

La résilience urbaine face aux risques : nécessité d'une approche collaborative



Arnaud Bouissou/MEDIE-MLETR

L'agglomération parisienne, archétype des enjeux de résilience urbaine

Du fait de ses spécificités métropolitaines, de son contexte urbain et de sa gouvernance complexe, l'agglomération parisienne, aux enjeux mondialisés, se préoccupe également de sa capacité à faire face à une perturbation majeure. L'événement naturel le plus redouté est une crue d'occurrence centennale de la Seine et de la Marne, du niveau de celle, historique, qui a inondé Paris en 1910.

Au regard de ses conséquences potentielles, tant humaines (435 000 logements et 830 000 habitants exposés) que socio-économiques (100 000 entreprises et 750 000 emplois), le sujet d'une inondation majeure en Île-de-France fait l'objet, depuis le milieu des années 2000, d'une attention particulière de la part des pouvoirs publics, acteurs de la prévention des risques (connaissance de l'aléa, information, réglementation, aménagement) comme de la gestion de crise.

Parallèlement à l'évaluation, de plus en plus fine, des enjeux en zones inondables, les travaux se sont orientés, sous l'égide notamment de la préfecture de police/zone de défense et de sécurité de Paris, qui a en charge l'élaboration et la mise en œuvre du plan de secours spécialisé inondation (plan Orsec), vers les conséquences d'une crue majeure sur les systèmes et réseaux critiques.

Les catastrophes naturelles témoignent des interactions fortes entre la ville, les réseaux techniques et les risques. La prise en compte de ces services vitaux et de leur interdépendance reste insuffisante. En effet, les nombreux gestionnaires, leurs périmètres de gouvernance, complexifient l'élaboration d'une vision partagée de la résilience urbaine.

La Nouvelle-Orléans (ouragan Katrina, 2005), le Japon (tremblement de terre et tsunami, 2011) et, dernièrement, le Népal : les dommages, les destructions de bâtiments et d'infrastructures, les pertes humaines... ont souvent été les premières images marquantes de ces événements dévastateurs. Moins « visible », l'interruption des réseaux techniques a pourtant de graves conséquences

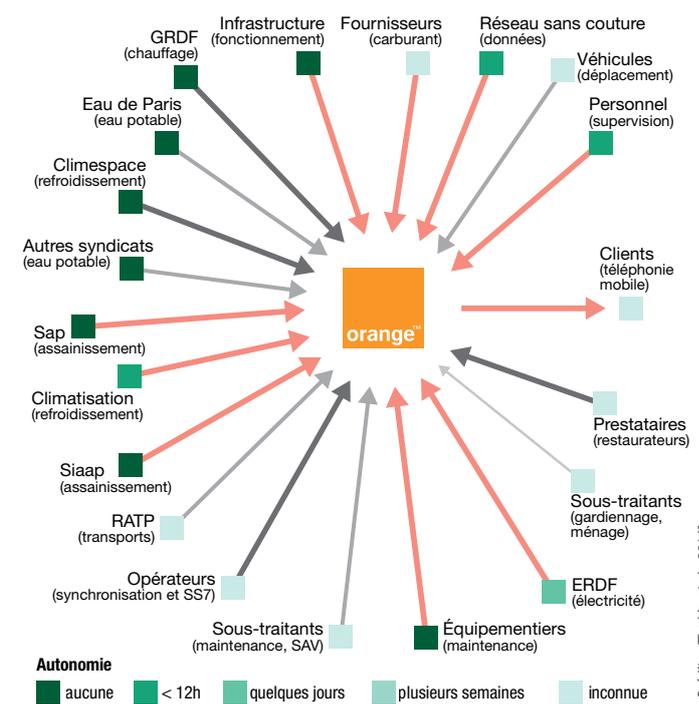
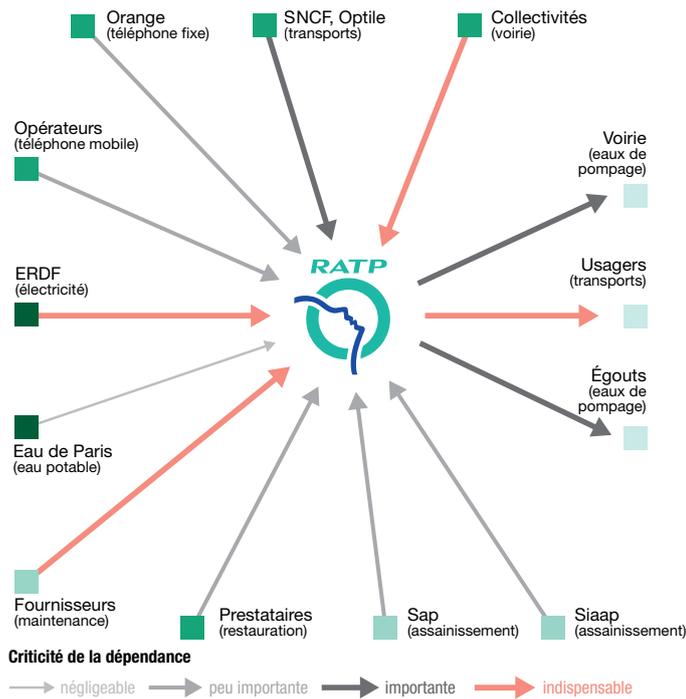
sur les villes et les populations. La dégradation ou l'interruption de ces services vitaux (électricité, assainissement et distribution d'eau, transport, télécommunications, etc.) bouleversent, à l'échelle des métropoles, toute la vie quotidienne ainsi que les activités économiques.

Ces catastrophes naturelles révèlent la dépendance aux réseaux et la vulnérabilité croissante de nos sociétés de plus en plus interconnectées.

La reconnaissance récente de ces problèmes complexes, nécessitant une approche systémique et tenant compte des incertitudes, a fait émerger le concept de résilience. Faisant écho à des notions de résistance, d'adaptation, de flexibilité, d'anticipation, il se définit également à l'échelle d'une ville et, plus particulièrement, à ses systèmes urbains, comme la capacité à absorber une perturbation et à récupérer ses fonctions.

La résilience doit permettre un fonctionnement en mode dégradé et le retour à un état acceptable le plus rapidement possible. Une stratégie de continuité d'activité et de participation des parties prenantes se substitue ainsi à une approche axée sur l'endommagement et la réponse technique.

Interdépendances et potentiel de défaillance des opérateurs: les exemples de la RATP et d'Orange (mobile)



Crédits: [Toubin et al., 2014]

Ces deux graphiques mettent en exergue les interdépendances entre opérateurs et l'éventuelle propagation de la perturbation, notamment du fait des effets dominos lorsque la défaillance d'un réseau se répercute sur l'ensemble des réseaux dépendants. Un système de transport urbain comme celui de la RATP (à gauche) est peu « dépendant » par rapport au nombre de ressources nécessaires pour assurer le service: électricité (ERDF) et prestations de maintenance. Toutefois, il est totalement dépendant de la ressource électrique, qui est la plus influente. Plus les fournisseurs de « ressources » (flèches entrantes) sont nombreux, plus le potentiel de défaillance de l'opérateur est fort. Plus les usagers du service (flèches sortantes) sont nombreux, plus le potentiel de propagation de la perturbation est important. Le maintien de l'électricité (ERDF) est donc capital pour assurer le service de transport, mais aussi pour faire fonctionner les pompes qui empêchent l'enneigement et les coupures électriques (cercle vertueux).

À l'inverse de la RATP, Orange dépend de nombreux autres services, que ce soit pour la téléphonie mobile, fixe ou Internet (9 flèches entrantes signalant des services « indispensables »).

À Paris, les réseaux de télécommunication sont souterrains et certaines portions sont très anciennes. Le service dépend notamment de la fourniture d'électricité par ERDF (les antennes-relais n'ont pas plus de 4 h d'autonomie), également pour la climatisation assurant le refroidissement des serveurs (Climatespace).

N.B.: ces graphiques représentent la perception à un instant T du fonctionnement du service par l'interlocuteur rencontré dans le cadre du travail de thèse, entre 2012 et 2014.

Ces travaux ont été menés en collaboration étroite avec les grands opérateurs: Électricité réseau distribution France (ERDF), Gaz réseau distribution France (GrDF), Orange, etc., et les gestionnaires de services publics: Régie autonome des transports parisiens (RATP), Assistance publique-Hôpitaux de Paris (APHP), Agence métropolitaine des déchets ménagers (Syctom), Syndicat interdépartemental pour l'assainissement de l'agglomération parisienne (Siaap), etc.

Ils montrent combien le fonctionnement métropolitain serait profondément perturbé par des dysfonctionnements – voire l'arrêt total – des réseaux et des services urbains. Les répercussions dépasseraient largement les seules zones inondées et impacteraient la vie quotidienne de plusieurs millions de Franciliens. Ils posent aussi les questions liées à la durée de la crue (plusieurs jours à plusieurs semaines sur les secteurs les plus touchés), ses conséquences en termes de

gestion de crise (relogement des populations, etc.), ainsi que les enjeux de la post-crise, avec les difficultés de continuité d'activité dans de multiples domaines.

En effet, pour de nombreux services urbains, la métropole s'appuie sur un système de production et de distribution organisé autour de grands équipements structurants, souvent implantés à proximité du fleuve [Faytre, 2011]. C'est le cas, par exemple, en matière de traitement des déchets, avec les usines d'incinération d'ordures ménagères, mais aussi les chaufferies urbaines qui en dépendent directement. De même, ce sont les principales usines de production d'eau potable qui sont installées le long de la Seine, de la Marne et de l'Oise, tout comme les infrastructures d'assainissement et de traitement des eaux.

Les études conduites depuis une dizaine d'années ont mis en évidence la vulnérabilité de ces équipements en cas de crue centennale – mais également pour celles de moindre importance –, avec de fortes répercussions sur le maintien des activités et des capacités de production. Cette

vulnérabilité tient au risque de détériorations directes touchant les installations techniques, mais également à des dommages potentiels plus indirects, liés à l'inaccessibilité des emprises industrielles (salariés, approvisionnement logistique, etc.), à l'endommagement des réseaux de distribution ou à la dégradation des process industriels.

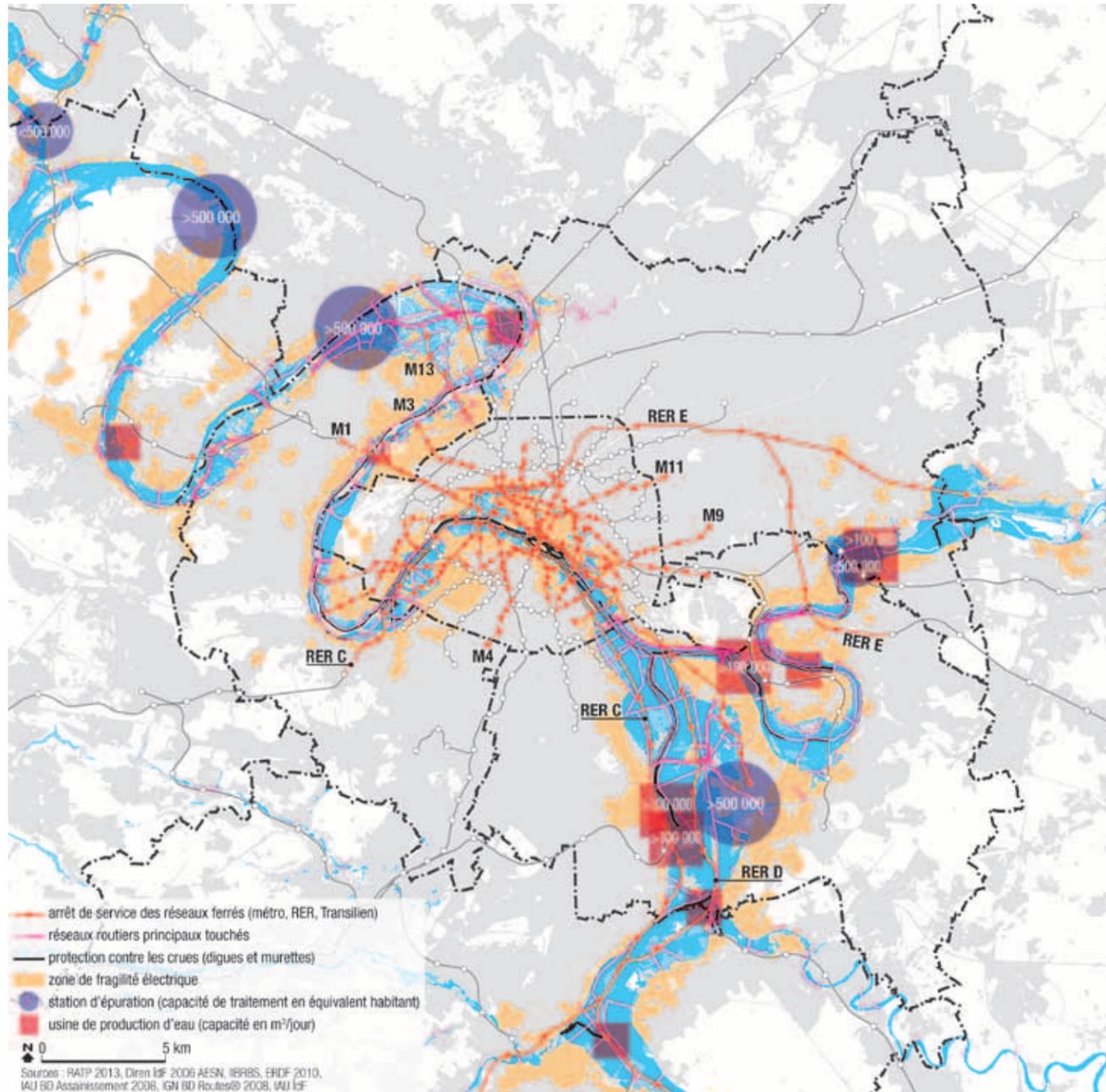
C'est, en outre, la dépendance énergétique qui constitue une des toutes premières sources de vulnérabilité de ces systèmes, puisque le réseau électrique apparaît comme le maillon essentiel dans la chaîne de l'amplification des dommages.

L'inondation des postes « sources »⁽¹⁾ et « moyenne tension » – ou leur coupure préventive pour protéger les installations et faciliter le retour à la normale – impacterait tous les autres réseaux et secteurs d'activité (eau, télécommunications, transport, santé, etc.).

Enfin, le fonctionnement métropolitain et son économie reposent fortement sur les flux

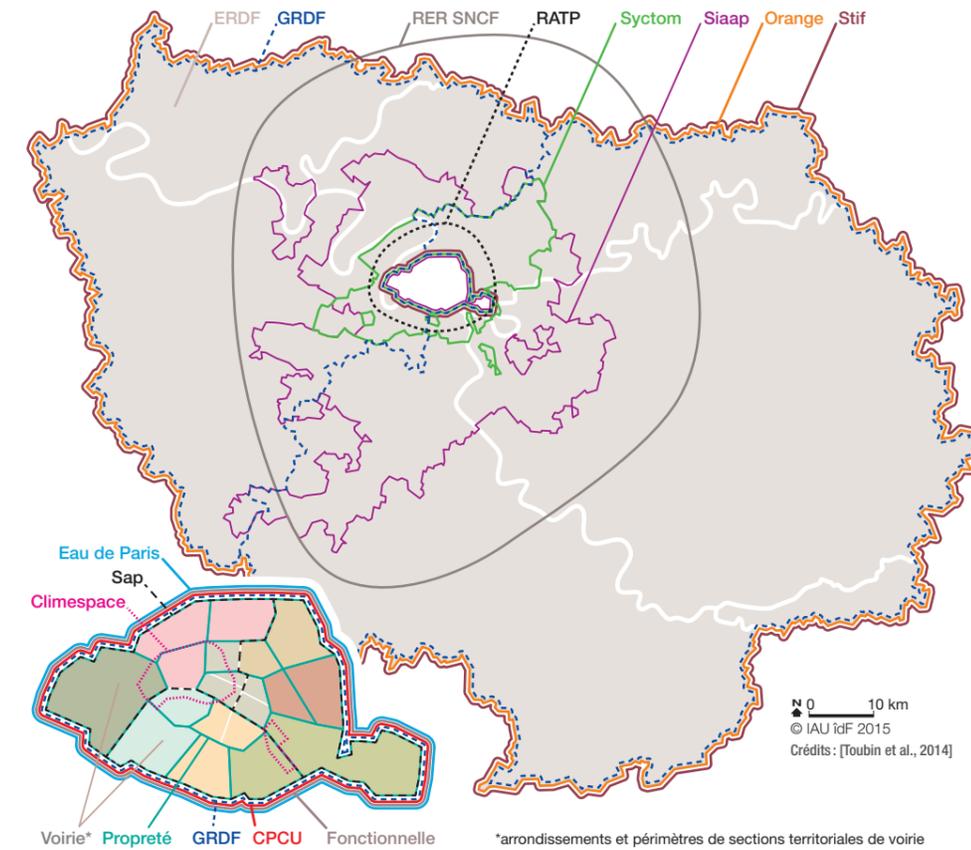
(1) Infrastructures assurant l'interface entre le réseau de transport et le réseau de distribution d'électricité.

Les enjeux métropolitains face aux risques inondations



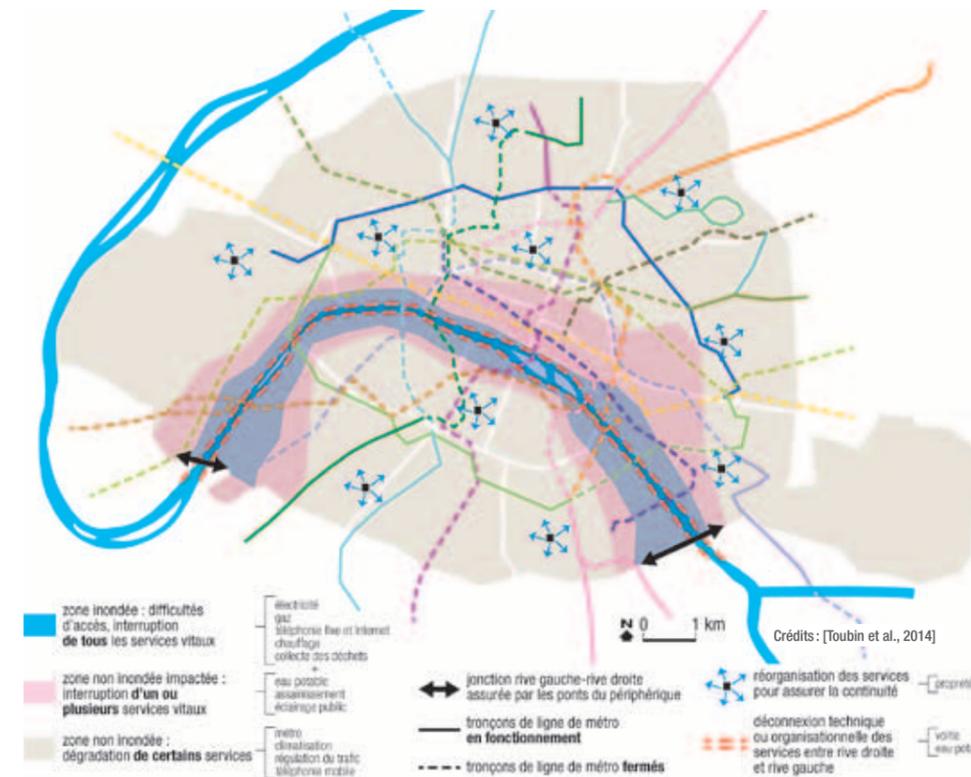
De nombreux équipements structurants, contribuant au fonctionnement urbain de l'agglomération parisienne, sont implantés à proximité du fleuve (Seine, Marne, Oise). La dépendance énergétique constitue la toute première source de vulnérabilité de notre système urbain. L'inondation des postes « sources » et moyenne tension – ou leur coupure préventive pour protéger les installations et faciliter le retour à la normale – priverait d'électricité plusieurs centaines de milliers de logements, avec de graves répercussions sur les conditions de vie des populations. Le réseau électrique constitue un maillon essentiel dans la chaîne de l'amplification des dommages pour de nombreux services urbains (télécommunications, transports, services publics, etc.) et les activités économiques.

Périmètres de gouvernance des services urbains



Les services urbains sont nombreux et gérés à des échelles très variées, qui limitent l'analyse globale des impacts sur les réseaux. La principale difficulté dans la construction de la résilience urbaine réside dans la superposition des périmètres de gestion des différents opérateurs, à travers des organisations intercommunales, interdépartementales ou régionales : Agence métropolitaine des déchets ménagers/Syctom, Syndicat interdépartemental pour l'assainissement de l'agglomération parisienne/Siaap, Syndicat des transports d'Île-de-France/Stif ; des opérateurs nationaux (ERDF, Orange, SNCF) ; des opérateurs privés (réseau de froid urbain/Climespace, Compagnie parisienne de chauffage urbain/CPCU), ou publics (services de la ville de Paris), avec des logiques géographiques différentes souvent héritées de l'Histoire. Carte extraite de la thèse de Marie Toubin [Toubin, 2014].

Principe général de la perturbation des services urbains sur la ville de Paris dans le cas d'une inondation centennale



L'inondation vécue en 1910 en Île-de-France est devenue la référence pour la prévention du risque inondation, malgré l'évolution du contexte urbain. Il est ainsi possible d'extrapoler les résultats à l'ensemble de Paris, dans le cas du scénario 1910. L'inondation de certaines lignes de métro induit la fermeture de larges portions de lignes. Aussi, aucune ligne ne fonctionne dans le cercle central formé par les deux lignes circulaires 2 et 6. Les traversées de la Seine par la voirie sont également réduites aux deux points du périphérique. La téléphonie mobile pourra être maintenue sur toute la zone, mais seulement en extérieur. Le fonctionnement normal de la ville sera rendu difficile par la dégradation de services supports essentiels, notamment du fait des difficultés de déplacement. Carte extraite de la thèse de Marie Toubin [Toubin, 2014].

de transport. Les travaux menés par la RATP révèlent que dans un scénario de crue centennale, près de 45 % de ses réseaux métro et RER seraient arrêtés durant plusieurs jours à plusieurs semaines, avec un impact considérable sur les quelques millions de déplacements quotidiens qui utilisent ces modes de transport. Les circulations ferroviaires nationales seraient également extrêmement perturbées pour plusieurs grandes gares parisiennes. Les désordres sur les réseaux routiers se traduiraient quant à eux par des difficultés de ravitaillement des populations, de logistique, voire d'organisation de la gestion de crise et des secours.

Ces quelques exemples montrent combien la résilience des réseaux, qui structurent le territoire et assurent un approvisionnement fiable et diversifié en ressources et services, est déterminante pour la résilience de la zone métropolitaine. Les conséquences directes de ces dysfonctionnements à l'échelle plus locale des bassins de vie exposés, et qui renvoient à des questions de vulnérabilité des territoires face aux risques, restent encore difficiles à apprécier.

Ainsi, comment évaluer les perturbations sur l'organisation de tous les services publics de proximité (santé, éducation, administration, etc.), qui tissent

le lien territorial, et sur les usages et usagers qui en dépendent ? Quels sont les impacts pour la vie quotidienne des populations ? Comment estimer les répercussions économiques de l'interruption durable des réseaux du métro et du RER sur un pôle d'emplois majeur comme celui de la Défense ?

Des réponses opérationnelles encore insuffisantes

En Île-de-France, la continuité d'activité des opérateurs repose sur différents instruments réglementaires. La loi de modernisation de la sécurité civile (2004) et la mise en œuvre du décret sur la sécurité des activités d'importance vitale (SAIV, 2006) fixent aux opérateurs identifiés comme d'importance vitale (ERDF, GrDF, Orange, Eau de Paris, etc.) des obligations de continuité des services publics. Des plans particuliers de protection doivent être mis en place, basés sur une analyse de risques.

Pour la ville de Paris, le plan de prévention des risques inondations (PPRI) prévoit l'élaboration de plans de protection contre les inondations (PPCI) par les entités ayant des missions de service public, et ce pour l'ensemble des établissements situés en zone inondable. Des obligations contractuelles spécifiques

peuvent aussi être incluses dans les contrats de délégation.

Ces réglementations, en demandant à chaque réseau d'assurer son fonctionnement en cas de crise comme s'ils étaient autonomes, restent toutefois sectorielles.

Ce cadre réglementaire, tout comme les travaux de sensibilisation de la zone de défense et de sécurité, ont conduit plusieurs acteurs à évaluer précisément les impacts des différents scénarios de crue, à développer des plans de continuité d'activité (PCA). Parfois même à investir de façon conséquente pour réduire leur vulnérabilité, limiter les dommages, et permettre un retour rapide à la normale. C'est le cas en particulier de la RATP, de ERDF ou encore d'Orange.

De nombreuses difficultés pour construire la résilience urbaine

Pour autant, ces plans et dispositifs prévus suffisent-ils à construire la résilience urbaine de l'agglomération parisienne ? Pas encore...

La gestion des interdépendances entre opérateurs

Le premier constat est que tous les opérateurs n'ont pas le même degré d'avancement dans leurs diagnostics de vulnérabilité. Une

grande hétérogénéité demeure en termes d'évaluation, de préparation, et de résilience face au risque d'inondation majeur.

De plus, si la réflexion est déjà très engagée sur Paris, qui focalise l'attention des pouvoirs publics au regard de l'image de la capitale, de son rôle économique, de l'importance des enjeux de gouvernance, d'autres secteurs de la proche couronne, en amont et en aval, tout aussi exposés, sont moins avancés. Sur ces territoires où les acteurs sont multiples et les organisations intercommunales récentes, l'exercice paraît encore très complexe, avec des difficultés à mobiliser les grands opérateurs, à appréhender au niveau plus local les conséquences sociales, économiques, organisationnelles des perturbations.

En outre, la construction de cette résilience urbaine doit faire face à d'autres difficultés liées plus intrinsèquement au fonctionnement et à l'organisation des réseaux. Dans le cadre du pôle de recherche pour l'organisation et la diffusion de l'information géographique (Prodig, Paris VII), visant à développer une méthodologie d'amélioration des conditions de la résilience urbaine, un travail de thèse [Toubin, 2014] a exploré le système des services parisiens et permis d'identifier trois obstacles principaux.

Le premier relève du nombre et de la complexité des interdépendances entre opérateurs. Dans le cadre de cette thèse, une série d'entretiens menés auprès de 23 gestionnaires (services de la ville de Paris, syndicats de traitement, opérateurs strictement parisiens ou d'importance nationale, etc.) a cherché à déterminer, pour chacun d'entre eux, les ressources entrantes nécessaires au fonctionnement du service : fournisseurs ou autres réseaux, mais aussi ressources humaines, financières, etc. (schémas p.2). Ils ont mis en évidence les services essentiels, notamment ceux en charge de l'électricité, des ressources hydrocarbures ou de la téléphonie, pour le fonction-



E. Conroy / Utiomé / AUI / Uti - Not / Mar / Land

Parmi les infrastructures vitales et vulnérables : 20 % des stations d'épuration, représentant 85 % des capacités, sont situées en zone inondable.

nement du plus grand nombre. À l'inverse, d'autres services vont nécessiter beaucoup d'interactions avec des systèmes extérieurs pour remplir leur mission comme, par exemple, le Syctom (traitement des déchets ménagers), le Siaap (assainissement des eaux), ou la Propreté de Paris. En situation de crise, alors que les effets dominos se propagent d'un réseau à l'autre, la continuité des activités, même en mode dégradé, repose largement sur la gestion de ces interdépendances. Or, aucune obligation de coopération ou de partage d'information n'est faite aux gestionnaires, bien que leurs systèmes dépendent les uns des autres.

La superposition des périmètres de gouvernance

À l'échelle de l'agglomération, une autre difficulté est liée à la superposition des périmètres de gestion des différents opérateurs, à travers des organisations intercommunales, interdépartementales ou régionales, des opérateurs nationaux, privés ou publics, avec des logiques géographiques différentes, adaptées aux territoires et aux missions (carte « Périmètres de gouvernance des services urbains », p.4).

Les stratégies d'adaptation différentes

Un dernier point concerne la diversité des stratégies de réponse des gestionnaires parisiens à une situation de crise, stratégies qui pourraient être incompatibles, voire contradictoires, dans le temps et dans l'espace.

Les réponses apparaissent en grande partie orientées par les contraintes techniques, mais également par une volonté stratégique liée à l'organisation, à l'image ou aux obligations du service. Certains opérateurs cherchent à adapter proactivement leur fonctionnement à une possible inondation. D'autres sont davantage tournés vers la réaction, à l'annonce de la crue. Ainsi la Propreté de Paris redéploie ses effectifs sur les sites d'exploitation opérationnels

afin d'assurer le service de nettoyage des rues.

D'autres encore développent des stratégies de résistance ou de protection visant à limiter les dommages sur leurs équipements sensibles, mais qui ne sont pas compatibles avec la continuité de service sur le territoire et/ou avec des répercussions sur les services dépendants. Ainsi, la stratégie de la RATP repose sur la protection de son réseau souterrain, l'objectif étant d'empêcher les arrivées d'eau pour éviter des dommages très lourds et durables sur un patrimoine d'infrastructures ancien et très exposé. Ce choix entraîne cependant une interruption du service sur une grande partie du réseau francilien.

Pareillement, le secteur de l'électricité a une stratégie tournée vers l'arrêt partiel de l'approvisionnement, en vue d'assurer la sécurité des personnes et une remise en service plus rapide. Sachant que les autres gestionnaires sont fortement dépendants de l'énergie électrique, plus cet arrêt intervient tôt, plus ils seront contraints dans leurs activités ou leurs actions de préparation à la gestion de crise.

La nécessité d'une approche collaborative

Le constat est donc celui d'un manque de connaissance des interdépendances et le besoin de trouver des réponses intégrées pour l'ensemble des interactions entre les réseaux, puis entre la ville et les risques.

La compartimentation entre les différents acteurs, publics et privés, apparaît comme un frein majeur à la mise en œuvre d'une stratégie d'adaptation du système urbain pour en améliorer la résilience globale.

Une approche collaborative, basée sur la mutualisation des connaissances, le partage de l'information entre opérateurs – rendu parfois difficile pour des questions de concurrence, de sécurité, de complexité grandissante – devrait permettre de construire une vision partagée des enjeux et favoriser l'élaboration de solutions intégrées.

Cette approche collaborative doit aussi et surtout être élargie aux acteurs de l'aménagement et en priorité aux collectivités locales, au titre de leurs multiples compétences exercées au service des territoires, de leurs populations et des acteurs économiques. Idéalement, elle devrait même être portée par ces collectivités, souvent concédantes de ces services urbains. Leur rôle sera prépondérant en cas de crise, en matière de réponse organisationnelle, de solidarité et de maintien de la continuité des services publics.

La ville de Paris, en collaboration avec la zone de défense et de sécurité, s'est engagée en 2014 dans ce processus, en réunissant régulièrement une quinzaine d'opérateurs de réseaux, pour faire connaître et partager les décisions qui seraient prises en cas de crue exceptionnelle de la Seine. La mise en œuvre des stratégies locales de gestion des risques d'inondation, à l'échelle du territoire à risques importants (TRI) de la métropole francilienne, dans le contexte de la directive inondation, pourrait constituer un cadre à des démarches similaires sur d'autres territoires fortement exposés.

Au-delà de la problématique inondation, et face à la complexité croissante des systèmes urbains, comment traduire dans les réflexions d'aménagement, de développement de nouvelles infrastructures et réseaux, ce concept de résilience à l'échelle de la ville dense et des territoires? Comment l'élargir à d'autres scénarios et d'autres enjeux? Plus qu'un objectif opérationnel, ce concept de résilience appliqué aux territoires pourrait se construire avant tout sur une démarche de transversalité, de partage de l'information et de culture du risque entre les acteurs publics, privés, et la population.

Marie Toubin, Egis
Ludovic Faytre, IAU idf

Pour en savoir plus

- TOUBIN Marie, *Améliorer la résilience urbaine par un diagnostic collaboratif : l'exemple des services urbains parisiens face à l'inondation*, thèse de doctorat, université Paris-Diderot, UMR Prodig, 2014.



<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00958279>

Cette thèse est issue d'un partenariat entre l'université Paris-Diderot, l'École des ingénieurs de la ville de Paris et Egis.

- OCDE, étude sur la gestion des risques d'inondation, 2014 : *La Seine en Île-de-France*. <http://bit.ly/1IQbE18>

- FAYTRE Ludovic, « Urbanisation et zones inondables : les risques encourus », *Note rapide*, n° 557, IAU idf, juillet 2011.



- Sur le site de l'IAU idf : Risques naturels et technologiques : analyses, débats, études, publications, vidéos, cartes interactives.



Directrice de la publication :
Valérie Mancret-Taylor

Auteur : Marie Toubin (ingénieur docteur, Egis), avec Ludovic Faytre

Cartographie : Lætitia Pigato
Sous la direction de Christian Thibault

Rédactrice en chef : Isabelle Barazza
Maquette : Vay Ollivier, Élodie Beaugendre
Cartographie : Jean-Eudes Tilloy
Sous la direction de Frédéric Theulé

Diffusion par abonnement
80 € par an (= 40 numéros) - 3 € le numéro

Service diffusion-vente
Tél. : 01 77 49 79 38
15, rue Falguière 75015 Paris

ISSN 1967 - 2144
ISSN ressource en ligne 2267-4071

www.iau-idf.fr



INSTITUT
D'AMÉNAGEMENT
ET D'URBANISME

