



#### Contact

Caty Wery  
UMR GESTE MA-8101  
ENGEEs-Irstea  
1 quai Koch, BP 61039  
67070Strasbourg cedex  
caty.wery@engees.unistra.fr

## Gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement De l'intérêt de l'évaluation économique pour quantifier les impacts liés aux dysfonctionnements

Caty Wery, Anne Rozan, Christophe Wittner

La gestion patrimoniale des réseaux comprend différentes étapes : l'inventaire du patrimoine, l'évaluation de l'état des conduites, l'analyse des dysfonctionnements à partir d'inspections télévisées (ITV), la définition des besoins de réhabilitation et du financement correspondant. Une étape supplémentaire consiste à tenir compte des impacts liés aux dysfonctionnements sur les composantes socio-économiques et le milieu naturel.

Un des volets du projet ANR INDIGAU (2007-2010) « INDicateurs de performance pour la Gestion des réseaux d'Assainissement », qui faisait suite aux résultats du projet national RERAU (Réhabilitation des Réseaux d'Assainissement Urbain) (Le Gauffre *et al.*, 2004), s'est intéressé à l'évaluation des facteurs de la vulnérabilité et des impacts (sur le milieu urbain et sur les milieux aquatiques). C'est ce volet que nous présentons ici. Son objectif était de concevoir et expérimenter des méthodes d'évaluation économique des impacts pour affiner leur caractérisation (Wery *et al.*, 2010).

### Typologie des vulnérabilités et des impacts

La méthodologie RERAU reprise dans INDIGAU s'appuie sur des indicateurs qui ont été définis à trois niveaux :

- les *défauts* caractérisent l'état physique des ouvrages. Les défauts sont en général observables par ITV (ex : joint déboîté) ;
- les *dysfonctionnements* sont les conséquences de défauts sur le fonctionnement des ouvrages (ex : infiltrations) ;
- les *impacts* traduisent le caractère plus ou moins nocif des dysfonctionnements en fonction du contexte. Les éléments du contexte pris en compte pour évaluer les impacts sont quant à eux appelés « facteurs de vulnérabilité ».

Nous nous intéressons ici plus particulièrement à ces impacts et aux facteurs de vulnérabilité. Dans la méthodologie RERAU, ils sont définis sur une échelle de sensibilité à 3 ou 4 niveaux. Notre approche a visé une évaluation plus précise s'appuyant sur l'évaluation économique.

La typologie des impacts étudiés est la suivante :

- La pollution des eaux de surface
- La pollution des sols et des eaux souterraines

- Les nuisances « hydrauliques » ventilées en 3 familles : nuisances au trafic et au stationnement automobile, nuisances aux commerces et bâtiments privés ou publics, conséquences sociales (cadre de vie)
- Les nuisances diverses : perturbations des activités urbaines (accès aux commerces, perturbation du trafic, etc.)
- Les dommages au bâti, y compris infiltrations en cave
- Les surcoûts d'exploitation du réseau dus à l'arrivée d'eau claire dans la station d'épuration ou à des curages de réseaux plus fréquents.

Ces impacts sont déterminés par la combinaison d'un aléa (les indicateurs de dysfonctionnement) et d'une vulnérabilité (enjeux sur l'environnement de la conduite).

Ainsi l'impact **Pollution des eaux de surface par débordements de temps de pluie ou de temps sec** prend en compte les débordements du réseau (dysfonctionnements) qu'il croise avec la vulnérabilité des eaux de surface ; cette dernière dépend de l'état de ces eaux et des usages dont elles font l'objet (ex : activités récréatives, prise d'eau pour l'irrigation ou l'eau potable...).

### Evaluation des impacts

Ces impacts peuvent être évalués à partir d'une mesure ou d'une caractérisation physique : cela avait été le cas dans le projet CARE-S (Computed Aided REhabilitation of

Sewer networks (Werey *et al.*, 2007), par exemple pour caractériser « l'impact bruit » avec des niveaux de nuisance évalués en Décibels ou « l'impact sur les eaux souterraines » avec des types d'usages. Il est possible ensuite de leur attribuer une valeur en mobilisant l'une ou l'autre des méthodes d'évaluation économique. Les surcoûts ont un statut particulier car il s'agit de coûts réels.

### Méthodes d'évaluation économique disponibles

Il existe différentes méthodes d'évaluation économique. Les premières méthodes relèvent des approches indirectes. Au sein de ces approches indirectes, il convient de distinguer la méthode des coûts comptabilisés des approches comportementales, comme la méthode des prix hédonistes et la méthode des coûts de transports. Ainsi, la méthode des coûts comptabilisés se basera par exemple sur le chiffre d'affaires d'un commerce pour estimer le dommage lié à un débordement.

Les approches comportementales ou méthodes des préférences révélées reposent, quant à elles, sur l'hypothèse que le consommateur révèle des préférences à travers ses choix de consommation. Ainsi, la méthode des prix hédonistes se basera sur les prix de l'immobilier pour évaluer les préférences des consommateurs à habiter dans une zone à faible risque d'inondation par exemple.

Au-delà de ces méthodes, il y a les méthodes directes, dites méthodes des préférences déclarées, qui se basent sur des données d'enquête. Dans la méthode d'évaluation contingente l'utilisateur sera ainsi amené à annoncer son consentement à payer pour la mise en place d'un aménagement permettant de réduire le risque. L'analyse conjointe, quant à elle, propose au répondant de choisir entre différents scénarios, lui évitant ainsi d'avoir à annoncer un consentement à payer, celui-ci étant déduit des choix réalisés.

### Exemples d'évaluation économique d'impacts

Nous illustrons notre propos à travers l'évaluation des 3 impacts d'origine hydraulique et des surcoûts d'exploitation.

#### 1) L'impact nuisances d'origine hydraulique sur le trafic et stationnement

La caractérisation de la vulnérabilité se fait en fonction des types de voies de circulation et de l'importance du trafic, de la présence de transports en commun et de l'occupation de

surface ou de la présence de parkings souterrains.

L'évaluation économique porte sur les perturbations occasionnées sur le trafic et le stationnement :

Ainsi la non utilisation de places de stationnement du fait d'une inondation suite à débordement ou de la remise en état de la voirie se traduit par le manque à gagner pour la municipalité ou le gestionnaire, en plus des éventuels coûts de remise en état :

$$C_{ces} = CI * 10h$$

Avec :

$C_{ces}$  : coût d'inutilisation d'espace de stationnement en (€/m<sup>2</sup>)

CI : coût de location de l'espace de stationnement (€/m<sup>2</sup>/h)

10h : correspondant à la durée de fonctionnement d'un horodateur durant une journée.

La gêne occasionnée par les déviations peut être évaluée par la perte de temps :

$$C_{Tr} = Tr * RHM * D$$

Avec

$C_{Tr}$  : coût du temps de retard (€/jour de déviation)

Tr : temps de retard moyen imposé par une déviation sur le parcours moyen d'un véhicule (30/3600 heures)

RHM : rémunération horaire moyenne (en €/heure)

D : densité moyenne du trafic (en véhicules/jour)

#### 2) L'impact nuisances d'origine hydraulique sur les commerces, bâtiments privés ou publics

Cet indicateur traduit la sensibilité de l'environnement urbain, ici les commerces, les bâtiments publics et espaces privés, vis-à-vis des débordements. Il est caractérisé par l'activité de surface (rues commerçantes en centre-ville, zones d'activités économiques et commerciales...) et par la caractérisation des bâtiments (présence de caves...).

L'impact peut-être caractérisé par la méthodologie issue du projet européen RISURSIM (Milina *et al.*, 2003) qui s'appuie sur 4 niveaux de risque (cf. figure 2):

A écoulement normal

B mise en charge dans le tuyau des eaux usées

C mise en charge jusqu'à la surface - risque d'exfiltrations dans les sous-sols

D débordement sur la chaussée - risque d'inondation

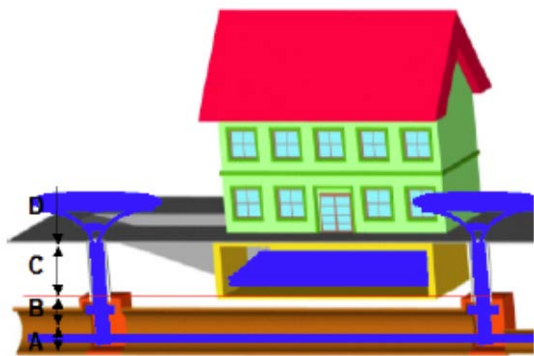


Figure 2: position conduite/surface (Milina & alii ,2003)

L'évaluation économique mobilise le niveau d'indemnités accordées pour des victimes d'inondations de rivière (Torterotot, 1993).

### 3) L'impact nuisances d'origine hydraulique conséquences sociales

Une analyse conjointe a été réalisée en 2009 pour tenter d'évaluer les dommages aux biens intangibles ( photos personnelles,...) en cas d'inondation et les dommages liés à la présence d'odeurs. Plus précisément, c'est un classement contingent (*choice ranking*) qui a été retenu. Les répondants se voyaient proposer des cartes de choix, comprenant à chaque fois 4 scénarios ou programmes dont le scénario de référence qui correspond à la situation de départ. Ces scénarios sont construits autour de 4 attributs (cf. tableau 1) qui sont chacun construits sur 3 niveaux.

Attributs	Niveaux
Réduction des risques d'inondation	1_ 0 2_ 50% 3_ 80%
Réduction de la hauteur d'eau de ...	1_ 0 cm 2_ 10cm 3_ 15cm
Réduction des odeurs de...	1_ 0% 2_ 50% 3_ 80%
Contribution	1_ 10€ 2_ 25€ 3_ 50€

Tableau 1 : attributs et niveaux

Le choix de ces attributs est d'abord lié aux phénomènes observés lorsque le réseau d'assainissement connaît des dysfonctionnements. En effet, les risques d'inondation, de présence d'odeurs sont souvent signalés par les plaintes des individus qui subissent ces dysfonctionnements. La hauteur d'eau présente dans les caves est également un élément important lors de ces dysfonctionnements du réseau public. Tous ces

dommages affectent la qualité de vie des individus.

Une carte de choix était composée de 4 programmes : 3 programmes correspondent à des situations hypothétiques de réduction du risque, le quatrième correspondant à la situation de référence (cf. tableau 2). Pour les situations hypothétiques d'amélioration, une contribution de la part des habitants via une augmentation des impôts locaux sur une période de trois ans (attribut monétaire) est prévue. Au total, 6 cartes de choix étaient présentées au répondant, celui-ci devait révéler, pour chaque carte, le programme qui lui convenait le mieux. Le répondant n'a donc pas à révéler directement son consentement à payer, mais celui-ci est inféré à partir de ses différents choix.

	Programme A	Programme B	Programme C	Programme D Status quo
Réduction du risque d'inondation de	80%	0%	50%	0%
Réduction de la hauteur d'eau de ...	15cm	10cm	0cm	0
Réduction des odeurs de	0%	50%	80%	0%
Contribution	50€	25€	10€	0€
Classement				

Tableau 2 : exemple de carte de choix

L'enquête a été réalisée en face-à-face au domicile des personnes. Ces dommages étant spécifiques, il nous a semblé primordial d'interroger une population ayant déjà expérimenté ces dommages. Ainsi, l'enquête s'est déroulée sur des secteurs qui ont été identifiés grâce au fichier des plaintes enregistrées au service de l'assainissement, en lien avec la présence d'odeur et/ou d'inondations de caves. Au total, 186 personnes ont répondu à l'enquête.

L'analyse des résultats montre que les individus sont sensibles aux niveaux des différents attributs (inondation, hauteur et odeur) lorsqu'ils ordonnent les différents programmes proposés dans les cartes de choix. Ainsi, la probabilité que le programme obtienne un meilleur classement augmente avec le niveau des attributs INOND, HAUTEUR et ODEUR. La probabilité d'un meilleur classement du programme diminue en revanche lorsque le niveau de l'attribut PRIX augmente : on veut bien une amélioration mais sans trop payer

### Les surcoûts d'exploitation du réseau

L'évaluation des surcoûts consécutifs à des dysfonctionnements fait appel à d'autres

techniques d'évaluation car il s'agit de coûts réels, qui sont quantifiables à partir de données de surconsommation d'énergie par exemple ou d'estimation de coûts d'exploitation, ou de dire d'expert.

L'étude exploratoire réalisée concerne :

- les surcoûts d'exploitation du réseau consécutifs à des pompages de volumes d'eau supplémentaires et à une augmentation des fréquences de curages
- les surcoûts d'exploitation de la station d'épuration
- le coût de la réduction de la durée de vie des ouvrages

Ainsi pour les surcoûts d'exploitation du réseau liés à l'infiltration : un mètre cube d'eau parasite d'infiltration cheminant par n postes de refoulement induit un coût approché de :

$$\text{Coût(postes)} (\text{€}) = 0,001 \times \sum_{i=1}^n \text{HMT}_i (\text{m})$$

Avec : HMT<sub>i</sub> : hauteur manométrique des pompes

Dans l'hypothèse d'un besoin de renforcement de la capacité de pompage lors d'un renouvellement de pompes en raison de la présence d'EPI (Eaux de Pluie d'Infiltration), le surcoût peut être estimé par :

$$50\% \times 63,9 \times (d_2^{0,35} \times \text{HMT}_2 - d_1^{0,35} \times \text{HMT}_1)$$

Avec :

d<sub>2</sub> : débit en m<sup>3</sup>/h de la nouvelle pompe

HMT<sub>2</sub> : hauteur manométrique en m de la nouvelle pompe

d<sub>1</sub> : débit en m<sup>3</sup>/h de l'ancienne pompe

HMT<sub>1</sub> : hauteur manométrique en m de l'ancienne pompe.

### Bilan et perspectives

En partant des impacts proposés dans la méthodologie RERAU, nous avons proposé, pour chacun de ces impacts, une caractérisation des 3 ou 4 niveaux de gravité définis par la méthodologie (Le Gauffre *et al.*, 2004). Nous avons pour ambition d'utiliser dès que possible une évaluation économique pour donner cette caractérisation. Partant ainsi d'une possibilité d'évaluation économique plus précise, nous avons proposé ensuite une typologie pour revenir à hiérarchisation en 3 ou 4 niveaux.

L'exercice de l'évaluation monétaire n'a pas été réalisé de manière systématique. L'objectif était en effet de tester l'utilité d'une telle démarche. L'évaluation monétaire est-elle utile si in fine on revient à un indicateur en 3 ou 4 niveaux de gravité? La question est d'autant plus pertinente que la réalisation d'une évaluation monétaire peut être coûteuse et longue. Il semble que pour certains types d'impacts, identifier des niveaux de

vulnérabilité soit suffisant sous réserve de leur caractère discriminant. Par exemple, pour un certain nombre d'indicateurs, il semble pertinent de les déterminer en fonction de données urbanistiques (entre centre-ville, commerçant et zone pavillonnaire, la vulnérabilité n'est pas la même). En revanche, pour d'autres impacts, notamment pour les intangibles (les odeurs par exemple), il est difficile d'établir une hiérarchie sans passer par une enquête. Cependant, on peut penser qu'une fois cette hiérarchie établie, il ne soit pas utile pour le gestionnaire du réseau, de réaliser à chaque fois de telles évaluations. En effet, on peut penser que les résultats de telles études soient transférables d'une structure à une autre, ou qu'il soit possible de se baser sur une revue de littérature (méta-analyse).

### Bibliographie

**Larabi Z.**, (2009). Evaluation des dommages intangibles liés au dysfonctionnement des réseaux d'assainissement. Mémoire de Master 2 Expertise Economique, SJEPC-UFC Besançon/ GESTE Strasbourg, 95 p.

**Le Gauffre P., Joannis C., Breyse D., Gibello C., Desmulliez J.-J.**, (2004), Gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement urbains Guide méthodologique, éditions Tec & Doc (395 p.)

**Milina J., König A., Selseth I., Schilling W.** (2003): RISURSIM, Risk management for urban drainage systems - simulation and optimisation. SINTEF report STF66 A03011, ISBN 82-14-03029-3

**Torterotot J.-P.**(1993). Le coût des dommages dus aux inondations : estimation et analyse des incertitudes, CERREVE, thèse ENPC Paris

**Werey C., Torterotot J.-P., Sousa e Silva D., König A., Peirera A., Montginoul M.** (2007), Rehabilitation of sewer networks: addressing socio-economic impacts in the CARE-S project, IWA conference on Leading-Edge Asset management, Lisbon, 17-19 October 2007, 11p.

**Werey C., Rozan A., Wittner C., Ghoulam B., Soglo Y., Larabi Z.**, (2010), T8 - évaluation des impacts en fonction des vulnérabilités - recommandations pour l'évaluation économique des impacts - rapport projet ANR INDIGAU « Indicateurs de performance pour la gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement urbains », projet ANR-RGC&U- (2007-2010) 178p. ■

Partenaires du projet : coordination LGCIE INSA Lyon, IFSTTAR Nantes, GESTE Strasbourg, CU Grand Lyon, CU Strasbourg, CU Nantes Métropole, CU Lille Métropole, CA Caen la mer et CU Brest Métropole Océane.