

## Collecter, formaliser, qualifier et stocker les données pour gérer les patrimoines

**Une gestion patrimoniale efficace des infrastructures dépend fortement de la disponibilité des données issues des domaines techniques, environnementaux, socio-économiques et financiers. Aussi, il est important de mettre en œuvre plusieurs modes appropriés pour collecter, formaliser, qualifier et stocker ces données. Cet article propose un balayage des pratiques actuelles pour différents types de patrimoine.**

### L'efficacité de la gestion patrimoniale dépend fortement des données

La gestion patrimoniale vise à évaluer et maîtriser, sous contraintes financières, la performance du patrimoine et gérer les risques qu'il pourrait engendrer : elle doit ainsi considérer un système comprenant le patrimoine mais également l'environnement (naturel et anthropique) et les usagers, tout en prenant en compte des aspects financiers et comptables (figure 1). L'efficacité de la gestion patrimoniale dépend alors fortement des données disponibles relatives à ces différents critères techniques, environnementaux, socio-économiques et financiers. Ces données doivent faire l'objet de tâches spécifiques de :

- collecte, sachant que différents modes sont possibles : mesures, observations expertes, modélisation ;
- formalisation, notamment en cas de dires d'experts ;
- qualification, car des imperfections de différentes natures (incertitude, imprécision, incomplétude, conflit en cas de sources multiples) peuvent entacher les données ;
- stockage, en vue notamment d'utilisations futures dans des formats appropriés.

Ces tâches vont généralement se dérouler régulièrement durant la vie du patrimoine. Les données pourront être sollicitées pour des pas de temps différents : à court terme lors des opérations d'entretien courant des ouvrages, à moyen terme pour la programmation pluriannuelle (prévision des défaillances et des travaux, estimations des enveloppes budgétaires), et pour la planification sur le long terme (évolution de la demande, indicateurs de performance...). Au niveau spatial, les données peuvent

référer à des échelles très diverses, du matériau au patrimoine, en passant par l'ouvrage et le tronçon. Enfin, différents acteurs peuvent intervenir pour la collecte, la formalisation, la qualification et le stockage. Il est important de signaler que la réglementation impose un certain nombre d'obligations à des fréquences données. Ainsi, le décret 2012-97 fixe les informations à inscrire dans le descriptif détaillé des ouvrages de transport et de distribution d'eau potable avec une mise à jour annuelle. De la même manière, la réglementation relative aux barrages impose un rapport périodique d'auscultation (tous les deux ans pour la classe A) et une « étude de danger » contenant la description de l'ouvrage et de son environnement avec une actualisation tous les dix à quinze ans selon la classe.

Différents modes appropriés de collecte, formalisation, qualification et stockage vont devoir être mis en œuvre. L'article propose un balayage de pratiques actuelles pour différents types de patrimoine.

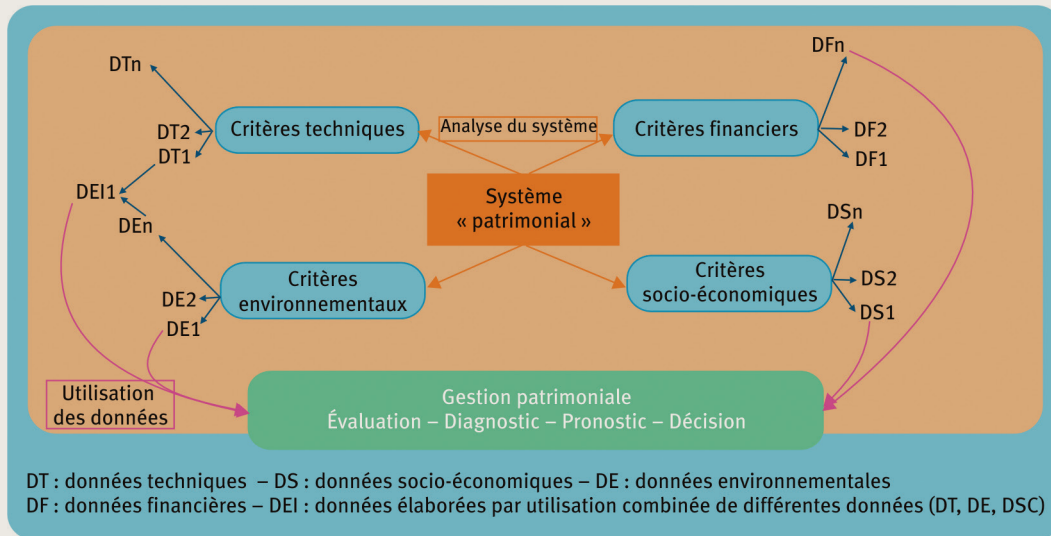
### Caractéristiques, modes de collecte et formalisation des données

#### Les données s'inscrivent dans quatre grands champs d'intérêt

Les données collectées dans le cadre de la gestion patrimoniale alimentent quatre grands types de critères (figure 1) :

- techniques, c'est-à-dire relatifs à l'état et au fonctionnement des ouvrages et installations qui constituent le patrimoine (barrages, réseaux d'eau, d'assainissement...) :

### 1 Gestion patrimoniale : analyse du système et utilisation des données.



diamètre d'une conduite, niveau d'eau dans une retenue de barrage, matériau constitutif de l'ouvrage... ;

- environnementaux, qui concernent le milieu naturel et les biens et personnes exposés à des risques dus à la présence du patrimoine. Il s'agit de la vulnérabilité de l'environnement de l'ouvrage : pollution, nombre d'habitants potentiellement impactés par une rupture de barrage, réseaux ferroviaires impactés par une rupture de canalisation... Ces données qui peuvent être de natures très diverses permettent de baser les décisions d'actions sur une approche de type risque ou impact, c'est-à-dire que les décisions sont fonction des risques encourus et des impacts avérés. Ce champ environnemental intéresse également les aléas naturels pris en compte pour le calcul ou le diagnostic des ouvrages ;
- socio-économiques, s'intéressant à la satisfaction du besoin des usagers (qualité de l'eau, continuité de service, accessibilité des voies de communication...);
- économiques, financiers et comptables, renvoyant aux coûts d'investissements, d'exploitation et aux éventuels coûts indirects.

Les données collectées sont ensuite combinées au cours de processus d'évaluation, de diagnostic, de pronostic ou de décision (plusieurs données peuvent relever de critères différents comme le montre la figure 1). Les données relatives à l'environnement de l'ouvrage permettent d'améliorer le diagnostic des performances d'un ouvrage : les données comportementales au cours de la vie d'un ouvrage hydraulique sont obtenues à partir de modèles plus ou moins complexes prenant en compte les caractéristiques intrinsèques de l'ouvrage et les caractéristiques des milieux extérieurs. La décision de réhabiliter un collecteur pourra être motivée par la présence de désordres en lien avec un risque d'effondrement de la conduite car cette conduite est située sous une chaussée à fort trafic : la canalisation est réhabilitée car son état de

santé présente un risque important pour la population. Ou encore, l'observation de fissures dans une canalisation pourra conduire à une action de réhabilitation si des infiltrations sont effectivement observées (ou mesurées) et si la capacité de traitement de la station d'épuration est insuffisante : la canalisation est réhabilitée car son état de santé a un impact avéré sur les performances de la station d'épuration. Les données financières sont des contraintes à prendre en compte lors des décisions de maintenance ou réhabilitation du patrimoine ; elles concernent également le critère socio-économique (prix pour l'utilisateur).

#### La collecte des données concerne le cycle de vie complet des éléments constitutifs du patrimoine

La collecte de données constitue une étape très importante dans la gestion des patrimoines et doit être réalisée de manière continue. Pour un ouvrage hydraulique, la première catégorie de données est constituée par les plans et rapports d'études mis en place à la conception et réalisation. Le projet évoluant depuis les phases d'avant-projet puis de projet détaillé et enfin de réalisation, il importe de conserver ces divers documents avec rigueur, les documents essentiels étant bien sûr ceux du dossier des ouvrages exécutés, malheureusement trop souvent négligés (on est en fin de chantier, avec le cas échéant des dossiers de réclamation, ces circonstances ne favorisant pas forcément la fluidité dans la transmission des informations). Cela vaut aussi pour les travaux de modification ou de confortement de l'ouvrage. Dans le domaine des ouvrages hydrauliques, ce point est considéré comme tellement primordial que le législateur fait obligation au propriétaire de tenir à jour le « dossier de l'ouvrage » (CE Art. R.214-122-I-1°) et de le tenir à disposition du service de l'État en charge du contrôle. Dans le domaine de la distribution d'eau potable, l'article D. 224-5-1 du CGCT (Code général des collectivités territoriales) prévoit que le « descriptif détaillé des ouvrages de



1 Suivi de fissure  
par fissuromètre.

transport et de distribution d'eau potable » comporte le plan des réseaux mentionnant la localisation des dispositifs généraux de mesures et un inventaire des réseaux... Le descriptif détaillé est mis à jour et complété chaque année en mentionnant les travaux réalisés sur les réseaux ainsi que les données acquises pendant l'année.

### Des moyens de collecte et de formalisation appropriés doivent être mis en œuvre

Les dispositifs de mesure instrumentaux (compteurs, débitmètres, piézomètres, capteurs de déplacement...) et les données recueillies par ou auprès d'agents (experts, opérateurs...) au cours d'observations, d'interviews... sont des moyens de collecte de données : ils permettent d'obtenir des informations sur les composants auscultés ou visibles de l'ouvrage au cours de sa vie de service (photo 1). Toutefois pour des parties non visibles ou pour des réseaux enterrés, des données supplémentaires vont devoir être récupérées durant des interventions de terrain qui sont des moments rares et uniques, en particulier s'il y a excavation : toute information supplémentaire accessible sur les infrastructures enterrées, le sous-sol lui-même, l'environnement immédiat a son importance. L'inspection visuelle tient une place prioritaire dans le dispositif de surveillance car certaines caractéristiques sont très difficiles voire impossibles à évaluer de manière instrumentale, comme par exemple le degré de faïençage d'un masque amont en béton bitumineux, l'état de l'exutoire d'un drain. Elle constitue par conséquent un format de mesure très important pour l'évaluation de la performance de l'ouvrage.

Les données instrumentales et les données observées nécessitent des traitements et formalisations particuliers. Par exemple, les données issues d'instruments vont pouvoir subir des transformations avant d'être utilisées<sup>1</sup>. C'est également le cas des observations visuelles directes ou des inspections vidéo non traitées de manière automatique pour certaines parties de l'ouvrage – typiquement, les conduites. La difficulté posée par ce type d'observations est que son interprétation est fortement liée à chaque expert : chacun d'eux a pu en définir les qualificatifs, les mesurer sur une échelle variable... Une méthode de formalisation sous la forme d'indicateurs a notamment été proposée pour rendre la mesure robuste (tableau 1).

Pour ce qui est des données économiques et financières, la difficulté est de récolter des données fiables et pertinentes. En effet, la comptabilité publique présente les dépenses et recettes par nature et sur le pas de temps de l'exercice budgétaire. En l'absence de comptabilité analytique, il est souvent difficile de reconstituer les dépenses relatives à des fonctions d'exploitation (réparations des casses, recherche de fuites...) ou à des dépenses au pas de temps varié (investissements importants courant sur plusieurs années). Pour les marchés avec des tiers, le contexte de contractualisation peut fortement influencer le niveau de prix indépendamment du coût intrinsèque de la prestation ou des travaux. La mise en œuvre d'outils adéquats et une bonne connaissance des pratiques sont incontournables pour établir des ratios économiques et financiers pertinents.

### La qualification des données est un moyen pour mieux représenter la réalité

Les connaissances dont nous disposons sur une situation donnée sont généralement imparfaites. Les imperfections relèvent de trois grands types. L'imprécision est associée à un énoncé approximatif de la connaissance, soit parce que les données numériques sont mal connues, soit parce que des termes du langage sont utilisés pour qualifier, de façon vague, une caractéristique du système. L'incertitude exprime un doute sur la validité d'une connaissance. L'incertitude épistémique provient d'un manque de connaissances, de données ou d'informations et l'incertitude stochastique d'une variabilité naturelle résultant de phénomènes stochastiques (pluviométrie, température...). L'incomplétude est l'absence de connaissances ou l'existence de connaissances partielles. Les données conflictuelles proviennent de plusieurs sources qui ne sont pas en accord. Les différentes formes d'imperfections ne sont pas indépendantes : par exemple, les incomplétudes entraînent des incertitudes et par ailleurs, plus on demande de précision dans un énoncé, moins il est certain. Le tableau 2 illustre la dégradation de la représentation d'un patrimoine dans le cas spécifique de la gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement. Ces types d'imperfections peuvent avoir des impacts significatifs sur les décisions prises au cours de la vie de service des ouvrages (Ahmadi *et al.*, 2015).

1. Voir l'article « Contrôle, régulation et sécurité en temps réel des ouvrages », pages 56-61 de ce même numéro.



La prise en compte des imperfections est importante : imposer une évaluation, un diagnostic sous la forme d'une valeur précise, alors même que des imperfections sont présentes, peut conduire à une évaluation très sévère et la mise en œuvre de décisions pouvant être plus drastiques qu'elles ne devraient être, pour ne pas remettre en question le principe de précaution. La prise de décision basée sur l'utilisation de données de sources différentes peut être une réponse (partielle) au manque de fiabilité de la donnée. La mise en œuvre de vérifications et de tests de pertinence et de cohérence est nécessaire dans le cas de données produites par des acteurs tiers. Il s'agit ainsi de vérifier si les modalités caractérisant les données ou les règles de calcul produisant des données ont bien été respectées. Dans le champ économique et financier, il convient ainsi de vérifier l'homogénéité des dates de valeurs économiques, s'il s'agit de montant HT ou TTC, ou si les modalités de calcul de l'autofinancement à partir des actes budgétaires sont respectés. Le calcul de ratio ou la confrontation à des valeurs références peuvent permettre de détecter certaines valeurs anormales : recettes par m<sup>3</sup> d'eau consommé, autofinancement par abonné du service...

En fonction du type d'imperfection, imprécision ou incertitude, et de la nature des données disponibles, on se réfère à des méthodes particulières. La théorie des probabilités constitue le cadre historique des traitements de l'incertitude. D'autres théories plus récentes permettent de prendre en compte les informations vagues, incertaines, imprécises et paradoxales entre les différentes

sources. Ainsi, les théories des sous-ensembles flous et possibilités ont été initiées par Zadeh en 1965 et en 1978. Elles sont très pertinentes pour traiter des données symboliques fournies par l'homme. La théorie des possibilités permet de traiter les incertitudes et les imprécisions dans un cadre unique. La théorie de l'évidence ou des fonctions de croyance développée initialement dans les travaux de Shafer et Dempster autorise la modélisation de connaissances conflictuelles.

Des méthodologies permettent ensuite de propager ces données imparfaites dans des modèles d'évaluation, de décision... À noter que des méthodes dites hybrides permettent d'utiliser ces différents formats en combinaison.


### Le stockage des données doit se faire sur des supports adaptés

Le stockage a pour objectif la pérennisation des données en vue de futures utilisations : suivi dans le temps du comportement d'un ouvrage, analyse des défaillances et anomalies pour mettre en évidence les problèmes récurrents du réseau et ses secteurs sensibles, fourniture de données en cas de litige, obligations réglementaires...

#### Les supports dépendent des objectifs et des contraintes

Trois grands types de supports existent en gestion patrimoniale. Tout d'abord, un certain nombre de données sont stockées dans des dossiers avec souvent une obligation réglementaire comme nous l'avons vu plus haut.

## 1 Gestion patrimoniale : analyse du système et utilisation des données.

	<b>Nom</b>	Fontis – Cône d'affaissement
	<b>Définition</b>	Effondrement de terrain localisé, souvent en forme d'entonnoir provoqué par la présence d'un vide qui se propage verticalement vers la surface du barrage. Se traduit par un affaissement du terrain (cône) ou la présence d'un trou (fontis).
	<b>Échelle* et référence**</b>	0 : absence de fontis ou de cône d'affaissement. 6 : fontis isolé, de petite taille (quelques dm) et ancien (quelques années) OU suspicion de fontis (cônes d'affaissement). 7-9 : fontis isolé, de petite taille, et récent (< 1 an) OU fontis isolé, de grande taille et ancien. 10 : fontis de grande taille et récent.
	<b>Caractéristique de lieu***</b>	Crête ou talus aval ou talus amont.
	<b>Caractéristique de temps****</b>	Évaluation menée une fois par semaine.

\* Permet de décrire les différents états possibles de l'indicateur.

\*\* Sont constitués par des points d'ancrage sur l'échelle et aident à la notation : photos, diagrammes et descriptions linguistiques.

\*\*\* Indique le composant à analyser.

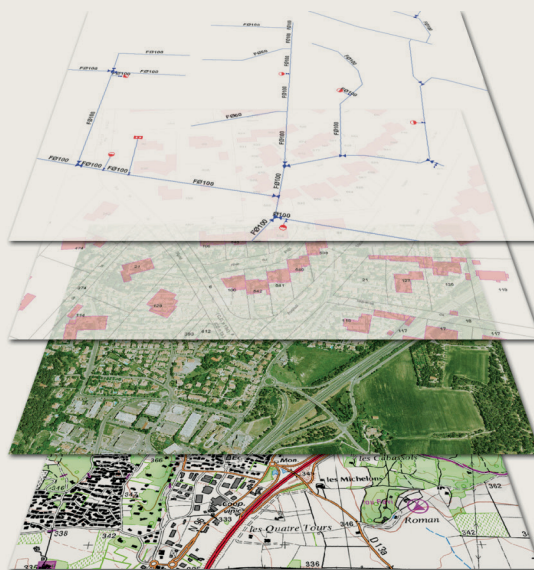
\*\*\*\* Fournit la fréquence de la mesure et des traitements statistiques réalisés sur ces données.

## 2 Principaux facteurs explicatifs de l'état de santé des conduites d'assainissement et dégradations possibles de cette connaissance (Cherqui et al., 2013).

Connaissance dégradée	Âge	Matériau	Pente	Type de réseau	Longueur	Diamètre	Profondeur	Classe de route (surface)
Incomplétude	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Imprécision	✓		✓		✓		✓	✓
Incertaine	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓

## 2 Exemples de couches d'un système d'information géographique.

- Canalisations
- Accessoires
- Bâti
- Cadastre
- Zonages divers (PLU, Corine Land Cover)
- Orthophotoplan
- Scan IGN
- Etc.



Le stockage peut aussi se faire au travers de bases de données sur :

- le patrimoine et les enjeux telles que la base de données SIOUH (système d'information sur les ouvrages hydrauliques) de description des ouvrages et des enjeux, interne à l'administration, mais largement partagée entre les services, y compris en gestion de crise. Ce dernier type d'initiative existe dans d'autres pays avec une ouverture partielle au grand public pour certains<sup>2</sup> ;
- les défaillances et accidents : la base de données nationale ARIA (analyse, recherche et information sur les accidents), librement accessible<sup>3</sup> recense les incidents ou accidents qui ont, ou auraient, pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publiques, l'agriculture, la nature et l'environnement. Les EISH (événements importants pour la sécurité hydraulique) des barrages sont une des composantes de cette base ;
- les données d'auscultation, propres à chaque ouvrage.

Enfin, pour de nombreuses données, le mode de stockage le plus approprié semble être le SIG (système d'information géographique) du gestionnaire du patrimoine (collectivité, exploitant...). Les données sont enregistrées, stockées et conservées dans les bases de données en relation directe avec le SIG. Le recueil peut être fait sur le terrain grâce à l'utilisation de tablettes embarquées.

Le SIG offre les avantages suivants : la donnée est liée à des éléments physiques du territoire, elle est facilement visualisable, et elle est partagée entre les différents services du gestionnaire lorsque le SIG est unique. Lorsque plusieurs modes de stockages sont utilisés, il est indispensable de donner des identifiants uniques et communs

aux éléments du patrimoine sous peine de ne pas pouvoir croiser les sources d'informations. 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. Le principe de couches permet de regrouper sur un même « niveau » des informations de même nature. Des exemples de couches sont présentés sur la figure 2.

Un SIG permet :

- la mise à jour constante des informations qu'il contient, par exemple celles du réseau (en cas d'extensions ou renforcement du réseau, ouverture/fermeture de vannes...);
- d'interroger la base de données avec des critères généraux ou des critères spatiaux, ce qui apporte un fort potentiel d'analyse et de croisement d'informations ;
- des fonctionnalités avancées d'intégration dans les processus métier selon chaque patrimoine : par exemple, pour le patrimoine d'eau potable, la 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...

### Les supports doivent répondre à des propriétés d'actualisation, interopérabilité et sécurisation

Trois grands types de propriétés sont à définir pour les supports de données :

- archivage et mise à jour des données. Les outils doivent vivre et être actualisés à des pas de temps définis (notamment par la réglementation) ;

2. Voir le focus « Système informatique pour le Cadastre des barrages de la Région Piémont », pages 86-89 de ce même numéro.

3. Voir en ligne : <http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/rechercher-un-accident>

- association de méta-données comme la date de création de la donnée ou la référence de l'ouvrage, du tronçon... Ces éléments sont importants, d'une part pour décrire la donnée, mais également dans un souci d'interopérabilité d'outils rendant possibles la recherche, l'inventaire et l'utilisation des données. Ceci s'inscrit notamment dans la directive INSPIRE (infrastructure d'information géographique dans la Communauté européenne) née du constat d'existence d'importantes divergences en matière d'exploitation des informations du secteur public. Les règles générales intéressent tant la modélisation ou la conceptualisation d'une infrastructure géographique que l'aspect technique de normalisation des outils informatiques. Ce dernier point a pour objectif de répondre à l'interopérabilité qui traduit la possibilité de combiner des données géographiques et de faire interagir des services en réseau provenant de sources intracommunautaires différentes ;
- sécurisation. Il s'agit de maintenir l'accès aux données (par exemple, registre du barrage dans un endroit sûr, à l'abri des risques d'inondation, question de la durabilité des supports informatiques) en conservant le niveau de confidentialité souhaité (certaines données pouvant aussi être en accès libre).

## Conclusions

Les données manipulées en gestion patrimoniale font écho aux champs techniques, environnementaux, socio-économiques et financiers de cette activité. Cet article a présenté les processus essentiels de collecte, formalisation, qualification et stockage, en les illustrant sur quelques exemples de patrimoines. Un point essentiel est à souligner : une donnée collectée doit être utilisée. Il ne s'agit pas uniquement de rentabiliser les investissements réalisés pour la collecte : l'expérience montre qu'une donnée non utilisée est souvent peu fiable car non vérifiée régulièrement et considérée comme peu importante par le personnel en charge de sa collecte. Ces données peuvent être employées à plusieurs usages : évaluation, diagnostic, pronostic, décision<sup>4</sup>.

Une question actuelle est l'ouverture des données de la recherche, et plus particulièrement celles financées sur fonds publics. Des actions pour les rendre accessibles, intelligibles et réutilisables sont en cours. Dans le cas de la gestion patrimoniale, se pose toutefois la question de la sensibilité de certaines données vis-à-vis de la sécurité des ouvrages. ■

## EN SAVOIR PLUS...

- **AHMADI, M., CHERQUI, F., AUBIN, J.-B., DE MASSIAC, J.-C., LE GAUFFRE, P.**, 2015, Sewer asset management: impact of sample size and its characteristics on the calibration outcomes of a decision-making multivariate model, *Urban Water Journal*, Online: 19 February 2015, DOI: 10.1080/1573062X.2015.1011668.
- **CHERQUI, F., AHMADI, M., DE MASSIAC, J.-C., LE GAUFFRE, P.**, 2013, Impact de la disponibilité et de la qualité des données sur la prédiction d'un état de santé : expérimentation numérique, in : *31<sup>es</sup> Rencontres de l'AUGC*, 29 au 31 mai, ENS Cachan.
- **Décret n° 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.
- **Décret n° 2015-526 du 12 mai 2015** relatif aux règles applicables aux ouvrages construits ou aménagés en vue de prévenir les inondations et aux règles de sûreté des ouvrages hydrauliques.
- **Directive n° 2007/2/CE du Parlement européen et du Conseil du 14 mars 2007** établissant une infrastructure d'information géographique dans la Communauté européenne (INSPIRE).

## Les auteurs

### Corinne CURT et Paul ROYET

Irstea, UR RECOVER, 3275 Route de Cézanne,  
CS 40061, F-13182 Aix-en-Provence Cedex 5, France

✉ [corinne.curt@irstea.fr](mailto:corinne.curt@irstea.fr)

✉ [paul.royet@irstea.fr](mailto:paul.royet@irstea.fr)

### Christophe WITTNER

Irstea, UMR GESTE, Engées,  
F-67070 Strasbourg, France.

✉ [christophe.wittner@irstea.fr](mailto:christophe.wittner@irstea.fr)

### Frédéric CHERQUI

INSA-LYON, Univ Lyon 1, DEEP,  
F-69621, F-69622, Villeurbanne, France

✉ [frederic.cherqui@insa-lyon.fr](mailto:frederic.cherqui@insa-lyon.fr)

### Mehdi AHMADI

G2C Environnement, Département R&D  
128 rue de Charenton, F-75012 Paris, France

✉ [mehdi3917@gmail.com](mailto:mehdi3917@gmail.com)

### Jean-Marc TACNET

Université Grenoble Alpes, Irstea,  
UR ETGR, centre de Grenoble,  
F-38402 St-Martin-d'Hères, France.

✉ [jean-marc.tacnet@irstea.fr](mailto:jean-marc.tacnet@irstea.fr)

### Yves LE GAT

Irstea, UR ETBX, centre de Bordeaux  
F-33612 Cestas Cedex, France

✉ [yves.legat@irstea.fr](mailto:yves.legat@irstea.fr)

4. Voir, dans ce même numéro, les articles « Combiner les modèles d'aide à la décision pour la gestion patrimoniale des infrastructures » (pages 90-97) et « Les indicateurs de performance peuvent-ils être des outils de gestion patrimoniale des infrastructures ? Construire un régulateur 2.0 pour une gouvernance locale des services publics de l'eau et de l'assainissement » (pages 98-103).