

Les collectivités locales face aux dysfonctionnements de réseaux techniques urbains lors de crues lentes, retour d'expérience de communes sinistrées des crues de 2016 et 2018 en Ile-de-France

Local authorities faced with malfunctions of urban technical networks during slow floods, feedback from municipalities affected by the 2016 and 2018 floods in Ile-de-France

VUILLET Marc
EIVP, Lab'URBA Univ
Gustave Eiffel, Univ
Paris Est Créteil
Paris
[marc.vuillet@eivp-
paris.fr](mailto:marc.vuillet@eivp-paris.fr)

POTTIER Nathalie
UMI SOURCE, UMI
272 Univ Versailles
Saint Quentin-en-
Yvelines-Université
Paris-Saclay
nathalie.pottier@uvsq.fr

VARESANO Lenni
UMI SOURCE, UMI 272
Univ Versailles Saint
Quentin-en-Yvelines-
Université Paris-Saclay
lenni.varesano@uvsq.fr

Résumé — Les crues lentes représentent un défi particulier pour les collectivités locales qui doivent faire face aux dysfonctionnements des réseaux techniques urbains (électricité, transports, télécommunications, eau potable, ...) et aux conséquences en termes de gestion des services publics pour leurs administrés. En témoignent les deux épisodes successifs des crues de 2016 et 2018 sur le bassin de la Seine qui ont touché des communes d'Ile-de-France et du Loiret. Selon le rapport de la Cour des Comptes (2022) : ils ont respectivement occasionné 1,4 milliard d'euros de dommages pour les crues de mai-juin 2016 et 150 à 200 millions d'euro pour les crues de janvier-février 2018. Nous présentons ici les résultats d'une enquête approfondie menée auprès de 28 collectivités locales d'Ile-de-France (IDF) reconnues sinistrées par arrêté de catastrophe naturelle des crues de mai-juin 2016 et/ou de janvier-février 2018. L'enquête a permis d'appréhender localement l'impact des crues sur les coupures de réseau, les solutions alternatives utilisées pour la continuité d'activité et les types de données (cartographiques et géomatiques) échangées en crise. Complété par des entretiens auprès d'acteurs locaux de métiers divers, le RETEX a permis de mettre en avant le caractère déjà très significatif des atteintes aux réseaux pour des crues de moyenne ampleur à l'échelle de la région IDF, l'hétérogénéité de la temporalité des coupures de réseaux à bien prendre en compte en termes de gestion de crise sur le plan organisationnel et humain, ou encore les besoins prioritaires en données SIG et cartographiques plus précises sur les zones de fragilité des réseaux (notamment eau potable et assainissement).

Mots-clefs — *RETEX, inondation, réseaux techniques, gestion de crise, collectivités, Ile de France*

Abstract — *Slow floods represent a particular challenge for local authorities who must deal with the dysfunctions of urban technical networks (electricity, transport, telecommunications, drinking water, etc.) and the consequences in terms of management of public services for their citizens. This is evidenced by the two successive episodes of floods in 2016 and 2018 in the Seine basin which affected municipalities in Ile-de-France and the Loire. According to the report of the Court of Auditors (2022): they respectively caused 1.4 billion euros in damage for the floods of May-June 2016 and 150 to 200 million euros for the floods of January-February 2018. We present the results here of an in-depth investigation carried out among 28 local authorities in Ile-de-France recognized as affected by the natural disaster order of the floods of May-June 2016 and/or January-February 2018. The investigation made it possible to understand locally the impact of floods on network outages, the alternative solutions used for business continuity and the types of data (cartographic and geomatics) exchanged in a crisis. Supplemented by interviews with various local stakeholders from various professions, the RETEX made it possible to highlight the already very significant nature of the damage to the networks for medium-sized floods on the scale of the IDF region, the heterogeneity of the temporality of the cuts of networks to be taken into account in terms of crisis management on an organizational and human level, or the priority needs for more precise GIS and cartographic data on areas of network fragility (notably drinking water and sanitation).*

Keywords — *RETEX, flooding, technical networks, crisis management, local collectivities, Ile de France*

42 I. INTRODUCTION

43

44

45

46

47

48

49

50

51

Les inondations représentent le premier risque naturel en France, elles menacent des vies, des habitations, des emplois et peuvent causer des dommages importants aux infrastructures de réseaux urbains, en particulier aux réseaux techniques d'électricité, de gaz, d'eau potable et d'assainissement, aux réseaux de télécommunication, à la voirie et aux réseaux de transport en commun. Toutes les régions de France sont concernées. 17 millions d'habitants sont exposés aux inondations par débordement de cours d'eau et 1,4 millions sont exposés au risque de submersion marine (MTE, 2020). D'après la Mission Risques Naturels (MRN 2018), la part des inondations dans le coût de la sinistralité climatique des 25 dernières années représente environ 25%. Elle pourrait dépasser 37% à l'horizon 2040 du fait des impacts du changement climatique.

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

En Ile-de-France (IDF), selon l'OCDE (OCDE2014) l'impact socio-économique d'une crue de type 1910 (occurrence centennale), pourrait engendrer aujourd'hui 3 à 30 milliards d'euros de dommages directs et jusqu'à 50 milliards de perte du PIB sur 5 ans. L'étude insiste notamment sur le rôle des réseaux. Selon l'Institut Paris Région (Rufat et Faytre 2024), 800 000 franciliens vivent en zone inondable tandis que 3 à 5 millions seraient concernés par des coupures d'électricité, des perturbations majeures des transports, etc. Aussi les répercussions économiques seraient significatives sur le plan national. Ces estimations ont été largement confortées par les crues de 2016 et 2018 (Gache 2021; OCDE 2018). Une étude plus récente (Ville de Paris 2021) prévoit parmi les conséquences du dérèglement climatique une augmentation considérable de l'aléa inondation et de ses impacts sur les réseaux et les collectivités. L'étude de la vulnérabilité des réseaux et de l'anticipation des crises à venir liées à leurs dysfonctionnements apparait comme un sujet prioritaire pour la gestion du risque inondation en IDF (Bocquentin et al. 2020; Moatty et Reghezza-Zitt 2018; Pottier et al. 2023 ; Toubin 2014; Pottier, Daniel, et Vuillet 2019).

63

64

65

66

67

68

69

L'exemple récent le plus significatif de dysfonctionnement des réseaux techniques urbains en IDF est le cas des inondations consécutives aux crues de juin 2016 et janvier 2018. Elles offrent des occasions d'enrichir nos connaissances et d'améliorer notre capacité à prévoir les futures crues. Ces inondations ont touché une quinzaine de départements et, plus particulièrement, l'Essonne, le Loiret, la Seine-et-Marne le Loir-et-Cher, le Cher ainsi que l'Yonne, pour des montants de dégâts dépassant largement 1 Md€, qui en ont fait le deuxième événement le plus coûteux jamais enregistré depuis la création du régime des catastrophes naturelles il y a plus de 40 ans, le premier est la tempête Xynthia (Perrin et al. 2017).

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

Ces crues, moyennes (mais parfois majeures) sur plusieurs affluents de la Seine (Loing, Yvette, Essonne, Seine supérieure, Aube, Yonne et Marne inférieure), sont restées un phénomène d'amplitude relativement faible à l'échelle de la région IDF, correspondant à une période de retour de 20 ans pour le tronçon de la Seine traversant Paris et les départements de petite couronne. Néanmoins les deux crues provoquent la coupure du RER C dans Paris Intramuros (550 000 voyageurs/jours) durant plusieurs semaines et un nombre non négligeable d'évacuations, principalement dans l'Essonne, le Val de Marne et la Seine et Marne. La crue de mai-juin 2016 a donné lieu à de nombreuses coupures d'électricité et à l'évacuation de près de 20 000 personnes. La sécurisation des réseaux de distribution électrique a notamment été identifiée comme enjeu majeur sous-évalué (Perrin et al. 2017). En Janvier 2018 les coupures d'électricité et de chauffage ont conduit à l'évacuation d'une grande partie de la population de la commune de Joinville et ce bien au-delà de la zone inondée (Edjossan-Sossou et al. 2022).

80

81

82

83

84

85

86

Comme le souligne Toubin (2014), les réseaux techniques urbains sont des systèmes de systèmes complexes indispensables au fonctionnement de la ville, qui peuvent être considérés comme des infrastructures critiques. Ils font pour la plupart partie des opérateurs d'importance vitale selon article R. 1332-2 du Code de la Défense. Ils peuvent être catégorisés selon la nature des éléments dont ils permettent le déplacement : informations pour les télécommunications, biens et personnes pour les transports, fluides pour les réseaux d'énergie et d'eau, matières pour les réseaux de déchets. Ils occupent une place majeure pour les villes, que ce soit en temps normal, lors d'une crise ou pendant la phase de retour à la normale.

87

88

89

90

91

Souhaitant affiner les connaissances sur l'impact des crues lentes sur les réseaux de services urbains à l'échelle fine des collectivités locales, le présent travail a consisté à établir un retour d'expérience (RETEX) dans le cas des crues de 2016 et 2018 en IDF à partir d'entretiens ciblés avec des acteurs locaux de la gestion de crise et d'une enquête auprès de services municipaux et intercommunaux impliqués dans la gestion de crise inondation lors de ces épisodes.

92

93

94

95

96

97

L'originalité principale de l'approche réside dans la volonté d'obtenir un RETEX au plus près du terrain, avec une attention prioritaire portée aux communes. Le maire représentant de la commune ou d'une intercommunalité est l'intermédiaire privilégié entre les services de l'Etat qui lui dictent les instructions en cas de crise voire de déclenchement de plan ORSEC et la population à qui il doit transmettre et faire comprendre ces instructions (l'évacuation préventive en cas de coupures électriques par exemple). Cette étude complète d'autres approches plus centrées sur les opérateurs réseau (Bocquentin et al. 2020; Dabaj et al. 2022 ; Gueben-Veniere 2017;

98 Moatty et Reghezza-Zitt 2018; November et Créton-Cazanave 2017; Pottier, Vuillet, et Lhomme 2022; Toubin
99 2014).

100 Ces travaux d'enquête à l'échelon des collectivités locales s'inscrivent dans le cadre du projet de recherche ANR
101 RGC4 « Résilience urbaine et gestion de crise dans un contexte de crue à cinétique lente » (Pottier, Vuillet, et
102 Lhomme 2022) où d'autres travaux d'enquêtes, plus axés sur le volet évacuation, ont également été réalisés auprès
103 des ménages parisiens susceptibles d'être affectés par des inondations (Pottier et al. 2023) et auprès des ménages
104 effectivement affectés et sinistrés par les inondations de 2016 et 2018 en IdF (Edjossan-Sossou et al. 2022). Nous
105 présentons ici la méthodologie d'enquête pour la conduite du RETEX de l'impact des crues de 2016 et 2018 sur les
106 réseaux techniques urbains vu sous l'angle des collectivités locales. Ce travail a été réalisé avec l'aide d'un étudiant
107 de Master 2 dans le cadre de son mémoire de fin d'études (Varesano 2018).

108
109

110 II. METHODOLOGIE

111
112
113
114
115
116
117
118

La première étape a consisté à s'imprégner du contexte : une revue documentaire et des entretiens avec des acteurs
clefs du territoire d'IDF et des experts ont permis d'élaborer des questionnaires à destination des collectivités. La
seconde étape a consisté à la mise en œuvre du questionnaire auprès des communes. Les réponses des enquêtés ont
pu être complétées et croisées avec les informations données par des entretiens semi directifs auprès d'acteurs
institutionnels locaux divers impliqués dans la gestion de crise en cas d'inondation (syndicats de rivière, conseils
départementaux, etc.).

119 A. Identification des acteurs cibles pour les enquêtes et entretiens

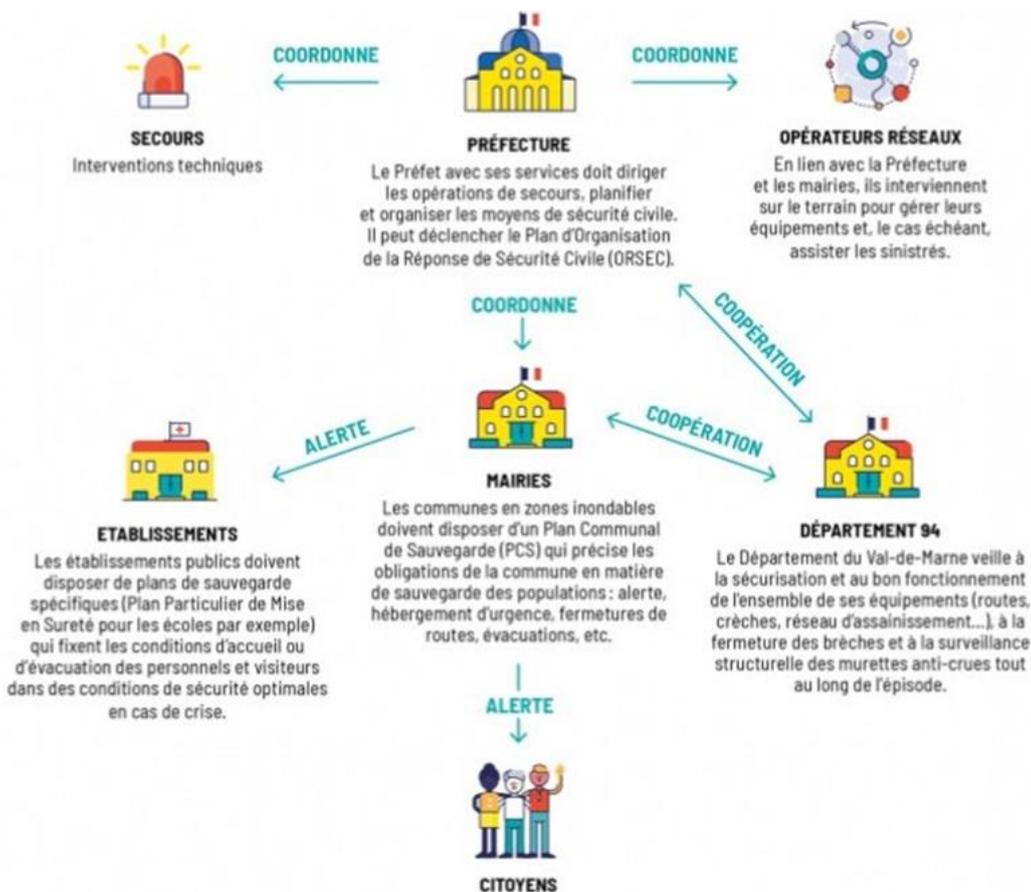
120
121
122

La méthodologie développée (Varesano 2018) s'est d'abord appuyée sur une analyse bibliographique des
documents existants :

- 123 • Les RETEX officiels publics (CGEDD, MRN, Sites de réassurance, CCR, EPTBSGL, etc.)
- 124 • Les coupures de journaux et articles de presse en ligne
- 125 • Le suivi des réseaux sociaux (twitter des organismes ayant géré la crise : ENEDIS, RATP, certaines
126 collectivités, etc.)
- 127 • Articles de revues académiques ou professionnelles, thèses (Toubin 2014; Bocquentin 2020) , recherches
128 en cours tels que les projets ANR RGC4 (Pottier, Vuillet, et Lhomme 2022), EURIDYCE (November et
129 Créton-Cazanave 2017)
- 130 • Les documents relatifs à la Directive européenne Inondation et ses déclinaisons pour le bassin Seine-
131 Normandie : (EPRI Seine) / PGRI et SLGRI Seine Normandie
- 132 • Les PPRi par bassin (rédigés par la DRIEAT, ex-DRIEE)
- 133 • Les documents d'information préventive sur les risques naturels majeurs (et technologiques : SDPRN
134 schéma départemental de prévention des risques naturels ; DDRM document départemental des risques
135 majeurs ; DICRIM document d'information communale sur les risques majeurs ; PCS plan communal de
136 sauvegarde quand il existait selon les communes (déclinaison locale du plan départemental ou
137 interdépartemental ORSEC)
- 138 • Les documents de gestion de crise : ORSEC (ORSEC zonal IDF ; ORSEC départemental spécifique
139 inondation lorsqu'il existait (ex : dans les Hauts-de-Seine) ; PCS parfois associés à une réserve communale
140 de sauvegarde

141 Pour compléter l'analyse bibliographique et la revue de presse locale, un guide d'entretiens a été réalisé à
142 destination des professionnels de la gestion de l'eau et des inondations à l'échelon local. Il visait à recueillir des
143 informations techniques et organisationnelles sur les modalités de gestion de crise lors des inondations de 2016 et
144 de 2018 et sur la connaissance locale des impacts aux réseaux de services urbains à l'échelle des communes
145 sinistrées d'IDF (en particulier coupures de réseau électrique, des télécommunications, des réseaux eau potable et
146 assainissement). L'objet était également d'avoir, de la part de ces spécialistes, les coordonnées des services
147 communaux et personnels impliqués dans la gestion de crise avec lesquels ils sont en contact, ceci pour construire
148 la liste des destinataires du questionnaire « collectivités ». Les échanges avec plusieurs acteurs ont été priorités et
149 (Tableau 2) parmi les acteurs traditionnels de l'échelon local (Figure 7) : les communes, les départements et les

150 services départementaux d'incendie et de secours (SDIS) auxquels nous avons ajouté les syndicats de rivière
 151 impliqués dans les stratégies de prévention des crues à l'échelle des bassins versants.
 152



153
 154 *Figure 1 Gestion de crise, qui fait quoi ? Le rôle central des mairies¹*

155
 156
 157
 158 *Tableau 1 : acteurs rencontrés*

Acteurs	Rôles	Contactés	Entretiens	Réponses questionnaires
Syndicats des eaux	Entretien/aménagement des cours d'eau, défense contre les inondations, protection/restauration des zones humides	6	3	0
Départements 91, 92, 93, 94, 95	Fonctionnement des équipements	9	3	0

¹ <https://www.valdemarne.fr/le-conseil-departemental/cadre-de-vie/assurer-une-bonne-gestion-de-leau/gestion-des-inondations-mode-demploi>

SDIS 92, 94	Sécurité civile : évaluation des risques, mesures des sauvegarde, organisation des moyens de secours, protection des personnes, des biens et de l'environnement, secours d'urgence	3	0	0
DDT 95	Elaboration de Plan de prévention des risques/atlas de risques contrôle des ouvrages hydrauliques	1	1	0
Communes	Information, maîtrise de l'urbanisme, Plan communaux de sauvegarde : alerte, hébergement d'urgence, fermeture des routes, évacuation, etc.	130	NC	28

159

160 Aussi, il s'agissait d'identifier les acteurs locaux et leurs services disposant de plateformes de systèmes
161 d'information géographique (SIG) sur les territoires sinistrés. Durant la crise inondation, ces acteurs sont
162 susceptibles de pouvoir échanger des données SIG ou de souhaiter en échanger avec les services de gestion de crise
163 aux niveaux institutionnels supérieurs afin de disposer d'une cartographie plus ou moins réactualisée en temps réel
164 des zones de fragilité et/ou de dysfonctionnement des infrastructures de réseau ou de blocage sur le territoire des
165 communes ou groupements de communes.

166 Pas ou peu de communes disposent de leur propre SIG qui sert généralement à alimenter un observatoire
167 du territoire sans lien spécifique avec les risques d'inondation. Il faut se placer à l'échelle intercommunale ou même
168 départementale pour en trouver. Ainsi, ce sont les services SIG de quelques conseils départementaux (tels que
169 l'Essonne et le Val-de-Marne) et des syndicats mixtes de gestion de bassins-versants de rivières (telles que le
170 SyAGE pour l'Yerres, le SIVOA pour l'Orge) qui ont été sollicités.

171 Les entretiens avec le personnel des syndicats de rivière en particulier ont permis de cibler les communes
172 les plus sinistrées et les plus susceptibles de répondre à l'enquête de retour d'expérience que nous souhaitons mener.
173 Ils ont été d'une grande aide et potentiellement très intéressés par les résultats d'un RETEX des impacts aux réseaux
174 du point de vue des services municipaux et des élus locaux, étude aussi cruciale qu'inédite à cet échelon, « une
175 première » d'après leurs dires.

176

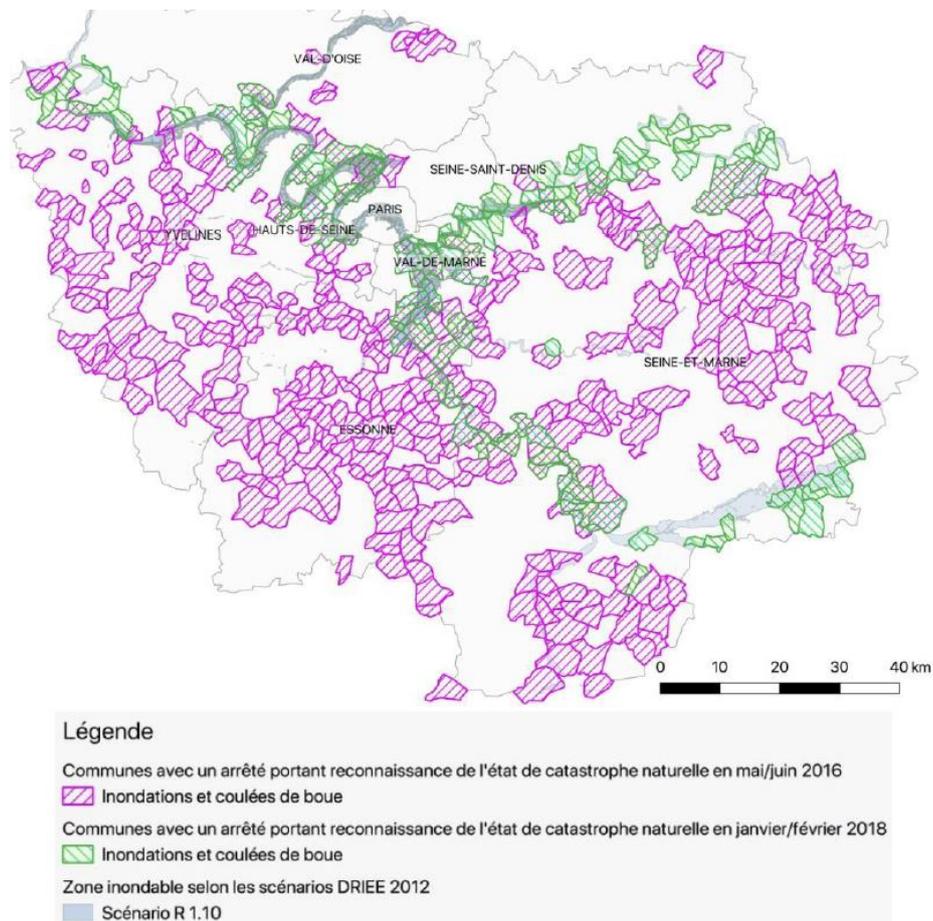


Figure 2 : Communes reconnues par un arrêté de Catnat inondation et coulée de boue en 2016 et en 2018 (Varesano 2018) données issues de Légifrance, IAU, DRIEE, Data gov, arrêtés Legifrance (publié au JO du 08 et du 15/06/2016, JO du 15/02/2018).

B. Questionnaire d'enquête dédié aux collectivités locales sinistrées

Construction de l'échantillon d'enquête

Pour construire l'échantillon de communes d'IDF à enquêter, une sélection a été faite sur la base des critères communs suivants :

- des communes identifiées « territoires à risque important d'inondation » (TRI) dans la SLGRI « métropole francilienne » (Gouv 2014)
- Des communes reconnues sinistrées ayant fait l'objet d'un ou plusieurs arrêtés de catastrophes naturelles inondation et/ou coulée de boue pour les crues de mai-juin 2016 et/ou de janvier-février 2018 (Figure 8) (arrêtés Légifrance publiés au Journal Officiel des 15/06/2016 et 15/02/2018), et une sélection préférentielle de communes sinistrées en 2016 et 2018
- Des communes ayant été touchées de manière significative (en termes de dommages et de dysfonctionnements des services urbains, d'après les informations recueillies par entretiens et à travers les articles de presse)
- Des communes de plus de 9000 habitants. Ce seuil choisi peut paraître subjectif mais il a été retenu à l'issue d'une analyse des caractéristiques des communes qui devaient être suffisamment développées en termes d'infrastructures de réseaux urbains, de nombre d'habitants et de services techniques pour que des inondations soient susceptibles de générer des désordres significatifs. Au-dessous de ce seuil, nous estimons que les résultats n'auraient pas été forcément représentatifs et que la charge de travail pour la distribution aurait été trop longue

Au total, 130 communes ont été retenues pour notre échantillon. Pour chaque commune, le personnel impliqué dans la gestion de la crise inondation en 2016 et/ou en 2018 a été contacté par email et téléphone (entretien

204 bref pour présenter l'enquête et s'assurer de la bonne adresse email d'envoi). Plusieurs relances téléphoniques et
205 mail (lorsque les responsables étaient indisponibles ou absents) ont été faites sur une période de 2 mois en août et
206 septembre 2018. Nous verrons plus loin que 28 communes ont renvoyé le questionnaire totalement rempli, ce qui
207 reste honorable au vu de la consistance de ce questionnaire

208

209 *Structure de l'enquête*

210

211 La construction du questionnaire, a pu s'inspirer des démarches de réalisation de questionnaires pour les
212 gestionnaires de réseaux réalisés dans des travaux antérieurs ou connexes (Bocquentin et al. 2020; Dabaj et al. 2022;
213 Edjossan-Sossou et al. 2022; Pottier et al. 2023; Toubin 2014).

214 Ce questionnaire visait à connaître les impacts des inondations sur le fonctionnement des réseaux à l'échelle du
215 territoire communal, les solutions alternatives mises en place pour la continuité d'activité des services publics et/ou
216 les conditions de retour « à la normale ». Moins classique et plutôt novateur, le questionnaire portait également sur
217 les types de données de nature géomatique et cartographique échangées (ou pas, mais souhaitées) avec les opérateurs
218 de réseaux et les gestionnaires de crise pour faciliter le fonctionnement urbain pendant l'inondation, leur
219 interopérabilité et les outils géomatiques utilisés.

220

221 Une difficulté a été de trouver un équilibre satisfaisant entre un questionnaire complet mais pas trop long,
222 de sorte à espérer obtenir des réponses tout en ayant suffisamment d'information.

223 Le questionnaire destiné aux collectivités locales était intitulé « Et demain ? Comment fera votre collectivité
224 pour se maintenir face aux aléas climatiques ? ». Il était composé de quarante questions réparties en cinq rubriques
225 (Varesano 2018) :

226

- 227 • Un état des lieux général sur les inondations de 2016 et 2018 et leurs impacts sur la commune
- 228 • Un recensement précis des impacts des inondations sur son fonctionnement urbain et ses missions de service public et des délais de remise en service
- 229 • Un recensement des conséquences en chaîne liées aux dysfonctionnements des réseaux de service public
- 230 • Un recensement des solutions mises en œuvre sur leur territoire pour la continuité de service public ou la reprise d'activité
- 231 • Enfin un recensement des données cartographiques échangées lors des dernières crues et un questionnement sur les données géomatiques qui leur seraient les plus utiles à l'avenir.

232

233 Il a été saisi sur l'outil de création de sondages en ligne « Google forms », simple et rapide d'utilisation et produisant des illustrations graphiques des réponses actualisées au fil des réponses reçues.

234

235

236

237

238

239

III. RESULTATS

240

A. *Echantillon de réponses obtenues*

241

242 28 collectivités ont répondu au questionnaire. En tenant compte du fait que l'estimation du temps de réponse
243 réel pour un interlocuteur était d'environ 1 heure (possibilité de répondre en plusieurs fois) et que l'enquête a été
244 conduite en août-septembre (pour des raisons pratiques), le nombre de retours est finalement plutôt satisfaisant. De
245 plus, sur l'échantillon retenu des 130 communes, ce sont 40 à 50 communes qui ont été réellement affectées par les
246 crues de 2016 et/ou 2018 et donc véritablement en mesure de répondre au questionnaire en termes de retour
247 d'expérience. Les répondants étaient d'ailleurs en majorité inclus dans ce noyau des 50 communes les plus touchées.
248 Plusieurs collectivités ont été incapables de répondre aux principales questions de l'enquête et nous ont renvoyé
249 vers les communautés d'agglomération et les gestionnaires de réseaux techniques. Parmi les répondantes, la quasi-
250 totalité des collectivités (26 des 28) ont été sinistrées par les inondations en 2016 et en 2018 et 16 d'entre elles au
251 moins ont fait l'objet d'évacuations sur leur territoire.

252 *B. Impacts sur la continuité d'activité des réseaux*

253 La notion d'impact est souvent assimilée par les collectivités locales à des impacts directs, c'est-à-dire
254 l'impact de la montée des eaux sur les bâtiments et/ou infrastructures communales. L'atteinte aux réseaux n'est a
255 priori pas forcément ce qui a le plus marqué les communes enquêtées, à l'exception de routes inondées et d'accès
256 interdits à la voirie. Ces atteintes au réseau routier ont entraîné d'importances paralysies dans les zones inondées et
257 bien au-delà, avec des répercussions sur l'ensemble de la région. Parmi nos 28 communes, la moitié en 2016 et un
258 tiers en 2018 ont fait état d'impacts assez importants à très importants, 7 et 8 d'impacts peu important
259 (respectivement pour 2016 et 2018), 2 (2016) et 3 (2018) estiment que c'était difficile à dire. Il n'était pas demandé
260 de préciser les types d'impacts mais le croisement avec les articles de presse et des entretiens ont permis de préciser
261 l'importance des inondations de surface, des caves inondées et des coupures de réseaux routiers.

262 D'autres questions portaient sur les effets en chaînes ou effets domino constatés (Figure 9) : « avez-vous
263 constaté sur votre territoire des effets en chaîne liés aux perturbations des réseaux de services suite aux inondations ?
264 (exemple : des coupures électriques entraînent des dysfonctionnements du réseau d'assainissement qui entraînent
265 des remontées d'eaux usées dans les bâtiments qui conduisent à des évacuations non anticipées.
266



267
268 *Figure 3 : constats d'effets en chaîne liés aux perturbations des réseaux de services suite aux inondations de 2016*

269 Nous avons relevé différents types d'effets en chaîne. En 2016 à Nemours des coupures électriques
270 bloquaient les commandes des écluses et barrage, conduisant à une absence de régulation du canal qui a amplifié la
271 crue. En 2018 à Nogent sur Marne une coupure d'électricité a entraîné un arrêt du chauffage et donc des évacuations
272 des habitations. A Noisy le Grand une coupure d'électricité a provoqué la coupure de certaines pompes de relevage
273 et donc l'obligation pour les habitants de quitter leur logement. Le manque de concertation entre les collectivités
274 locales et les services de l'état fût un facteur aggravant constaté lors des crises. Par exemple, en 2018, une école a
275 été fermée par le Préfet de Seine Saint Denis sans concerter la commune alors que le directeur de celle-ci savait que
276 cet établissement n'était pas enclin à subir des coupures électriques. Le manque de coordination entre les
277 collectivités locales et les autorités supérieures est souvent un facteur aggravant de crise. Il en va de même pour ce
278 qui est de la difficulté pour les collectivités de faire passer des messages aux habitants vulnérables. Par exemple,
279 une commune de l'Essonne (91) a subi une coupure d'électricité sur un collectif. Lorsque celui-ci a été clairement
280 annoncé les habitants n'ont pas voulu évacuer et il a fallu les transporter par barque alors que l'évacuation aurait pu
281 se faire à sec.
282

283 Le questionnaire abordait également les solutions mises en œuvre pour la continuité d'activité des services
284 (Figure 10). Les plus représentées concernaient l'aide communale à la mobilité piétonne et la distribution d'eau
285 potable en bouteille. En 2018 a été constaté un essor considérable de la nécessité d'utiliser des groupes électrogènes
286 (appartenant, mais surtout n'appartenant pas au stock municipal), ce qui n'était pas le cas en 2016.
287
288

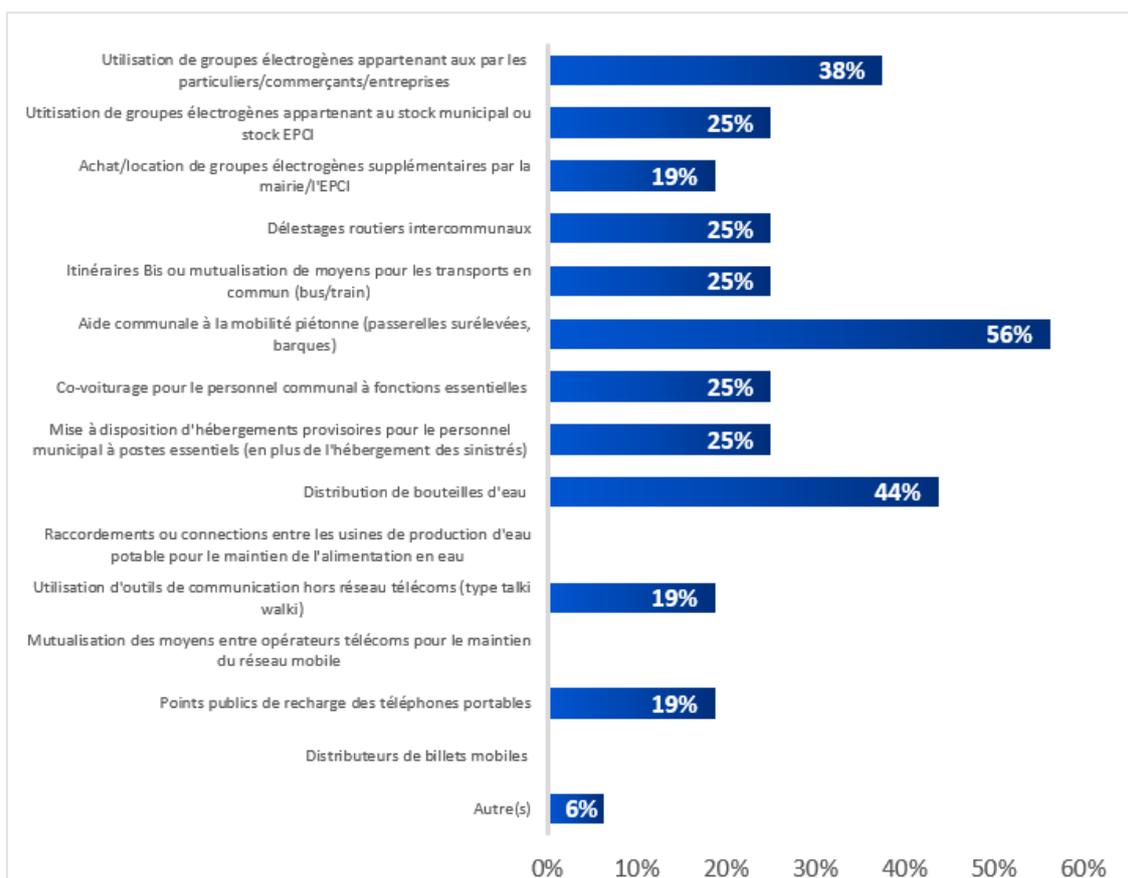


Figure 4 : recensement des solutions mises en oeuvre pour la continuité d'activité des services lors de la crue de 2018 (Varesano 2018)

Une autre partie du questionnaire abordait le thème de l'estimation du délai de rétablissement des principaux services urbains impactés par les inondations en 2018 (Figure 11). Si le rétablissement des services urbains est généralement considéré comme court à raisonnable, le délai de remise en état de l'intégralité du réseau a lui pu s'avérer bien plus long, comme à Noisy le Grand ou à Port-Marly, où il nous est précisé que le réseau électrique a mis plus de 3 mois pour être remis en état en 2018. Il n'est par contre pas précisé si des aménagements agissant sur la réduction de la vulnérabilité ont été pris en considération dans cette remise en état. De gros dégâts ont été relevés sur les canalisations d'assainissement à Villeneuve le Roi et Vigneux sur Seine où les réparations ont été particulièrement longues.

Graphique 4 : Estimation du Délai de rétablissement des principaux services urbains impactés par les inondations de 2018

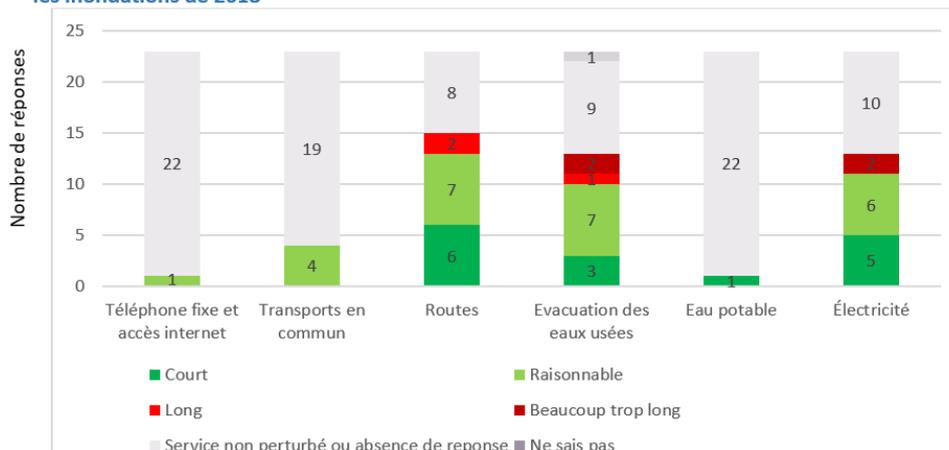


Figure 5 : Estimation du délai de rétablissement des principaux services urbains impactés par les inondations en 2018 (Varesano 2018)

C. Apport des RETEX au niveau communal

La suite du questionnaire concernait les RETEX : « disposez-vous de retour(s) d'expérience (RETEX) des crues de 2016 et 2018 ? ». Pour la plupart des communes répondantes, l'apport d'un RETEX global sur les territoires des communes et d'un RETEX départemental en 2016 leur a permis de mieux gérer la crise de 2018. En revanche, la part des collectivités locales ayant eu à disposition ou ayant participé aux RETEX des opérateurs de réseaux de services urbains était très faible en 2016 (9%), mais nous constatons un essor important de la prise en compte de ces RETEX, de plus en plus présents, avec 26% des collectivités auditées qui disposaient d'un RETEX lié aux réseaux en 2018 sur le territoire francilien. Nous sommes contraints de constater que la prise en compte des réseaux de services urbains dans la gestion de crise et l'analyse des impacts n'est pour l'heure pas une réelle priorité pour les services publics. Pourtant, la principale priorité lors des inondations est de rétablir le fonctionnement urbain, mais les RETEX ne sont pas basés sur le fonctionnement urbain.

Les nombreux entretiens auprès des experts et/ou acteurs de la gestion de crise ont permis de faire émerger plusieurs solutions d'améliorer la résilience du fonctionnement urbain :

- Établir des guides pratiques axés sur le fonctionnement urbain, ou intégrer cette dimension dans les guides pratiques existants.
- Permettre aux agents municipaux de participer à la réalisation de RETEX avec le reste des services.
- Rendre obligatoire la remise d'un RETEX aux autorités supérieures (Département, région, DRIEE) pour les communes reconnues par un arrêté de CatNat, bien que la question du temps de réalisation d'un RETEX complet soit un point à éclaircir. Souvent il faut réaliser un RETEX le lendemain de la crue afin de ne rien oublier, mais il peut également arriver que le délai de réalisation soit trop juste, surtout lorsque d'autres événements majeurs suivent, comme en 2018 lorsque les périodes de grand froid post inondation avec la présence de verglas, de neige, etc. ont souvent empêché des collectivités de réaliser un RETEX par manque de temps.
- Permettre une mutualisation rapide des moyens techniques indispensables aux différents acteurs pendant la crue (véhicules à châssis haut, pompes, groupes électrogènes ...). Souvent, une des causes du manque de réponse fût liée au manque de moyens à disposition.
- Un besoin d'obtenir davantage de RETEX des opérateurs réseau, surtout de la part d'ENEDIS.
- Prendre en compte l'incertitude de la temporalité dans les scénarios ZIP ZICH et les documents de planifications de crise. Les scénarios étaient des scénarios de crue hivernale, mais la crue de 2016 a montré qu'il pouvait en être autrement.
- Pour anticiper les effets en chaîne, les communes auraient souhaité avoir d'avantage de données comme celles d'ENEDIS avec la vulnérabilité des réseaux électriques, mais appliqués aux autres réseaux.
- la mise hors zone inondable des composants liés au réseau électrique : surélévation des armoires électriques et/ou déplacement/surélévation des transformateurs, comme à Jouy-le-Moutier. D'autres aménagements

343 sont possibles comme la déviation de certains réseaux électriques permettant d'alimenter des pompes de
344 relevage.

- 345 • Prévoir la mise hors d'eau des cheminements piétons donnant accès aux principaux bâtiments de logements
346 collectifs susceptibles d'être inondés. Par exemple se baser sur les RETEX également avec la création d'une
347 BDD des habitants, et des zones inondées par remonté de nappes.

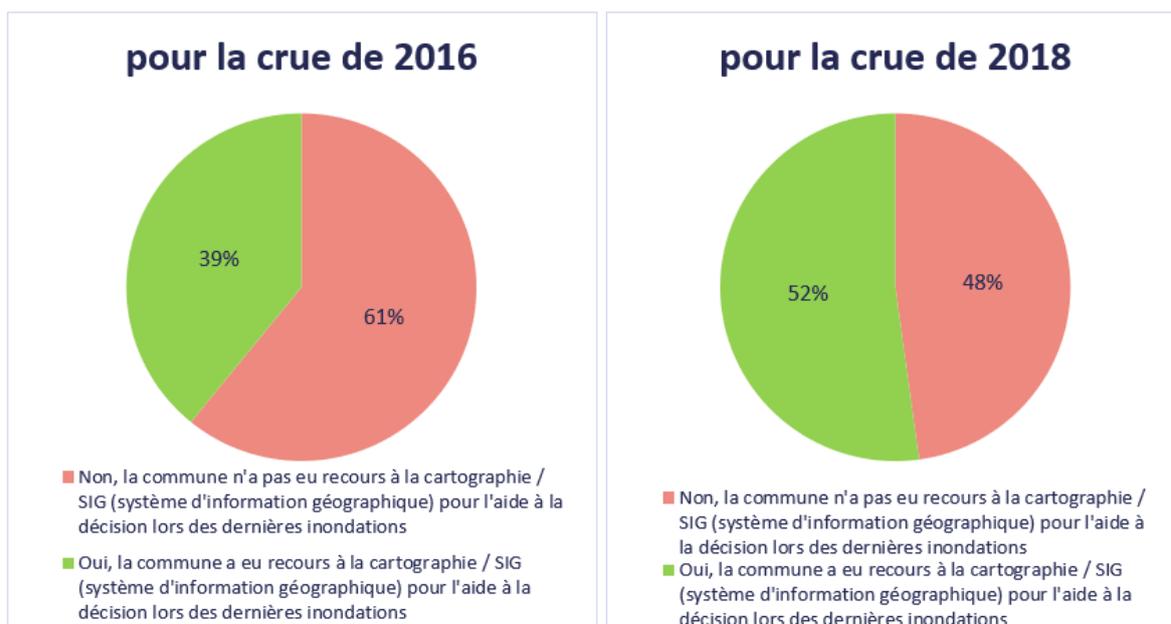
348

349 D. Utilisation des données cartographiques

350

351 Une partie des questions portait sur la cartographie : votre commune a-t-elle eu recours à la cartographie /
352 SIG (système d'information géographique) pour l'aide à la décision lors des dernières inondations ? Votre commune
353 disposait-elle de la même cartographie en 2016 et en 2018 pour l'aléa de référence inondation ? Pouvez-vous nous
354 préciser laquelle ? (PHEC, aléa PPRi, scénarios DRIEE, ZIP-ZICH, autre cartographie plus adaptée ? Selon vous,
355 quels sont les types de données indispensables à partager en cartographie/SIG pour envisager de réduire
356 significativement les dommages locaux ou les conséquences des inondations à l'échelon local ? Ce volet de l'enquête
357 a permis d'apporter plusieurs informations intéressantes, concernant l'utilisation des SIG en gestion de crise (Figure
358 12) qui montrent une nette progression de l'utilisation des cartes et du SIG entre 2016 et 2018. Selon les
359 informations recueillies en entretien cela est largement dû à une meilleure transmission des données de la part des
360 gestionnaires de réseaux.

361



362

363

Figure 6 : utilisation de cartographie SIG en période de crue en 2016 et en 2018

364

365 Les données qui ont été disponibles en période d'inondation pour plus de 50 % des communes auditées sur
366 2016 et 2018 étaient relatives aux transports en commun, au réseau routier (communal et hors communal). Venaient
367 ensuite les données liées au réseau d'assainissement, ainsi que les zones de fragilité électrique transmises par
368 ENEDIS. En revanche, les réseaux essentiels qui laissent les pouvoirs publics dans des « zones d'ombres » sont le
369 réseau de chauffage urbain, qui permet également la présence d'eau chaude dans certains habitats et
370 entreprises/industries, gérés par différents organismes CPCU pour Paris et quelques proches communes, les réseaux
371 de télécommunication (fixe, internet mobile 4G/3G) gérés par Orange SFR Bouygues ou encore Free, l'alimentation
372 en Gaz gérée par GRDF, le réseau d'hydrocarbure, ainsi que les zones de ruptures d'alimentation en eau potable
373 (captages, stations de pompage ...) gérées par Véolia Eau France, SUEZ eau France, le SEDIF etc.

374 Seules les données sur l'emplacement et la vulnérabilité des dépôts d'hydrocarbures ou des stations essence
375 ne semblaient pas faire l'unanimité en termes de nécessité, car la moitié des communes n'ayant pas ces informations
376 ont estimé qu'elles étaient inutiles aux pouvoirs publics, et l'autre moitié a estimé que ces données leur seraient
377 utiles (chiffres à nuancer, car 20% des communes auditées disposaient de ces données en 2016 et 15% en 2018).
378 L'information est un point vital pour l'amélioration de la gestion de crise, que ce soit du côté des préfectures ou des

379 collectivités locales (commune ou communauté d'agglomération). Les audits ont montré une volonté d'acquiescer ces
380 informations, mais que cela reste quelque chose de récent et de complexe à exploiter. Il apparaît particulièrement
381 important d'échanger des infos relatives aux réseaux, ne serait-ce que de savoir qui contacter : qui gère le chauffage
382 collectif sur mon territoire ? La CPCU ? Autre ?

383 Si l'on ne dispose pas d'informations à l'échelle communale, il va être complexe pour les préfetures de
384 prendre les bonnes décisions, car elles ne disposeront pas du temps et des ressources nécessaires pour aller chercher
385 les informations à des échelles très précises. De plus cela peut créer des paradoxes dans les décisions entre
386 Préfetures et collectivités comme en Seine Saint Denis (93) où un établissement scolaire a été fermé par le Préfet,
387 alors qu'il ne risquait rien d'après le département et la ville. Le manque de transmission fait que chaque acteur agit
388 différemment de son côté, avec un déficit de cohésion. À l'inverse, si les collectivités viennent à collecter ces
389 informations et réussissent à dresser un bilan de l'état des lieux et des répercussions qui peuvent arriver ou non, le
390 préfet pourra suivre ces recommandations, prendre de meilleures décisions, gagner en temps, et éviter les prises de
391 décision paradoxales à celles des collectivités. L'exercice SEQUANA a pourtant permis aux collectivités d'obtenir
392 beaucoup de données essentielles, mais souvent difficiles à exploiter de façon pertinente/adapter à une gestion de
393 crise réelle. Lors de la crue 2018, le manque d'information sur les réseaux électriques et sur les réseaux de chaleur
394 (sur les coupures préventives ou non des réseaux électriques (ENEDIS) nécessaire aux chauffages électriques
395 individuelles au fonctionnement des réseaux de chaleur urbains collectifs) a donné lieu à des évacuations complexes,
396 entraînant des difficultés d'hébergements et des coûts importants pour les communes.
397
398

399 IV. CONCLUSION

400 Les résultats de nos recherches confirment le rôle majeur des réseaux techniques supports des services urbains
401 dans la gestion de crise concernant notamment les évacuations, les décisions de fermetures d'établissements publics
402 ou encore les conditions de retour à la normale. Ces résultats soulignent également la nécessité de meilleures
403 coordinations et d'échanges d'information, en particulier de natures cartographiques entre les différents acteurs
404 impliqués sur ces questions : communes, intercommunalités, préfetures et opérateurs réseaux. Ces acteurs ont des
405 profils et des métiers variés : élus, services des communes, membres du SDIS, agents des préfetures et départements
406 ou encore experts métiers, souvent du domaine privé. Cela pose la question d'anticiper la mise à disposition
407 d'informations intelligibles et suffisamment complètes pour l'ensemble des parties prenantes, cartographies et retours
408 d'expérience notamment. La recherche a permis de dresser un certain nombre de recommandations : la nécessité de
409 faire plus de RETEX spécifiques aux réseaux les plus critiques, une meilleure intégration des agents municipaux ou
410 encore l'anticipation des échanges avec les opérateurs réseaux, préfetures et communes/intercommunalités. Enfin
411 et surtout le RETEX des crues de 2016 et 2018 en Ile-de-France fait apparaître la nécessité de disposer de
412 d'informations plus précises, spatialisées si possible sur les dysfonctionnements prévisibles des réseaux
413 d'assainissement, d'eau potable, de chauffage urbain et des zones de fragilités électriques.

414 REMERCIEMENTS

415 Les auteurs de l'article souhaitent remercier l'Agence Nationale pour la Recherche pour le financement du projet
416 ANR-15-CE39-0015 RGC4. Ils remercient aussi tout particulièrement Lenni Varesano pour son stage de Master 2 à
417 l'origine des résultats présentés ici (stage réalisé sous la direction de N. Pottier au laboratoire CEMOTEV (devenu
418 UMI SOURCE, UMI 272 UVSQ-IRD depuis 2020) en collaboration avec M. Vuillet de l'EIVP).

419 REFERENCES

- 420 Bocquentin, Marie. 2020. « Etude et modélisation des phénomènes d'(inter)dépendances et de défaillances en cascade au sein
421 des réseaux techniques urbains : vers une aide à la décision pour une application à l'agglomération parisienne face à
422 une crue majeure ». Thèse de doctorat, Paris Est. <https://www.theses.fr/2020PESC2015>.
- 423 Bocquentin, Marie, Marc Vuillet, Jean-Marie Cariolet, Serge Lhomme, et Youssef Diab. 2020. « Vers une meilleure prise en
424 compte des défaillances en cascade au sein des réseaux franciliens interdépendants face aux crues majeures ». *La*
425 *Houille Blanche*, n° 1 (février), 70-78. <https://doi.org/10.1051/lhb/2020009>.
- 426 Dabaj, Anas, Marc Vuillet, Frédéric Gache, Gwenaél Jouannic, et Youssef Diab. 2022. « Examining the Benefits of the Build
427 Back Better Concept for Parisian Critical Infrastructures Vulnerable to Flooding: From Build Back Better to Build
428 Better Before ». *Water Security* 17 (décembre):100123. <https://doi.org/10.1016/j.wasec.2022.100123>.
- 429 Edjossan-Sossou, Abla, Marc Vuillet, Hajjar Aboud, Nathalie Rabemalanto, Chevalier Axel, Julie Pidoux, Nathalie Pottier, et
430 Olivier Deck. 2022. « Modélisation de la décision d'auto-évacuation des ménages face à une défaillance du réseau
431 électrique en situation de crise à partir d'une étude empirique des inondations en 2016 et 2018 en Ile-de-France ». In
432 . EDF Lab Paris Saclay.

- 433 Gache, Frédéric. 2021. « comment la crue modérée de la seine en mai juin 2016 réinterroge les politiques franciliennes de
434 gestion des inondations ». In *Quelles stratégies pour quels risques ? La ville en question*, Presses des Ponts, 101-23.
435 [https://www.presses-des-ponts.fr/notre-librairie/385-quelles-strategies-pour-queles-risques--la-ville-en-question-
436 .html](https://www.presses-des-ponts.fr/notre-librairie/385-quelles-strategies-pour-queles-risques--la-ville-en-question-.html).
- 437 Gouv. 2014. « Arrêté 7 octobre 2014 Stratégie Nationale de gestion du risque inondation ».
- 438 Gueben-Veniere, Servane. 2017. « Les ateliers collaboratifs, un outil de recueil collectif des représentations spatiales ?
439 Exemple appliqué au cas de la gestion d'une crise liée à une crue majeure de la Seine en Île-de-France ». *EchoGéo*,
440 n° 41. <https://doi.org/10.4000/echogeo.15103>.
- 441 Moatty, Annabelle, et Magali Reghezza-Zitt. 2018. « Infrastructures critiques, vulnérabilisation du territoire et résilience :
442 assainissement et inondations majeures en Île-de-France ». *Vertigo : la revue électronique en sciences de
443 l'environnement* 18 (3). <https://www.erudit.org/fr/revues/vertigo/2018-v18-n3-vertigo04929/1065315ar/>.
- 444 MRN. 2018. « LETTRE D'INFORMATION DE LA MISSION RISQUES NATURELS - #27 Numéro spécial « Construire
445 en zone inondable et réhabiliter après inondation » ». Mission Risque Naturel. [https://www.mrn.asso.fr/wp-
446 content/uploads/2018/07/lettre-mrn-n27-31072018.pdf](https://www.mrn.asso.fr/wp-content/uploads/2018/07/lettre-mrn-n27-31072018.pdf).
- 447 MTE. 2020. « Prévention des inondations : une politique à tous les échelons ». Ministère de la Transition Ecologique.
448 https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/19150_plaquette-inondation_light_interactif.pdf.
- 449 November, Valérie, et Laurence Créton-Cazanave. 2017. *La gestion de crise à l'épreuve de l'exercice EU SEQUANA*. La
450 Documentation Française. <https://shs.hal.science/halshs-01484782>.
- 451 OCDE. 2014. *Étude de l'OCDE Sur La Gestion Des Risques d'inondation : La Seine En Île-de-France 2014*. Paris:
452 Organisation for Economic Co-operation and Development. [https://www.oecd-ilibrary.org/governance/etude-de-l-
453 ocde-sur-la-gestion-des-risques-d-inondation-la-seine-en-ile-de-france-2014_9789264207929-fr](https://www.oecd-ilibrary.org/governance/etude-de-l-ocde-sur-la-gestion-des-risques-d-inondation-la-seine-en-ile-de-france-2014_9789264207929-fr).
- 454 ———. 2018. « Mieux prévenir les inondations de la Seine en Île-de-France : Progrès réalisés et enjeux pour l'avenir ».
455 Paris.
- 456 Perrin, Frédéric, Philippe Sauzey, Bernard Menoret, et Pierre Alain Roche. 2017. « Inondations de mai et juin 2016 dans les
457 bassins moyens de la Seine et de la Loire - retour d'expérience ». CGEDD n° 010743-01 et IGA n° 16080-R.
458 Ministère de l'Intérieur; Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer.
459 [http://www.interieur.gouv.fr/Publications/Rapports-de-l-IGA/Rapports-recents/Inondations-de-mai-et-juin-2016-
460 dans-les-bassins-moyens-de-la-Seine-et-de-la-Loire-retour-d-experience](http://www.interieur.gouv.fr/Publications/Rapports-de-l-IGA/Rapports-recents/Inondations-de-mai-et-juin-2016-dans-les-bassins-moyens-de-la-Seine-et-de-la-Loire-retour-d-experience).
- 461 Pottier, Nathalie, Jenna Daniel, et Marc Vuillet. 2019. « Analyse Des Retours d'expérience d'inondations majeures pour la
462 résilience des réseaux urbains ». *Retours d'expériences Post-Catastrophes Naturelles. Sous la direction de Rey T et
463 Defossez S. Montpellier: Presses Universitaires de la Méditerranée*.
464 <https://scholar.google.com/scholar?cluster=2385974027998304641&hl=en&oi=scholarrr>.
- 465 Pottier, Nathalie, Marc Vuillet, et Serge Lhomme. 2022. « Vulnérabilité et résilience de la zone métropolitaine de Paris face
466 au risque de crue majeure de la Seine. L'apport du projet de recherche "RGC4" ». In , presses de la Faculté des
467 Lettres et Sciences Humaines-Université Ibn Zohr (Maroc), 23-73. Ouvrage Vulnérabilité et résilience territoriale.
468 Regards croisés euro-méditerranéens en contexte de risques et changement climatique.
- 469 Pottier, Nathalie, Marc Vuillet, Nathalie Rabemalanto, et Abla Mimi Edjossan-Sossou. 2023. « Household resilience to slow
470 onset flooding: A study of evacuation decision triggers in high-rise buildings along the Seine in Paris ».
471 *International Journal of Disaster Risk Reduction* 95 (septembre):103858.
472 <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2023.103858>.
- 473 Rufat, Samuel, et Ludovic Faytre. 2024. « Inondation et évacuation : enquête sur les perceptions et comportements des
474 Franciliens ». In *L'Institut Paris Region. Chronique des crues et inondations en Île-de-France 2*.
475 [https://www.institutparisregion.fr/environnement/risques-naturels-et-technologiques/chroniques-crues-et-
476 inondations/inondation-et-evacuation-enquete-sur-les-perceptions-et-comportements-des-franciliens/](https://www.institutparisregion.fr/environnement/risques-naturels-et-technologiques/chroniques-crues-et-inondations/inondation-et-evacuation-enquete-sur-les-perceptions-et-comportements-des-franciliens/).
- 477 Toubin, Marie. 2014. « Améliorer la résilience urbaine par un diagnostic collaboratif : l'exemple des services urbains
478 parisiens face à l'inondation ». Thèse de doctorat, Paris 7. <https://www.theses.fr/2014PA070008>.
- 479 Varesano, Lenny. 2018. « Amélioration de la résilience des réseaux techniques de services urbains face aux inondations en
480 IDF : vers une gestion territorialisée des risques et des crises ». Stage M2.
- 481 Ville de Paris. 2021. « Paris face au changement climatique ». Coordination : J Roussel, contributeurs : S Emery et Y
482 Française. Actualisation de l'étude de vulnérabilités et de robustesses de Paris face au changement climatique et à la
483 raréfaction des ressources.
- 484

485

486

487

488 Les collectivités locales face aux
489 dysfonctionnements de réseaux techniques urbains
490 lors de crues lentes, retour d'expérience de
491 communes sinistrées des crues de 2016 et 2018 en
492 Ile-de-France

493 Local authorities faced with malfunctions of urban
494 technical networks during slow floods, feedback
495 from municipalities affected by the 2016 and 2018
496 floods in Ile-de-France

497 VUILLET Marc
498 EIVP, Lab'URBA Univ
499 Gustave Eiffel, Univ
500 Paris Est Créteil
501 Paris
502 [marc.vuillet@eivp-
503 paris.fr](mailto:marc.vuillet@eivp-paris.fr)

POTTIER Nathalie
UMI SOURCE, UMI
272 Univ Versailles
Saint Quentin-en-
Yvelines-Université
Paris-Saclay
nathalie.pottier@uvsq.fr

VARESANO Leni
UMI SOURCE, UMI 272
Univ Versailles Saint
Quentin-en-Yvelines-
Université Paris-Saclay
lenni.varesano@uvsq.fr

501 **Résumé** — Les crues lentes représentent un défi particulier pour les collectivités locales qui doivent faire face aux dysfonctionnements
502 des réseaux techniques urbains (électricité, transports, télécommunications, eau potable, ...) et aux conséquences en termes de gestion des
503 services publics pour leurs administrés. En témoignent les deux épisodes successifs des crues de 2016 et 2018 sur le bassin de la Seine qui
504 ont touché des communes d'Ile-de-France et du Loiret. Selon le rapport de la Cour des Comptes (2022) : ils ont respectivement occasionné
505 1,4 milliard d'euros de dommages pour les crues de mai-juin 2016 et 150 à 200 millions d'euro pour les crues de janvier-février 2018. Nous
506 présentons ici les résultats d'une enquête approfondie menée auprès de 28 collectivités locales d'Ile-de-France (IDF) reconnues sinistrées par
507 arrêté de catastrophe naturelle des crues de mai-juin 2016 et/ou de janvier-février 2018. L'enquête a permis d'appréhender localement
508 l'impact des crues sur les coupures de réseau, les solutions alternatives utilisées pour la continuité d'activité et les types de données
509 (cartographiques et géomatiques) échangées en crise. Complété par des entretiens auprès d'acteurs locaux de métiers divers, le RETEX a
510 permis de mettre en avant le caractère déjà très significatif des atteintes aux réseaux pour des crues de moyenne ampleur à l'échelle de la
511 région IDF, l'hétérogénéité de la temporalité des coupures de réseaux à bien prendre en compte en termes de gestion de crise sur le plan
512 organisationnel et humain, ou encore les besoins prioritaires en données SIG et cartographiques plus précises sur les zones de fragilité des
513 réseaux (notamment eau potable et assainissement).

514 **Mots-clefs** — *RETEX, inondation, réseaux techniques, gestion de crise, collectivités, Ile de France*

515 **Abstract** — *Slow floods represent a particular challenge for local authorities who must deal with the dysfunctions of urban technical*
516 *networks (electricity, transport, telecommunications, drinking water, etc.) and the consequences in terms of management of public services*
517 *for their citizens. This is evidenced by the two successive episodes of floods in 2016 and 2018 in the Seine basin which affected municipalities*
518 *in Ile-de-France and the Loire. According to the report of the Court of Auditors (2022): they respectively caused 1.4 billion euros in damage*
519 *for the floods of May-June 2016 and 150 to 200 million euros for the floods of January-February 2018. We present the results here of an in-*
520 *depth investigation carried out among 28 local authorities in Ile-de-France recognized as affected by the natural disaster order of the floods*
521 *of May-June 2016 and/or January-February 2018. The investigation made it possible to understand locally the impact of floods on network*
522 *outages, the alternative solutions used for business continuity and the types of data (cartographic and geomatics) exchanged in a crisis.*
523 *Supplemented by interviews with various local stakeholders from various professions, the RETEX made it possible to highlight the already*
524 *very significant nature of the damage to the networks for medium-sized floods on the scale of the IDF region, the heterogeneity of the*
525 *temporality of the cuts of networks to be taken into account in terms of crisis management on an organizational and human level, or the*
526 *priority needs for more precise GIS and cartographic data on areas of network fragility (notably drinking water and sanitation).*

527 **Keywords** — *RETEX, flooding, technical networks, crisis management, local collectivities, Ile de France*

530

531

532

533

534

535

536

537

538

539

540

541

542

543

544

545

546

547

548

549

550

551

552

553

554

555

556

557

558

559

560

561

562

563

564

565

566

567

568

569

570

571

572

573

574

575

576

577

578

579

580

581

582

583

584

Les inondations représentent le premier risque naturel en France, elles menacent des vies, des habitations, des emplois et peuvent causer des dommages importants aux infrastructures de réseaux urbains, en particulier aux réseaux techniques d'électricité, de gaz, d'eau potable et d'assainissement, aux réseaux de télécommunication, à la voirie et aux réseaux de transport en commun. Toutes les régions de France sont concernées. 17 millions d'habitants sont exposés aux inondations par débordement de cours d'eau et 1,4 millions sont exposés au risque de submersion marine (MTE, 2020). D'après la Mission Risques Naturels (MRN 2018), la part des inondations dans le coût de la sinistralité climatique des 25 dernières années représente environ 25%. Elle pourrait dépasser 37% à l'horizon 2040 du fait des impacts du changement climatique.

En Ile-de-France (IDF), selon l'OCDE (OCDE2014) l'impact socio-économique d'une crue de type 1910 (occurrence centennale), pourrait engendrer aujourd'hui 3 à 30 milliards d'euros de dommages directs et jusqu'à 50 milliards de perte du PIB sur 5 ans. L'étude insiste notamment sur le rôle des réseaux. Selon l'Institut Paris Région (Rufat et Faytre 2024), 800 000 franciliens vivent en zone inondable tandis que 3 à 5 millions seraient concernés par des coupures d'électricité, des perturbations majeures des transports, etc. Aussi les répercussions économiques seraient significatives sur le plan national. Ces estimations ont été largement confortées par les crues de 2016 et 2018 (Gache 2021; OCDE 2018). Une étude plus récente (Ville de Paris 2021) prévoit parmi les conséquences du dérèglement climatique une augmentation considérable de l'aléa inondation et de ses impacts sur les réseaux et les collectivités. L'étude de la vulnérabilité des réseaux et de l'anticipation des crises à venir liées à leurs dysfonctionnements apparaît comme un sujet prioritaire pour la gestion du risque inondation en IDF (Bocquentin et al. 2020; Moatty et Reghezza-Zitt 2018; Pottier et al. 2023 ; Toubin 2014; Pottier, Daniel, et Vuillet 2019).

L'exemple récent le plus significatif de dysfonctionnement des réseaux techniques urbains en IDF est le cas des inondations consécutives aux crues de juin 2016 et janvier 2018. Elles offrent des occasions d'enrichir nos connaissances et d'améliorer notre capacité à prévoir les futures crues. Ces inondations ont touché une quinzaine de départements et, plus particulièrement, l'Essonne, le Loiret, la Seine-et-Marne le Loir-et-Cher, le Cher ainsi que l'Yonne, pour des montants de dégâts dépassant largement 1 Md€, qui en ont fait le deuxième événement le plus coûteux jamais enregistré depuis la création du régime des catastrophes naturelles il y a plus de 40 ans, le premier est la tempête Xynthia (Perrin et al. 2017).

Ces crues, moyennes (mais parfois majeures) sur plusieurs affluents de la Seine (Loing, Yvette, Essonne, Seine supérieure, Aube, Yonne et Marne inférieure), sont restées un phénomène d'amplitude relativement faible à l'échelle de la région IDF, correspondant à une période de retour de 20 ans pour le tronçon de la Seine traversant Paris et les départements de petite couronne. Néanmoins les deux crues provoquent la coupure du RER C dans Paris Intramuros (550 000 voyageurs/jours) durant plusieurs semaines et un nombre non négligeable d'évacuations, principalement dans l'Essonne, le Val de Marne et la Seine et Marne. La crue de mai-juin 2016 a donné lieu à de nombreuses coupures d'électricité et à l'évacuation de près de 20 000 personnes. La sécurisation des réseaux de distribution électrique a notamment été identifiée comme enjeu majeur sous-évalué (Perrin et al. 2017). En Janvier 2018 les coupures d'électricité et de chauffage ont conduit à l'évacuation d'une grande partie de la population de la commune de Joinville et ce bien au-delà de la zone inondée (Edjossan-Sossou et al. 2022).

Comme le souligne Toubin (2014), les réseaux techniques urbains sont des systèmes de systèmes complexes indispensables au fonctionnement de la ville, qui peuvent être considérés comme des infrastructures critiques. Ils font pour la plupart partie des opérateurs d'importance vitale selon article R. 1332-2 du Code de la Défense. Ils peuvent être catégorisés selon la nature des éléments dont ils permettent le déplacement : informations pour les télécommunications, biens et personnes pour les transports, fluides pour les réseaux d'énergie et d'eau, matières pour les réseaux de déchets. Ils occupent une place majeure pour les villes, que ce soit en temps normal, lors d'une crise ou pendant la phase de retour à la normale.

Souhaitant affiner les connaissances sur l'impact des crues lentes sur les réseaux de services urbains à l'échelle fine des collectivités locales, le présent travail a consisté à établir un retour d'expérience (RETEX) dans le cas des crues de 2016 et 2018 en IDF à partir d'entretiens ciblés avec des acteurs locaux de la gestion de crise et d'une enquête auprès de services municipaux et intercommunaux impliqués dans la gestion de crise inondation lors de ces épisodes.

L'originalité principale de l'approche réside dans la volonté d'obtenir un RETEX au plus près du terrain, avec une attention prioritaire portée aux communes. Le maire représentant de la commune ou d'une intercommunalité est l'intermédiaire privilégié entre les services de l'Etat qui lui dictent les instructions en cas de crise voire de déclenchement de plan ORSEC et la population à qui il doit transmettre et faire comprendre ces instructions (l'évacuation préventive en cas de coupures électriques par exemple). Cette étude complète d'autres approches plus centrées sur les opérateurs réseau (Bocquentin et al. 2020; Dabaj et al. 2022 ; Gueben-Veniere 2017;

585 Moatty et Reghezza-Zitt 2018; November et Créton-Cazanave 2017; Pottier, Vuillet, et Lhomme 2022; Toubin
586 2014).

587 Ces travaux d'enquête à l'échelon des collectivités locales s'inscrivent dans le cadre du projet de recherche ANR
588 RGC4 « Résilience urbaine et gestion de crise dans un contexte de crue à cinétique lente » (Pottier, Vuillet, et
589 Lhomme 2022) où d'autres travaux d'enquêtes, plus axés sur le volet évacuation, ont également été réalisés auprès
590 des ménages parisiens susceptibles d'être affectés par des inondations (Pottier et al. 2023) et auprès des ménages
591 effectivement affectés et sinistrés par les inondations de 2016 et 2018 en IdF (Edjossan-Sossou et al. 2022). Nous
592 présentons ici la méthodologie d'enquête pour la conduite du RETEX de l'impact des crues de 2016 et 2018 sur les
593 réseaux techniques urbains vu sous l'angle des collectivités locales. Ce travail a été réalisé avec l'aide d'un étudiant
594 de Master 2 dans le cadre de son mémoire de fin d'études (Varesano 2018).

595
596

597 VI. METHODOLOGIE

598
599

600 La première étape a consisté à s'imprégner du contexte : une revue documentaire et des entretiens avec des acteurs
601 clefs du territoire d'IDF et des experts ont permis d'élaborer des questionnaires à destination des collectivités. La
602 seconde étape a consisté à la mise en œuvre du questionnaire auprès des communes. Les réponses des enquêtés ont
603 pu être complétées et croisées avec les informations données par des entretiens semi directifs auprès d'acteurs
604 institutionnels locaux divers impliqués dans la gestion de crise en cas d'inondation (syndicats de rivière, conseils
605 départementaux, etc.).

606 A. Identification des acteurs cibles pour les enquêtes et entretiens

607
608
609

La méthodologie développée (Varesano 2018) s'est d'abord appuyée sur une analyse bibliographique des documents existants :

- 610 • Les RETEX officiels publics (CGEDD, MRN, Sites de réassurance, CCR, EPTBSGL, etc.)
- 611 • Les coupures de journaux et articles de presse en ligne
- 612 • Le suivi des réseaux sociaux (twitter des organismes ayant géré la crise : ENEDIS, RATP, certaines
613 collectivités, etc.)
- 614 • Articles de revues académiques ou professionnelles, thèses (Toubin 2014; Bocquentin 2020) , recherches
615 en cours tels que les projets ANR RGC4 (Pottier, Vuillet, et Lhomme 2022), EURIDYCE (November et
616 Créton-Cazanave 2017)
- 617 • Les documents relatifs à la Directive européenne Inondation et ses déclinaisons pour le bassin Seine-
618 Normandie : (EPRI Seine) / PGRI et SLGRI Seine Normandie
- 619 • Les PPRi par bassin (rédigés par la DRIEAT, ex-DRIEE)
- 620 • Les documents d'information préventive sur les risques naturels majeurs (et technologiques : SDPRN
621 schéma départemental de prévention des risques naturels ; DDRM document départemental des risques
622 majeurs ; DICRIM document d'information communale sur les risques majeurs ; PCS plan communal de
623 sauvegarde quand il existait selon les communes (déclinaison locale du plan départemental ou
624 interdépartemental ORSEC)
- 625 • Les documents de gestion de crise : ORSEC (ORSEC zonal IDF ; ORSEC départemental spécifique
626 inondation lorsqu'il existait (ex : dans les Hauts-de-Seine) ; PCS parfois associés à une réserve communale
627 de sauvegarde

628 Pour compléter l'analyse bibliographique et la revue de presse locale, un guide d'entretiens a été réalisé à
629 destination des professionnels de la gestion de l'eau et des inondations à l'échelon local. Il visait à recueillir des
630 informations techniques et organisationnelles sur les modalités de gestion de crise lors des inondations de 2016 et
631 de 2018 et sur la connaissance locale des impacts aux réseaux de services urbains à l'échelle des communes
632 sinistrées d'IDF (en particulier coupures de réseau électrique, des télécommunications, des réseaux eau potable
633 et assainissement). L'objet était également d'avoir, de la part de ces spécialistes, les coordonnées des services
634 communaux et personnels impliqués dans la gestion de crise avec lesquels ils sont en contact, ceci pour construire
635 la liste des destinataires du questionnaire « collectivités ». Les échanges avec plusieurs acteurs ont été priorités et
636 (Tableau 2) parmi les acteurs traditionnels de l'échelon local (Figure 7) : les communes, les départements et les

637 services départementaux d'incendie et de secours (SDIS) auxquels nous avons ajouté les syndicats de rivière
 638 impliqués dans les stratégies de prévention des crues à l'échelle des bassins versants.
 639

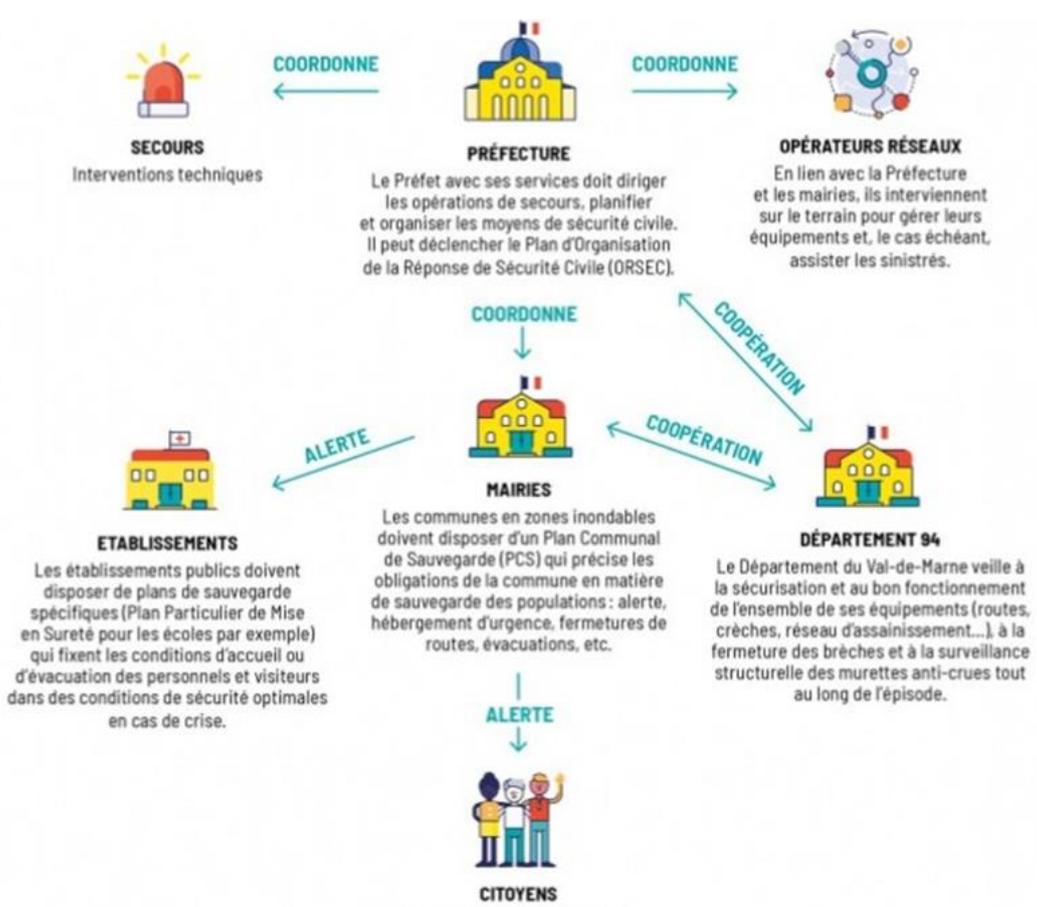


Figure 7 Gestion de crise, qui fait quoi ? Le rôle central des mairies²

640
 641
 642
 643

Tableau 2 : acteurs rencontrés

Acteurs	Rôles	Contactés	Entretiens	Réponses questionnaires
Syndicats des eaux	Entretien/aménagement des cours d'eau, défense contre les inondations, protection/restauration des zones humides	6	3	0
Départements 91, 92, 93, 94, 95	Fonctionnement des équipements	9	3	0
SDIS 92, 94	Sécurité civile : évaluation des risques, mesures des sauvegarde, organisation des moyens de secours, protection des personnes, des biens et de l'environnement, secours d'urgence	3	0	0

² <https://www.valdemarne.fr/le-conseil-departemental/cadre-de-vie/assurer-une-bonne-gestion-de-leau/gestion-des-inondations-mode-demploi>

DDT 95	Elaboration de Plan de prévention des risques/atlas de risques contrôle des ouvrages hydrauliques	1	1	0
Communes	Information, maîtrise de l'urbanisme, Plan communaux de sauvegarde : alerte, hébergement d'urgence, fermeture des routes, évacuation, etc.	130	NC	28

644

645 Aussi, il s'agissait d'identifier les acteurs locaux et leurs services disposant de plateformes de systèmes
646 d'information géographique (SIG) sur les territoires sinistrés. Durant la crise inondation, ces acteurs sont
647 susceptibles de pouvoir échanger des données SIG ou de souhaiter en échanger avec les services de gestion de crise
648 aux niveaux institutionnels supérieurs afin de disposer d'une cartographie plus ou moins réactualisée en temps réel
649 des zones de fragilité et/ou de dysfonctionnement des infrastructures de réseau ou de blocage sur le territoire des
650 communes ou groupements de communes.

651 Pas ou peu de communes disposent de leur propre SIG qui sert généralement à alimenter un observatoire
652 du territoire sans lien spécifique avec les risques d'inondation. Il faut se placer à l'échelle intercommunale ou même
653 départementale pour en trouver. Ainsi, ce sont les services SIG de quelques conseils départementaux (tels que
654 l'Essonne et le Val-de-Marne) et des syndicats mixtes de gestion de bassins-versants de rivières (telles que le
655 SyAGE pour l'Yerres, le SIVOA pour l'Orge) qui ont été sollicités.

656 Les entretiens avec le personnel des syndicats de rivière en particulier ont permis de cibler les communes
657 les plus sinistrées et les plus susceptibles de répondre à l'enquête de retour d'expérience que nous souhaitons mener.
658 Ils ont été d'une grande aide et potentiellement très intéressés par les résultats d'un RETEX des impacts aux réseaux
659 du point de vue des services municipaux et des élus locaux, étude aussi cruciale qu'inédite à cet échelon, « une
660 première » d'après leurs dires.

661

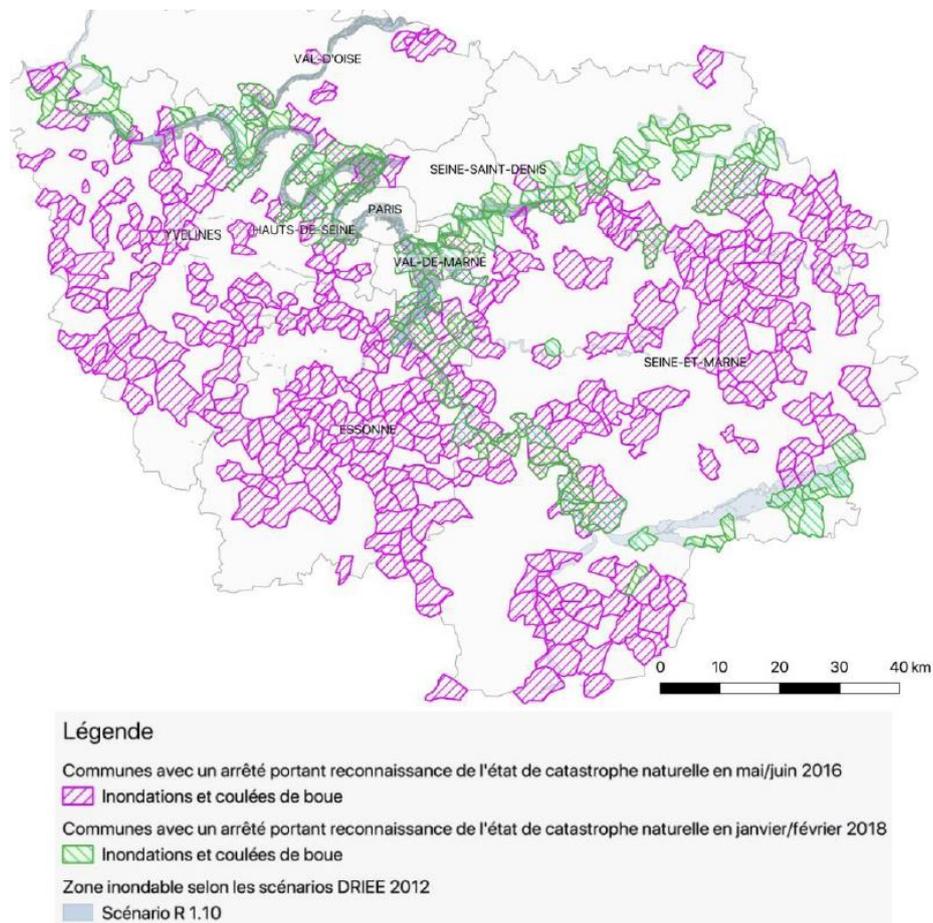


Figure 8 : Communes reconnues par un arrêté de Catnat inondation et coulée de boue en 2016 et en 2018 (Varesano 2018) données issues de Légifrance, IAU, DRIEE, Data gov, arrêtés Legifrance (publié au JO du 08 et du 15/06/2016, JO du 15/02/2018).

B. Questionnaire d'enquête dédié aux collectivités locales sinistrées

Construction de l'échantillon d'enquête

Pour construire l'échantillon de communes d'IDF à enquêter, une sélection a été faite sur la base des critères communs suivants :

- des communes identifiées « territoires à risque important d'inondation » (TRI) dans la SLGRI « métropole francilienne » (Gouv 2014)
- Des communes reconnues sinistrées ayant fait l'objet d'un ou plusieurs arrêtés de catastrophes naturelles inondation et/ou coulée de boue pour les crues de mai-juin 2016 et/ou de janvier-février 2018 (Figure 8) (arrêtés Légifrance publiés au Journal Officiel des 15/06/2016 et 15/02/2018), et une sélection préférentielle de communes sinistrées en 2016 et 2018
- Des communes ayant été touchées de manière significative (en termes de dommages et de dysfonctionnements des services urbains, d'après les informations recueillies par entretiens et à travers les articles de presse)
- Des communes de plus de 9000 habitants. Ce seuil choisi peut paraître subjectif mais il a été retenu à l'issue d'une analyse des caractéristiques des communes qui devaient être suffisamment développées en termes d'infrastructures de réseaux urbains, de nombre d'habitants et de services techniques pour que des inondations soient susceptibles de générer des désordres significatifs. Au-dessous de ce seuil, nous estimions que les résultats n'auraient pas été forcément représentatifs et que la charge de travail pour la distribution aurait été trop longue

Au total, 130 communes ont été retenues pour notre échantillon. Pour chaque commune, le personnel impliqué dans la gestion de la crise inondation en 2016 et/ou en 2018 a été contacté par email et téléphone (entretien bref pour présenter l'enquête et s'assurer de la bonne adresse email d'envoi). Plusieurs relances téléphoniques et

689 mail (lorsque les responsables étaient indisponibles ou absents) ont été faites sur une période de 2 mois en août et
690 septembre 2018. Nous verrons plus loin que 28 communes ont renvoyé le questionnaire totalement rempli, ce qui
691 reste honorable au vu de la consistance de ce questionnaire

692

693 *Structure de l'enquête*

694

695 La construction du questionnaire, a pu s'inspirer des démarches de réalisation de questionnaires pour les
696 gestionnaires de réseaux réalisés dans des travaux antérieurs ou connexes (Bocquentin et al. 2020; Dabaj et al. 2022;
697 Edjossan-Sossou et al. 2022; Pottier et al. 2023; Toubin 2014).

698 Ce questionnaire visait à connaître les impacts des inondations sur le fonctionnement des réseaux à l'échelle du
699 territoire communal, les solutions alternatives mises en place pour la continuité d'activité des services publics et/ou
700 les conditions de retour « à la normale ». Moins classique et plutôt novateur, le questionnaire portait également sur
701 les types de données de nature géomatique et cartographique échangées (ou pas, mais souhaitées) avec les opérateurs
702 de réseaux et les gestionnaires de crise pour faciliter le fonctionnement urbain pendant l'inondation, leur
703 interopérabilité et les outils géomatiques utilisés.

704

705 Une difficulté a été de trouver un équilibre satisfaisant entre un questionnaire complet mais pas trop long,
706 de sorte à espérer obtenir des réponses tout en ayant suffisamment d'information.

707 Le questionnaire destiné aux collectivités locales était intitulé « Et demain ? Comment fera votre collectivité
708 pour se maintenir face aux aléas climatiques ? ». Il était composé de quarante questions réparties en cinq rubriques
709 (Varesano 2018) :

- 710 • Un état des lieux général sur les inondations de 2016 et 2018 et leurs impacts sur la commune
- 711 • Un recensement précis des impacts des inondations sur son fonctionnement urbain et ses missions de service
712 public et des délais de remise en service
- 713 • Un recensement des conséquences en chaîne liées aux dysfonctionnements des réseaux de service public
- 714 • Un recensement des solutions mises en œuvre sur leur territoire pour la continuité de service public ou la
715 reprise d'activité
- 716 • Enfin un recensement des données cartographiques échangées lors des dernières crues et un questionnement
717 sur les données géomatiques qui leur seraient les plus utiles à l'avenir.

718

719 Il a été saisi sur l'outil de création de sondages en ligne « Google forms », simple et rapide d'utilisation et produisant
720 des illustrations graphiques des réponses actualisées au fil des réponses reçues.

721

722

723 VII. RESULTATS

724 A. *Echantillon de réponses obtenues*

725 28 collectivités ont répondu au questionnaire. En tenant compte du fait que l'estimation du temps de réponse
726 réel pour un interlocuteur était d'environ 1 heure (possibilité de répondre en plusieurs fois) et que l'enquête a été
727 conduite en août-septembre (pour des raisons pratiques), le nombre de retours est finalement plutôt satisfaisant. De
728 plus, sur l'échantillon retenu des 130 communes, ce sont 40 à 50 communes qui ont été réellement affectées par les
729 crues de 2016 et/ou 2018 et donc véritablement en mesure de répondre au questionnaire en termes de retour
730 d'expérience. Les répondants étaient d'ailleurs en majorité inclus dans ce noyau des 50 communes les plus touchées.
731 Plusieurs collectivités ont été incapables de répondre aux principales questions de l'enquête et nous ont renvoyé
732 vers les communautés d'agglomération et les gestionnaires de réseaux techniques. Parmi les répondantes, la quasi-
733 totalité des collectivités (26 des 28) ont été sinistrées par les inondations en 2016 et en 2018 et 16 d'entre elles au
734 moins ont fait l'objet d'évacuations sur leur territoire.

735

736 B. *Impacts sur la continuité d'activité des réseaux*

737 La notion d'impact est souvent assimilée par les collectivités locales à des impacts directs, c'est-à-dire
738 l'impact de la montée des eaux sur les bâtiments et/ou infrastructures communales. L'atteinte aux réseaux n'est a

739 priori pas forcément ce qui a le plus marqué les communes enquêtées, à l'exception de routes inondées et d'accès
 740 interdits à la voirie. Ces atteintes au réseau routier ont entraîné d'importances paralysies dans les zones inondées et
 741 bien au-delà, avec des répercussions sur l'ensemble de la région. Parmi nos 28 communes, la moitié en 2016 et un
 742 tiers en 2018 ont fait état d'impacts assez importants à très importants, 7 et 8 d'impacts peu important
 743 (respectivement pour 2016 et 2018), 2 (2016) et 3 (2018) estiment que c'était difficile à dire. Il n'était pas demandé
 744 de préciser les types d'impacts mais le croisement avec les articles de presse et des entretiens ont permis de préciser
 745 l'importance des inondations de surface, des caves inondées et des coupures de réseaux routiers.

746 D'autres questions portaient sur les effets en chaînes ou effets domino constatés (Figure 9) : « avez-vous
 747 constaté sur votre territoire des effets en chaîne liés aux perturbations des réseaux de services suite aux inondations ?
 748 (exemple : des coupures électriques entraînent des dysfonctionnements du réseau d'assainissement qui entraînent
 749 des remontées d'eaux usées dans les bâtiments qui conduisent à des évacuations non anticipées.
 750



751
 752 *Figure 9 : constats d'effets en chaîne liés aux perturbations des réseaux de services suite aux inondations de 2016*

753 Nous avons relevé différents types d'effets en chaîne. En 2016 à Nemours des coupures électriques
 754 bloquaient les commandes des écluses et barrage, conduisant à une absence de régulation du canal qui a amplifié la
 755 crue. En 2018 à Nogent sur Marne une coupure d'électricité a entraîné un arrêt du chauffage et donc des évacuations
 756 des habitations. A Noisy le Grand une coupure d'électricité a provoqué la coupure de certaines pompes de relevage
 757 et donc l'obligation pour les habitants de quitter leur logement. Le manque de concertation entre les collectivités
 758 locales et les services de l'état fût un facteur aggravant constaté lors des crises. Par exemple, en 2018, une école a
 759 été fermée par le Préfet de Seine Saint Denis sans concerter la commune alors que le directeur de celle-ci savait que
 760 cet établissement n'était pas enclin à subir des coupures électriques. Le manque de coordination entre les
 761 collectivités locales et les autorités supérieures est souvent un facteur aggravant de crise. Il en va de même pour ce
 762 qui est de la difficulté pour les collectivités de faire passer des messages aux habitants vulnérables. Par exemple,
 763 une commune de l'Essonne (91) a subi une coupure d'électricité sur un collectif. Lorsque celui-ci a été clairement
 764 annoncé les habitants n'ont pas voulu évacuer et il a fallu les transporter par barque alors que l'évacuation aurait pu
 765 se faire à sec.
 766

767 Le questionnaire abordait également les solutions mises en œuvre pour la continuité d'activité des services
 768 (Figure 10). Les plus représentées concernaient l'aide communale à la mobilité piétonne et la distribution d'eau
 769 potable en bouteille. En 2018 a été constaté un essor considérable de la nécessité d'utiliser des groupes électrogènes
 770 (appartenant, mais surtout n'appartenant pas au stock municipal), ce qui n'était pas le cas en 2016.
 771
 772

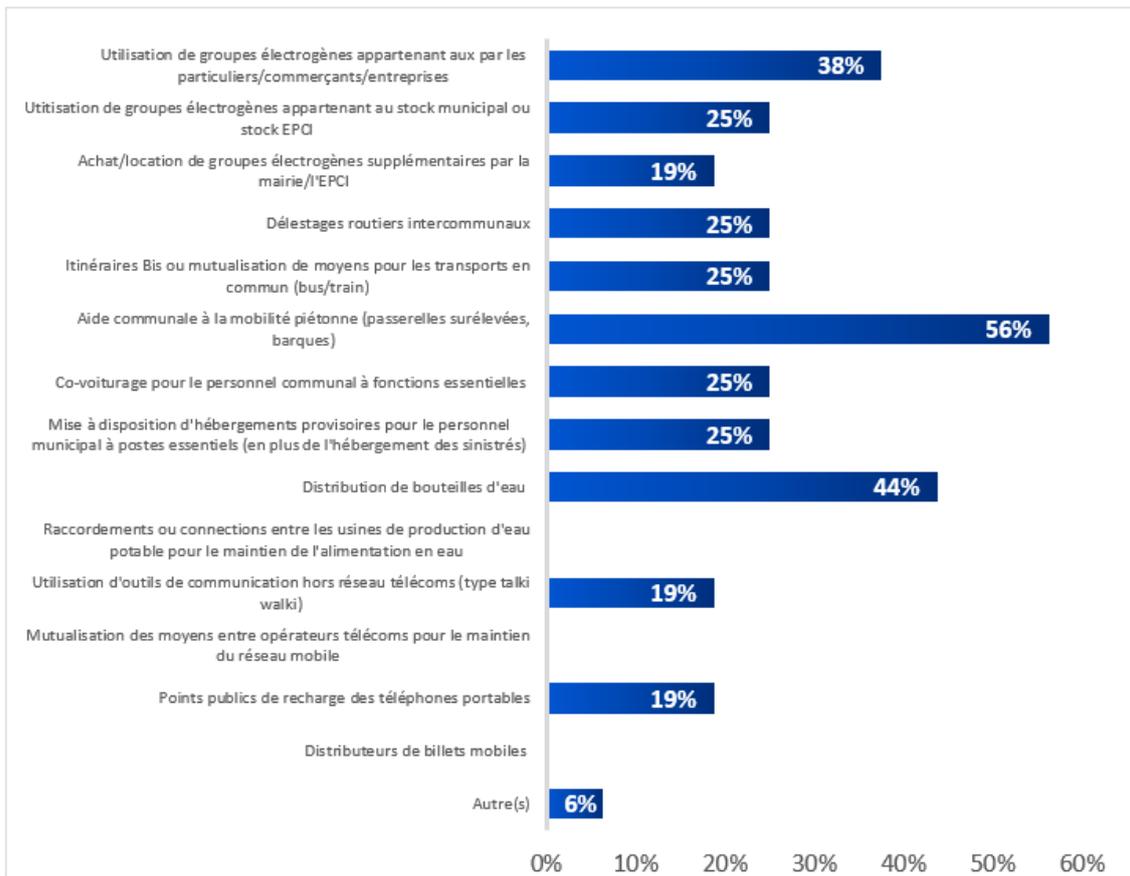


Figure 10 : recensement des solutions mises en oeuvre pour la continuité d'activité des services lors de la crue de 2018 (Varesano 2018)

Une autre partie du questionnaire abordait le thème de l'estimation du délai de rétablissement des principaux services urbains impactés par les inondations en 2018 (Figure 11). Si le rétablissement des services urbains est généralement considéré comme court à raisonnable, le délai de remise en état de l'intégralité du réseau a lui pu s'avérer bien plus long, comme à Noisy le Grand ou à Port-Marly, où il nous est précisé que le réseau électrique a mis plus de 3 mois pour être remis en état en 2018. Il n'est par contre pas précisé si des aménagements agissant sur la réduction de la vulnérabilité ont été pris en considération dans cette remise en état. De gros dégâts ont été relevés sur les canalisations d'assainissement à Villeneuve le Roi et Vigneux sur Seine où les réparations ont été particulièrement longues.

Graphique 4 : Estimation du Délai de rétablissement des principaux services urbains impactés par les inondations de 2018

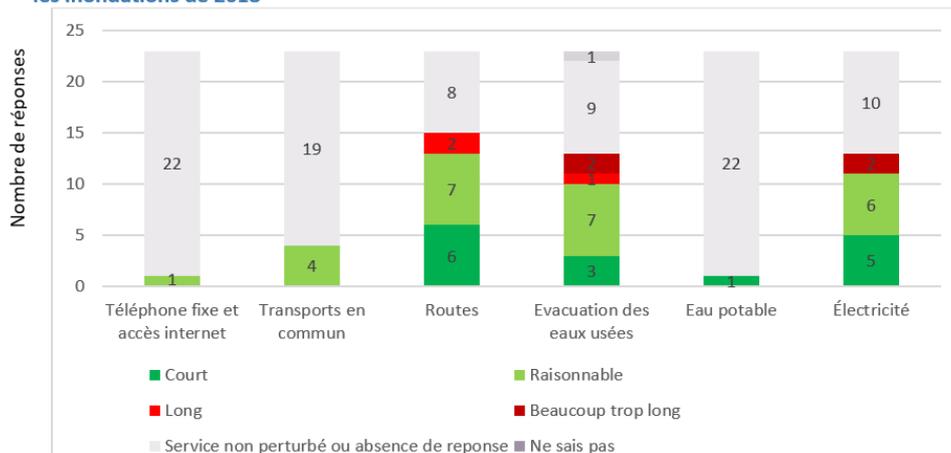


Figure 11 : Estimation du délai de rétablissement des principaux services urbains impactés par les inondations en 2018 (Varesano 2018)

789 *C. Apport des RETEX au niveau communal*

790

791

792

793

794

795

796

797

798

799

800

801

802

803

804

805

806

807

808

809

810

811

812

813

814

815

816

817

818

819

820

821

822

823

824

825

826

827

828

829

830

831

832

833

834

835

836

837

838

839

840

La suite du questionnaire concernait les RETEX : « disposez-vous de retour(s) d'expérience (RETEX) des crues de 2016 et 2018 ? ». Pour la plupart des communes répondantes, l'apport d'un RETEX global sur les territoires des communes et d'un RETEX départemental en 2016 leur a permis de mieux gérer la crise de 2018. En revanche, la part des collectivités locales ayant eu à disposition ou ayant participé aux RETEX des opérateurs de réseaux de services urbains était très faible en 2016 (9%), mais nous constatons un essor important de la prise en compte de ces RETEX, de plus en plus présents, avec 26% des collectivités auditées qui disposaient d'un RETEX lié aux réseaux en 2018 sur le territoire francilien. Nous sommes contraints de constater que la prise en compte des réseaux de services urbains dans la gestion de crise et l'analyse des impacts n'est pour l'heure pas une réelle priorité pour les services publics. Pourtant, la principale priorité lors des inondations est de rétablir le fonctionnement urbain, mais les RETEX ne sont pas basés sur le fonctionnement urbain.

Les nombreux entretiens auprès des experts et/ou acteurs de la gestion de crise ont permis de faire émerger plusieurs solutions d'améliorer la résilience du fonctionnement urbain :

- Établir des guides pratiques axés sur le fonctionnement urbain, ou intégrer cette dimension dans les guides pratiques existants.
- Permettre aux agents municipaux de participer à la réalisation de RETEX avec le reste des services.
- Rendre obligatoire la remise d'un RETEX aux autorités supérieures (Département, région, DRIEE) pour les communes reconnues par un arrêté de CatNat, bien que la question du temps de réalisation d'un RETEX complet soit un point à éclaircir. Souvent il faut réaliser un RETEX le lendemain de la crue afin de ne rien oublier, mais il peut également arriver que le délai de réalisation soit trop juste, surtout lorsque d'autres événements majeurs suivent, comme en 2018 lorsque les périodes de grand froid post inondation avec la présence de verglas, de neige, etc. ont souvent empêché des collectivités de réaliser un RETEX par manque de temps.
- Permettre une mutualisation rapide des moyens techniques indispensables aux différents acteurs pendant la crue (véhicules à châssis haut, pompes, groupes électrogènes ...). Souvent, une des causes du manque de réponse fût liée au manque de moyens à disposition.
- Un besoin d'obtenir davantage de RETEX des opérateurs réseau, surtout de la part d'ENEDIS.
- Prendre en compte l'incertitude de la temporalité dans les scénarios ZIP ZICH et les documents de planifications de crise. Les scénarios étaient des scénarios de crue hivernale, mais la crue de 2016 a montré qu'il pouvait en être autrement.
- Pour anticiper les effets en chaîne, les communes auraient souhaité avoir d'avantage de données comme celles d'ENEDIS avec la vulnérabilité des réseaux électriques, mais appliqués aux autres réseaux.
- la mise hors zone inondable des composants liés au réseau électrique : surélévation des armoires électriques et/ou déplacement/surélévation des transformateurs, comme à Jouy-le-Moutier. D'autres aménagements sont possibles comme la déviation de certains réseaux électriques permettant d'alimenter des pompes de relevage.
- Prévoir la mise hors d'eau des cheminements piétons donnant accès aux principaux bâtiments de logements collectifs susceptibles d'être inondés. Par exemple se baser sur les RETEX également avec la création d'une BDD des habitants, et des zones inondées par remonté de nappes.

830

831

832

833

834

835

836

837

838

839

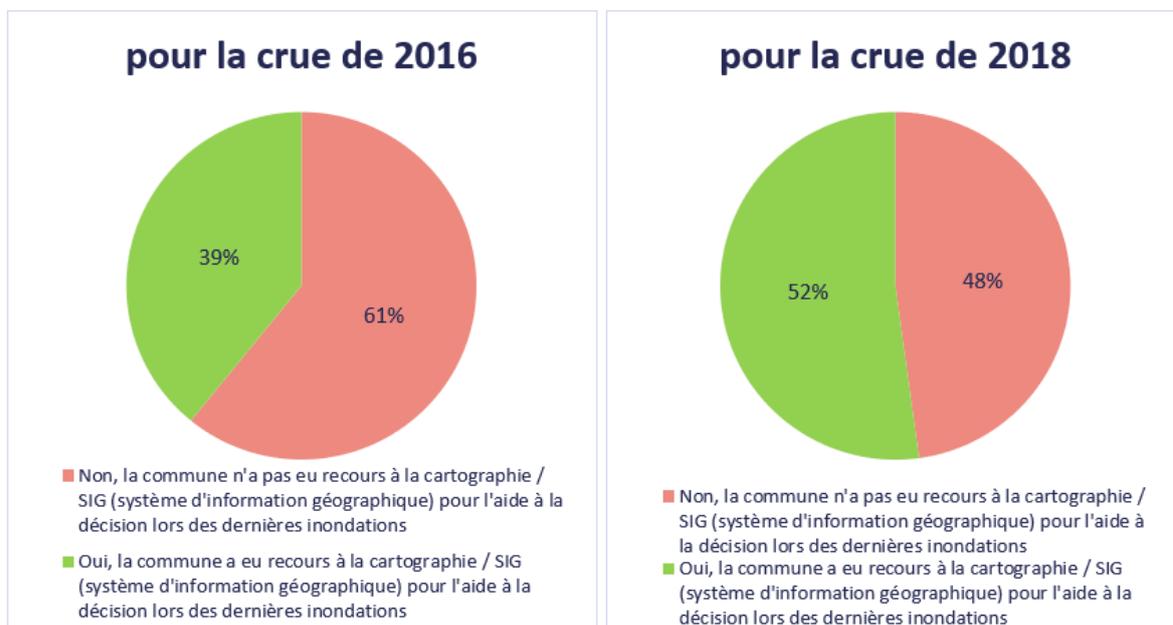
840

D. Utilisation des données cartographiques

Une partie des questions portait sur la cartographie : votre commune a-t-elle eu recours à la cartographie / SIG (système d'information géographique) pour l'aide à la décision lors des dernières inondations ? Votre commune disposait-elle de la même cartographie en 2016 et en 2018 pour l'aléa de référence inondation ? Pouvez-vous nous préciser laquelle ? (PHEC, aléa PPRi, scénarios DRIEE, ZIP-ZICH, autre cartographie plus adaptée ? Selon vous, quels sont les types de données indispensables à partager en cartographie/SIG pour envisager de réduire significativement les dommages locaux ou les conséquences des inondations à l'échelon local ? Ce volet de l'enquête a permis d'apporter plusieurs informations intéressantes, concernant l'utilisation des SIG en gestion de crise (Figure 12) qui montrent une nette progression de l'utilisation des cartes et du SIG entre 2016 et 2018. Selon les

841
842
843

informations recueillies en entretien cela est largement dû à une meilleure transmission des données de la part des gestionnaires de réseaux.



844
845

Figure 12 : utilisation de cartographie SIG en période de crue en 2016 et en 2018

846
847

Les données qui ont été disponibles en période d'inondation pour plus de 50 % des communes auditées sur 2016 et 2018 étaient relatives aux transports en commun, au réseau routier (communal et hors communal). Venaient ensuite les données liées au réseau d'assainissement, ainsi que les zones de fragilité électrique transmises par ENEDIS. En revanche, les réseaux essentiels qui laissent les pouvoirs publics dans des « zones d'ombres » sont le réseau de chauffage urbain, qui permet également la présence d'eau chaude dans certains habitats et entreprises/industries, gérés par différents organismes CPCU pour Paris et quelques proches communes, les réseaux de télécommunication (fixe, internet mobile 4G/3G) gérés par Orange SFR Bouygues ou encore Free, l'alimentation en Gaz gérée par GRDF, le réseau d'hydrocarbure, ainsi que les zones de ruptures d'alimentation en eau potable (captages, stations de pompage ...) gérées par Véolia Eau France, SUEZ eau France, le SEDIF etc.

851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865

Seules les données sur l'emplacement et la vulnérabilité des dépôts d'hydrocarbures ou des stations essence ne semblaient pas faire l'unanimité en termes de nécessité, car la moitié des communes n'ayant pas ces informations ont estimé qu'elles étaient inutiles aux pouvoirs publics, et l'autre moitié a estimé que ces données leur seraient utiles (chiffres à nuancer, car 20% des communes auditées disposaient de ces données en 2016 et 15% en 2018). L'information est un point vital pour l'amélioration de la gestion de crise, que ce soit du côté des préfectures ou des collectivités locales (commune ou communauté d'agglomération). Les audits ont montré une volonté d'acquiescer ces informations, mais que cela reste quelque chose de récent et de complexe à exploiter. Il apparaît particulièrement important d'échanger des infos relatives aux réseaux, ne serait-ce que de savoir qui contacter : qui gère le chauffage collectif sur mon territoire ? La CPCU ? Autre ?

866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877

Si l'on ne dispose pas d'informations à l'échelle communale, il va être complexe pour les préfectures de prendre les bonnes décisions, car elles ne disposeront pas du temps et des ressources nécessaires pour aller chercher les informations à des échelles très précises. De plus cela peut créer des paradoxes dans les décisions entre Préfectures et collectivités comme en Seine Saint Denis (93) où un établissement scolaire a été fermé par le Préfet, alors qu'il ne risquait rien d'après le département et la ville. Le manque de transmission fait que chaque acteur agit différemment de son côté, avec un déficit de cohésion. À l'inverse, si les collectivités viennent à collecter ces informations et réussissent à dresser un bilan de l'état des lieux et des répercussions qui peuvent arriver ou non, le préfet pourra suivre ces recommandations, prendre de meilleures décisions, gagner en temps, et éviter les prises de décision paradoxales à celles des collectivités. L'exercice SEQUANA a pourtant permis aux collectivités d'obtenir beaucoup de données essentielles, mais souvent difficiles à exploiter de façon pertinente/adapter à une gestion de crise réelle. Lors de la crue 2018, le manque d'information sur les réseaux électriques et sur les réseaux de chaleur (sur les coupures préventives ou non des réseaux électriques (ENEDIS) nécessaire aux chauffages électriques

878 individuelles au fonctionnement des réseaux de chaleur urbains collectifs) a donné lieu à des évacuations complexes,
879 entraînant des difficultés d'hébergements et des coûts importants pour les communes.
880
881

882 VIII. CONCLUSION

883 Les résultats de nos recherches confirment le rôle majeur des réseaux techniques supports des services urbains
884 dans la gestion de crise concernant notamment les évacuations, les décisions de fermetures d'établissements publics
885 ou encore les conditions de retour à la normale. Ces résultats soulignent également la nécessité de meilleures
886 coordinations et d'échanges d'informations, en particulier de natures cartographiques entre les différents acteurs
887 impliqués sur ces questions : communes, intercommunalités, préfectures et opérateurs réseaux. Ces acteurs ont des
888 profils et des métiers variés : élus, services des communes, membres du SDIS, agent des préfecture, départements ou
889 encore experts métiers, souvent du domaine privé. Cela pose la question d'anticiper la mise à disposition
890 d'informations intelligibles et suffisamment complètes pour l'ensemble des parties prenantes, cartographies et retours
891 d'expérience notamment. La recherche a permis de dresser un certain nombre de recommandations : la nécessité de
892 faire plus de RETEX spécifiques aux réseaux les plus critiques, une meilleure intégration des agents municipaux ou
893 encore l'anticipation des échanges avec les opérateurs réseaux, préfectures et communes/intercommunalités. Enfin
894 et surtout le RETEX des crues de 2016 et 2018 en Ile-de-France fait apparaître la nécessité de disposer de
895 d'informations plus précises, spatialisées si possible sur les dysfonctionnements prévisibles des réseaux
896 d'assainissement, d'eau potable, de chauffage urbain et des zones de fragilités électriques.

897 REMERCIEMENTS

898 Les auteurs de l'article souhaitent remercier l'Agence Nationale pour la Recherche pour le financement du projet
899 ANR-15-CE39-0015 RGC4. Ils remercient aussi tout particulièrement Lenni Varesano pour son stage de Master 2 à
900 l'origine des résultats présentés ici (stage réalisé sous la direction de N. Pottier au laboratoire CEMOTEV (devenu
901 UMI SOURCE, UMI 272 UVSQ-IRD depuis 2020) en collaboration avec M. Vuillet de l'EIVP).

902 REFERENCES

- 903 Bocquentin, Marie. 2020. « Etude et modélisation des phénomènes d'(inter)dépendances et de défaillances en cascade au sein
904 des réseaux techniques urbains : vers une aide à la décision pour une application à l'agglomération parisienne face à
905 une crue majeure ». Thèse de doctorat, Paris Est. <https://www.theses.fr/2020PESC2015>.
- 906 Bocquentin, Marie, Marc Vuillet, Jean-Marie Cariolet, Serge Lhomme, et Youssef Diab. 2020. « Vers une meilleure prise en
907 compte des défaillances en cascade au sein des réseaux franciliens interdépendants face aux crues majeures ». *La*
908 *Houille Blanche*, n° 1 (février), 70-78. <https://doi.org/10.1051/lhb/2020009>.
- 909 Dabaj, Anas, Marc Vuillet, Frédéric Gache, Gwenaël Jouannic, et Youssef Diab. 2022. « Examining the Benefits of the Build
910 Back Better Concept for Parisian Critical Infrastructures Vulnerable to Flooding: From Build Back Better to Build
911 Better Before ». *Water Security* 17 (décembre):100123. <https://doi.org/10.1016/j.wasec.2022.100123>.
- 912 Edjossan-Sossou, Abla, Marc Vuillet, Hajjar Aboud, Nathalie Rabemalanto, Chevalier Axel, Julie Pidoux, Nathalie Pottier, et
913 Olivier Deck. 2022. « Modélisation de la décision d'auto-évacuation des ménages face à une défaillance du réseau
914 électrique en situation de crise à partir d'une étude empirique des inondations en 2016 et 2018 en Ile-de-France ». In
915 . EDF Lab Paris Saclay.
- 916 Gache, Frédéric. 2021. « comment la crue modérée de la seine en mai juin 2016 réinterroge les politiques franciliennes de
917 gestion des inondations ». In *Quelles stratégies pour quels risques ? La ville en question*, Presses des Ponts, 101-23.
918 <https://www.presses-des-ponts.fr/notre-librairie/385-quelles-strategies-pour-quel-risques--la-ville-en-question-.html>.
- 919 Gouv. 2014. « Arrêté 7 octobre 2014 Stratégie Nationale de gestion du risque inondation ».
- 920 Gueben-Veniere, Servane. 2017. « Les ateliers collaboratifs, un outil de recueil collectif des représentations spatiales ?
921 Exemple appliqué au cas de la gestion d'une crise liée à une crue majeure de la Seine en Île-de-France ». *EchoGéo*,
922 n° 41. <https://doi.org/10.4000/echogeo.15103>.
- 923 Moatty, Annabelle, et Magali Reghezza-Zitt. 2018. « Infrastructures critiques, vulnérabilisation du territoire et résilience :
924 assainissement et inondations majeures en Île-de-France ». *Vertigo : la revue électronique en sciences de*
925 *l'environnement* 18 (3). <https://www.erudit.org/fr/revues/vertigo/2018-v18-n3-vertigo04929/1065315ar/>.
- 926 MRN. 2018. « LETTRE D'INFORMATION DE LA MISSION RISQUES NATURELS - #27 Numéro spécial « Construire
927 en zone inondable et réhabiliter après inondation » ». Mission Risque Naturel. [https://www.mrn.asso.fr/wp-](https://www.mrn.asso.fr/wp-content/uploads/2018/07/lettre-mrn-n27-31072018.pdf)
928 [content/uploads/2018/07/lettre-mrn-n27-31072018.pdf](https://www.mrn.asso.fr/wp-content/uploads/2018/07/lettre-mrn-n27-31072018.pdf).
- 929 MTE. 2020. « Prévention des inondations : une politique à tous les échelons ». Ministère de la Transition Ecologique.
930 https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/19150_plaquette-inondation_light_interactif.pdf.
- 931 November, Valérie, et Laurence Créton-Cazanave. 2017. *La gestion de crise à l'épreuve de l'exercice EU SEQUANA*. La
932 Documentation Française. <https://shs.hal.science/halshs-01484782>.
- 933

- 934 OCDE. 2014. *Étude de l'OCDE Sur La Gestion Des Risques d'inondation : La Seine En Île-de-France 2014*. Paris:
 935 Organisation for Economic Co-operation and Development. [https://www.oecd-ilibrary.org/governance/etude-de-l-](https://www.oecd-ilibrary.org/governance/etude-de-l-ocde-sur-la-gestion-des-risques-d-inondation-la-seine-en-ile-de-france-2014_9789264207929-fr)
 936 [ocde-sur-la-gestion-des-risques-d-inondation-la-seine-en-ile-de-france-2014_9789264207929-fr](https://www.oecd-ilibrary.org/governance/etude-de-l-ocde-sur-la-gestion-des-risques-d-inondation-la-seine-en-ile-de-france-2014_9789264207929-fr).
 937 ———. 2018. « Mieux prévenir les inondations de la Seine en Île-de-France : Progrès réalisés et enjeux pour l'avenir ». Paris.
 938
 939 Perrin, Frédéric, Philippe Sauzey, Bernard Menoret, et Pierre Alain Roche. 2017. « Inondations de mai et juin 2016 dans les
 940 bassins moyens de la Seine et de la Loire - retour d'expérience ». CGEDD n° 010743-01 et IGA n° 16080-R.
 941 Ministère de l'Intérieur; Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer.
 942 [http://www.interieur.gouv.fr/Publications/Rapports-de-l-IGA/Rapports-recents/Inondations-de-mai-et-juin-2016-](http://www.interieur.gouv.fr/Publications/Rapports-de-l-IGA/Rapports-recents/Inondations-de-mai-et-juin-2016-dans-les-bassins-moyens-de-la-Seine-et-de-la-Loire-retour-d-experiance)
 943 [dans-les-bassins-moyens-de-la-Seine-et-de-la-Loire-retour-d-experiance](http://www.interieur.gouv.fr/Publications/Rapports-de-l-IGA/Rapports-recents/Inondations-de-mai-et-juin-2016-dans-les-bassins-moyens-de-la-Seine-et-de-la-Loire-retour-d-experiance).
 944 Pottier, Nathalie, Jenna Daniel, et Marc Vuillet. 2019. « Analyse Des Retours d'expérience d'inondations majeures pour la
 945 résilience des réseaux urbains ». *Retours d'expériences Post-Catastrophes Naturelles. Sous la direction de Rey T et*
 946 *Defossez S. Montpellier: Presses Universitaires de la Méditerranée*.
 947 <https://scholar.google.com/scholar?cluster=2385974027998304641&hl=en&oi=scholar>.
 948 Pottier, Nathalie, Marc Vuillet, et Serge Lhomme. 2022. « Vulnérabilité et résilience de la zone métropolitaine de Paris face
 949 au risque de crue majeure de la Seine. L'apport du projet de recherche "RGC4" ». In , presses de la Faculté des
 950 Lettres et Sciences Humaines-Université Ibn Zohr (Maroc), 23-73. Ouvrage Vulnérabilité et résilience territoriale.
 951 Regards croisés euro-méditerranéens en contexte de risques et changement climatique.
 952 Pottier, Nathalie, Marc Vuillet, Nathalie Rabemalanto, et Abla Mimi Edjossan-Sossou. 2023. « Household resilience to slow
 953 onset flooding: A study of evacuation decision triggers in high-rise buildings along the Seine in Paris ». *International Journal of Disaster Risk Reduction* 95 (septembre):103858.
 954 <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2023.103858>.
 955
 956 Rufat, Samuel, et Ludovic Faytre. 2024. « Inondation et évacuation : enquête sur les perceptions et comportements des
 957 Franciliens ». In *L'Institut Paris Region. Chronique des crues et inondations en Île-de-France 2*.
 958 [https://www.institutparisregion.fr/environnement/risques-naturels-et-technologiques/chroniques-crues-et-](https://www.institutparisregion.fr/environnement/risques-naturels-et-technologiques/chroniques-crues-et-inondations/inondation-et-evacuation-enquete-sur-les-perceptions-et-comportements-des-franciliens/)
 959 [inondations/inondation-et-evacuation-enquete-sur-les-perceptions-et-comportements-des-franciliens/](https://www.institutparisregion.fr/environnement/risques-naturels-et-technologiques/chroniques-crues-et-inondations/inondation-et-evacuation-enquete-sur-les-perceptions-et-comportements-des-franciliens/).
 960 Toubin, Marie. 2014. « Améliorer la résilience urbaine par un diagnostic collaboratif : l'exemple des services urbains
 961 parisiens face à l'inondation ». These de doctorat, Paris 7. <https://www.theses.fr/2014PA070008>.
 962 Varesano, Lenny. 2018. « Amélioration de la résilience des réseaux techniques de services urbains face aux inondations en
 963 IDF : vers une gestion territorialisée des risques et des crises ». Stage M2.
 964 Ville de Paris. 2021. « Paris face au changement climatique ». Coordination : J Roussel, contributeurs : S Emery et Y
 965 Françoise. Actualisation de l'étude de vulnérabilités et de robustesses de Paris face au changement climatique et à la
 966 raréfaction des ressources.
 967