

---

# Construction du profil environnemental d'un réseau d'assainissement pour les villes moyennes

Thomas Bonierbale — Katia Laffrechine — Daniel Boissier\* — Youssef Diab — Denis Morand

Laboratoire de Génie Urbain, Environnement et Habitat – UMR 7136, Université de Marne la Vallée, 5 Bd Descartes – Champs sur Marne, 77454 Marne la Vallée Cedex 2.

\* Département de Génie Civil, Université Blaise Pascal, 24 avenue des Landais – BP 206, 63174 Aubière Cedex.

thomas.bonierbale@univ-mlv.fr, katia.laffrechine@univ-mlv.fr,  
daniel.boissier@cust.univ-bpclermont.fr, ydiab@univ-mlv.fr, denis.morand@univ-mlv.fr

---

*RÉSUMÉ.* Cet article traite de la problématique de bases de données et de systèmes d'informations géographiques (SIG) et de leur utilité pour l'aide à la gestion des réseaux d'assainissement dans les villes moyennes. Bien que les SIG se généralisent dans ces villes, leur utilisation en tant qu'outil d'aide à la décision reste limitée. Une des raisons tient aux données souvent dispersées et imparfaites. Dans le cadre d'un projet financé par le RGC&U, plusieurs éléments de méthode ont été développés afin de construire une stratégie de capitalisation de l'information. L'adaptation du modèle de données pour évaluer le profil environnemental des réseaux d'assainissement et le traitement des imperfections dans les bases de données sont présentés.

*ABSTRACT.* This paper deals with databases and Geographic Information System (GIS) and their use as management aid tools of sewer systems in medium sized cities. Even though GIS are generalised in those cities, their use as decision aid tools is restricted. One reason is according to the dispersion and the imperfection of data. Within the ambit of a RGC&U project, many elements of method were developed in order to elaborate a strategy of information's collection and valorisation. The adaptation of the data model in order to assess the environmental profile of sewer systems and the treatment of imperfections in database will be presented.

*MOTS-CLÉS :* réseau d'assainissement, base de données, imperfection des données, modèle de données.

*KEYWORDS:* sewer system, database, imperfection of data, data model.

---

## 1. Introduction

L'utilisation des systèmes d'information géographique (SIG) est de plus en plus répandue pour l'aide à la gestion des réseaux urbains. En 2005, 68%<sup>1</sup> des villes moyennes en France avaient mis en place un SIG (FMVM, 2005). De nombreuses couches d'informations sont envisageables : réseau d'eau potable, réseaux d'assainissement, cadastre, population,...

L'utilisation de SIG peut aider à l'exploitation de données d'origines diverses et hétérogènes pour gérer des projets urbains de maintenance, de réhabilitation ou encore d'extension. Cependant on note que l'utilisation du SIG en tant qu'outil d'aide à la décision reste limitée et encore trop peu envisagée.

En effet, d'une part l'implantation d'indicateurs pertinents et la formalisation du travail d'expertise dans les outils SIG des services municipaux permettraient une valorisation des données disponibles et la mise en exergue de données utiles.

D'autre part, dans le contexte particulier des villes moyennes, il est constaté que les SIG mis en place sont peu opérationnels car ces collectivités ne disposent pas toujours de stratégie et de moyens de capitalisation des données. Lorsque décideurs et techniciens ont accès aux données de leurs réseaux, ces dernières se caractérisent essentiellement par leur diversité, leur incomplétude, leur incertitude et leur imprécision, ce qui ne facilite pas la prise de décisions.

Cet article présente les travaux réalisés dans le cadre du projet "Construction du profil environnemental d'un réseau d'assainissement pour les villes moyennes", financé par le Réseau Génie Civil et Urbain. La problématique du projet était d'adapter le modèle de données en opération pour doter les communes d'un outil opérationnel leur permettant d'organiser la connaissance sur leur réseau, d'évaluer des indicateurs de dysfonctionnement des réseaux et d'impact de ces dysfonctionnements sur l'environnement.

## 2. Contexte de l'étude

Le contexte de cette recherche est celui des moyennes communes ou agglomérations.

Dans une première phase du projet, l'équipe a proposé un ensemble d'indicateurs d'impacts des dysfonctionnements des réseaux d'assainissement sur l'environnement urbain. Ces indicateurs ont été formalisés à deux échelles : le tronçon et la branche (Laffrêchine *et al*, 2005).

---

<sup>1</sup> La Fédération des Maires des Villes Moyennes (FMVM) a réalisé une enquête auprès des villes moyennes et de leurs intercommunalités. 266 collectivités ont été sollicitées. 173 ont répondu.

La seconde phase du projet était de capitaliser les résultats obtenus sur les indicateurs dans un outil de représentation de la qualité environnementale des réseaux d'assainissement. La ville de Noisy-le-Grand (Seine Saint-Denis) a collaboré au projet en fournissant un terrain d'application et le SIG dont elle dispose. Cet article s'appuiera sur l'expérimentation qui a été réalisée sur la base de données de ce SIG.

### 3. L'utilisation de bases de données réelles dans les SIG

La construction d'une base de données est une modélisation de la réalité. Comme toute modélisation, la construction des bases de données cherche à représenter de manière fiable la réalité. Néanmoins notre connaissance de la réalité est souvent approximative. Les bases de données provenant d'informations imparfaites conduisent les utilisateurs de ces bases à gérer les imperfections des données. Ces dernières sont de natures différentes. Il est possible d'identifier trois catégories élémentaires d'imperfections :

- l'incertitude "*résulte essentiellement d'une épreuve dont le résultat n'est pas reconnu a priori et pourrait changer si on la recommençait ; il représente la variabilité intrinsèque d'un phénomène*" (Boissier et Al-Hajjar, 1993) ;
- l'imprécision "*concerne des informations mal définies, on lui associe les qualifications de type environ, à peu près, dans l'intervalle, compris entre, approximativement,...* Il représente la qualité de la connaissance que nous avons d'un phénomène" (Boissier et Al-Hajjar, 1993) ;
- l'incomplétude "*est l'absence de connaissances ou des connaissances partielles, c'est-à-dire l'impossibilité d'obtenir certains renseignements (problèmes lors de la captation de connaissance, existence de connaissances générales sur l'état d'un système mais avec des exceptions que l'on ne peut énumérer ou prévoir, existence d'une connaissance implicite, non formulée, que l'on recherche auprès d'experts*" (Bouchon Meunier, 1995).

L'imperfection intrinsèque d'une donnée résulte parfois d'imperfections de nature élémentaire multiple.

La ville de Noisy-le-Grand dispose d'un taux de documentation élevé à l'échelle du tronçon, supérieur à 90% pour des informations pertinentes pour l'objectif du projet. Ces données sont issues principalement d'une étude diagnostique réalisée en 2000 par un bureau d'études (SAFEGE, 2001). Ces données ont fait l'objet d'une première capitalisation dans un SIG qui est mis en place pour contenir plusieurs couches d'informations (assainissement, eau potable, population, déchet,...), mais qui se limite à l'assainissement dans l'état actuel.

Dans son utilisation actuelle, le SIG en version client<sup>2</sup> permet la localisation d'objets de référence et la gestion d'informations telles que la date de pose, l'adresse, la présence de défaut ou encore de dépôts.

Bien que le taux de renseignement puisse être considéré comme élevé, les données de la base ne proviennent que d'inspections ou de mesures réalisées à l'échelle du tronçon. Or le diagnostic relève de la connaissance d'autres informations à d'autres échelles, mais qui n'ont pas été exploitées en vue de leur incorporation dans le SIG. De ce fait l'application SIG est limitée à un niveau de décision opérationnel et non tactique.

De plus, les données de la base sont entachées de plusieurs imperfections ; par exemple, les noms de voiries sont parfois renseignés de manière erronée ou imprécise, certaines rues mentionnées n'existent pas ou plus, les champs des résultats des inspections télévisuelles, comme les défauts, comportent des incertitudes, ...

Ces deux aspects d'incomplétude et d'imprécision de la base de données ont donné lieu à la réalisation de deux traitements : le traitement des incertitudes dans la base de données et la construction d'un nouveau modèle de données dans la base.

#### **4. Traitement des imperfections de BD réelles et application à celle de Noisy le Grand**

Le traitement des informations contenues dans les BD vise à réduire leurs imperfections pour permettre leur utilisation ultérieure par d'autres applications : prévision, aide à la décision,...

Dans le cadre du projet, l'ensemble des imperfections n'a pas été traité ; notamment celles portant sur les imprécisions de mesures

Deux approches ont été employées pour fiabiliser des bases de données. La première consiste à réduire l'imprécision et l'incertitude d'information pouvant être vérifiées ; cette action peut être assimilée à une mise à jour de la base de données. La seconde consiste à exclure certaines données qui ne pouvaient pas être vérifiées ou recollées à la réalité.

##### ***4.1. Réduction des imprécisions et des incertitudes***

###### ***4.1.1. Incertitudes sur la voirie et ses appellations***

Les champs de la base de données décrivant la voirie ont été mis à jour. Pour chaque tronçon, la procédure suivante a été appliquée selon l'existence d'une :

---

<sup>2</sup> L'application SIG est composée d'un progiciel qui requiert des droits administrateurs pour intervenir sur le modèle de données et les différentes couches d'information et d'un logiciel client qui permet la représentation des informations et éventuellement la mise à jour la données.

- faute d'orthographe sur le nom ou l'appellation : la mise à jour est effectuée après vérification avec le tronçon aval et le tronçon amont.
- erreur d'appellation : une rue devient une allée, une avenue devient un chemin, etc. La mise à jour est effectuée selon la même procédure que précédemment. Dans le cas de double appellation pour un nom de voirie (ex : rue de la liberté et avenue de la liberté), l'examen des tronçons amont et aval permet de réduire voire d'annuler l'incertitude.

#### *4.1.2. Incertitudes sur les résultats des Inspections Télévisuelles:*

Les bases de données du SIG disposent de plusieurs champs concernant les ITV et leurs résultats. Les observations de défauts ont été répertoriées dans des champs individualisés avec comme valeur soit le terme "oui" soit une case vierge. L'incertitude porte sur la signification de ces deux valeurs. La valeur "oui" indique la présence du défaut, mais ne précise pas s'il y a plusieurs occurrences sur le linéaire du tronçon. Ce type d'incertitude a été traité dans la définition d'un des indicateurs (Bonierbale *et al.*, 2005). La case vierge peut indiquer qu'aucun défaut de la catégorie considérée n'a été identifié après inspection, ou bien que le tronçon n'a pas fait l'objet d'observation. Pour réduire cette incertitude, deux hypothèses ont été formulées :

- les tronçons n'ayant pas de date d'inspection renseignée sont considérés comme non inspectés ;
- un tronçon inspecté qui présente des cases vides dans les champs des défauts est considéré comme n'ayant pas de défauts tel qu'ils sont répertoriés dans la nomenclature du bureau d'étude.

De ces deux hypothèses découlent deux règles de traitement :

- Règle 1 : les tronçons non inspectés sont exclus de l'évaluation.
- Règle 2 : les cases vides des tronçons inspectés prennent la valeur "non".

#### **4.2. Réduction de l'incomplétude**

Dans la base de données SIG certaines informations étaient manquantes et ont été assimilées à de l'incomplétude, notamment concernant l'appartenance de chaque tronçon aux différents bassins versants. Pour déterminer à quel bassin appartient chaque tronçon, un lien entre les données de l'étude diagnostique et les données du SIG existant a été établi.

### **4.3 Exclusion**

L'exclusion de certaines données a déjà été indiquée. D'autres tronçons ont été exclus de l'analyse car ne présentant pas de données permettant une mise à jour (rues, allées ou avenues inexistantes).

## **5. Construction d'un nouveau modèle de données.**

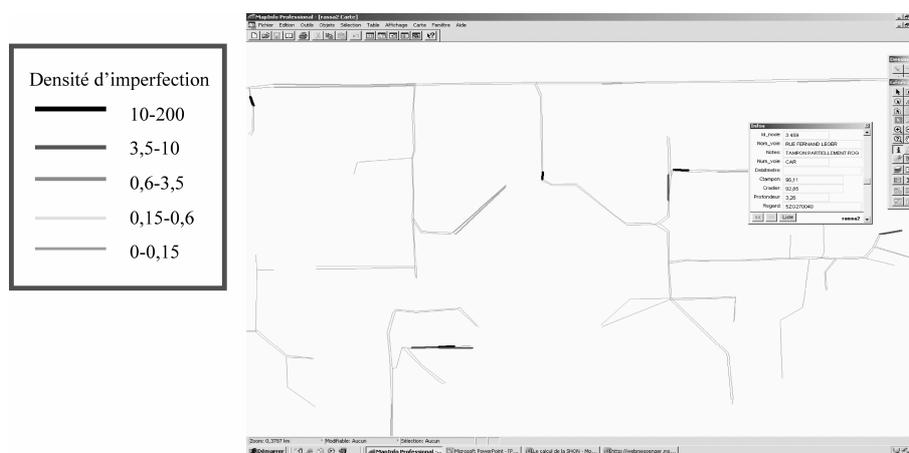
La représentation des informations nécessite le calcul des indicateurs formalisés (Bonierbale *et al.*, 2005). Une fois effectué le tri des données entre celles qui sont incertaines, incomplètes ou fiables, les données pertinentes pour le calcul des indicateurs sont sélectionnées. Trois catégories d'informations sont distinguées :

- les informations mesurées : elles sont le résultat des mesures déterministes effectuées dans le cadre de l'étude diagnostique et sont exploitables directement. Les conditions de mesures sont spécifiques à chaque paramètre.
- les informations déduites : il s'agit des données qu'il est possible de déduire des précédentes notamment par différence et/ou par extrapolation de celles-ci. Les données déduites sont donc utilisables indirectement car elles nécessitent un traitement en amont.
- les informations estimées/ modélisées : elles relèvent de traitements mathématiques permettant de prévoir l'évolution d'un système et ne sont pas précises. Elles permettent néanmoins d'avoir une idée globale d'un paramètre particulier après étude de certains critères. Elles sont également exploitables de manière indirecte car estimées à partir des informations contenues dans les différentes bases de données.

Un nouveau modèle de données a été proposé pour incorporer les résultats du calcul des indicateurs formalisés dans le projet. Une fois les nouveaux champs créés et renseignés, il devient possible de faire la représentation graphique de la performance environnementale.

Dans l'exemple du facteur d'infiltration à l'échelle du tronçon, ces deux aspects ; calcul de l'indicateur et représentation de la performance, sont illustrés. L'infiltration dans un tronçon concerne les apports d'eau non prévus liés à des défauts structurels. L'indicateur choisi se base sur des règles expertes définies dans le guide de gestion patrimonial des réseaux d'assainissement urbains (Le Gauffre *et al.*, 2005). Deux descripteurs sont associés à cet indicateur : le premier est une estimation du potentiel d'exfiltration exprimé à partir de l'état observé et le second concerne le niveau de la nappe.

La première étape a consisté à faire une adaptation de la nomenclature des défauts puisque celle des études diagnostiques diffère de la norme NF. Le niveau de la nappe n'étant pas une donnée accessible, seul le calcul du potentiel d'infiltration est réalisé. Ce potentiel est exprimé par une densité d'imperfection (nombre d'imperfection/longueur du tronçon). Ce nouveau champ a été créé dans la base de données et permet sa représentation dans le SIG. L'échelle de la performance est obtenue par exemple en distinguant des classes de répartition équivalentes (Figure 1).



**Figure 1.** Représentation du résultat d'un indicateur : la densité d'imperfections à l'échelle du tronçon.

La performance et sa représentation sont particulièrement intéressantes en terme de gestion, puisqu'elles permettent de comparer des objets entre eux et de prioriser des actions (au niveau opérationnel) ou des programmes de réhabilitation par zone (au niveau tactique). Le gestionnaire utilisateur de l'outil doit être libre de modifier les paramètres de classement des niveaux de performance, soit en fonction de ses propres objectifs, soit en fonction d'une réglementation.

Le projet a mené à terme le calcul de plusieurs indicateurs et a identifié les données nécessaires au calcul des autres.

## 6. Conclusion

La prise en compte de l'imperfection des données avait été prévue dans la démarche méthodologique du projet. Après avoir formaliser plusieurs indicateurs, le projet s'est intéressé au traitement particulier de l'incomplétude dans les bases de données réelles urbaines. Ce travail a permis en association avec la collectivité de

définir les données souhaitables pour prolonger la démarche et aboutir à une analyse plus complète telle qu'elle est décrite dans la formalisation des indicateurs.

La modélisation des performances a été proposée pour certains indicateurs. La question des seuils pour chaque borne est limitée par l'existence de norme, de réglementation ou de pratique courante. L'ambition était grande de réaliser ce travail sur l'ensemble des indicateurs. Le projet aura mis en évidence des pistes de travail pour améliorer les connaissances sur certains aspects parfois peu traités, souvent en raison de leur complexité comme par exemple, la pollution des milieux souterrains. Les travaux du groupe RERAU ont permis au projet de s'enrichir de nouvelles connaissances.

La représentation cartographique a été réalisée sur quelques aspects. Cette concrétisation nous a permis de tester la réaction des services techniques. Même si la démarche proposée n'est à ce jour pas complète, en terme d'aide à la prise de décision, l'accueil positif et enthousiaste reçu confirme l'intérêt de ce type d'approche.

#### Remerciements

Ce projet RGC&U est réalisé en partenariat avec les services techniques de la commune de Noisy-le-Grand (Seine Saint Denis). Les auteurs remercient particulièrement monsieur Hervé Coudière directeur des services techniques de la ville.

## 7. Bibliographie

- Boissier D. et Al-Hajjar J., « Système interactif d'aide à la décision (SIAD) et incertain en génie civil », EuroPIA'93 - Delft - The Netherlands - 21-24 juin 1993.
- Bonierbale T., Laffrêchine K., Boissier D., Diab Y., et Morand D., Construction du profil environnemental d'un réseau d'assainissement pour les villes moyennes, Rapport de Recherche, Décembre 2005.
- Bouchon-Meunier B., *Mesures floues. La logique floue et ses applications*. Addison-Wesley, 1995, 84-92.
- FMVM, Accès et services numériques : les habitants au coeur de l'action des villes moyennes et des intercommunalités, Fédération des Maires des Villes Moyennes, octobre 2005.
- Laffrêchine K., Bonierbale T., Diab Y., Boissier D., « Profil environnemental d'un réseau d'assainissement pour les villes moyennes », Actes des 23<sup>ème</sup> Rencontres Universitaires de Génie Civil, 26-27 mai 2005, Grenoble, [CD-Rom].
- Le Gauffre P., Joannis C., Breyse D., Gibello C. Et Desmulliez J. J., *Gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement urbains*, Lavoisier, Paris, 2005, 416p.
- SAFEGE, Etude Diagnostique des réseaux d'assainissement : Ville de Noisy-le-Grand. Rapport de Phase I. SAFEGE, , 2001, 67p.