Retours d'expériences post-catastrophes naturelles



Sous la direction de
Tony Rey & Stéphanie Defossez

8 Géorisques

Presses universitaires de la Méditerranée

Retours d'expériences post-catastrophes naturelles

Collection « Géorisques »

Directeurs de collection :
Frédéric Leone, Freddy Vinet

Comité scientifique :
Albert Colas, Monique Gherardi, Frédéric Leone,
Nancy Meschinet de Richemond, Tony Rey, Freddy Vinet

La collection « Géorisques » est une publication annuelle consacrée à la géographie des risques naturels. Les numéros thématiques privilégient les approches méthodologiques, ce qui n'exclue pas de publier des numéros consacrés à des terrains spécifiques : littoraux, montagneux ou îliens.

Les ouvrages de la collection regroupent des articles sélectionnés suite aux rencontres « Géorisques » organisées dans le cadre du master *Gestion des Catastrophes et des Risques Naturels* (G.C.R.N.) de l'université Paul-Valéry. La publication bénéficie également du soutien de l'U.M.R. GRED (Gouvernance, risque, environnement, développement).

L'objectif de la collection est de confronter les approches des chercheurs et des praticiens sur des problématiques récentes.

Retours d'expériences post-catastrophes naturelles

Sous la direction de Tony Rey & Stéphanie Defossez
(université Paul-Valéry Montpellier 3)

« GÉORISQUES » nº 8
Collection de l'U.M.R. GRED
(université Paul-Valéry Montpellier 3)

Illustration de couverture : Photomontage, PULM, 2019. Port Vila (Vanuatu) ; Baie orientale après le passage de l'ouragan Irma (2017) à Saint-Martin, la montagne Pelée et la Dominique.

Mots-clés : catastrophes, culture du risque, résilience, RETEX, risques.

Tous droits réservés, PULM, 2019.

ISBN 978-2-36781-327-1

Sommaire

Éditorial : Les RETours d'EXpériences (RETEX) post-catastrophes
Tony Rey & Stéphanie Defossez 9

1 *La culture du risque, au service de la réduction du risque inondation : diagnostic et évaluation sur le bassin français de la Meuse*
Sabrina Bier. 11

2 *Les RETEX dans l'histoire : une pratique ancienne dans la gestion des risques*
Jérémy Desarthe. 19

3 *The Use of Citizen Information in Post-event Analysis of Flash Floods in Catalonia*
Montserrat Llasat-Botija, Maria Cortès, Maria Carmen Llasat. 31

4 *La cartographie des zones inondables : de l'événement prévu à l'événement réel. Retour d'expérience sur les inondations à Lamalou-les-Bains (sept. 2014)*
Freddy Vinet, Stéphanie Defossez, Johnny Douvinet, Jean-Philippe Cherel, Antonin Montane, Sylvain Chave 43

5 *Analyse des retours d'expérience d'inondations majeures pour la résilience des réseaux urbains*
Nathalie Pottier, Jenna Daniel, Marc Vuillet 55

6 *Les PPR en Alsace : une analyse REX pour améliorer l'acceptation et l'appropriation des procédures actuelles*
Brice Martin, Florie Giacona, Benjamin Furst, Emma Haziza, Violette Grimoin, Antonin Montane, Rüdiger Glaser, Iso Himmelsbach 65

7 *Retour d'expérience sur les inondations de fin mai-début juin 2016 sur l'agglomération orléanaise*
Rodolphe Pannier 77

5 Analyse des retours d'expérience d'inondations majeures pour la résilience des réseaux urbains

Nathalie Pottier[1], Jenna Daniel[2], Marc Vuillet[3]

1,2. Université de Versailles Saint Quentin-en-Yvelines Centre d'études sur la mondialisation, les conflits, les territoires et les vulnérabilités, 47 Bd Vauban 78047 Guyancourt.

3. Lab'Urba, Université Paris Est, École des Ingénieurs de la Ville de Paris, 80 rue Rébeval, 75019 Paris.

nathalie.pottier@uvsq.fr

marc.vuillet@eivp-paris.fr

Résumé. — L'article analyse les éléments de réponse que peuvent apporter les retours d'expériences (RETEX) d'inondations majeures à la résilience des réseaux techniques urbains qui conditionnent le fonctionnement territorial des grandes métropoles. Il présente quelques résultats d'une première étude menée en 2016 dans le cadre du projet de recherche ANR RGC4[1]. Ce projet ambitionne le développement d'outils opérationnels pour améliorer la continuité d'activité des services urbains et des réseaux vitaux associés (électricité, eau, assainissement, communications) en situation de crise-inondation dans le Grand Paris. Dans cette optique, les RETEX de sept événements d'inondation dans le monde ont été étudiés pour mettre en exergue les défaillances (en cascade) des réseaux urbains et les facteurs qui conditionnent un retour rapide à leur fonctionnement normal. Les RETEX étant rarement ciblés sur les réseaux, nous présentons la démarche exploratoire fondée sur la mise au point d'une grille d'analyse cas par cas pour en tirer les enseignements puis l'apport de ces RETEX et leurs limites pour notre étude. Finalement, le retour d'expérience est un très bon outil de la résilience. Les RETEX étudiés montrent que les facteurs de défaillance et de retour à la normale rapide des réseaux en temps de crise sont globalement connus mais sous-estimés ou oubliés en situation de crise réelle, le facteur humain étant le plus déterminant. Il faut capitaliser les informations des RETEX étrangers pour enrichir les RETEX français et surtout les ouvrir explicitement au bilan du fonctionnement urbain pendant et après l'inondation.

Mots-clés. — retour d'expérience, résilience, inondation, réseau urbain, infrastructure critique, crise.

Title. *— Analysis of Flood Experience Feedbacks for Improving Urban Networks Resilience*

Abstract. *— The article analyzes the responses that feedback from RETEX can bring from major floods to the resilience of urban technical networks that condition the territorial functioning of large metropolises. It presents some results of a first study carried out in 2016 within the framework of the research project ANR RGC4. This project aims to develop operational tools to improve the business continuity of urban services and the associated vital networks (electricity, water, sanitation, communications) in the flood crisis in Greater Paris. In this context, the RETEXs of 7 flood events in the world have been studied to highlight the (cascading) failures of urban networks and the factors that condition a rapid return to normal functioning. Since RETEX is rarely targeted on networks, we present the exploratory approach based on the development of a case-by-case analysis grid to draw lessons and then the contribution of these RETEX and their limitations for our study. Finally, experience feedback is a very good tool for resilience. The RETEXs studied show that the factors of failure and of the rapid return to normal of the networks in times of crisis are generally known but underestimated or forgotten in a situation of real crisis, the human factor being the most decisive one. It is necessary to capitalize the information of foreign RETEX to enrich the French RETEX and especially open explicitly to the assessment of the urban operation during and after the flood.*

Keywords. *— Feedback, Resilience, Flood, Urban Network, Critical Infrastructure, Crisis.*

Introduction

Les événements naturels générateurs de catastrophes sont porteurs d'enseignements qu'il convient de rassembler, conserver et analyser pour construire la résilience de demain. Pour relever ce défi, l'approche de type « bottom-up » fondée sur la notion de « retours d'expérience » (RETEX) post-catastrophes est indispensable et incontournable pour faire remonter les informations issues du terrain, reconstituer les circonstances et l'enchainement des événements dans leur dimension espace-temps et ainsi mieux comprendre les conséquences pour en tirer des enseignements (Wibo, 2009 ; Moatty, 2015 ; Crozier *et al.*, 2016 ; Pottier, 2016 ; Moatty *et al.*, 2017 ; Rey *et al.*, 2017). Les RETEX « contribuent à l'amélioration de la gestion des crises futures en diagnostiquant les défaillances et en proposant des ajustements » (résumé introductif du colloque Géorisques 2017, Montpellier 3).

C'est précisément l'objet de la contribution présentée ici. Il s'agit d'utiliser les RETEX d'inondations majeures ayant affectées de grandes villes pour reconstituer les défaillances des réseaux urbains dans toutes leurs dimensions et approfondir

1. RGC4 : résilience urbaine et gestion de crise dans un contexte de crue à cinétique lente. Développement d'outils pour l'aide à la gestion des réseaux techniques critiques: application au Grand Paris (coordination Marc Vuillet, EIVP).

la connaissance des interdépendances : causes, conséquences, solutions palliatives mises en œuvre en situation de crise et de post-crise en tenant compte des temporalités (réparation, adaptation, résilience à court et plus long terme) et de la spatialité (territoire inondé impacté et non inondé mais tout de même affecté indirectement). L'analyse des RETEX doit permettre de déduire les facteurs déterminants d'un retour rapide à la normale (leviers ou freins, opportunités à saisir, incertitudes à intégrer). Elle vise enfin à en tirer des enseignements pour améliorer la résilience urbaine, en particulier dans le cadre des grandes métropoles. Dans cet article, les RETEX sont analysés pour en tirer des enseignements utiles à la Métropole du Grand Paris qui a vu le jour au 1er janvier 2016[2] et se place ainsi dans la course des grandes mégapoles mondiales.

L'enjeu est de taille pour ces espaces urbains autour de la question de la continuité d'une activité économique minimum et du maintien des services publics vitaux (électricité, eau, assainissement, communications) pendant et après une submersion durable. Il se pose avec d'autant plus d'acuité que ces 15 dernières années plusieurs grandes métropoles (Prague, Nouvelle Orléans, Bangkok, New York…) ont été « paralysées » par des inondations de grande ampleur dont les impacts ont été démultipliés par la dépendance aux réseaux. Ces événements ont renforcé la prise de conscience des gouvernements, collectivités et gestionnaires d'infrastructures de la dépendance croissante des grandes villes aux réseaux urbains. Ces réseaux, qui conditionnent tout le fonctionnement territorial, sont toujours plus complexes et interconnectés (dépendance à l'électricité par exemple), dans un contexte toujours plus incertain (changement climatique et événements extrêmes, actes de malveillance ou de terrorisme, réactions et comportements humains inattendus face à une crise).

Ainsi, notre première partie présente les attentes de l'étude des RETEX par rapport au contexte et au positionnement de notre recherche RGC4. Dans un second temps est présentée la démarche exploratoire pour l'analyse des RETEX d'inondations majeures et les cas étudiés, enfin, les résultats sont abordés sous l'angle de l'apport des RETEX post catastrophe-inondation pour la résilience des réseaux urbains.

5.1 Intérêt des retours d'expérience pour l'analyse de la résilience des réseaux techniques urbains

5.1.1 De quoi parle-t-on ? Résilience, réseau et retour d'expérience post-inondation

Nous nous appuyons sur des définitions déjà explicitées dans de précédents travaux portant sur l'analyse de la résilience urbaine et faisant un focus sur les réseaux et leurs dysfonctionnements suite à une inondation (le projet RGC4 se plaçant dans leur continuité) : travaux de Damien Serre sur la ville résiliente (Serre, 2013), de Serge Lhomme sur les réseaux techniques comme vecteurs de risques en milieu urbain (Lhomme, 2012), de Marie Toubin (Toubin, 2014) sur l'approche collaborative comme moyen d'améliorer la résilience des services urbains parisiens ; ensemble des travaux sur la résilience, la vulnérabilité des territoires et le génie urbain menés au sein de l'EIVP (Landau et Diab, 2016).

Ainsi, la résilience, terme fortement polysémique, est entendue ici au sens de la « résilience urbaine » définie comme la capacité d'une ville à absorber une perturbation et à récupérer ses fonctions à la suite de celle-ci (Lhomme, 2012), autrement dit sa capacité à fonctionner « en mode dégradé » et à revenir rapidement à la normale en fonction de ses capacités de résistance, d'absorption et de récupération (figure 1).

Dans une approche géographique, cette définition doit être pensée dans un contexte territorial. Gouvernement, chercheurs et professionnels du risque parlent aujourd'hui de « résilience territoriale » pour évoquer la capacité à faire face et à réagir des sociétés face aux risques naturels (exemple : le programme RDT « risque, décision, territoires » du ministère de l'Écologie lancé en 2013 et sous-intitulé « la résilience des territoires face aux risques dans un contexte de nouvelles approches de gestion et de risques émergents »).

Cette notion de résilience du territoire implique de développer les capacités d'adaptation et d'organisation d'un territoire en intégrant deux dimensions fondamentales : la dimension spatiale (échelles administratives de gouvernance du local au régional ; échelles géographiques de l'aléa ; géographique et technique du réseau avec son système) et la dimension temporelle (avant la crise où l'objectif est de réduire la vulnérabilité, pendant qu'il faut gérer la crise et après la crise l'attention doit être à l'organisation du retour à la normale).

Les réseaux sont entendus ici au sens technique et courant du terme. Ils désignent les infrastructures de voiries, de transport, eau, gaz, électricité, etc. (avec leur système de gestion) propres à une agglomération et non pas les « réseaux urbains » au sens où l'entendent couramment les géographes c'est-à-dire les réseaux de villes et l'organisation de ces villes dans l'espace.

Ces réseaux sont dits techniques car ils englobent un ensemble d'éléments physiques (circuits, canalisations et appareils) reliés entre eux qui permet la circulation et la distribution de l'électricité, de l'eau, du gaz, du téléphone, etc. S. Lhomme (2012, p. 109-110) précise qu'un « réseau technique est […] caractérisé par au moins trois niveaux : un niveau matériel (les composants constitutifs du réseau : grands linéaires et éléments ponctuels), un niveau structurel (topologie, configuration du réseau), un niveau fonctionnel (le flux qui se diffuse, la rhéologie) — leur principale particularité étant finalement qu'ils impliquent des infrastructures linéaires matérielles ».

Les réseaux techniques sont qualifiés de « critiques » si l'impact que leur dysfonctionnement engendrerait met en péril (affaiblit) la sécurité, l'économie, le mode de vie et la santé publique d'une ville, d'une région, voire d'un État (Rinaldi, 2004 cité par Lhomme, 2012, p. 28).

Quant au retour d'expérience post-catastrophe, il est la formalisation d'un événement passé (Wibo, 2009). Nous retiendrons la définition plus précise du spécialiste des risques et des crises Jean-Luc Wibo (2009), qui correspond particulièrement au sens que nous donnons à l'étude des retours d'expérience dans notre étude.

2. La Métropole du Grand Paris est née le 1er janvier 2016 suite à la loi MAPTAM (loi nº 2014-58 du 27/01/2014), renforcée par la loi nº 2015-991 du 07/08/2015 de nouvelle organisation territoriale de la république (loi NOTRe). Elle regroupe la ville de Paris et 130 communes (la totalité des 3 départements de la petite couronne 92, 93, 94 et 7 communes de la grande couronne dans le 91 et le 95).

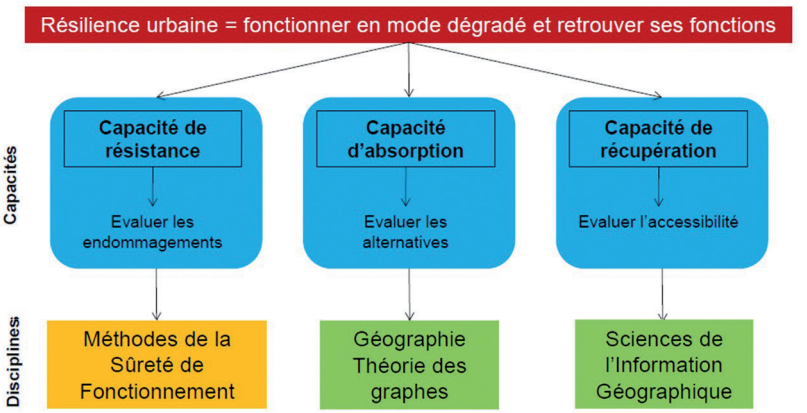


Fig. 1 — Définition de la résilience urbaine (Lhomme, 2012).

Le retour d'expérience s'applique à l'étude d'événements non voulus et de leur gestion. Il permet d'identifier en détail la genèse et l'évolution de l'événement dans ses diverses composantes (techniques, humaines, organisationnelles, environnementales) ; de déterminer l'ensemble des actions entreprises, négatives et positives ; de tirer des leçons en accédant à la connaissance tacite des personnes, de manière à construire des scénarios d'actions alternatives permettant de mieux gérer ces situations si elles se reproduisent.

Notre étude s'intéresse aux 2 grands types de retours d'expériences d'inondation existants :

- D'une part **les retours d'expérience externes ou institutionnels** impulsés par l'administration ministérielle ou préfectorale suite à des événements majeurs. En France, la démarche de retour d'expérience sur les événements naturels dommageables est institutionnalisée depuis 2001 au sein du ministère de l'Écologie qui les pilotent (alors le MEEDAT). Ces REX pour reprendre la terminologie initiale du monde de l'entreprise, que l'on nomme désormais RETEX en référence au processus militaire de retour sur la gestion des crises et conflits, constituent le 7e pilier de la politique française de prévention des risques naturels. Français ou étrangers, ces RETEX sont surtout centrés sur le descriptif de l'événement hydrométéorologique déclencheur de l'aléa et les conséquences en termes de dommages économiques et coût pour les assureurs. Leur but est de produire des enseignements pour améliorer la prévention des risques et la résilience des territoires (meilleure efficacité des services). Ils sont généralement disponibles sur Internet. En France, ils sont mis en ligne par l'État depuis 2001[3].
- D'autre part, **les retours d'expérience internes propres aux organismes** impliqués dans la gestion de crise (en particulier ceux établis par les collectivités locales et par les gestionnaires de réseaux et services urbains). Ceux-là sont davantage ciblés sur le déroulement de la gestion de crise elle-même et les dysfonctionnements au niveau organisationnel pour les collectivités et au niveau très technique pour les gestionnaires réseaux. Ils ne sont pas toujours mis en ligne au public, ils nécessitent une recherche Internet plus ciblée ou sont à diffusion restreinte ou interne sur demande.

3. Publiés à partir de 2001 par l'Inspection générale de l'Environnement puis depuis 2008 par le CGEDD Conseil général de l'Environnement et du Développement durable.

5.1.2 Qu'attend-on des RETEX pour l'étude des réseaux urbains face aux inondations ?

Parce que les enseignements tirés des expériences passées permettent de mieux comprendre le présent pour mieux préparer l'avenir, le projet RGC4[4] s'est porté dans son premier volet sur une analyse approfondie de retours d'expérience (RETEX) d'événements d'inondations majeures ayant paralysé de grandes métropoles et de RETEX de simulations de crise inondation (non présentés ici).
L'objet est de recenser, analyser et comprendre les actions et réactions passées lors d'épisodes d'inondations ayant entraîné un arrêt forcé des activités essentielles au fonctionnement urbain en liaison avec les coupures d'électricité, des moyens de transport, des communications téléphoniques etc. ; c'est-à-dire : les défaillances, leurs causes, conséquences, et le jeu des interdépendances, les solutions palliatives retenues. Tout cela doit être analysé selon les espaces affectés et les temporalités de la crise. Les enseignements tirés doivent fournir un éclairage prospectif pour aboutir à des recommandations favorisant la résilience des réseaux techniques pour un développement robuste et durable du Grand Paris face aux crues de la Seine et ses affluents.
En effet, tout l'intérêt porté aux réseaux techniques urbains et aux RETEX réside dans la question suivante : comment assurer la continuité de fonctionnement du territoire, même en mode « dégradé[5] » malgré la crue sur un territoire comme la métropole du Grand Paris ? L'enjeu est de taille si l'on considère qu'une perturbation liée à une inondation centennale paralyserait ce territoire pendant au moins sept semaines, et pourrait s'étendre pour les activités économiques sur près de six mois selon l'OCDE (OCDE, 2014). De plus, les exigences de rentabilité économique poussent les grandes villes à augmenter leurs interdépendances entre réseaux fournisseurs de services vitaux (Vuillet M., 2016) et les exigences technologiques conduisent à accentuer les interdépendances, en ajoutant « une couche de pilotage numérique » et en développant « un métabolisme urbain qui vise à utiliser le rejet d'un système (eaux usées par exemple) pour produire un autre service (chaleur par exemple) » (Toubin M., 2016).

4. *Op. cit.* en résumé.
5. Comme l'expression RETEX, celle de « mode dégradé » est empruntée au langage militaire ou de préparation de crise pour désigner un fonctionnement sans les ressources habituelles, humaines et matérielles en cas de catastrophe majeure.

Nous pourrions ainsi qualifier ces grandes villes de véritables « colosses aux pieds d'argile » dans la mesure où :

- les réseaux qui leur permettent de fonctionner ont un potentiel de déstabilisation très fort du système urbain et sociétal lorsqu'ils ne fonctionnent plus, pouvant aller jusqu'à menacer la sécurité du territoire,
- les dysfonctionnements génèrent et propagent le risque hors des zones inondables et prolongent aussi leurs effets, on parle d'effets dominos propagateurs et amplificateurs de risques,
- les dysfonctionnements peuvent aussi contrarier la gestion de crise : de leur rétablissement rapide ou leur maintien en fonctionnement partiel (en mode dégradé) dépend la vitesse de reprise de la vie économique et avec la réduction du coût des dommages indirects.

En Île-de-France qui porte un tiers de l'économie nationale, les effets sur les réseaux se font sentir bien avant le niveau de la crue centennale à Paris (à partir du scénario R.06 soit 60 % du débit de la crue centennale mesuré à la station d'Austerlitz).
Nous en avons eu un très bref aperçu lors de la crue de printemps 2016 de la Seine en Ile-de-France. Le niveau atteint à Paris-Austerlitz était pourtant 2 mètres au-dessous de celui de la crue centennale de 1910 (*6,10 m contre 8,62 en 1910 et 8,96 m en 1658*) et les perturbations ont concerné à la fois des zones inondées et non inondées privées de services essentiels à la population.
Les premiers rapports de retour d'expérience sur cet événement alertent, entre autres, sur le caractère spécifique de chaque événement. Ceci signifie qu'il faut se préparer à gérer les prochaines crises inondation avec leur part d'incertitude et d'imprévus et qu'il faut savoir gérer les conséquences sans se référer uniquement aux scénarios prévus (infiltrations dans les murs de la ligne RER C à Paris, défaillance de la station limnimétrique de Paris-Austerlitz servant de référence pour la gestion de crise par exemple, CGEDD, 2017a).
La réduction de la vulnérabilité de ces réseaux structurants est donc devenue un axe d'amélioration prioritaire à la Stratégie nationale de Gestion des risques d'inondation (SNGRI), et une déclaration d'intention a été signée en avril 2016 entre le Préfet de région IDF et 14 opérateurs de réseaux d'importance vitale (une première en France !) pour un meilleur partage des données afin d'améliorer le fonctionnement du Grand Paris en cas d'inondation.
Pour relever ce défi, l'utilisation des RETEX post catastrophes est indispensable et incontournable pour faire remonter les informations issues du terrain.
Tout récemment d'ailleurs, en février 2017, le CGDD a publié un rapport pour favoriser les retours d'expérience au service de cette **stratégie nationale de gestion des risques d'inondation (la SNGRI)**. Il y distingue les **deux** objets cités précédemment de l'exercice du retour d'expérience : les REX « gestion de crise » et les REX « prévention des risques et résilience et aménagement du territoire » (CGEDD, 2017b).
Mais il n'est pas encore clairement mentionné de faire un zoom quelconque sur le (dys)fonctionnement du système urbain, ou sur les coupures réseaux qui pourtant sont à l'origine de la paralysie du territoire, de la perturbation de la vie quotidienne et de l'allongement du délai de retour à la normale suite à l'effet amplificateur de l'interdépendance des réseaux générateurs d'effets dominos.

Une démarche spécifique d'exploitation des RETEX d'inondations majeures a donc été mise au point.

5.2 Démarche exploratoire : une grille d'analyse « RETEX — réseaux urbains »

Nous nous intéressons aux RETEX sous l'angle de la gestion de crise dans ses aspects techniques et organisationnels afin de mieux comprendre les facteurs générateurs d'effets cascade qui ont transformé une simple crise en catastrophe et quelles ont été les réponses apportées.
Pour ce faire, une démarche exploratoire (approche qualitative) a été réalisée en deux 2 temps :

- Réalisation d'un état de l'art sur la vulnérabilité des réseaux urbains pour construire une grille d'analyse adaptée cas par cas (les RETEX étant rarement ciblés sur les réseaux)
- Sélection des RETEX d'inondations majeures français et étrangers ayant fortement impacté le fonctionnement des réseaux techniques urbains.

5.2.1 Conception de la grille d'analyse des RETEX sous l'angle de la résilience des réseaux urbains

Dans les RETEX, les informations sur les réseaux urbains sont le plus souvent éparpillées et la lecture d'autant plus longue et minutieuse. Une grille d'analyse a donc été réalisée sous Excel pour faciliter l'exploitation, avoir une vue d'ensemble uniquement « réseau » et regrouper classer les informations sur la gestion de crise et par type de réseau.
Les réseaux suivants ont été ciblés : le réseau électrique et de gaz, celui de transports (tous types), de télécommunications (téléphones fixes, mobiles et internet), le réseau d'eau potable et d'assainissement.
Chaque grille correspond à un cas de RETEX et est assortie d'onglets, eux-mêmes associés à des critères et sous-critères d'analyse qui décortiquent l'événement d'inondation en intégrant la question spatiale et les trois temps associés à la compréhension de la crise (préparation, crise, post-crise).
La figure 2 présente l'arborescence de cette grille et ses six onglets principaux qui sont :

1. le contexte (caractéristiques de l'événement, cartographie des zones touchées et frise chronologique des événements permettant de reconstituer et dater les faits principaux en termes d'évolution de l'aléa et d'actions réponses),
2. le système de gestion de crise par les autorités compétentes,
3. les réseaux pris un à un (réseaux cités ci-dessus pour lesquels ont été relevés dans les RETEX les caractéristiques du réseau, les mesures de préparation à la crise, le détail des défaillances avec les parties du réseau concernées et les effets en termes d'interruption de service, les modalités de fonctionnement en mode dégradé et les solutions palliatives puis en post-crise les mesures proposées avec les acteurs concernés et leur réalisation ou pas au jour de l'exploitation du RETEX),
4. les défaillances en cascades qui ont pu être identifiées (impact des coupures de chaque réseau sur chacun des autres réseaux et impact en termes de services publics),

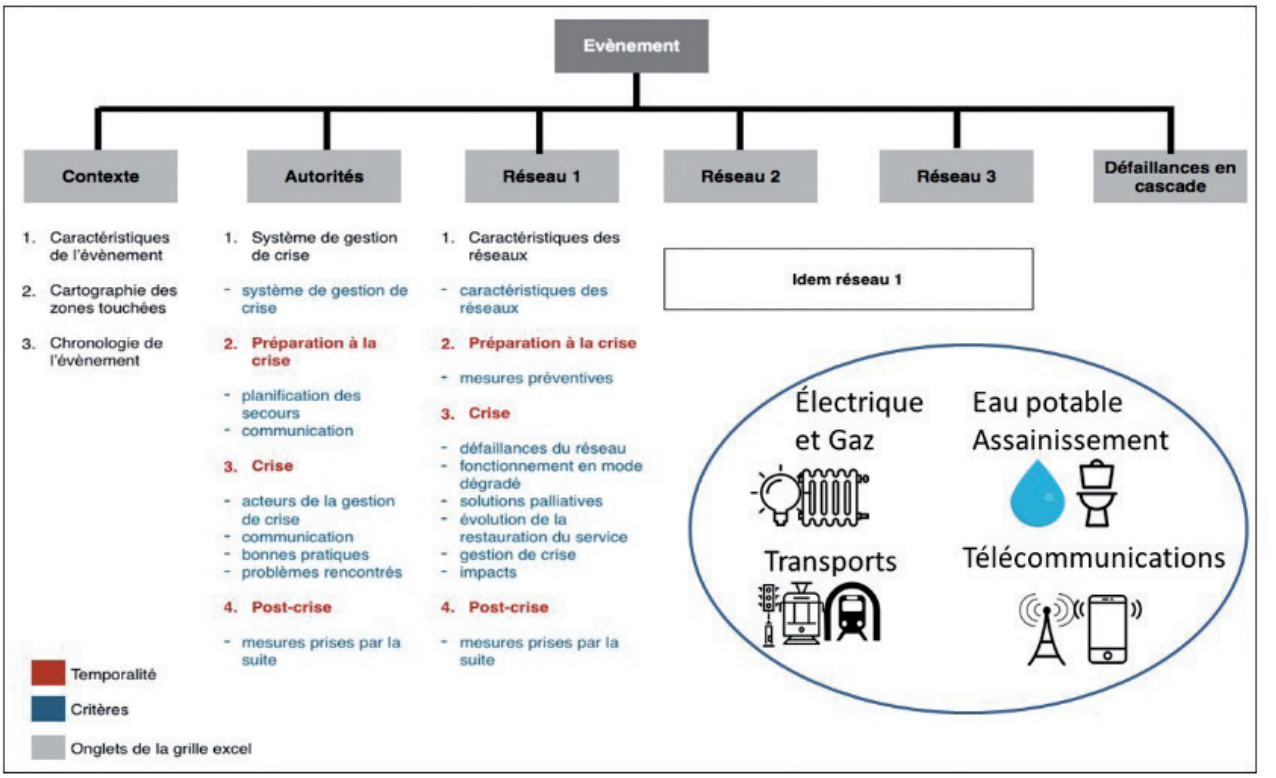


Fig. 2 — Arborescence de la grille d'analyse des RETEX d'inondations ciblés sur les réseaux techniques urbains.

5. les éléments de synthèse à retenir (abordés en deux rubriques essentielles : les problèmes de gestion de crise et les facteurs minorants et aggravants de gestion de crise),
6. les références documentaires qui ont servi à renseigner la grille d'analyse.

En complément, chaque grille d'analyse d'un RETEX fait l'objet d'une fiche de synthèse « focus sur les réseaux urbains » où sont regroupés les principaux enseignements.

5.2.2 Sélection des RETEX d'inondation et application à la grille d'analyse

Pour sélectionner les cas à étudier et appliquer une grille d'analyse, toutes les sources écrites possibles (France, étranger) ont été utilisées comme RETEX (rapports de retours d'expériences « officiels » majoritaires mais aussi articles scientifiques, de presse ou blogs).
La sélection devait porter sur des cas d'inondations de grandes villes françaises ou étrangères ayant des caractéristiques proches de celles du contexte du Grand Paris, c'est-à-dire :

- une densité urbaine élevée[6] et un fonctionnement urbain complexe,
- des inondations qui ont fortement perturbé plusieurs services publics en liaison avec des coupures de réseaux techniques et entraîné une désorganisation de la vie quotidienne,
- des inondations à cinétique lente et/ou durables donc plutôt de type débordement fluvial (pouvant être couplé à la remontée de nappes) : bonne prévisibilité 48 h à l'avance, plusieurs jours ou semaines de submersion, lente décrue.

Finalement, parmi les cas retenus c'est moins la cinétique de l'inondation ou la durée de submersion que la paralysie des réseaux liée à la présence de l'eau ou au passage rapide de l'eau qui a importé dans la sélection. De ce fait, la sélection s'est ouverte à des événements d'inondations engendrées non pas seulement par des débordements fluviaux ou remontées de nappes mais aussi par le passage de tempêtes ou cyclones tropicaux, par la rupture des digues de protection (qui peuvent être liées aux abondantes pluies cycloniques comme à la Nouvelle Orléans en 2005).
De plus la sélection des cas a été conditionnée au fait de disposer de suffisamment d'informations pour pouvoir renseigner la grille. Or on dispose de peu d'événements majeurs d'inondations (lentes ou rapides) ayant historiquement affecté de grandes villes françaises en dehors de la crue de 1910 à Paris. Et la plupart des événements d'inondation français qui ont fait l'objet de RETEX n'ont pas fourni suffisamment d'informations sur les réseaux pour remplir correctement la grille. Tout ceci explique que dans cinq cas sur sept retenus (selon le timing dont nous disposions), les RETEX soient étrangers.
Le tableau 1 présente les RETEX d'inondation retenus et les points intéressants concernant les dysfonctionnements de réseaux qui ont joué dans la sélection des cas à retenir.

5.3 Résultats : que tire-t-on de ces RETEX pour la résilience des réseaux ?

La grille n'a pas pu être remplie dans toutes ses rubriques pour tous les cas retenus dans le tableau 1. Ce sont les

6. Paris-petite couronne correspond à 8 560 habitants/km² pour 7 millions d'habitants et 12 millions en Île-de-France, source : Agence d'urbanisme de la ville de Paris et de la métropole du Grand Paris, APUR 2016.

Tabl. 1 — RETEX retenus et principaux impacts aux réseaux des inondations (adapté d'après Daniel, 2016)

Ville et nbre d'habitants	Cause et type de submersion	Durée moyenne de submersion dans la ville	Hauteur d'eau recensée dans les rues	Points intéressants concernant les impacts sur les réseaux et le fonctionnement urbain
Prague 2002 (République Tchèque) 1,2 million en 2017	Crue fluviale étendue de la Vltava suite à plusieurs jours de pluies torrentielles (récurrence 500 ans)	2 mois (aout-sept 2002)	Jusqu'à 4 m d'eau dans certaines rues du quartier populaire de Karlin	40 % du pays et 1/8e de la ville inondée 70 000 personnes évacuées Réseaux urbains très endommagés par les niveaux élevés de submersion Retour au fonctionnement normal : 1 mois pour l'électricité, 2 mois pour le gaz, 3 mois pour le téléphone, 8 mois pour 2 des 3 lignes de métro
Nouvelle-Orléans 29/08/2005 (USA) 455 188 en 2005 (208 548 en 2006 et 384 320 en 2014)	Inondation rapide suite aux ruptures de digues du lac Pontchartrain au liées au passage de l'ouragan Katrina, crues du Mississipi et submersions	1 à 2 mois dont 15 jours avec un niveau de submersion très élevé	2 à 3 m en moyenne et jusqu'à 6 m	80 % de la ville inondée (à J + 6 encore 60 %) Désertification du centre-ville fermé par les autorités du 29 août au 26 sept. 2005 (réouvertures progressives selon les risques sanitaires liés aux eaux très polluées) Évacuation obligatoire massive mais 70 000 personnes restées sur place Réseaux urbains très endommagés par les niveaux élevés de submersion Au maximum plus d'électricité pour 2 à 3 millions de foyers, ni eau potable, ni assainissement dès le 1er jour, coupures téléphoniques pour 1,6 million d'abonnés, coupure du ravitaillement alimentaire 1ers pompages à J+15
Brisbane déc 2010-janv 2011 (Australie) 2 millions (2012)	Inondation lente suite aux pluies du cyclone Tasha sur des sols déjà saturés (la plus grave depuis 50 ans)	Environ 1 mois (dec-janv)	50 cm à 2 m	75 % de l'État du Queensland sinistré Défaillance de tous les réseaux urbains mais rétablissement en quelques jours 90 % du réseau électrique rétabli à J+4
Bangkok 2011 (Thaïlande) 19 millions (2012)	Inondation lente suite à succession de tempêtes	1 à 5 mois (début oct 2011)	1 à 2 m dans le nord de la ville	11 % du pays inondé Dysfonctionnement global des réseaux urbains Rétablissement des télécommunications dans les zones industrielles de J+3 jours à J + 6 mois
New-York 2012 (USA) 8 millions (2012)	Inondation rapide suite au passage de l'ouragan Sandy (29/10/2012)	Quelques jours à 15 jours selon les quartiers	Jusqu'à 4 m dans le quartier de Battery Park	17 % de la ville inondée Dysfonctionnement global des réseaux urbains causé par les vents et les submersions d'eau de mer, gestion de crise intéressante car rétablissement rapide de la majorité des réseaux en quelques semaines mais très long pour une partie résiduelle 11 millions de personnes sans transports en commun pendant 2 à 5 jours, 80 % du réseau de métro rétabli en 5 jours 2 millions de foyers privés momentanément d'électricité, 98 % du service rétabli à J+12 jours mais 100 % seulement à J + 12 mois Rétablissement du gaz à J + 2 à 3 jours
Amiens 2001 (France, nord, vallée de la Somme) 135 000 en 2001 132 000 en 2016	Inondation lente par remontée de nappes suite à une pluviométrie exceptionnelle en mars 2001 (après 2 années très humides ayant fait remonter le niveau de la nappe)	3 mois (mi-mars à mi-juin)	1,5 m à 2 m	1re catastrophe de ce type en France par son ampleur et sa durée Impacts sur l'ensemble des réseaux urbains mais surtout paralysie des transports Retour à la normale sur plusieurs mois pour le réseau routier et ferré fortement endommagés par la durée de submersion Impact direct limité pour l'électricité, le gaz et les télécommunications
Arles 2003 (France, sud, Camargue) 50 000 (2013) 53 000 (2016)	Inondation rapide suite à la crue du Rhône (centennale) due à des pluies très abondantes en déc 2003 et à rupture de digues en terres protégeant 2 trémies SNCF	Plusieurs semaines (début 1er déc 2003)	De 60 cm à 2 m	Évacuation de 6 000 personnes sur 9 300 en zone inondable en 2003 Quartiers nord et zone industrielle touchés, Dysfonctionnements du réseau électrique, assainissement, téléphonique (5 000 lignes touchées) mais sans avoir plus informations Impacts sur le réseau de transports, notamment routier lié à la durée de submersion

Tabl. 2 — Facteurs déterminants du rétablissement rapide des réseaux et services associés

	Avant la crise	Pendant et après la crise
Organisation	✓ Ruptures de stocks anticipées et matériel de réparations vérifié ✓ Équipes placées sur les lieux sensibles avant l'événement ✓ Connaissance de la situation personnelle des salariés (disponibilité selon structure familiale) ✓ Proximité géographique zone d'impact / zone de stockage du matériel pour la gestion de crise ✓ Expérience des exercices de gestion crise (personnel plus opérationnel) ✓ Mesures préventives de mise à l'abri ✓ Existence d'un plan de gestion de crise opérateurs ✓ Existence d'un plan de continuité d'activité (PCA)	✓ Pompage rapide des eaux pour libérer les accès routiers (suppose un suivi en temps réel du réseau routier) ✓ Mise en place de groupes de réflexion inter-opérateurs => émergences d'idées innovantes ✓ Mise en commun des moyens des opérateurs de télécommunication concurrents et réflexion commune à des solutions palliatives pour maintenir les communications
Facteurs humains	✓ Personnel formé à la gestion de crise (participation à exercices de simulation)	✓ Conditions de travail acceptables des réparateurs (installation de camp de base où ils sont nourris et logés sur place) ✓ Réactivité et initiative personnelle
Facteurs techniques	✓ Connaissance pointue de son réseau, des interdépendances et de leur modélisation, ✓ Réseau bien entretenu ✓ Structure redondante du réseau (réseau dédoublé afin que d'autres lignes prennent le relai en cas de panne de la ligne habituelle)	✓ Maintien des communications (grâce à la mutualisation entre opérateurs, à la création de site web facilitant la gestion de crise)

RETEX étrangers qui ont été les plus riches d'enseignements, notamment celui de la ville de New York après le passage de l'ouragan Sandy en 2012. Le rapport de 430 pages rédigé par la Ville de New York City (NYC, 2013) est exemplaire tant en matière de précision d'information que de cartographie, schémas, graphiques. Il se suffit à lui seul pour travailler sur la résilience des réseaux.
Malgré cela, la démarche aboutit à des apports utiles pour une analyse prospective de sa propre situation et des limites des rapports de RETEX pour l'étude de l'impact des inondations sur les réseaux urbains.

5.3.1 Facteurs identifiés issus des grilles de RETEX pour un rétablissement rapide des services publics essentiels

Le tableau 2 ci-dessus résume ces facteurs pour l'ensemble des RETEX étudiés.
Globalement ces facteurs sont connus et la plupart sont déjà intégrés dans les plans de gestion de crise, mais en situation de crise réelle, les RETEX montrent qu'ils sont souvent oubliés ou ne sont pas pris en compte par faute de leur accorder suffisamment d'importance ! Il est donc bon de les rappeler pour faire un retour sur nos pratiques, les réviser si nécessaire, et intégrer certains réflexes.
Pour le Grand Paris, la gestion de crise du SGZDS[7] de la préfecture de police de Paris et celle de l'opérateur de transports en commun RATP par exemple intègrent depuis peu certains de ces facteurs (travail sur la connaissance du personnel pour estimer les disponibilités en cas d'astreinte prolongée), mais d'autres malgré leur connaissance sont loin d'être opérationnels :

- disposer de la connaissance sur l'état des routes en temps réel pour prioriser les déplacements,
- arriver à mutualiser des moyens entre opérateurs pour développer des solutions alternatives visant à lutter contre l'arrêt total de service,
- mettre en place des groupes de réflexion inter-opérateurs suite à une interruption de service comme en 2012 après l'ouragan Sandy à New York à J + 3 sur décision du Président B. Obama pour trouver des solutions de remise en service rapide des réseaux notamment électrique et de télécommunications.

De ces expériences passées, le travail sur les RETEX permet de relever des solutions innovantes facilement transposables dans le contexte parisien. Par exemple, à New York en 2012 pour le réseau gaz coupé par pénétration de l'eau à travers les fissures et trous dans les conduites, la solution palliative[8] fut de mettre en place un roulement dans l'alimentation à raison de 2 heures par quartier (non planifié avant) pendant la durée de réparation des conduites (2 à 3 jours dans ce cas précis). C'est typiquement une solution qui permet de maintenir le service « en mode dégradé[9] ».

5.3.2 Apports de la comparaison des situations étudiées

La mise en grille d'analyse des RETEX orientée par rapport à notre objet d'étude sur les réseaux apporte un éclairage comparatif des situations. Il est riche d'enseignements pour

7. SGZDS : secrétariat général de la zone de défense et de sécurité de Paris.

8. On entend par « solution palliative » pour un réseau technique une solution visant à trouver une mesure temporaire qui permette à ce réseau d'accomplir provisoirement tout ou partie de sa fonction pour maintenir le service qu'il doit assurer (maintien en mode dégradé).

9. *Op. cit.* note de bas de page n° 6.

une meilleure compréhension des points qui font la différence dans les délais de retour à la normale en fonction des solutions choisies, dans la sélection des démarches innovantes, la remise en cause des certitudes, des pratiques et/ou des améliorations. L'analyse comparative ainsi menée permet, en outre, de relever les points communs concernant les interdépendances entre réseaux dans les cas étudiés. Par exemple, la défaillance du réseau électrique est à origine des effets dominos car elle entraîne toujours celle des autres (transports, télécommunications, eau potable et assainissement). En cela rien de nouveau. Mais de plus en plus, le réseau de télécommunications est aussi indispensable aux autres réseaux, créant une dépendance supplémentaire de fonctionnement. En effet, en plus de ralentir la gestion de crise (pour l'organisation et la coordination des secours), sa défaillance entraîne celle des réseaux commandés à distance (eau potable, signalisation routière, télégestion de station d'épuration d'eau potable). La modernisation actuelle vers l'automatisation des systèmes crée pour l'avenir un facteur de vulnérabilité supplémentaire actuellement non pris en compte par les opérateurs en termes de gestion de crise[10] (EPTB Seine Grands Lacs, Ville de Paris, SGZDS, 2017).

L'analyse comparative des RETEX étudiés conduit aussi à noter que la qualité, la précision et la rapidité de l'information sont capitales pour éviter les défaillances en cascade et permettre un retour rapide à la normale des services urbains. Elle montre que cela tient parfois à un détail près, qui n'est pas d'ordre technique mais le plus souvent humain et lié à l'interprétation de l'information communiquée.

Par exemple, à New York en 2012 après l'ouragan Sandy, l'opérateur Con Edison a sous-estimé la hauteur d'eau sur ses infrastructures (les prévisions indiquaient + 30 cm à 1 mètre et en réalité supérieure à 4 mètres). Les mesures de protection préventives s'en tenant strictement aux prévisions ont donc été insuffisantes, ce qui a conduit à l'explosion d'un transformateur à Manhattan sud : 350 000 clients se sont retrouvés dans le noir avec des conséquences en cascade sur tous les services dépendant. Il a fallu faire évacuer l'hôpital de la zone, réduisant brutalement le nombre de lits disponibles dans le quartier sinistré, élément préjudiciable pour la gestion de crise. Le courant n'a été rétabli que quatre jours plus tard. La différence estimation/réalité de hauteur d'eau était certes difficile à anticiper mais la présence de services essentiels en situation de crise comme cet hôpital aurait pu faire pencher les gestionnaires vers une protection de ce transformateur précis compte tenu de sa position géographique par rapport à des enjeux stratégiques.

En comparaison à Brisbane en Australie après le passage du cyclone Tasha en décembre 2010 (inondation durant un mois du Queensland), l'opérateur électrique Energex a tenu compte de l'incertitude sur la hauteur d'eau estimée suite à l'annonce par les services compétents d'une possibilité de submersion supérieure au maximum annoncé (sans précision de combien, du moins non trouvé dans les RETEX publiés). En conséquence, Energex a choisi de faire des coupures préventives des transformateurs situés dans les quartiers d'affaires et des sous-stations de centres commerciaux et industriels dans ce même quartier.

Cela a réduit d'autant le délai de retour à la normale (rétablissement rapide du courant, avec une faible perte de temps consacré aux réparations grâce aux dommages évités). C'est également ce qu'il ressort de l'étude du RETEX de Prague suite aux inondations de 2002. À New York, 98 % du réseau de Con Edison était rétabli à J + 12 tandis qu'à Brisbane, 90 % du réseau d'Energex était rétabli à J + 4 (New York city, 2013 ; Daniel, 2016).

Dans ces deux exemples, les RETEX trouvent néanmoins leurs limites car il aurait fallu connaître exactement les modalités de transmission de cette information hydraulique cruciale à laquelle se réfèrent autorités et gestionnaires pour décider des actions à entreprendre.

La question de la gestion de l'incertitude sur les données prend ici toute sa dimension. À New York, le chiffre de hauteur d'eau estimée est-il celui donné directement par les services hydrauliques ou celui estimé par le gestionnaire après communication par les services hydrauliques ? Le gestionnaire a-t-il sous-estimé la hauteur d'eau sur ses infrastructures car il se réfère strictement au niveau de référence qu'on lui communique et estime inutile de prendre une marge de sécurité supérieure ? Ou bien ne veut-il pas prendre cette marge ou encore ne peut-il pas (pour des raisons de coût économique, de responsabilité juridique…) ?

Les RETEX vont rarement assez loin dans une véritable analyse des enseignements à tirer pour l'avenir. Dans le cas de Brisbane, les RETEX n'indiquent pas si le coût des pertes économiques liées aux coupures préventives d'électricité dans les quartiers d'affaires est inférieur au coût des dommages évités et donc si c'est bien l'exemple de démarche à suivre à l'avenir dans une perspective de résilience des infrastructures.

Enfin l'analyse comparative des cas étudiés montre ou confirme qu'en termes de mesures post-crise inondation participant à la résilience à court terme des réseaux techniques urbains (dans les mois qui suivent l'événement en phase de réparation), l'accent reste porté dans tous les cas sur le déplacement ou la surélévation des équipements sensibles et sur des mesures de protection structurelles assez facilement et rapidement réalisables (selon les coûts). Ces mesures sont privilégiées car elles sont « visibles » au regard de la société et garantes d'une réduction de la vulnérabilité physique des équipements (réduction de la sensibilité à l'eau des matériaux par le remplacement des poteaux électriques en bois par des poteaux en acier et béton à New York, édification ou renforcements de murs d'enceintes comme des digues autour des sous-stations électriques à Brisbane après 2011).

Quant à la résilience à long terme, la perspective du « build back better » visant à reconstruire mieux après un désastre, est étudiée par les grandes villes et là encore le RETEX de New York City peut servir d'exemple pour améliorer la résilience du Grand Paris. Un choix plus « raisonné » de la structure des réseaux et des matériaux de remplacement et un travail collaboratif entre opérateurs de réseaux et les autorités de la ville est mené depuis 2012 pour le réseau d'assainissement, un investissement était en cours en 2013 à hauteur de 315 millions de dollars pour éviter 2 milliards de dommages estimés sur les 50 prochaines années (NYC, 2013).

Cet exemple montre qu'il est possible de coupler la prévention à la modernisation des réseaux techniques en encourageant

10. Ces propos ont été confirmés par les gestionnaires du réseau électrique et des télécommunications lors de deux conférences en 2017 : au forum Météo-climat du 24/03/2017 sur « l'adaptation des infrastructures au changement climatique » et à une conférence organisée par l'EPTB Seine Grands Lacs dans le cadre de l'opération « Plouf 75 » le 26/04/2017.

un travail collaboratif (opérateurs privés/services publics de la ville) sur la réglementation et la répartition possible des investissements dans le temps pour améliorer la résilience urbaine.

5.3.3 Des apports indispensables mais limités des RETEX pour la gestion des réseaux urbains

La grille d'analyse que nous avons conçue n'a pas pu être remplie dans toutes ses rubriques pour tous les cas retenus en raison de l'hétérogénéité des informations sur les réseaux dans les rapports de RETEX.
Les RETEX français sont beaucoup plus pauvres que les RETEX étrangers de manière générale et sur la question du fonctionnement territorial conditionné par celui des réseaux urbains (même en considérant plus de cas que ceux cités dans cette étude). Si dans les cas étudiés, tous les réseaux urbains ont été touchés de manière importante par les inondations, peu de RETEX en font le bilan de manière détaillée. Les dommages sont quasiment toujours évoqués mais très peu de RETEX évoquent la préparation des opérateurs et le retour à la normale des réseaux. Les comptes rendus manquent de détails quant à la chronologie des événements et aux temps de récupération. On peut se poser la question sur la raison du peu d'intégration des réseaux urbains à ces documents, qui sont stratégiques pour les futures autres crises.
Par ailleurs, il faut se montrer prudent dans l'interprétation des données issues des RETEX comme nous l'avons montré en fin de partie 5.3.2, les données n'étant pas toujours très précisément explicitées, justifiées ou référencées pour reconstituer les faits avec fiabilité.

Conclusion

Même s'il est encore peu tourné vers la question du fonctionnement urbain, le retour d'expérience est un très bon outil de la résilience. Il permet de « regarder derrière soi » pour avancer plus prudemment sur un chemin où l'on saura mieux identifier et contourner les embûches à la prochaine crise (de nature technique mais surtout organisationnels et humains). Dans notre étude, l'utilisation des rapports de retours d'expérience d'inondations majeures pour la résilience des réseaux techniques urbains a montré que face à la rupture de la continuité d'activité, un retour à la normale rapide des réseaux est possible moyennant les bonnes actions ou réactions parmi les ingrédients de nature organisationnelle, humaine et/ou technique. Cependant, on note globalement un manque de détails quant au fonctionnement des réseaux urbains en temps de crise (chronologie, temps de récupération, etc.). Les RETEX français abordent beaucoup moins que les RETEX étrangers la question du fonctionnement territorial conditionné par celui des réseaux urbains. Principalement centrés sur la chronologie de l'événement et les dommages, ils oublient souvent la préparation des opérateurs et le retour à la normale des réseaux ou des services et leurs dimensions espace-temps.
En France, nous avons donc besoin de capitaliser les RETEX et de mieux les orienter pour conserver des informations sur le comportement des réseaux et les impacts sur les services urbains pendant le temps de l'urgence mais aussi après sur le temps long (récupération).
Afin d'augmenter la portée des RETEX (français ou étrangers) et d'en tirer toute la substantifique moelle que l'on attend par rapport à une problématique donnée, il est tout de même nécessaire de concevoir une grille d'analyse spécifique qui recense, classe et facilite l'analyse des informations éparpillées par rapport à la problématique que l'on s'est donné d'étudier. Puisque la résilience des réseaux urbains est devenue un axe stratégique de l'application de la Directive Inondation 2007/60/CE, il faut maintenant que les prochains RETEX (parce qu'il y en aura) soient conçus dès le départ pour intégrer une partie sur le comportement des réseaux techniques urbains pour répondre à une meilleure résilience territoriale face aux risques.

Bibliographie

CGEDD, *Inondations de mai et juin 2016 dans les bassins moyens de la Seine et de la Loire. Retours d'expérience,* rapport CGEDD n° 010743-01 et IGA n° 16080-R, fév. 2017a, 101 p.

CGEDD, *Pour des retours d'expérience au service de la stratégie nationale de gestion du risque inondation. Synthèse du collège des risques naturels et technologiques,* rapport n° 010890-01, fév. 2017b, 36 p.

Crozier D., Jouannic G., Tran Duc Minh C., Kolli Z., Matagne E., Arbizzi S., « Reconstruire un territoire moins vulnérable après une inondation : une fenêtre d'opportunité encore difficilement mobilisable », *Espace populations sociétés* [En ligne], 2016/3 | 2017, mis en ligne le 31 janvier 2017, consulté le 2 juillet 2017. URL : http://eps.revues.org/7033 ; DOI : 10.4000/eps.7033.

Daniel J., *Quels enseignements tirer des retours d'expériences d'événements d'inondation pour améliorer la résilience des réseaux urbains du Grand Paris ?,* Rapport final de stage de M2 à diffusion restreinte sous la direction de Nathalie POTTIER, UVSQ-CEMOTEV, sept. 2016, 154 p. plus annexes.

Déclaration d'Intention conclue le 20 avril 2016 dite « convention d'échange de données risque inondation » : http://seinegrandslacs.fr/sites/default/files/convention_echange_de_donnees_risque_inondation.pdf.

EPTB Seine Grands Lacs, Ville de Paris, SGZDS, Conférence-débat « crues de juin 2016 : quels enseignements ? », dans *Plouf 75. Tous concernés, tous préparés. Informons-nous sur les inondations*, 26 avril 2017, Paris.

Landau B., Diab Y. (dir.), *Résilience, vulnérabilité des territoires et génie urbain*, EIVP, Presses des Ponts, 2016, 287 p.

Lhomme S., *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 de l'université Paris Diderot (sous la dir. Laganier R. & Serre D.), 2012, 365 p.

Moatty A., *Pour une géographie des reconstructions post-catastrophe : risques, sociétés et territoires*, thèse de doctorat

de géographie, université Paul-Valéry Montpellier 3, 2015, 491 p.

MOATTY A., GAILLARD J.-C., VINET F., *Du désastre au développement : les enjeux de la reconstruction post-catastrophe*, *Annales de géographie*, vol. 714, n° 2, 2017, p. 169-194.

NEW YORK CITY, *New-York : A stronger, more resilient New York,* 2013, 430 p.

OCDE, *Étude de l'OCDE sur la gestion des risques d'inondation : la Seine en Île-de-France*, éditions OCDE, 2014, 214 p. Résumé exécutif disponible en ligne, 27 p.

POTTIER N., « Les temporalités au cœur de la gestion des risques et des catastrophes naturelles : l'exemple des zones inondables », dans BRESSON M., CARTIER-BRESSON J., GERONIMI V., LERICHE F. (dir.), *Le temps dans les sciences sociales. Temporalités plurielles et défis de la mesure*, éd. Karthala, 2016, p. 215-240.

REY T., LE DÉ L., LEONE F., DAVID G., « An integrative approach to understand vulnerability and resilience post-disaster : The 2015 cyclone Pam in urban Vanuatu as case study », *Disaster Prevention and Management*, 26 (3), 2017, p. 259-275.

SERRE Damien, *La ville résiliente aux inondations. Méthodes et outils d'évaluation*, mémoire d'Habilitation à diriger des recherches en génie urbain (sous la dir. DIAB Youssef), université Paris-Est, 2013, 173 p.

TOUBIN M., *Améliorer la résilience urbaine par un diagnostic collaboratif, l'exemple des services urbains parisiens face à l'inondation*, thèse de doctorat en géographie aménagement, université Paris-Diderot — Paris VII, 2014, 408 p.

TOUBIN M., « Résilience et génie urbain à Paris, une approche Holistique », dans *Résilience, Résilience, vulnérabilité des territoires et génie urbain*, EIVP, Presses des Ponts, juin 2016, p. 101-106.

VUILLET M., « Ingénierie de la résilience, une question d'échelles », dans *Résilience, Résilience, vulnérabilité des territoires et génie urbain*, EIVP, Presses des Ponts, juin 2016, p. 45-57.

WIBO J.-L., « Le retour d'expérience : un processus d'acquisition de connaissances et d'apprentissage », dans SPETCHT M., PLANCHETTE G., *Gestion de crise : le maillon humain au sein de l'organisation*, Economica, 2009, 19 p.

Collection « Géorisques »

Titres déjà parus dans la même collection

— *Gérer les risques naturels : pratiques et outils*, F. Leone & F. Vinet, 2017.

— *Plans communaux de sauvegarde et outils de gestion de crise*, F. Leone & F. Vinet, 2015.

— *Atlas des risques naturels et des vulnérabilités territoriales de Mayotte*, F. Leone (dir.), 2014.

— *Prévenir les risques naturels : de la modélisation à l'information*, F. Leone & F. Vinet, 2013.

— *Le littoral : caractérisation et gestion d'un espace à risques*, F. Leone & F. Vinet, 2012.

— *Quelles archives aujourd'hui pour mieux gérer les risques demain ? Approches géographiques et historiques*, N. Meschinet de Richemond, 2010.

— *La mise en carte des risques naturels — Diversité des approches*, F. Leone & F. Vinet, 2008.

— *La vulnérabilité des sociétés et des territoires face aux menaces naturelles — Analyses géographiques*, F. Leone & F. Vinet, 2006.

Presses universitaires de la Méditerranée
(Université Paul-Valéry Montpellier 3)
pulm@univ-montp3.fr
www.pulm.fr

Dépôt légal : octobre 2019