

Infrastructures critiques, vulnérabilisation du territoire et résilience : assainissement et inondations majeures en Île-de-France

Annabelle Moatty and Magali Reghezza-Zitt

Volume 18, Number 3, December 2018

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1065315ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Université du Québec à Montréal
Éditions en environnement VertigO

ISSN

1492-8442 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Moatty, A. & Reghezza-Zitt, M. (2018). Infrastructures critiques, vulnérabilisation du territoire et résilience : assainissement et inondations majeures en Île-de-France. *VertigO*, 18(3).

Article abstract

Although sanitation networks are critical infrastructures, their impact on territorial vulnerability and social resilience is still underestimated. The role played by the energy, transport and telecommunication networks in crises and post-disaster recovery is better understood, both from a theoretical and operational point of view. On the contrary, sanitation networks remain poorly appreciated and their vulnerability is underestimated. Based on the study of the Parisian metropolitan area, this paper aims to show that sanitation networks are critical components in crisis management, post-disaster recovery and reconstruction. First, we address the links between security and critical infrastructures. Then, we present the case of sanitation in Île-de-France. Finally, we discuss how sanitation system is taken into account in preparedness to major floods and describe the potential consequences of its damage or failure for crisis management and post-disaster recovery.



Infrastructures critiques, vulnérabilisation du territoire et résilience : assainissement et inondations majeures en Île-de- France

Annabelle Moatty et Magali Reghezza-Zitt

Introduction

- 1 En juin 2016, suite à la crue de l'Yerres, la fermeture de la station de pompage du Pont d'Yerres, située à Villeneuve-Saint-Georges dans le Val-de-Marne, a provoqué un rejet direct des eaux usées dans le cours d'eau. Les risques sanitaires induits ont imposé l'évacuation préventive de plusieurs habitations, aggravant localement la situation de crise. Cette station de pompage n'est qu'une des composantes du système d'assainissement du Val-de-Marne, qui articule de multiples sous-réseaux, gérés par différentes collectivités locales, de la commune au département. Le système d'assainissement (composé du réseau de collecte et transport, et des installations de traitement) a pour fonction de collecter, de transporter et de rejeter dans les cours d'eau, les eaux pluviales et les eaux usées traitées. Que ce soit en temps de crise ou en temps « calme », les interdépendances et interactions entre la gestion des eaux usées et des eaux pluviales sont nombreuses. Nous nous limiterons dans cet article à la gestion des eaux usées en cas de crue et n'évoquerons que très ponctuellement les liens avec celle des eaux pluviales.
- 2 En cas de crue, le système d'assainissement se révèle particulièrement vulnérable, puisqu'il est au contact direct des nappes phréatiques et des cours d'eau. Lors d'une inondation de surface par exemple, les eaux de crue et/ou de ruissellement viennent se mêler aux eaux usées et pénètrent dans le réseau, elles peuvent aussi inonder les stations

de traitement. Ces intrusions entraînent des dysfonctionnements capacitaires. Des débordements se produisent, sous forme de refoulements (Laurent *et al.*, 2007). Le réseau est alors un vecteur d'inondation pour les territoires qu'il dessert. Ces refoulements deviennent particulièrement problématiques lorsque les eaux ne sont pas traitées : ils créent des risques sanitaires et environnementaux. Le gestionnaire de réseau doit par conséquent opérer un choix entre la nécessité d'amener le maximum d'effluents aux stations de traitement des eaux usées (STEU) encore opérationnelles et le risque de mettre en surcharge son réseau et d'inonder potentiellement les riverains.

- 3 Les réseaux d'assainissement sont considérés comme des infrastructures critiques et, à ce titre, relèvent d'un ensemble de dispositifs juridiques et réglementaires qui encadrent la gestion au quotidien par les opérateurs. Comparé aux réseaux d'énergie, de transport ou de télécommunication, l'assainissement fait l'objet d'une attention moindre, qu'il s'agisse de littérature scientifique (Lhomme *et al.*, 2013a) ou de littérature grise. Par exemple, dans le cas francilien, le rapport au Premier ministre portant sur le « fonctionnement hydrologique du bassin de la Seine » daté de novembre 2016 (Feuillette *et al.*, 2016) mentionne à de nombreuses reprises le cas de l'assainissement, mais presque uniquement à propos du contrôle de qualité de l'eau, des inondations pluviales et des étiages. Pourtant, les retours d'expérience (RETEX) des crues de juin 2016 et de janvier 2018, et plus largement, d'autres événements catastrophiques majeurs (ouragans Katrina, Irma, inondations à Dublin, etc.) montrent que les réseaux d'assainissement sont très vulnérables et qu'ils engendrent de multiples dysfonctionnements qui perturbent la gestion de crise et le relèvement post-catastrophe (Maguire, 2012).
- 4 L'objet de cet article est donc d'appréhender le rôle de l'assainissement dans un contexte de crise lié à une inondation majeure et d'évaluer la prise en compte par les acteurs de cette composante fondamentale du système territorial. Pour ce faire, nous nous concentrons sur le cas de la région Île-de-France, et plus précisément du Territoire à risque important d'inondation (TRI) de la métropole francilienne, soumis à des crues majeures de la Seine et de ses affluents. Le choix de ce territoire a été guidé à la fois par la densité des infrastructures critiques, l'hypercomplexité du système urbain – qui permet de penser les interdépendances entre les différents réseaux – et par le contexte particulier d'accélération de la planification et de la préparation à une crise majeure. La publication de la Stratégie locale de gestion du risque inondation (SLGRI) et la Disposition spécifique inondation zonale (DSIZ) en 2016, la réalisation du grand exercice de simulation EU-Sequana en mars de la même année, les événements récents de juin 2016 et janvier 2018, ou encore la signature d'une charte favorisant le partage des données entre grands opérateurs de réseaux vitaux et services de l'État, sont autant d'éléments conjoncturels qui permettent d'alimenter les réflexions.
- 5 Une étude a ainsi été réalisée dans le cadre d'un financement post-doctoral (LabEx Dynamite) et d'un programme de recherche-action sur la gestion des crises, le programme Euridice (Équipe de recherche sur les risques, dispositifs de gestion de crise et des événements majeurs). La méthodologie retenue s'est appuyée sur trois outils de recueil des données : une série de 27 entretiens semi-directifs, d'une durée allant d'une à trois heures, avec les gestionnaires de réseaux, mais aussi les acteurs en charge de la planification et de la gestion du risque aux échelles régionales, départementales et locales ; des journées d'observation *in situ* (notamment lors des inondations de janvier 2018) ; des observations participantes et non-participantes réalisées dans différentes

réunions et groupes de travail, notamment ceux concernant la SLGRI ; une compilation de littérature « grise » dont des RETEX sur les crues de juin 2016.

- 6 Trois résultats principaux peuvent être dégagés : 1) un retard, certes inégal selon les acteurs franciliens, en matière de connaissance des réseaux d'assainissement et d'évaluation de leurs vulnérabilités ; 2) le rôle du système d'assainissement dans le processus de vulnérabilisation du territoire, et les conséquences importantes – et sous-estimées – de ses dysfonctionnements en cas d'événement majeur ; 3) le rôle stratégique de ce type de réseau dans le relèvement post-crise.
- 7 Nous proposons d'abord une synthèse sur l'évolution des approches de la sécurité des réseaux face aux risques afin de recontextualiser la criticité de l'assainissement ; puis nous montrons comment l'assainissement est actuellement pris en compte dans les actions de réduction des vulnérabilités à l'inondation et de préparation à la crise ; enfin, nous explicitons la vulnérabilité du système d'assainissement en cas de crue majeure en Île-de-France, ses conséquences pour le territoire, la gestion de crise et le relèvement post-catastrophe.

Risques, sécurité et réseaux critiques : une évolution des approches

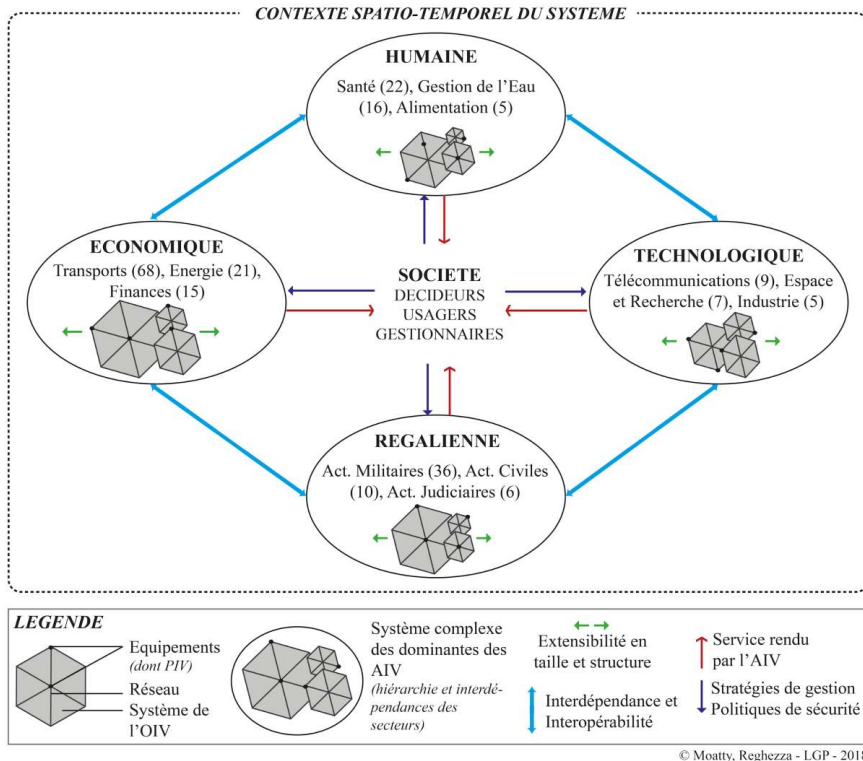
Qu'est-ce qu'un réseau critique ?

- 8 Les infrastructures critiques peuvent être définies comme : « [un] ensemble d'organisations, installations, équipements, biens logiques et physiques, qui a une importance vitale pour le fonctionnement d'une économie en particulier ou de la société humaine en général, et dont la défaillance, l'arrêt de fonctionnement ou la dégradation peuvent avoir un impact potentiellement dramatique sur le bien-être, l'économie et la société d'une Nation » (El Kalam, 2009, p. 9).
- 9 Cette définition présente l'intérêt d'englober à la fois l'organisation en système des infrastructures considérées, leur importance pour le fonctionnement courant des sociétés et l'ampleur des conséquences en cas de perturbations. Dans la littérature scientifique, la criticité d'une infrastructure reçoit des définitions variables (Yusta *et al.*, 2011 ; Galland, 2010 ; Kroger, 2008 ; Ollinger, 2007 ; Moteff *et al.*, 2003), mais elle est toujours définie indépendamment de son exposition à un aléa donné. La criticité reflète le caractère « essentiel » (Lhomme, 2015), c'est-à-dire stratégique, du service rendu par l'enjeu considéré, pour un territoire, une organisation sociale, un système économique, un système productif, etc. (Lhomme *et al.*, 2011)
- 10 En France, la définition des infrastructures critiques s'appuie sur la notion d'Activités d'importance vitales (AIV), définies par décret du Premier ministre (art. L. 1332-2 du Code de la Défense). Elles regroupent douze secteurs répartis en quatre dominantes par le Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale (SGDSN, 2016) : une dominante humaine (activités de santé, de gestion des eaux et d'alimentation), une dominante régaliennne (activités militaires, civiles et judiciaires de l'État), une dominante économique (activités de transports, énergies et finances) et une dominante technologique (activités de communication, espace et recherche, et industries) (*cf.* figure 1). Ces activités sont considérées comme difficilement remplaçables ou substituables, du fait de leur rôle majeur dans la production et distribution de services indispensables au fonctionnement de nos sociétés. Les AIV peuvent relever d'opérateurs

publics ou privés et sont dénommés Opérateur d'importance vitale (OIV) (*cf.* figure 1). Ils sont au nombre de 249 et sont désignés par le ministre de tutelle auquel sont rattachées leurs activités. Ce dernier fixe les critères de sélection et les objectifs de sécurité en concertation avec les opérateurs pressentis et les autres ministères. Ce double déclouonnement (interministériel et public-privé) vise à garantir une protection équivalente entre les secteurs d'activité.

- 11 Ces définitions et acceptions relativement figées masquent la réalité dynamique des réseaux qui possèdent une caractéristique d'extensibilité en taille et en structure (El Kalam, 2009), en fonction de paramètres tels que les besoins des usagers ou encore les intérêts financiers. Pour mettre en sécurité ces enjeux majeurs, le travail de diagnostic des risques et vulnérabilités est un prérequis. Il suppose une analyse fine du contexte spatio-temporel du système à protéger (*cf.* figure 1).

Figure 1. Représentation schématique des secteurs des 12 AIV (article R.1332-1 du code de la défense) et leurs dominantes au sein d'un système.



Ce schéma représente les douze secteurs d'AIV regroupés par dominantes : humaine, régaliennne, économique et technologique. Ces quatre dominantes interagissent au sein d'un contexte spatio-temporel donné pour permettre le fonctionnement de la société. Décideurs, gestionnaires et usagers sont en mesure d'accomplir leurs missions et de répondre à leurs besoins grâce aux services rendus par ces AIV. Au sein de chaque dominante, les OIV représentés par les polygones gris forment des systèmes complexes qui entretiennent entre eux des relations hiérarchiques et qui sont en situation d'interdépendances plus ou moins fortes. Les chiffres entre parenthèses représentent le nombre d'opérateur par secteur (SGDSN, 2016). Les AIV forment des systèmes dynamiques qui évoluent constamment sous l'impulsion des stratégies de gestion et des politiques de sécurité, menées aussi bien par les opérateurs que par les pouvoirs publics / This diagram represents the twelve sectors of vital activity grouped by dominant theme : human, sovereign power, economic and technological. These four dominant interact within a given spatio-temporal context to allow the functioning of society. Decision-makers, managers and users are able to fulfill their missions and meet their needs thanks to the services provided by these vital activities. Within each dominant, the critical importance operators represented by the gray polygons form complex systems which maintain hierarchical relations between them and which are in a situation of more or less strong interdependencies. Figures in parentheses represent the number of operators by sector (SGDSN, 2016). Vital activities are dynamic systems that constantly evolve under the impetus of management strategies and security policies, implemented both by operators and by the public authorities.

- 12 La plupart des infrastructures critiques sont des réseaux techniques. Par réseau, on entend un ensemble d'éléments matériels et immatériels organisés de façon à permettre la mise en relation. Ces réseaux assurent un service ; parler de réseau implique donc de ne pas se limiter à l'infrastructure (réseau-support), mais de prendre en compte le service rendu dans ses dimensions organisationnelles, sociales et politiques (Toubin et al., 2013).

Réseaux critiques, vulnérabilité, territoire

- 13 La littérature scientifique s'est emparée de la question des réseaux critiques (critical networks) en commençant par étudier la vulnérabilité des infrastructures (Matisziw et

- al., 2008 ; Murray et al., 2007). Les réseaux techniques (énergie, transport, télécommunication, eau) sont en effet vus comme des pôles d'endommagement majeurs dont la destruction augmenterait considérablement les coûts (CEPRI, 2016 ; Bourguignon, 2014 ; Bouchon, 2011). La focalisation sur les espaces urbains, encouragée à partir des années 1990 par la décennie internationale de réduction des risques de catastrophes (RRC), renforce l'intérêt pour des réseaux particulièrement denses et stratégiques au sein des agglomérations (Lhomme et al., 2013b). En outre, de nombreux RETEX, en France et à l'étranger, soulignent la fragilité de ce type d'équipement (Araneda et al., 2010 ; ERDF, 2009 ; RTE, 2006 ; Guihou et al., 2006).
- 14 La vulnérabilité des réseaux face aux risques dits naturels est généralement abordée à partir des impacts de l'aléa (Erdlenbruch et al., 2008 ; Shinozuka et Dong, 2003). Les études proposent des diagnostics de vulnérabilité matérielle de l'infrastructure, en intégrant la nature, l'intensité et la fréquence du processus dommageable ainsi que l'exposition et le degré de résistance physique (Renard, 2010 ; Taylor et D'Este, 2007). D'autres travaux s'intéressent aux aspects économiques, à la perte d'exploitation et à la mesure des coûts indirects (CEPRI, 2016 ; Eleuterio et al., 2011 ; Chang et al., 2002).
- 15 Les réseaux sont peu à peu considérés à partir du service rendu et non plus seulement de la matérialité du réseau-support. Herder et Thissen soulignent par exemple la nécessité de prendre en compte la gestion et l'organisation de l'infrastructure et du service qu'elle fournit (Herder et Thissen, 2003). En 2005, Jean-François Gleyze formalise, dans sa thèse sur les réseaux de transport, la distinction entre les vulnérabilités matérielle, structurelle et fonctionnelle (Gleyze, 2005). En dissociant l'infrastructure matérielle du service qu'elle rend, il montre que la structure du réseau, c'est-à-dire l'organisation des nœuds et des tronçons, est un facteur d'amplification ou au contraire, de réduction des perturbations. L'analyse structurelle du réseau permet d'identifier les composantes les plus susceptibles de perturber son fonctionnement (Gleyze et Reghezza, 2007 ; Albert et al., 2004). Ce changement de focale permet de compléter l'étude de la criticité du réseau en mettant en exergue le rôle de ses composantes et de sa forme. Ces démarches s'appuient généralement sur des modélisations mathématiques (Lhomme et al., 2011 ; Mermet, 2011 ; Hines et Cotilla-Sanchez, 2010). Parallèlement, en généralisant l'approche systémique (Hellström, 2007), de nombreux travaux insistent sur l'intrication des réseaux au sein des systèmes urbains et montrent comment les perturbations se propagent d'un réseau à l'autre par effet domino (Grangeat, 2016 ; Toubin, 2014 ; Robert, 2004 ; Rinaldi et al., 2001). La question des interdépendances devient centrale (Robert et Morabito, 2010 ; Haimès et al., 2005 ; Brown et al., 2004) avec notamment la notion de « système de systèmes » (Eusgeld et al., 2011 ; Lhomme et al., 2011). De façon plus ou moins explicite, ces travaux se réfèrent à la notion de complexité (Morin, 2005), en mettant en évidence le rôle des interdépendances, les enchevêtrements matériels, structurels et fonctionnels, les intrications entre réseaux et sous-réseaux. De nombreux travaux traitent d'ailleurs les réseaux critiques comme des systèmes complexes (Bouchon, 2011 ; Provitolo, 2008).
- 16 Qu'ils se concentrent sur la vulnérabilité des réseaux ou des systèmes de réseaux, les chercheurs soulignent les interactions de ces derniers avec les territoires (Lhomme, 2012 ; Gleyze, 2005). La criticité du réseau est ainsi reliée à la vulnérabilité du territoire. Les études ne considèrent plus les réseaux pour eux-mêmes, mais montrent leur rôle dans la vulnérabilisation d'un système socio-spatial donné. Elles envisagent les réseaux comme des sous-systèmes socio-techniques d'un système territorial englobant, exposé à différentes menaces. Dès 1989, Blancher identifie des « chaînes » d'événements

impliquant des réseaux techniques urbains et souligne l'impact du dysfonctionnement d'un réseau ou d'un système de réseaux pour son environnement, c'est-à-dire pour le système territorial. Blancher et al. (1989) parlent de « blocage territorial » et de « panne urbaine ». Dans les années 2000, des géographes couplent cette approche avec l'analyse spatiale. Florent Demoraes propose par exemple d'aborder la vulnérabilité du territoire de Quito (Equateur) à partir des enjeux de mobilité (Demoraes, 2009 et 2004). Son travail ne porte cependant pas en tant que tel sur les réseaux, mais sur les « enjeux majeurs » (Metzger, 2017 ; D'Ercole et Metzger, 2009), responsables de la vulnérabilisation du territoire, parmi lesquels figurent les réseaux de transport. Ces enjeux majeurs font écho à la notion de criticité. En 2011, Sara Bouchon mène une démarche analogue. Cherchant à identifier les réseaux critiques sur un territoire donné, elle affirme le lien entre les réseaux et le fonctionnement du système territorial en posant que la vulnérabilité territoriale « contribue à la criticité de certaines infrastructures et [...] en retour, les infrastructures critiques sont susceptibles d'accroître cette vulnérabilité » (Bouchon, 2011, p. 109). Elle montre également que la criticité d'un réseau dépend du contexte spatial (Bouchon, 2011) : ce sont les caractéristiques d'un territoire qui vont expliquer la criticité du réseau.

- 17 Ce type de réflexion suppose de glisser d'une approche de la vulnérabilité par les impacts à une approche par les facteurs. La démarche s'appuie sur l'analyse spatiale, à la fois multi-scalaire (changement d'échelle en fonction du système considéré) et trans-scalaire (interactions entre les échelles) (Dutozia, 2013). Dans ce cadre de compréhension, les réseaux peuvent d'abord être source de menace pour le territoire : la perturbation du service assuré par un réseau influence à des degrés divers le fonctionnement territorial, soit directement, soit par perturbation des autres réseaux. Inversement, un aléa qui frappe un territoire peut conduire à la perturbation des réseaux techniques, même si ceux-ci ne sont pas directement exposés et endommagés. Cet aspect est cependant moins traité que le précédent. Les réseaux sont enfin identifiés comme des facteurs de propagation des perturbations hors de la zone initialement sinistrée. Ils interviennent ainsi dans les processus de contagion qui favorisent l'émergence des « risques à grande échelle » (Michel-Kerjan, 2003 et 2000), entendue ici comme l'échelle territoriale supra-locale.

De la vulnérabilité à la résilience

- 18 La dernière décennie est marquée par une évolution, a minima sémantique : les infrastructures critiques sont progressivement appréhendées à partir de la notion de résilience (Barroca et al., 2013 ; Boin et McConnell, 2007 ; O'Rourke, 2007). On peut schématiquement distinguer deux champs d'études.
- 19 Un certain nombre de travaux poursuivent les recherches sur la vulnérabilité des réseaux techniques en introduisant la notion de résilience. Adoptant une lecture ingénieriale de cette notion (Dauphiné et Provitolo, 2007), les chercheurs définissent la résilience comme l'antonyme de la vulnérabilité : augmenter la résilience revient à réduire mécaniquement la vulnérabilité (Folke et al., 2002). Ils insistent sur les propriétés qui vont permettre à l'infrastructure de limiter son endommagement matériel, et au réseau de maintenir son fonctionnement, y compris en mode dégradé. Les solutions sont essentiellement techniques : renforcement des capacités de résistance du réseau-support, isolement, sauvegardes, etc. Les études sur la résilience font échos aux travaux antérieurs sur la

vulnérabilité structurelle, et mettent notamment en avant la nécessité d'augmenter le niveau de redondance (Lhomme et al., 2013c). Elles s'inscrivent in fine pleinement dans la continuité des recherches sur la vulnérabilité des réseaux. Parler de résilience permet surtout de conforter l'approche systémique et de trouver une alternative aux échecs de la protection.

- 20 D'autres approches s'intéressent à la résilience du système territorial, entendue soit comme capacité de maintien de l'activité pendant la crise, soit comme capacité de relèvement post-crise. Elles postulent souvent un lien mécanique entre la résilience des réseaux techniques et la résilience du système territorial. Les observateurs pointent d'abord le rôle des infrastructures techniques dans la gestion de crise. Le dysfonctionnement des réseaux techniques va en effet entraver les opérations de secours, d'évacuation et de mise en sécurité. D'autres chercheurs appréhendent les réseaux comme des éléments de relèvement post-crise du système urbain (Reghezza et Rufat, 2015 ; Barroca et al., 2012 ; Serre et al., 2012). La résilience du réseau technique est alors vue comme un facteur de résilience de la ville dans son ensemble (Lhomme, 2012 ; Serre, 2011). La continuité d'activité des réseaux ou leur redémarrage rapide sont présentés comme des conditions sine qua non (Beraud et al., 2012) du retour à une situation acceptable. Ces travaux constituent une autre façon d'aborder la criticité en articulant au moins deux niveaux d'analyse (le réseau et le système englobant). Parler de résilience déplace également la focale vers le relèvement post-crise du système territorial, ce qui implique de ne pas se limiter à une approche purement technique de la vulnérabilité des réseaux, mais de considérer l'importance des vulnérabilités organisationnelles à toutes les échelles.

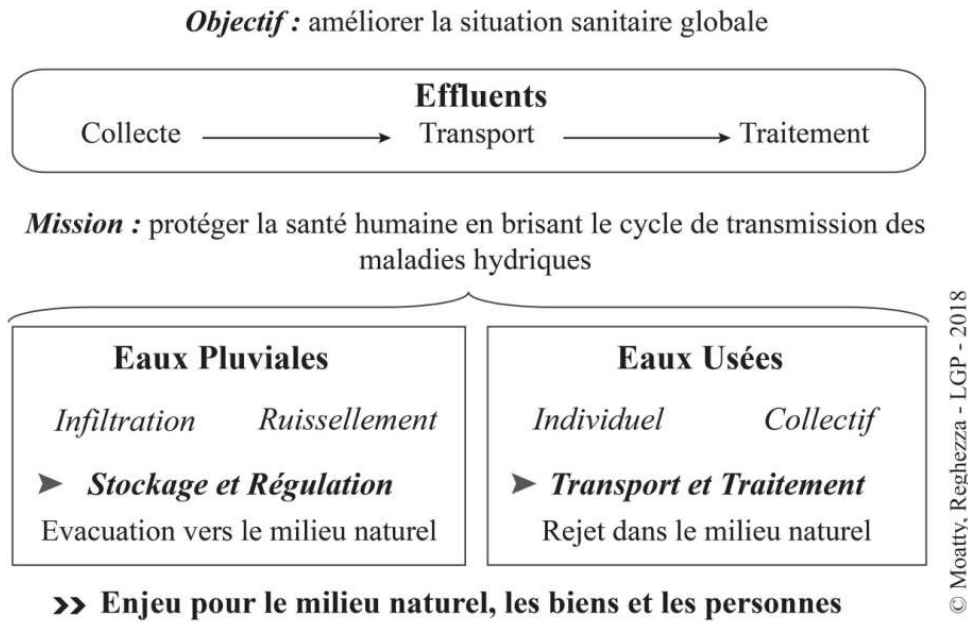
La sécurité des réseaux critiques en Île-de-France : quelle place pour l'assainissement ?

- 21 La multiplication des travaux académiques et le résultat des entretiens et observations montrent que l'attention portée aux réseaux techniques est de plus en plus partagée par les acteurs de la gestion des crises liées aux inondations. Dans le cas de la métropole francilienne, des groupes de travail réunissant opérateurs, gestionnaires et décideurs sont d'ores et déjà constitués et sollicités pour alimenter la mise en œuvre de la SLGRI. Pour autant, tous les réseaux, même lorsqu'ils sont classés AIV, ne font pas l'objet d'une attention analogue. Alors que les réseaux de transports ou d'électricité sont relativement bien connus des opérateurs et ont fait l'objet d'études scientifiques (Gleyze, 2005 ; Quatre et al., 1999), la question de l'assainissement, pourtant identifiée comme relevant des réseaux critiques, est restée longtemps secondaire.

Le système d'assainissement : du réseau-support aux services

- 22 Le système d'assainissement a pour fonction principale d'évacuer et traiter les eaux usées et pluviales (cf. figure 2). Les eaux usées comprennent les eaux de drainage, de lavage, les eaux provenant des sanitaires. Elles sont en particulier chargées de matières solides (excréments, déchets solides d'origine domestique, agricole, industrielle, médicale...). Ces eaux doivent être traitées avant de pouvoir être rejetées dans le milieu récepteur.

Figure 2. Présentation des objectifs et missions du système d'assainissement.



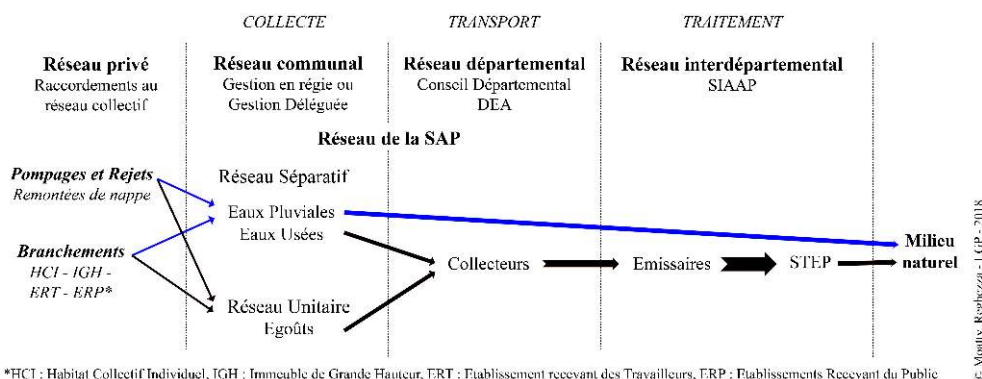
La mission de l'assainissement est de protéger la santé humaine en brisant le cycle de transmission des maladies hydriques. Le système comprend la collecte, le traitement et l'évacuation des déchets liquides, solides et des excréments. Chaque jour pour l'Île-de-France, ce sont près de 3 millions de mètres cubes d'eaux usées et d'eaux de pluie qui sont traitées par les STEP. Les eaux pluviales peuvent s'infiltrer ou ruisseler. Elles sont collectées soit dans un réseau séparatif, soit dans un réseau unitaire, où elles sont mélangées avec les eaux usées. En réseau séparatif, seules les eaux usées (collectées dans le cas d'un réseau collectif ou traitées sur place pour un réseau individuel) sont transportées et épurées avant d'être rejetées dans le milieu naturel. Les eaux recueillies peuvent aussi être stockées et restituées de manière maîtrisée pour réguler les apports (écrêtage des crues et soutien de l'étiage). Dans tous les cas, les eaux rejoignent le milieu naturel / The mission of sanitation system is to protect human health by breaking the cycle of transmission of waterborne diseases. The system includes the collection, treatment and disposal of liquid, solid and excreta waste. Every day for the Île-de-France region, nearly 3 million cubic meters of wastewater and rainwater are treated by WWTPs. Rainwater can seep or run off. They are collected either in a separate network or in a unitary network, where they are mixed with wastewater. In a segregated network, only wastewater (collected in the case of a collective network or treated on site for an individual network) is transported and purified before being discharged into the natural environment. The collected water can also be stored and restored in a controlled way to regulate the contributions (clipping of the floods and support of the low water). In all cases, the waters join the natural environment.

- 23 Le système assainissement peut être envisagé comme un système de systèmes sociotechnique impliquant un réseau-support, lui-même composé de plusieurs sous-réseaux, équipements et infrastructures assurant différentes fonctions (collecte, transport, traitement) pour délivrer un double service aux usagers : la collecte par le biais du réseau et le traitement par les STEU. Il est dépendant d'une organisation économique et repose sur les procédures des acteurs en charge de sa gestion.
- 24 D'un point de vue technique, le système d'assainissement est d'abord composé de raccordements à un réseau collectif qui prennent la forme de branchements privés (habitations, entreprises) qui permettent d'acheminer les eaux sanitaires et eaux de lavages entre autres, dans les réseaux de collecte (cf. figure 2). Tous les bâtiments ne sont cependant pas raccordés au réseau collectif : certains disposent d'une installation de traitement positionnée sur la parcelle. Il existe aussi des raccordements qui servent au rejet des pompes des nappes phréatiques effectués par plusieurs opérateurs (gestionnaires de stationnements, de réseaux souterrains, etc.). Sur le territoire

francilien, cette activité n'est pas anecdotique : à Paris, par exemple, la Régie autonome des transports parisiens (RATP) pompe « environ 5 millions de mètres cubes en permanence et les rejette dans le réseau d'assainissement, parce que sinon son réseau serait inondé, même hors période de crue » (entretien Service de gestion des crises de la Mairie de Paris, décembre 2017).

- 25 Ces apports directs sont ensuite collectés par des réseaux communaux qui peuvent être séparatifs (canalisations différentes pour les eaux usées et les eaux pluviales) ou unitaires (cf. figure 2). Dans le cas d'un réseau séparatif, les eaux pluviales sont rejetées dans les cours d'eau, alors que les eaux usées sont transportées dans les collecteurs départementaux. Le type séparatif se trouve principalement en zone urbaine peu dense et en zone rurale. Le type unitaire est en revanche caractéristique d'espaces fortement urbanisés. Le territoire francilien est marqué par cette diversité spatialement graduelle : réseau unitaire à Paris et en petite couronne, et séparatif là où l'habitat est plus diffus. Toutefois, la limite entre unitaire et séparatif ne reprend pas strictement la limite administrative entre petite et grande couronne. L'articulation entre ces zones de réseau unitaire et séparatif n'est pas sans poser problème, notamment en termes de traitement, car dans un cas les effluents sont dilués (réseau unitaire), dans l'autre ils ne le sont pas. On retrouve cette organisation pour les grandes villes françaises, comme à Lyon par exemple (Renard et Riquier, 2008).
- 26 Les réseaux qui accueillent directement les branchements sont situés la plupart du temps sous la voirie et débouchent dans des collecteurs départementaux (cf. figure 3) qui sont gérés par les conseils départementaux, plus précisément par la direction en charge de l'eau et de l'assainissement (par exemple la direction de l'eau et de l'assainissement - DEA - en Seine-Saint-Denis, direction de l'eau - DE - dans les Hauts-de-Seine). Dans le Val-de-Marne, le département gère et entretient un réseau de 950 kilomètres de linéaire, composé de 231 stations de pompes et de vannage, 23 stations anti-crue, 14 bassins de stockage des eaux de pluie et 38 stations anti-pollution. Les collecteurs départementaux vont assurer le transport des effluents jusqu'aux émissaires (cf. figure 3) du Syndicat interdépartemental de l'assainissement de l'agglomération parisienne (SIAAP). Le SIAAP est une entreprise publique, dont l'action couvre un territoire de 1 800 kilomètres carrés, il est compétent sur 180 communes (qui signent des conventions avec le SIAAP pour préciser les compétences et responsabilités) issues des quatre départements fondateurs (Seine-Saint-Denis, Val-de-Marne, Hauts-de-Seine, Paris) ainsi que de l'Essonne, des Yvelines et du Val-d'Oise. Il traite chaque jour près de 2,5 millions de mètres cubes d'eaux usées.

Figure 3. Acteurs de l'assainissement et leurs missions, le cas de l'Île-de-France.



Ce schéma représente les différentes composantes du système d'assainissement ainsi que les acteurs et leurs missions depuis l'échelle micro-locale du branchement à celle du traitement des effluents par le syndicat interdépartemental. Le réseau communal peut être géré soit en régie par l'équipe technique municipale elle-même, soit faire l'objet d'une délégation de service public auprès d'un prestataire privé ou public (un syndicat de bassin ou un établissement public par exemple). Ces eaux sont collectées et transportées par les services des DEA des conseils départementaux. À Paris, la collecte et le transport sont gérés par la SAP au sein de la Mairie de Paris. En bout de parcours, les effluents arrivent dans les émissaires du SIAAP qui en assure le transport jusqu'aux STEP où elles sont traitées puis restituées au milieu naturel / This diagram represents the different components of the sanitation system as well as the actors and their missions from the micro-local scale of the connection, to that of effluent treatment by the interdepartmental union. The municipal network can be managed either by the municipal technical team itself or be delegated from public service to a private or public service provider (e.g. a basin union or a public institution). These waters are collected and transported by the DEA departments of the county councils. In Paris, collection and transport are managed by the SAP within the Paris City Hall. At the end of the journey, the effluents arrive in the emissaries of the SIAAP, which transports them to the WWTPs where they are treated and then returned to the natural environment.

- 27 Les émissaires du SIAAP (440 kilomètres de linéaire) sont des collecteurs de très grande taille (entre 2 et 4 mètres de diamètre) qui dirigent les eaux usées vers les différentes STEU du territoire (cf. figure 3). Les STEU sont des installations dont l'objectif est de séparer l'eau des substances indésirables pour le milieu récepteur. Certaines eaux, chargées de matières organiques ou en polluants chimiques, peuvent se révéler extrêmement toxiques. Le traitement des eaux obéit à des normes très strictes (cf. la directive 91/271/CEE du 21 mai 1991, traduite en droit français en 1994, relative au traitement des eaux résiduaires urbaines, dit DERU, qui fixe les obligations des territoires en matière de collecte et d'assainissement, et instaure l'élaboration de schémas et programmes d'assainissement). Il est réalisé selon plusieurs principes physiques (dégrillage, dessablage, déshuilage et décantation) et biologiques (intervention de bactéries capables de dégrader les matières organiques). Du point de vue matériel, les STEU sont constituées d'une succession de dispositifs de prétraitement et de dépollution permettant le rejet d'une eau épurée. Les résidus de traitement, qui prennent la forme de boues (bactéries mortes et matières organiques), sont ensuite incinérés, utilisés pour des épandages agricoles, transformés en compost ou encore stockés, ce qui nécessite à chaque fois de nouvelles infrastructures et modalités de transport et de traitement. Sur le TRI, il existe actuellement cinq usines de prétraitement et six usines de dépollution (cf. Infra, carte des usines du SIAAP, figure 4).
- 28 Précisons enfin le cas particulier du réseau dans Paris intra-muros. Le réseau parisien, hérité de Belgrand, a été pensé pour rendre un double service : distribuer l'eau (potable et non potable) et assurer l'assainissement par le réseau de collecte des eaux usées que sont

les égouts. Une des spécificités du réseau de collecte parisien est sa conception en ovoïde dans lequel passent les réseaux d'eau potable et non potable, de télécommunications et de climatisation (Bellanger et Pineau, 2013 ; Carré, 2002). Les propriétaires des réseaux hébergés reversent chaque année une redevance à la mairie de Paris au titre de l'entretien du réseau. Si la concentration des enjeux dans ces galeries répond à une rationalité spatiale et économique, elle engendre une vulnérabilité accrue et spécifique : une défaillance du réseau de collecte parisien implique des conséquences directes sur les autres réseaux, dont les télécommunications pourtant nécessaires au fonctionnement de certaines infrastructures électromécaniques

Une gouvernance complexe, en mutation

- 29 L'assainissement dépend par conséquent d'une infrastructure complexe et multiscale. Cette complexité s'explique par les différentes missions assignées au système et l'interaction de la gestion des eaux usées et celle des eaux pluviales. Elle est aussi fortement liée à l'histoire de la mise en place du réseau-support (Corbin, 2016 ; Bellanger et Pineau, 2013 ; Tabuchi et al., 2008 ; Dupuy, 1980). Enfin, elle est indissociable de la taille et l'hétérogénéité d'un territoire, dont l'urbanisation n'a pas toujours été pensée en cohérence avec l'évolution des réseaux techniques.
- 30 Cette complexité matérielle et fonctionnelle trouve un écho dans la complexité organisationnelle, qui est abordée par les acteurs interrogés à travers la question de la gouvernance du réseau. L'assainissement implique en effet une multiplicité d'intervenants : les EPT, qui ont en charge la collecte, les départements (services en charge de l'assainissement et des eaux), qui sont responsables du transport, et le SIAAP, qui a compétence, à quelques rares exceptions près, pour le traitement.
- 31 Le réseau communal est ainsi géré soit en régie, soit par délégation de service public auprès d'une entreprise privée, soit par transfert de compétence auprès d'une structure de bassin versant comme les syndicats intercommunaux (qui eux-mêmes peuvent contracter avec une entreprise privée dans le cadre d'une délégation de service). Le cas de Paris est particulier puisque la Section assainissement de Paris (SAP), qui est un service technique de la Maire de Paris, gère à la fois la collecte et le transport. Ceci est lié au statut particulier de la ville, qui dispose à la fois des compétences d'une commune, d'un département, et d'un EPT.
- 32 Depuis le 1er janvier 2016, la gestion du service public d'assainissement est effectuée par les établissements publics territoriaux (EPT) de la métropole du Grand Paris (loi NOTRe – nouvelle organisation territoriale de la République, loi n° 2015-991 du 7 août 2015 – qui instaure la dissolution des établissements publics de coopération intercommunale – EPCI – et la création concomitante des EPT). La loi NOTRe impose en effet de confier aux intercommunalités à fiscalité propre la gestion de l'eau potable, de l'assainissement et des eaux pluviales urbaines, au plus tard en 2020. De son côté, la loi MAPTAM (janvier 2014) a créé une nouvelle compétence sur la gestion des milieux aquatiques et la prévention des inondations, dite « compétence GEMAPI », là encore transférée du bloc communal aux EPCI. La GEMAPI permet d'associer la gestion des inondations et la protection des milieux aquatiques à partir de la redéfinition de leur gouvernance. Au-delà de l'ingénierie politique et territoriale, l'objectif est de promouvoir une gestion de plus en plus intégrée des eaux pluviales, des eaux de ruissellement, des eaux de crues et de l'assainissement, contre « la culture du tuyau ». La GEMAPI traduit une approche systémique de la question

de l'eau, qui s'exprime par exemple dans l'idée d'un « grand cycle de l'eau », qui associe cycle naturel et cycle domestique. Elle induit toutefois des évolutions importantes de la gouvernance, qui sont encore difficiles à mesurer tant elles sont récentes, mais qui transparaissent dans l'inquiétude et les interrogations des différents acteurs que nous avons pu rencontrer.

L'assainissement, un réseau technique peu pris en compte

- 33 Dans les travaux scientifiques ou les réflexions des opérateurs territoriaux sur les différents AIV, on note qu'une place restreinte est accordée à l'assainissement, considéré a priori comme moins important que le réseau électrique ou que les télécommunications. Si en Île-de-France, la prise en compte de la vulnérabilité des réseaux techniques a commencé dès le milieu des années 1990 (RATP par exemple), celle du réseau d'assainissement, parfois confondu avec l'alimentation en l'eau potable, est tardive et surtout incomplète. Les acteurs sont encore, pour la plupart, dans une phase d'acquisition de la connaissance, notamment grâce à l'élaboration de scénarios pour comprendre quand et comment les équipements dysfonctionneront et seront rendus indisponibles. Pourtant, l'article L. 732-1 du code de la sécurité intérieure précise que :

« Les exploitants d'un service, destiné au public, d'assainissement [...] prévoient les mesures nécessaires au maintien de la satisfaction des besoins prioritaires de la population lors des situations de crise. Ces besoins [...] sont pris en compte dans les cahiers des charges ou contrats régissant les concessions ou délégations de service public et dans les dispositions réglementaires encadrant les activités [...] ».

- 34 À l'échelle nationale, le site Service Eau France¹ propose des éléments de connaissance et de compréhension de l'assainissement collectif, non collectif et de l'eau potable. Il présente une série d'indicateurs qui offrent une vision d'ensemble des services assurés par le système d'assainissement (taux de desserte des réseaux de collecte des eaux usées, taux d'impayés sur les factures d'eau ou encore le taux moyen de renouvellement des réseaux de collecte des eaux usées par exemple). Dans la liste des 19 indicateurs relatifs au réseau collectif d'assainissement, un porte spécifiquement sur la connaissance et la gestion patrimoniale des réseaux de collecte des eaux usées et évalue le niveau de connaissance du réseau et des branchements ainsi que l'existence d'une politique de renouvellement pluriannuelle du service d'assainissement collectif (indicateur P 202.2B). La moyenne régionale de 2012 place l'Île-de-France en tête avec un score compris entre 70 et 90 sur 100. Comme ce fut le cas pour les transferts de compétence liés aux lois successives de décentralisation, le transfert aux EPT n'est pas sans poser la question du temps et des modalités du transfert des connaissances et des moyens de gestion associés. Si cette échelle territoriale est pertinente en termes de gestion, elle nécessite néanmoins de repenser la gouvernance de l'eau.
- 35 Le transfert de compétences est en cours, mais il existe quelques études (Laurent et al., 2007 ; Jacque, 1998) et certains documents réglementaires ont plus d'une dizaine d'années. Par exemple, à Paris, l'élaboration d'un Plan de protection contre les inondations (PPCI), rendue obligatoire par le Plan de prévention du risque inondation (PPRI) révisé et approuvé en avril 2007, a concerné les grands opérateurs de réseaux situés en zone inondable. Le document de référence, établi par la Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie (DRIEE) en 2012, établi que les PPCI prennent pour événement de référence la crue de la Seine de 1910. Ils doivent être composés d'un diagnostic de vulnérabilité, qui a pour objectif de connaître l'aléa pour

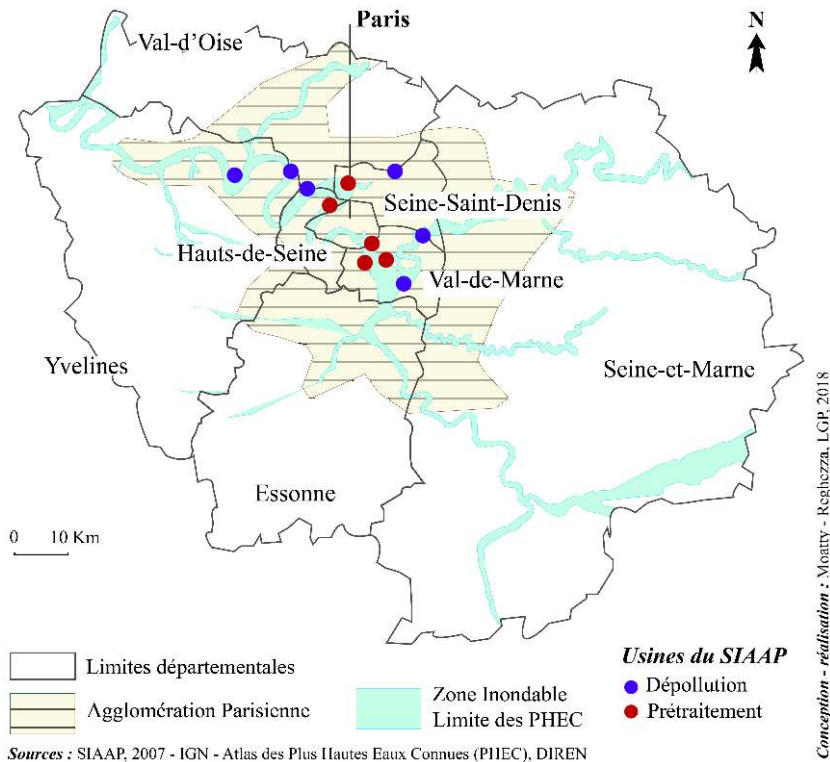
construire un scénario d'inondation, de détecter les points sensibles du bâtiment et de recenser les éléments vulnérables. Ils doivent aussi évaluer les dommages potentiels en cas de crue (DRIEE, 2012). Le PPCI reprend les mesures inscrites dans le Plan de continuité d'activité (PCA), mais il va plus loin puisque, au-delà des dispositions organisationnelles, il comporte aussi des actions techniques de protection. Cependant, malgré l'obligation légale, peu de structures sont à l'heure actuelle équipées de ces dispositifs. De la même façon, le Plan de secours spécialisé inondation zonal (PSSIZ) réalisé par le Secrétariat général de la zone de défense et de sécurité (SGZDS) au début des années 2000, intégrait l'assainissement comme un élément concernant la « vie des populations », au même titre que l'eau potable, les déchets et l'alimentation. L'assainissement ne fait cependant l'objet que de quelques lignes en comparaison des autres réseaux vitaux. En 2016, la DSIZ, réalisée dans le cadre du dispositif d'Organisation de la réponse de sécurité civile (ORSEC) zonal qui reprend en partie le PSSIZ en définissant les « orientations doctrinales sur la gestion d'une crise interdépartementale de grande ampleur » (SGZDS, 2016, p. 9), propose douze « fiches modes d'action » : aucune ne porte sur l'assainissement alors même qu'il existe une fiche déchet, eau potable ou encore approvisionnement.

- 36 La question de l'assainissement a longtemps été cantonnée à celle des STEU, alors que la connaissance du réseau – en partie vétuste – est encore lacunaire, notamment chez les acteurs gestionnaires et décisionnaires des échelons locaux, zonaux et nationaux. Le degré de précision des connaissances varie d'un acteur à l'autre, d'un secteur à un autre, et d'un territoire à l'autre, en témoigne l'hétérogénéité de réalisation des schémas directeurs d'aménagement (SDA). Pourtant, tous s'accordent sur le fait que « [...] la vulnérabilité du réseau de collecte et de transport et la possibilité de l'évacuation de l'effluent, traité ou non, est plus importante à étudier que la vulnérabilité des stations de traitement » (SLGRI, 2015).
- 37 L'un des problèmes évoqués par les gestionnaires, pour expliquer le retard pris, est que les études pour acquérir les connaissances, les travaux, la mise en œuvre des actions de sensibilisation sont des processus longs. De plus, le temps de gestion du réseau d'assainissement recoupe celui de l'aménagement d'un territoire très densément urbanisé en son centre, avec des contraintes juridiques, économiques et politiques extrêmement fortes et des enjeux très variables selon les espaces et les périodes considérés. Dans ce cadre, le risque d'inondation ne représente pour les gestionnaires et les décideurs qu'une menace parmi d'autres dans le déroulement quotidien de la vie de leur structure. Face aux missions courantes et aux priorités dictées par des intérêts divers (sociétaux, économiques, politiques...), les personnes interrogées reconnaissent que seule une voie plus « prescriptive » pourrait faire avancer la prise en compte des risques liés aux crues. Mais les acteurs en charge de la sensibilisation et de l'animation des dispositifs, qu'il s'agisse du SGZDS en charge de la DSIZ ou des services déconcentrés de l'État, notamment la DRIEE, sont déjà très sollicités et investis sur d'autres types de risques ou d'autres actions prioritaires.
- 38 Au-delà des explications avancées par les différents acteurs, on peut supposer que si l'assainissement n'a pas été immédiatement considéré comme critique, c'est parce que le risque d'inondation majeure en Île-de-France a d'abord été pensé comme un méga-choc économique (OCDE, 2014 ; Reghezza, 2006), capable de paralyser le fonctionnement de l'agglomération et d'entraîner des perturbations du système productif régional et national. La question des populations est restée longtemps secondaire, car, à cause de leur cinétique lente (particulièrement pour la Seine), les crues de la Seine et de ses affluents

ne présentent pas de menace directe pour les vies humaines. Les études de vulnérabilité se sont alors concentrées sur les coûts économiques, associant les dommages matériels liés aux submersions aux coûts des pertes d'activités (IIBRBS 1998 et 1994). On peut aussi considérer que la faible place accordée à l'assainissement dans les documents de gestion de crise ou dans les réflexions menées au niveau zonal reflète le manque de données. C'est par exemple pour cette raison que l'assainissement n'est pas pris en compte dans les modélisations sur lesquelles s'appuie le SGZDS pour estimer le nombre de personnes à évacuer (Fujiki, 2017). Enfin, on peut interpréter le retard constaté comme la difficulté à dépasser l'échelle de l'infrastructure et la vulnérabilité du réseau-support, à envisager le caractère stratégique de ces réseaux et à penser, in fine, l'hypercomplexité du système territorial. En ce sens, la criticité du réseau a été largement sous-estimée, l'assainissement étant généralement associé à des questions de sécurité civile et des enjeux sanitaires ou environnement.

- 39 Désormais conscients du rôle joué par l'assainissement dans le système territorial, la gestion de crise et, dans une moindre mesure, le relèvement post-catastrophe, les acteurs en charge de la planification l'ont intégré comme enjeu prioritaire dans les différents groupes de travail de la SLGRI. Les objectifs fixés à court terme portent sur la connaissance de la vulnérabilité des composantes du système, à commencer par celle des STEU (cf. figure 4) ; à moyen terme, ils orientent les efforts vers la connaissance des réseaux de collecte et de transport, avec, d'une part, une identification des zones non collectées pendant une crue majeure, et, d'autre part, la spatialisation des remontées afin d'estimer le nombre potentiel de personnes à évacuer. Les crues de 2016 et 2018, ainsi que l'exercice EU-Sequana en mars 2016, ont eu un effet catalyseur dans l'avancée de la réflexion. Actuellement, le SIAAP réalise par exemple une étude approfondie de la vulnérabilité de son réseau, pour servir de base à la finalisation du PPCI. Le SIAAP a notamment identifié les secteurs dans lesquels la crue peut se propager via les réseaux d'assainissement. L'étude hydraulique a permis d'identifier 209 communes dont les réseaux pourraient être impactés et de déterminer les réseaux sous influence d'une crue extrême. Réalisé entre 2017 et 2018, ce travail doit permettre de rassembler au sein d'une même base des informations sur les réseaux d'assainissement dans la zone de collecte du SIAAP, en intégrant les submersions directes par les cours d'eau et la propagation statique via les réseaux. L'étude a cherché à prendre en compte aussi bien les eaux d'exhaure (SNCF, RATP, Parkings, Compagnie parisienne de chauffage urbain - CPCU, etc.), que les eaux parasites de la nappe. Au-delà de l'amélioration de la connaissance du réseau dans ses interdépendances avec d'autres opérateurs, l'objectif est d'identifier les points critiques qui nécessitent des actions prioritaires. Étant donné la multiplicité des acteurs en présence, et la difficulté à mobiliser certains partenaires, l'étude a pris du retard, malgré les efforts réels investis.

Figure 4. Carte des usines du SIAAP et des Plus hautes eaux connues (PHEC) sur le territoire francilien.



Sources : SIAAP, 2007 - IGN - Atlas des Plus Hautes Eaux Connues (PIEC), DIREN

Cette carte représente la région Île-de-France, composée de huit départements : Yvelines, Val-d'Oise, Hauts-de-Seine, Essonne, Paris, Seine-Saint-Denis, Val-de-Marne et Seine-et-Marne. Le polygone hachuré représente l'agglomération parisienne. Les zones inondables sont représentées en bleu, sur la base des PHEC. Enfin les figurés ponctuels violets et rouges localisent les usines du SIAAP. En violet, les usines de dépollution sont (d'ouest en est) : Seine Grésillions, Seine Aval, Seine Centre, Seine Morée, Marne Aval et Seine Amont. En rouge, les usines de prétraitement sont (d'ouest en est) : Clichy, la Briche, Ivry-sur-Seine, Charenton et Alfortville / This map represents the Île-de-France region, composed of eight departments : Yvelines, Val-d'Oise, Hauts-de-Seine, Essonne, Paris, Seine-Saint-Denis, Val-de-Marne and Seine-et-Marne. The hatched polygon represents the Paris agglomeration. The flood zones are represented in blue, based on the highest known water level. Finally, the purple and red spot figurations locate the SIAAP WWTPs. In purple, the decontamination plants are (from west to east) : Seine Grésillions, Seine Aval, Seine Center, Seine Morée, Marne Aval and Seine Amont. In red, pre-treatment plants are (from west to east) : Clichy, La Briche, Ivry-sur-Seine, Charenton and Alfortville.

La vulnérabilité du système d'assainissement en cas de crue majeure et ses conséquences pour le territoire

Dysfonctionnements et dommages aux infrastructures en cas de crue majeure

- 40 La vulnérabilité aux inondations du système d'assainissement est particulièrement forte. En cas de crue majeure, les infrastructures sont soumises à plusieurs risques, du fait de leur localisation et de leur mode de fonctionnement. Les collecteurs peuvent d'abord subir l'intrusion des eaux des rivières et des fleuves par l'intermédiaire des déversoirs d'orage ou des avaloirs de chaussées. Les stations de pompage et de traitement des eaux

usées peuvent aussi être directement inondées, ce qui les rendrait inopérantes pendant des durées variables, allant jusqu'à de longs mois.

- 41 Étant donnée la quantité d'eau à évacuer, les réseaux peuvent être rapidement saturés. Plusieurs équipements ont été construits pour empêcher ou atténuer ce phénomène. Ils permettent d'une part de limiter les apports en eaux de pluie et de ruissellement dans le réseau (bassins de stockage), et d'autre part, d'éviter les remontées des eaux de crue dans le réseau (vannes d'isolement). Des bassins de rétention, localisés en tête de bassin ou en amont d'enjeux majeurs, servent à diminuer la vulnérabilité en tirant la lame d'eau en cas de crue fréquente. Cependant, l'efficacité de ces ouvrages-tampons en cas de crue centennale est réduite, du fait des capacités de stockage limitées. En dehors des situations de crue, la gestion des eaux pluviales peut se révéler problématique. En Seine-Saint-Denis par exemple, le réseau départemental doit faire face à des débits importants, qui peuvent aller les jours de pluie jusqu'à 150 mètres cubes par seconde, soit deux fois le débit de la Seine en été. Les égouts étant insuffisamment calibrés pour les évacuer, elles sont stockées temporairement dans 31 bassins de rétention (soit environ 1,3 million de mètres cubes). Ces ouvrages jouent un rôle non négligeable en cas de crue accompagnée de précipitations sur le bassin versant, en tous cas jusqu'à un certain seuil (celui de leur capacité maximale de remplissage) au-delà duquel ils sont inopérants.
- 42 Pour le cas spécifique de la montée des eaux consécutive à une crue, les réseaux d'assainissement sont équipés de « stations anti-crue ». En effet, lorsque les cours d'eau sont en crue, le réseau ne peut plus fonctionner, car le rejet se trouve sous le niveau de l'eau. Pour éviter que la rivière ou le fleuve ne remontent dans les canalisations, le réseau est isolé par une vanne. Le risque est alors l'inondation des chaussées, puisque les eaux de pluie ne peuvent plus s'écouler. Il faut donc les pomper pour les rejeter dans le cours d'eau, derrière la vanne d'isolement (entretien direction des services de l'eau et de l'assainissement (DSEA) du Val-de-Marne, novembre 2017). Les « stations anti-crues » ont un rôle essentiel – bien que limité en cas d'événement majeur –, notamment lorsque les capacités de stockage des réservoirs, de transport des collecteurs et émissaires, et de traitement des STEU sont dépassées. Au-delà du seuil critique de débordement avéré, ces stations de pompage sont mises à l'arrêt et protégées pour éviter l'inondation des éléments électromécaniques. Elles peuvent ainsi être remises en fonctionnement rapidement après la crue et éventuellement permettre, comme ce fut le cas dans le Val-de-Marne en juin 2016, de réduire localement de quelques centimètres la lame d'eau sur la voirie.
- 43 L'exemple des stations « anti-crues » montre qu'au-delà de leur vulnérabilité matérielle, essentiellement liée à l'exposition directe à l'aléa, les réseaux d'assainissement présentent une vulnérabilité fonctionnelle forte, car ils sont dépendants d'autres réseaux. Sur l'ensemble du TRI, l'écoulement des effluents est principalement gravitaire, avec toutefois la nécessité de relever les flux pour leur faire passer les bras de fleuves ou lorsque la topographie est trop plane. Ce relevage est effectué grâce à des stations de pompage, qui sont dépendantes du réseau électrique. De même, les liaisons électriques et de télécommunications sont indispensables pour faire fonctionner les systèmes de supervisions (instruments de mesure et télétransmission des informations en temps réel). Enfin, la praticabilité des voies d'accès aux différents sites est très importante. Par conséquent, l'endommagement ou la mise en protection d'infrastructures appartenant à d'autres réseaux critiques peuvent contribuer à fragiliser le système d'assainissement à toutes les échelles et à chaque étape de gestion.

- 44 Enfin, les gestionnaires du réseau devront faire face à un absentéisme important, car de nombreux agents, parfois eux-mêmes sinistrés, ne pourront pas se rendre sur leur lieu de travail. Dans ces conditions, les missions prioritaires définies dans les différents plans de gestion de crise et de continuité d'activité sont hiérarchisées pour garantir qu'elles soient assurées jusqu'à un seuil maximal optimisé. Au-delà, « en cas d'événement catastrophique majeur, il s'agira d'assurer un service minimum et notamment de faire de la réception d'appels téléphoniques pour expliquer aux usagers pourquoi ils ne peuvent pas utiliser l'assainissement, même s'ils ne sont pas directement sinistrés par l'inondation » (entretien DSEA Val-de-Marne, novembre 2017).

L'assainissement, un facteur majeur de vulnérabilisation des territoires

- 45 En cas de crue majeure, les réseaux d'assainissement constituent un facteur majeur de vulnérabilisation des territoires, susceptible d'aggraver considérablement la situation de crise. Ils sont eux-mêmes un vecteur d'inondation, et vont à ce titre, générer de l'imprévu. La saturation locale des collecteurs peut, en effet, entraîner des refoulements sur la voie publique dans des secteurs a priori protégés ou non inondables. Si l'eau ne s'évacue pas dans les réseaux, les effluents, poussés par les eaux de crue ou par l'impossibilité gravitaire de s'évacuer, remontent dans le réseau. Sur certains territoires particulièrement plats et dans les points bas, les eaux peuvent remonter sur plusieurs kilomètres et, ainsi, aggraver localement l'inondation ou atteindre des zones non directement sinistrées. Des refoulements plus ponctuels, notamment dans des caves, peuvent également avoir lieu, alors même que les installations fonctionnent correctement et que l'évènement n'est pas majeur, comme l'ont également constaté Renard et Riquier (2008) sur le territoire du Grand Lyon. Ce refoulement dans les bâtiments est rendu possible par l'absence de clapets anti-retour, dont la fonction est d'empêcher la remontée des eaux dans la colonne. Leur pose (sur les raccordements des branchements privatifs au réseau collectif) est pourtant rendue obligatoire par les règlements d'assainissement, comme c'est le cas par exemple dans celui de la ville de Paris en date du 25 mai 1998 : « Tout appareil d'évacuation se trouvant à un niveau inférieur à la chaussée doit être muni d'un dispositif anti-refoulement ». Mais la norme est loin d'être respectée.
- 46 Les refoulements peuvent se produire parfois très en amont de la zone inondée, ce qui étend la superficie du territoire sinistré. L'assainissement va donc, au même titre que les autres réseaux, déplacer la crise dans l'espace et le temps. D'où l'importance des complexes anti-crue pour éviter que cette situation extrême ne se produise. Ce fut le cas sur le territoire du Syndicat mixte pour l'Assainissement et la Gestion des Eaux du bassin versant de l'Yerres (SyAGE), sur lequel le complexe anti-crue a fonctionné sans pour autant pouvoir empêcher totalement les débordements.
- 47 « ça a fonctionné, mais on a eu des débordements. La station fonctionnait, mais tous les réseaux étaient pleins et il y avait des gens inondés par les eaux usées. Il y a eu des remontées dans les caves, dans la rue. L'inondation par les eaux usées de ces secteurs a commencé à se produire à partir du pic de crue de la Seine, et on a eu des inondations et refoulements pendant plusieurs jours après » (entretien SyAGE, janvier 2018).
- 48 Les conséquences des refoulements sont d'abord sanitaires. Si le risque de pollution en cas de dysfonctionnement d'une STEU située en bord de Seine est relativement faible, du

fait des taux de dilution générés par le mélange des eaux usées, pluviales et de crue, les eaux usées qui remonteraient dans les réseaux ne seraient que très peu diluées et présenteraient donc un risque majeur. Le risque est également environnemental, à cause des rejets directs dans le fleuve pendant la crue (bien que dilués), mais aussi pendant les travaux de remise en état. Les conséquences seront enfin économiques, car les dégâts occasionnés directement aux équipements et les coûts liés à leur arrêt et/ou dysfonctionnement peuvent être très importants. Ces rejets constituent une pollution durable des sols et matériaux avec lesquels il aura été en contact et se pose alors la question des responsabilités et des devoirs quant au nettoyage et à la dépollution des sites sinistrés. Pour les quelques cas constatés sur le périmètre du syndicat de l'Orge en 2016 (compétent en matière d'assainissement), les actions de nettoyage, ainsi que les quelques cas de dépollution nécessaires, ont été pris en charge par le syndicat lui-même. Si cette configuration peut en effet s'appliquer à des crues moyennes et à des cas isolés (et donc à un montant « supportable » par le syndicat), la question des ressources (humaines, techniques, financières) reste entière quand on pense une crue centennale.

- 49 Si le lien entre assainissement et vulnérabilisation du territoire est de mieux en mieux perçu, l'identification des zones qui seraient sinistrées par les dysfonctionnements n'est pas encore achevée.
- 50 « Notre idée, c'était de faire un système d'information géographique à partir des données de l'État sur les scénarios R06 à R1.15 [60 % et 115 % du débit de la crue de 1910, qui sert de référence centennale] et de voir qu'elle était la partie du réseau et quels étaient les regards qui seraient touchés. On a les parties qui vont être inondées par submersion directe et puis on a les regards par lesquels l'eau peut entrer. On a réalisé un zonage en fonction des exutoires et combiné aux scénarios, ça nous permet de voir à la fois les zones de débordements et puis la distance de propagation dans le collecteur » (entretien DEA Seine-Saint-Denis, décembre 2017).
- 51 Le rôle de l'assainissement dans la vulnérabilisation du territoire fait que, au même titre que les autres réseaux critiques, les gestionnaires sont finalement confrontés, en cas de crise majeure, à deux impératifs qui ne sont pas toujours conciliables : les injonctions émanant des autorités publiques, qui ont pour objectif la sûreté territoriale et la sécurité civile d'une part, et les intérêts économiques et financiers. Quel que soit l'échelon territorial envisagé, la stratégie de gestion des risques pour les réseaux techniques est fondée sur une anticipation des dysfonctionnements possibles, qu'ils soient causés par une menace exogène (aléa naturel, acte de malveillance, etc.) ou endogène (faible, incident, etc.). Les opérateurs élaborent des politiques de sécurité fondées sur des procédures organisationnelles de mitigation et de gestion de crise. Il s'agit de limiter l'endommagement matériel, essentiellement par des mesures de protection, pour favoriser une reprise rapide du service et/ou de maintenir une continuité d'activité en mode dégradé. Dans le cas du TRI francilien, la densité des enjeux, leur caractère stratégique à l'échelle locale, mais aussi supranationale (de 3 à 30 milliards d'euros pour les dommages directs), l'extension géographique des territoires sinistrés par une crue centennale de la Seine (plus de 5 millions de citoyens touchés directement et indirectement) et des durées de perturbations envisagées (7 semaines minimum entre le pic de crue et la décrue) annoncent une période de crise particulièrement longue (OCDE, 2014) où les reprises ou continuités d'activité s'échelonneront dans le temps et devront être prioritaires.

- 52 Le problème est que les stratégies de continuité d'activité sont souvent entravées par les contraintes liées à la protection de l'infrastructure, qui suppose sa fermeture et donc l'arrêt du service. Ces contraintes sont difficilement contournables, puisqu'elles visent à limiter l'endommagement, ce qui a pour conséquence de réduire les coûts de remise en état et de favoriser un redémarrage rapide. Pour le dire autrement, la résilience du réseau pendant la crue, qui permet d'atténuer la crise à l'échelle du territoire, compromet la résilience du réseau après la crue en rendant la continuité d'activité difficile si ce n'est impossible, et donc contraint voire empêche la résilience du territoire à moyen et long terme.

L'assainissement, un élément perturbateur de la gestion de crise

- 53 L'assainissement est susceptible de créer « une crise dans la crise ». Premièrement, il constitue un enjeu majeur pour la gestion de crise dans la mesure où il conditionne le maintien des populations à domicile. S'il est possible de vivre plusieurs jours sans électricité ou sans eau potable au robinet, l'impossibilité d'actionner la chasse d'eau ou les refoulements au sein des habitations et sur la chaussée appellent une évacuation rapide (pas plus de quelques dizaines d'heures). De même, l'impossibilité d'évacuer les effluents, pendant une longue période, interdit le maintien sur place des populations dans des conditions sanitaires acceptables. Les perturbations du réseau d'assainissement peuvent donc accroître très rapidement les besoins d'évacuation de la population et les demandes de prise en charge associées, alors même que les moyens humains et logistiques disponibles seront déjà fortement sollicités. Deuxièmement, l'interruption du service rendu par l'assainissement a des conséquences sur les bâtiments qui abritent les cellules de crise et, plus largement, les activités des différentes administrations, entreprises, établissements accueillant du public. Sans assainissement sur une période prolongée, le bâtiment devient inutilisable, ce qui rend caducs un certain nombre de PCA.
- 54 L'arbitrage entre protection du réseau et préservation du service s'opère dans le temps de la crise, où la continuité d'activité permet le maintien des populations sur place le plus longtemps possible, retardant d'autant l'évacuation. Il y a ici une tension forte entre la protection de l'infrastructure-support et la continuité du service, entre la logique de sécurité de l'infrastructure et celle du territoire. Dans le cas de l'assainissement, l'objectif du gestionnaire est d'éviter la propagation de la crue par les réseaux et de préserver les installations de pompage et les STEU, afin de permettre un redémarrage rapide. Pour cette raison, l'enjeu « ne réside pas dans l'assainissement de l'effluent, mais dans la continuité de son évacuation » (SLGRI, 2015), notamment pour limiter les déplacements de population. Cette logique n'est pas contradictoire avec la mise en protection des STEU, qui suppose leur arrêt, afin de garantir une reprise du traitement des effluents le plus rapidement possible.
- 55 Si l'arbitrage entre maintien des populations et la protection des infrastructures est une nécessité pour tout réseau critique, se pose la question des seuils à partir desquels ces réseaux structurants cèdent. La décision de mettre les équipements en protection est assortie d'un retro-planning des actions calé sur des seuils critiques. Cette décision implique également de prendre en compte les effets dominos générés par l'interdépendance entre les réseaux : par exemple, les coupures d'électricité ont des conséquences sur l'alimentation des équipements et infrastructures et celles des télécommunications rendent inutilisables les outils de commande et de supervision des

réseaux. Le risque lié à des crues majeures en Île-de-France est en effet un risque systémique : il se traduit par des défaillances en chaîne qui paralysent totalement le fonctionnement de l'agglomération métropolitaine. Chaque opérateur de réseau est alors dépendant des décisions des autres opérateurs. Les perturbations et les dommages sont, pour cette raison, susceptibles de démarrer avant même que les eaux inondent les équipements. Mais la visibilité sur les seuils d'interruptions des autres opérateurs est très faible. L'exercice EU-Sequana en 2016 a montré la difficulté à échanger des informations entre partenaires. Les gestionnaires de l'assainissement doivent protéger leur infrastructure pour permettre sa résilience, mais aussi celle du territoire, tout en maintenant la continuité de service, pour assurer la résilience des autres opérateurs. Pour cela, ils doivent intégrer les défaillances imprévues à l'échelle de leur réseau, les interruptions volontaires ou involontaires des services assurés par les réseaux dont ils dépendent à l'échelle du territoire, et l'imprévisibilité de la décision politique, la puissance publique pouvant à un moment donner l'ordre de poursuivre le service, malgré le danger pour l'infrastructure. L'hyper-complexité favorise ainsi la production d'incertitude, qui entrave l'anticipation, limite la planification et complique la conduite en cas de crise.

Le rôle de l'assainissement dans le relèvement post-crise

- 56 Les arbitrages entre échelle du réseau et échelle du territoire interviennent également dans le temps du relèvement post-crise, qui est notamment celui du retour des individus déplacés. Si le problème ne se pose pas pour des événements à cinétique rapide, il le devient dans le cas d'une crue majeure de la Seine où les submersions dureraient plusieurs semaines (en cas de crue centennale, l'étude de 2014 de l'OCDE fait état de sept semaines entre le pic de crue et la décrue) et où les décideurs, aux échelons zonal et interministériel, devront composer avec la pression politique et médiatique, dans un contexte où les moyens humains et matériels seront rapidement dépassés.
- 57 La période de post-crise est caractérisée par une « compression temporelle » (Moatty et al., 2017 ; Olshansky et al., 2012) à cause de la nécessité de mener de front de multiples actions, depuis l'évaluation des dommages et le nettoyage, jusqu'au redémarrage des fonctions essentielles pour le relèvement du territoire. L'objectif premier des gestionnaires est le retour à des conditions proches de la situation antérieure et à la restauration du fonctionnement des différents systèmes (Quarantelli, 1985). Il faut redémarrer rapidement pour assurer des conditions de vie dignes en post-crise et pour relancer les activités, notamment économiques, pourtant ce besoin de rapidité est peu compatible avec la mise en œuvre d'une « éthique préventive » en phase de sortie de crise (Moatty, 2017). Pour l'assainissement, la multiplicité des actions à mener pose problème.
- 58 Dans le cas d'une crue majeure de la Seine et de ses affluents, la désorganisation du système d'assainissement sera progressive et suivra la montée des eaux. Il en sera de même pour la sortie de crise qui sera graduelle et calée sur la décrue. Le comportement des nappes phréatiques sera particulièrement déterminant. En de nombreux points du territoire, les nappes sont localisées à une faible profondeur et, en cas de crue majeure, les connexions entre la nappe et les réseaux d'assainissement seraient nombreuses. Le temps de réaction des nappes est « décalé » – plus lent – par rapport à la décrue du cours d'eau. C'est pourquoi leur effet sur la saturation des canalisations peut durer plus longtemps que l'inondation de surface. De plus, les pompages de la nappe réalisés par les

différents opérateurs pour éviter ou limiter l'inondation des points les plus bas vont également solliciter les capacités d'un réseau déjà saturé, sur un temps bien plus long que celui de l'inondation.

- 59 Les temporalités de remise en état des équipements et infrastructures de collecte, transport et traitement des effluents dépendent quant à elles du rétablissement de la voirie et de l'alimentation en électricité et en télécommunications. Elles dépendent également de la capacité des prévisionnistes à établir un état de décrue avérée, alors même que les possibilités de pics de crue multiples assortissent la prévision d'une forte incertitude, comme ce fut le cas en janvier 2018. Différentes actions de protection des infrastructures seront en effet mises en œuvre pendant la crue : étanchéification des murettes, pose de cheminées sur les regards d'assainissement, pose de batardeaux, construction de murs de protection pour isoler des points particulièrement sensibles, etc. Ces protections demandent un temps d'installation conséquent, mais également un temps important pour leur retrait. Ce temps est d'ailleurs variable selon la disponibilité du personnel qualifié et formé, la taille et la structure de la protection, la localisation de l'enjeu, la sécurité du site, etc. La décision de démonter ces protections est donc conditionnée par la certitude que ce que l'on démonte n'aura plus d'utilité, d'autant que les stocks disponibles ne seraient pas suffisants pour toutes les remonter.
- 60 La prise de décision est rendue encore plus complexe par les lacunes réglementaires en matière de définition des rôles et responsabilités une fois la crise terminée (Moatty et al., 2017). L'une des questions qui est imbriquée avec celle du démontage des protections est celle de la priorisation des enjeux à rétablir. Pour ce faire, les gestionnaires opèrent un croisement entre les enjeux qui sont prioritaires en termes de nettoyage, réhabilitation, restauration et ceux qui doivent être réalimentés en premier par les différents réseaux critiques. Ces choix nécessitent un arbitrage stratégique et de fait, politique. Dans le cas d'un territoire aussi complexe et dense que la métropole francilienne, où les stratégies de priorisation par secteur géographique et économique sont croisées avec les stratégies de sécurisation des AIV, la hiérarchisation est elle-même assortie d'une très forte incertitude et soumise à d'importantes pressions économiques et sociales, autrement dit politiques au sens large du terme.
- 61 Suite à l'exercice EU-Sequana, durant lequel la phase de décrue a été jouée (November et Créton-Cazenave, 2017), et aux événements récents de 2016 et 2018, les gestionnaires ont pris conscience de l'enjeu que représente le rétablissement de l'assainissement. Par exemple, le relevé des décisions du groupe de travail sur l'assainissement précise que « la gestion du retour à la normale dépendra de l'état du système d'assainissement : état de la station, état du réseau de collecte et de transport » (SLGRI, 2015). Pourtant, l'anticipation de la post-catastrophe (imposée par la SLGRI dans l'objectif n° 8) semble à l'heure actuelle un objectif peu réaliste tant les incertitudes sont grandes. L'impossibilité de connaître précisément les dysfonctionnements du réseau à toutes les échelles et leurs conséquences sur le TRI (où, combien d'enjeux et de quelle nature, quand et sur quelle durée les refoulements de réseaux auront lieu ?), l'inconnue sur l'état général du système territorial et notamment sur le fonctionnement des autres réseaux critiques, rend difficile l'élaboration de scénarios vraisemblables et robustes. En outre, les acteurs soulignent l'inadéquation des procédures et règlements au contexte spécifique de la reconstruction, qui impose de prendre des décisions rapides tout en les ancrant dans les temporalités moyennes (5 ans) et longues (10 ans) de l'aménagement du territoire.

62 En termes de définition des rôles et responsabilités, les procédures et règlements présentent aussi des insuffisances. Les temporalités de mise en œuvre des réformes territoriales (loi NOTRe, MATPAM, GEMAPI) sont caractérisées par un flou accru sur les questions de responsabilité. Pour des cas de refoulement du réseau observés lors des crues de 2016 et 2018 en Ile-de-France, c'est l'entité en charge de la compétence assainissement qui porte la responsabilité économique de la compensation des dommages. Mais, avec la GEAMPI, ce sont les territoires qui seront responsables légalement. Se pose alors la question de leur capacité financière à assurer ce type d'indemnisation en cas de crue majeure. Ainsi, le Grand Paris a endossé les compétences des communes et départements, mais peut aussi décider de re-transférer certaines compétences, comme c'est le cas avec le SyAGE par exemple ou encore le SIVOA pour la compétence assainissement. Cette gestion multi-acteurs « mouvante » opacifie la question des responsabilités, qui si elle ne pose pas de problème majeur pour des crues modérées, sera indéniablement source de conflits en cas de crue majeure. Ces derniers seront autant d'obstacles à la mise en œuvre d'une reconstruction « éthique et préventive » (Moatty et al., 2017).

Conclusion : l'assainissement, enjeu du build back better ?

63 L'objectif n° 8 de la SGLRI, « faciliter le retour à la normale et développer la résilience » (SLGRI, 2016), demande de définir les mesures permettant de raccourcir les délais de sortie de crise. Elle implique de réduire les vulnérabilités des réseaux critiques et des activités économiques en amont de la crise, mais aussi en aval, par l'adoption d'une logique de reconstruction préventive. Ce dernier point renvoie à l'injonction du « Build Back Better » (BBB) promue par les Nations Unies en 2015 lors de la conférence mondiale pour la RRC qui s'est tenue au Japon, dans la ville de Sendai (UNISDR, 2015). Depuis 2005 et la conférence des Nations unies pour la RRC à Kōbe, la post-catastrophe est en effet considérée comme une « fenêtre d'opportunité » (Christoplos, 2006). En rassemblant les acteurs de l'aménagement du territoire autour de l'objectif commun de reconstruction et de relèvement de la société, la post-crise peut être une opportunité pour repenser les partis pris obsolètes ou inadaptés en matière d'urbanisme (De Vanssay, 2010) et, ainsi, réorienter les trajectoires de développement (Moatty et al., 2017).

64 Dans le cas du TRI francilien, face à la multiplicité des enjeux, à l'extension géographique du territoire directement et indirectement sinistré en cas de crue majeure et à la durée de l'événement, la sortie de crise et le redémarrage constituent un risque systémique en soi. L'enjeu pour les gestionnaires est alors d'identifier les nœuds critiques qui facilitent la récupération ou, au contraire, l'entravent. À ce titre, l'injonction au BBB peut être questionnée. L'importance stratégique de certaines infrastructures dans le fonctionnement du système métropolitain conduit les acteurs du processus à les remettre en état le plus rapidement possible. En l'absence de stratégie d'anticipation, reconstruire rapidement signifie que l'on reproduit les conditions de fonctionnement identiques à ce qui préexistait à la catastrophe, perpétuant ainsi les tendances socio-économiques et territoriales. Il y a en effet une difficulté majeure ici : concilier la résilience des sinistrés, pour leur permettre de reprendre rapidement une activité et de subvenir à leurs besoins, avec une planification rationnelle des travaux de reconstruction qui les inscrive en cohérence avec les objectifs nationaux de développement et les injonctions

internationales de réduction des risques de catastrophe et d'adaptation au changement climatique.

- 65 Dans le cas de l'assainissement, suite à une crue majeure, les gestionnaires devront choisir entre le rétablissement rapide des réseaux et le BBB. L'assainissement montre que, paradoxalement, le BBB d'une composante du système peut entrer en contradiction avec la résilience du système lui-même. Les stratégies d'adaptation préventives intégrées aux politiques d'aménagement du territoire, notamment dans le cadre des opérations de renouvellement urbain, semblent pour l'instant préférables à un BBB qui peut se révéler impossible ou contre-productif, si l'on considère le fonctionnement du système métropolitain dans sa globalité. Néanmoins à plus long terme, le BBB pourrait s'appliquer à condition d'avoir été préalablement anticipé, ce qui suppose une connaissance plus fine de la vulnérabilité des réseaux d'assainissement et de leur criticité vis-à-vis du système territorial englobant.

Remerciements

- 66 Les auteurs remercient le Labex Dynamite (Laboratoire d'Excellence Dynamiques Territoriales et Spatiales) pour le financement de ces travaux par le biais d'un contrat post-doctoral. Nos remerciements les plus sincères vont à l'ensemble des acteurs du territoire qui ont accepté de nous recevoir et ont pris le temps de répondre à nos questions.

BIBLIOGRAPHIE

- Albert, R., I. Albert et G. Nakarado, 2004, Structural vulnerability of the North American power grid, *Physical Review E*, 69(2), pp. 1-4.
- Araneda, J.C., H. Rudnick, S. Mocarquer, P. Miquel, 2010, Lessons from the 2010 Chilean earthquake and its impact on electricity supply, *International conference on power system technology (PowerCon 2010)*, Hangzhou, China, IEEE, pp. 1-7.
- Barroca, B., D. Serre et Y. Diab, 2012, Le concept de résilience à l'épreuve du génie urbain, *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 12 Numéro 2 | septembre 2012, mis en ligne le 20 septembre 2012, consulté le 30 mars 2018. URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/12469>, DOI : 10.4000/vertigo.12469
- Barroca, B., M. DiNardo et I. Mboumoua, 2013, De la vulnérabilité à la résilience : mutation ou bouleversement ?, *EchoGéo* [En ligne], URL : <http://journals.openedition.org/echogeo/13439>, DOI : 10.4000/echogeo.13439
- Bellanger, E. et Pineau E., 2013, Assainir le plus grand Paris au XXe siècle : un modèle d'intégration à grande échelle, *Presses des Ponts*, pp. 128-141.
- Beraud, H., B. Barroca et G. Hubert, 2012, Assessing the resilience of urban technical networks : From theory to application to waste management, 12 p. In Serre D. (dir.) *Resilience and Urban*

- Risk Management, CRC Press Balkema, Taylor & Francis Group, ISBN 978-0-415-62147-2, pp. 101-107
- Blancher, P., 1989, Risques et vulnérabilité urbaine, Cahiers techniques du génie urbain n° 1, Institut national du génie urbain, pp. 9-13.
- Blancher, P., J.C. Lavigne, E. Baye et P. Peguet, 1989, Risques et réseaux urbains, génie urbain. Un état des connaissances et des savoirs-faire, Institut national du génie urbain, Lyon, Économie et humanisme, 118 p.
- Boin, A. et A. McConnell, 2007, Preparing for Critical Infrastructure Breakdowns : The Limits of Crisis Management and the Need for Resilience, *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 15(1), pp. 50-59.
- Bouchon, S., 2011, L'identification des infrastructures critiques : Réflexion à partir de l'exemple européen, Thèse de doctorat en Géographie, Université Paris Ouest Nanterre La Défense, 600 p.
- Bourguignon, D., 2014, Événements et territoires - le coût des inondations en France : analyses spatio-temporelles des dommages assurés, Thèse de doctorat en Géographie, Université Paul Valéry Montpellier III, 319 p.
- Brown, T.J., W.E. Beyeler et D. Barton, 2004, Assessing Infrastructure Interdependencies : The Challenge of Risk Analysis for Complex Adaptive Systems, *International Journal of Critical Infrastructures*, vol. 1, 1, pp. 108-117.
- Carré, C., 2002, Temps et systèmes spatiaux : l'assainissement dans l'agglomération parisienne, *L'Espace géographique*, tome 31(3), pp. 227-240, doi :10.3917/eg.313.0227.
- Centre Européen de Prévention du Risque Inondation (CEPRI), 2016, Le territoire et ses réseaux techniques face au risque d'inondation, 88 p.
- Chang, S.E., W.D. Svelka et M. Shinozuka, 2002, Linking Infrastructure and Urban Economy : Simulation of Water-Disruption Impacts in Earthquakes, *Environment and Planning B : Planning and Design*, vol. 29, pp. 281-301.
- Christoplos, I., 2006, The elusive « window of opportunity » for risk reduction in post-disaster recovery, Bangkok, ProVention Consortium, 4 p.
- Code de la défense – articles L. 1332-1 à L. 1332-7, L. 2151-1 à L.2151-5 et R. 1332-1 à R. 1332-42, [En ligne] URL : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do?cidTexte=LEGITEXT000006071307&dateTexte>
- Code de la sécurité intérieure - Article L732-1, Ordonnance n° 2012-351 du 12 mars 2012 - art. Annexe, [En ligne] URL : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?cidTexte=LEGITEXT000025503132&idArticle=LEGIARTI000025506830>
- Corbin, A., 2016, Le miasme et la jonquille : L'odorat et l'imaginaire social, XVIIe-XIXe siècles, Champs Histoire, Flammarion, ISBN : 978-2-0813-8241-1, 431 p.
- Dauphiné, A., D. Provitolo, 2007, La résilience : un concept pour la gestion des risques, *Annales de géographie*, vol. 654, no. 2, pp. 115-125.
- Demoraes, F., 2004, Mobilité, enjeux et risques dans le District Métropolitain de Quito (Equateur), Thèse de doctorat de Géographie, Université de Savoie, tel-00007025, 587 p.
- Demoraes, F., 2009, De l'intérêt d'une étude sur la vulnérabilité des réseaux routiers et de transport pour la compréhension des vulnérabilités territoriales – Le cas du District Métropolitain de Quito (Équateur), *Cybergeographie : European Journal of Geography* [En ligne],

- Dossiers, document 446, mis en ligne le 31 mars 2009, consulté le 30 mars 2018, URL : <http://journals.openedition.org/cybergeo/22101>, DOI : 10.4000/cybergeo.22101
- D'Ercole, R. et P. Metzger, 2009, La vulnérabilité territoriale : une nouvelle approche des risques en milieu urbain, *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Dossiers, document 447, 16 p., mis en ligne le 31 mars 2009, consulté le 30 mars 2018, URL : <http://journals.openedition.org/cybergeo/22022>, DOI : 10.4000/cybergeo.22022
- De Vanssay, B., 2010, La Reconstruction – Développement Durable et Réduction de la Vulnérabilité, *Risques Infos* n° 24, IRMA, Grenoble, pp. 6-9.
- Direction régionale et interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement d'Île-de-France (DRIEE), 2012, Guide d'élaboration d'un plan de protection d'un plan de protection contre les inondations contre les inondations à Paris, Service Urbanisme, Environnement et Prospective/ UTEA75, 16 p.
- Dupuy, G., 1980, La science et la technique dans l'aménagement urbain, le cas de l'assainissement, *Les Annales de la Recherche Urbaine*, volume 6, DOI : <https://doi.org/10.3406/aru.1980.982>, pp. 3-18.
- Dutozia, J., 2013, Espaces à enjeux et effets de réseaux dans les systèmes de risques : Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, Département du Var, Métropole de Marseille et Métropole de Barcelone, Thèse de doctorat de Géographie, Université Nice Sophia Antipolis, tel-00785772v2, 315 p.
- Eleuterio, J., A. Rozan et S. Payraudeau, 2011, Sensibilité de l'évaluation des dommages potentiels liés aux inondations, 20èmes JSE, *Environnement entre passé et futur : les risques à l'épreuve des savoirs*, février 2009, Créteil, JSE-2009 (4), JS, 16 p.
- El Kalam, A.A., 2009, Sécurité des réseaux et infrastructures critiques. Habilitation à diriger des recherches, domain_stic.inge, Institut National Polytechnique de Toulouse, INPT, tel-00440784, 99 p.
- Electricité Réseau Distribution France (ERDF), 2009, Bilan de la tempête Klaus, 29 Janvier 2009, 16 p.
- Erdlenbruch, K., E. Gilbert, F. Grelot, C. Lescoulier, 2008, Une analyse coût-bénéfice spatialisée de la protection contre des inondations. Application de la méthode des dommages évités à la basse vallée de l'Orb, *Ingénieries*, E A T, IRSTEA édition, pp. 3-20.
- Eusgeld, I., C. Nan et S. Dietz, 2011, "System-of-systems" approach for interdependent critical infrastructures, *Reliability Engineering & System Safety*, 96(6), Elsevier, pp. 679-686.
- Feuillette, M., M., Akopian et F., Raout, 2016, Mission sur le fonctionnement hydrologique du bassin de la Seine, Agence de l'eau Seine-Normandie – Préfecture de région Île-de-France, Paris, Rapport au Premier ministre, 148 p.
- Folke, C., S. Carpenter, T. Elmqvist, L. Gunderson, C.S. Holling, B. Walker, J. Bengtsson, F. Berkes, J. Colding, K. Danell, M. Falkenmark, L. Gordon, R. Kasperson, N. Kautsky, A. Kinzig, S. Levin, K.G. Maler, F. Moberg, L. Ohlsson, P. Olsson, E. Ostrom, W. Reid, J. Rockstroem, H. Savenije et U. Svedin, 2002, Resilience and Sustainable Development : Building Adaptive Capacity in a World of Transformations, ICSU Series on Science for Sustainable Development, No. 3., International Council for Scientific Unions, Paris or The Swedish Environmental Advisory Council 2002 :1, Ministry of the Environment, Stockholm, www.mvb.gov.se 5, 4 p.
- Fujiki, K., 2017, Etude prospective des impacts sociaux d'une inondation majeure en région Île-de-France. Disparités socio spatiales dans la prise en charge des populations franciliennes en

situation de crise et post-crise : une analyse cartographiée et quantifiée des besoins des ménages, de l'évacuation à la reconstruction, Thèse de doctorat en Géographie, Université Jean Moulin, Lyon 3, 485 p.

Galland, J.P., 2010, Critique de la notion d'infrastructure critique, Flux [En ligne], vol 3 no 81, pp. 6-18, DOI : 10.3917/flux.081.0006, URL : <https://www.cairn.info/revue-flux1-2010-3-page-6.htm>

Gleyze, J.F., 2005, La vulnérabilité structurelle des réseaux de transport dans un contexte de risques, Thèse de doctorat en Analyse Théorique et Épistémologique en Science Géographique, Université Paris VII – Denis Diderot, tel-00138991, 848 p.

Gleyze, J. F. et M. Reghezza, 2007, La vulnérabilité structurelle comme outil de compréhension des mécanismes d'endommagement, Géocarrefour [En ligne], vol. 82/1-2, URL : <http://journals.openedition.org/geocarrefour/1411>, DOI : 10.4000/geocarrefour.1411

Guihou, X., P. Lagadec et E. Lagadec, 2006, Les crises hors cadre et les grands réseaux vitaux, Katrina, Mission de retour d'expérience La Nouvelle-Orléans, Gulfport (Mississippi), 19-25 février 2006 Washington, DC, 13-15 mars 2006, 34 p.

Grangeat, A., 2013, Modélisation de la vulnérabilité structurelle et fonctionnelle de réseaux au sein d'un outil SIG, Thèse de doctorat en Sciences et génie de l'environnement, Université de Lyon, Ecole des Mines de Saint Etienne, tel-01665159, 268 p.

Haines, Y.Y., B.M. Horowitz, J.H. Lambert, J.R. Santos, C. Lian et K.G. Crowther, 2005, Inoperability input-output model (IIM) for interdependent infrastructure sectors : Theory and methodology, Journal of Infrastructure Systems, 11, pp. 67-79.

Hellström, T., 2007, Dimensions of Environmentally Sustainable Innovation : the Structure of Eco-Innovation Concepts, Sustainable Development [En ligne], 15, pp. 148-159, URL : <https://doi.org/10.1002/sd.309>

Herder, P.M. et W.A.H. Thissen, 2003, Critical Infrastructures : A New and Challenging Research Field, In Thissen W.A.H. (dir.) Critical Infrastructures State of the Art in Research and Application, International Series in Operations Research & Management Science, vol 65. Springer, Boston, MA, DOI : https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0495-5_1

Hines, P. et E. Cotilla-Sanchez, 2010, Do topological models provide good information about electricity infrastructure vulnerability ?, Chaos, pp. 1-11.

Institution interdépartementale des barrages-réservoirs du bassin de la Seine (IIBRBS), 1994, Analyse empirique des désordres et dommages résultant des différentes crues de la Seine et de la Marne dans l'agglomération continue de l'Île-de-France.

Institution interdépartementale des barrages-réservoirs du bassin de la Seine (IIBRBS), 1998, Évaluation des dommages liés aux crues en région Île-de-France, Agence de l'eau Seine-Normandie, ministère de l'Environnement, Région Île-de-France.

Jacque, O., 1998, Le réseau d'assainissement parisien en période de crue, La Houille Blanche n° 1, p. 67.

Kroger, W., 2008, Critical infrastructures at risk : A need for a new conceptual approach and extended analytical tools, Reliability Engineering and System Safety, 93(12), pp. 1781-1787.

Laurent, C., P. Duguet et A. Manquillet, 2007, Comportement du réseau d'assainissement parisien en période de crue majeure de la Seine, GRAIE, Lyon, France, [En ligne] URL : <http://hdl.handle.net/2042/25267>

- Lhomme, S., D. Serre, Y. Diab et R. Laganier, 2011, L'étude des effets dominos de systèmes fortement interdépendants à l'aide de méthodes de Sûreté de Fonctionnement, 29e rencontre de l'AUGC Tlemcen (29-31 mai 2011), [En ligne] URL : <http://dspace.univ-tlemcen.dz/handle/112/506>, 10 p.
- Lhomme, S., 2012, Les réseaux techniques comme vecteur de propagation des risques en milieu urbain - Une contribution théorique et pratique à l'analyse de la résilience urbaine, Thèse de doctorat en Géographie, Université Paris-Diderot, Paris VII, tel-00772204, 375 p.
- Lhomme, S., Y. Diab, R. Laganier et D. Serre, 2013a, La résilience de la ville de Dublin aux inondations : de la théorie à la pratique, *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Environment, Nature, Landscape, document 651, URL : <http://journals.openedition.org/cybergeo/26026>, DOI : 10.4000/cybergeo.26026
- Lhomme, S., D. Serre, Y. Diab et R. Laganier, 2013b, Assessing resilience of urban networks : a preliminary step towards more flood resilient cities, *NHESS, Special Issue : Natural hazard resilient cities*, pp. 221-230.
- Lhomme, S., D. Serre, Y. Diab et R. Laganier, 2013c, L'importance de la redondance comme facteur de résilience des réseaux techniques urbains. Contribution à l'élaboration d'un indicateur spatial de redondance, *Revue Internationale de Géomatique* [En ligne], VOL 23/2, doi :10.3166/rig.23.153-174, pp. 153-174.
- Lhomme, S., 2015, Analyse spatiale de la structure des réseaux techniques dans un contexte de risques, *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Systems, Modelling, Geostatistics, document 711, URL : <http://journals.openedition.org/cybergeo/26763>, DOI : 10.4000/cybergeo.26763
- Maguire, T., 2012, Dublin Flooding October 2011, Wales, 10th National Flooding Conference, 15th March 2012.
- Matisziw, T.C., A.T. Murray et T.H. Grubestic, 2008, Exploring the vulnerability of network infrastructure to disruption, *The Annals of Regional Science*, 43(2), pp. 307-321.
- Mermet, E., 2011, Conception de méthodes et d'outils d'analyse spatiale pour l'organisation, l'exploration et la représentation d'informations géographiques sur un réseau de transport, Thèse de doctorat, Université Paris-Est, Institut Géographique National, laboratoire COGIT.
- Metzger, P., 2017, Connaissance et relations de pouvoir : les sciences sociales, les risques et l'environnement, Habilitation à diriger des recherches, Université Grenoble-Alpes.
- Michel-Kerjan, E., 2000, Risques à grande échelle dans les systèmes en réseaux : quelques interrogations, *Série Scientifiques, Centre international de recherche en organisations (CIRADO) Working Papers*, p. 26.
- Michel-Kerjan, E., 2003, Risques catastrophiques et réseaux vitaux : de nouvelles vulnérabilités, *Flux* [En ligne], vol 1 no 51, pp. 6-15, DOI : 10.3917/flux.051.0006, URL : <https://www.cairn.info/revue-flux1-2003-1-page-6.htm>
- Moatty, A., 2015, Pour une Géographie des Reconstructions post-catastrophe : Risques, Sociétés et Territoires, Thèse de doctorat de Géographie, Université Paul Valéry, Montpellier 3, tel-01293718, 491 p.
- Moatty, A. et F. Vinet, 2016, Post-disaster recovery, the challenge of anticipation, *E3S Web Conf.*, Volume 7, FLOODrisk 2016, 3rd European Conference on Flood Risk Management, p. 11, DOI : <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20160717003>

- Moatty, A., J-C. Gaillard et F. Vinet, 2017, Du désastre au développement : Les enjeux de la reconstruction post-catastrophe, *Annales de géographie*, no. 714 (2/2017), Armand Colin, pp. 169-194.
- Moatty, A., 2017, Post-flood recovery : an opportunity for DRR ?, In Vinet F., (ed.) (ed.) *Floods 2-Risk Management*, ISTE Press, Elsevier Editions, 424 p.
- Morin, E., 2005, *Introduction à la pensée complexe*, Paris, Seuil, 160 p.
- Moteff, J., C. Copeland et J. Ficsher, 2003, *Critical infrastructure : what make an infrastructure critical*, Congressional Research Service, The library of Congress, 20 p.
- Murray, A.T., T.C. Matisziw et T.H. Grubestic, 2008, A Methodological Overview of Network Vulnerability Analysis, *Growth and Change* [En ligne], Volume39, Issue4, pp. 573-592, URL : <https://doi.org/10.1111/j.1468-2257.2008.00447.x>
- November, V. et L. Crétin-Cazenave, 2017, *EU-Sequana. La gestion de crise à l'épreuve de l'exercice*, La Documentation française, 240 p.
- Ollinger, E., 2007, *Infrastructures critiques : construction d'une méthode d'identification*, thèse professionnelle, Master d'action publique, École des Ponts ParisTech, MEDAD.
- Olshansky, R.B., L.D. Hopkins et L.A. Johnson, 2012, Disaster and recovery : processes compressed in time, *Natural Hazards Review*, 13, 3, pp. 173-245.
- Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), 2014, *Étude sur la gestion du risque inondation : La Seine en Île-de-France, Résumé exécutif*, 27 p.
- O'Rourke, T.D., 2007, Critical infrastructure, interdependencies and resilience, *The Bridge, The Journal of the National Academy of Science*, 37(1), pp. 22-31.
- Provitolo, D., 2008, « Théorie de l'auto-organisation critique », *Hypergeo, Libergéo* [En ligne] URL : <http://www.hypergeo.eu/spip.php?article426>
- Quarantelli, E.L., 1985, Realities and mythologies in disasters films, *Communications* 11, pp. 31-44.
- Quatre, M., J.L. Olivier et V. Allais, 1999, *Rapport sur la vulnérabilité des transports urbains en cas d'une inondation grave de la Région Parisienne*, Conseil général des Ponts-et-Chaussées, La Défense.
- Règlement d'Assainissement de Paris, adopté le 25 mai 1998, version de 2013, Mairie de Paris, 64 p.
- Reghezza, M., 2006, *Réflexions autour de la vulnérabilité métropolitaine : la métropole parisienne face au risque de crue centennale*, Thèse de Doctorat et Géographie, Université Paris X - Nanterre, 384 p.
- Reghezza, M. et S. Rufat, 2015, *Resilience Imperative : Uncertainty, Risks and Disasters*, ISTE Press, Elsevier, 262 p.
- Renard, F. et J. Riquier, 2008, *Analyse territorialisée du risque de débordements de réseau d'assainissement liés aux eaux pluviales : application au Grand Lyon, Norois* [En ligne], vol 3 no 208, pp. 45-60, URL : <https://www.cairn.info/revue-norois-2008-3-page-45.htm>
- Renard, F., 2010, *Le risque pluvial en milieu urbain : de la caractérisation de l'aléa à l'évaluation de la vulnérabilité : le cas du Grand Lyon*, Thèse de doctorat en Géographie et aménagement Lyon 3, 528 p.

- Réseau de transport d'électricité (RTE), 2006, La panne électrique du 4 novembre 2006 questions/réponses, 3 p.
- Rinaldi, S.M., J.P. Peerenboom et T.K. Kelly, 2001, Identifying, understanding, and analyzing critical infrastructure interdependencies, *IEEE Control Systems Magazine*, 21(6), pp. 11-25.
- Robert, B., 2004, A method for the study of cascading effects within lifeline networks, *International Journal of Critical Infrastructures*, vol. 1, No. 1, pp 86-99.
- Robert, B. et L. Morabito, 2010, An approach to identifying geographic interdependencies among critical infrastructures, *International Journal of Critical Infrastructures*, vol. 6, No. 1, pp. 17-30.
- Secrétariat Général de la Défense et de la Sécurité Nationale (SGDSN), 2016, La sécurité des activités d'importance vitale, 4 p.
- Secrétariat Général de la Zone de Défense et de Sécurité (SGZDS), 2016, Directive spécifique inondation zonale (DSIz) Dispositif ORESC zonal, 23 p.
- Serre, D., 2011, La ville résiliente aux inondations – Méthodes et outils d'évaluation. Mémoire d'Habilitation à Diriger les Recherches, Université Paris-Est, 173 p.
- Serre, D., B. Barroca et R. Laganier, 2012, Resilience and Urban Risk Management, CRC Press Balkema, Taylor et Francis Group, ISBN 978-0-415-62147-2, 250 p.
- Shinozuka, M. et X. Dong, 2003, Seismic Performance Criteria for Lifeline Systems, 8th US Japan Workshop on Earthquake Resistant Design of Lifeline Facilities and Countermeasures against Liquefaction, Tokyo, Japon, 15-18 décembre.
- Stratégie locale de gestion du risque inondation (SLGRI), 2015, Relevé de décisions de la réunion du groupe de travail assainissement du 7 mai 2015, 4 p.
- Stratégie locale de gestion du risque inondation (SLGRI), 2016, TRI « Métropole francilienne », DRIEE, PPP, Préfecture de Région, SGZDS, 99 p.
- Tabuchi, J-P., S. Duchene, L. Kerduel, S. Legruel, C. Paffoni, C. Voisine et M. Poulin, 2008, Modélisation du milieu naturel, mesures en continu et mesures ponctuelles : cas de l'agglomération parisienne, *ASTEE TSM* numéro 2, 103, pp. 49-58
- Taylor, M.A.P. et G.M. D'Este, 2007, Transport Network Vulnerability : a Method for Diagnosis of Critical Locations in Transport Infrastructure Systems, In : Murray A.T., Grubestic T.H. (eds) *Critical Infrastructure, Advances in Spatial Science*, Springer, Berlin, Heidelberg
- Toubin, M., Y. Diab, R. Laganier et D. Serre, 2013, Les conditions de la résilience des services urbains parisiens par l'apprentissage collectif autour des interdépendances, *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 13 Numéro 3 | Décembre 2013, mis en ligne le 30 décembre 2013, consulté le 6 mars 2018, URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/14568>, DOI : 10.4000/vertigo.14568
- Toubin, M., 2014, Améliorer la résilience urbaine par un diagnostic collaboratif : l'exemple des services urbains parisiens face à l'inondation. Thèse de doctorat de Géographie, Université Paris-Diderot, 407 p.
- United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR), 2015, Cadre d'action de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe 2015-2030, 18 Mars, Nations unies, Bureau pour la Réduction des Risques de Catastrophe, 40 p.
- Yusta, J. M., G.J. Correa et R. Lacal-Arántegui, 2011, Methodologies and applications for critical infrastructure protection : State-of-the-art, *Energy Policy*, No. 39(10), pp. 6100-6119.

NOTES

1. [En ligne] URL : <http://www.services.eaufrance.fr/>
-

RÉSUMÉS

Les réseaux d'assainissement sont des infrastructures critiques dont l'importance dans le processus de vulnérabilisation territoriale et dans la résilience est encore sous-évaluée. Si le rôle des réseaux d'énergie, de transport et de télécommunication dans la survenue des crises et le relèvement post-catastrophe est de mieux en mieux appréhendé, tant du point de vue théorique qu'opérationnel, celui des réseaux d'assainissement reste mal apprécié. Leur vulnérabilité est encore mal connue. Cet article a pour but de montrer, à partir du cas francilien, que les réseaux d'assainissement constituent des enjeux majeurs du territoire. Après avoir recontextualisé les différentes approches des liens entre sécurité et infrastructures critiques, l'article présente l'organisation de l'assainissement en Île-de-France. Il aborde la prise en compte de ce type de réseaux dans les actions de planification et de préparation à l'occurrence d'une crue centennale, et développe les conséquences potentielles de son endommagement ou de sa défaillance pour la gestion de crise et le relèvement post-catastrophe.

Although sanitation networks are critical infrastructures, their impact on territorial vulnerability and social resilience is still underestimated. The role played by the energy, transport and telecommunication networks in crises and post-disaster recovery is better understood, both from a theoretical and operational point of view. On the contrary, sanitation networks remain poorly appreciated and their vulnerability is underestimated. Based on the study of the Parisian metropolitan area, this paper aims to show that sanitation networks are critical components in crisis management, post-disaster recovery and reconstruction. First, we address the links between security and critical infrastructures. Then, we present the case of sanitation in Île-de-France. Finally, we discuss how sanitation system is taken into account in preparedness to major floods and describe the potential consequences of its damage or failure for crisis management and post-disaster recovery.

INDEX

Mots-clés : réseau, infrastructure critique, assainissement, inondation, vulnérabilité, résilience, reconstruction, gestion de crise, relèvement post-catastrophe, Build Back Better

Keywords : network, critical infrastructure, sanitation, flood, vulnerability, resilience, reconstruction, crisis management, post-disaster recovery, Build Back Better

AUTEURS

ANNABELLE MOATTY

Géographe, Post-doctorante LabEx DynamiTe (Laboratoire d'Excellence « Dynamiques Territoriales et Spatiales »), UMR LGP (Unité Mixte de Recherche Laboratoire de Géographie Physique) CNRS, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 1 Place Aristide Briand, 92195 Meudon, téléphone : 06.98.80.28.89, courriel : amoatty@yahoo.fr

MAGALI REGHEZZA-ZITT

Géographe, Maître de Conférence HDR, École normale supérieure (ENS)/PSL, 45 rue d'Ulm, 75005 Paris, UMR LGP/LabEx DynamiTe, téléphone : 06.88.57.45.94, courriel : magali.reghezza@ens.fr