploitation à long terme (10-20 ans) pour atteindre les niveaux de performance recherchés par la collectivité**

Veolia a développé l'outil VISION dans le cadre de contrats européens de nature concessive. VISION permet d'identifier un niveau économique global satisfaisant entre performance, taux de renouvellement et actions d'exploitation.

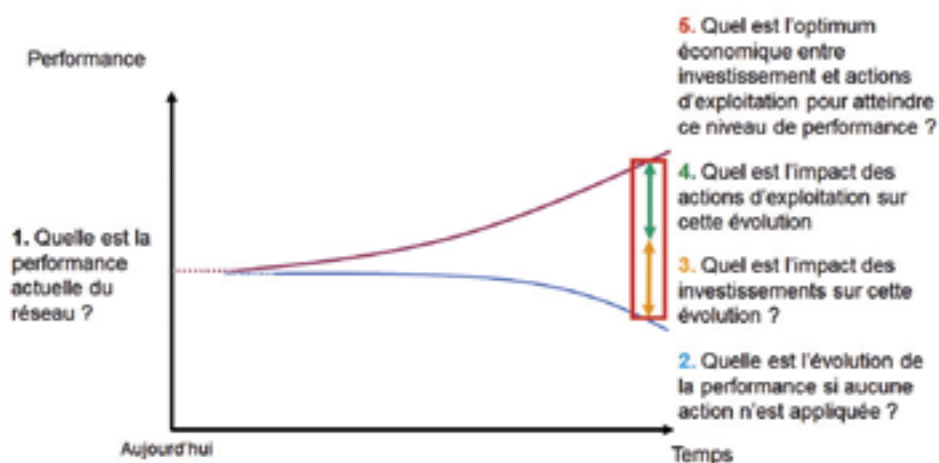


Il intègre des modèles d'évolution de la continuité du service et des pertes en eau, des modèles d'impact des renouvellements et actions d'exploitation sur cette performance et une approche économique.

La méthodologie implémentée peut être décomposée en cinq étapes :

1. la collecte des données et l'analyse de la performance du réseau ;
2. l'évolution de la continuité de service et des pertes en eau si aucune action n'est réalisée ;
3. l'impact des investissements sur cette évolution ;
4. l'impact des actions d'exploitation (recherche de fuites, modulation de pression) sur cette évolution ;
5. l'optimisation économique entre l'investissement et les actions d'exploitation pour atteindre un niveau de performance.

*Méthodologie de VISION en 5 étapes pour chaque axe de performance*



L'application VISION permet ainsi de construire le programme des interventions (Capex et Opex) sur le réseau d'eau potable :

- **Avec une vision long terme.**
- **Suivant deux axes de performance** pour atteindre les objectifs en termes de pertes en eau et de continuité de service.
- **En optimisant investissements et charges d'exploitation**, recherche globale de l'optimum du plan de renouvellements, des efforts de recherche de fuites et de la gestion de pression pour atteindre la performance du service visée.
- **En maîtrisant les risques et le prix de l'eau pour les usagers** : une optimisation économique basée sur les bénéfices des dépenses d'investissement et d'exploitation tout en maîtrisant les risques.

SIROCO® a d'abord été un projet R&D, dès 2004, de G2C environnement en partenariat avec le Cemagref (Irstea) de Bordeaux et financé par le ministère de la Recherche. Il avait pour objectif de mettre au point un système expert pour optimiser le renouvellement des canalisations d'eau potable par la modélisation du vieillissement des canalisations et l'anticipation des impacts des défaillances sur la performance du réseau.

Le système expert d'aide à la décision SIROCO® a été conçu comme une suite naturelle à la modélisation statistique avec le module Casses®.

Dans un premier temps, SIROCO® permet de rassembler et préparer le jeu de données nécessaire et d'alimenter le module statistique Casses®.

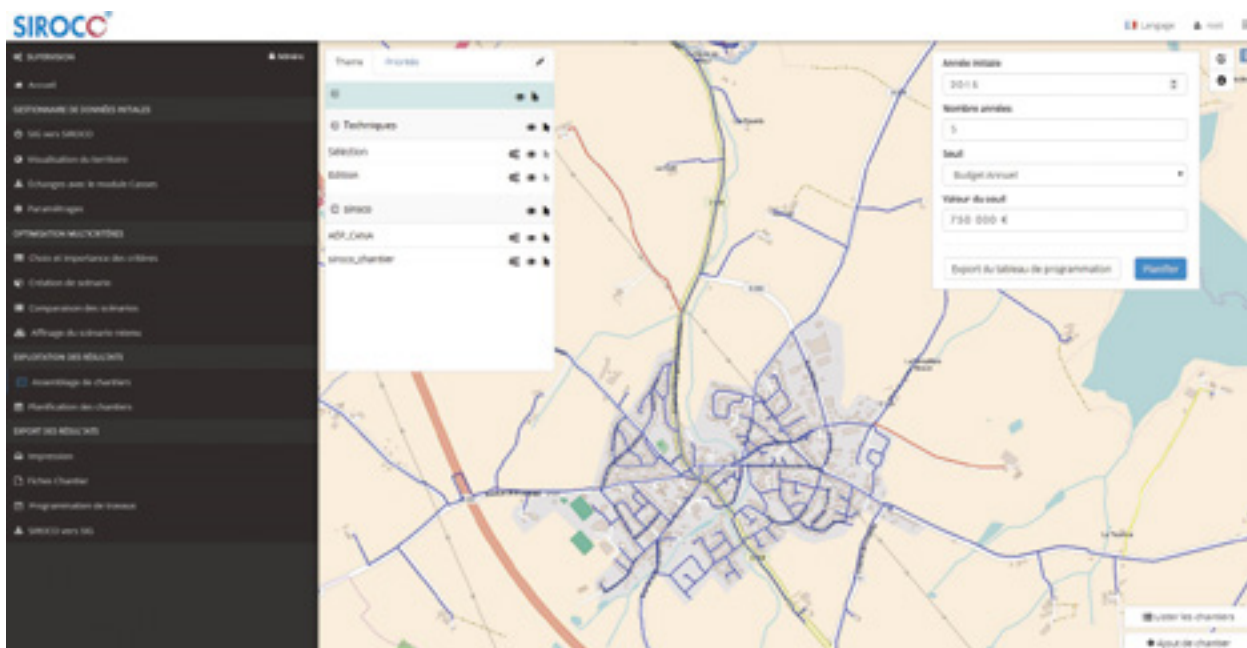
Dans un deuxième temps, à partir des probabilités de défaillances futures, SIROCO® permet d'évaluer les impacts futurs sur différents paramètres (continuité de service, indice de pertes, perturbation du trafic, desserte d'abonnés sensibles, coûts d'exploitation...). La méthodologie permet au maître d'ouvrage de fixer les objectifs de performance à atteindre et de déterminer en retour les canalisations prioritaires à renouveler. Elle permet aussi de déterminer l'effort optimal de renouvellement pour chaque collectivité et de s'affranchir de règles arbitraires comme « renouveler 1 % par an ». Le programme pluriannuel de renouvellement ainsi obtenu est rationalisé et associé à une visibilité sur les performances attendues.

SIROCO® est aujourd'hui une offre sur le marché pour la programmation intelligente du renouvellement des réseaux d'eau potable, avec 3 déclinaisons pour les collectivités :

- un service d'ingénierie complet, de la prise en main des données du maître d'ouvrage, à la modélisation du vieillissement pour terminer par la rationalisation du renouvellement à l'aide du système expert SIROCO®. C'est la solution la plus souple et la plus courante pour les collectivités, dont les données, les formats et les SIG sont variables d'un organisme à l'autre ;
- un module logiciel SIROCO® qui vient compléter le SIG métier Cart@jour édité par G2C informatique ;
- une application SaaS<sup>1</sup> SIROCO® indépendante conçue pour interagir avec d'autres sources de données et SIG.

1. *Software as a service/logiciel* en tant que service, c'est-à-dire une application hébergée sur une plateforme Web et accessible sur abonnement.

L'intégration au SIG métier Cart@jour ou l'interopérabilité avec des environnements tiers sont deux des trois déclinaisons de SIROCO®. Dans tous les cas, l'application est en mode SaaS. L'interface utilisateur se présente alors comme ceci :



Source : G2C

Les données nécessaires à ce type de démarche sont généralement à minima :

Donnée	Priorité	Obligation réglementaire
<b>Niveau de collecte A</b>	<b>Immédiat</b>	
Tracé	Indispensable	Oui
Longueur	Indispensable	Oui
Diamètre	Indispensable	Oui
Matériau	Indispensable	Oui
Date de pose	Indispensable	Oui
Défaillances sur canalisations	Indispensable	Non
<b>Niveau de collecte B</b>	<b>Immédiat, une fois le tracé établi</b>	
Couverture	Important	Non
Niveau de trafic routier	Important	Non
Nature du sol	Important	Non
Pression de service	Important	Non
<b>Niveau de collecte C</b>	<b>Peut attendre l'introduction du système expert</b>	
ILP du secteur de distribution	Important	Non
Modèle hydraulique	Utile	Non



Donnée	Priorité	Obligation réglementaire
Canalisations stratégiques	Important	Non
Zones stratégiques	Important	Non
Abonnés sensibles	Important	Non
Historique des renouvellements	Utile	Non
Niveau de collecte D	Peut attendre l'introduction du système expert si obtention facile. Sinon mettre en œuvre le suivi nécessaire en amont	
Opportunité de travaux	Utile	Non
Besoin en renforcement	Utile	Non
Temps de réparation	Important pour le système expert	Non
Coût unitaire de réparation	Important pour le système expert	Non
Coût linéaire de renouvellement	Important pour le système expert	Non
Surcoût amiante ciment	Souhaitable pour le système expert	Non
Niveau de collecte E	Difficile à acquérir	
Type de joint	Souhaitable	Non
Lit de pose	Souhaitable	Non
Fabricant canalisation	Souhaitable	Non
Entreprise de pose	Souhaitable	Non

Source : G2C

Toute donnée complémentaire et spécifique au contexte peut être intégrée à l'analyse comme un facteur de dégradation supplémentaire ou comme un élément constitutif d'un critère supplémentaire de décision.

L'intérêt du couplage SIG est de puiser directement des données dans le SIG, de raisonner spatialement (relation entre le tronçon et son environnement) et enfin d'apporter une dimension visuelle aux résultats.



Source : G2C

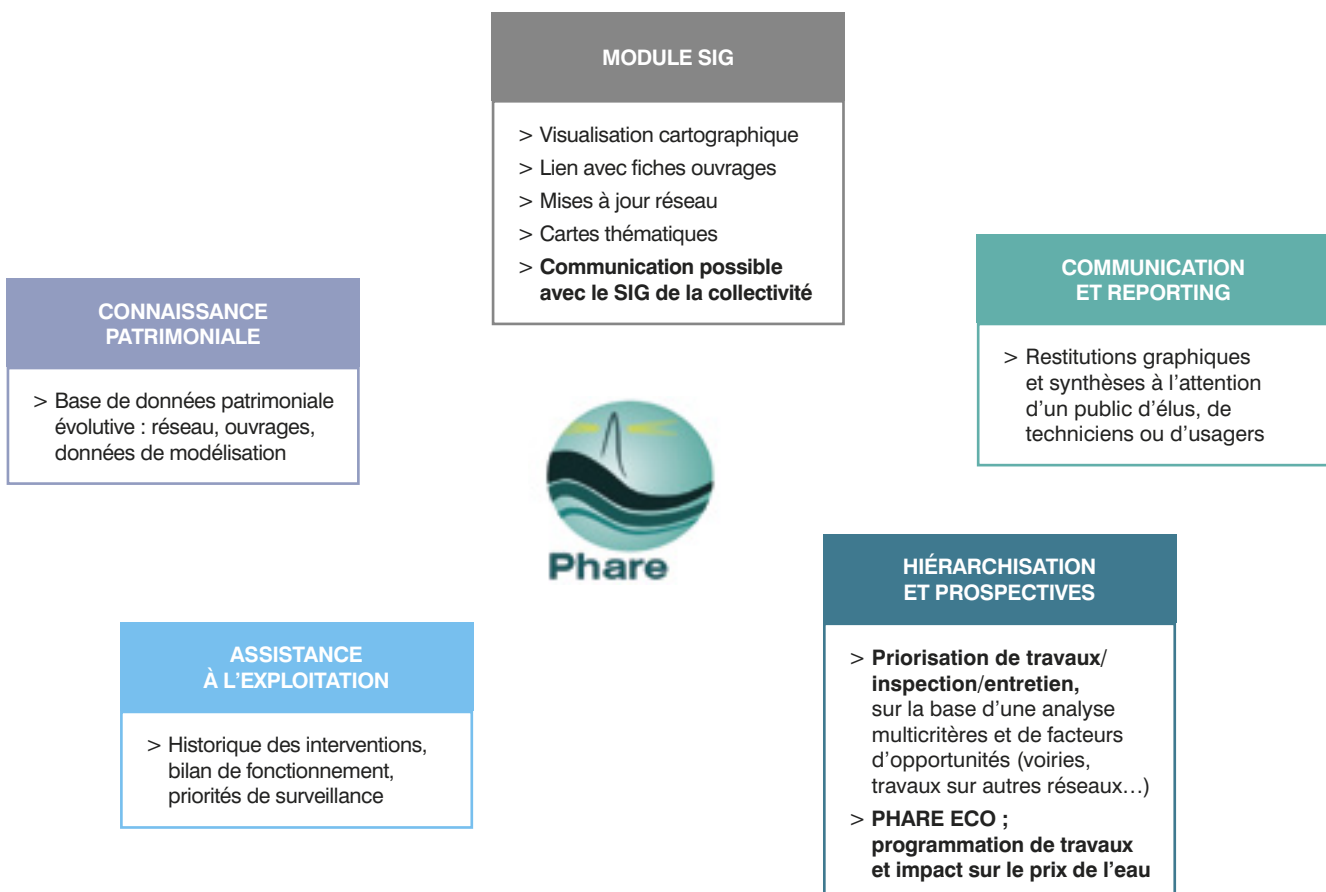
# 5

## Le logiciel PHARE® eau potable

### Principe

Depuis une dizaine d'années, IRH Ingénieur Conseil s'est engagé dans une démarche de recherche et développement dans le domaine de la gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable et d'assainissement. Ce travail s'est traduit par la conception d'un **logiciel de gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable, le logiciel PHARE® eau potable**, destiné à l'assistance à l'élaboration de programmes optimisés et hiérarchisés de travaux de renouvellement des réseaux.

Les principales fonctions de l'outil de gestion patrimoniale PHARE® eau potable sont présentées dans le schéma suivant :

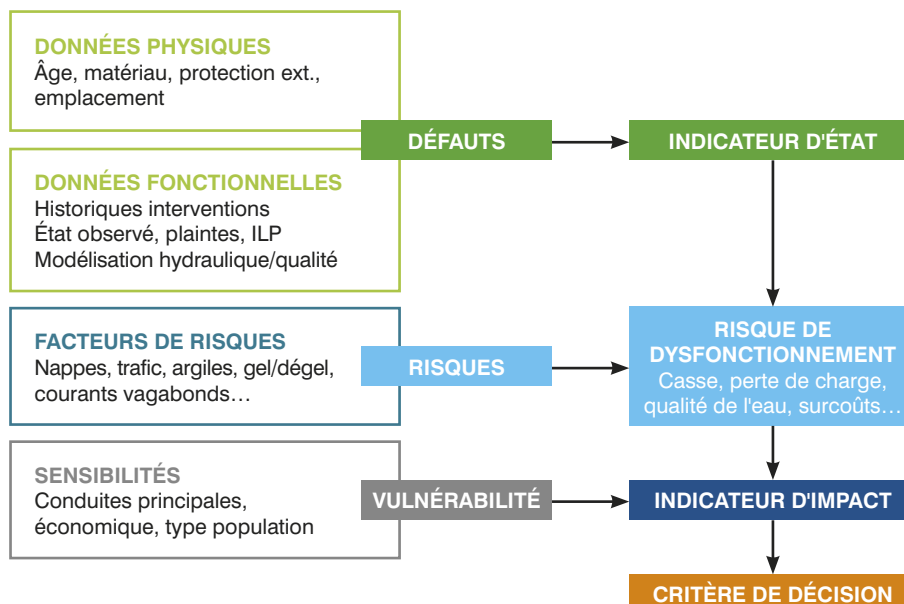


## Analyse multicritères

L'aide à la décision est basée sur une analyse multicritères utilisant des données à différentes échelles tel que représenté ci-après.



Les données de la base patrimoniale sont croisées via une arborescence de calcul selon le principe présenté sur la figure suivante, tiré de la méthodologie Rerau, élaborée pour les réseaux d'assainissement. L'analyse patrimoniale se fait à partir du calcul de critères de décision qui permet de déterminer les tronçons à inspecter ou réhabiliter en priorité en fonction des problématiques du réseau.



## Résultats : priorisation d'actions de renouvellement

Résultat de calcul d'indicateurs et visualisation des notes indicateurs (module SIG de PHARE® et arborescence de calcul) ; bilans par rues

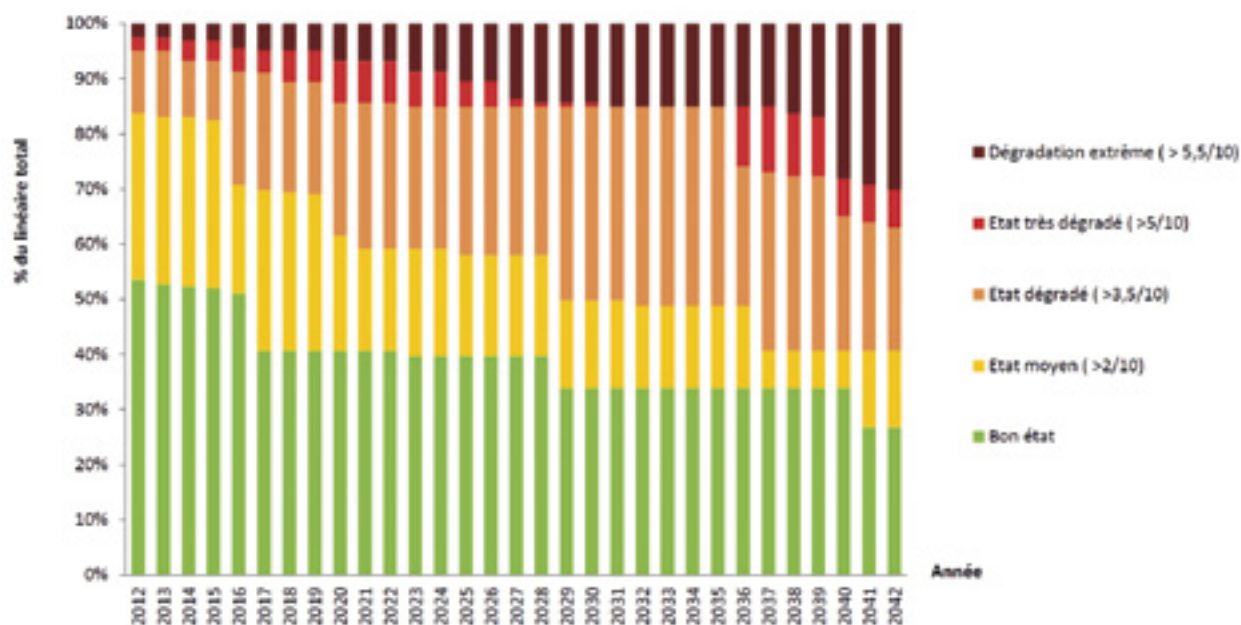


Rue	Linéaire (m)	Nb tronçons	Note
Square du Vimois	28	2	6,53
Rue des Étangs	42	1	6,47
Liaison rue Alsace-Square de la Meuse	77	1	6,47
Square du Noyonnais	24	2	5,85
Square de l'Amienois	40	1	5,80
Avenue de la Picardie	39	2	5,57
Square du Retz	47	2	5,53
Square de Charentes	18	1	5,48
Square du Médoc	26	1	5,47
Complexe nautique avenue de la Picardie	51	2	5,33

## PHARE ÉCO : programmation de travaux et impact sur le prix de l'eau

Le module PHARE ÉCO propose d'aller plus loin dans l'analyse patrimoniale en fournissant :

- une assistance à la programmation de travaux ;
  - techniques de réhabilitation les plus adaptées,
  - budget alloué aux travaux, programme pluriannuel d'actions,
  - projection de l'état de dégradation du réseau en fonction du taux de renouvellement choisi par le gestionnaire (notion d'efficacité de la gestion patrimoniale),



- intégration de la notion de stratégies financières dans l'aide à la décision ;
  - à partir du programme de travaux et de données comptables, pouvoir prédire l'influence d'un scénario de réhabilitation sur le prix de l'eau à moyen/long terme.

Ce développement fait l'objet d'une convention de recherche avec l'UMR Irstea-ENGEES gestion territoriale de l'eau et de l'environnement (UMR Geste).

# 6

## Casses, logiciel de prévision des casses des réseaux d'eau potable



Le réseau des canalisations représente plus de 80 % de la valeur patrimoniale des installations d'un service d'alimentation en eau potable, sa gestion est un enjeu fort pour les collectivités. **Irstea** propose des approches et des outils qui visent à aider les décideurs publics et privés à bâtir leurs stratégies de gestion patrimoniale des réseaux.

Le logiciel **Casses** est un outil d'aide à la décision pour le renouvellement des canalisations d'eau potable.

Grâce à une approche statistique, il permet de hiérarchiser les tronçons de canalisation d'un réseau en fonction de leur risque de défaillance futur.

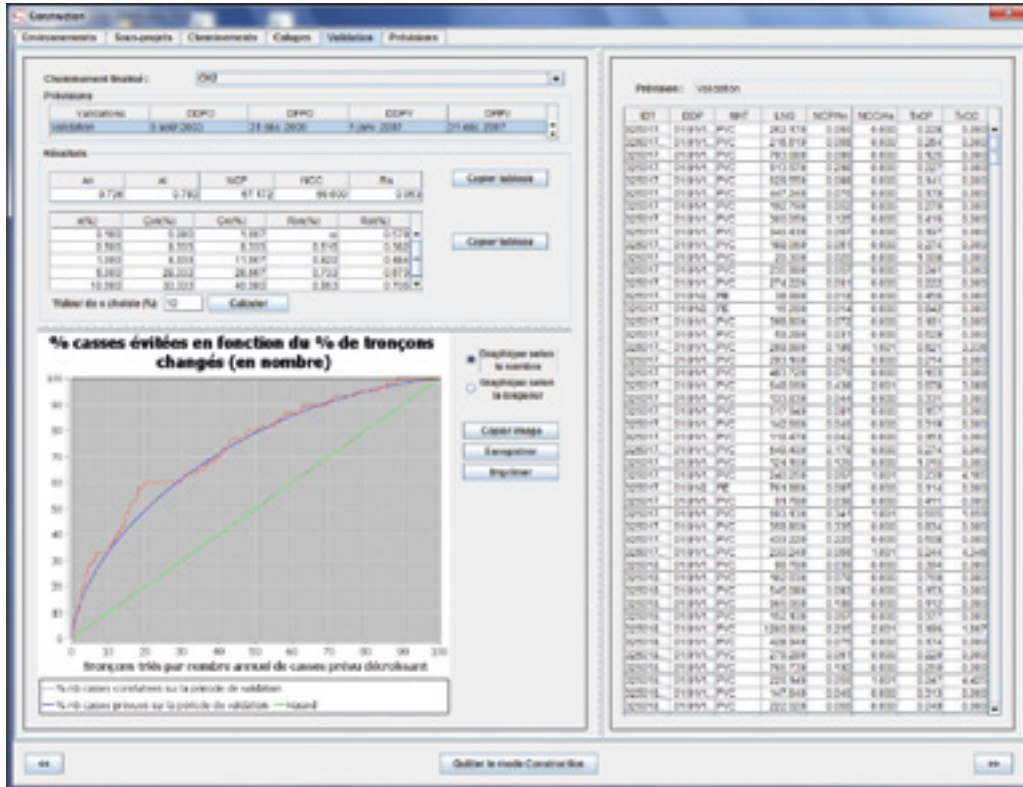
Ses résultats peuvent être utilisés directement mais aussi alimenter des outils plus généralistes d'aide à la décision.



**Casses** est conçu pour s'adapter à la diversité des pratiques des services :

- il permet la prévision du nombre de casses que subira chacun des tronçons de canalisation dans le futur ;
- au-delà des données obligatoires (date de pose, matériau et longueur des tronçons, dates des casses), le logiciel est en mesure de valoriser la plupart des données collectées par les services (corrosivité du sol, trafic routier, profondeur, etc.) ;
- il permet des analyses par type de canalisation (stratification) et des prévisions à la carte (choix de la période ou succession de prévisions annuelles).

**Casses** peut être utilisé pour d'autres types de réseaux enterrés (pétrole, gaz, etc.).



### Fonctionnalités

Interface et documentation technique multilingues (français, anglais, allemand).

Fonctionne sur des ordinateurs classiques (2 Go de RAM) avec un temps de calcul raisonnable (quelques minutes pour un réseau moyen).

Possibilité de fonctionner en esclave d'une autre application (notamment SIG).

Intègre des fonctionnalités de test de cohérence et d'exploration des données et des modules d'assistance à la création, la validation et la comparaison des modèles.

Logiciel conçu pour être utilisé par les techniciens familiarisés avec le domaine de l'alimentation en eau potable.

### Spécifications techniques

Version : 2.2

Système d'exploitation : Windows, GNU-Linux, Mac OS

Nécessite Java 1.6 au minimum

### Diffusion

**Casses 2.2** est distribué **gratuitement** sur le site : <http://casses.irstea.fr/>

Formations à la demande (payantes, nous consulter).

### Contacts

Équipe GPIE - UR ETBX, Irstea Bordeaux  
50 avenue de Verdun, Gazinet  
33612 CESTAS Cedex

[casses@irstea.fr](mailto:casses@irstea.fr)



# 7

## Retour d'expériences du SEDIF sur la gestion patrimoniale ouvrage

### 7.1 Description du patrimoine

Le Syndicat des Eaux d'Île-de-France (SEDIF), est un groupement de communes et de communautés d'agglomération et de communes regroupant, au premier janvier 2015, 149 villes. Il dessert 570 000 abonnés, soit près de 4,4 millions d'usagers.

Pour assurer ses missions de service public de l'eau, le SEDIF dispose d'un patrimoine de premier ordre qui se compose de :

- 3 usines de production d'eau potable à partir d'eau superficielle, situées à Choisy-le-Roi, Neuilly-sur-Marne et Méry-sur-Oise ;
- 4 usines de production d'eau potable à partir d'eau souterraine (usines à puits), situées à Savigny-le-Temple, Neuilly-sur-Seine, Aulnay-sous-Bois et Pantin ;
- 44 stations de pompage d'eau potable dont 2 stations de transfert ;
- 68 réservoirs de stockage d'eau potable ;
- 3 stations d'alerte ;
- 63 unités de chloration ;
- 790 kilomètres de canalisations de transport du DN 300 à 2 000 mm ;
- 7 610 km de canalisations de distribution DN inférieurs à 300 mm ;
- les systèmes informatiques assurant le fonctionnement automatisé des installations, leur supervision et leur contrôle ;
- 77 ouvrages d'intercommunication permettant les échanges avec les distributeurs en périphérie du territoire du SEDIF.

Face au nombre important d'ouvrages à gérer, le SEDIF a mis en place des outils de gouvernance lui permettant d'assurer une gestion de son patrimoine à un niveau d'autorité organisatrice. Ces outils de gestion patrimoniale permettent d'identifier les opérations de rénovation d'ouvrage à inscrire dans un plan quinquennal d'investissement. Sur le 14<sup>e</sup> plan 2011-2015, le SEDIF consacre 264 M€ HT aux travaux sur les usines de production, les stations de pompage et les réservoirs.



## 7.2 Structuration des données

### 7.2.1 Base de données descriptives du patrimoine

Le SEDIF dispose dans un premier temps d'une encyclopédie interactive, disponible sur un navigateur internet, de son patrimoine. Cette application baptisée « Encyclopedia » recense et décrit l'ensemble des ouvrages de production, stockage, pompage et chloration. On y retrouve en particulier les caractéristiques principales de chaque ouvrage ainsi que la description plus précise des équipements principaux.

### 7.2.2 Exemple sur un réservoir surélevé

#### **Unités fonctionnelles**

Les réserves de 2<sup>e</sup> élévation de XXXXX sont constituées du réservoir surélevé R1. Ce réservoir comporte deux cuves R1-1 et R1-2.

Les caractéristiques principales des cuves sont les suivantes :

	Capacité en m <sup>3</sup>	Radier en m	Trop-pleinen m	Sol en m	Année de construction
R1-1	3 200	196,00	207,00	170,50	1976
R1-2	6 800	196,00	207,00	170,50	1976

#### **Rôle dans l'exploitation**

Le réservoir R1 constitue la réserve d'équilibre du réseau XXXXX.

#### **Alimentation générale**

L'alimentation générale est raccordée au feeder DN 900 provenant de la station de relèvement XXXXXX et se dirigeant vers le site de XXXXXX.

Le tronçon de ce feeder se dirigeant vers le site de XXXXX est équipé d'une vanne DN 900 motorisée télécommandée et d'un débitmètre à ultrasons.

L'alimentation générale en acier DN 800 comporte :

- une vanne DN 800 type HPC à cylindre à eau ;
- un dispositif de mesure de vitesse par ultrasons ;
- une vanne de sécurité réseau à contrepoids.



### **Alimentation des réservoirs**

La cuve R1-1 comporte une conduite d'alimentation DN 400 munie d'une vanne d'isolement DN 400 motorisée télécommandée.

Elle est équipée en parallèle :

- en entrée, d'une vanne de remplissage DN 400 motorisée télécommandée et d'une vanne de sécurité trop-plein à contrepoids et à commande hydraulique DN 400 ;
- en sortie, d'un clapet à battant DN 400.

La cuve R1-2 comporte une alimentation DN 400 munie d'une vanne d'isolement DN 400 motorisée télécommandée. Cette conduite d'alimentation se poursuit en deux systèmes d'entrée/sortie chacun équipé en parallèle :

- en entrée, d'une vanne de remplissage DN 400 motorisée télécommandée et d'une vanne de sécurité trop-plein à contrepoids et à commande hydraulique DN 400 ;
- en sortie, d'un clapet à battant DN 400.

### **Vidange et trop-plein**

Pour chaque cuve, la vidange est constituée de deux conduites DN 200, équipées chacune d'une vanne DN 200 motorisée télécommandée.

Pour chaque cuve, le trop-plein est constitué d'une conduite en DN 350.

### **Instrumentation**

Chaque cuve dispose d'un capteur de niveau.

Les débits d'entrée/sortie sont mesurés par un débitmètre commun aux deux cuves et implanté sur la conduite générale d'alimentation DN 800.

### **Prise d'échantillons bactériologiques**

Chaque cuve dispose d'une prise d'échantillons bactériologiques en sous face de radier.

Une prise d'échantillon réseau est piquée sur la conduite d'alimentation générale DN 800 (au sous-sol du réservoir).

### **Alimentation en énergie électrique**

L'alimentation en énergie électrique est assurée en 400 V à partir d'un branchement ERDF basse tension.

### **Automatismes**

Les automatismes sont assurés par un automate programmable relié par deux liaisons spécialisées, au frontal C3/C4 de l'usine de XXXXXX, et à l'automate de la station de relèvement XXXXXX.

La supervision locale est assurée par une Interface Homme Machine non tactile.

Un coffret ultime secours sert à piloter manuellement les vannes principales du réservoir en cas de panne de l'automate.

### 7.2.3 Base de données caractérisant l'état du patrimoine

Le SEDIF dispose de grille de vétusté, mise à jour annuellement par son délégataire caractérisant l'état du patrimoine des différentes unités fonctionnelles composant un ouvrage.

Ces grilles de vétusté permettent d'identifier l'ensemble des besoins de rénovation et sont utilisées pour définir les opérations de travaux à inscrire dans les plans pluriannuels.

Chaque ouvrage est décomposé en unités fonctionnelles assurant une même fonction au sein de l'ouvrage et présentant des caractéristiques homogènes. Différents critères permettent de caractériser l'état de chacune des unités fonctionnelles :

- une année de mise en service associée à une durée de vie théorique permet d'estimer une date potentielle pour le renouvellement ;
- un critère de vétusté permet de caractériser l'état en fonction des visites effectuées ;
- un critère de maintenabilité permet de renseigner sur la disponibilité des pièces détachées ;
- un critère de fiabilité permet de renseigner sur le nombre de pannes survenues ;
- un critère de fonctionnalité inadaptée permet de faire remonter un problème d'inadéquation avec le besoin ;
- un critère de vulnérabilité permet de faire remonter qu'une panne sur cette unité fonctionnelle engendrerait une indisponibilité de tout ou une partie de l'ouvrage ;
- un critère de sécurité permet de mettre en évidence une unité fonctionnelle présentant un défaut de sécurité pour le personnel exploitant ;
- un critère de réglementation permet d'alerter sur une non-conformité réglementaire.

## 7.2.4 Exemple d'une grille de vétusté pour un réservoir surélevé

Type d'ouvrage	Station de relèvement/ Réservoirs enterrés						
Nom de l'ouvrage							
Dernière mise à jour	30/09/2019						
Année de référence durabilité	2015	Opération inscrite au 14 <sup>e</sup> plan	Non				
Appréciation de la vulnérabilité de l'ouvrage	2 réservoirs d'équilibre sur le réseau						
Unité fonctionnelle	Commentaire	N° de programme SEDIF ou projet Délégatoire	Année de mise en service	Durée de vie technique	Travaux significatifs réalisés sur l'unité (libellé, date, montant)	Année échéance	Alerte dépassement durée de vie
<b>Installations communes du site</b>							
Clôture			1995	20		2015	X
Aménagements extérieurs, VRD			1995	40		2035	
Anti-intrusion			1995	10		2005	X
Ventilation, climatisation	CTA pour la cuve		1995	25		2020	
Poste de livraison/ Transformation			1995	30		2025	
Armoires électriques BT, MT			1995	20		2015	X
Automatisme et télétransmission			2012	12		2024	
Supervision locale			2012	10		2022	
<b>Stations de relèvement</b>							
Génie civil	Incorporée aux réservoirs		1995	70		2065	
Canalisation de liaison			1995	85		2080	
Groupes de pompage	3 groupes		1995	35	Remplacement des variateurs en 2008	2030	
Équipement hydraulique			1995	30		2025	
Protection anti-bélier	AB au refoulement		1995	30		2025	
Chloration	Électrochloration		1998	15	Remplacement des cuves de stockage de saumure et d'hypochlorite et des analyseurs de chlore en 2009 et des pompes doseuses en 2007	2013	X
<b>Réservoirs R1/R2</b>							
Génie civil			1995	70		2065	
Génie civil (process)	Étanchéité cuve		1995	30		2025	
Étanchéité toiture	Édicules d'accès et réservoirs		1995	30		2025	
Canalisation de liaison			1995	85		2080	
Équipement hydraulique			1995	30	Dépose des motorisations des vannes de vidange en 2012	2021	
Automatisme et télétransmission			2009	12		2035	

Unité fonctionnelle	Critère n°1 : vétusté observée/ durabilité	Critère n°2 : obsolescence	Critère n°2 : maintenabilité	Critère n°4 : fiabilité	Critère n°5 : fonctionnalité inadaptée	Critère n°6 : vulnérabilité	Critère n°7 : sécurité exploitant	Critère n°8 : réglemen- tation	Critère n°9 : PME
<b>Installations communes du site</b>									
Clôture	Bon état								
Aménagements extérieurs, VRD				Défaut de stabilité du terrain en crête des talus					
Anti-intrusion									
Ventilation, climatisation									
Poste de livraison/ Transformation									
Armoires électriques BT, MT	Bon état								
Automatisme et télétransmission									
Supervision locale									
<b>Stations de relèvement</b>									
Génie civil									
Canalisation de liaison									
Groupes de pompage									
Équipement hydraulique									
Protection anti-bélier									
Chloration	Vétusté significative de l'unité de production								
<b>Réservoirs R1/R2</b>									
Génie civil									
Génie civil (process)									
Étanchéité toiture									
Canalisation de liaison									
Équipement hydraulique									
Automatisme et télétransmission									

# 8

## De l'anticipation à l'action : gestion patrimoniale avancée des réseaux eau potable de la ville de Créteil

### 8.1 Contexte et enjeux

Créteil, ville très urbanisée, dispose en 2006 d'un patrimoine réseaux eau d'une valeur considérable (environ 40 M€), et relativement hétérogène : au vieux Créteil, s'est ajoutée à partir des années 60 la ville nouvelle, alors un des moteurs du développement de l'agglomération parisienne.

Son renouvellement doit être planifié sur le long terme, avec les objectifs suivants :

- garantir la qualité de l'eau (remplacement des branchements plomb) ;
- garantir la continuité du service, tout en limitant les nuisances liées aux travaux ; *a minima*, la ville souhaite maintenir un taux de défaillances canalisations relativement constant ;
- optimiser les charges financières et le prix de l'eau.

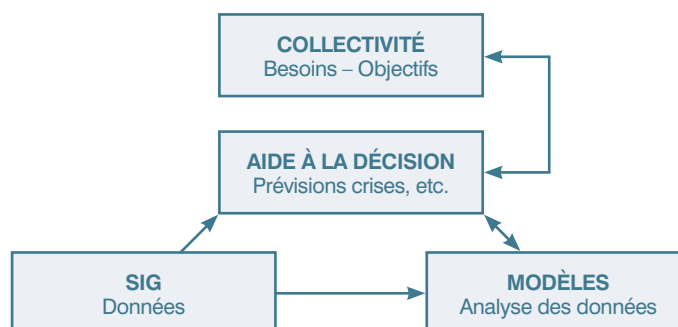
Le nouveau contrat de Délégation de Service Public, démarré en 2007, doit se conformer à cette politique.

### 8.2 Construire et appliquer une politique patrimoniale dynamique

Le délégataire a développé depuis 1992 un SIG sur le territoire de la ville.

Il est constamment enrichi suite aux interventions réalisées, ce qui permet de disposer d'un historique de casses canalisations et branchements de longue durée.

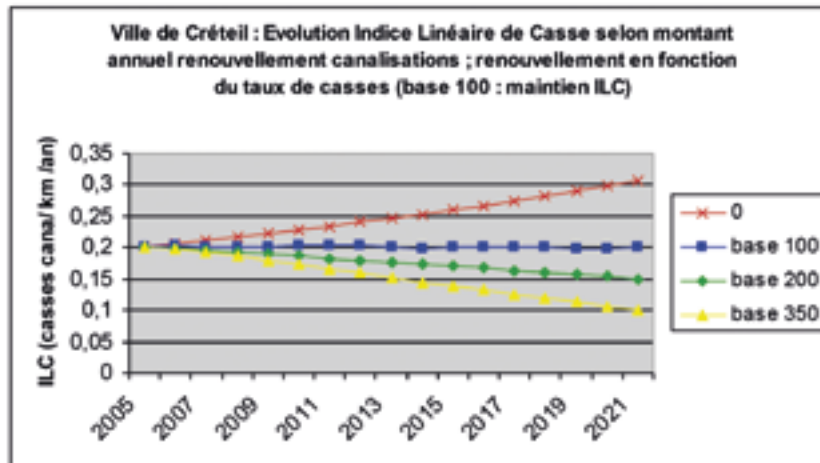
L'état des réseaux enterrés est difficile à apprécier, son évolution également. Le développement de modèles permettant de prévoir l'évolution du réseau à 15, 20 ou 30 ans constitue donc un enjeu fondamental pour la ville.



Un modèle Prévoir Canalisations a été construit ; il permet de cibler :

- certaines canalisations du Mont Mesly, posées dans les années 70 mais sujettes à des casses fréquentes, dues aux mouvements de sols des anciennes carrières de gypse ;
- des canalisations en fonte grise, dans le vieux Créteil.

Figure 1 : Ville de Créteil – scenarii évolution taux de casses canalisations – source Suez



Le délégataire prend l'engagement de maintenir l'indice linéaire de casses en fin de contrat au même niveau qu'en 2004 (scénario base 100, en bleu).

Le renouvellement des branchements plomb s'impose pour respecter les limites de qualité d'eau (teneur en plomb inférieure à  $10\mu\text{g/l}$  à fin 2013).

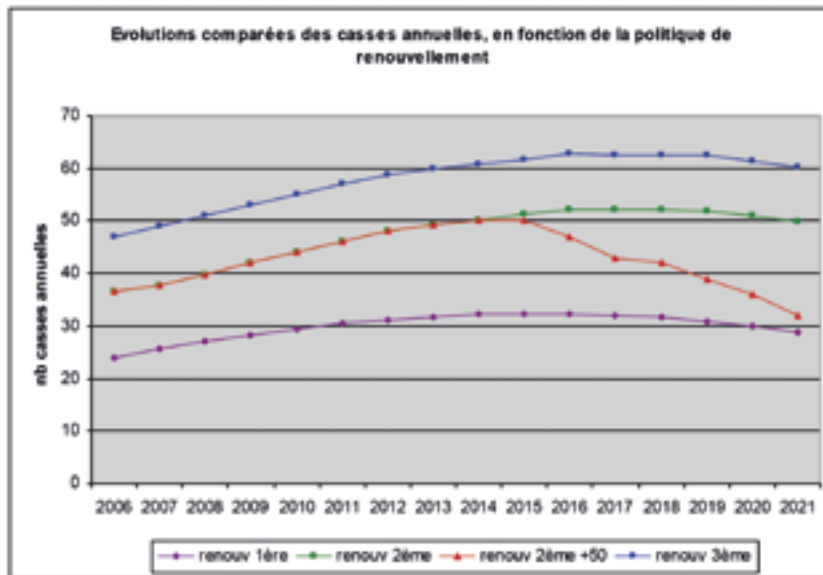
Une proportion importante des branchements de Créteil, posés dans les années 70, est en PE Basse densité, noir ; ce matériau résiste mal aux eaux de surface chaudes en été, et sa durée de vie se révèle assez courte. En 2020, quel sera le nombre de fuites branchements à Créteil en raison du vieillissement de ce matériau ?

Un modèle Prévoir Branchements a donc été construit en 2006 ; cette démarche est très novatrice, et aujourd'hui encore seules quelques collectivités disposent de tels modèles.

Le modèle indique que le nombre de fuites branchements, s'il diminuera dans un premier temps avec l'éradication des branchements plomb, va augmenter ensuite en raison des fuites sur PE noir Basse Densité ; un remplacement de ces branchements à la 2<sup>de</sup> casse, et le renouvellement systématique de ceux raccordés aux canalisations renouvelées, devraient limiter fortement la hausse du nombre de fuites branchements, avec un budget optimal.

Afin de limiter la gêne à la circulation et d'optimiser le coût global du programme, la plupart des travaux de renouvellement des canalisations en fonte grise sont programmés de 2007 à 2013, en même temps que le remplacement des branchements plomb qui y sont raccordés ; le remplacement des canalisations du Mont Mesly est différé après 2013.

Figure 2 : Ville de Créteil – scénarii taux de défaillances branchements PE BD – source Suez



À l’occasion des travaux de renouvellement, tous les matériaux posés (PEHD, fonte) font l’objet de tests de qualification nationale préalables, permettant de garantir leur adéquation avec la qualité de l’eau et la nature du sous-sol ; les circuits d’approvisionnement mis en place par le délégataire permettent une excellente traçabilité.

Plusieurs actions de pilotage opérationnel, sont mises en œuvre pour réduire les pertes en eau et limiter pour les usagers et les riverains la gêne liée aux fuites :

- installation de débitmètres complémentaires en limite de périmètre, pour compter 100 % des volumes mis en distribution ;
- installation de pré-localisateurs fixes de fuites sur les zones présentant les risques de casses les plus élevés, permettant de détecter en permanence les fuites, sans attendre qu’elles ne deviennent visibles au sol ; cela permet d’informer les usagers avant intervention et de minimiser la gêne liée aux travaux de maintenance ;
- recherche de fuites mobile ;
- délai de réparation très court des fuites signalées (visibles au sol).

Le délégataire prend un engagement de rendement du réseau de distribution de 85 % dès 2009, et un objectif de 90 % en 2015.

Un mécanisme de partage des gains sur la fourniture d’eau en gros est prévu, à partir d’un rendement de 85 %.



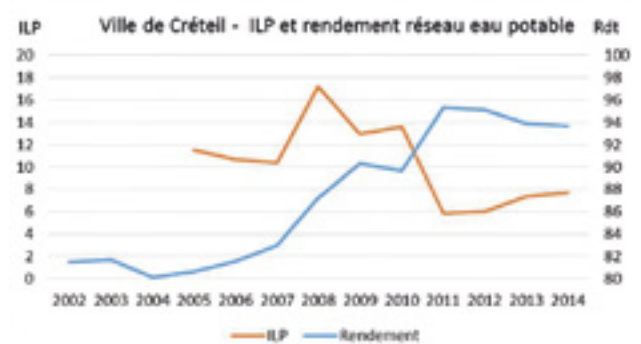
## 8.3 Une performance excellente

À fin 2014, les résultats attendus sont tous atteints ou dépassés :

- tous les branchements plomb ont été remplacés ;
- le rendement a évolué, de 82 % à **94 %**, et ce depuis plusieurs années ;
- l'ILP est de 7,7m<sup>3</sup>/j/km en 2014 ;
- en conséquence le partage des gains sur les volumes achetés est mis en œuvre ;
- le nombre de fuites canalisations et fuites branchements est, ces dernières années, inférieur à l'objectif, cela étant dû en partie à une météo clémente.



État du patrimoine réseau ville de Créteil  
Source Suez



Performance réseau ville de Créteil  
Source Suez

# Bibliographie

- Anses, « Note sur les solutions d'alimentation de substitution en eau destinée à la consommation humaine », mai 2015.
- Large A., Le Gat Y., Elachachi S. M., Renaud E., Breyse D. et Tomasian M., « Modelling the “long-term” service life of drinking water pipes to optimise renewal, *Journal of Water Supply: Research and Technology-AQUA*, 2015, 64, pp. 404-414.
- Astee, Onema, AITF, FNCCR, *Gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable, Politiques d'investissements et gestion des immobilisations : cadre et bonnes pratiques – Une vision à la croisée des approches techniques, comptables et financières*, juillet 2014.
- Onema, Irstea, Astee, *Guide pour l'élaboration d'un plan d'actions pour la réduction des pertes d'eau des réseaux de distribution d'eau potable*, 2014.
- Onema, Astee, AITF, MEDDE, *Gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable. Élaboration du descriptif détaillé des ouvrages de transport et de distribution d'eau*, 2013.
- Le Quiniou M., Sandraz AC., *Integration of water losses in Veolia Water's drinking water networks asset management strategy and tools*. IWA Water Losses, 2012, 9 p.
- Onema, Irstea, *Réduction des fuites dans les réseaux d'alimentation en eau potable (Systèmes d'indicateurs et méthodologies pour la définition, la conduite et l'évaluation des politiques de lutte contre les fuites dans les réseaux d'eau potable)*, avril 2012.
- Renaud, E., Le Gat, Y., Poulton, M., « Using a break prediction model for drinking water networks asset management: From research to practice », *Water Science and Technology: Water Supply*, 2012, n° 12.5, pp. 674-682.
- Guillotin, *Chlorure de vinyle monomère dans l'eau potable : identification des sites à risque et modalités de gestion des risques sanitaires*, MTES-EHESP, 2011.
- Astee, *Maîtrise de la qualité d'eau dans les réseaux de distribution*, guide Astee, tome 2, Exploitation et maintenance du réseau ; tome 3, Surveillance de la qualité d'eau, mai 2010.
- Le Gat Y., « Étude du Processus de Yule Non Homogène – Application à la modélisation du risque de casses en réseau d'AEP », *Study of the non homogeneous Yule process – Application to drinking water pipes failure risk modelling*, PhD thesis, Sciences de l'Eau, option statistiques, ENGREF, Paris, 2009.
- Astee, *Maîtrise de la qualité d'eau dans les réseaux de distribution*, guide Astee, tome 1, Nature et origine des problèmes de qualité eau, mai 2008.
- Haidar H., *Réhabilitation des réseaux d'eau potable : méthodologie d'analyse multicritère des patrimoines et des programmes de réhabilitation*, thèse INSA, Lyon, 2006.
- Sadiq R, Kleiner Y et Rajani B., *Une approche de modélisation globale pour prédire les effets du vieillissement des conduites sur la qualité de l'eau dans les systèmes de distribution*, NRCC, septembre 2006.
- Agence de l'eau Adour-Garonne, *Connaissance et maîtrise des pertes dans les réseaux d'eau potable*, Adour-Garonne, août 2005.
- Blindu I., *Outil d'aide au diagnostic du réseau d'eau potable pour la ville de Chisinau par analyse spatiale et temporelle des dysfonctionnements hydrauliques*. Thèse de doctorat, École Nationale Supérieure des Mines, Saint-Étienne, 2004.
- Wery C., Janel J.L., Weber E., *Renouvellement des réseaux d'eau potable: analyse des coûts*, La Houille Blanche n° 3, 2003, p.1-4.
- Le Gauffre P., Laffrechine K., Baur R., Di Frederico V., Eisenbeis P., König A., Kowalski M., Saegrov S., Torterotot JP, Wery C., *Care-W WP3 Decision support for annual rehabilitation programs- D6 Criteria for the prioritisation of rehabilitation projects*, report, 2002, <http://www.sintef.no/projectweb/care-w/>
- Maystre L., Bollinger D., *Aide à la négociation multicritères, pratiques et conseils*, Presses polytechniques et universitaires Romanes, Lausanne, 1999.
- HERZ, R., « Ageing processes and rehabilitation needs of drinking water distribution networks », *Aqua – Journal of Water Supply: Research and Technology*, 45 (5), 1996, pp. 221-231.
- Levi Y., *Les paramètres influençant le développement des germes dans les réseaux d'eau potable*, TSM, 1995, N°3, pp. 240-245.
- Roy, B., Bouyssou D., *Aide multicritère à la décision : méthodes et cas*, Economica, 1993.
- O'Day D.K., *External corrosion in distribution systems*. Journal of the American Water Works Association, 1989, 81(10), pp. 44-52.



Secrétariat de rédaction et suivi de fabrication : Éric Bréjoux, Béatrice Gentil

Crédits photos : Onema / DR

Conception : Graphies

Réalisation : [www.kazoar.fr](http://www.kazoar.fr).

Impression : IME by estimprim

Cet ouvrage a été réalisé avec des encres végétales sur papier issu des forêts gérées durablement.

© Onema, mai 2016

Le Grenelle de l'Environnement a mis en évidence la nécessaire maîtrise des prélèvements sur les ressources en eau. L'engagement n° 111 du Grenelle, qui vise de façon plus spécifique la réduction des fuites sur les réseaux d'eau potable, constitue un des moyens pour y parvenir. La loi Grenelle 1 (article 27) et la loi Grenelle 2 (article 161) ont repris cet objectif qui s'est traduit par le décret no 2012-97 du 27 janvier 2012 relatif à la définition d'un descriptif détaillé des réseaux des services publics de l'eau et de l'assainissement et d'un plan d'actions pour la réduction des pertes d'eau du réseau de distribution d'eau potable.

En mai 2013 est paru un guide Onema/Astee/AITF dont l'objectif était d'aider les collectivités en charge des services d'eau potable à réaliser le descriptif détaillé des réseaux exigé par ce décret (« Niveau 1 » de connaissance préalable à toute action raisonnée en matière de gestion patrimoniale). Il proposait également, au travers d'un « Niveau 2 », d'aller plus loin, dans la mise en œuvre des bonnes pratiques, aux fins d'une gestion plus performante.

Le présent guide, qui se veut un ouvrage de référence, consacre un « niveau 3 » déclinant les moyens techniques nécessaires à l'optimisation de la gestion du patrimoine du réseau mais aussi des ouvrages structurants d'une collectivité. Il prend en compte les grands objectifs d'une gestion patrimoniale ambitieuse (qualité d'eau, continuité du service, préservation de l'environnement et maîtrise des coûts) tout en ayant vocation à s'adresser à toutes les collectivités, quelle que soit leur taille, dans le contexte particulier d'évolution profonde du paysage des services de l'eau potable, avec la mise en œuvre de la loi NOTRe, dans les années à venir.

