



N°d'ordre NNT : 2017LYSE3066

THESE de DOCTORAT DE L'UNIVERSITE DE LYON

opérée au sein de
l'Université Jean Moulin Lyon 3

Ecole Doctorale N° 483
Sciences Sociales

Discipline de doctorat :
Géographie – Aménagement

Soutenue publiquement le 7/12/2017, par :
Kenji Pierre-Jacques Teruo FUJIKI

**Etude prospective des impacts sociaux
d'une inondation majeure en région Ile-de-France.**

**Disparités socio-spatiales dans la prise en charge
des populations franciliennes en situation de crise
et post-crise : une analyse cartographiée
et quantifiée des besoins des ménages,
de l'évacuation à la reconstruction.**

Devant le jury composé de :

M. Gache, Frédéric, Chef du service Directive Inondation, EPTB Seine Grands Lacs
M. Laganier, Richard, Professeur des Universités, Université Paris VII, Rapporteur
Mme Meschinet de Richemond, Nancy, Professeure des Universités, Université
Montpellier III, Institut de Recherche pour le Développement, Rapporteur
M. Mietton, Michel, Professeur Emérite, Université Lyon III, Directeur de thèse
Mme November, Valérie, Directrice de Recherche, Ecole des Ponts, Université Paris-
Est
M. Serre, Damien, Professeur des Universités, Université d'Avignon
Mme Veyret, Yvette, Professeure Emérite, Université Paris X

REMERCIEMENTS

Ce travail de thèse n'aurait pu avoir lieu sans l'appui, sans faille, de mon directeur de recherche, Michel Mietton. Pour son accompagnement, ses diverses suggestions, son travail de correction, mais aussi son amitié, je voudrais d'abord le remercier et lui faire part de ma profonde reconnaissance.

Merci, encore, aux différents membres du jury, pour l'intérêt et le temps qu'ils ont pu consacrer à lire mon travail : Yvette Veyret, Nancy Meschinot de Richemond, Valérie November, Richard Laganier, Damien Serre, Frédéric Gache. Je remercie encore ce dernier, qui a émis le premier l'idée de ce sujet de thèse.

Je remercie aussi mon laboratoire, l'UMR 5600 « Environnement Ville Société » et sa composante Lyon III, le Centre de Recherche en Géographie et en Aménagement (CRGA), pour les conditions dans lesquelles j'ai pu faire cette thèse. J'en profite pour remercier l'ensemble de mes collègues doctorants et post-doctorants des « salles 505 et 411 » pour leur bonne humeur et les différents conseils qu'ils ont pu me prodiguer au cours de ces trois années de thèse. Ce sont Octavie, William, Andrés, Andrea, Vanessa, Carolina, Hélène, les deux Arnaud, Damien, Didier, Emmanuel. Un grand merci encore à Florent Renard, Maître de Conférences (et je n'oublie pas non plus Lucille !), pour ses conseils avisés et ses nombreuses références, dans le développement d'indices synthétiques et d'autres thématiques encore.

Cette thèse n'aurait pu voir le jour sans l'appui des nombreuses personnes qui m'ont apporté leur soutien dans la région francilienne. Un remerciement particulier à Sylvain Rotillon, rencontré à la DDT de l'Essonne, dont l'aide, en particulier dans les débuts difficiles de la thèse, fut très précieuse. Cette recherche n'aurait certainement pas pris la forme qu'elle a aujourd'hui sans son appui, ses conseils. D'autres remerciements chaleureux aux équipes du Secrétariat Général à la Zone de Défense et de Sécurité de Paris, à Sandra Masson-Planchon, du bureau planification, et à celle qui lui a succédé, Mélanie Laleau. Merci encore au Colonel Lelièvre et au Général Sepot. Je n'oublie pas non plus l'équipe du projet de recherche EURIDICE, sous la direction de Valérie November, déjà citée, et de Laurence Créton-Cazanave, qui associe Magali Reghezza-Zitt, Servane Gueben-Venière, Jonathan Fayeton, Anouck Adrot, Samuel Rufat et de nombreux autres encore, que je remercie pour leurs suggestions, et pour les riches discussions qui ont accompagné le projet. Merci enfin à la direction de l'EPTB et aux différentes équipes que j'ai pu côtoyer, en particulier à Marion Cauvin et Yann Raguènes.

Je remercie le Conseil Départemental de l'Essonne : dont Maryse Manigot, Arnaud Devillechaise et Kévin Méry. Mais aussi le SIDPC de la préfecture de l'Essonne, en premier lieu Kévin Pacchioni. Merci à Cécile Blin, de la mairie de Juvisy, toujours disponible pour mes demandes (répétées !) d'informations. Merci encore à Michel Perez, de la municipalité de Gennevilliers. Merci aux membres du CEPRI, et en particulier à son directeur scientifique, Nicolas Bauduceau, pour leurs conseils, en particulier pour les orientations données à la recherche sur les problématiques de reconstruction. Enfin, merci à tous ceux qui m'ont accordé leur temps au cours des diverses réunions et entretiens qui ont marqué mon travail de recherche.

Merci à l'ensemble de mes proches et amis, qui m'ont soutenu sans relâche. A mes parents, et à ma sœur, Lilas.

Enfin, surtout, merci à toi Albane.

RESUME

Cette thèse de doctorat, en géographie-aménagement du territoire, porte sur l'étude des impacts sociaux d'une inondation majeure en région francilienne. Les impacts sociaux sont compris, dans ces travaux, comme les effets de l'inondation sur la population, ses conditions et moyens d'existence. Elle comprend trois objectifs de recherche complémentaires : (1) l'évaluation par modélisation sous SIG des besoins sociaux en cas d'évacuation massive ; (2) l'étude qualitative de la prise en charge des populations en gestion de crise par les autorités ; (3) la cartographie des impacts sociaux post-catastrophe, et la modélisation des besoins de reconstruction.

La méthodologie élaborée comprend une approche mixte, fondée sur le croisement d'analyses statistiques et géomatiques d'une part, et d'analyses qualitatives d'autre part. Les premières s'appuient sur le traitement de données de recensement, permettant d'identifier sur un plan sociodémographique les populations et de caractériser leurs besoins dans les différentes phases d'une inondation, à court terme dans l'évacuation et l'hébergement d'urgence, à long terme dans le relogement et la reconstruction. A ce titre, les travaux se fondent sur la littérature internationale, qui est interrogée de près sur les retours d'expérience de catastrophes passées afin d'identifier les facteurs prédictifs du comportement des populations dans un contexte de crise puis de reconstruction. Ces analyses donnent notamment lieu au développement d'indices synthétiques cartographiés, permettant de représenter la capacité des populations à évacuer et à trouver un hébergement d'urgence, d'une part, et d'autre part leur capacité à se reconstruire. Ces indices sont ensuite croisés aux données d'exposition face à l'aléa, pour des scénarios d'inondation d'ampleur catastrophique. Les secondes consistent dans des études descriptives et interprétatives de données qualitatives de sources diverses : documentation écrite, observations, entretiens semi-directifs. Ces sources permettent de caractériser les dispositifs de prise en charge des populations en cas d'inondation massive, par les autorités responsables, de l'échelle communale à l'échelle régionale. L'analyse qualitative permet donc d'identifier des moyens, les analyses statistiques des besoins sociaux : la confrontation des deux permet de caractériser les impacts sociaux de l'inondation.

Les résultats sont présentés dans le cadre d'une approche résolument géographique, à travers un corpus de cartes disponible jusqu'à l'échelle communale. A court terme, face aux enjeux de l'évacuation massive, jusqu'à 700 000 personnes pourraient être évacuées pour un scénario d'inondation similaire à celui de la crue de référence de janvier 1910, 1,1 million pour une crue d'ampleur supérieure. 120 000 personnes devraient être prises en charge dans des centres d'hébergement d'urgence dans la première hypothèse, 200 000 dans la seconde. A plus long terme, nombre de structures et infrastructures nécessaires au maintien et au retour des populations sur un territoire donné pourraient être endommagées, avec des disparités spatiales particulièrement marquées : une douzaine de municipalités de plus de dix mille habitants pourraient dépasser le seuil d'endommagement de 30% de leurs structures et infrastructures, alors même qu'elles présentent pour certaines une faible ou médiocre capacité de reconstruction. Les résultats mettent aussi en avant le caractère temporel de la vulnérabilité, qui n'apparaît plus comme un tout uniforme : les populations vulnérables dans la phase d'évacuation ne sont pas nécessairement les mêmes que celles qui le sont pendant la phase d'hébergement, *a fortiori* de reconstruction. De la même façon, les disparités géographiques observées, entre départements, entre communes, varient de façon marquée selon les enjeux, des besoins de prise en charge face à l'évacuation massive jusqu'à la reconstruction.

ABSTRACT

This doctoral thesis in geography and space planning addresses the social impacts of a major flood in Ile-de-France region (France). Social impacts relate to the effects of a flood on populations and their living situations. The thesis meets three different but complementary objectives: (1) the assessment on a GIS of social needs in the hypothesis of a massive evacuation; (2) a qualitative study of the ability of authorities to take care of populations in a crisis management situation; (3) the mapping of long-term social impacts and the assessment of recovery and reconstruction needs.

Our methodology relies on a hybrid approach, mixing statistical and GIS analyses on one part, and qualitative analyses on the other part. On the one hand, census data are processed so as to identify populations on a social and demographic level. It is essential in order to characterize their needs during the different phases of a flood, from evacuation and sheltering to the process of recovery and reconstruction. As such, this study is based upon a state-of-the-art on past disasters, which identifies predictors of the behavior of populations during and after a disaster. Our GIS and statistical analyses lead to the mapping of synthetic indexes, aiming at representing the population ability to evacuate and to find a shelter by their own means, on the short term, and to recover on the long term. These indexes are then crossed to hazard data, applied to major flood scenarios. On the other hand, qualitative data from diverse sources (interviews, observations, written material) are described and interpreted in order to identify the means and strategies planned by the local and regional authorities to take care of their populations during a major flood. By comparing means, through qualitative analyses, and numerical and mapped social needs, through GIS and statistical analyses, one is able to characterize the social impacts of a flood in Ile-de-France region.

Results are presented in the context of a geographic approach, through a series of maps available from regional scale to local scale. On the short term during the flood, up to 700,000 people could be evacuated and 120,000 sheltered, for a flood similar to the 100-year flood of 1910. 1,100,000 people would be evacuated, 200,000 sheltered, for a flood superior to the 1910 flood. On the long term, many structures and infrastructures crucial for the livability of the city could be damaged, with striking geographic inequalities. A dozen of municipalities with over 10,000 inhabitants would exceed the damage threshold of 30% of their structures and infrastructures, while some of them feature a weak recovery and reconstruction capability. Results also highlight the temporal aspect of vulnerability. Vulnerable populations during the evacuation step may not be the same during the sheltering step, or the recovery and reconstruction phases. In the same way, geographic inequalities, between departments, between municipalities, greatly vary according to the stakes, from massive evacuation to reconstruction.

SOMMAIRE

Chapitre 1. Introduction générale.

1	Objet de recherche & contexte géographique	13
2	Le risque et les notions associées : de la vulnérabilité à la catastrophe	34
3	Les méthodes d'évaluation du risque	47
4	Principes méthodologiques	56

Chapitre 2. La planification des évacuations, un enjeu majeur de l'inondation francilienne : estimation sous SIG des besoins de prise en charge des populations.

1	L'évacuation massive en Ile-de-France : d'une définition à l'expression de besoins scientifiques et opérationnels	70
2	Etat de l'art sur la problématique des évacuations massives	79
3	Développement d'une méthode d'évaluation des besoins de prise en charge des populations évacuées : processus de construction et limites méthodologiques	106
4	Résultats	148

Chapitre 3. Evaluation géographique de la prise en charge des populations par les autorités publiques locales et régionales : objectifs, moyens, besoins.

1	Méthodologie & Etat de l'art	182
2	Scénarios d'étude : de l'exercice Sequana à la crue de printemps	208
3	Stratégies de gestion de crise à l'échelle régionale et départementale : des difficultés à mener à bien une stratégie cohérente en situation d'incertitude	218
4	Etudes de cas communales : des moyens raccourcis, une planification balbutiante pour faire face à la crise	267

Chapitre 4. Représentations cartographiques de la reconstruction : étude des disparités spatiales face aux impacts sociaux post-crise.

1	Impacts sociaux post-crise : définitions, enjeux, intérêt scientifique	312
2	Etat de l'art : identification des facteurs de déstabilisation du territoire en cas de crise majeure	326
3	Méthodologie : calcul de l'endommagement territorial et d'un indice de déstabilisation sociale	370
4	Résultats : l'identification de hot spots pour la reconstruction	389

Chapitre 5. Conclusion générale.

1	Synthèse de la recherche	422
2	Réponses aux problématiques de recherche : priorités géographiques et vulnérabilités différenciées	431
	Bibliographie	437
	Abbreviations	465
	Table des matières.....	471

Chapitre 1.

Introduction Générale.

En juin 2016, les eaux dans le bassin de la Seine ont monté à un niveau inédit depuis 1982. Dans la région francilienne, a été observée l'inondation de plusieurs centres-villes (Nemours, Longjumeau) et de divers quartiers, à Melun, à Villeneuve-Saint-Georges, et dans d'autres communes encore. Outre des perturbations importantes dans les réseaux de transport, avec la fermeture médiatisée du RER C dans Paris, cette crue vicennale a surtout provoqué l'évacuation de 17 500 personnes. Toutefois, le scénario d'une crue majeure, similaire ou supérieure à celle observée pendant l'inondation centennale de 1910, a été évité.

Or, dans l'hypothèse de l'occurrence d'une crue majeure, les impacts attendus seraient peut-être 50 ou 100 fois plus élevés, du point de vue de l'endommagement matériel, des perturbations économiques, dans le nombre de personnes à évacuer, à héberger, à reloger, que ce qui a pu être observé pendant la crue de juin 2016. En effet, du fait de sa densité, de son caractère métropolitain, la région Ile-de-France est particulièrement exposée au risque inondation (Beucher et Reghezza-Zitt, 2008 ; Reghezza, 2006) : sur les 463 km² exposés à une crue centennale, 13% sont dédiés à l'habitat, et l'équivalent est consacré aux activités, infrastructures de transport et équipements (Faytre, 2011). Cette exposition de l'habitat se traduit par une exposition de la population au risque qui n'a pas son pareil à l'échelle nationale : 830 000 habitants sont exposés à une crue centennale, six communes ont plus des 2/3 de leur population soumise directement au risque : Alfortville, Villeneuve-la-Garenne, Gennevilliers, Villeneuve-Saint-Georges, Gournay-sur-Marne, Mouy-sur-Seine.

En cas d'inondation majeure, l'endommagement est non seulement physique – de nombreux logements et infrastructures sont endommagés – mais il est aussi technique, socioéconomique, politique. Sur un plan technique, des dysfonctionnements en masse des réseaux sont attendus. Ces perturbations sont aggravées par l'enfouissement systématique des réseaux (Faytre, 2011), la concentration des infrastructures critiques et leur interdépendance (OCDE, 2014). Elles affectent ainsi par effet domino des territoires beaucoup plus larges que les seules zones inondables : l'inondation et les coupures préventives de postes sources et de moyenne tension peuvent priver d'électricité 1,5 millions d'habitants ; pour l'eau potable, les usines de production à Choisy et à Orly sur la Seine sont également menacées, avec potentiellement jusqu'à cinq millions de personnes privées d'eau et 1,3 millions d'autres personnes n'ayant plus accès qu'à une eau de qualité dégradée ; pour l'alimentation en hydrocarbures, l'exploitation des dépôts de Gennevilliers, de Nanterre, de Villeneuve-le-Roi est également soumise au risque ; pour la collecte et la gestion des déchets, il faut faire avec l'arrêt potentiel de trois usines d'incinération, à Ivry, Issy, Saint Ouen ; pour le traitement des eaux usées, 20% des stations d'épuration, représentant 85% de la capacité régionale, est en zone inondable. En ce qui concerne les réseaux routiers, autoroutiers, ferroviaires, métropolitains, une partie importante du trafic est amenée à être interrompue, avec une circulation entre rive droite et rive gauche de la Seine virtuellement impossible et des perturbations sur cinq autoroutes, avec la fermeture de 140 km de tronçons de métro sur 250 et des lignes de RER, à commencer par la ligne C ennoyée préventivement, ainsi que de plusieurs gares de desserte nationale, dont la gare TGV de Lyon.

Sur un plan socio-économique, les organisations privées et publiques, les flux de biens, les flux pendulaires, les flux financiers, sont amenés à être désorganisés, également sur des territoires dont l'échelle dépasse de loin celle des zones sinistrées, du fait de la concentration des populations et des capitaux, du fonctionnement économique en flux tendu et de l'interdépendance des chaînes de production et, nous l'avons vu, des réseaux. L'OCDE (2014) donne ainsi une estimation des dommages directs provoqués par l'inondation allant de 3 à 30

milliards d'euros selon les scénarios de crue, mais aussi et surtout une réduction cumulée du PIB national allant de 0,1% à 3% sur cinq ans (soit presque 60 milliards d'euros), et la destruction potentielle de 400 000 emplois sur les 750 000 exposés. Les services publics sont aussi nécessairement désorganisés, des établissements de santé, qui risquent d'avoir de lourds problèmes pour prendre en charge les populations sous sa responsabilité, handicapées, médicalisées, suivies pour des problèmes de santé, jusqu'aux organes du pouvoir national, avec l'inondation de l'Elysée, de l'hôtel de Matignon, de plusieurs ministères, dont Bercy et le quai d'Orsay. Or, sur un plan politique, une telle crue entraîne nécessairement des mesures drastiques de restrictions des libertés. Celles-ci peuvent inclure des contraintes de mobilité, en particulier l'évacuation du logement afin de mettre en sûreté les personnes ou la mise en place de couvre-feux pour limiter les déplacements nocturnes et les violences urbaines, mais aussi des restrictions dans l'usage de l'eau potable, des hydrocarbures, afin de faire face aux dysfonctionnements des réseaux techniques (Gache, 2014).

Du fait de ces différentes formes de perturbations, une inondation majeure a de très fortes répercussions sur la vie quotidienne des populations de la région, dans leur capacité à se loger, subvenir à leurs besoins vitaux, en énergie et en alimentation, assurer la scolarité de leurs enfants, aller travailler et bénéficier de revenus. Elle se traduit en particulier par l'évacuation massive de plusieurs centaines de milliers de personnes – sinon de millions ! Or, l'évacuation nécessite des moyens considérables, d'alerte, d'hébergement, de sécurisation et comprend de la sorte de nombreuses incertitudes. L'inondation pose aussi la question de l'après-crue : une fois les eaux revenues dans leur lit, la société francilienne, exsangue, doit se reconstruire. De l'évacuation des personnes jusqu'à la reconstruction de leurs logements, l'étude des impacts de l'inondation sur la population apparaît alors comme une question cruciale.

Dans le cadre de cette introduction générale, une fois présentés le sujet et les objectifs de thèse (partie 1), un état de l'art est dressé sur les notions de risque, de vulnérabilité, de catastrophe (partie 2) puis sur les mesures existantes de ces dernières (partie 3). Cet état de l'art permet d'explicitier l'intérêt de notre sujet, par rapport aux travaux existants, et de la méthodologie développée (partie 4).

1 OBJET DE RECHERCHE & CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

Notre sujet d'étude est d'abord présenté et explicité, avant d'identifier les objectifs de recherche qui structurent le corps de la thèse, et les problématiques transversales qui permettent de répondre aux interrogations posées. La présentation de notre cas d'étude, la région francilienne, et de l'aléa étudié, celui de l'inondation de plaine, permet de contextualiser notre analyse, dans une approche résolument géographique.

1.1 DEFINITION DU SUJET ET DES OBJECTIFS DE RECHERCHE

1.1.1 Définition du sujet de thèse

Cette thèse porte l'étude prospective des impacts sociaux d'une inondation majeure en région Ile-de-France. Sur un plan thématique, elle s'interroge sur les disparités socio-spatiales dans la prise en charge des populations franciliennes par les collectivités locales et par l'Etat en

situation de crise et post-crise. Sur un plan méthodologique, elle s'appuie sur une analyse cartographiée et quantifiée des besoins des ménages, de l'évacuation à la reconstruction.

Définition du sujet : impacts de l'inondation sur les ménages

Une inondation se définit comme la présence temporaire de l'eau sur des surfaces habituellement non submergées (Torterotot, 1993). Les impacts d'une inondation désignent les effets de cette dernière sur la société et l'environnement (Hammond, 2014). Ils doivent être distingués des dommages (ou pertes), qui font référence aux seuls aspects négatifs de ces impacts.

Les impacts peuvent être classés selon différentes typologies. L'une des plus simples relève de la distinction entre impacts physiques et impacts sociaux (Lindell, 2013) : les impacts physiques recouvrent aussi bien les décès et blessures sur les personnes, les dommages aux structures bâties, aux infrastructures, à l'environnement naturel ou agricole (impacts physiologiques, impact sur le bâti et sur l'environnement) (Ahern *et al.*, 2005 ; Brémond *et al.*, 2013 ; Torterotot, 1993) ; les impacts sociaux recouvrent les effets des inondations sur un plan psychologique, démographique, économique, politique, culturel (Aldrich, 2012 ; Baade *et al.*, 2007 ; Bolin et Stanford, 1991 ; Leon, 2004 ; Thieken *et al.*, 2016 ; Vigdor, 2008). Cette distinction apparaît en partie factice, les deux domaines se recouvrant nécessairement dans une chaîne de causalités difficilement identifiable : ainsi, les blessures sur les personnes provoquent des désordres psychologiques ; les dommages aux structures bâties et aux infrastructures constituent un frein au retour des populations sinistrées et évacuées, tandis que le retour de ces dernières conditionne justement la reconstruction de ces structures (Green *et al.*, 2007 ; Paxson et Rouse, 2008). Si la thèse s'interroge prioritairement sur les impacts sociaux de l'inondation, il n'est de fait pas possible d'étudier ces derniers sans évoquer les impacts physiques, en particulier l'endommagement du bâti, comme nous le ferons par la suite. Les difficultés inhérentes à un tel sujet apparaissent d'autant plus évidentes que les impacts sociaux comprennent, comme la définition de Lindell (2013) le sous-entend, un très large éventail d'événements. En conséquence, dans le cadre de cette thèse, les impacts sociaux sont définis *largo sensu*, comme les impacts sous tous azimuts d'une inondation sur la population, et en particulier sur les ménages.

En effet, notre analyse porte essentiellement, au sein de la population de la région francilienne, sur les ménages : un ménage regroupe l'ensemble des personnes vivant dans un même logement¹, la population en ménages désigne donc les personnes vivant à domicile, à l'exclusion de la population vivant en communauté (prison, maison de retraite, internat) et de la population sans-abri. Ce choix s'explique pour plusieurs raisons, thématiques, institutionnelles et pratiques. D'un point de vue thématique, la priorité est donnée à l'identification des trajectoires résidentielles des populations après une inondation, de l'évacuation de leur logement, en passant par l'hébergement, le relogement temporaire, le retour (ou non) sur leur territoire d'origine, puis la reconstruction (ou non) de leur logement. Le domicile des populations apparaît ici au centre de notre réflexion. Pour autant, les populations hors ménages ne sont pas oubliées : l'analyse des stratégies et doctrines, mises en place par les collectivités, pour prendre en charge les populations sous leur responsabilité, permet de mettre en évidence les problématiques propres aux populations hors ménage. D'un point de vue institutionnel ensuite, en ce qui concerne la phase d'évacuations et d'hébergements, la

¹ <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1881>

Préfecture de Police, en charge comme nous le verrons de coordonner la gestion de crise, se focalise sur la population en ménages, considérant que les populations vivant en communauté sont prises en charge par les institutions responsables. L'enjeu majeur de la gestion de crise consiste donc à gérer les grands volumes de la population à domicile, à assurer l'alerte de cette dernière, son évacuation, son déplacement, puis la prise en charge de son hébergement. C'est un postulat qui comprend toutefois diverses inconnues, et des incertitudes qui sont questionnées dans le cadre de cette thèse. D'un point de vue pratique enfin, les données de recensement sont plus précises, notamment d'un point de vue spatial, sur les ménages que sur les autres catégories de populations. Or, à l'échelle de la région, en termes d'effectifs, les différences entre la population en ménages seulement et la population totale sont très faibles, du fait que les ménages représentent l'écrasante majorité de la population (98% du total régional selon les données du Recensement Général de la Population de l'INSEE).

Du court au long terme : de l'alerte et de l'évacuation à la reconstruction

Les impacts sociaux, sur les ménages, peuvent être identifiés selon leur temporalité, en distinguant le court terme (qui se compte en jours ou en semaines écoulées avant et pendant l'occurrence de l'inondation), le moyen terme (les semaines et mois qui s'écoulent immédiatement après le retrait de l'eau) et le long terme (de plusieurs mois à plusieurs années).

A court terme, les impacts sociaux incluent les perturbations de la vie quotidienne liées à l'arrivée de l'inondation et de ses conséquences immédiates, comme la rupture des réseaux, la fermeture des services de proximité comme les écoles et l'arrêt de l'activité économique. Ces perturbations peuvent prendre la forme, dans le cas le plus extrême, d'une évacuation du logement d'habitation, et d'un hébergement dans la région voire hors de celle-ci, en collectivité ou chez des amis ou des proches. L'évacuation représente alors une rupture totale avec le milieu de vie quotidien (Beaulieu et Marchand, 2001 ; CEPRI, 2014). Dans le cas où les populations peuvent demeurer sur place, ces impacts sociaux prennent la forme de perturbations diverses, liées à la rupture des réseaux : difficultés voire impossibilité de travailler, de circuler, absence de chauffage et d'électricité, d'assainissement, d'approvisionnement régulier en eau potable, au total une dégradation considérable du milieu de vie quotidien (Wright et Johnston, 2010).

A moyen terme, soit plusieurs mois après l'inondation, les problématiques se déplacent vers les questions de retour, ou non, à la vie quotidienne – retour au logement pour les évacués, retour au travail pour les salariés et les indépendants, retour à l'école pour les élèves. Ces problématiques de retour à la vie quotidienne sont associées à la remise en marche des réseaux et des services publics (Madhusudan et Ganapathy, 2011 ; Siebeneck *et al.*, 2013). Enfin, à plus long terme, donc sur une échelle de plusieurs années, les impacts sociaux sont à mettre en perspective avec les impacts territoriaux de l'inondation : soit la façon dont l'inondation a perturbé le fonctionnement territorial, a modifié le profil social et démographique du territoire (Aldrich, 2012). La problématique des impacts sociaux de long terme se pose notamment quand la reconstruction des logements, des entreprises, des établissements de service public tarde à se mettre en place, a lieu dans de mauvaises conditions, de façon partielle, du fait de l'état des destructions.

La temporalité des impacts est donc à associer à la problématique de la reconstruction. Kates *et al.* (2006) identifient ainsi plusieurs périodes consécutives à l'occurrence de l'aléa : (1) la phase d'urgence (secours, hébergement d'urgence, ravitaillement des populations, ordre public, mais aussi déblaiement des routes et drainage des eaux stagnantes) ; (2) la phase de restauration des

infrastructures ; (3) la phase de reconstruction des structures détruites ou endommagées. La typologie des impacts, selon leur temporalité, permet aussi d'interroger sur ce qui différencie la crise de l'après-crise. Une description plus détaillée des impacts, selon leur temporalité, est proposée dans le corps de la thèse et les chapitres suivants : les impacts sociaux de court terme sont explicités dans le chapitre 2, autour de la problématique des évacuations ; les impacts sociaux de long terme sont inventoriés dans le chapitre 4, en lien avec la problématique de la reconstruction et de l'après-crise.

Une thèse de géographie fondée sur une étude spatialisée et prospective

Ces impacts sont également différenciés dans l'espace. Nous le verrons, l'état de l'art illustre l'importance des disparités sociospatiales dans l'ampleur des impacts d'une catastrophe : les disparités territoriales, vécues au quotidien par les populations, parfois occultées par d'autres dynamiques, sont révélées et exacerbées par l'occurrence d'une catastrophe naturelle. De ce fait, les territoires et les populations en leur sein sont diversement affectées par une catastrophe. C'est l'intérêt de notre sujet de thèse que de mettre en évidence les disparités qui traversent le territoire francilien, et qui peuvent avoir de lourdes conséquences en cas d'inondation majeure. Ces disparités se retrouvent notamment en matière de gestion de crise et post-crise, dans la capacité des collectivités à faire face aux conséquences de l'inondation, au premier lieu des communes (le maire est en effet responsable de la gestion de crise à l'échelle communale).

D'un point de vue méthodologique, il s'agit donc d'une thèse de géographie qui s'appuie sur une analyse cartographique de ces disparités. Cette analyse porte sur les impacts sociaux à court terme, dans l'identification spatialisée des besoins et les moyens de prise en charge des populations lors de la phase d'évacuation et d'hébergements ; elle porte aussi sur le long terme, dans l'identification des besoins de reconstruction. L'analyse cartographiée s'accompagne d'une estimation quantitative de ces besoins, exprimés donc sous la forme d'effectifs à prendre en charge. Elle est complétée par diverses analyses qualitatives, fondées sur des données issues d'entretiens, d'observations, de documents écrits divers. Ces données permettent notamment d'interpréter les résultats issus de l'analyse cartographique et quantitative.

Cette analyse prend la forme d'une étude prospective. Les études de risque peuvent en effet être menées *a posteriori* (retour d'expérience) ou *a priori* (étude prospective) (Hubert et Ledoux, 1999). Notre étude s'inscrit dans ce second cas : il s'agit d'étudier les impacts sociaux d'une inondation potentielle, d'un scénario relevant du possible qui demande encore à se réaliser. Toutefois, pour mener cette étude prospective, il faut aussi s'appuyer sur les événements passés, sur des retours d'expérience, franciliens bien sûr, mais aussi internationaux. Le recours à des catastrophes naturelles parfois fort éloignées, d'un point de vue géographique ou cinétique, de notre cas d'étude, est fréquent dans la conduite de cette thèse : du fait que le scénario étudié, celui d'une inondation majeure, n'a pas eu lieu en région Ile-de-France depuis plus d'un siècle, du fait donc de l'absence de référent récent, il est indispensable de mettre en perspective notre terrain d'étude avec d'autres catastrophes majeures, par exemple l'ouragan de Katrina et l'inondation de la Nouvelle-Orléans. Les comparaisons entre des risques de nature différente présentent des avantages non négligeables, notamment pour mettre en évidence les spécificités d'un aléa donné (Dauphiné et Provitolo, 2013). Or, notre cas d'étude porte sur un aléa assez particulier, peu connu des populations, des autorités mais également de la recherche scientifique, du fait qu'il a rarement donné lieu à des catastrophes de grande ampleur à l'échelle

internationale, au cours des dernières décennies (peu d'événements référence) : précisément, *l'inondation de plaine à cinétique lente*.

1.1.2 Objectifs de recherche : des travaux en trois temps

Les objectifs de recherche

Pour répondre à ce sujet, les travaux de recherche ont été subdivisés en trois objectifs :

- (1) L'estimation sous SIG des besoins de prise en charge des populations en cas d'évacuation massive. L'évacuation représente en effet un enjeu majeur de la gestion de crise, et dans le cas de l'Ile-de-France sans doute l'enjeu le plus fondamental et le plus difficile à maîtriser pour les autorités, du point de vue des responsabilités, des moyens à mettre en œuvre, des effectifs de population à prendre en charge. L'évacuation, dans la durée surtout, représente aussi, du point de vue des populations sinistrées, un événement particulièrement traumatisant, du fait de la perte des repères du quotidien.
- (2) L'évaluation de la prise en charge des populations par les autorités publiques pendant la gestion de crise. Les besoins de prise en charge des populations pendant et après l'évacuation, ce qui comprend bien sûr leur hébergement, doivent être confrontés aux moyens et dispositifs préparés par les collectivités locales et par l'administration d'Etat. Le point de vue adopté ici est celui des autorités de coordination, de l'échelle communale à l'échelle régionale.
- (3) La représentation des disparités spatiales des territoires franciliens face aux impacts sociaux durant l'après-crise. La prise en charge des populations par les collectivités ne s'arrête pas au retrait de l'eau des zones inondées : le retour des populations évacuées dans leur logement n'est pas automatique, ni la reconstruction des logements et des infrastructures détruites. Au sein de la région francilienne, les territoires et leurs populations sont diversement susceptibles de pouvoir se reconstruire.

Une rédaction de thèse en chapitres semi-indépendants

Cette recherche en trois temps est déclinée dans la rédaction. Plusieurs principes peuvent être dès lors énoncés :

- Le premier et le dernier chapitre sont consacrés respectivement à l'introduction générale et à la conclusion générale de la thèse.
- Chaque objectif se voit consacrer un chapitre, qui peut être lu de façon indépendante des autres, un peu à la façon d'un article de recherche : ce sont les chapitres 2, 3 et 4, qui constituent le corps de la thèse.
- Chacun de ces chapitres se subdivise en trois grandes parties : (1) un état de l'art ; (2) la méthodologie suivie ; (3) les résultats et la discussion de ces derniers.

L'état de l'art comme la méthodologie de la thèse sont donc constitués en deux temps :

- Concernant l'état de l'art, l'introduction générale est consacrée à la présentation des modèles théoriques du risque (partie 2) et de leurs indicateurs (partie 3). Les chapitres suivants s'appuient ensuite sur des états de l'art spécifiques à leur thématique : les évacuations au sein du chapitre 2, la gestion de crise dans le chapitre 3, la reconstruction dans le chapitre 4. Les chapitres 2 et 4 se fondent en particulier sur des études empiriques

post-catastrophe, sur des retours d'expérience, pour identifier les variables permettant de discriminer les ménages, les organisations, les territoires, dans le processus d'une évacuation massive puis de la reconstruction. L'état de l'art introductif se fonde donc essentiellement sur des études théoriques ; les états de l'art spécifiques à chaque chapitre sur des études empiriques.

- Concernant la méthodologie, les principes généraux sont présentés dans l'introduction générale (partie 4) ; la méthodologie propre à chaque objectif de recherche est ensuite présentée en détail dans chaque chapitre du corps de la thèse.

Les problématiques et les hypothèses de recherche transversales

Ces trois objectifs de recherche, aux thématiques variées, sont liés entre eux par l'intermédiaire de deux problématiques transversales :

- (1) La mise en évidence des disparités socio-spatiales en région Ile-de-France face à la gestion des impacts sociaux, par la comparaison des besoins de prise en charge des populations et des moyens disponibles. Par le biais de cette problématique, strictement géographique, la thèse vise à identifier dans l'espace les *hotspots* du risque, dans la région Ile-de-France. L'identification de ces disparités sociospatiales est d'autant plus importante qu'il faut attendre, de la part de l'Etat, des collectivités, des opérateurs de réseaux, une priorisation spatialisée différenciée : certains territoires (Paris en premier lieu, centre décisionnel et opérationnel vital pour le fonctionnement de la société et de l'économie françaises) pourraient être amenés à passer devant les autres, dans la protection des infrastructures, la prise en charge des populations, les opérations de remise en état des réseaux électriques.
- (2) L'interrogation à des fins opérationnelles des indices (cartographiques et statistiques) généraux de la vulnérabilité, confrontés à des indices sectoriels. La thèse vise à développer les seconds, appliqués aux enjeux d'évacuation, d'hébergement temporaire, de reconstruction, et pallier le déficit d'opérationnalité des premiers. En effet, les indices de vulnérabilité ne produisent généralement pas de résultat opérationnel, notamment du fait des choix de sélection des variables. Les facteurs servant au développement des indices de vulnérabilité ne sont pas nécessairement des prédictors opérationnels de la capacité d'un ménage à évacuer, trouver un hébergement, se reconstruire après une catastrophe, pour des raisons qui sont explicitées par la suite. Cette seconde problématique fait en conséquence écho à la première : les territoires à surveiller, présentant une vulnérabilité en matière d'évacuation, peuvent ne pas être les mêmes que les territoires vulnérables face aux enjeux d'hébergement, ou de reconstruction.

1.2 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET CINÉTIQUE : L'INONDATION EN REGION FRANCILIENNE

Le sujet de recherche présenté, il convient de le contextualiser, sur un plan géographique et cinétique.

1.2.1 L'échelle d'analyse de la thèse : la région Ile-de-France, dominée par l'agglomération parisienne

Echelle d'analyse

L'échelle d'analyse de la thèse est celle de la région Ile-de-France. C'est une échelle appropriée, pour des raisons géographiques, administratives et institutionnelles, pratiques enfin. Rappelons d'abord que d'autres échelles d'analyse peuvent également apparaître pertinentes : l'échelle de l'aire urbaine, soit l'agglomération parisienne comprise dans son aspect fonctionnel, qui permet de rendre compte des flux pendulaires et de l'impact de l'inondation sur ces derniers ; l'échelle de l'agglomération physique, délimitée par son bâti, qui permet d'appréhender au mieux la problématique de la densité et de son effet démultiplicateur sur les impacts provoqués par une inondation ; l'échelle du bassin-versant de la Seine, qui permet d'appréhender au mieux les dynamiques hydrologiques et les problématiques de gestion intégrée.

Notre dévolu se porte toutefois sur l'échelle régionale. D'un point de vue pratique, les données géoréférencées utilisées dans la conduite de notre méthodologie sont plus aisément mobilisables à l'échelle d'une région. D'un point de vue institutionnel, la région Ile-de-France se confond avec la Zone de Défense et de Sécurité de Paris, commandée par le Préfet de Police, à l'échelle de laquelle se coordonne la gestion de crise en cas d'événement dépassant les limites géographiques ou les capacités d'un seul département. La gestion post-crise est quant à elle censément conduite par le préfet de région (préfet de Paris). De ce fait, les travaux de planification, à tort ou à raison, sont menés à l'échelle de la région. Enfin, d'un point de vue géographique, la région Ile-de-France représente, du fait des enjeux démographiques, économiques, politiques, qu'elle concentre, mais aussi en raison de ses très fortes disparités socio-spatiales, un intérêt majeur dans une étude géographique. Du fait de cette densité d'enjeux, c'est à l'échelle de la région qu'apparaît de la façon la plus flagrante l'ampleur des impacts sociaux à attendre en cas d'inondation majeure. En outre, du fait de ces disparités socio-spatiales, l'échelle de la région permet de saisir au mieux les contrastes en son sein, d'appréhender la capacité des territoires infrarégionaux (départements, communes, quartiers) composant la région Ile-de-France, à gérer ces impacts sociaux.

La région Ile-de-France, une région dominante et duale

La région représente le pôle majeur économique et démographique de la France. Sur un plan économique, elle représente 28% du PIB national pour 19% de la population (11,9 millions d'habitants), avec un PIB par tête 53% plus élevé que la moyenne nationale. La région concentre les activités à forte valeur ajoutée, dans l'édition et l'audiovisuel, les télécommunications, l'informatique, les services financiers et juridiques, les fonctions décisionnelles (Bourdeau-Lepage, 2013) : le salariat francilien comprend de la sorte 27% de cadres contre 8% en province (Gilli, 2014). Toutefois, la métropole parisienne, qui domine la région, présente des caractéristiques spécifiques quand elle est comparée aux autres villes mondiales, à Londres, à New York, à Tokyo (concept de *global city* (Sassen, 2005)) : une place étonnamment importante de l'activité agricole, qui occupe près de la moitié de la superficie de la région ; le maintien d'une activité industrielle, avec deux fois plus de salariés qu'à Londres ou à New York (Gilli, 2014). Sur un plan démographique, la région attire un tiers des nouveaux arrivants en France métropolitaine, surtout des jeunes et des actifs ; sa population est plus jeune que la moyenne nationale, le solde naturel est positif.

Si la région francilienne s'éloigne en matière économique de ses homologues parmi les villes mondiales, elle s'en éloigne aussi du fait de sa structure sociale. Celle-ci est certes relativement inégalitaire dans les revenus, avec des salaires de cadres plus élevés qu'en province, et le maintien à un bas niveau des salaires d'ouvriers et d'employés : le salaire moyen est de la sorte tiré vers le haut, à l'inverse du salaire médian. Il serait pour autant exagéré d'évoquer dans le cas francilien une société en sablier : cette société est décrite par Sassen (2005) pour caractériser la coexistence d'une élite mondialisée avec une forte proportion de populations pauvres au sein des villes mondiales, parallèle à l'évincement des classes moyennes de ces dernières, qui n'ont d'autre choix du fait du renchérissement du foncier que d'aller vivre dans des villes secondaires ou en très grande couronne (Gilli, 2014). En effet, le modèle social français, la prépondérance des services publics (éducation, santé, services à l'enfance), le rôle des HLM², permettent le maintien des classes moyennes et des professions intermédiaires dans l'agglomération, malgré les problèmes de logement croissants (pénurie des stocks, inflation des loyers) et la gentrification du centre-ville et de certaines communes (Bourdeau-Lepage, 2013) : si leur part est inférieure à ce qu'elle est en province, les classes moyennes représentent encore la majorité de la population francilienne.

En conséquence, cette structure sociale ambivalente se traduit par une structure spatiale non pas strictement duale mais éclatée, avec de fortes disparités sociospatiales et le maintien de zones de très forte pauvreté à haut taux de chômage (Bourdeau-Lepage, 2013 ; Gilli, 2014). La région compte ainsi les communes avec la base fiscale la plus riche et les communes avec la base fiscale la plus pauvre de France : l'écart entre ces communes ne fait d'ailleurs que s'accroître. L'ancienne banlieue rouge (petite couronne parisienne) connaît à ce titre une évolution double : certaines communes polarisent les populations les plus défavorisées ; d'autres connaissent *a contrario* un processus de gentrification, comme Montreuil (Bourdeau-Lepage, 2013). Cet écart croissant s'accompagne d'une ségrégation spatiale persistante entre un Ouest plus riche et un Est plus pauvre (il faut compter 18% de ménages pauvres en Seine-Saint-Denis, contre 6% dans les Yvelines) (Gilli, 2014). Toutefois, à l'inverse des autres villes mondiales, l'Ile-de-France comprend encore une majorité d'espaces mixtes, où cohabitent classes moyennes et pauvres, ou classes aisées et classes moyennes. Ces disparités spatiales se retrouvent en partie dans l'exposition aux nuisances environnementales : dans une étude sur les inégalités environnementales en région Ile-de-France, Faburel (2008) démontre que les populations riches tendent à éviter certaines de ces nuisances, en particulier la pollution sonore ; à l'inverse, les communes modestes semblent plus exposées à ces nuisances, mais aussi au risque inondation (cette surreprésentation de ces communes face au risque inondation est cependant modeste, et ne doit de fait pas être sur-interprétée).

Evolutions historiques sur un plan démographique, économique, institutionnel

La région francilienne a connu des bouleversements importants au cours des dernières décennies, du boom démographique d'après-guerre jusqu'à la montée en puissance aujourd'hui du débat sur le Grand Paris (Bourdeau-Lepage, 2013 ; Roux et Mongin, 2016). Ces évolutions permettent d'explicitier les disparités observables aujourd'hui.

² HLM : Habitation à Loyer Modéré.

Evolutions démographiques et économiques

D'un point de vue démographique, de 1945 jusqu'à 2000, l'Ile-de-France connaît une longue période de croissance démographique (Gilli, 2014). Cette croissance se focalise sur la banlieue : la ville de Paris comprend 2,8 millions d'habitants en 1962 (1/3 de la population francilienne), mais seulement 2,1 en 1999 (19% de la population francilienne) ; la petite couronne parisienne (départements des Hauts-de-Seine, du Val-de-Marne et de Seine-Saint-Denis) gagne 2 millions d'habitants pour en totaliser 4 en 1999 (soit 37% de la population régionale) ; la grande couronne (départements du Val d'Oise, des Yvelines, de l'Essonne, de la Seine-et-Marne) suit la même trajectoire, et gagne également 2 millions d'habitants pour en totaliser 4,8 (soit 44% de la population régionale). Plus récemment, entre 1999 et 2009, la ville de Paris a recommencé à croître en valeur absolue, accompagnant un mouvement de croissance démographique touchant aussi la petite couronne parisienne.

Ces évolutions démographiques ont une traduction dans l'urbanisme (Gilli, 2014) : le modèle d'une ville dense, observé dans Paris *intramuros* avec des densités de l'ordre de 20 000 habitants par km², jusqu'à 40 000 dans certains arrondissements, s'étend en petite couronne. De même, il faut observer une extension urbaine, partiellement encadrée par l'émergence de villes nouvelles (Evry, Melun-Sénart, Cergy, Saint Quentin en Yvelines, Marne-la-Vallée), marquée aussi par le développement des grands ensembles, parfois très éloignés du centre de l'agglomération (Sarcelles, Mureaux, Ullis, Nanterre, Champigny) (Figure 1). En parallèle et en périphérie de l'agglomération, il faut observer le développement péri-urbain des espaces pavillonnaires, accéléré après la réforme Barre de 1977 et l'émergence des prêts aidés (Bourdeau-Lepage, 2013).

D'un point de vue socioéconomique, les emplois se délocalisent du centre-ville vers la banlieue (Gilli, 2014) : entre 1970 et 2000, Paris perd 100 000 emplois, la petite couronne en gagne 300 000, la grande couronne 700 000. Dans le même temps, la tertiarisation de l'économie conduit à l'émergence de nouveaux pôles spécialisés, dans la finance avec la Défense, la logistique avec Roissy et Orly-Rungis, la physique autour de Saclay, l'aéronautique en Seine-aval. L'économie francilienne connaît une croissance plus forte que dans le reste du pays : un décrochage par rapport aux autres villes mondiales est toutefois à observer à partir des années 1990, confirmé dans les années 2000 (avec une croissance du PIB par tête deux fois plus faible).

Gouvernance et aménagement

Ces trajectoires démographiques, économiques, s'accompagnent de divers enjeux en matière d'aménagement du territoire et d'institutions de gouvernance, qui émergent également avec un temps de retard au cours des deux dernières décennies. Les aménagements dans l'agglomération parisienne sont nombreux dans le courant des années 1960-1970 (Bourdeau-Lepage, 2013). Ils donnent la part belle aux grands projets (RER, Défense, Roissy, opérations de rénovation urbaine entamées par l'opération Italie 13). Ils s'accompagnent aussi d'évolutions institutionnelles : les réformes administratives de 1961, 1964, 1975 mettent fin aux départements de Seine et de Seine-et-Oise et à la création des huit départements actuels. Toutefois, il faut noter un repli des projets de logement ou de transport, et des enjeux de gouvernance, au cours des deux décennies suivantes, malgré les problèmes liés à la polarisation de la pauvreté, l'enchérissement des logements, la dégradation des conditions de transport (congestion du réseau routier et autoroutier, saturation de lignes de transport en commun

comme la ligne de métro 13) (Bourdeau-Lepage, 2013). Ainsi, la gouvernance comme les projets d'aménagements présentent une forte inertie jusque dans les années 1990 : le SDRIF (Schéma Directeur de la Région Ile-de-France) de 1994 ne comprend pas de nouveau projet de transport en commun, reprend les priorités du schéma fondateur de 1965 de Paul Delouvrier (Gilli, 2014). Du fait de collectivités morcelées et faibles, d'où seule émerge une ville de Paris certes puissante mais isolée, c'est *de facto* l'Etat, par le biais de ses préfets et de ses entreprises publiques, qui impulse les politiques d'aménagement.

Les mutations dans la gouvernance ont lieu tardivement : il faut attendre pour ce faire l'ouverture du débat sur le Grand Paris sous la présidence Sarkozy, qui débouche sur les lois de juin 2010 (sur les outils d'aménagement du Grand Paris) et de décembre 2013 (portant, entre autres choses, sur l'organisation institutionnelle de la Métropole du Grand Paris). Les ambitions du projet initial, de création d'une métropole puissamment dotée et couvrant l'ensemble de l'agglomération parisienne, ont été progressivement revues à la baisse (Mongin, 2016; Panerai, 2016) : la métropole, telle qu'elle a été créée en janvier 2016, est réduite en compétences, mais aussi en taille. Alors que les enjeux futurs en termes d'aménagement de l'agglomération s'inscrivent en grande couronne (Roux, 2016), les limites de la métropole se calquent sur celles de la petite couronne (à quelques exceptions près, dont des communes du Nord-Essonne qui sont étudiées dans cette thèse). Ainsi, la métropole ne comprend que 6,7 millions d'habitants, soit seulement 60% de la population de l'unité urbaine parisienne.

Les trajectoires démographiques et socio-économiques illustrent la densification d'une partie de la région francilienne sur le modèle parisien : celle-ci se traduit notamment par l'urbanisation du lit majeur de la Seine (visible surtout dans le Val-de-Marne et dans les Hauts-de-Seine, mais aussi présente en grande couronne, en Essonne notamment) et donc par une exposition d'un effectif de population beaucoup plus élevé qu'auparavant au risque inondation. Ces trajectoires se traduisent aussi par des disparités socio-spatiales accrues dans la capacité des populations à faire face à une catastrophe provoquée par une crue majeure de la Seine, leur susceptibilité à évacuer, trouver un hébergement, se reconstruire. En matière institutionnelle, l'échec relatif du Grand Paris est indissociable de la complexité des réseaux d'acteurs dans la région francilienne, qui rend difficile l'émergence d'une gouvernance appropriée (Bourdeau-Lepage, 2013 ; Bourdin, 2013). Cette complexité vécue au quotidien laisse nécessairement des séquelles en cas de crise, dans la gestion – par exemple ! – d'une inondation majeure.

1.2.2 L'aléa inondation en région francilienne

Notre contexte géographique posé, il faut alors s'interroger sur l'aléa étudié : cette thèse porte à ce titre sur l'étude d'un scénario inondation majeure en région Ile-de-France, provoqué par une crue combinée de la Seine et de la Marne.

Caractéristiques générales de l'aléa

L'aléa inondation : le plus fréquent à l'échelle mondiale

Les inondations représentent l'aléa naturel le plus fréquent à l'échelle mondiale, du fait de l'attraction des sociétés pour les plaines alluviales et les côtes maritimes. Une inondation se définit, nous l'avons dit, comme la présence temporaire de l'eau sur des surfaces non submergées habituellement (Torterotot, 1993). C'est un aléa dont l'intensité se mesure de différentes façons : d'un point de vue hydrologique, selon le débit instantané maximum exprimé

en m³/s ; toutefois, le potentiel d'impacts d'une inondation sur les sociétés et l'environnement varie selon d'autres variables, elles-mêmes corrélées au débit : la hauteur de la lame d'eau en premier lieu, la vitesse de celle-ci, sa durée, et sa charge (en sédiments, en sels, en produits chimiques) (Smith, 2004).

Du fait de cette intensité, les inondations provoquent en moyenne chaque année le décès de 20 000 personnes dans le monde, et affectent la vie quotidienne de 20 millions d'autres, notamment par la destruction des logements. Ces impacts, d'ordre social, concernent toutefois essentiellement les pays en développement ; les pays développés sont surtout affectés du fait de l'ampleur des impacts économiques. Ainsi, les inondations de plaine du Midwest américain en 1993, provoquées par le Mississippi et le Missouri, ont-elles affecté directement ou indirectement 15% du territoire, provoquant le décès de 50 personnes seulement mais l'évacuation de 54 000 autres et des pertes économiques comprises entre 15 et 20 milliards de dollars (Smith, 2004). Les inondations consécutives à l'ouragan Katrina en 2005, provoquant le décès de plus d'un millier de personnes, représentent un contre-exemple rare.

Causes climatiques et géophysiques des inondations

Les inondations peuvent affecter des territoires différents, selon leur type : les plaines alluviales par les inondations de plaine (inondations fluviales) ; les deltas et côtes maritimes par les submersions marines ; les petits bassins versants soumis aux inondations torrentielles ; les zones en aval de barrages inondées en cas de ruptures de ces derniers ; localement, des zones urbaines soumises à des inondations provoquées par la saturation et le refoulement des réseaux d'eaux pluviales voire d'eaux usées. Les causes des inondations – comprises comme les facteurs permettant l'occurrence de l'aléa – sont multiples (Chocat, 1997). Il faut toutefois distinguer les causes primaires des causes secondaires (Smith, 2004). Les causes primaires font référence à l'événement climatique déclencheur. Les causes secondaires à la réponse hydrologique du bassin versant face à l'événement climatique. Parmi les causes primaires, il faut citer la pluviosité excessive, souvent associée à une saison (les fronts océaniques par exemple dans la partie nord de la France) et des processus spécifiques (pluies sur sols gelés), la fonte des neiges (surtout dans le cas où elle est consécutive à des pluies de redoux), le passage d'un tsunami ou d'un cyclone dans le cas des submersions marines.

Parmi les causes secondaires, il faut distinguer des causes naturelles et des causes anthropiques. Les causes naturelles comprennent la géométrie du bassin versant, la couverture végétale de ce dernier, la qualité des sols aussi : un sol gelé limite l'infiltration et favorise le ruissellement. Les causes anthropiques sont associées à l'utilisation des sols, et peuvent avoir un impact non négligeable à une échelle locale (cet impact est dilué à l'échelle d'un grand bassin versant, comme celui de la Seine) : l'urbanisation est le facteur anthropique principal. Elle conduit à imperméabiliser les surfaces, limitant ainsi l'infiltration. Elle entraîne aussi la création de réseaux souterrains de distribution d'eau potable, d'assainissements (égouts) et de drainage des eaux pluviales qui accroissent la concentration et la vitesse de la lame d'eau ; ces réseaux ont par ailleurs une capacité limitée, et ne sont pas capables de supporter des événements de fréquence de retour faible, entraînant en cas de crue une multiplication des refoulements d'eaux pluviales ou usées par le biais de ces réseaux, et constituant donc une source additionnelle d'inondations. D'autres causes anthropiques peuvent être identifiées (Cans, 2002 ; Smith, 2004) : la déforestation, qui accroît le ruissellement et diminue la capacité de charge des cours d'eau du fait de dépôts sédimentaires accrus ; mais aussi la canalisation des cours d'eau à fins de

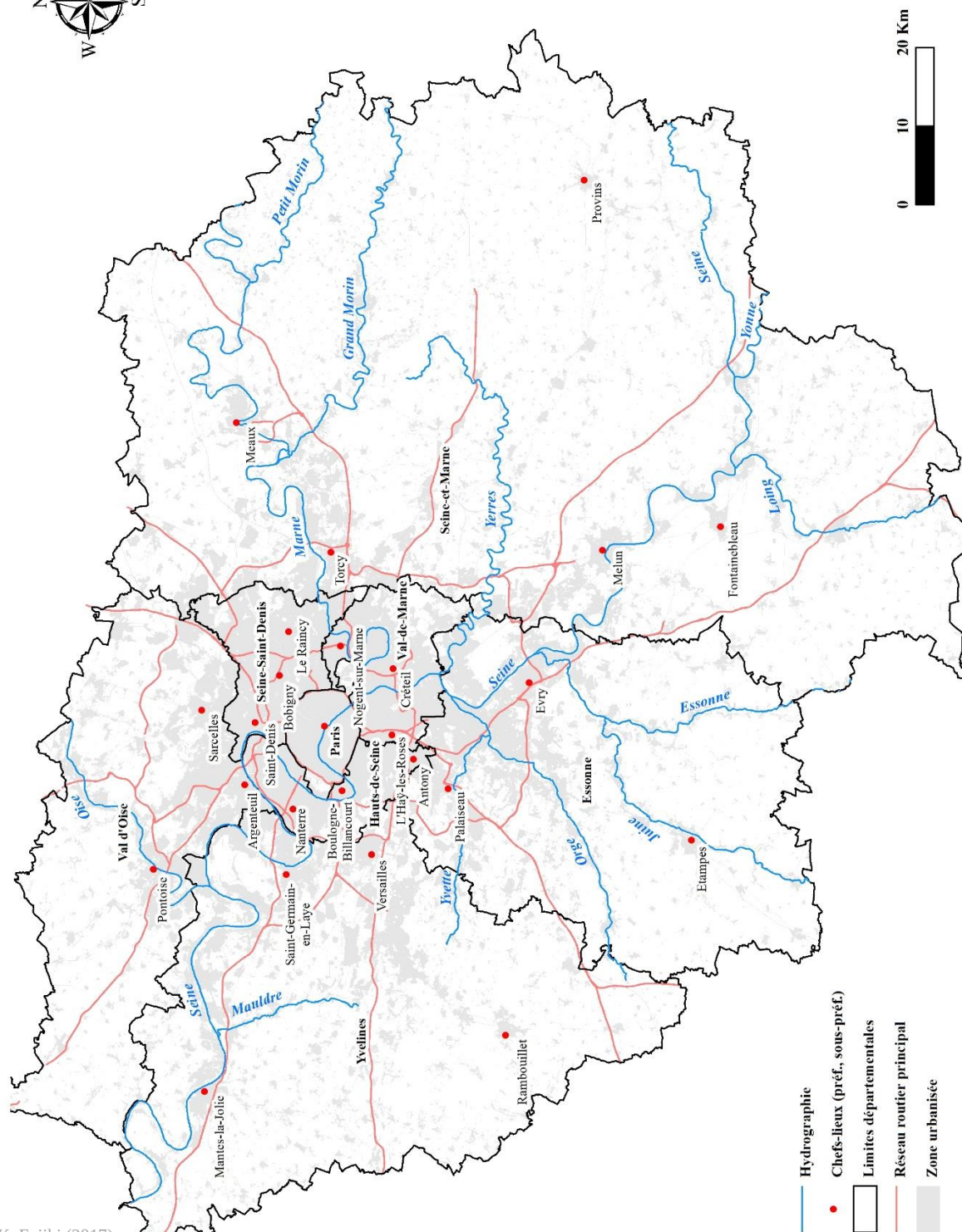
navigabilité, et la construction de digues et de ponts, qui tous diminuent cette capacité de charge, réduisent la taille du lit mineur et augmentent de ce fait le niveau d'eau.

Caractéristiques de l'aléa inondation en région Ile-de-France

L'Ile-de-France est soumise essentiellement au risque d'inondations fluviales, par la sortie du lit de la Seine, de la Marne, de l'Oise et de leurs affluents. Sur un plan morphologique, le bassin de la Seine s'étale sur une superficie de 78 600 km², prenant sa source sur le plateau de Langres et débouchant à l'estuaire du Havre. L'influence hydrodynamique de la marée marine se fait sentir jusqu'au barrage de Poses, soit 166 km en amont de l'estuaire (Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, 2012). La pente du bassin de la Seine est douce, de l'ordre de 1 à 3 m de dénivelé sur 10 km (0,01-0,03% de pente) : le temps de transfert entre l'amont du bassin de la Seine et la région francilienne est compris entre 4 et 11 jours, les inondations provoquées par la crue de la Seine ont donc une cinétique particulièrement lente. Pendant la crue de référence de janvier 1910, la montée du niveau de l'eau n'a jamais dépassé 1,4m sur 24h, avec une moyenne d'1m/jour sur trois jours ; la décrue a été plus lente encore, puisqu'il a fallu attendre 2 mois pour revenir à une cote normale (OCDE, 2014). Seul, le sous bassin de l'Yonne fait exception, se caractérisant par une plus forte pente (EPTB SGL, 2012) : combinées à un substrat moins perméable, granitique sur sa partie amont, et à une pluviosité plus élevée, les crues de l'Yonne ont une cinétique plus rapide que le reste du bassin versant (Belgrand, 1872).

Sur un plan hydro-climatique, le bassin versant est caractérisé par un régime pluvial océanique : l'écoulement maximal est observé en janvier et en février, quand l'évapotranspiration est la plus faible, que les sols sont imperméabilisés par le gel et que se succèdent les pluies océaniques, et l'écoulement minimal en août (OCDE, 2014). Le débit moyen interannuel est de 310 m³/s à la station de Paris-Austerlitz (cote moyenne de 1,3m), avec un minimum mensuel moyen inférieur à 140 m³/s en août, un maximum mensuel moyen de 540 m³/s en février³. Ce débit a atteint 2400-2650 m³/s lors de la crue de janvier 1910, la crue de référence pour les plans de prévention du risque (Plus Hautes Eaux Connues – PHEC) : l'eau est alors montée à 8,62m sur l'échelle d'Austerlitz. Elle est montée plus haut encore pendant la crue de février 1658, à 8,96m (Belgrand, 1872). Au-dessus de 8m, la fréquence de retour s'approche de 100 ans. Au-dessus de 7m, de 50 ans (crues de 1924 et de 1955). Au-dessus de 6m, elle dépasse 10 ans (crues de 1982 ou de 2016). Ces crues exceptionnelles ont lieu si plusieurs conditions sont réunies : des nappes phréatiques à un niveau élevé, du fait d'une pluviosité observée sur une longue période, ayant conduit à saturer les sols ; deux vagues de précipitations très élevées sur l'ensemble du bassin espacées de trois à quatre jours. La seconde vague de précipitations permet au pic de crue de l'Yonne d'être concomitant aux crues des autres cours d'eau (crues provoquées par la première vague de précipitations), du fait du temps de transfert plus court pour le bassin de l'Yonne vis-à-vis du reste du bassin de la Seine (EPTB SGL, 2012). Ces conditions se retrouvent plus fréquemment entre novembre et avril, même si des crues ont pu être observées plus tardivement dans l'année (De Préaudeau *et al.*, 1884). Si l'inondation en région Ile-de-France est majoritairement fluviale, elle s'accompagne également d'une inondation par saturation des réseaux d'eaux pluviales et d'assainissement, ruissellement urbain en cas de pluies, remontées de nappe enfin. En effet, du fait de la nature perméable du substrat, la Seine est en relation avec la nappe alluviale : sous l'effet d'une montée des eaux fluviales, la

³ Données de la DRIEE, disponibles sur le site <http://www.hydro.eaufrance.fr>



25

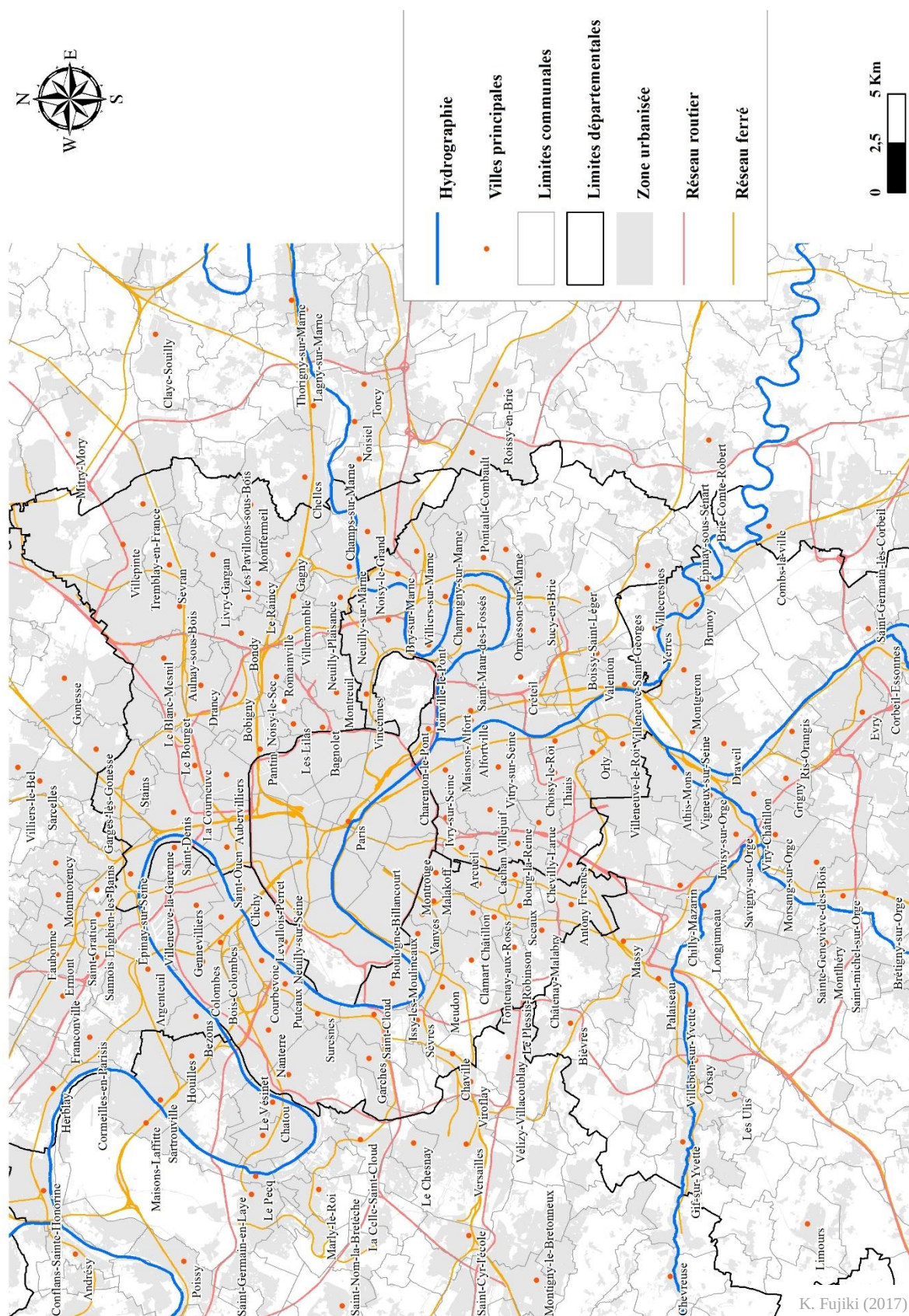


Figure 1b. Carte de localisation : agglomération parisienne (Données : Iau-Idf, IGN).

1.2.3 Gestion du risque inondation et gestion de crise en région francilienne

Face au risque inondation dans la région, diverses stratégies de gestion du risque ont été mises en place, qui laissent place à la gestion de crise en cas d'occurrence de l'inondation.

La gestion du risque : prévention et mitigation

La gestion du risque peut être comprise comme le développement et la mise en œuvre de politiques, stratégies, pratiques visant à réduire le risque (Hahn, 2003). Elle comprend des actions de prévention (éviter le risque), et des actions de *mitigation* (limiter le risque et réduire ses impacts)⁴ (Board on Natural Disasters, 1999). Il faut aussi distinguer les actions structurelles (mesures techniques de protection face à l'occurrence de l'aléa) et les autres actions de gestion (sensibilisation du public sur le risque, préparation à la gestion de crise, politique foncière visant à restreindre ou à adapter l'urbanisation des -zones à risque).

Les mesures structurelles : remarques générales

Les mesures de protection ont longtemps constitué le socle de la gestion des risques, dans le monde, en France, et sur notre terrain d'étude, bien qu'elles soient aujourd'hui remises en cause (Smith, 2004)⁵ :

- D'une part, les mesures de réduction de l'aléa (*flood abatement*) consistent à limiter le ruissellement au sein du bassin versant afin d'écarter le pic de crue. Cette réduction a lieu par une politique adéquate d'utilisation des sols, de reforestation et de protection de la végétation, mais aussi par une action sur le cours d'eau (nettoyage des sédiments), et par la construction de zones-tampons : bassins de rétention, barrages-réservoirs, préservation de zones humides.
- D'autre part, le contrôle des inondations (*flood control*) vise à contrôler la crue une fois qu'elle s'est formée, afin de la rediriger des zones vulnérables vers des zones non vulnérables. L'endiguement est ici la mesure phare pour assurer ce contrôle : les digues permettent le contrôle des inondations de fréquence élevée, parfois de fréquence plus rare. Les digues portent néanmoins en elles-mêmes des risques : d'une part, elles peuvent être rompues (par submersion du toit des digues à court terme, par sapement et manque d'entretien à long terme) ; d'autre part, elles créent un sentiment de sécurité chez les populations et les autorités, encourageant l'urbanisation dans des zones exposées au risque.

Les travaux de protection sur le bassin de la Seine et en région francilienne

L'Ile-de-France bénéficie de ces deux types de mesures. La commission Picard, menée après la crue de 1910, a conduit à améliorer l'hydraulique du fleuve : avec la démolition de petits ouvrages, avec surtout le creusement du lit mineur de la Seine, en aval de la sortie de Paris (Brun et Gache, 2013 ; Picard, 1910). Ces aménagements permettent de faire diminuer de 30 à 50 cm le niveau de la Seine pour une crue de type 1910. Après la crue de 1924, la commission

⁴ Ces actions sont à mettre en lien avec la notion d'adaptation (Hufschmidt, 2011), abordée dans la seconde partie de ce chapitre sur les théories du risque et de la vulnérabilité.

⁵ Le PGRI (Plan de Gestion des Risques d'Inondation) du bassin Seine-Normandie témoigne du recul critique qui prévaut désormais au sein des services de l'Etat sur l'efficacité de ces mesures structurelles (DRIEE et Délégation de bassin Seine-Normandie, 2015)

Dusuzeau a conduit à la mise en œuvre d'un programme de construction de quatre grands barrages-réservoirs, en amont de la région francilienne (EPTB SGL, 2012). Ces grands-barrages sont construits afin de diminuer les crues de la Seine et de ses affluents (Yonne, Marne et Aube), mais aussi pour assurer un niveau d'étiage minimal ; deux objectifs contradictoires sur lesquels il faut revenir (Brunelle *et al.*, 2013). En cas de crue comparable à celle de 1910, ces réservoirs pourraient diminuer le niveau de l'eau mesuré à la station Paris-Austerlitz de 70 cm (OCDE, 2014). Mais l'action serait plus limitée en fin de saison hivernale ou printanière, alors que les réservoirs sont en cours de remplissage en prévision de la période d'étiage estivale, ou dans l'hypothèse d'une succession de plusieurs crues. Ces barrages-réservoirs sont exploités depuis 1969 par l'IIBRBS (Institution Interdépartementale des Barrages-Réservoirs du Bassin de la Seine), devenue EPTB SGL (Etablissement Public Territorial de Bassin Seine Grands Lacs) depuis 2011.

Du fait des limites inhérentes aux réservoirs actuels, la construction d'un nouveau bassin de stockage, celui de la Bassée, est envisagée (Brun et Gache, 2013). Ce bassin présente deux spécificités par rapport aux barrages-réservoirs existants : il s'agit d'un bassin proche de la région francilienne (au niveau de la confluence Yonne – Seine), à l'inverse des barrages qui sont situés en amont du bassin versant, ce qui le rend plus utile pour des crues causées par des pluies non pas centrées sur l'amont du bassin mais sur son centre, à l'instar de la crue de juin 2016. Le bassin de la Bassée représente également une forme de stockage dynamique (de 55 millions de m³) : il repose sur un système de ralentissement des crues opéré par le biais d'un pompage d'une partie des eaux de la Seine, recréant de la sorte le rôle de stockage des crues du lit majeur de la Seine. Deux autres types d'ouvrages complètent le dispositif de protection. (1) L'endiguement, mis en œuvre en particulier après la crue de 1924, est inégal (Moucoulon et Desarthe, 2014) : il est calibré pour la crue de 1910 dans Paris *intramuros*, pour la crue de 1924 dans les autres départements de la petite couronne parisienne (avec des communes toutefois moins bien protégées que d'autres), et pour des événements de plus faible ampleur en grande couronne. (2) La vanne secteur de Saint Maur sur la Marne, à Joinville-le-Pont, peut faire baisser le niveau d'eau de presque 70 cm dans la boucle de Saint Maur, à la condition d'être opérationnelle (ce qui n'est pas le cas actuellement).

L'évolution des politiques de gestion et la multiplication des dispositifs

Historique

Les politiques de gestion du risque en France ont profondément évolué au cours des dernières décennies – encore que, dans le cas de l'Ile-de-France, ces évolutions ont été ressenties avec un certain décalage. Durant la première moitié du XXe siècle et jusque dans les années 1980, la priorité est donnée aux mesures de protection structurelles (Guéso, 2007). Ensuite seulement, apparaissent les mesures généralisées de maîtrise de l'occupation foncière en zone inondable (Barroca et Hubert, 2008) : la loi de 1982 instaure les Plans d'Exposition aux Risques (PER), distinguant des niveaux d'exposition aux risques et des seuils de constructibilité (Garry, 1994). Elle est complétée par la loi de 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs, mais surtout par la loi Barnier de 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement : cette loi crée les Plans

de Prévention des Risques naturels prévisibles (PPR)⁶, dont les Plans de Prévention du Risque Inondation (PPRI). La loi Barnier est renforcée par la loi Bachelot de 2003 relative à la protection des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages.

Avec l'application de la Directive Inondation (2007), mais aussi avec la loi de 2004 sur la modernisation de la sécurité civile, les mesures de gestion des risques ne sont plus (seulement) structurelles, mais organisationnelles et de l'ordre de la communication, liées à la préparation à la gestion de crise, à la sensibilisation des personnes. Elles visent ainsi à promouvoir une gestion intégrée du risque, associant développement urbain, gestion des risques et gestion de crise : l'objectif n'est plus (seulement) d'éviter l'inondation, mais d'en réduire les conséquences et d'accélérer le retour à la normale.

La multiplication des dispositifs de gestion des risques

Du fait de ces multiples évolutions, qui ne se succèdent pas tant dans le temps qu'elles s'empilent, coexistent aujourd'hui divers outils de coordination de gestion du risque (Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, 2012) :

- Le PPRI (Plan de Prévention du Risque Inondation), qui demeure l'outil réglementaire le plus puissant, et trop souvent le seul à être reconnu et respecté par l'ensemble des acteurs de l'aménagement (Beucher, 2006). Il consiste en une cartographie réglementaire qui définit des périmètres auxquels s'appliquent des mesures selon l'exposition à l'aléa : le PPRI est en effet annexé au PLU (Code de l'urbanisme – Art. L126-1) et vaut servitude d'utilité publique. Dans les zones inondables où les constructions nouvelles sont autorisées, certaines normes de construction doivent être respectées, en particulier un plancher au-dessus de la cote de crue de référence. Cette dernière est calée sur les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues) ou sur la crue centennale si cette dernière est plus faible (Trémeur et Lancznar, 2006).
- Le Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs (fonds FPRNM ou fonds « Barnier »), créé par la loi de 1995. Ce fonds comprend divers usages (Billet, 2007). Il sert par exemple à financer les indemnisations d'expropriation de biens exposés au risque (Code de l'environnement L561-3) : il permet de ce fait de limiter l'occupation foncière dans les zones les plus exposées (Trémeur et Lancznar, 2006). Il peut aussi être mobilisé pour financer des actions du PAPI (Robert et Montoya, 2016).
- Le PAPI (Programme d'Action de Prévention des Inondations), un label partenarial lancé en 2002 à l'échelle nationale, qui vise à promouvoir une gestion intégrée des risques d'inondation. Le PAPI de la Seine et de la Marne franciliennes, préparé par l'EPTB SGL et les acteurs locaux et départementaux pour la période 2014-2019, comprend trois objectifs : accroître la culture du risque, stabiliser le coût des dommages potentiels liés aux inondations, renforcer la résilience des services publics (EPTB SGL, 2012).
- Les outils développés dans le cadre de l'application de la Directive Inondation (DI). La DI vise à réduire les conséquences des inondations pour les enjeux relatifs à la santé humaine, à l'environnement, au patrimoine culturel, et à l'activité économique. Elle est adoptée par la commission européenne en 2007, transposée en 2010 dans le droit français (Brunelle *et al.*, 2013). Son application a lieu à trois échelles

⁶ Les PPR remplacent alors tous les documents préexistants en matière de gestion des risques naturels : PER, PSS (Plans de Surfaces Submersibles) et PZSIF (Plans de Zones Sensibles aux Incendies de Forêt).

différentes (DRIEE et Délégation de bassin Seine-Normandie, 2015 ; Martini, 2009)⁷ : au niveau national, l'Etat identifie des objectifs nationaux de gestion des inondations dans le cadre de la SNGRI (Stratégie Nationale de Gestion des Risques d'Inondation).

- Ces objectifs sont déclinés au niveau des districts hydrographiques (la région francilienne fait partie du district hydrographique ou bassin Seine-Normandie), dans le cadre du PGRI (Plan de Gestion des Risques d'Inondation). La mise en œuvre du PGRI repose sur un ensemble d'éléments préliminaires d'information : (a) l'EPRI (Evaluation Préliminaire du Risque d'Inondation), un diagnostic portant sur les enjeux des risques. (b) L'identification de TRI (Territoires à Risques Importants d'inondation) : le TRI « Métropole francilienne » comprend à ce titre 141 communes de l'agglomération. (c) La cartographie des surfaces inondables des TRI, selon trois scénarios d'aléa (crue fréquente, moyenne, extrême). Chaque TRI fait l'objet d'une SLGRI (Stratégie Locale de Gestion des Risques d'Inondation), qui décline le PGRI à l'échelle locale.

Les limites de la gestion des risques en France et en Ile-de-France

Les politiques de gestion des risques présentent diverses limites, qui sont en particulier liées à des problèmes de concertation et de coordination entre acteurs. Ces problèmes concernent au premier lieu les relations entre l'administration d'Etat et les collectivités locales, qu'il faut mettre en lien avec la résistance de la première à délaissier ses prérogatives aux secondes. C'est particulièrement vrai en région Ile-de-France, où la décentralisation signifie surtout déconcentration de l'administration d'Etat (Beucher et Reghezza-Zitt, 2008). Ces problèmes de concertation doivent être mis en relation avec le manque d'investissement, dans certains cas, des acteurs non étatiques, souvent démobilisés face à la question des risques (Christin, 2002). Ceci peut s'expliquer de diverses manières : le manque d'information ou d'intérêt des acteurs de l'aménagement, de l'urbanisme et de l'architecture⁸ ; le manque de savoir-faire ou d'information des collectivités (Carré, 2006) ; le refus des élus locaux d'assumer leur responsabilité dans la gestion des risques, qui se contentent de se servir de la question comme argument d'autorité pour s'affirmer face à l'Etat (Beucher et Reghezza-Zitt, 2008 ; Reghezza, 2006). Les spécificités institutionnelles de la région jouent également en sa défaveur et exacerbent ces problèmes de coordination. Tandis qu'en province, maires et préfets concentrent les responsabilités dans la gestion des risques, en Ile-de-France, les échelles d'intervention se multiplient, compliquant les efforts de synergie en la matière (OCDE, 2014). L'absence d'un acteur unique de bassin (Brun, 2010) empêche l'émergence d'une vision d'ensemble, comme on peut le voir sur d'autres fleuves.

Ce défaut de concertation doit aussi être associé à la multitude des outils d'aménagement : outre les outils dédiés à la gestion des risques, il faut ajouter le SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux) et le Plan Seine en gestion de l'eau à l'échelle du bassin, le SDRIF pour l'aménagement du territoire à l'échelle régionale, sans compter les documents de planification communaux, intercommunaux ou métropolitains (PLU – Plan Local

⁷ Décret 2011-227 du 2 mars 2011 relatif à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation.

⁸ L'ouvrage de l'Atelier Castro Denissof Casi et de Nexity (2013) sur les possibilités d'urbanisation du lit de la Seine est révélateur de la vision des zones inondables que peuvent avoir certains acteurs. Une vision certes romantique et esthétisée des rives de Seine, mais qui paraît loin de la réalité vécue du risque. Evoquant le projet d'habitats flottants sur pilotis, l'ouvrage évoque ainsi un Paris inondé semblable à Venise : « *une fois que l'eau a monté et qu'elle a envahi les pilotis, on est dans une cité lacustre qui vit sur l'eau et qui ne le subit pas comme un drame* » (Atelier Castro Denissof Casi et Nexity, 2013 : 15).

d'Urbanisme, SCOT – Schéma de Cohérence Territoriale, PADD – Projet d'Aménagement et de Développement Durable). Ces outils renvoient à des acteurs divers, avec des liens confus entre documents. Cette confusion est indissociable des contradictions, en matière d'aménagement du territoire, entre développement urbain et prévention du risque (Beucher, 2006). Ainsi, dans une optique de durabilité, afin de limiter l'étalement urbain, le SDRIF veille à favoriser la densification du tissu bâti ; alors que, dans le même temps, les politiques de gestion du risque visent à limiter l'urbanisation du lit majeur. Or, dans la petite couronne parisienne, le lit majeur représente une des rares zones qui puisse être urbanisée ou densifiée. L'équilibre entre développement et prévention du risque apparaît alors bien précaire (Barroca et Hubert, 2008 ; Beucher et Reghezza-Zitt, 2008).

Enfin, en ce qui concerne le contenu même des actions réalisées en matière de gestion des risques, il faut noter deux éléments problématiques. (1) Historiquement, le paradigme techniciste, du « tout protection »⁹, a conduit à l'idée selon laquelle il est possible de protéger de façon absolue les populations du risque inondation par le biais d'ouvrages de protection. Certes, ce paradigme a été mis à mal au cours des dernières décennies, du fait qu'il entretient l'illusion d'une protection absolue, du fait aussi de son coût, mais il persiste toutefois dans les mentalités, au sein de la population comme chez les élus (Beucher et Reghezza-Zitt, 2008 ; Brun et Gache, 2013) : les financements attribués à l'information préventive, par exemple, demeurent toujours beaucoup plus faibles que ceux dont sont dotés les mesures structurelles de type barrages ou digues (Meschinet de Richemond, 2010). Ce paradigme persiste aussi dans la mise en œuvre des PPRI, avec une prépondérance forte de l'aléa sur la vulnérabilité dans les évaluations menées dans le cadre de leur application (Barroca et Hubert, 2008). (2) De fait, le PPRI, qui représente *in fine* le principal outil de gestion des risques, apparaît de moins en moins adapté (Beucher et Reghezza-Zitt, 2008). La cartographie réglementaire varie selon les départements, avec un manque d'homogénéité préjudiciable (la réglementation en grande couronne est plus restrictive qu'en petite couronne) ; le PPRI n'a pas d'impact sur les espaces déjà fortement urbanisés, car il s'applique à l'urbanisation future ; du fait de son caractère réglementaire, du fait aussi qu'il ignore les spécificités territoriales et le contexte géographique, il est source de conflits dans son adoption entre l'Etat (qui le met en œuvre par le biais de ses préfets), les riverains et les élus locaux (Barroca et Hubert, 2008 ; Douvinet *et al.*, 2011). De ce fait, l'efficacité des PPRI est limitée. Les zones inondables continuent à gagner de la population : entre 1999 et 2006, celles-ci ont crû de 46 000 habitants, dont 17 000 dans le seul Val-de-Marne (Faytre, 2011).

Il faut toutefois se garder d'un pessimisme fataliste : des éléments pourraient permettre, dans un avenir proche, d'assurer un dialogue renforcé entre ces acteurs : la mise en œuvre opérationnelle de la DI et de la SLGRI d'une part, qui permet de réunir l'ensemble des acteurs sur un projet partagé, et d'offrir un langage commun de réflexion ; le développement de la compétence GEMAPI (Gestion des Milieux Aquatiques et de Prévention des Inondations) d'autre part. Cette compétence obligatoire, créée par la loi de 2014 sur la modernisation de l'action publique, est attribuée aux communes et aux intercommunalités : auparavant, les différents niveaux de décentralisation (de la commune à la région) pouvaient se saisir de cette compétence, ce qui était source d'incertitudes.

⁹ Il faut noter, à l'échelle internationale, des disparités assez importantes dans la gestion du risque inondation et dans l'importance donnée à ces mesures structurelles, avec une situation par exemple assez différente en Allemagne et en Grande-Bretagne (Bubeck *et al.*, 2015).

Du risque à la catastrophe : principes généraux de la gestion de crise

La gestion du risque inondation peut être comprise¹⁰ comme les efforts qui ont lieu en amont dans le temps, avant l'occurrence de l'inondation. Quand celle-ci survient, la gestion du risque laisse place à la gestion de crise. La préparation à la gestion de crise peut d'ailleurs être entendue comme une des actions possibles (et même souhaitables) à mettre en œuvre dans la *mitigation* du risque. A ce titre, aux outils de gestion du risque se superposent des outils de gestion de crise applicables au cas des inondations, en particulier le PCS, le dispositif ORSEC et le PCA, dans un dispositif de gestion de crise coordonné par le maire à l'échelle communale et par le préfet à l'échelle départementale¹¹.

Les dispositifs PCS et ORSEC

Le PCS (Plan Communal de Sauvegarde) est obligatoire au sein des communes soumises à un PPRI, depuis la loi de 2004 sur la modernisation de la sécurité civile. En Ile-de-France toutefois, les progrès en la matière sont faibles : moins de 40% des communes franciliennes ayant l'obligation d'avoir un PCS en ont un effectivement en 2013 (EPTB-SGL, 2014). Le PCS est un outil de planification de la gestion de crise à l'échelle communale, qui sert au maire et à ses services en cas de crise. En cas de crise, le maire (ou ses adjoints) devient DOS (Directeur des Opérations de Secours) à l'échelle de sa commune : il coordonne et dirige les actions de secours et les mesures de sûreté sur son territoire en mobilisant moyens publics et privés (Mathieu, 2009). Il s'appuie pour ce faire sur une cellule de crise, le PCC (Poste de Commandement Communal).

Si une crise dépasse les limites ou les moyens communaux, le préfet de département prend la main (il endosse le rôle de DOS à l'échelle départementale) et active alors le COD (Centre Opérationnel Départemental). Il s'appuie alors sur le dispositif ORSEC (Organisation de Réponse de la Sécurité Civile). Le dispositif ORSEC sert à planifier la gestion de crise, et comprend des dispositions générales applicables à n'importe quel type de crise (compétence des acteurs, chaîne de commandement, veille et alerte, information des populations, mode d'action, organisation post-crise), mais aussi des dispositions spécifiques à certaines crises, par exemple la Disposition Spécifique Inondation (DSI).

Si une catastrophe dépasse les limites ou les moyens départementaux, le préfet de zone vient en renfort (Mathieu, 2009). Le préfet de zone est à la tête d'une Zone de Défense et de Sécurité (ZDS) : le territoire métropolitain se divise en sept ZDS, et la région Ile-de-France constitue l'une d'entre elles (les limites zonales se confondent avec les limites régionales). A la tête de la ZDS Ile-de-France, se trouve le préfet de police qui est donc préfet de zone. Spécificité parisienne, aux différentes préfectures de département se superpose en effet, sur Paris et sa petite couronne, une Préfecture de Police qui a la charge de la sécurité intérieure. Toutefois, en cas de crise, le préfet de police agit comme préfet de zone, sur les huit départements franciliens. Il peut s'appuyer pour ce faire, au sein de la Préfecture de Police, sur le Secrétariat Général à la Zone de Défense et de Sécurité (SGZDS). Ce dernier se charge en particulier de décliner le dispositif ORSEC à l'échelle zonale : à l'instar du dispositif départemental, le dispositif ORSEC zonal comprend également des dispositions générales et des dispositions spécifiques.

¹⁰ Mais d'autres définitions sont envisageables.

¹¹ Ces dispositifs sont introduits rapidement dans ce chapitre : ils sont plus longuement présentés et analysés au sein du chapitre 3.

Le préfet de police ne se substitue pas aux préfets de département en cas de crise : ces derniers demeurent compétents sur leur territoire en tant que DOS. Le préfet de police assure la coordination des moyens entre les départements sous sa responsabilité en s'appuyant sur un EMZ (Etat-Major de Zone) et un COZ (Centre Opérationnel Zonal), et relaie les demandes des différents préfets de département à l'échelle nationale : ces demandes sont traitées par le COGIC (Centre Opérationnel de Gestion Interministérielle des Crises, qui est dirigé par le ministère de l'intérieur), ou par le CIC (Centre Interministériel de Crise) pour une crise d'ampleur nationale. Le COGIC peut mobiliser des unités à l'échelle nationale, solliciter des renforts à l'échelle européenne (par l'intermédiaire de l'ERCC – Centre de Coordination des Interventions d'Urgence).

Les dispositifs ORSEC et PCS constituent le pilier de la planification en matière de gestion de crise, au niveau des autorités publiques de direction et de coordination. Toutefois, d'autres documents de planification existent, en particulier les PCA (Plans de Continuité d'Activité). Ces derniers ont généralement été développés après la pandémie grippale H1N1 (Lagadec, 2009) : ils concernent aussi bien les services publics que les organisations privées. Les PCA visent à offrir des outils pour prioriser les actions à mettre en œuvre en cas de crise, afin d'assurer une continuité de service et un retour rapide à la normale.

Les limites de la gestion de crise

Divers problèmes relatifs à la gestion de crise, approfondis dans les différents chapitres de la thèse, ont pu être identifiés par la littérature. Citons entre autres :

- Le manque d'intégration entre les mesures de gestion des risques et la gestion de crise, ce qui conduit à créer deux logiques contradictoires dans la gestion des inondations : les acteurs de l'aménagement se limitent à différencier des espaces à risque (il y a les zones inondables où les prescriptions du PPRI s'appliquent, et le reste du territoire, où les prescriptions ne s'appliquent pas, et qui ne sont donc pas considérées comme « exposées » au risque). Les acteurs de la gestion de crise privilégient *a contrario* une démarche fonctionnelle des territoires (en mettant l'accent sur les effets domino de l'inondation, qui expose aux impacts de cette dernière des territoires hors des zones inondables) (Beucher, 2006 ; Beucher et Reghezza-Zitt, 2008).
- Un défaut de sensibilisation des populations au risque, qui peut entraîner de fortes résistances à l'évacuation (Beucher, 2007 ; Faytre, 2011). L'absence de crue majeure, depuis celle de 1955 tend à anesthésier la mémoire du risque (OCDE, 2014). L'occurrence de crues d'importance plus limitée, celle de juin 2016 en particulier, qui ont reçu une audience nationale voire internationale, ont *a contrario* pu contribuer à minimiser le risque en le banalisant. De même, joue aussi l'importance déjà signalée des ouvrages de protection dans la perception du risque : l'existence même de ces ouvrages tend à entraîner une négation du risque, en donnant aux populations le sentiment d'être protégés (Brun et Gache, 2013).

En résumé, l'objet de notre recherche et son déroulé ont pu être identifiés : une étude des impacts sociaux déclinée sous trois objectifs, une estimation des besoins lors de l'évacuation et de l'hébergement ; une confrontation de ces besoins aux moyens disponibles pour assurer la prise en charge des ménages sinistrés ; une cartographie des impacts sociodémographiques de

l'inondation à plus long terme. Cette étude s'inscrit dans un contexte géographique, celui de la région francilienne dominée par l'agglomération parisienne, et porte sur un aléa spécifique, celui du risque d'inondation fluviale, provoquée par une crue de plaine à cinétique lente. Or, le caractère complexe qui caractérise la gouvernance de l'agglomération parisienne se retrouve dans la gestion des risques. La présentation du contexte géographique et cinétique doit alors laisser la place à l'étude du contexte théorique de notre étude : il a beaucoup été question jusque là de risque, encore faut-il appréhender ce que cette notion permet de saisir.

2 LE RISQUE ET LES NOTIONS ASSOCIEES : DE LA VULNERABILITE A LA CATASTROPHE

L'étude des impacts sociaux d'une inondation nécessite de s'interroger sur les notions et modèles conceptuels du risque. Le risque est un objet pluridisciplinaire, donc polysémique. Il l'est d'autant plus que c'est une notion étroitement associée à d'autres objets, également polysémiques, au premier rang desquels figure la vulnérabilité, aujourd'hui au centre de la littérature du risque. Le risque, enfin, est un objet incertain, car il porte sur ce qui pourrait être et non pas sur ce qui a eu lieu : en effet, le risque, quand il se réalise, n'est plus risque ; il est catastrophe.

2.1 DEFINITION DU RISQUE

2.1.1 Le risque, un savoir incertain

Le risque ne s'inscrit pas dans un système théorique strictement défini (Dauphiné et Provitolo, 2013). Le savoir disponible dans le domaine des risques est d'abord empirique : l'absence de concepts ayant un sens dans un cadre théorique défini implique un travail fondé sur des notions, soit des représentations élémentaires établies par une recherche non pas déductive mais inductive. A ce titre, en l'absence de concepts qui puissent délimiter son objet d'étude, le risque est par essence transdisciplinaire. Ce savoir est donc soumis à deux types d'incertitude : d'abord, une incertitude sémantique, du fait de sa conceptualisation inaboutie et de son caractère multidisciplinaire : le risque est mobilisé tout à la fois par les sciences mathématiques, les sciences naturelles, l'économie, la géographie, la sociologie (Alwang *et al.*, 2001) ; les approches des uns et des autres sont très diverses, tout en étant complémentaires. La sociologie du risque, défini comme objet politique par Beck (2001 *in* Callens, 2015), a peu à voir avec le risque tel qu'abordé dans les études sur les aléas naturels, notamment les études géographiques.

La seconde incertitude est relative à l'objet même du risque : ce dernier représente un potentiel en attente de se réaliser et non une réalité directement observable¹². Le risque fait en effet référence à un événement potentiellement dommageable pour la société, identifié mais non réalisé : à l'inverse d'une catastrophe qui, comme nous le verrons plus loin, est un événement réalisé qui peut être daté (Veyret et Reghezza, 2005). L'inondation potentielle en région

¹² Cette incertitude fait du risque un objet symptomatique de la science post-normale (Funtowicz et Ravetz, 1993 ; Toubin *et al.*, 2012), quand la science ne peut plus fournir des intrants concrets et définitifs aux décideurs.

francilienne, telle qu'elle est étudiée dans cette thèse, est un risque. La crue de la Seine de janvier 1910 était une catastrophe.

2.1.2 Une définition du risque parmi d'autres

Il est de ce fait nécessaire de présenter le caractère polysémique du risque et la définition – et donc l'approche – qui est retenue dans le cadre de cette thèse. C'est nécessaire pour éviter l'écueil de certains travaux sur le risque, qui peinent parfois à expliciter la signification qu'ils donnent à l'ensemble des notions utilisées, entre aléa, enjeux, vulnérabilité, qui en galvaudent quelque peu le sens (Leone et Vinet, 2007) ; il n'est d'ailleurs pas rare de faire la confusion entre risque et vulnérabilité (Cardona, 2003).

La définition la plus commune du risque est la suivante : le potentiel de pertes d'un système social ou d'un territoire composé d'enjeux, résultant de la combinaison de l'aléa et de la vulnérabilité (Cardona, 2003 ; Wisner *et al.*, 2003). Trois éléments peuvent de ce fait être identifiés : les enjeux, l'aléa, la vulnérabilité (Hufschmidt, 2011).

- L'aléa (*hazard*) peut être défini de deux façons (Dauphiné et Provitolo, 2013) : il peut faire référence aux caractéristiques d'un événement dommageable (son intensité, son étendue spatiale) ; il peut aussi être défini comme la probabilité d'occurrence de cet événement (Marzocchi *et al.*, 2009). Cette probabilité d'occurrence est calculée, dans le cas des inondations, à partir de la connaissance des événements passés dans le cadre d'une approche probabiliste fondée sur l'une ou l'autre des lois mathématiques (Dauphiné et Provitolo, 2013)¹³. Cet événement peut être d'origine naturelle, en distinguant aléas climatiques (inondations et ouragans) et aléas géophysiques (séismes et volcanisme) ; d'origine sociopolitique (attentat, émeutes urbaines) ; d'origine technologique (risque NRBC – nucléaire, radiologique, biologique, chimique). Cette distinction est toutefois en partie fictive : un aléa naturel comprend souvent une large part de causes anthropiques (Alexander, 2001).
- Les enjeux (*elements at risk*) sont des objets qui peuvent être potentiellement affectés par l'aléa : ce sont des personnes, des biens, un système économique, environnemental, etc.
- La vulnérabilité, enfin, provient du latin « *vulnus* », blessure (D'Ercole, 1998). Dans sa définition la plus restreinte, la vulnérabilité représente le degré potentiel d'endommagement de chaque enjeu (Alexander, 2001). C'est à la fois un état, une mesure, une cause : un état, soit la caractéristique d'un enjeu vulnérable ; une mesure, la mesure des conséquences potentielles sur cet enjeu de l'occurrence de l'aléa ; une cause, soit un ensemble de conditions favorables à l'endommagement de l'enjeu (D'Ercole, 1998). Ces conditions varient selon les approches choisies pour caractériser la vulnérabilité. Cette dernière représente aujourd'hui l'objet central de la littérature du risque.

¹³ Pour d'autres aléas, notamment les aléas technologiques, pour lesquels il n'existe pas d'événement passé, d'autres méthodes doivent être mobilisées, notamment celle des arbres de défaillance : chaque branche de l'arbre comprend une étape, à valider ou non, qui conduit *in fine* à l'occurrence de l'aléa (Dauphiné et Provitolo, 2013).

2.2 LES APPROCHES COMPLEMENTAIRES DE LA VULNERABILITE

2.2.1 Vulnérabilité biophysique et vulnérabilité sociale

Historiquement, il faut ainsi distinguer deux grandes approches concernant la vulnérabilité (Hufschmidt, 2011 ; Brooks, 2003 ; Villagran de Leon, 2006) : (1) l'approche de l'école de Chicago, sur l'écologie humaine, et le paradigme comportemental (*behavioral paradigm*) d'une part ; (2) l'approche structuraliste d'autre part, fondée sur les droits (*entitlements*), entre autres héritée des travaux de Sen (Sen, 1981, 1984), de la littérature sur les moyens d'existence (*livelihoods*) (Bohle, 2007) ou bien encore de la géographie radicale (D'Ercole, 1998). Ces deux approches recouvrent deux volets moins contradictoires que complémentaires de la vulnérabilité : la vulnérabilité biophysique d'une part, la vulnérabilité sociale d'autre part.

Vulnérabilité biophysique et apports de l'école de Chicago

Epistémologie de la vulnérabilité biophysique

L'approche de la vulnérabilité selon l'école de Chicago, la plus ancienne, insiste sur l'exposition vis-à-vis de l'aléa, sur la vulnérabilité biophysique. Elle s'inscrit dans le cadre de l'école de l'écologie humaine développée par Barrows (1923), fondée sur une géographie attachée à analyser les relations entre l'homme et son environnement naturel, à l'influence de l'environnement sur la distribution spatiale des activités humaines, avec au centre la notion d'ajustement de l'homme à son environnement (*man's adjustment to environment*). Appliquée au domaine des risques sous la férule de White (White, 1945 in Montz et Tobin, 2011), cette école conduit à mettre l'accent sur l'ajustement et l'adaptation aux risques naturels. Les ajustements sont des actions ponctuelles et décidées de façon active, pour réduire un impact négatif d'un aléa. L'adaptation est une réponse de long terme, quand les actions d'ajustement s'ancrent dans la société comme une habitude. Deux conclusions découlent des travaux de l'école de Chicago : (1) les catastrophes naturelles résultent non pas des forces de la nature, mais d'une adaptation inadéquate ; (2) de ce fait, les sociétés ont la possibilité de s'adapter à la présence de l'aléa, quand bien même ce dernier est un aléa naturel (c'est donc une approche possibiliste). Les stratégies d'adaptation promues par l'école de Chicago sont multiples (nouvelles règles de construction, système d'assurances, moyens d'alerte, règles d'occupation des sols), même si elles mettent d'abord en avant des mesures techniques et structurelles, relatives à la protection physique contre l'aléa (digues, terrassements, etc.), dans une approche technocentriste.

Les modèles de l'école de Chicago

Les modèles de vulnérabilité développés par l'école de Chicago et ses héritiers mettent ainsi d'abord l'accent sur l'exposition, soit la localisation spatiale des enjeux vis-à-vis de l'aléa, qui apparaît ainsi comme une condition *sine qua non* de la vulnérabilité (Whitman *et al.*, 1975 in Veyret et Reghezza, 2005). La résistance des enjeux (capacité d'un enjeu à contrecarrer un événement perturbateur sans subir de dommages) et leur sensibilité (susceptibilité d'un enjeu d'être affecté par l'événement perturbateur) entrent également en jeu (Dauphiné et Provitolo, 2013). Ces variables physiques, associées à l'aléa, ne sont toutefois pas les seules étudiées. L'approche mono-causale, fondée sur la seule étude de l'aléa, n'est aujourd'hui plus dominante

dans les travaux de l'école de Chicago : c'est la perspective multi-causale, intégrant les variables sociales, économiques, le bâti, les facteurs perceptifs, dans la vulnérabilité des populations, qui domine aujourd'hui. Parmi les modèles héritiers (plus ou moins lointains) de l'école de Chicago et de l'approche de la vulnérabilité physique, citons les travaux d'Adger, d'Alexander ou de Cutter (Hufschmidt, 2011). En France, l'approche par la vulnérabilité biophysique est celle retenue par la puissance publique : la gestion des risques vise ainsi à réduire l'exposition des enjeux, soit par la protection des enjeux existants (endiguement), soit par une politique foncière visant à réduire l'implantation des enjeux à venir, par l'intermédiaire des PPRI notamment (Dauphiné et Provitolo, 2013 ; Veyret et Reghezza, 2005).

Vulnérabilité sociale et approche structuraliste

Une approche structuraliste en opposition à l'école de Chicago

L'approche structuraliste émerge dans la décennie 1970, par opposition vis-à-vis de l'école de Chicago. L'aléa et les dynamiques géophysiques sont mis de côté, au profit des conditions de vie quotidiennes des populations qui définissent la vulnérabilité : la vulnérabilité n'est plus biophysique, elle est sociale (Becerra, 2012). Ce n'est pas l'aléa qui crée la catastrophe, mais les structures sociales, économiques, politiques vécues au quotidien. L'aléa voit son rôle réduit à celui de facteur déclencheur (*trigger*), tandis que les causes structurelles sont à chercher dans les dynamiques sociales (Adger, 2006). Ces dynamiques restreignent l'accès aux ressources et aux droits (*entitlements*) des populations, et de ce fait empêchent ces dernières de mettre en place des mesures d'adaptation (Cardona, 2003). Ces dynamiques sont également discriminantes, tant sur un plan social que spatial, dans la mesure où l'accès aux ressources n'est pas égal pour tous : Susman *et al.* (1984 in Cardona, 2003) définit ainsi la vulnérabilité comme le « *degree to which the different social classes are differentially at risk* ». La vulnérabilité est donc étroitement associée à la question de la pauvreté (Unen, 2012) : les populations pauvres ont moins accès aux capitaux pour faire face à l'aléa, ont un capital social plus faible à mobiliser pendant la reconstruction, sont plus isolés sur un plan politique et donc moins à même de recevoir une aide extérieure (Alwang *et al.*, 2001). La catastrophe n'est donc pas provoquée par un mauvais choix en matière d'adaptation ou d'ajustement, mais par l'impossibilité même de faire ces choix (du fait du manque de ressources disponibles, au quotidien, pour certaines populations). L'approche structuraliste préfère donc, au terme d'adaptation, celui de capacité d'adaptation (*adaptive capacity*).

Les courants de la vulnérabilité sociale : l'exemple du modèle Pressure and Release

Les modèles de vulnérabilité hérités de cette approche structuraliste sont donc orientés sur la problématique du développement et des moyens d'existence. Dans ces modèles, la vulnérabilité est certes à la fois fonction d'un facteur externe (l'exposition à l'aléa) et d'un facteur interne (la capacité à faire face aux chocs, en s'appuyant sur les moyens d'existence à disposition) ; mais l'accent est toutefois d'abord mis sur le facteur interne, compris comme la vulnérabilité sociale. Parmi les représentants de cette approche, il faut citer le modèle BDW, le modèle holistique de Cardona, le modèle PAR – Pressure And Release (Hufschmidt, 2011)¹⁴. En

¹⁴ Dans une comparaison portant sur les différents modèles de vulnérabilité, Hufschmidt (2011) identifie, outre ceux issus de la vulnérabilité biophysique et de la vulnérabilité sociale, un troisième type de modèle issu du corpus portant sur le changement climatique. Les modèles issus de ce corpus mettent l'accent sur l'exposition, la sensibilité, mais aussi la capacité d'adaptation.

France, l'approche par la vulnérabilité sociale est notamment importée par l'intermédiaire d'Ercole (D'Ercole *et al.*, 1994 ; Veyret et Reghezza, 2005). Le modèle PAR, l'un des plus usités, considère que la vulnérabilité se crée, dans une chaîne de causalités, à trois échelles différentes (Wisner *et al.*, 2003) :

- (1) A une échelle macro-géographique, les causes sous-jacentes (*root causes*) font référence aux processus politiques, économiques, démographiques qui reflètent la distribution des pouvoirs au sein d'une société et ainsi les ressources entre les personnes. Les plus vulnérables sont ceux qui ont le moins de pouvoirs, et se retrouvent marginalisés, sur un plan géographique, politique, économique.
- (2) A une échelle méso-géographique, les pressions dynamiques (*dynamic pressures*) désignent les manifestations contemporaines, conjoncturelles, immédiates des causes sous-jacentes : à titre d'exemple, l'urbanisation rapide de zones exposées est une pression dynamique.
- (3) A une échelle plus locale voire individuelle, les conditions d'insécurité (*unsafe conditions*) désignent les formes spécifiques par le biais desquelles la vulnérabilité d'une population ou d'un individu s'exprime.

Le modèle Access complète le modèle PAR, en s'interrogeant sur le point de rupture, le moment où la catastrophe se produit, à l'interaction entre cette chaîne de causalités provoquant une situation de vulnérabilité, et l'environnement (soit l'occurrence de l'aléa). Le modèle Access illustre la progression de la vulnérabilité jusqu'à l'arrivée à ce point, et s'interroge sur l'accès des personnes aux capitaux, opportunités leur permettant de réduire leur vulnérabilité et d'éviter ainsi la catastrophe (Wisner *et al.*, 2003).

2.2.2 La vulnérabilité : un objet discriminant sur un plan spatial et temporel

Les modèles de vulnérabilité territoriale

Au-delà des différences, entre approche sociale et biophysique de la vulnérabilité, certains modèles se sont appliqués à mettre en évidence les spécificités territoriales de la vulnérabilité : cette dernière est en effet un objet territorial, qui doit être mis en relation avec un lieu (Cutter, 1996 ; Cutter *et al.*, 2000 ; Mitchell *et al.*, 1989 ; Palm, 1990). Le modèle de Cutter « *Hazards of Place* » (Cutter, 1996 ; Cutter *et al.*, 2003) est l'un des mieux reconnus dans ce domaine (Figure 2). Dans ce modèle, le risque (*risk*) apparaît comme une mesure objective de la probabilité d'occurrence de l'aléa ; le risque interagit avec les efforts de mitigation, compris comme des mesures visant à réduire soit la probabilité d'occurrence du risque, soit son impact¹⁵. L'ensemble donne le potentiel aléa (*hazard potential*), qui conditionne à la fois l'exposition des enjeux vis-à-vis de l'aléa (*geographic context*) et le substrat social (*social fabric*), qui comprend l'expérience de la société locale en matière de risque, sa capacité à répondre à l'occurrence de ce dernier, à se reconstruire, selon des variables économiques, démographiques, physiques. L'exposition des enjeux crée la vulnérabilité biophysique, le substrat social la vulnérabilité sociale : la combinaison des deux détermine la vulnérabilité territoriale (*place vulnerability*).

¹⁵ On le voit : les définitions données au risque, à l'aléa, à la vulnérabilité varient considérablement selon les auteurs ! Et ces changements sémantiques sont aussi à mettre en relation avec des enjeux linguistiques (traduction de l'anglais au français et inversement).

The Hazards-of-Place Model of Vulnerability (Modified from Cutter, 1996)

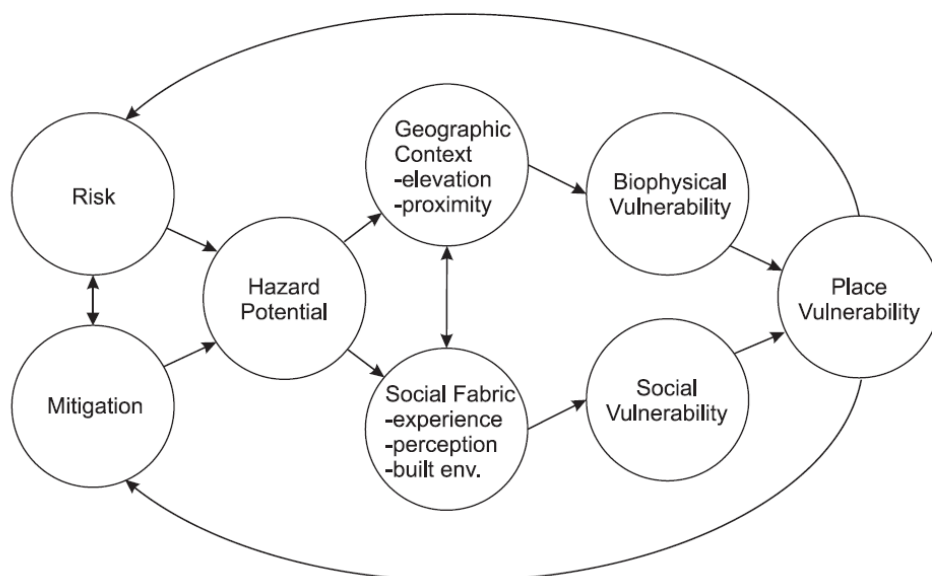


Figure 2. Modèle de vulnérabilité Hazards of Place (Source : Cutter, 1996 ; Cutter et al., 2003).

Ce modèle, à l'instar d'autres approches de la vulnérabilité territoriale, présente cependant l'inconvénient de s'appuyer en amont sur la cartographie de l'aléa et de l'exposition, qui pré-existe alors à toute analyse de risque. A l'inverse, D'Ercole et Metzger (2009) s'éloignent de l'aléa, pour définir la vulnérabilité territoriale à partir des « enjeux majeurs », indispensables au fonctionnement et à la gestion de crise sur un territoire donné.

Le risque : objet spatial, objets territorial

Le développement des modèles de vulnérabilité territoriale amène à s'interroger sur le caractère spatial et territorial du risque. A ce titre, il faut ici distinguer ce qui relève de l'espace à risque du territoire du risque, cette dernière expression ayant émergé comme notion centrale de la littérature de la géographie des risques, en France en particulier (Meschinot de Richemond, 2010 ; November, 2002 ; Reghezza-Zitt, 2015) : l'espace à risque permet de conférer au risque un caractère spatial, par un zonage de l'aléa, une localisation de la menace ; la notion de territoire du risque permet d'aller beaucoup plus loin, d'inscrire le risque dans le territoire, de faire du second un élément endogène, indissociable du premier. Le risque naît du territoire, ce n'est pas le seul produit de l'aléa, c'est aussi le fruit de rapports sociaux et politiques. Le risque ne se superpose pas au territoire, il lui est constitutif, de sorte qu'il est aussi résistant.

Ainsi, il n'est généralement pas possible de réduire le risque, en particulier dans sa composante aléa, seulement de le transférer. De sorte que les mesures de réduction du risque, par l'endiguement en particulier, conduisent généralement à transférer le risque d'un espace à un autre, sans que les publics concernés en soient informés ouvertement. C'est par exemple le cas sur le Rhône, avec la protection des grandes villes (Lyon, Avignon) au détriment d'espaces ruraux laissés à la divagation des crues (November, 2006). C'est aussi le cas, par exemple, pour le risque d'avalanches dans les communes de Chamonix et des Houches, avec des travaux de protection successifs dans la seconde qui ont conduit à une déviation progressive des trajectoires d'avalanche vers la première (Pigeon, 1998).

Plus globalement, la gestion du risque apparaît trop souvent déconnectée du territoire, pensé de façon indépendante de celui-ci (Meschinot de Richemond et Reghezza, 2010 ; Reghezza-Zitt, 2015) : conduisant à donner le primat à l'aléa plutôt qu'aux problématiques de vulnérabilité, à ignorer les externalités négatives de la gestion des risques sur le territoire, à l'instar des contraintes que font peser les PPRI, du point de vue des acteurs locaux, sur le développement communal et intercommunal. Et cette gestion est d'autant moins susceptible d'intégrer les logiques territoriales du risque que les lieux du risque ne se superposent pas nécessairement, loin s'en faut, avec les zonages administratifs qui servent de base à la gestion du risque (Veyret et Reghezza, 2005).

Pour appréhender les dynamiques spatiales et territoriales du risque, diverses classifications ont été envisagées (synthétisées par November, 2006) : avec une distinction entre risque-site et risque-transport (ce dernier incluant par exemple le risque TMD – transport de matières dangereuses) ; entre risques réseaux, risques diffus et risques ponctuels ou territorialisés (avec un ancrage spatial du risque croissant).

Risque et vulnérabilité : une croissance continue ?

Outre sa composante spatiale, la vulnérabilité comprend également un facteur temporel : la littérature met en évidence, en particulier, une augmentation de la vulnérabilité, du fait notamment de la croissance démographique, de l'urbanisation et de la métropolisation des sociétés (Donner et Rodriguez, 2008 ; Smith, 2004 ; Uitto, 1998). Cette croissance est particulièrement notable dans les zones exposées aux aléas (Barredo, 2009 ; Pielke Jr. *et al.*, 2008). La concentration de la population et des activités économiques et sociales, dans les plus grandes agglomérations, démultiplie les conséquences potentielles d'une catastrophe : dans une analyse des dommages causés par les inondations en Europe entre 1970 et 2006, Barredo (2009) met en évidence une augmentation des dommages sur la période étudiée causée par une croissance de l'exposition des populations à l'aléa. Dans notre cas d'étude, l'accroissement de la vulnérabilité en région francilienne au cours du siècle précédent est entre autres provoqué par l'urbanisation intensive des zones d'expansion des crues, dans les Hauts-de-Seine et le Val-de-Marne en particulier. A l'inverse, le changement climatique n'a pas d'incidence dûment identifiée sur la fréquence de retour des crues extrêmes dans le bassin de la Seine (Ducharne *et al.*, 2011). La vulnérabilité, non l'aléa, est ici en cause pour expliquer l'accroissement du risque.

La concentration des populations favorise par ailleurs les effets domino, l'entremêlement des différents aléas, affaiblissant la distinction traditionnelle entre aléas naturels, sociaux et technologiques (Uitto, 1998). Hadfield (1991) illustre à ce titre les conséquences destructrices d'un séisme de grande ampleur à Tokyo, du fait justement de cette concentration économique et démographique. Il faut toutefois nuancer le propos : ces mêmes agglomérations peuvent aussi mobiliser beaucoup plus de ressources pour faire face à une catastrophe (Cross, 2001). Associée à l'urbanisation, la montée en puissance de la vulnérabilité, et donc du risque, est aussi à mettre en relation avec la complexité croissante des relations spatiales et sociales, en particulier dans le fonctionnement des organisations sociales (De Bovis, 2009). Cette complexité croissante est indissociable de l'interconnexion des territoires et des organisations, en termes d'alimentation en énergie, de déplacements et de télécommunications : les sociétés sont de fait particulièrement dépendantes des réseaux et vulnérables en cas d'interruption des flux qu'ils supportent (Duenas-Osorio, 2005).

Cet accroissement du risque ne s'accompagne pas d'une acceptabilité plus élevée de ce dernier, bien au contraire. Toubin *et al.* (2012) donne à ce titre l'exemple de la Directive Inondation (DI) de l'UE de 2007, qui distingue trois types d'inondations : les inondations fréquentes, moyennes, et extrêmes. Il apparaît qu'une crue centennale n'est pas considérée comme une crue exceptionnelle du point de la DI : elle entre en effet dans la catégorie des crues moyennes (ce qui peut apparaître étonnant pour un événement aussi exceptionnel !)

2.2.3 De la résilience à l'amplification sociale du risque

Si la vulnérabilité est aujourd'hui au centre de la recherche sur le risque, elle implique toutefois la mobilisation d'autres notions, en particulier celle relative à la résilience (Hufschmidt, 2011).

La résilience, pendant de la vulnérabilité

Définitions de la résilience

La résilience (du latin « *resilio* », pour rebondir) est un terme issu des sciences psychiatriques et écologiques (Dauphiné et Provitolo, 2007 ; Turner, 2010). Du point de vue psychiatrique, la résilience représente la capacité à résister à la pression sans se briser (la résilience est alors assimilée à la notion de résistance)¹⁶. Le terme a en particulier été utilisé pour comprendre le passage de l'enfance à l'adolescence (Dauphiné et Provitolo, 2007). D'un point de vue écologique, le concept de résilience a été introduit dans les années 1970, pour désigner la persistance d'un système et de ses structures fondamentales, sa capacité à absorber des chocs ou des changements (Gunderson et Holling, 2002 ; Holling, 1973 in Hufschmidt, 2011 ; Serre et Barroca, 2013 ; Toubin *et al.*, 2012). En s'appuyant sur ces deux définitions, un enjeu ou un système exposé à l'aléa peut être qualifié de résilient s'il comprend les caractéristiques suivantes : la capacité à absorber un changement ou un choc, sa force inhérente, son autonomie (demeurer fonctionnel sans appui extérieur), sa capacité de récupération, sa capacité d'apprentissage enfin. Sperenza *et al.* (2014) met en avant un facteur transversal de la résilience, pour qu'un système présente l'ensemble de ces propriétés : la diversité. Un système diversifié, dans ses fonctions, dans ses composants, est un système résilient car flexible.

La résilience est de ce fait un terme très englobant, polysémique et pluri-disciplinaire (Adger, 2006 ; Mayunga, 2007). La spécificité de la résilience n'est pas toujours évidente, et la distinction peu claire vis-à-vis des notions d'adaptation (ou capacité d'adaptation) et de vulnérabilité (Cutter *et al.*, 2008 ; Hufschmidt, 2011). C'est aussi une notion contradictoire comme le souligne Pigeon (2012) : la résilience comprend la capacité d'un système à se perpétuer ; or, si le système en question n'est pas viable, sa perpétuation n'est pas souhaitable, elle peut avoir au contraire des conséquences particulièrement néfastes. Pigeon (2012) met ainsi en avant le cas de la commune de Faute-sur-Mer et de son système d'urbanisation : ce système favorisait, avant l'occurrence de la tempête Xynthia, le développement de lotissements en zone inondable, protégés par des travaux d'endiguement, et malgré des injonctions de l'Etat. Le système d'urbanisation est donc résilient, provoquant paradoxalement des conditions favorables à l'occurrence d'une catastrophe – Xynthia.

Du fait de ces incertitudes, de cette polysémie, c'est une notion qui, à l'instar de la vulnérabilité, donne lieu au développement de différents modèles (Cutter *et al.*, 2008 ; Gunderson et Holling,

¹⁶ Cette approche de la résilience se retrouve aussi dans l'étude des matériaux : un matériau résilient est un matériau résistant (résistant aux chocs et ductile) (Lhomme *et al.*, 2010).

2002) et à différentes approches. Notons la prépondérance des travaux portés par une approche technique, fondée sur l'analyse sectorielle d'un réseau (énergétique, routier, etc.) ou d'une activité socioéconomique (Cimellaro *et al.*, 2010). L'accent est alors mis sur la capacité du réseau, de l'activité à revenir à un niveau de fonctionnement normal ; la résilience se résume alors à un % de niveau de fonctionnement, comparé à un niveau *ex ante*¹⁷.

Le système-ville et la résilience urbaine

Au sein des études de résilience, un champ spécifique s'est développé sur le créneau de la résilience urbaine. Dans ce champ d'étude, la ville est considérée comme un système (un système urbain ou système-ville), au sein duquel interagissent différents composants représentant des fonctions et services urbains. Les fonctions urbaines représentent des capitaux dont la ville a besoin pour fonctionner, en d'autres termes pour répondre aux besoins fondamentaux de ses habitants (habitat, éducation, activité commerciale et industrielle, administration publique et gouvernance politique). Ces fonctions sont mises en relation les unes aux autres par le biais de services urbains, comprenant notamment des réseaux techniques d'alimentation en énergie, en eau, de communications et de télécommunications (Batista *et al.*, 2013 ; Serre, 2015).

C'est un système axé autour de l'activité économique (Lhomme *et al.*, 2010 ; Serre, 2015) : les relations entre individus, au sein d'une ville, peuvent être définies d'un point de vue économique comme un équilibre dynamique créé par des flux constants de ressources et d'argent (Lindell, 2013). Un ménage paie des entreprises pour des biens et des services, mais aussi des opérateurs pour avoir accès aux réseaux (transport, électricité, gaz, eau, assainissement, télécommunications), et paie enfin les administrations publiques par le biais de l'imposition fiscale et des cotisations sociales. Cet argent est obtenu, dans le cas des salariés, par le biais d'un salaire versé par les employeurs. Ces derniers versent les salaires, mais paient également des fournisseurs, des opérateurs de réseaux, les administrations publiques, pour avoir accès aux réseaux, à des biens et services, permettant d'assurer une production.

Or, cet équilibre est mis à mal par l'occurrence d'une catastrophe naturelle, dans une ampleur variant selon la résilience du système urbain : le retour à cet équilibre varie en particulier selon la capacité du système-ville à maintenir et à récupérer ses fonctions urbaines. En l'occurrence, les réseaux techniques (critiques, essentiels, vitaux) apparaissent comme la clé de voûte du maintien de ces fonctions (Lhomme *et al.*, 2010). Or, du fait de leurs contraintes d'implantation, de leurs structures, de leurs interdépendances, ces réseaux apparaissent très exposés face à l'occurrence d'une catastrophe, tout en contribuant à propager les effets de cette dernière au-delà des seules zones d'impact : la plus petite défaillance de l'un d'eux peut avoir de lourdes répercussions sur les autres types de réseaux, provoquant des effets domino imprévisibles et potentiellement la paralysie du fonctionnement urbain. A titre d'exemple, une inondation provoque une surcharge des réseaux d'eaux pluviales : celle-ci mène à une submersion des voies routières et ferroviaires, affectant la population dans ses déplacements, et donc l'activité des entreprises (Lhomme *et al.*, 2010 ; Serre, 2015 ; Serre *et al.*, 2016).

¹⁷ Les problématiques apparaissent alors plus opérationnelles. Bruneau *et al.* (2003) identifient quatre propriétés pour qualifier un réseau ou une activité résilients : la robustesse (capacité à faire face à un niveau de perturbation, ou de demande, sans perdre en pourcentage de fonctionnement), la redondance (capacité des éléments à être substituables), l'ingéniosité (capacité à établir des priorités et à mobiliser des ressources), la rapidité (capacité à répondre aux priorités en temps et en heure).

Il est possible de distinguer la résilience de temps court de la résilience de temps long (Toubin *et al.*, 2012) : la résilience de temps court est la capacité des services et fonctions à réagir à une perturbation par un processus d'adaptation, la résilience de temps long par le maintien des fonctions urbaines majeures (du fait de dynamiques socioéconomiques relatives à l'attractivité et à la prospérité de la ville). Trois leviers sont disponibles pour améliorer cette résilience : (1) une stratégie technique visant à limiter le degré de perturbation par une plus grande résistance des fonctions et des services ; (2) la capacité de ces derniers à fonctionner en mode dégradé ; (3) une stratégie organisationnelle visant à accélérer le retour à la normale par une allocation optimale des ressources.

Résilience et capacité d'apprentissage

La résilience, urbaine ou non, est enfin étroitement associée à la notion d'apprentissage¹⁸ : une organisation, un enjeu, un système résilient se remodèle après un choc ou un changement : il apprend de ce dernier, il développe de nouveaux savoirs afin de mieux faire face aux chocs suivants (Rochet *et al.*, 2008). La capacité d'apprentissage se définit ainsi comme la capacité d'un système à avoir de la mémoire, d'apprendre en intégrant les expériences passées dans les actions présentes (Sperenza *et al.*, 2014). L'apprentissage, et donc la résilience, est toutefois contraint par la notion de normes. Les normes sociales, en vigueur au sein d'une société, ou d'une organisation, visent à préserver les schémas de représentation et d'interactions existants, communs à l'ensemble des acteurs ; ces normes, par essence conservatrices, sont résistantes au changement.

L'amplification sociale du risque : les enjeux de perceptions

Ces normes ont de lourdes conséquences sur la perception du risque, qui de ce fait évolue difficilement (De Bovis, 2009), y compris après une catastrophe majeure. Cette inertie est une cause majeure de non résilience. Or, les actions d'adaptation, présentées précédemment, ne peuvent être réalisées, du fait des ressources, humaines et financières qu'elles mobilisent, qu'à la condition que le risque soit perçu comme tel par les populations et les autorités compétentes (Hufschmidt, 2011). La volonté et la motivation pour réaliser ces actions (*willingness to adapt*) sont de ce fait conditionnées par la perception du risque.

L'amplification sociale du risque

A ce titre, il faut rappeler que le risque ne se résume pas à un ensemble de données techniques (Cutter, 2003a) : intervient ici la notion d'amplification sociale du risque, développée par Kasperson *et al.* (1988) pour mettre en évidence le rôle de la perception, des représentations du risque, des échelles de valeurs morales et politiques, des interactions sociales dans la construction de celui-ci (postulat constructiviste). Le risque interagit avec des dynamiques psychologiques, sociales, culturelles qui peuvent accroître ou diminuer la perception du risque par les populations et modifier en conséquence leur comportement face au risque (D'Ercole *et al.*, 1994). Ces comportements différenciés induisent des conséquences subsidiaires d'ordre social ou économique qui accroissent ou diminuent ce que les auteurs appellent le risque physique (la composante aléa du risque) ; ces comportements peuvent étendre

¹⁸ D'autres notions, encore, sont associées plus ou moins étroitement à celle de résilience, comme la problématique de la durabilité (Toubin *et al.*, 2012 ; Turner, 2010).

considérablement dans le temps et dans l'espace les impacts provoqués par le risque, provoquant des effets domino difficiles à prévoir (*rippling effect*).

Transmission d'informations et enjeux de communication

Cette amplification sociale du risque se fonde sur deux éléments : l'expérience personnelle et directe du risque d'une part, d'autre part les informations reçues à ce sujet par des intermédiaires (expérience secondaire), généralement les médias. Or, la transmission d'informations n'est pas neutre : en théorie de la communication, l'amplification fait référence au processus qui permet d'intensifier ou d'atténuer des signaux pendant la transmission de l'information (Kasperson *et al.*, 1988). Ainsi, l'information transmise sur le risque est déformée au travers de filtres perceptifs et cognitifs. Un élément fréquemment cité dans la littérature, pour illustrer la construction sociale du risque, est la prépondérance donnée à l'aléa sur la vulnérabilité et la résilience par les populations et les autorités. Ces dernières peuvent ainsi se servir de l'aléa, instrumentaliser sa violence, pour faire oublier des choix de gestion parfois hasardeux, pour se dédouaner de leurs responsabilités, comme Hernandez (2010) a pu l'observer dans le cas de la Nouvelle-Orléans. Accuser les changements climatiques – un processus certes anthropique mais global, sans responsabilité strictement individuelle – est une autre façon d'écarter du champ de la réflexion les problématiques de vulnérabilité et de spatialisation du risque.

2.3 DU RISQUE A LA CATASTROPHE

Le risque est une fiction : c'est un potentiel en attente de se réaliser (Dauphiné et Provitolo, 2013). La réalisation du risque, du fait de l'occurrence de l'aléa sur un espace vulnérable, produit la crise, le désastre, la catastrophe : du point de vue des autorités politiques, la gestion des risques laisse alors place à la gestion de crise (et post-crise). Au-delà des différences abordées plus loin, crise, désastre, catastrophe sont des termes qui désignent tous un événement borné sur un plan spatial et temporel, avec des conséquences négatives (endommagement) sur la société ou des agents de cette dernière, ou sur l'environnement.

2.3.1 La crise

Dans les définitions de la crise, celle retenue par Gotham et Greenberg (2014) apparaît particulièrement pertinente pour notre propre cas d'étude. Ces deux auteurs s'interrogent sur les catastrophes de la Nouvelle-Orléans, en 2005, et de New York en 2001 (attentats du WTC) : ils mettent en évidence le rôle des crises pour promouvoir l'idéologie libérale dans les politiques de développement urbain (*crisis driven urbanization*), et, en retour, l'emprise de l'idéologie libérale dans les politiques de reconstruction post-crise, avec un accent mis sur le recours au privé et un effacement du secteur public dans la reconstruction de ces deux villes. Ces choix de gestion ont pour conséquence de reproduire et d'intensifier les inégalités spatiales et sociales dans le développement urbain, inégalités qui favorisent l'émergence de nouvelles crises.

De ce fait, d'après ces auteurs, la crise peut être abordée de deux façons : (1) la crise est d'abord une période de rupture historique. Cette rupture est causée par l'incapacité à faire face rapidement à l'occurrence d'une catastrophe, par des dommages qui s'éternisent sur le temps long sans se résorber. Cette rupture appelle à des interventions politiques, tout en les justifiant. D'un point de vue épistémologique, la crise vient du grec *Krisis* – « décision » : une crise appelle donc à la décision et à l'exercice de l'autorité, de l'autorité publique en particulier ; elle

donne l'occasion aux autorités d'accroître leurs prérogatives. A New York comme à la Nouvelle-Orléans, la crise donne l'occasion aux acteurs politiques, locaux et fédéraux, de justifier des choix de gestion libéraux, de profiter de l'incertitude sociale et du chaos post-catastrophe pour intégrer et imposer ces choix dans les politiques de reconstruction. (2) La crise n'est de ce fait pas qu'une suite d'événements factuels ; elle se constitue aussi de représentations et de discours. Ce sont ces derniers qui permettent de justifier et de reproduire des idéologies et des structures de pouvoirs. Une situation de crise appelle à la création d'un discours autour de « l'état d'urgence » : ce discours permet d'identifier des causes, des coupables, des zones d'impact, des victimes, à partir de catégories morales d'inclusion, ou d'exclusion, qui permettent de légitimer les structures de pouvoir (Gotham et Greenberg, 2014).

La crise peut prendre de multiples formes. La crise peut avoir lieu à différentes échelles (internationale, nationale, locale, organisationnelle – une crise peut concerner le système-monde comme une seule entreprise) et de fait affecter des acteurs très variables. La crise peut être provoquée par des aléas de diverses natures : politique, technologique, naturel. Une crise comprend trois caractéristiques : la mise en péril des objectifs prioritaires du système ; le manque de temps pour remédier aux problèmes qui se font jour du fait de la crise ; le caractère inattendu ou non anticipé de cette dernière (Rochet *et al.*, 2008).

2.3.2 Désastres et catastrophes

La crise est indissociable de la catastrophe, qui la provoque. Un désastre, ou une catastrophe, ne se limite pas à l'occurrence de l'aléa : ce dernier n'est que le facteur déclencheur. Le désastre est défini par Aldrich (2012) comme un événement qui suspend la vie quotidienne, et entraîne des dommages sévères à l'échelle d'un territoire. Désastres et catastrophes sont des termes souvent synonymes : certains auteurs mettent toutefois en avant une différence quantitative et qualitative entre les premiers et les seconds, notamment Quarantelli (2006). Ce dernier établit une hiérarchie entre les urgences quotidiennes (*everyday emergencies*), les désastres (*disasters*), les catastrophes (*catastrophes*) :

- Un désastre apparaît qualitativement différent d'une simple urgence quotidienne, en particulier à l'échelle des organisations (administrations, associations, entreprises) : en cas de désastre, les interactions entre le secteur public et privé sont beaucoup plus étroites, en lien avec un besoin fort de mobilisation de ressources (qui nécessite des réquisitions par le public du privé) ; des ajustements ont lieu au sein des organisations face à une perte d'autonomie et de liberté d'action (les organisations, les individus doivent se mettre aux ordres d'entités sociales qui peuvent ne pas même exister à l'échelle du quotidien, doivent aussi se mettre au service de besoins nouveaux, et de valeurs nouvelles, qui émergent en temps de crise et qui prennent le pas sur les valeurs et besoins du quotidien).
- Une catastrophe diffère également du désastre, à l'échelle organisationnelle, territoriale, et sociétale. Dans l'hypothèse d'une catastrophe : (1) La majorité des structures bâties d'une collectivité est lourdement impactée, forçant de nombreuses personnes à chercher refuge ailleurs chez des proches ; la destruction du bâti concerne non seulement la société civile, mais aussi les bases et infrastructures opérationnelles utilisées par les organisations de secours même ! (2) Les autorités locales (mais aussi les entreprises) ne sont plus à même de jouer leur rôle habituel, ce qui ralentit la reconstruction. (3) L'aide venant des collectivités adjacentes est indisponible, du fait que ces collectivités sont

elles-mêmes affectées. Les catastrophes affectent de multiples collectivités, ont une échelle géographique plus large ; à l'inverse, pendant un désastre, la collectivité touchée peut compter sur une convergence de moyens massive pour faire face. (4) La plupart des fonctions collectives quotidiennes (écoles, travail, etc.) sont interrompues de façon concomitante. (5) Les médias de masse contribuent à construire les représentations sociales de la catastrophe, par une présence bien plus marquée que pendant un désastre. (6) La sphère politique prend une importance bien plus importante, du fait des facteurs précédents.

- Aldrich (2012) rajoute une quatrième catégorie, celle de la super-catastrophe (*megacatastrophe*), qui est un désastre entraînant la destruction de milliers de structures bâties résidentielles et commerciales, ou le décès d'au moins 1000 personnes.

2.3.3 Apports de l'état de l'art

Pour conclure, les apports de la littérature portant sur le risque et la vulnérabilité sont indispensables dans le cadre d'une étude portant sur les impacts sociaux d'une inondation dans la région francilienne, en ce qu'ils permettent de préciser les termes de nos problématiques de thèse, et l'approche conceptuelle envisagée. Le modèle de Cutter, mettant l'accent sur le caractère spatialisé du risque et ses spécificités géographiques, apparaît comme l'un des plus pertinents. Toutefois, la conduite de la thèse nécessite de mobiliser les deux approches : par la vulnérabilité biophysique et par la vulnérabilité sociale. La vulnérabilité biophysique permet de mettre en avant le rôle fondamental de l'exposition vis-à-vis de l'aléa. La thèse est l'occasion d'identifier des zones à évacuer et des zones à reconstruire ; or, ces dernières varient selon l'exposition à l'inondation. Toutefois, la vulnérabilité biophysique est insuffisante pour expliquer pourquoi, au sein d'une population donnée, certains ménages ont tendance plus que d'autres à faire appel à l'hébergement collectif ; pourquoi, au sein d'une zone sinistrée, certains quartiers se reconstruisent à un rythme plus élevé que d'autres, pourquoi certaines communes périclitent et d'autres gagnent en attractivité. La vulnérabilité sociale, en particulier les causes profondes et les pressions dynamiques exposées par le modèle PAR, donne des clés d'explication à ces phénomènes.

Cet état de l'art permet aussi de mettre en évidence la spécificité de notre cas d'étude. A ce titre, l'accroissement de la vulnérabilité, observé à l'échelle mondiale du fait des dynamiques démographiques et urbaines, peut aussi être constaté sur notre terrain de recherche. Certes, une inondation francilienne de grande ampleur n'aurait pas les conséquences d'un vaste séisme dans l'agglomération tokyoïte. C'est toutefois un des scénarios de risque les plus dévastateurs à l'échelle nationale et européenne, et non pas tant pour ses conséquences économiques que pour ses conséquences sociales : le nombre de personnes à évacuer, l'ampleur des destructions territoriales. Ainsi, une inondation francilienne majeure pourrait représenter une crise d'ampleur quasi-inédite à l'échelle française. Cette crise serait provoquée par l'occurrence non seulement de l'aléa (la montée et la stagnation sur plusieurs semaines des eaux), mais surtout par ses conséquences multiples sur un territoire densément peuplé : provoquant, non pas une urgence à traiter, ni même un désastre d'ampleur moyenne¹⁹, mais bien une catastrophe voire

¹⁹ La crue de juin 2016 peut s'inscrire dans la catégorie du désastre d'ampleur moyenne : un événement qui sort certes du quotidien, qui a des conséquences sur la vie des populations sinistrées, mais qui a un impact local et ne remet pas en cause le fonctionnement routinier de la société. Notre étude porte sur la méga-catastrophe que constituerait une crue centennale ou supra-centennale.

une super-catastrophe entraînant l'évacuation de centaines de milliers (voire de millions) de personnes sur plusieurs semaines et la destruction ou l'endommagement de dizaines (ou plutôt de centaines) de milliers de logements. C'est l'occasion de définir la dernière expression non explicitée de notre sujet, l'inondation majeure : il n'existe pas d'échelles de classification standardisée pour caractériser l'intensité d'une inondation et de ses impacts, de sorte qu'une inondation majeure peut définir en effet des événements d'ampleur très variable selon les auteurs (Boudou, 2015). Dans cette thèse, une inondation majeure doit être comprise comme une inondation provoquant l'occurrence de la catastrophe dans la région francilienne, entraînant des dommages dépassant très largement les moyens disponibles à l'échelle régionale mais aussi nationale.

3 LES METHODES D'EVALUATION DU RISQUE

Le risque est une notion performative, qui appelle à la prise de décision (Cardona, 2003) : les études de risque, comme celle proposée par cette thèse, visent donc à appuyer les gestionnaires et autorités responsables dans la gestion du risque. Après un historique très succinct des études de risque, deux grandes orientations méthodologiques issues de la littérature sont approfondies : d'une part les modèles d'endommagement appliqués au cas spécifique des inondations, d'autre part le développement d'indices de vulnérabilité.

3.1 HISTORIQUE DES ETUDES DE RISQUE

3.1.1 Vulnérabilité biophysique vs. vulnérabilité sociale

D'un point de vue historique, les études de risque reprennent la distinction conceptuelle entre vulnérabilité biophysique et vulnérabilité sociale :

- La grande majorité des études de risque s'est longtemps cantonnée dans la seule analyse de l'aléa, du fait notamment de la prééminence des sciences naturelles (Cardona, 2003). Dans la seconde moitié du XXe siècle, en particulier dans les années 1970, l'apport des sciences de l'ingénieur, l'intérêt des assureurs également, ont contribué à prendre plus largement en considération la vulnérabilité biophysique : le risque est alors évalué en couplant des modèles probabilistes d'occurrence de l'aléa et d'estimation des dommages des enjeux à partir de courbes ou de matrices d'endommagement, d'indices de fragilité physique. L'endommagement de chaque enjeu est alors estimé de façon quantitative, en valeur absolue (nombre de décès, dommages en euros) ou en valeur relative (% du total de décès, de dommages), selon la fréquence et l'intensité de l'aléa (*impact approach*). Il permet d'estimer l'intérêt de choix de gestion, de mesures de réduction du risque, selon une logique coûts-avantages. Aujourd'hui encore, une grande majorité des méthodes d'évaluation du risque développées s'interrogent d'abord sur l'endommagement des structures, des infrastructures, sur les impacts économiques, sur les pertes humaines, comme le souligne Unen (2012). Dans le même temps, l'outil SIG se développe aussi avec la notion d'exposition (Whitman *et al.*, 1975 in Veyret et Reghezza, 2005) : le risque et la vulnérabilité sont alors traduits sous forme cartographique, par le biais de zonages d'aléa enveloppant des enjeux vulnérables.

- Toutefois, d'un point de vue méthodologique, à partir des années 1980 et plus encore au cours des années 1990, certaines études de risque se mettent aussi à s'interroger sur la vulnérabilité sociale : les variables physiques de la vulnérabilité ne comptent plus seules ; l'accent est aussi mis sur la capacité d'une population à supporter des dommages et à se reconstruire. Cette approche met également en évidence le rôle des interactions et des représentations des acteurs de la société dans le risque, et l'importance des perceptions collectives et individuelles (Cardona, 2003). En France, la méthode inondabilité développée par le CEMAGREF dans les années 1990 (Lang *et al.*, 2009 ; Veyret et Reghezza, 2005) est l'une des premières à prendre en compte l'acceptabilité du risque en France. Cette méthode vise à établir et combiner deux indices à l'échelle de la parcelle : un indice appelé TAL (durée de retour T de l'Aléa), mesurant la durée de retour de la première crue inondant la parcelle ; un indice appelé TOP (durée de retour T de l'Objectif de Protection). Cet indice TOP représente la durée de retour associée au niveau de protection souhaité, établi après enquête auprès des acteurs du bassin versant, en particulier auprès des propriétaires des parcelles évaluées : cet indice représente le degré de risque acceptable, selon l'usage fait de la parcelle. La combinaison des deux indices permet de définir un seuil d'acceptabilité du risque.

3.1.2 L'émergence des méthodes mixtes en études de risque

Ces évolutions multiples ont permis le développement de moyens multiples pour mener les études de risque, entre les approches qualitatives (entretiens, focus group, méthodes participatives), la recherche documentaire, l'analyse cartographique, l'analyse quantitative : la tendance d'une recherche pluridisciplinaire, incluant la mobilisation des sciences sociales, émerge ainsi dans la recherche sur le risque (Dourlens, 2003 ; Léone et Ledoux, 2002).

A ce titre, certains auteurs tendent à privilégier aujourd'hui dans leurs études des méthodes mixtes, y compris en France, en croisant des approches quantitatives et géomatiques et des méthodes qualitatives : en combinant par exemple l'analyse géomatique et l'analyse multicritères fondée sur un audit d'experts, afin d'identifier des indicateurs de vulnérabilité à l'échelle locale adaptés au contexte d'étude (Barroca *et al.*, 2005, 2006) ; ou en associant des évaluations fondées sur des données statistiques à la construction de cartographies interactives permettant la prise en compte des recommandations des populations exposées (Andrieu *et al.*, 2014). Si d'autres exemples peuvent encore être cités pour illustrer l'émergence de ces méthodes mixtes (Allouche *et al.*, 2012 ; Chauviteau et Vinet, 2006 ; D'Ercole, 1996), il faut cependant nuancer ce propos, en rappelant que nombre d'études de risque demeurent sectorielles et mono-disciplinaires. Deux types d'analyses retiennent notre attention, quant à leur application potentielle dans le cadre de cette thèse : d'une part, les modèles d'endommagement appliqués au cas spécifique des inondations, le développement d'indices de vulnérabilité (ou de résilience) d'autre part.

3.2 LES MODELES D'ENDOMMAGEMENT FACE AUX INONDATIONS

Les modèles d'endommagement s'inscrivent dans le cadre d'études de risque *a posteriori* (rétrospectives) ou *a priori* (prospectives) (Hubert et Ledoux, 1999) : l'état de l'art s'interroge ici sur les études prospectives, appliquées au cas spécifique des inondations. Ces estimations ont divers intérêts : l'évaluation et la cartographie de la vulnérabilité ; des analyses

économiques de type coûts – bénéfices afin d’identifier les mesures de réduction du risque les plus efficaces ou de comparer des scénarios d’aménagement entre eux ; des analyses géographiques comparées ; des estimations assurancielles (Eleuterio *et al.*, 2008 ; Merz *et al.*, 2010 ; Torterotot, 1993).

3.2.1 Typologie des dommages

Ces modèles portent sur les dommages provoqués par une inondation. Les dommages, à l’instar des impacts d’une inondation, peuvent faire l’objet de diverses typologies. Il faut à ce titre distinguer les dommages directs et indirects, et les dommages tangibles et intangibles (Bubeck et Kreibich, 2011 ; Hammond, 2014 ; Merz *et al.*, 2010). Les dommages directs sont provoqués par le contact physique de l’eau, les dommages indirects sont induits par les dommages directs (et peuvent avoir lieu à l’extérieur de l’enveloppe de l’aléa) ; les dommages tangibles sont mesurables sur un plan monétaire, à l’inverse des dommages intangibles :

- Les dommages directs et tangibles comprennent les dommages au bâti et aux stocks, aux infrastructures, aux sols agricoles et au bétail.
- Les dommages directs et intangibles comprennent les pertes et blessures humaines²⁰, le stress psychologique, l’endommagement du patrimoine culturel ou environnemental.
- Les dommages indirects mais tangibles impliquent l’interruption des services publics hors de la seule zone inondée, les pertes d’activité des entreprises hors de la zone inondée, les coûts d’interruption du trafic et des réseaux, les pertes fiscales liées au départ ou la fermeture d’entreprises après l’inondation.
- Les dommages indirects et intangibles peuvent relever de la sphère perceptive et psychologique, incluant par exemple des traumatismes durables ou la perte de confiance dans les autorités.

Cette typologie est celle qui est la plus mobilisée par les modèles d’endommagement que nous citons par la suite, il en existe toutefois d’autres. Meschin et Richemond et Reghezza (2010) identifient par exemple trois types d’endommagement des enjeux : l’endommagement direct et matériel, évalué sous la forme d’un coût ; l’endommagement fonctionnel, interdisant à un enjeu de remplir sa fonction, également quantifiable sous la forme de pertes d’exploitation ; l’endommagement structurel, jamais calculé ni même considéré, ou peu s’en faut, qui fait référence aux dommages provoqués sur la structure de l’enjeu (par exemple, sur la structure d’un réseau de transport). Les auteurs mettent alors en évidence le primat donné par les gestionnaires à la réduction de l’endommagement matériel, par les ouvrages de protection ou par la maîtrise foncière imposée par les PPRI.

3.2.2 La suprématie des modèles d’endommagement direct

Malgré cette variété sémantique, les modèles d’endommagement s’interrogent prioritairement sur les dommages directs et tangibles (de Moel *et al.*, 2015 ; Hammond, 2014)²¹. Au sein de ces modèles, l’objectif peut être global (calculer l’ensemble des pertes directes et tangibles sur

²⁰ Notons cependant que les assureurs tendent bien à faire des pertes humaines des dommages tangibles, en les monétisant selon divers critères, d’ailleurs discutables (l’âge de la victime par exemple).

²¹ La préférence donnée, dans le sujet de thèse, à la notion d’impacts sur celle de dommages, s’explique pour cette raison précisément, du fait de ces implicites sémantiques et méthodologiques : les dommages sont trop généralement compris dans un sens restrictif, à l’inverse de la notion d’impacts. Il faut toutefois remarquer que la littérature peine généralement à faire la distinction entre impacts et dommages (Torterotot, 1993).

un territoire donné), ou sectoriel : en calculant les dommages sur les entreprises, sur le secteur agricole (Brémond *et al.*, 2013), sur l'habitat (Torterotot, 1993). Les modèles sont généralement développés en trois temps (Bubeck et Kreibich, 2011 ; de Moel *et al.*, 2015 ; Eleuterio *et al.*, 2008 ; Grünthal *et al.*, 2006) : (1) avec une classification des enjeux, (2) une analyse d'exposition, (3) une analyse de susceptibilité – vulnérabilité par le biais de fonctions de dommages. L'agrégation des analyses d'exposition et de susceptibilité permet d'obtenir des résultats exprimés sous la forme de coûts monétaires.

- (1) Les enjeux sont regroupés en classes homogènes, considérant qu'il est trop coûteux (sauf pour des modèles micro-scalaires) de prendre chaque objet isolément. Cette classification se fonde généralement sur le critère de la vulnérabilité : on regroupe des enjeux également vulnérables. Le critère socio-économique et l'usage du sol peuvent aussi entrer en ligne de compte dans la classification des enjeux, en distinguant logements, enjeux agricoles, enjeux commerciaux, enjeux industriels, etc. Le modèle FLEMOps fait ainsi la distinction entre trois types de bâtiments (immeuble, maison isolée, maison mitoyenne) et deux types de qualité (bâtiment de faible ou moyenne qualité, bâtiment de qualité élevée) (Bubeck et Kreibich, 2011).
- (2) L'analyse d'exposition a lieu sous SIG. Elle comprend deux volets : (a) une estimation du nombre, du type et de la valeur monétaire des enjeux (les méthodes sont variables, peuvent se fonder à l'échelle micro-scalaire sur le coût de construction ou de remplacement du bâti, à l'échelle macro-scalaire sur le capital brut agrégé des immobilisations d'une zone donnée) ; (b) un croisement des enjeux avec les paramètres de l'aléa (enveloppe géographique, intensité, période de retour) pour un scénario donné. Ces paramètres sont calculés par le biais de deux modèles (Gaume *et al.*, 2000 ; Torterotot, 1993) : un modèle hydrologique (permettant de connaître la période de récurrence de la crue, le débit de pointe, la hauteur d'eau maximale sur une station de référence pour un scénario d'aléa donné), et un modèle hydraulique (permettant d'évaluer la surface inondée, la distribution des hauteurs d'eau et des durées de submersion).
- (3) L'analyse de vulnérabilité repose sur des fonctions (ou courbes) de dommages, qui permettent de représenter la part de dommages attendus pour un enjeu donné selon un scénario d'aléa donné. Ces fonctions varient selon l'intensité de l'aléa (étendue, profondeur, durée de l'inondation, vitesse d'écoulement, rythme de montée des eaux, date de l'inondation, charge de l'eau) et la résistance des enjeux (nature du bâti, âge de construction, matériaux, nombre d'étages et nombre d'ouverture, état de maintenance, mesures de préparation et de protection, temps d'alerte) (Fedeski et Gwilliam, 2007 ; Hammond, 2014). Les inconnues sont cependant nombreuses dans la relation entre l'intensité et la résistance : en conséquence, nombre d'auteurs ne prennent en considération qu'un seul paramètre pour créer leur fonction de dommages, la hauteur d'eau (de Moel *et al.*, 2015 ; El-Jabi et Rousselle, 1987 ; Hubert et Ledoux, 1999). La hauteur d'eau représente en effet le paramètre le plus significatif, causant au moins la moitié des dommages observables en cas d'inondation (Torterotot, 1993). Certains modèles font toutefois l'effort d'intégrer d'autres variables : le FLEMOps ou sa variante économique, le FLEMOcs, prennent ainsi en considération les mesures mises en œuvre pour protéger les bâtiments de la lame d'eau (Kreibich *et al.*, 2010). Ces fonctions peuvent être estimées à partir d'enquêtes menées auprès d'experts de l'assurance et de l'ingénierie civile, ou dérivées à partir de données empiriques, d'évaluations menées a

posteriori sur des événements passés : à voir par exemple la base de données HOWAS 21 regroupant 6000 cas d'endommagement observés (Bubeck et Kreibich, 2011).

- (4) Les résultats sont exprimés en coût relatif (% de la valeur détruite) ou en coût absolu (valeur monétaire) (Huttenlau *et al.*, 2010). La valeur obtenue peut être annualisée, en divisant le coût total par la durée de retour exprimée en années pour obtenir un coût annuel moyen (*expected annual damage*) (Eleuterio *et al.*, 2008). C'est utile notamment pour comparer des événements de probabilités d'occurrence différentes, mais aussi dans le cadre d'analyses coûts-bénéfices préliminaires à la construction d'un ouvrage de protection.

3.2.3 Modèles alternatifs et incertitudes méthodologiques

Si les modèles mesurant les dommages directs sont les plus nombreux, certains ont aussi été développés pour mesurer les dommages indirects sur la production économique, liés à l'interruption de l'activité et des flux économiques. Les méthodes ici sont beaucoup plus diverses qu'en matière de dommages directs (Hammond, 2014)²² : du fait des complexités méthodologiques inhérentes à un tel exercice, certains auteurs adoptent une méthode empirique simple, consistant à estimer les dommages indirects à partir des dommages directs, en appliquant un coefficient *ad hoc* (considérant que les dommages indirects représentent une proportion fixe des dommages directs) (Eleuterio *et al.*, 2008). Enfin, quelques modèles se sont attachés à estimer les dommages intangibles, en particulier les dommages sur la santé humaine (Jonkman, 2007 ; Jonkman *et al.*, 2008). Ces modèles rencontrent de grandes difficultés pour quantifier ces dommages, pour des raisons épistémologiques : un dommage intangible n'est pas, par définition, monétisable (Hammond, 2014) !

Les incertitudes relatives à ces modèles d'endommagement sont multiples (Gaume *et al.*, 2000) :

- Des incertitudes sur le calcul des paramètres de l'aléa : la courbe de tarage, la fréquence de retour, les seuils de débordement et de rupture de digue, l'effet des barrages-réservoirs le cas échéant.
- Des incertitudes sur l'information socio-économique : la représentation simplifiée de l'occupation des sols, la valeur des enjeux exposés, les fonctions de dommages en enfin. Les études rétrospectives menées pour estimer les dommages matériels, sur lesquelles se fondent généralement les courbes de dommages, sont en effet soumises à de fortes incertitudes : à titre d'exemple, dans les estimations des dommages provoqués par les crues de la Somme en 2001, il y a un rapport de 1 à 3 dans le montant global estimé des dommages selon les sources (Grelot, 2009).
- Des incertitudes enfin variables selon l'échelle d'analyse : les analyses micro-scalaires peuvent mobiliser des données plus précises, réduisant certaines sources d'incertitudes, à l'inverse des analyses macro-scalaires, qui présentent de leur côté l'avantage d'être mobilisables sur des terrains variés et sur des échelles géographiques beaucoup plus larges, comme l'illustrent par exemple Eleuterio *et al.* (2008). Ces derniers comparent, dans une analyse de sensibilité, quatre méthodes pour évaluer l'endommagement direct d'une inondation sur des bâtiments. Ces méthodes varient par leur précision, les plus

²² Le chapitre 4, portant sur l'après-crise, permet de revenir sur les modèles portant sur les impacts et dommages économiques : modèles linéaires, modèles économétriques, modèles Input-Output, modèles d'équilibre général calculable, etc.

grossières ne reposant que sur des bases de données existantes, les plus précises sur des enquêtes de terrain pour évaluer la vulnérabilité du bâti.

Ces modèles d'endommagement, nombreux, sont parfois repris pour le développement d'indices de vulnérabilité (Carreno *et al.*, 2009), un autre volet majeur des études géographiques dans le domaine des risques.

3.3 L'EVALUATION DE LA VULNERABILITE SOUS FORME D'INDICES

Les études de risque ont aussi donné lieu au développement d'indices spatialisés et quantifiés, permettant une représentation cartographiée de la vulnérabilité.

3.3.1 Principes généraux des indices synthétiques et incertitudes méthodologiques

Les méthodes ainsi développées se fondent sur une littérature portant plus largement sur la construction d'indices synthétiques : ces indices agrègent diverses variables pour représenter un phénomène ou une dynamique et comparer de la sorte des territoires, de l'échelle locale à l'échelle internationale (de comparer des communes entre elles, des régions au sein d'un pays, des Etats au niveau mondial, etc.). Ces indices sont parfois divisibles en sous-indices, représentant autant de dimensions du phénomène représenté.

L'émergence des indices synthétiques

Les thématiques abordées dans ces indices sont très diverses, de la sphère politique aux enjeux socio-économiques en passant par les problématiques environnementales (Villagran de Leon, 2006). La question des indices sociaux est apparue au centre des recherches en sciences sociales au cours des années 1960 et 1970, pour évaluer les politiques sociales d'abord, puis pour estimer la qualité de l'environnement local, ensuite pour s'interroger sur la qualité de vie et le bien-être (Dwyer *et al.*, 2004 ; Cutter *et al.*, 2003). Les indices de vulnérabilité, relativement rares jusqu'au tournant des années 2000, se sont multipliés au cours des quinze dernières années, dans un contexte de refonte des politiques publiques de gestion des risques à l'échelle internationale, en Europe avec la DI, au niveau mondial avec le cadre d'action de l'ONU de Yokohama, puis de Hyogo, aujourd'hui de Sendai (Nussbaum, 2007), dans un contexte où s'amplifie la demande sociale et politique pour obtenir des outils d'aide à la décision (Barbat, 2003 ; Birkmann et Wisner, 2006). Les indices cartographiques, qui sont visuels et permettent d'appréhender aisément une réalité complexe, ont donc un potentiel d'impact mobilisateur (Rufat *et al.*, 2015).

L'OCDE résume dans un manuel un ensemble de recommandations applicables à la construction de ces indices (OECD, 2008), recommandations également formulées par d'autres chercheurs de la vulnérabilité (Briguglio, 2003 ; Hahn, 2003). Parmi les principes fondamentaux dans la construction d'un indice, citons : l'explicitation des objectifs visés par l'indice (ce qui est précisément représenté), l'identification du public visé, la simplicité (lisibilité) de la mesure, le coût de collecte, la disponibilité et la fiabilité des données, la possibilité de faire des comparaisons dans l'espace et dans le temps, la transparence (l'indice doit être vérifiable et reproductible, ce qui implique une présentation claire des données choisies et de la méthode entreprises).

Limites méthodologiques aux indices synthétiques

Ces recommandations apparaissent d'autant plus indispensables qu'il est aisé de commettre des faux-pas dans le développement de ces indices. Certains problèmes sont communs à l'ensemble de ces indices, d'autres sont propres aux mesures de la vulnérabilité :

- (1) Parmi les problèmes communs à l'ensemble des indices synthétiques, il faut souligner (Briguglio, 2003 ; Villagran de Leon, 2006) : la subjectivité dans le choix des variables et les traitements effectués pour calculer l'indice, notamment dans la pondération des variables entre elles et l'agrégation de ces dernières²³ ; les problèmes de mesure, liés notamment à l'absence ou à l'indisponibilité de données pour certaines variables ou certaines entités spatiales ; mais aussi la prise en compte du contexte géographique. En effet, les indicateurs adaptés au contexte d'un pays en développement ne le sont pas nécessairement à celui d'un pays développé, comme le remarque Birkmann (2007). Ceci peut conduire certains auteurs à faire des compromis discutables entre la pertinence des données choisies et leur disponibilité (Rufat *et al.*, 2015) : dans les indices de vulnérabilité, en sacrifiant la première au profit de la seconde, pour choisir des données génériques relatives aux revenus ou à la densité de population, le risque est de réduire la vulnérabilité à la question de la pauvreté ou du développement (Villagran de Leon, 2006).
- (2) De ce fait, parmi les problèmes spécifiques à ces indices, les incertitudes sont à mettre en relation, entre autres choses, avec les définitions multiples qui sont données à la vulnérabilité, l'absence de consensus en la matière, la difficulté à réduire un phénomène dynamique et complexe sous la forme simplifiée d'un indice (Adger, 2006). La mesure de la vulnérabilité, sous la forme d'un indice agrégeant différentes variables, est de ce fait difficile : sans consensus sur le sens qu'on lui donne, il n'est pas non plus possible de converger sur les indicateurs ni sur la méthodologie à suivre pour collecter l'information ou agréger les données (Bogardi, 2004 ; Villagran de Leon, 2006). La validité, théorique et méthodologique, des indices de vulnérabilité développés dans la littérature est de ce fait difficile à mener à bien (Fekete, 2009).

3.3.2 Typologie synthétique des méthodes développées

Des indices aux objectifs divers

En matière de représentation de la vulnérabilité, les priorités et objectifs assignés aux indices varient selon les auteurs :

- L'accent peut être mis sur l'intensité de l'aléa, les fonctions d'endommagement aussi, plus largement sur les tenants de la vulnérabilité physique, ou à l'inverse les structures sociales de la vulnérabilité. L'évaluation peut se consacrer à la vulnérabilité relative à un type d'aléa en particulier, aux vagues de chaleur par exemple chez Wolf et McGregor (2013) ou préférer une approche multi-aléas. L'indice peut aussi combiner les différentes approches physiques et sociales de la vulnérabilité (Normandin *et al.*, 2009).

²³ La partie méthodologie du chapitre 2, portant sur la construction d'un tel indice synthétique, permet d'approfondir la réflexion sur ces choix de sélection, de pondération, de regroupement de variables.

Le *Community-Based Risk Index* développé par la coopération allemande (GTZ) comprend ainsi quatre volets : l'aléa, l'exposition, la vulnérabilité (elle-même divisible en quatre sous-thématiques, physique, sociale, environnementale, économique), la capacité d'amélioration (*capacity measures*) (Birkmann, 2007). Dans d'autres cas encore, la vulnérabilité n'est plus étudiée en tant que telle, laissant place à l'étude de la résilience (Batica *et al.*, 2013 ; Batica et Gourbesville, 2014 ; Cutter *et al.*, 2010 ; Hiete *et al.*, 2012 ; Mayunga, 2007).

- Le recueil des données peut avoir lieu sur la base de recensements statistiques ou de données géoréférencées ; mais il peut aussi se fonder sur le jugement d'experts ou de personnes ressources des territoires exposés, dans le cadre d'une méthode participative. Dans la méthodologie proposée par Hahn (2003), les indicateurs sont résumés sous la forme d'une valeur qualitative (vulnérabilité faible, intermédiaire, forte) par diverses personnes des communes étudiées. Ces deux approches, statistique et participative, présentent toutes deux des limites importantes. Les données d'enquête sont coûteuses à récolter, et ne peuvent donc être utilisées dans des études à large échelle. Les données de recensement présentent quant à elles le double désavantage d'être de résolution relativement grossière²⁴, et de ne pas avoir été récoltées à des fins relatives à la gestion des risques, manquant de ce fait d'informations en termes de perception du risque, de mesures de prévention et de réduction de ce dernier (Ebert *et al.*, 2009 ; King, 2001). Une approche alternative, fondée sur la télédétection, permet d'obtenir des informations sur la vulnérabilité sociale à partir de variables physiques observables par les données obtenues par lidar et par satellite optique (Ebert *et al.*, 2009).
- Selon les priorités affichées, la finalité de l'indice peut être scientifique ou opérationnelle. Dans ce second cas, l'analyse est conditionnée par le public visé : qu'il s'agisse de la sensibilisation médiatique des populations, permettant de représenter de façon simple un problème complexe ; ou de l'appui aux autorités gestionnaires et planificatrices dans leurs choix de gestion, dans l'identification par exemple de zones prioritaires. Ainsi, le *Risk Management Index*, appliqué à la municipalité de Bogota pour mesurer la performance relative en termes de gestion du risque (Carreno *et al.*, 2007), a eu des retours très positifs, qui ont permis d'aider à la mise à jour du plan de gestion du risque (Birkmann, 2007).

De l'échelle globale à l'échelle locale

L'échelle d'analyse varie aussi de la sphère locale à l'échelle mondiale :

- A l'échelle internationale, les comparaisons entre pays sont nombreuses. Citons par exemple le *Disaster Deficit Index (DDI)* mesurant l'exposition financière et fiscale d'un Etat en cas de catastrophe naturelle majeure (Cardona et Carreno, 2011), mais aussi le *Disaster Risk Index* développé par le PNUD pour mesurer le niveau de risque des pays les uns par rapport aux autres (Hahn, 2003). Certains auteurs ont également mis en avant des comparaisons internationales entre régions, au sein de l'Europe par exemple chez Greiving *et al.* (2006).
- A une échelle inférieure, l'indice de vulnérabilité sociale (indice SoVi) développé par (Cutter, 2003a) est le mieux reconnu, certainement, parmi les indices applicables localement, en l'occurrence l'échelle de comtés américains. En deçà de l'échelle

²⁴ Dans le chapitre 2, cette problématique de la finesse des données de recensement est abordée et résolue, dans le calcul de la population par bâtiment.

cantonale (Lee, 2014), de l'échelle communale, utilisée par exemple chez Puente (1999) au sein de l'agglomération de Mexico, ou de celle de l'ilot de recensement (Rufat, 2007), certains auteurs vont jusqu'à mesurer la vulnérabilité à l'échelle du bâtiment (Kappes *et al.*, 2012). D'autres créent un maillage uniforme *ad hoc* sur lequel ils reportent les données disponibles à des échelles hétérogènes (Barczak et Grivault, 2007 ; Renard, 2010 ; Renard et Chapon, 2010).

Des études synchroniques et diachroniques

Un indice s'exerce sur un plan géographique – d'échelle variable donc – mais il peut également comprendre un aspect temporel.

- La plupart des indices s'inscrivent dans une étude synchronique, pour étudier une situation à l'instant *t* ; toutefois, certains permettent à l'inverse de mettre en avant des évolutions au cours du temps selon un objectif à atteindre (Maclaren, 1996 *in* Villagran de Leon, 2006). Le *Risk Management Index* vise ainsi à suivre l'évolution temporelle de la performance en matière de gestion de crise, de 1985 à 2003 dans la capitale colombienne de Bogota (Carreno *et al.*, 2007). Le *SoVi* de l'équipe de Cutter a été appliqué dans une étude diachronique des comtés aux Etats-Unis, en montrant l'évolution de la vulnérabilité par décennie de 1960 jusqu'en 2008 (Cutter et Finch, 2008).
- D'autres indices s'interrogent aussi sur l'évolution de la vulnérabilité pendant une même journée, dans le cadre des flux pendulaires domicile – travail. C'est le cas par exemple chez Barczak et Grivault (2007), dans une étude sur la vulnérabilité au risque de ruissellement urbain dans l'agglomération de Dijon : les enjeux humains sont évalués par le biais d'un potentiel calculé pour chaque bâtiment, potentiel variant selon l'heure de la journée (les bureaux sont vides la nuit).

Indices environnementaux et indices sociaux

Les indices de vulnérabilité sont généralement divisibles en divers sous-indices. Dans de nombreux cas, ils agrègent un indice orienté sur les problématiques physiques et environnementales (vulnérabilité physique, exposition des enjeux vis-à-vis de l'aléa, intensité de ce dernier), et un indice orienté sur les questions sociales (vulnérabilité sociale). Dans la construction d'un indice de risque sismique urbain (*Urban Seismic Risk Index*), Carreno *et al.* (2009) distinguent deux volets : le risque physique (*physical risk*), qui traduit l'endommagement direct (exprimé sous la forme de pertes humaines, de dommages aux réseaux), et le coefficient d'aggravation (*impact factor*) qui regroupe des variables relatives aux fragilités sociales et économiques.

Les méthodes combinatoires utilisées varient d'un auteur à l'autre. La combinaison des deux indices, physique et social, peut avoir lieu par agrégation mathématique : il faut alors procéder à l'addition ou à la moyenne des deux indices pour obtenir un indice synthétique ; la méthode utilisée, notamment dans le processus de pondération, est alors souvent la même que celle utilisée pour agréger les variables de chacun des deux indices. Une autre méthode peut être celle de la superposition cartographique. Plutôt que de fusionner les deux indices, ces derniers sont représentés sur un même plan cartographique par le biais d'une sémiologie graphique *ad hoc* (Koks *et al.*, 2015), par exemple en jouant sur les couleurs (pouvant représenter le niveau de vulnérabilité) et les tons (pour un niveau de vulnérabilité donné, représenté par une couleur

donnée, les variations de tons permettent de distinguer les niveaux d'aléas, ou inversement) (Greiving *et al.*, 2006 ; Soto et Renard, 2014).

Pour conclure sur ces études de risque, il faut souligner l'intérêt des deux champs disciplinaires abordés, modèles d'endommagement, et indices synthétiques de vulnérabilité, dans l'application de la thèse, mais aussi leurs limites. Les modèles d'endommagement présentent l'inconvénient d'être enfermés dans une logique économique, fondée sur l'évaluation des dommages directs et tangibles. Pour appliquer ces modèles à la thèse, il faut sortir de cette logique de coûts pour tendre vers une logique plus fonctionnelle, en exprimant par exemple l'endommagement de l'habitat non pas en coût monétaire mais en nombre et en % de personnes se retrouvant sans toit après une inondation. Les indices de vulnérabilité peinent quant à eux à se montrer robustes, sur un plan méthodologique comme théorique, mais surtout à trouver des débouchés opérationnels dans nombre de cas. La thèse vise de ce fait à s'appuyer sur les acquis de la littérature dans la construction de tels indices, pour développer des outils à des fins opérationnelles. Ces deux types d'études, modèles d'endommagement et indices de vulnérabilité, sont ainsi hybridés dans le cadre de la thèse, et dans l'évaluation des impacts sociaux de l'inondation.

4 PRINCIPES METHODOLOGIQUES

A partir de l'état de l'art, qui a été dressé sur les notions du risque et les méthodes disponibles pour mesurer et cartographier la vulnérabilité, se dessinent les principes de la méthodologie appliquée dans le cadre de cette thèse, et, par-delà, l'intérêt de la recherche qu'elle porte. Précisons que ce sont les principes généraux qui sont présentés ici, et de façon succincte : chaque objectif de thèse comprend, à l'instar de l'état de l'art, une méthodologie qui lui est propre et qui est explicitée dans le chapitre qui lui est consacré.

4.1 UNE APPROCHE PLURI-METHODOLOGIQUE

Dans le cadre d'une approche normative du risque, fondée sur l'étude de scénarios d'inondation comprenant des seuils de hauteurs d'eau, notre thèse mobilise divers outils méthodologiques : l'outil cartographique et statistique, mais aussi l'interprétation de données qualitatives.

4.1.1 Une approche normative du risque

Orientations méthodologiques : une triple approche normative, sécuritaire, cartographique

Notre étude de risque est d'abord normative, sécuritaire et graphique. Comme l'état de l'art l'a mis en évidence, les définitions et modèles de risque et de vulnérabilité sont variés, et conduisent au développement d'outils très divers. Les approches mises en œuvre dans les études de risque peuvent être classées en plusieurs groupes (November, 2002) :

- L'approche normative : cette approche évalue le risque par le biais de normes ; ces normes, résultant de rapports sociaux mais aussi de l'état de la science, permettent de définir un seuil de risque à ne pas dépasser.

- L'approche probabiliste : celle-ci consiste à évaluer les lois d'occurrence des aléas afin de mettre en évidence des périodes de retour. Elle débouche sur une quantification du risque, avec une estimation chiffrée des probabilités d'occurrence de la catastrophe.
- L'approche sécuritaire, qui permet d'étudier les mesures de prévention et de réparation du risque.
- L'approche assurantielle, qui intègre les méthodes précédentes en les chiffrant, afin de donner une valeur économique au risque.
- L'approche par les représentations sociales du risque : cette approche considère le risque comme une construction ; à ce titre, la perception du risque est plus importante que sa manifestation dans le développement des sociétés et des territoires.
- L'approche par la représentation graphique, incluant donc la visualisation cartographique du risque.

La thèse combine plusieurs de ces approches : une approche sécuritaire, qui vise à offrir des outils d'aide à la décision dans la planification de la gestion de crise (évacuations et hébergements d'urgence) et de la reconstruction ; une approche graphique, dans la mesure où les outils d'aide à la décision proposés ont une traduction cartographique ; une approche normative enfin et surtout, car elle se fonde sur des scénarios d'inondation considérés par les acteurs comme intolérables (scénarios égaux ou supérieurs en débit à la crue de 1910).

Une étude portant sur deux scénarios « catastrophe » d'inondation majeure

Les deux scénarios étudiés sont les scénarios R1 et R1.15. Le chiffre exprime le pourcentage du débit mesuré lors du pic de crue de 1910, avec un équivalent exprimé en hauteur d'eau : le scénario R1 correspond à une crue dont le débit est égal à 100% de la crue de 1910, le scénario R1.15 à une crue dont la hauteur d'eau est égale à celle de la crue de 1910 (Meloux-Marbeuf, 2012). Le différentiel entre débit et hauteur s'explique par les aménagements hydrauliques menés au cours du XXe siècle, en particulier par le creusement du lit de la Seine (EPTB SGL, 2012). Ce sont ces scénarios, développés par la Préfecture de Police et par la DRIEE²⁵, qui fondent la représentation commune du risque parmi les gestionnaires en région Ile-de-France. En termes de hauteur d'eau à la station Paris-Austerlitz, le scénario R1 correspond à une hauteur de 8,1m ; le scénario R1.15 à une hauteur de 9,1m. Pour anecdote, le scénario R1.4 (fréquence millénale estimée) correspondrait à une hauteur d'eau de 10,9m.

Ils ont aussi pour avantage d'éviter de faire appel aux logiques de probabilités et de fréquences de retour, difficiles à calculer et par ailleurs peu utiles en termes de communication sur le risque. Comme l'a illustré une étude portant sur la communication et la perception du risque inondation au Texas, les populations (et très certainement les autorités compétentes) sont beaucoup plus sensibles à une mesure de l'aléa par les niveaux d'eaux que par la fréquence de retour (Bell et Tobin, 2007). Cette difficulté pour les populations d'appréhender cette notion de fréquence de retour a été également observée dans l'application de la méthode inondabilité (Lang *et al.*, 2009). Si les approches probabilistes demeurent fréquentes aujourd'hui (Marzocchi *et al.*, 2009), certains auteurs privilégient aujourd'hui l'approche normative : dans une étude croisant

²⁵ DRIEE : Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie. C'est un service déconcentré du ministère de l'environnement, rattaché auprès de la préfecture de région (en l'occurrence, la préfecture de Paris – à ne pas confondre avec la Préfecture de Police). La DRIEE a des compétences similaires aux DREAL des autres régions du territoire national (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement).

le zonage de l'aléa et un indice social de vulnérabilité, Koks *et al.* (2015) représentent ainsi l'aléa sous la forme de hauteurs d'eau, et non de probabilités d'occurrence. C'est heureux, car s'agissant du contexte d'une brèche de digue dans l'aire métropolitaine de Rotterdam, ces probabilités sont extraordinairement faibles (fréquence annuelle de retour de l'ordre d' $1/10\,000^e$!) Pour l'ensemble de ces raisons, la thèse s'appuie sur des scénarios de crue – les scénarios R1 et R1.15 – qui se fondent sur les niveaux d'eau, et non pas sur les probabilités d'occurrence. Ces deux scénarios représentent des scénarios « catastrophe », dans la mesure où ils produisent la catastrophe telle que l'état de l'art l'a définie, dans la mesure où ils produisent des impacts qui dépassent très largement les moyens d'action mobilisables à l'échelle régionale.

Ce travail sur deux scénarios différents s'explique essentiellement pour mesurer l'importance des effets de seuil sur l'ampleur sociale d'une catastrophe. D'autres études ont mis en avant ces effets de seuil d'un point de vue technique, pour d'autres contextes géographiques (Chang et Shinozuka, 2004, concernant la résilience du système d'adduction en eau potable face au risque sismique) mais aussi pour le cas francilien (Toubin, 2014). Observons dès lors la rupture quasi-généralisée du réseau d'adduction en eau potable dans la région francilienne au-dessus du scénario R1. Or, les conséquences sociales de ces effets de seuil demandent encore à être analysées.

4.1.2 Analyse cartographique et statistique de données de recensement

Dans le cadre de cette approche normative, l'étude des impacts sociaux se fonde d'abord sur une analyse cartographique et statistique. Cette dernière est centrée sur le suivi de l'itinéraire des ménages, pendant la phase de crise (évacuations massives et besoins en hébergement abordés dans le chapitre 2) et l'après-crise (retour au logement et reconstruction abordés dans le chapitre 4). Si chacune de ces deux thématiques présente des spécificités notables, il est possible d'identifier un socle commun dans les outils mobilisés.

Les deux thématiques donnent en effet lieu au développement de modèles cartographiques et statistiques. Ces modèles sont appliqués à notre cas d'étude géographique, et pour le scénario inondation. Toutefois, ces méthodes peuvent, avec un effort d'adaptation certain, être déclinées pour d'autres terrains et pour d'autres aléas. Ces modèles se fondent sur la combinaison de deux types d'indices cartographiés : un indice synthétisant des variables environnementales ; un indice synthétisant des variables sociales.

Indices environnementaux : l'exposition à l'aléa

Les indices environnementaux sont développés à partir des données géo-référencées relatives à l'environnement physique (bâti résidentiel) et naturel (variables de l'aléa inondation : hauteur d'eau, durée d'inondation, etc.) – ces données sont mises à disposition par l'IGN et par les différents acteurs de la gestion du risque inondation dans la région francilienne (DRIEE et EPTB SGL en particulier). Ces indices permettent d'exprimer *largo sensu* l'exposition du bâti à l'aléa. Plus précisément, ils donnent lieu au calcul des indices suivants :

- L'Indice Territorial d'Exposition (ITE), permettant d'identifier des zones d'évacuation et des zones de maintien en vie dégradée pour un scénario d'inondation majeure (chapitre 2). Cet indice traduit sous une forme mathématique un arbre de décision logique comprenant divers critères d'évacuation. Cet arbre de décision est issu de la

réflexion en cours de la préfecture de police sur la doctrine d'évacuation à mettre en œuvre.

- L'endommagement territorial, qui permet de mesurer les dégâts causés par l'eau ou par la rupture des réseaux techniques des structures et infrastructures indispensables au maintien et/ou au retour des populations au sein d'un territoire sinistré (logements, commerces, écoles, infrastructures de transport). Les estimations se fondent notamment sur les méthodes développées dans la littérature pour évaluer l'endommagement matériel (Torterotot, 1993), en particulier sur les seuils d'endommagement identifiés par cette littérature : si la lame d'eau dépasse 1m, si l'inondation dure plus de 72 heures, les dégâts causés à une structure apparaissent durables et nécessitent des travaux importants de reconstruction (CEPRI, 2012 ; Salagnac *et al.*, 2014).

Ces indices donnent lieu à une cartographie permettant d'identifier dans l'espace les zones exposées à l'aléa. Ils permettent également d'avoir des estimations quantifiées résumées à l'échelle régionale, départementale, communale : l'ITE permet de connaître le pourcentage de population à évacuer pour un territoire donné. Les estimations relatives à l'endommagement territorial permettent de connaître le ratio d'endommagement, soit le pourcentage de structures et infrastructures fortement endommagées, susceptibles d'être inutilisables pendant plusieurs mois à plusieurs années.

Indices sociaux et capacité des ménages à faire face, de l'évacuation à la reconstruction

Un suivi des ménages durant la catastrophe puis l'après-crise par le biais d'indices sociaux

L'intérêt de ces indices environnementaux (ou territoriaux) n'est toutefois pleinement révélé qu'en combinant ces derniers aux indices sociaux. Ceux-ci sont construits à partir des données issues du recensement national de l'INSEE, disponibles à l'échelle de l'îlot de recensement (chapitre 2) ou de la commune (chapitre 4). Ils traduisent la capacité des ménages à faire face à la crise, dans leur capacité à évacuer, à trouver un hébergement d'urgence, et à se reconstruire. L'agrégation des diverses variables qui composent ces indices sociaux s'appuie sur les méthodes existantes développées pour créer des indices synthétiques de vulnérabilité (Cutter *et al.*, 2003, 2010 ; Fekete, 2009 ; Su *et al.*, 2015) : ces méthodes conduisent à une sélection de variables fondée sur un état de l'art approprié ; à l'élimination des variables redondantes ; au classement des variables par ACP. Toutefois, contrairement aux indices de vulnérabilité, les indices développés dans le cadre de la thèse s'appuient sur des états de l'art ciblés sur des thématiques spécifiques, relatives aux choix faits par les ménages en termes d'évacuation, d'hébergements d'urgence, de retour au logement et de reconstruction, lors de catastrophes passées. Ces choix sont connus par le biais d'études empiriques, de retours d'expérience fondés sur l'analyse de sondages menés auprès de la population sinistrée *a posteriori*. Trois types d'indice sont *in fine* développés et appliqués à l'échelle de la région francilienne :

- Un Indice Social de Susceptibilité à l'Evacuation (ISSE), permettant d'identifier des ménages qui sont susceptibles de ne pas suivre les consignes d'évacuation (chapitre 2). L'état de l'art met en avant le rôle prépondérant des variables individuelles démographiques : les ménages célibataires, masculins, âgés, sont moins susceptibles d'évacuer que les autres.
- Un Indice Social de Susceptibilité à l'Auto-Hébergement (ISSAH), qui permet de distinguer les ménages susceptibles de trouver un hébergement par leurs propres moyens de ceux qui ne sont pas en capacité de le faire (chapitre 2). Ici, les variables

socio-économiques ont un rôle prééminent : les ménages à faible revenu sont moins susceptibles de trouver un hébergement par leurs propres moyens, et sont contraints de se reposer sur les dispositifs d'urgence mis à disposition par les autorités en cas d'évacuation massive.

- Un Indice de Déstabilisation Sociale (IDS), qui permet de calculer le risque social de non reconstruction, ou de mal reconstruction, des populations, sur un territoire sinistré par l'inondation (chapitre 4). A l'inverse des indices construits sur la thématique des évacuations, l'accent n'est pas seulement mis sur les variables individuelles mais aussi sur les variables collectives, en particulier sur le capital social, qui a un rôle essentiel dans les dynamiques de reconstruction (Aldrich, 2012).

Indices sociaux et production cartographique et statistique

Ces variables sociales ont une double traduction cartographique et statistique :

- Ces variables peuvent d'abord être cartographiées, à l'instar d'un indice de vulnérabilité, afin d'identifier des *hotspots* de populations dites vulnérables, ayant une faible capacité à faire face à l'inondation (faible capacité d'évacuation, d'auto-hébergement, de reconstruction). L'identification de ces *hotspots* a lieu par les méthodes d'autocorrélation spatiale (Getis et Ord, 1992 ; Oliveau, 2010 ; Ord et Getis, 1995).
- Combinés aux indices environnementaux, les indices sociaux permettent surtout d'appréhender, sous la forme de résumés statistiques, à l'échelle communale, départementale, régionale, les territoires à la fois fortement exposés à l'inondation et comprenant une population dite vulnérable. Ainsi, concernant la thématique des évacuations, le croisement des indices sociaux et de l'Indice Territorial d'Exposition, permet de connaître, sur un territoire exposé, la qualité et la quantité des personnes vivant en zone d'évacuation et en zone de maintien en vie dégradée.

Limites des modèles développés

Ces analyses présentent toutefois diverses limites, qu'il convient à ce stade d'énoncer succinctement :

- (1) Les modèles développés ne peuvent pas faire l'objet d'une validation fondée empiriquement (ou d'un calage du modèle), précisément du fait de l'absence de données empiriques. A titre d'exemple, les résultats portant sur l'évacuation des populations ne peuvent être confrontés à des catastrophes réelles : car les données relatives à ces dernières sont trop parcellaires. Il n'y a aucune catastrophe (encore moins en France !), pour lesquelles des données relatives aux taux d'évacuation sont disponibles pour chaque îlot de recensement. Et cette remarque inclut les catastrophes les mieux documentées (à l'instar des ouragans Sandy et Katrina aux Etats-Unis). Nos modèles ne peuvent donc que reposer sur leurs caractéristiques propres pour être évalués. Cette problématique se retrouve dans les modélisations portant sur l'évaluation des dommages (Torterotot, 1993). Pour pallier ce problème et réduire les incertitudes qui lui sont liées, Torterotot (1993) propose plusieurs principes pour développer des modèles d'endommagement, principes repris dans l'application de nos propres modèles : (1) une utilisation maximale des données, (2) une explicitation de toutes les hypothèses sous-tendant les modèles, (3) la possibilité d'estimer l'incertitude sur les

résultats, (4) la possibilité de réactualiser le modèle et d'intégrer des scénarios d'évolution des zones inondables.

- (2) Les données utilisées, tant dans la construction des indices environnementaux que des indices sociaux, comprennent une part d'incertitude : dans leur mise à jour, dans la compatibilité des différentes bases de données, dans la précision des données. C'est un problème récurrent dans les études de risque (King, 2001 ; Puech *et al.*, 2002) et dans les études géographiques plus largement. Pour illustrer les incertitudes inhérentes aux données mobilisées dans la thèse, la construction des indices environnementaux se fonde sur une cartographie des crues et sur leur modélisation qui implique de nombreuses inconnues relatives à la topographie, aux apports des différents affluents, au coefficient de frottement, à l'interaction de la crue avec le bâti (coefficient de stockage de l'eau dans les bâtiments, répartition des débits par rue), sans compter l'impossibilité de modéliser à l'heure actuelle les remontées de nappe (Sergent, 2009). Dans le cas francilien, il faut aussi noter l'absence d'une modélisation dynamique (en 3d) de la crue librement accessible, contraignant le calcul de la durée de submersion.
- (3) La représentation cartographique du risque est à ce titre une problématique sensible, souvent non explicitée : la carte est une représentation graphique d'un espace, réalisée pour un but spécifique, de telle sorte qu'elle ne traduit jamais la réalité de façon exhaustive ni fidèle. Le risque de désinformation est réel, et d'autant plus sensible quand la carte (comme dans notre cas) s'adresse à des autorités de planification : le choix de l'échelle, des symboles, le choix et la discrétisation des variables représentées, la couverture spatiale transmettent un message sur le territoire qui est *de facto* biaisé (Cornélis et Billen, 2001). A ce titre, la question du maillage spatial et de la généralisation des données spatiales est peut-être la plus difficile à résoudre (Dark et Bram, 2007 ; Grasland, 1997 ; Openshaw, 1984) : le choix du maillage (bâti, IRIS, commune) est subséquent explicité dans le corps de la thèse.

4.1.3 Interprétation de données qualitatives et cas d'étude illustratifs

Les enjeux identifiés, du point de vue de l'évacuation et des problématiques associées (alerte, assistance logistique, hébergements), sont confrontés à l'analyse des dispositifs de gestion de crise, en particulier sur les modalités de prise en charge des populations avant, pendant, et après l'inondation : succinctement, les besoins identifiés sont comparés aux moyens existants. Dans l'étude de ces derniers, l'analyse descriptive et interprétative de données qualitatives est le principal outil mobilisé.

Une analyse multi-échelles : de l'échelle régionale à l'échelle communale

L'analyse est centrée sur les différents niveaux de coordination de la gestion de crise à l'échelle locale : le niveau communal, le niveau départemental (préfectoral), le niveau régional (zonal). D'un point de vue géographique, le cas d'étude régional (Ile-de-France) est décliné sous la forme de divers cas d'étude locaux, illustrant la coordination en gestion de crise à une échelle inférieure : à l'échelle départementale, un cas d'étude se porte sur l'Essonne ; à l'échelle communale, plusieurs cas d'étude sont identifiés, dont celui de Juvisy-sur-Orge dans l'Essonne. L'Essonne apparaît comme un cas d'étude géographique éclairant à plusieurs titres :

- (1) Du point de vue de l'exposition à l'aléa, c'est le premier territoire francilien à être submergé par la lame de crue avec le département de Seine-et-Marne ; c'est aussi un territoire mal protégé par l'endiguement, et donc fortement soumis aux crues de forte

fréquence (crues décennales, vicennales, comme celle de juin 2016) ; c'est un territoire où s'observent de forts effets de seuil, dès R0.8 (80% du débit de la crue de janvier 1910), alors que ces effets de seuil sont plus tardifs sur les autres territoires franciliens.

- (2) Du point de vue sociodémographique, il faut remarquer la diversité sociale des territoires affectés.
- (3) Enfin, d'un point de vue politique, il s'agit d'un territoire périphérique, situé en grande couronne : c'est un critère qui est amené à jouer un rôle clé dans la priorisation des espaces par les autorités publiques, en cas d'inondation majeure.

La municipalité de Juvisy-sur-Orge apparaît aussi comme un cas d'étude pertinent, pour plusieurs raisons :

- (1) Il s'agit d'une commune fortement exposée à l'aléa. D'un point de vue morphologique et géographique, Juvisy comprend une partie de son territoire surélevé, à l'abri de la lame de crue (sans être à l'abri des ruptures de réseaux) : il est dès lors pertinent de comparer ce cas à d'autres cas d'études, à une situation d'enclavement total (Gennevilliers, par exemple) ou d'inondation généralisée (Alfortville).
- (2) D'un point de vue sociodémographique, le profil de Juvisy est très diversifié, et comprend des populations diversement vulnérables. La comparaison avec d'autres contextes géographiques, plus homogènes, est à ce titre également éclairant.
- (3) D'un point de vue économique, Juvisy combine des enjeux régionaux et locaux. C'est une commune résidentielle à forte densité, qui comprend sur son territoire une infrastructure de transport vitale au fonctionnement régional, sa gare (contrôlant le RER C et le RER D).

Types de données mobilisées : données écrites, observation d'exercices, entretiens

L'analyse porte à la fois sur des entités géographique (l'Ile-de-France, l'Essonne, les communes déjà citées), des acteurs (ceux qui portent la coordination de la gestion de crise au sein de ces entités et leurs interlocuteurs), et des dispositifs (comprenant une organisation, une doctrine). De ce fait, les données utilisées sont de deux ordres :

- Les données écrites, recueillies auprès des différents partenaires rencontrés pendant la recherche. Ces données comprennent des documents de planification en gestion de crise (PCS, ORSEC, PCA) et en gestion du risque (PAPI, SLGRI), les documents préparatoires à la conception de ces outils de planification (comptes rendus de réunions par exemple, ainsi que des inventaires de personnels et de moyens), mais aussi des retours d'expérience écrits de crises et d'exercices passés.
- Les données issues du travail d'observation et des entretiens semi-directifs et libres sont recueillies en appliquant des grilles d'observation et d'entretiens *ad hoc* et standardisées (Blanchet *et al.*, 1987). L'observation a lieu notamment en cellule de crise (PCC – Poste de Commandement Communal, COD – Centre Opérationnel Départemental, COZ – Centre Opérationnel Zonal), pendant les exercices de gestion de crise (l'exercice Sequana, conduit en mars 2016 pendant deux semaines et simulant une inondation majeure en région francilienne, ainsi qu'un autre exercice de catastrophe industrielle), mais aussi en situation réelle (crue de juin 2016). Les entretiens semi-directifs et libres sont menés auprès de divers acteurs agissant au sein ou autour des entités coordinatrices de la gestion de crise (services municipaux, services préfectoraux, services du conseil départemental).

Dans l'étude des dispositifs de gestion de crise, l'analyse descriptive et interprétative de données qualitatives est l'outil principal mobilisé. Mais il n'est pas le seul : des moyens complémentaires sont également employés, l'outil cartographique et l'analyse en réseaux en particulier. Ces outils sont indispensables pour avoir une perspective géographique sur l'analyse des acteurs de la gestion de crise et inscrire, dans leur contexte, les entités géographiques étudiées.

4.2 UNE RECHERCHE PARTENARIALE

L'ensemble du travail de thèse n'est pas le produit d'un effort de recherche solitaire : c'est le résultat d'un échange permanent avec les acteurs de la gestion du risque en territoire francilien.

4.2.1 La co-construction du savoir

Ce travail de co-construction du savoir, entre la recherche scientifique et les acteurs opérationnels, est sans doute utile dans tous les domaines scientifiques, mais il est indispensable en matière de risque. Nous l'avons dit, le risque est une science inaboutie, reposant sur l'incertitude : à ce titre, le risque s'inscrit dans l'ère de la science post-normale (Funtowicz et Ravetz, 1993). La science en règle générale, la science du risque en particulier, est « vulnérable » (Cutter, 2003a). Le postulat de rationalité et d'objectivité est remis en cause dans les études de risque : il est impossible, dans ces dernières, de calculer toutes les probabilités et contingences associées à un aléa. En effet, l'information à la disposition du chercheur est limitée, ce qui implique de faire des choix dans la sélection, le traitement et la simplification des données. Ces choix sont soumis à la subjectivité du chercheur, aux biais cognitifs de ce dernier : sont ignorés certains risques, certaines vulnérabilités, certains enjeux, au profit d'autres. L'opposition entre le jugement d'experts, censé appréhender le risque réel, et le jugement profane, fondé sur le risque perçu et biaisé par l'émotion, telle qu'elle est parfois présentée, n'a pas lieu d'être (Cutter, 2003a). De ce fait, les résultats obtenus ne peuvent se targuer d'aucune valeur impérative, ni évidente, du fait qu'ils sont obtenus dans le cadre d'une méthode scientifique. En conséquence, le savoir en matière de risque ne peut avoir de valeur aux yeux des décideurs et des acteurs opérationnels qu'à la condition d'être soumis à un processus de co-construction, impliquant de fait ces derniers.

4.2.2 Les réseaux d'acteurs mobilisés

D'un point de vue opérationnel, la thèse s'appuie donc sur plusieurs réseaux d'acteurs : un réseau centré sur la Préfecture de Police d'une part ; un réseau tourné autour des acteurs locaux (à l'échelle communale et départementale).

- Au sein de la Préfecture de Police, une collaboration étroite s'est instaurée avec le bureau planification du Secrétariat Général à la Zone de Défense et de Sécurité (SGZDS), afin de développer une méthode sous SIG d'estimation des besoins en cas d'évacuation massive. Cette collaboration, matérialisée sous la forme d'une convention de partage d'informations, a produit des résultats scientifiques et opérationnels : (1) sur un plan scientifique, il faut se reporter au chapitre suivant ; (2) sur un plan opérationnel, les résultats servent à appuyer la planification de la gestion de crise à l'échelle zonale. Au sein de la Disposition Spécifique Inondation (ORSEC), validée et communiquée aux services de l'Etat sous une forme rénovée en décembre 2016, figurent des fiches outils

qui reprennent nos travaux sur la problématique des évacuations et qui concrétisent, sous une forme écrite, cette collaboration avec la Préfecture de Police.

- A ce titre, ces travaux sont associés au projet de recherche EURIDICE (Equipe Universitaire sur les Risques, Dispositifs de Gestion de Crise et des Evénements Majeurs), porté par différents laboratoires afin d'étudier la gestion de crise dans la région francilienne en coopération avec la Préfecture de Police : la méthodologie développée dans le cadre du chapitre 2 constitue un des dix sujets de recherche de ce projet. La participation à ce dernier a par ailleurs eu d'autres retombées particulièrement bénéfiques pour la thèse : en améliorant la connaissance des recherches en cours sur des thématiques proches du sujet de thèse, en permettant donc de se positionner sur un plan scientifique ; en mutualisant les efforts dans l'observation de l'exercice Sequana et de la crue de juin 2016 avec les autres chercheurs du projet (avec la constitution d'une grille commune d'observation et la mutualisation des données récoltées).
- La thèse a également conduit à nouer un ensemble de relations informelles avec divers acteurs locaux, à l'échelon communal et départemental. Ces relations ont notamment été facilitées par l'intermédiaire de l'EPTB SGL, qui associe de nombreux acteurs locaux dans la mise en œuvre du PAPI. Elles comprennent en particulier des contacts en Essonne, avec des administrations déconcentrées (DDT-91²⁶, SIDPC-91²⁷) et des administrations décentralisées (CD-91²⁸, communes de Juvisy-sur-Orge et de Gennevilliers). Outre l'accès à de nombreuses données (inventaires statistiques, données géo-référencées, documents d'urbanisme en gestion des risques, de planification et de retour d'expérience en gestion de crise), ces contacts facilitent l'observation de réunions préparatoires et d'exercices, et permettent par un effet domino l'accès à d'autres personnes ressources. Surtout, les échanges répétés avec ces personnes permettent d'avoir un retour de professionnels du risque sur les travaux conduits dans le cadre de la thèse, et d'enrichir ces derniers dans une optique opérationnelle : dans le cadre de ces échanges, diverses analyses ont été menées à la demande de nos contacts, analyses ensuite intégrées au sein de la thèse (estimations de personnes en zone inondable transmises au SIDPC-91 ou encore à la commune de Juvisy-sur-Orge, calcul et cartographie de l'exposition du personnel administratif au risque d'inondation au sein du CD-91).

4.3 INTERET ET LEGITIMITE DE LA RECHERCHE

L'ensemble de cette introduction, et jusqu'à la présentation des principes méthodologiques de la thèse, a permis d'explicitier notre sujet, ses fondements théoriques et pratiques, et indirectement l'intérêt de cette recherche. La recherche portée par cette thèse apparaît légitime, parce qu'elle explore des volets mal connus du risque inondation en région Ile-de-France d'une part, parce qu'elle trouve sa place dans la littérature internationale d'autre part.

²⁶ DDT : Direction Départementale des Territoires (service déconcentré de l'Etat à l'échelle départementale).

²⁷ SIDPC : Service Interministériel de Défense et de Protection Civile (sous la houlette du préfet de département).

²⁸ CD : Conseil Départemental (ex-Conseil Général).

4.3.1 Un intérêt à l'échelle de la région Ile-de-France

L'inondation francilienne : un risque inédit d'un point de vue géographique et cinétique

Cette recherche s'appuie sur l'étude du cas francilien. C'est un cas d'étude pertinent, pour des raisons géographiques et cinétiques déjà entrevues.

D'abord, du fait de l'ampleur des impacts d'une inondation majeure sur la population. Nous l'avons dit : les impacts sociaux consécutifs à une inondation affectent essentiellement les populations de pays en développement. C'est une des originalités de l'inondation en région Ile-de-France : celle d'un impact majeur sur la population, son mode de vie, son habitat, au sein d'un pays développé, en cas de crue majeure de la Seine et de la Marne.

C'est ensuite un cas d'étude pertinent du fait de la cinétique de l'aléa : il s'agit en effet d'une inondation de plaine à la cinétique particulièrement lente, comprenant, dans le cas d'une crue majeure similaire ou supérieure en débit à celle de 1910, plusieurs semaines de submersions de zones densément urbanisées.

Des pistes de recherche à explorer : impacts sociaux et post-catastrophe

Mais c'est aussi un cas d'étude qui demande à être approfondi. En effet, si le risque inondation en Ile-de-France a déjà fait l'objet de diverses recherches, cette thèse, tout en s'inscrivant dans la continuité des travaux menés précédemment, explore des volets inédits, dans l'étude des impacts sociaux, dans l'analyse de l'après-crise. A ce titre, deux observations complémentaires peuvent être faites sur l'état de l'art relatif au risque inondation en région Ile-de-France :

- (1) La recherche existante a surtout porté sur les problématiques en amont du risque inondation : sur des questions relatives à la prévention du risque et à l'intégration de la prévention dans les projets d'aménagement du territoire dans le lit majeur de la Seine et de ses affluents (Barroca et Hubert, 2008 ; Beucher, 2006, 2007 ; Brun, 2010 ; Brun et Gache, 2013) ; aussi sur la gouvernance autour de la prévention du risque inondation (Hubert et Deroubaix, 2015). Si les travaux en gestion de crise se sont multipliés, autour du consortium EURIDICE (November et Créton-Cazanave, 2017) et d'autres projets de recherche²⁹, les problématiques situées en aval du risque, portant sur la gestion post-catastrophe en région francilienne, demeurent peu approfondies. Les travaux existants en la matière se focalisent sur les problématiques de réseaux : citons en particulier la thèse de Toubin sur la résilience des réseaux techniques (Toubin, 2014) et la thèse de Beraud sur le traitement des déchets post-catastrophe (Beraud, 2013).
- (2) L'approche conceptuelle et descriptive des impacts d'une inondation majeure dans la région Ile-de-France, portée par la thèse de Reghezza (2006), a mis en avant la spécificité du risque « métropolitain », et de la vulnérabilité de la métropole parisienne, tout en mettant en évidence les contours d'un scénario catastrophe par l'inventaire des impacts potentiels d'une inondation. Cette thèse appelle au développement d'indicateurs spatialisés pour représenter la vulnérabilité de l'agglomération parisienne, et à une évaluation quantitative et opérationnelle des impacts qu'elle décrit. Certes, les impacts économiques ont été

²⁹ Citons par exemple le projet ANR porté par l'EIVP, orienté sur les problématiques de continuité d'activité des réseaux techniques : « Résilience urbaine et gestion de crise dans un contexte de crue à cinétique lente. Développement d'outils pour l'aide à la gestion des réseaux techniques critiques : application au Grand Paris ». URL : <http://www.agence-nationale-recherche.fr/?Projet=ANR-15-CE39-0015>.

analysés en détail et quantifiés, par l'IIBRBS (ex-EPTB SGL) d'abord dans le cadre de la conception du modèle Alpheé (IIBRBS, 1998), puis par l'OCDE plus récemment (OCDE, 2014). L'analyse de ces impacts économiques s'accompagne dans le même temps de divers inventaires des enjeux exposés, qui sont dressés notamment par l'Iau-Idf³⁰ (Faytre, 2011). Toutefois, à l'inverse des impacts économiques, les impacts sociaux ont été largement mis de côté des différentes analyses existantes.

Les impacts sociaux et l'après-crise demeurent encore des thématiques exploratoires : la demande est pourtant forte, de la part des acteurs opérationnels, comme l'exprime la Stratégie Locale de Gestion des Risques d'Inondation de la « Métropole francilienne », approuvée fin 2016 : l'objectif 7 de cette stratégie, qui concerne la préparation et la gestion de crise, vise entre autres à améliorer la connaissance des impacts de l'inondation sur les conditions de vie des populations ; l'objectif 8 vise à identifier la gouvernance et les stratégies de retour à la normale et de reconstruction souhaitables à mettre en œuvre durant l'après-catastrophe (Robert et Montoya, 2016).

4.3.2 Une recherche qui s'inscrit dans la bibliographie internationale

Outre son intérêt à l'échelle du terrain d'étude, cette recherche trouve toute sa place dans la littérature internationale sur les risques naturels, à plusieurs titres : il s'agit en effet d'une recherche géographique, d'une recherche opérationnelle, enfin d'une recherche qui explore des pans de la littérature peu abordés.

Une étude géographique

Cette recherche s'inscrit dans le champ disciplinaire de la géographie. A ce titre, son objet est l'identification des disparités spatiales (face aux impacts sociaux provoqués par l'inondation). Or, il apparaît que les modèles et études sur le risque peinent pour nombre d'entre eux à s'appuyer sur une analyse socio-spatiale du risque (Adger, 2006 ; Gotham et Greenberg, 2014), du fait (entre autres) d'une présence insuffisante de la géographie dans les études environnementales (Cutter, 2003a)³¹. Ce travail géographique permet d'appréhender au mieux la réalité spatiale du risque, et se concrétise en particulier par une analyse multi-échelles, de l'échelle régionale à l'échelle communale, comme le recommande par exemple Manche (1997) pour cartographier le risque. En tant que recherche géographique, cette thèse s'appuie lourdement sur l'outil SIG, sans pour autant que ce dernier ne prenne le pas sur la finalité de la recherche. Cet outil apparaît aujourd'hui au centre des évaluations de vulnérabilité et de résilience, particulièrement utile pour proposer des solutions en matière de gestion du risque : que ce soit pour identifier des zones à risques ou caractériser les populations exposées, pour planifier la gestion de crise (en identifiant des itinéraires d'évacuation ou des zones d'hébergement d'urgence, thématiques abordées dans le second chapitre), ou pour aider la planification de la reconstruction (abordée dans le chapitre 4) (Cutter, 2003b ; Morrow, 1999 ; Uitto, 1998 ; Zenger, 2002).

³⁰ Iau-Idf : Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile-de-France.

³¹ Et ce malgré la riche tradition de la géographie dans le traitement des problématiques relatives à l'interface nature – sociétés : « *the combination of geography's technical sophistication, regional expertise, understanding of the relationships between physical systems and social systems, methodological diversity, and history of well-received pragmatic research gave us an advantage over other social science and natural science disciplines* » (Cutter, 2003a : 6).

Une recherche opérationnelle

Les mesures de la vulnérabilité, comme le remarque Becerra (2012), sont à la fois nombreuses et très variées. Elles peinent toutefois à traduire de façon opérationnelle cette notion de vulnérabilité (Adger, 2006), d'autant plus dans un contexte où le dialogue entre la recherche universitaire et les gestionnaires est très limité (Smith, 2004) : en effet, les questionnements et les besoins des gestionnaires sont loin d'être identiques à ceux des chercheurs ; les premiers s'interrogent d'abord sur la faisabilité des modèles développés (qui doivent être prêts à l'emploi), leur lisibilité, la capacité à collecter des données (Cutter, 2003b). A ce titre, cette thèse se caractérise par son ancrage opérationnel, dans les objectifs qu'elle poursuit (notamment dans l'estimation des besoins en cas d'évacuation), dans les partenariats sur lesquels elle s'appuie, mais surtout dans la méthode suivie.

Notamment, le développement des indices sociaux cartographiés se fonde sur les méthodes développées pour cartographier la vulnérabilité sociale (Cutter *et al.*, 2003, 2010 ; Fekete, 2009 ; Flanagan *et al.*, 2011 ; Koks *et al.*, 2015 ; Rygel *et al.*, 2006 ; Su *et al.*, 2015), mais s'écarte de ces dernières dans le choix des variables utilisées. En effet, ces indices ne visent généralement pas à produire un résultat opérationnel immédiatement mobilisable. De même, comme le démontrent Rufat *et al.* (2015) dans une méta-analyse portant sur les facteurs de vulnérabilité, les études existantes se fondent généralement sur des facteurs considérés comme uniformes : les femmes et les personnes âgées en particulier sont vues comme vulnérables en toutes circonstances. Or, et nous aurons l'occasion de l'illustrer, le genre comme l'âge ne sont de fait pas des facteurs homogènes : les hommes jeunes en particulier peuvent présenter des comportements à risque. Le contexte temporel de la vulnérabilité n'est ainsi pas pris en considération : certains groupes peuvent être vulnérables à certaines étapes d'une catastrophe et beaucoup moins pendant d'autres (Rufat *et al.*, 2015). La prise en considération de ce contexte représente de ce fait un enjeu important dans le développement des indices sociaux, dans le cadre de cette thèse.

Des champs de recherche à approfondir

Enfin, la recherche sur le risque, basculant de l'étude de l'aléa vers celle de la vulnérabilité et de la résilience, est un sujet qui comprend une littérature toujours plus abondante ; c'est pourtant une recherche qui comprend toujours de vastes pans, non explorés ou mal valorisés (White *et al.*, 2001). La vulnérabilité est trop souvent réduite au seul décompte des enjeux exposés dans l'enveloppe de l'aléa, à un simple inventaire, en l'absence de connaissances approfondies sur les interactions entre aléa et enjeux (Leone et Vinet, 2007). Dans le domaine du risque inondation, les évaluations quantitatives sont largement dominées par les approches économiques : à voir par exemple la prédominance des études économiques dans l'état de l'art dressé par de Moel *et al.* (2015). A l'inverse, les thématiques relatives aux impacts sociaux demeurent mal connues, et les problématiques de gestion de crise (chapitres 2 et 3) et de reconstruction (chapitre 4) représentent autant de champs à approfondir dans la littérature scientifique : les chapitres suivants sont l'occasion d'illustrer notre intérêt sur ces thématiques.

Pour conclure sur la dernière partie de cette introduction, ce sont les principes généraux de notre méthodologie qui ont été présentés – principes qui sont ensuite déclinés, pour chaque objectif de recherche, dans les chapitres suivants. Ces principes se fondent sur l'hybridation des approches méthodologiques : entre méthodes géomatiques, quantitatives et qualitatives, dans le croisement d'indices environnementaux, inspirés des méthodes de calcul d'endommagement,

et d'indices sociaux, inspirés des méthodes de construction des indices de vulnérabilité. Notre méthodologie se distingue aussi par la priorité donnée aux échanges avec les acteurs de la gestion des risques et de la gestion de crise, sur notre terrain d'étude, dans une volonté de donner à notre analyse scientifique un caractère opérationnel. Du fait de ces spécificités méthodologiques, mais aussi de notre objet d'étude (les impacts sociaux), notre analyse revêt un caractère original, par rapport aux travaux existants à l'échelle francilienne et à l'échelle internationale.

Ce chapitre a permis d'explorer, par une revue des contextes géographiques, cinétiques, théoriques de notre étude, par la présentation des complexités inhérentes à notre sujet de recherche, par des développements sur les modèles et les méthodes issues de la littérature pour mener des études de risque, la spécificité de notre approche et l'intérêt de notre objet de recherche. Ce dernier peut apparaître vaste – l'étude des impacts sociaux d'une inondation majeure – toutefois il est possible de distinguer ce qui relève du court terme, et de la gestion de crise, et ce qui relève du plus long terme, et l'après-crise. Dans ce qui relève du plus court terme, figurent au premier rang l'évacuation – massive dans notre cas – et ses multiples ramifications et conséquences sur la population sinistrée.

Chapitre 2.

La planification des évacuations, un enjeu majeur de l'inondation francilienne : estimation sous SIG des besoins de prise en charge des populations.

Dans l'hypothèse d'une inondation majeure imminente dans l'agglomération francilienne, une question centrale se pose très précocément pour les autorités publiques : faut-il évacuer ? L'évacuation massive des populations exposées apparaît, certainement, un des aspects les plus spectaculaires et les plus traumatisants de l'inondation majeure dans l'agglomération francilienne, notamment par la perte de repères quotidiens des populations évacuées, ou par la déstructuration du tissu socioéconomique. Elle représente un volet crucial en gestion de crise, difficile à maîtriser pour les autorités, qu'il s'agisse d'identifier une stratégie adéquate, de répartir les moyens d'action, et surtout d'estimer des effectifs de populations à prendre en charge. L'Ile-de-France est à ce titre un cas exceptionnel, à l'échelle nationale mais aussi à l'échelle internationale, compte tenu du double facteur aggravant que représentent, d'un côté le nombre extraordinairement important de personnes exposées (plus de 1% de la population nationale !), de l'autre l'extrême durée d'une crue de la Seine (plus de deux mois dans certains quartiers). Cette spécificité fait de la région un terrain d'étude quasiment unique à l'échelle planétaire, qui appelle à être approfondi : de fait, les conclusions qui peuvent être tirées de l'état de l'art sur la problématique des évacuations ne sont que partiellement applicables au cas francilien, comme nous le verrons plus loin.

Ce chapitre de thèse s'appuie sur un état de l'art, une série d'entretiens et de réunions de travail, en particulier avec la Préfecture de Police de Paris, et diverses analyses statistiques et cartographiques. Il vise à présenter le développement d'une méthodologie de cartographie et de quantification des populations à évacuer et à héberger par les services de l'Etat et les collectivités territoriales.

C'est un chapitre construit en quatre temps : (1) sont d'abord définis les besoins d'une recherche fondée sur la problématique des évacuations massives, dans le cas spécifique de l'Ile-de-France ; (2) un état de l'art est ensuite dressé de la recherche menée à l'échelle internationale, et essentiellement aux Etats-Unis, sur les évacuations massives ; (3) l'intérêt, le processus de construction et les limites de la méthodologie développée dans le cadre de la thèse sont ensuite présentés de façon détaillée ; (4) les résultats de cette méthodologie, appliquée à l'échelle francilienne, sont enfin développés.

1 L'EVACUATION MASSIVE EN ÎLE-DE-FRANCE : D'UNE DEFINITION A L'EXPRESSION DE BESOINS SCIENTIFIQUES ET OPERATIONNELS

L'évacuation est un processus qui peut revêtir différentes formes, et qu'il faut donc définir précisément pour notre cas d'étude : en l'occurrence, une évacuation massive et horizontale de la population. C'est un sujet qui représente un vaste champ de recherche, largement exploité aux Etats-Unis en particulier ; pourtant, il demande à être approfondi dans certains de ses aspects, et adapté au contexte qui est le nôtre, celui d'une inondation de plaine au cœur de l'agglomération francilienne.

1.1 L'EVACUATION MASSIVE EN CAS DE CATASTROPHE : DEFINITION, PRINCIPES, CHRONOLOGIE

1.1.1 Définitions de l'évacuation

Le processus d'évacuation désigne le fait de déplacer des populations d'une zone à risque vers une zone sûre en cas de catastrophe. L'évacuation peut prendre plusieurs formes : elle peut être spontanée ou faire suite à des consignes (recommandations ou ordre) données par les autorités. Il faut aussi distinguer l'évacuation autonome des populations (auto-évacuation) et l'évacuation assistée par les autorités : si certains auteurs (Mioc *et al.*, 2008) restreignent la définition d'une évacuation au fait de secourir les populations pour les mener vers une zone sûre (soulignant le rôle majeur de la sécurité civile), d'autres mettent au contraire l'accent sur l'évacuation autonome des populations (et donc sur la responsabilité personnelle et active des populations). L'évacuation peut avoir lieu à différentes échelles géographiques, revêtir un caractère ponctuel ou massif : une évacuation est définie comme massive dès lors qu'elle dépasse les capacités locales de gestion de crise ; en France, la DGSCGC (Direction Générale de la Sécurité Civile et de la Gestion des Crises) estime ces capacités locales dépassées notamment quand la capacité d'accueil temporaire à proximité immédiate de la zone sinistrée ne suffit plus (CEPRI, 2014). Ainsi, si l'évacuation de quelques centaines de personnes peut être gérée au niveau communal, par l'application du Plan Communal de Sauvegarde (PCS) notamment, une évacuation massive demande une approche départementale, zonale voire nationale, intégrant de nombreux acteurs et appelant à une organisation solide, planifiée, coordonnée. C'est ce second cas qui fait l'objet d'une attention particulière dans la suite de ce chapitre, compte tenu de l'objet de notre étude, l'agglomération francilienne, et des effectifs de populations à évacuer en cas de crue de la Seine. L'évacuation peut aussi cibler certaines catégories de personnes ou être généralisées à l'ensemble de la population. L'évacuation peut avoir lieu de façon préventive ou se tenir *a posteriori*, après l'occurrence de la catastrophe (CEPRI, 2014 ; Lim *et al.*, 2013). Elle peut enfin prendre la forme d'une évacuation horizontale ou verticale.

Le chapitre est consacré essentiellement à l'évacuation horizontale, et non verticale, dans la mesure où c'est la première option qui semble être privilégiée dans le cadre de la stratégie envisagée par la Préfecture de Police en cas d'inondation majeure de l'Ile de France : l'évacuation verticale semble inenvisageable dans une majorité de cas, pour des raisons qui seront détaillées plus loin. Il apparaît de fait essentiel de préciser la distinction entre évacuation verticale et horizontale (CEPRI, 2014) : l'évacuation horizontale consiste à déplacer des populations d'un quartier vers un autre moins exposé, tandis que l'évacuation verticale représente le cas de populations se réfugiant, au sein de leur maison ou immeuble, dans les étages supérieurs ; une évacuation peut enfin recouvrir un caractère horizontal et vertical, quand les populations demeurent dans leur quartier d'origine mais se réfugient vers les points hauts de ce dernier, le temps de l'occurrence de la catastrophe.

L'évacuation verticale apparaît comme une solution viable (et préférable) dans les deux cas suivants : (a) l'urbanisme a été conçu de telle manière à permettre le maintien en conditions de vie dégradées des populations au sein d'un quartier inondé, pendant plusieurs jours. C'est notamment le cas des *smart shelters*, de bâtiments à double usage : ces bâtiments, qui ont un usage courant lié au fonctionnement quotidien de la société (logements, bureaux), sont aussi conçus pour servir à titre exceptionnel de refuge en cas de catastrophe. (b) la cinétique de la

catastrophe est relativement rapide : si elle est trop lente, la problématique du ravitaillement des populations devient alors critique ; dans le cas spécifique d'une inondation, le seuil de 48-72h apparaît crucial, en ce sens qu'au-delà de ce laps de temps les mesures de protection de fortune des bâtiments de plain-pied, de type batardeaux, ne peuvent plus retenir efficacement les voies d'eau. Les avantages d'une évacuation verticale sont multiples : ils permettent d'éviter de longs déplacements de populations, d'assurer un trafic routier plus fluide, de diminuer le nombre de personnes à prendre en charge par les autorités (transport et hébergement), de diminuer l'impact relatif à la perturbation de la vie locale, et d'accélérer le retour à la normale (les populations étant déjà sur place) (CEPRI, 2014).

L'évacuation horizontale est une opération beaucoup plus complexe et durable qu'une évacuation verticale : elle demande un effort très soutenu de la part de l'Etat et des collectivités territoriales, afin d'apporter un soutien spécifique aux populations n'ayant pas la capacité d'évacuer par leurs propres moyens, et de répondre également à la forte demande en hébergements temporaires. Par ailleurs, l'évacuation horizontale ne peut avoir lieu de façon préventive que si un délai suffisant permet d'assurer sa mise en œuvre, entre la prévision de l'occurrence de l'aléa et la catastrophe elle-même : une évacuation verticale peut à l'inverse se tenir dans l'urgence, et de façon spontanée. Enfin, l'évacuation horizontale entraîne des conséquences bien plus massives et durables sur la population, son bien-être et ses moyens d'existence.

1.1.2 L'évacuation, "solution draconienne" : des impacts tous azimuts

L'évacuation horizontale massive est, pour reprendre les termes de Beaulieu et Marchand, (2001), une « *solution draconienne* », qui peut entraîner des perturbations plus importantes que les seuls dommages physiques de la catastrophe. Les impacts de l'évacuation sont à la fois immédiats et durables. Ils portent à la fois sur la population évacuée, son économie et son encadrement politico-institutionnel (Beaulieu et Marchand, 2001) :

- La population subit divers impacts, d'abord d'ordre psychologique et sanitaire : l'évacuation est un traumatisme pour les populations concernées ; en quittant leur logement, ces dernières perdent leur cadre de référence. Ce traumatisme peut entraîner une surmortalité des populations les plus fragiles (personnes âgées), comme cela a pu être attesté après les inondations du Var en juin 2010 (CEPRI, 2014). Ces impacts relèvent ensuite du sentiment de sécurité : le maintien de l'ordre est compromis, non seulement au sein des zones évacuées (risque de pillage), mais également au sein des zones d'hébergement (promiscuité pouvant favoriser l'émergence de conflits, entre ménages et en leur sein). Les impacts sont enfin d'ordre socioéconomique : l'évacuation représente un risque de perte de revenus, en lien avec l'impossibilité physique d'aller au travail (absentéisme forcé), ou dans certains cas de bénéficier de diverses aides et allocations de la part d'administrations publiques et de collectivités. Elle peut aussi se traduire par un risque de chômage technique, voire de licenciement : dans une étude sur les conséquences de l'ouragan Katrina sur le marché du travail (Bureau of Labor Statistics, 2006), les populations évacuées, définies dans cette étude comme celles ayant quitté leur domicile à titre temporaire ou définitif, ont vu leur taux de chômage grimper à 15% et leur taux d'activité chuter à un niveau de 59% sur la période octobre 2005 – juin 2006 (soit jusqu'à neuf mois après le passage de l'ouragan).

- L'évacuation a, en effet, un impact direct sur l'économie du territoire évacuée : à court terme, l'évacuation entraîne en effet l'arrêt de toute production au sein de la zone évacuée, mais

également une réduction de l'activité pour de nombreuses autres entreprises situées à proximité de la zone évacuée (la proximité peut être mesurée par une distance kilométrique, mais également par les flux pendulaires et les flux de biens et de services) ; ces dernières sont ainsi affectées du fait du départ de nombreux fournisseurs, salariés, consommateurs et clients. A moyen terme, l'économie locale fait face à un risque d'endettement de l'ensemble de ses acteurs (entreprises, ménages, administrations publiques et collectivités), une atteinte à la réputation du territoire et à une baisse de compétitivité.

- L'évacuation a enfin un impact sur l'encadrement politico-institutionnel des territoires évacués. Du point de vue politique, le risque porte sur les décideurs (élus et fonctionnaires), tant au niveau de la carrière que de la réputation politique : une décision qui apparaît inappropriée *a posteriori* pouvant ruiner la carrière d'un haut fonctionnaire, ou les espoirs de réélection d'un élu. Ainsi pourrait-il en être d'une évacuation décidée alors que les prévisions météorologiques ou hydrologiques sont incertaines, puis apparaissant inutile ensuite au vu du déroulé des événements (crue plus faible que prévue, ouragan passant à côté de la ville évacuée). Du point de vue institutionnel, l'évacuation est lourde de conséquences pour la situation financière et budgétaire des collectivités territoriales et des administrations, grevant sur le long terme la capacité de reconstruction et de retour à la normale des communes.

L'impact d'une évacuation recoupe bien sûr certaines conséquences de la catastrophe *largo sensu*, de même qu'il ne concerne pas que les territoires évacués mais également les territoires à proximité et ceux destinés à accueillir les populations évacuées. Du fait des enjeux majeurs que représente une évacuation horizontale, en termes d'impacts sociaux, économiques, politico-institutionnels, les besoins en termes de planification apparaissent de fait bien plus importants que dans le cadre d'une évacuation verticale. Le premier pas en ce sens consiste à identifier les différentes étapes d'une évacuation horizontale, afin de connaître les délais nécessaires à sa réalisation, et les divers problèmes qui peuvent contrecarrer les efforts des autorités lors de l'occurrence de la crise.

1.1.3 Chronologie succincte du processus d'une évacuation

Le processus d'évacuation a lieu, de préférence, de façon préventive. Dans ces conditions, et dans le cadre d'une évacuation horizontale et massive, il est possible de distinguer plusieurs étapes (CEPRI, 2014 ; Hissel *et al.*, 2014 ; Lim *et al.*, 2013 ; Oppen *et al.*, 2010) (Figure 3) :

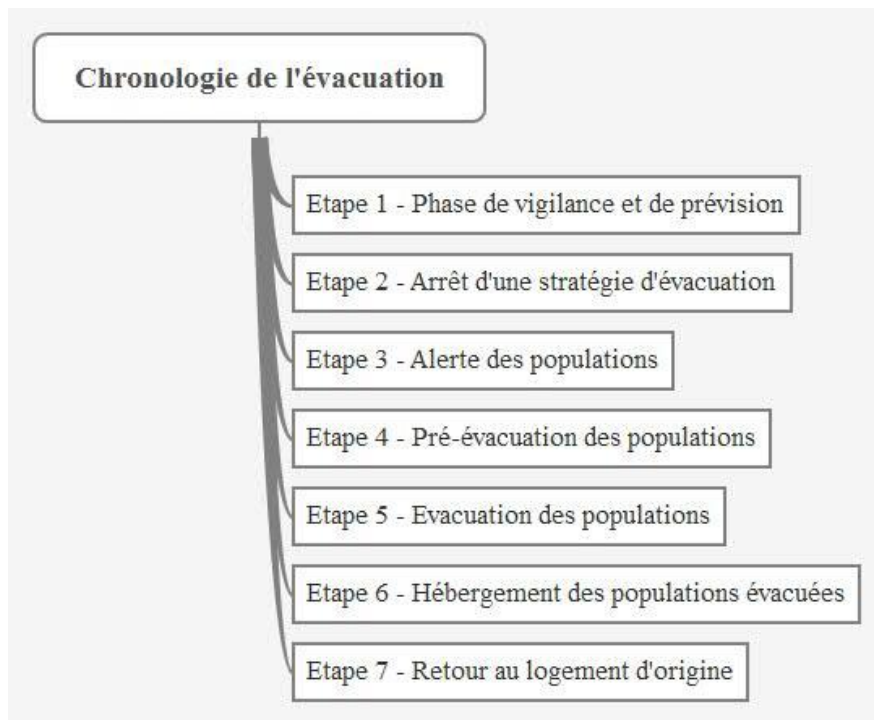


Figure 3. Chronologie succincte du processus d'évacuation.

- Etape 1. Une phase de vigilance et de prévision face à l'occurrence de l'aléa. Dans le cadre français, cette phase prend la forme de bulletins transmis par le Service de Prévision des Crues et Météo-France aux préfetures.
- Etape 2. La prise de décision et l'organisation de l'évacuation par les autorités. Cette étape comprend un délai difficile à estimer, car liée à des contingences d'ordre politique, voire médiatique qu'il n'est pas aisé d'anticiper : la décision d'une évacuation massive est extraordinairement lourde de conséquences, de telle sorte qu'une très forte pression politique et médiatique risque de peser sur les décideurs, pouvant entraver les choix de ces derniers.
- Etape 3. L'alerte des populations. Une fois la stratégie d'action arrêtée, les autorités peuvent diffuser les consignes d'évacuations aux populations ; ces dernières, ensuite, choisissent ou non de suivre ces consignes.
- Etape 4. La phase de pré-évacuation des populations. Ces dernières ont besoin d'un certain temps de préparation avant de pouvoir partir de leur logement (mise en sûreté des biens, réunion du ménage) ; un guide de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, portant sur la mise en oeuvre d'un Plan Familial de Mise en Sûreté, estime à 4h le délai nécessaire à la mise en sûreté des biens, pour une famille ayant préparé l'évacuation en amont (CEPRI, 2014).
- Etape 5. Le départ des populations de leur logement d'origine : le départ des populations de la zone exposée prend un certain temps, variable selon le nombre de personnes à évacuer, les moyens de transports disponibles, les capacités de transit routier et ferroviaire, les besoins en termes de prise en charge des populations non autonomes.
- Etape 6. La gestion des populations évacuées et la prise en charge de leur hébergement. Les populations évacuent parfois en deux temps : elles rejoignent d'abord un hébergement de proximité, pendant quelques heures ou quelques nuits, le temps de prendre des dispositions pour

trouver des solutions plus durables, avant de se diriger vers leur destination finale pour un hébergement temporaire de plus long terme.

- Etape 7. Le retour au logement. Le retour au logement a lieu après la fin de l'occurrence de l'aléa, soit de façon spontanée, soit à la suite de consignes de retour données par les autorités. Il faut ici distinguer l'évacuation, provoquée par la menace physique d'une catastrophe, de la relocalisation ou du déplacement à long terme des populations, provoqués par les dommages de la catastrophe sur le bâti et les structures territoriales : l'évacuation est temporaire, le déplacement permanent. La problématique du déplacement permanent est approfondie dans le cadre du chapitre 4.

1.2 LES BESOINS D'UNE RECHERCHE FONDÉE SUR LES EVACUATIONS

1.2.1 Un approfondissement nécessaire des travaux existants et des besoins spécifiques à la région Ile-de-France

L'intérêt donné à la problématique des évacuations, dans le cadre de la thèse, se justifie d'une part par un déficit de connaissances de certains pans de la littérature internationale, d'autre part par des besoins explicites exprimés par les acteurs de la gestion de crise au sein de l'agglomération francilienne, spécifiquement la Préfecture de Police qui commande la Zone de Défense et de Sécurité de Paris.

Lim *et al.* (2013) présentent, dans le cadre d'un état de l'art des travaux existants, des orientations possibles pour les recherches futures, soulignant en creux les déficits de connaissance sur ces sujets : ces déficits existent en amont comme en aval du processus d'évacuation. En amont, les critères de décision de l'évacuation, par les autorités, semblent constituer un angle de recherche encore peu exploité : les applications SIG conçues pour aider à la préparation de crise et à la planification des stratégies de réponse demeurent peu nombreuses (Masuya *et al.*, 2015) ; celles existantes peinent à fournir une aide opérationnelle aux gestionnaires dans la conception de plans d'évacuation *ad hoc* (Morel *et al.*, 2015). En aval, les problématiques relatives au retour au logement, et les facteurs qui permettent d'expliquer le retour (ou non) dans la ville d'origine après une catastrophe majeure, demandent à être approfondies. Les besoins en la matière apparaissent en effet importants, du point de vue des autorités : les plans de retour au logement (*reentry plans*) mis en oeuvre après le passage d'ouragans américains ont été, le plus souvent, des échecs patents, rarement suivis d'effets correctifs sur le comportement des populations ciblées. Or, un retour au logement prématuré peut poser des problèmes aux autorités, dans le maintien de la sécurité et de l'ordre publics, mais aussi aux habitants mêmes, face au risque physique d'effondrement de certains bâtiments, face à l'absence de services publics appropriés et à la fermeture des réseaux, indispensables à la salubrité et la viabilité des quartiers (pas d'eau, pas d'électricité, pas d'assainissement...) (Siebeneck *et al.*, 2013). A l'inverse, un retour trop tardif peut compromettre le retour à l'activité et la reconstruction des territoires sinistrés.

Une troisième orientation à privilégier, transversale, est la capacité de réponse locale des collectivités et des services de l'Etat : il faut ici pouvoir confronter les moyens disponibles en termes de transports en commun et de places d'hébergements aux estimations des besoins de prise en charge des populations, et en particulier des populations non autonomes (CEPRI, 2014). Parmi ces dernières, l'accent doit être mis sur les personnes non autonomes pour des

raisons de mobilité physique (personnes âgées et/ou handicapées vivant à domicile), mais aussi sur les populations non autonomes pour des raisons matérielles et socio-économiques, notamment les ménages sans voiture (*carless population*) ; certains auteurs soulignent également le besoin de s'interroger sur la population hors ménage, celle vivant en établissements (*institutionalized population*), et d'estimer les besoins de prise en charge de l'évacuation de certains d'entre eux, en particulier les hôpitaux (Murray-Tuite et Wolshon, 2013 ; Renne *et al.*, 2011 ; Wolshon, 2009). L'estimation de la capacité de réponse des autorités est aussi fonction des taux d'évacuation, les besoins n'étant pas les mêmes selon les effectifs de population qui évacuent (ou ne le font pas) : les efforts de planification des autorités gagneraient donc à obtenir des estimations prédictives des taux d'évacuation plus précises (Dash et Gladwin, 2007) ; or, ces estimations, quand elles revêtent un caractère prédictif, sont difficiles à établir et sont généralement contredites *a posteriori*. Elles doivent porter sur les zones qui ont fait l'objet de consignes d'évacuation explicites, mais aussi sur les zones qui font l'objet d'évacuations spontanées (appelées *shadow evacuation* par Gladwin et Peacock (1997)). Ces évacuations spontanées, non recommandées par les autorités, peuvent avoir un impact néfaste sur la gestion de la crise (en augmentant la demande en termes d'hébergements, en aggravant la situation du trafic routier...)

Au-delà de l'intérêt du sujet du point de vue de la recherche internationale, un besoin spécifique a été exprimé par les autorités franciliennes de la gestion de crise, et plus spécifiquement le Secrétariat Général de la Zone de Défense et de Sécurité de Paris (SGZDS), sous la responsabilité de la Préfecture de Police. Dans ses efforts de planification, cette dernière a besoin de quantifier les moyens à mettre en oeuvre pour assurer l'évacuation de la population, et d'identifier des zones prioritaires d'évacuation (*i.e.* répartir spatialement les moyens à mettre en oeuvre). Son action s'adresse prioritairement à la prise en charge de la population à domicile, en particulier des populations non autonomes car peu mobiles (comme les personnes âgées et isolées), considérant que la mobilité est le facteur clé de discrimination face au risque. Pour connaître les besoins de prise en charge de la population à domicile au sein d'un quartier évacué, la préfecture de police est particulièrement intéressée par les estimations de l'auto-évacuation et de l'auto-hébergement des populations exposées. Le reliquat, soit les personnes n'ayant ni auto-évacué, ni de solutions d'hébergement au sein du cadre familial ou amical (hébergement chez des proches), ou dans l'offre commerciale existante (location de chambres d'hôtels), est à prendre en charge par les services de l'Etat ou des collectivités locales. Les estimations préliminaires de la Préfecture de Police apparaissent initialement peu précises, en ce qui concerne l'auto-évacuation : une fourchette de 25-75% de la population totale à domicile a ainsi été avancée comme base de travail. A noter, à l'inverse, que la Préfecture de Police considère que la population en collectivité (hors ménage) est amenée à être prise intégralement en charge par les organismes responsables, à l'instar des acteurs médico-sociaux pour les hôpitaux et EHPAD.

Les besoins de la Préfecture de Police, les orientations futures de la recherche sur les évacuations, expliquent l'intérêt donné, dans le cadre du travail de thèse, au développement d'une méthodologie d'estimation quantifiée et cartographiée des besoins en évacuation. Cette méthodologie se fonde sur des retours d'expérience tirés essentiellement d'événements à l'étranger : c'est là le paradoxe de notre objet d'étude. D'une part, le contexte géographique et cinétique de notre sujet, fondé sur l'inondation de plaine de centaines de milliers de logements pendant plusieurs semaines, est exceptionnel et, en ce sens, difficilement comparable aux autres événements documentés dans la littérature internationale : cette dernière illustre presque

exclusivement des catastrophes de cinétique rapide (ne dépassant généralement pas quelques jours d'occurrence). Il s'agit le plus généralement d'ouragans frappant les Etats-Unis (d'Andrew en 1992 à Sandy en 2012³²) : la doctrine de gestion de crise américaine donne en effet la part belle aux évacuations massives, de telle sorte que les Etats-Unis représentent la majorité des cas documentés. D'autre part, il n'existe néanmoins aucun référentiel récent d'évacuation massive en France, et encore moins en Ile-de-France. Les retours d'expérience à l'étranger, même s'ils sont difficilement applicables au cas francilien, demeurent indispensables à la compréhension et à la planification du processus d'évacuation.

1.2.2 Les orientations passées et présentes de la recherche

La recherche sur la problématique des évacuations massives est relativement récente. Les travaux sur la question demeurent ponctuels jusque dans les années 1960 (Drabek et Boggs, 1968), avant de se multiplier au cours des années 1970 en particulier aux Etats-Unis (Kar et Hodgson, 2008) : la recherche se porte d'abord sur la problématique des ouragans, avant de se tourner vers l'aléa technologique et nucléaire à la suite de l'accident nucléaire de Three Mile Island (1979) ; l'évacuation face au passage d'un ouragan revient au premier plan à la suite de l'ouragan Andrew en 1992 (Wilmot et Mei, 2004). Depuis, la recherche a majoritairement porté sur deux volets distincts, qui communiquent rarement entre eux :

(1) Le développement de modèles informatiques et géomatiques censés informer les gestionnaires sur la demande lors d'une évacuation, en particulier du point de vue du trafic routier, et les moyens à mettre en oeuvre subséquentement. Citons, entre autres (Masuya *et al.*, 2015) : (a) les outils, de loin les plus nombreux, simulant le trafic routier et développant des algorithmes de réseau pour identifier des itinéraires d'évacuation *ad hoc* (Dunn et Newton, 1992) ; (b) des modèles géomatiques visant à identifier des sites possibles pour l'hébergement des populations, en fonction de la demande en populations évacuées, et selon la capacité des hébergements considérés (Gall, 2004 ; Kar et Hodgson, 2008 ; Sanyal et Lu, 2009). (c) Plus récemment, des modèles ont émergé pour estimer les besoins d'hébergement d'urgence en cas de catastrophe (Vecere *et al.*, 2017). L'intérêt de ces derniers vis-à-vis de nos propres travaux est explicité dans la partie méthodologique du chapitre.

(2) Une recherche issue des sciences sociales visant à appréhender le comportement des populations lors d'une évacuation, et spécifiquement à déterminer un taux d'autoévacuation. Les travaux en sciences sociales visent essentiellement à rechercher les caractéristiques propres aux populations qui évacuent, et à identifier les caractéristiques discriminantes des populations qui *a contrario* n'évacuent pas (par choix ou par incapacité) (Dash et Gladwin, 2007) ; par extension, ces travaux visent à envisager les difficultés qui peuvent être rencontrées par les personnes lors de leur évacuation. Ils débouchent, parfois, sur le développement de modèles conceptuels visant à expliquer le processus réflexif qui mène à la décision d'évacuer (ou de ne pas évacuer) au sein des ménages (Gladwin *et al.*, 2001). Ils peuvent aussi avoir une valeur prédictive pour de futures évacuations : en identifiant les facteurs favorables ou défavorables à l'évacuation, ils essaient de déterminer des taux d'évacuation probables pour un territoire donné.

Cette décision d'évacuer est conditionnée par la perception du risque par les ménages : les autorités présupposent souvent, à tort, que les ménages agissent de façon rationnelle en cas

³² Nul doute que le récent ouragan Harvey, ayant frappé le Texas et la ville de Houston, en août 2017, donnera lieu à une recherche prolifique.

d'évacuation, qu'ils vont entendre l'alerte, réaliser l'imminence de la catastrophe, et évacuer dès qu'une consigne est donnée en ce sens. Ce postulat conduit les autorités à élaborer des plans d'évacuation irréalisables : ainsi le plan d'évacuation de la ville d'Orléans, à activer en cas de rupture de digue et de crue de la Loire, postule une évacuation totale de la population ; or, il y aura nécessairement un reliquat demeurant sur place, qui « vampirisera » tous les moyens disponibles de la sécurité civile ; ces derniers ne pourront vraisemblablement pas être déployés pour assurer l'accompagnement des populations évacuées, rendant de fait caduque le plan d'évacuation³³. La réalité est de fait beaucoup plus complexe : nombre de personnes choisissent de ne pas prendre de mesures préventives ou protectives en cas d'imminence d'une catastrophe, pour diverses raisons. Notamment, la perception du risque entre en compte dans la prise de décision d'évacuer : cette perception se construit pour chaque personne selon le contexte culturel, social et économique dans lequel elle évolue ; chacun détermine le risque en fonction de limites perceptives qui permettent de déterminer ce qui relève du danger de ce qui n'en est pas (Dash et Gladwin, 2007).

Enfin, avant que la recherche ne porte spécifiquement sur la perception du risque et le processus d'évacuation, beaucoup d'emphase a été donnée à l'alerte et à la communication, mettant en lumière les caractéristiques d'une alerte efficace pour assurer l'évacuation du plus grand nombre (Dash et Gladwin, 2007). La réponse de la population à une communication officielle des autorités est de fait une conséquence directe, d'une part du risque perçu par les populations et des caractéristiques propres de ces dernières (caractéristiques sociodémographiques, psychologiques, insertion dans des réseaux sociaux...), d'autre part de la teneur du message d'alerte. Un message d'alerte doit pouvoir être cohérent, précis, et spécifique : plus un message d'alerte est spécifique, plus les ménages ciblés sont susceptibles de se sentir concernés et de mettre en oeuvre une réponse adaptée. Ce message doit pouvoir s'appuyer sur des relais efficaces : les médias, mais plus encore les réseaux de voisinage, apparaissent décisifs dans la prise de décision d'évacuer.

Pour conclure, face à une évacuation massive, « *solution draconienne* » aux impacts multiples et difficiles à prédire, il a été clairement identifié le besoin d'approfondir la recherche sur cette problématique, par le développement d'une méthodologie *ad hoc* d'estimation des besoins de prise en charge des populations. A ce titre, le contexte géographique de notre étude, français et francilien, interpelle. A l'échelle française, une évacuation massive n'a pas eu lieu dans l'ampleur attendue depuis la seconde guerre mondiale. Dans un contexte francilien, une évacuation massive consécutive à une inondation de plaine représenterait un cas presque inédit, non pas à l'échelle française, mais à l'échelle mondiale. La région Ile-de-France apparaît de fait comme un cas d'étude extraordinaire, du point de vue opérationnel comme du point de vue scientifique. L'étude de ce cas s'inscrit à cet égard à la suite des travaux menés par la recherche internationale.

³³ Observation de N. Bauduceau (CEPRI).

2 ETAT DE L'ART SUR LA PROBLEMATIQUE DES EVACUATIONS MASSIVES

La recherche internationale a jusqu'ici largement porté, nous l'avons dit, sur deux aspects de l'évacuation : (1) des modèles informatiques et géomatiques informant sur la demande de trafic lors d'une évacuation ; (2) des travaux en sciences sociales portant sur l'étude comportementale des ménages en cas d'évacuation, et sur les variables explicatives de leur comportement. Ces travaux visent en particulier à identifier des caractéristiques discriminantes permettant de séparer les ménages qui évacuent de ceux qui n'évacuent pas, de distinguer les ménages qui peuvent trouver un hébergement par leurs propres moyens de ceux qui ne le peuvent pas.

2.1 DE L'INTERET DE LA MODELISATION ET DE LA SIMULATION DES EVACUATIONS

Les modèles et simulations informatiques d'évacuations sont nombreux. Il est nécessaire de dresser un court état de l'art sur ces modèles, d'abord du fait qu'ils constituent le pan le plus exploité de la recherche sur les évacuations, ensuite parce qu'ils apportent certains enseignements sur le processus physique de l'évacuation, enfin parce qu'ils peuvent être utiles à l'élaboration de la méthodologie développée dans le cadre de la thèse. Sur un plan opérationnel cependant, ces modèles s'appuient, pour l'écrasante majorité d'entre eux, sur des aléas de cinétique rapide et sur la gestion de l'urgence, ce qui relativise de fait leur importance dans le cas d'une inondation francilienne : pour cette dernière, ce n'est pas tant l'urgence que la durée sur le temps long de l'événement qui conditionne la gestion de crise.

Le processus de construction d'un modèle informatique a lieu en quatre étapes, de la modélisation conceptuelle (a), au codage du modèle (b), pour terminer par l'expérimentation (c) et la mise en oeuvre (d) (Shaw *et al.*, 2011). Chaque modèle doit être questionné, quant à son acceptabilité, sa finalité et surtout sa validité. La validité du modèle peut être évaluée de trois façons complémentaires : la validité par le résultat (en comparant le résultat issu du modèle avec la réalité) ; la validité du processus modélisé (qui doit correspondre au processus constaté dans la réalité) ; la validité interne (faire en sorte que les postulats et hypothèses posés au début de la construction du modèle conceptuel soient correctement représentés au sein du modèle codé).

2.1.1 L'objectif des modèles d'évacuation : la simulation du trafic routier à différentes échelles géographiques

Les modèles informatiques d'évacuation s'intéressent, pour la grande majorité d'entre eux, à la simulation du trafic routier (ou pédestre), avec cependant des objectifs variables et multiples : ils peuvent permettre d'estimer le nombre de personnes pouvant être évacués en un temps imparti, ou à l'inverse d'estimer le temps nécessaire pour évacuer une population donnée (Chen *et al.*, 2006 ; Leone *et al.*, 2014). Ils peuvent s'intéresser aux aspects pratiques de la gestion du trafic routier, en identifiant des noeuds de congestion, en déterminant l'impact de la fermeture de routes submergées sur le trafic, mais aussi en évaluant les conséquences de la stratégie d'évacuation sur ce même trafic, comme le choix d'une évacuation découpée en plusieurs phases (Lumbroso *et al.*, 2007). Ils peuvent aussi chercher à identifier l'itinéraire d'évacuation le plus

adapté (Uno et Kashiya, 2008), ou à analyser l'impact de la destination des populations évacuées (localisation du lieu d'hébergement) sur les temps d'évacuation (Sherali et Carter, 1991). La finalité de ces modèles est également à géométrie variable : la plupart visent à aider les autorités dans leur travail de planification (avant l'occurrence de la catastrophe et le déclenchement de l'évacuation) ; cependant, certains modèles cherchent aussi à proposer des outils de gestion de crise en temps réel. Ainsi, Mioc *et al.* (2008) proposent une application web permettant de faire apparaître en temps réel les rues inondées et de calculer une route d'évacuation optimale selon la hauteur d'eau observée (avec une acquisition des données en temps réel) et le type de véhicule utilisé (sachant que certains véhicules utilitaires peuvent traverser des rues faiblement inondées, à l'inverse des voitures de tourisme).

Ces modèles peuvent être dessinés à plusieurs échelles différentes, avec un niveau de détail très variable : se distinguent ainsi la micro-simulation, la méso-simulation, et la macro-simulation (Lumbroso *et al.*, 2007). La micro-simulation s'intéresse directement aux mouvements des agents pris individuellement (*agent-based model*), et permet d'estimer le temps d'évacuation à partir des actions de ces agents (un agent peut être un individu, une voiture, etc.) La méso-simulation ne s'intéresse plus directement aux agents, qui sont regroupés par souci de simplification en "paquets" agglomérés ; le temps d'évacuation est alors évalué en confrontant la capacité et la demande des itinéraires d'évacuation (demande regroupée donc en paquets d'agents). La macro-simulation reprend ce même principe d'agglomération des agents en paquets, en l'appliquant à plus large échelle, d'ordre régional ; le temps d'évacuation est alors une fonction de la distance entre le paquet d'agents et la sortie de la zone à risque, de la capacité des itinéraires d'évacuation, et de la vitesse moyenne d'évacuation. Les modèles sont généralement développés spécifiquement pour simuler l'évacuation ; certains, cependant, peuvent être tirés de modèles plus généraux de simulation du trafic, puis adaptés aux conditions particulières d'une évacuation, comme le modèle de microsimulation NETSIM (Wilmot et Mei, 2004). Les modèles de macro-simulation sont cependant les plus courants, à l'instar de NETVAC ou DYNEV pour les évacuations consécutives à des accidents nucléaires, ou MASSVAC pour les évacuations liées au passage d'un ouragan. Le choix de l'échelle d'application du modèle dépend notamment de la taille de la zone d'étude, et de sa densité de population : plus le territoire étudié est vaste et densément peuplé, plus le choix d'une micro-simulation apparaît compliqué (Figure 4).

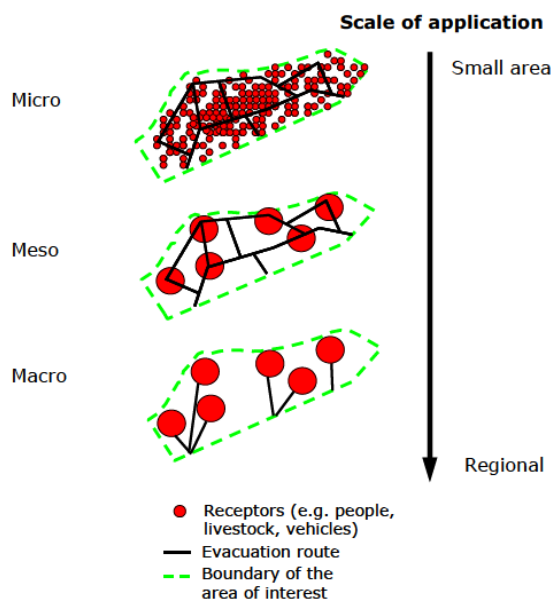


Figure 4. Echelles d'application des modèles de simulation du trafic (Lumbroso et al., 2007)

2.1.2 La validité des modèles conditionnée par les postulats posés pour estimer le comportement des populations évacuées

La validité du modèle est, dans le cas des modèles d'évacuation, conditionnée par une bonne estimation du comportement et de l'effectif de population évacuée (Shaw *et al.*, 2011), en d'autres termes du nombre d'agents qui constituent la demande en évacuation : or, les modèles en question ont pour grande faiblesse de s'appuyer trop souvent sur des postulats implicites et difficilement vérifiables pour estimer les taux d'évacuation et d'auto-évacuation ; ils semblent aussi, d'après les tests de performance menés par Wilmot et Mei (2004) pour vérifier la validité de ces modèles, surestimer les taux d'évacuation par rapport à la réalité, et donc surestimer la demande en évacuation.

Parmi les méthodes les plus usitées pour estimer la demande en évacuation, dans le cadre appliqué de ces modèles informatiques, deux types d'approches nous interpellent particulièrement (Murray-Tuite et Wolshon, 2013 ; Wilmot et Mei, 2004) : l'estimation subjective d'un taux d'évacuation (*participation rate*) par des experts dans le cadre de l'approche en deux temps (*two step approach*), et l'approche par la régression logistique. En ce qui concerne l'approche en deux temps, on applique dans un premier temps un taux d'évacuation (*participation rate*) à la population totale d'un territoire donné ; ce taux est construit sur une base participative, en faisant appel à l'avis d'experts fondé sur des expériences précédentes d'évacuations. Ce taux peut varier selon l'intensité de l'aléa, l'exposition du logement, le type de ce dernier (mobil-home, maison, immeuble), ou d'autres variables identifiées par les experts. Cette approche présente l'inconvénient de s'appuyer sur l'avis d'experts, nécessairement subjectif, plutôt que sur des données empiriques. A partir de ce taux d'évacuation, il est possible de connaître la demande totale, pour un événement donné, des besoins en évacuations. Cette demande est ensuite étalée dans le temps, en déterminant une heure de départ pour chaque ménage : les populations évacuent en effet par phases, et non (heureusement !) de façon immédiate et simultanée. Cette estimation, obtenue à partir des observations de précédentes

évacuations, permet de créer une courbe de réponse (*mobilization curve*), qui vise à répartir en différentes périodes l'ensemble de la demande en évacuation.

A l'inverse, l'approche par la régression logistique se fonde sur des sondages pré ou post-catastrophes portant sur le comportement et le taux d'évacuation des populations sinistrées, donc sur des données empiriques tirées des sciences sociales. Ces sondages font ensuite l'objet d'une analyse statistique par régression logistique : cette analyse permet de connaître l'impact sur le taux d'évacuation de différentes variables, individuelles ou collectives ; on applique ensuite un taux d'évacuation pour chaque zone étudiée selon les variables identifiées par la régression. Cette approche présente également certains inconvénients. Il faut, d'une part, que ces données empiriques soient fiables. Il faut, d'autre part, que les résultats tirés de ces données, s'ils sont valables pour un événement donné sur un territoire donné, aient une valeur prédictive pour être applicables à d'autres événements. Or, comme nous le verrons plus tard, les résultats issus de ces sondages ont une faible valeur prédictive (le comportement des populations en temps de crise est difficile à prédire), ce qui interroge de fait foncièrement l'acceptabilité des modèles d'évacuation développés, et représente assurément un inconvénient sous-estimé jusqu'ici.

Ce court état de l'art sur les modèles informatiques d'évacuations met en lumière les besoins en termes de données empiriques, celles donc issues des travaux des sciences sociales : la congestion des itinéraires d'évacuation dépend de la demande exprimée par les populations, qui varie elle-même selon les taux d'évacuation postulés.

2.2 L'ESTIMATION DES TAUX D'AUTO-EVACUATION ET D'AUTO- HEBERGEMENT ET L'IDENTIFICATION DES FACTEURS ASSOCIES

Les modèles informatiques constituent un pan de la recherche sur les évacuations : l'autre volet de celle-ci s'appuie sur les sciences sociales, pour caractériser le comportement des populations en cas d'évacuation, et identifier des caractéristiques discriminantes clés dans la capacité à évacuer et à trouver un hébergement par ses propres moyens. C'est ce volet qui nous apparaît le plus pertinent pour les travaux de la thèse : pour le développement de notre méthodologie, visant à connaître les besoins de prise en charge des populations évacuées, il faut d'abord pouvoir estimer le nombre de personnes qui ont les moyens ou la volonté d'évacuer, ou pas. A cette fin, il faut d'abord connaître les ordres de grandeur des taux d'évacuation que nous fournissent les retours d'expérience, essentiellement américains ; ensuite identifier les facteurs environnementaux, collectifs et individuels, qui expliquent ces taux d'évacuation ; enfin, s'attarder sur le comportement des populations après l'évacuation, en matière d'hébergement.

2.2.1 Des taux d'évacuation variables selon les événements

2.2.1.1 De la difficulté à comparer des études entre elles

Les travaux universitaires issus des sciences sociales débouchent généralement sur des estimations de taux d'évacuation pour un événement donné, selon différentes variables discriminant la population étudiée en différents groupes. Il n'est pas aisé de comparer les taux d'évacuation constatés entre différents événements, (1) d'abord parce que les auteurs ne donnent pas tous la même définition de l'évacuation, (2) ensuite parce qu'il existe de fortes variations

méthodologiques dans les sondages et analyses statistiques visant à estimer les taux d'évacuation, (3) enfin parce que le contexte n'est jamais identique :

(1) L'estimation d'un taux d'évacuation varie selon la définition qu'un auteur donne de l'évacuation : celle-ci peut être uniquement horizontale ou comprendre aussi l'évacuation verticale. L'évacuation peut être restreinte à son caractère préventif (avant l'occurrence de l'événement) ou être élargie à l'évacuation *a posteriori* (évacuation après sinistre, souvent par les secours) : Elliott et Pais (2006) distinguent ainsi deux taux d'évacuation différents, l'un qui comprend l'évacuation préventive, l'autre qui s'attache à l'évacuation ayant lieu pendant ou après la catastrophe. Les résultats issus d'un sondage peuvent enfin ne porter que sur la seule auto-évacuation des populations, ou bien sur l'ensemble des évacués (auto-évacuation et évacuation assistée).

(2) L'estimation d'un taux d'évacuation a lieu essentiellement par sondages auprès d'habitants de zones exposées ou sinistrées par une catastrophe naturelle. La méthodologie suivie dans le cadre de ces sondages, et des analyses statistiques qui s'en suivent varient cependant selon les auteurs :

- Les travaux visant à caractériser le comportement des populations en cas d'évacuation s'appuient essentiellement sur deux types de données : des sondages *a priori*, et des sondages *a posteriori*, auprès de populations susceptibles d'évacuer ou d'avoir évacué en cas d'occurrence d'un aléa. Les premiers ont lieu avant l'occurrence d'un événement afin d'anticiper le comportement des populations ; les seconds après un événement donné afin de dresser un état des lieux. L'évaluation *a posteriori* apparaît bien sûr plus fiable, dans la mesure où elle rend compte du comportement réel des habitants lors de l'évacuation, tandis qu'une évaluation *a priori* relève d'un travail d'anticipation, demandant un effort d'imagination de la part des sondés par rapport à une situation fictive (mais potentielle) ; de fait, les personnes sondées peuvent ne pas se comporter de la même manière qu'elles ont pu l'envisager lors du sondage (Kang *et al.*, 2007).

- Les estimations d'un taux d'évacuation varient selon l'échantillonnage choisi : l'échantillon peut être représentatif de la population d'un territoire donné, ou ciblé sur une population spécifique (spécifique sur un plan démographique, socioéconomique, ethnique). Ainsi, Elliott et Pais (2006) travaillent sur un échantillon exclusivement composé de populations blanches et noires, en excluant les populations hispaniques et d'origine asiatique ; ils excluent ces dernières car celles-ci représentent un trop faible nombre dans les données recueillies et ne peuvent donc faire l'objet d'une analyse statistique différenciée ; or, un des objectifs de cette étude est justement d'appréhender le comportement différencié lors d'une évacuation (celle consécutive à Katrina en l'occurrence), en fonction de la « race ». L'échantillon peut aussi comprendre une emprise géographique très variable. De fait, l'échantillon peut être restreint à la seule zone où un ordre ou une recommandation forte d'évacuation (une consigne) a été émis par les autorités ; il peut à l'inverse être élargi à une zone non comprise dans l'emprise d'une consigne d'évacuation, mais ayant fait l'objet d'évacuations spontanées de la part de ses habitants (*shadow evacuation*). Le taux d'évacuation exprimé en % de la population totale risque, bien sûr, d'être plus élevé dans le premier cas que dans le second. De ce fait, plus l'emprise géographique est large, plus le taux d'évacuation risque d'être faible. Gladwin et Peacock (1997), dans leur analyse du comportement des ménages à Miami lors du passage d'Andrew, sondent ainsi deux populations distinctes : celles vivant au sein de la zone d'évacuation (où des consignes

d'évacuation totale ont été émises par les autorités) et celles vivant hors de cette zone, mais à proximité, et qui ont pu évacuer sans consigne.

- Enfin, les individus statistiques d'un sondage peuvent varier d'une étude à l'autre : certains peuvent considérer les personnes mêmes, bien que le plus souvent les auteurs regroupent les personnes en ménages³⁴, considérant que chaque ménage se comporte de façon identique en son sein. C'est généralement le cas (90% à 95% des cas) (Drabek et Boggs, 1968) ; cependant, dans certaines conditions, un ménage peut n'évacuer qu'en partie, laissant une personne derrière. Gladwin et Peacock (1997) démontrent ainsi, au sein de la zone d'évacuation (avec consigne donnée aux populations), que si 54% des ménages ont évacué en totalité, 5% ont évacué en partie seulement, laissant une personne derrière eux.

(3) Le taux d'évacuation varie enfin selon le contexte : le contexte géographique et sociologique, la stratégie d'évacuation choisie (ordres ou consignes d'évacuation donnés, fléchage des itinéraires d'évacuation), mais aussi le contexte relatif à l'aléa. La spécificité contextuelle de chaque étude rend difficile toute généralisation sur le comportement des populations en cas d'évacuation : il apparaît évident qu'une population donnée ne se comportera pas de la même manière en cas de tremblement de terre, conduisant à la destruction physique et immédiate de nombreux logements et de services publics, ou bien lors d'une inondation de plaine, où la perception du danger est beaucoup moins forte, où les logements, les entreprises, les services publics ne sont que progressivement endommagés.

Or, qu'il s'agisse de la définition donnée à l'évacuation, de la méthodologie suivie ou du contexte géographique ou cinétique, les différences constatées entre les différentes études ne sont pas nécessairement présentées de façon explicite.

2.2.1.2 Des taux de populations évacuées variant de 40 à 80% d'après les retours d'expérience américains

Malgré ces interrogations et la part aléatoire qui s'attache à l'exercice, il demeure pertinent d'essayer de synthétiser les résultats tirés de la littérature internationale ayant débouché sur l'estimation de taux d'évacuation après un événement catastrophique. Des synthèses à visée générale et prédictive, souvent axées sur un aléa spécifique, ont déjà pu être rédigées par le passé (Baker, 1991 en ce qui concerne les ouragans). Bien qu'il puisse servir à mettre à jour ces dernières des références les plus récentes (Ng *et al.*, 2016, 2014), l'objectif du Tableau 1, loin d'être exhaustif, n'est pas de les imiter : il s'agit plutôt de regrouper les études les plus connues et les mieux référencées, en mettant l'accent sur les événements qui ont fait l'objet d'une consigne ou d'un ordre d'évacuation de la part des autorités, afin d'obtenir un premier ordre de grandeur qui puisse être applicable au cas francilien.

Ce tableau cite bien sûr les auteurs et la date de l'étude, mais aussi la taille de l'échantillon sondé : il faut ici supposer qu'un large échantillon est gage de représentativité, mais qu'il risque également de lisser les taux d'évacuation, en amalgamant des populations fortement exposées (et donc plus à même d'évacuer) avec d'autres qui le sont beaucoup moins ; à ce titre, trois des quatre études qui comprennent un échantillon supérieur à 1000 ménages ont les taux d'évacuation les plus faibles. Essentiel également, est signalée l'emprise géographique de l'étude, en distinguant les références dont le territoire d'étude se limite strictement à une zone

³⁴ Pour rappel, un ménage regroupe l'ensemble des personnes vivant dans un même logement.

d'évacuation donnée (au sein de cette zone, toutes les populations ont fait l'objet d'un ordre ou d'une consigne forte d'évacuation), et celles dont le territoire s'étend au-delà de cette seule zone d'évacuation (comprenant donc des populations non ciblées par les autorités). Il est parfois difficile de séparer distinctement les deux : ainsi, chez Riad *et al.* (1999), l'échantillon est restreint aux personnes sondées pour lesquelles l'évacuation a été requise ou *a minima* fortement suggérée ; or, ordre et suggestion n'ont bien sûr pas le même impact sur la perception du risque et le comportement des personnes... Il est aussi fait mention de la région d'étude et de l'aléa à l'origine de l'évacuation : sont ainsi écartés tous les aléas qui ne peuvent pas être anticipés ou seulement sur une très courte durée, inférieure à 24h, ceux d'origine anthropique (accident technologique ou industriel, aléa sécuritaire de type attentat) mais aussi certains aléas naturels comme les séismes et les tsunamis (Jonkman, 2007 : 48). Dans la majorité des cas, les aléas étudiés sont des ouragans frappant les côtes américaines, plus rarement des inondations.

Auteurs	Date	Type d'étude ³⁵	Nombre de ménages sondés	Emprise spatiale ³⁶	Pays - Région d'étude	Aléa	Taux d'évacuation
Siebeneck et Cova	2012	EU	192	A	Cedar Rapids (Iowa, E-U)	Inondations	85%
Elliott et Pais	2006	EU	1294	A	Louisiane, Mississippi, Alabama et ville de la Nouvelle-Orléans (E-U)	Ouragan (Katrina)	70% (ville de la Nouvelle-Orléans), 80% (hors de la ville)
Heath <i>et al.</i>	2001	EU	397	A	Californie (E-U)	Inondations	60%
Gladwin et Peacock ³⁷	1997	EU	369	A	Floride (E-U)	Ouragan (Andrew)	54%
Lindell <i>et al.</i>	2005	EU	507	B	Texas, Louisiane (E-U)	Ouragan (Lili)	54% (12% - 87% selon les comtés)
Dash et Morrow ³⁸	2001	EU	233	A	Floride (E-U)	Ouragan (Georges)	53%
Baker	1991	S	-	B	Etats-Unis	Ouragans	<50% - 100% selon les événements
Siebeneck et Cova	2008	EU	219	B	Houston (Texas, E-U)	Ouragan (Rita)	47%
Riad <i>et al.</i>	1999	EU	777	B	Etats-Unis	Ouragan (Andrew et Hugo)	42%
Zhai et Ikeda	2006	S	-	B	Japon	Tous types	<40%
Brown et Parton	2014	EU	495 (Irène), 486 (Sandy)	A	New York (E-U)	Ouragans (Irène et Sandy)	31% (Irène), 37% (Sandy)
Horney <i>et al.</i>	2012	EU	570	B	Caroline du Nord (E-U)	Ouragan (Isabel)	28%
Whitehead <i>et al.</i>	2000	EU	895	B	Caroline du Nord (E-U)	Ouragan (Bonnie)	26%
Smith et McCarty	2009	EU	1881	B	Floride (E-U)	Ouragans (Saison 2004)	25% (53% dans le Sud-est de l'Etat)
Ng <i>et al.</i>	2015	EU	7068	B	Virginie (E-U)	Ouragan (Irene)	16%
Solis	2009	EU	1355	B	Floride (E-U)	Ouragan (Saison 2005)	-

Tableau 1. Estimations de taux d'évacuation dans la littérature internationale.

Le Tableau 1 illustre une grande diversité de situations : les taux d'évacuation varient de 16% à 85% selon les études ; au sein d'une même étude, une amplitude similaire peut être constatée entre différents territoires exposés (Lindell *et al.*, 2005). De très forts taux d'évacuation peuvent être observés aussi bien pour des événements d'emprise moyenne, à l'instar de l'inondation de Cedar Rapids en juin 2008 qui a entraîné l'évacuation de 20000 personnes (Siebeneck et Cova, 2012), que pour des événements majeurs menant à l'évacuation en masse de centaines de milliers de personnes, à l'instar de l'évacuation préventive face à l'arrivée de l'ouragan Katrina (Elliott et Pais, 2006). Des taux élevés (ou à l'inverse bas) peuvent être observés indifféremment

³⁵ EU : étude originale. S : étude de synthèse.

³⁶ A : les populations sondées ont toutes fait l'objet d'un ordre ou d'une consigne d'évacuation. B : autres cas, pas de précisions.

³⁷ Les chiffres retenus ici, pour l'étude de Gladwin et Peacock (1997) sont ceux relatifs à la zone d'évacuation uniquement. Le nombre total de ménages sondés (zone d'évacuation et hors zone) est de 1236, pour un taux d'évacuation de 21,1%.

³⁸ Pour l'étude de Dash et Morrow (2001), les chiffres retenus sont ceux relatifs à la zone d'évacuation obligatoire uniquement (Monroe County – Archipel des Florida Keys). L'étude comprend aussi 707 sondés dans l'agglomération de Miami-Dade, en zone d'évacuation volontaire (avec là un taux d'évacuation de 15%, montant à 44% pour les seuls ménages vivant en zone côtière).

pour les deux types d'aléas considérés dans ces études, soit des inondations fluviales ou le passage d'ouragans (entraînant souvent une inondation côtière).

Il apparaît pertinent de restreindre l'analyse aux seules études qui s'intéressent exclusivement aux territoires ayant fait l'objet d'une consigne d'évacuation (emprise géographique = A) : ce sont celles qui, en effet, se rapprochent le plus du cas francilien ; comme nous le verrons plus loin, des consignes claires d'évacuation seront en effet données en cas d'inondation majeure en Ile-de-France. Dans ces conditions, l'amplitude des taux d'évacuation observés diminue sensiblement, ces derniers variant d'environ 40% à plus de 80% selon les situations observées. En considérant uniquement les évacuations métropolitaines, il est observé des taux relativement bas à Miami lors du passage de l'ouragan Andrew (54%) en 1992 (Gladwin et Peacock, 1997), à New York lors du passage de l'ouragan Sandy (37%)³⁹, mais aussi lors d'une des plus grandes évacuations de masse de l'histoire américaine, pendant le passage de l'ouragan Rita en septembre 2005 (47%) sur Houston (avec 2,5 millions de personnes évacuant la ville de Houston et de ses environs) (Siebeneck et Cova, 2008). Ces taux apparaissent cependant plus élevés à la Nouvelle-Orléans un mois plus tôt, lors du passage destructeur de l'ouragan Katrina (taux d'évacuation préventive de 70% dans la ville de la Nouvelle-Orléans, 80% hors de la ville) (Elliott et Pais, 2006).

Le contexte, géographique (Etats-Unis) et cinétique (ouragans), est néanmoins assez éloigné de notre objet d'étude, appelant à prendre avec précaution les conclusions tirées de ces retours d'expérience. La rareté des sondages menés *a posteriori* des évacuations liées à des inondations fluviales, et disponibles au sein de la littérature scientifique, est à ce titre dommageable : il est pourtant nécessaire d'avoir accès aux retours d'expérience de ce genre d'événements, les seuls dont la cinétique puisse être comparable à une crue de la Seine. Pour ce faire, il faut se tourner, non plus vers les sondages menés *a posteriori*, mais sur les comptages des populations évacuées effectués par les autorités ou par d'autres sources médiatisées, au fil de la crise. Ces chiffres peuvent être recueillis par l'intermédiaire de la littérature grise, dans des rapports parlementaires post-crise (Sauzey *et al.*, 2001), dans des rapports méthodologiques ou des guides méthodologiques, notamment dans la documentation du CEPRI (2014) ou de celle du CEREMA (Arbizzi, 2012) ; ils peuvent aussi être cités dans la littérature scientifique à titre informatif, pour appuyer un propos argumenté ou le développement d'un modèle, comme le font Jonkman (2007), Khazai *et al.* (2013), Plate (2011) ou Thieken *et al.* (2016).

Quelques chiffres, tirés d'inondations fluviales en Europe occidentale et centrale des deux dernières décennies, sont avancés dans le Tableau 2 à titre illustratif. Ils ne remplacent néanmoins pas la synthèse tirée de la littérature scientifique (Tableau 1), à plusieurs titres : d'une part, leur fiabilité n'est pas vérifiable (les critères méthodologiques des comptages ne sont pas définis nécessairement) ; d'autre part, ces comptages débouchent sur des effectifs, des valeurs absolues, qui ne peuvent que rarement être ramenés sous la forme d'un ratio, exprimant la part de la population évacuée par rapport à la population totale comprise dans une zone d'évacuation. Au mieux est-il possible d'avoir un ratio entre la population évacuée et la population en zone inondée, quand l'effectif de cette dernière est connu. Aux chiffres donnés dans le tableau, il faut rajouter le retour d'expérience de la crue de la Seine et de ses affluents en juin 2016 : s'il n'est pas possible d'estimer un taux d'évacuation précis, les points de

³⁹ L'ouragan Irène, qui précède d'un an Sandy, n'est pas ici pris en compte : quand bien même un ordre d'évacuation a été émis pour l'occasion, l'ouragan a en effet largement épargné la ville de New York.

situation zonaux font état de 17 500 personnes évacuées à l'échelle de la région francilienne. Toutefois, cette crue comme les événements cités dans notre tableau, demeurent assez éloignés du scénario d'inondation majeure sur lequel se penchent nos travaux : par leur durée d'une part (à l'exception de la crue de la Somme, il s'agit d'inondations dont la durée dépasse rarement une à deux semaines) ; par les effectifs concernés d'autre part (les inondations de l'Elbe et du Danube ont bien entraîné l'évacuation de 400 000 personnes, mais sur de très vastes territoires, à cheval sur plusieurs pays, et non pas à l'échelle d'une seule région urbaine).

Auteurs	Date	Pays - Région d'étude	Aléa	Taux d'évacuation (pop. évacuée / pop. en zone inondée)	Effectifs évacués
Plate	2011	Europe centrale (République tchèque et Allemagne)	Inondation (Elbe et Danube, 2002)	ND	>400 000
Jonkman	2007	Pays-Bas	Inondation (Rupture de digue potentielle, 1995)	95%	250 000
CEPRI	2014	Saxe (Allemagne)	Inondation (Elbe, 2002)	ND	> 100 000
Thieken et al.	2016	Allemagne	Inondation (Elbe et Danube, 2013)	ND	80600
Khazai et al.	2013	Allemagne	Inondation (Elbe et Danube, 2013)	ND	52 500 (dont 27 000 en Saxe) ⁴⁰
CEPRI	2014	France Sud-Est	Inondation (Rhône, 2003)	ND	27 000
Arbizzi	2012	Arles	Inondation (Rhône, 2003)	65%	6 000
Sauzey et al.	2001	Bassin de la Somme (France)	Inondation (Somme, 2001)	<50%	> 1 100

Tableau 2. Taux et effectifs d'évacuation : comptages effectués lors d'inondations en Europe et en France.

Pour conclure sur cette synthèse, de la littérature scientifique et de la littérature grise, il apparaît une grande variété de situations, aux Etats-Unis comme en Europe occidentale, avec une fourchette de taux d'évacuation large, variant de moins de 40% à plus de 80%. Les évacuations totalement réussies, approchant 100%, sont dans tous les cas très rares (Vogt et Sorenson, 1992) : à ce titre, il faut noter la performance de l'évacuation de 1995 aux Pays-Bas, avec un taux d'évacuation de 95%.

2.2.2 L'identification malaisée des variables discriminantes de l'évacuation et de l'auto-évacuation

Il ne suffit pas d'exprimer un ordre de grandeur lors d'une évacuation pour pouvoir quantifier les besoins de prise en charge des populations : afin de pouvoir donner une valeur prédictive (pour de futures catastrophes) à ces ordres de grandeur observés dans le passé, encore faut-il pouvoir expliquer ces taux d'évacuation. Appréhender les disparités entre événements, mais aussi comprendre les facteurs de disparités entre territoires, entre populations, entre individus pour une même catastrophe : pourquoi un quartier évacue-t-il beaucoup plus qu'un autre ? Pourquoi un ménage évacue tandis que son voisin ne le fait pas ?

⁴⁰ Les données de Khazai et al. (2013) ont été obtenus au cours de l'inondation (données en date du 7 juin 2013), et non *a posteriori* : elles ne prennent donc pas en compte les populations évacuées après le 7 juin.

2.2.2.1 Les facteurs de risque envisagés par la littérature : des aspects collectifs et territoriaux aux aspects individuels

Les taux d'évacuation observés sont bien sûr fortement variables, non seulement selon les événements, mais aussi pour un même événement selon les populations sinistrées : de fait, si la décision d'évacuer comporte un volet commun à l'ensemble d'une population exposée (du fait d'une stratégie décidée par les autorités locales, de l'émission de consignes, voire d'un ordre d'évacuation), elle comprend également un volet communautaire, local et a lieu dans un contexte de groupe (du fait de l'instinct grégaire - on évacue car ses voisins évacuent) (Sorensen et Vogt Sorensen, 2007), et relève en dernière instance de l'individu ou du ménage même. A ce titre, dans la prise de décision interviennent plusieurs types de facteurs ; ces facteurs sont classés ci-dessous selon leur caractère global (propre à l'ensemble d'une communauté) ou au contraire local et individuel, en commençant par les facteurs globaux :

(1) Les stratégies d'action collective :

- Les consignes d'évacuation, plus encore celles qui prennent un caractère impératif, jouent fortement sur les taux d'évacuation : ces consignes permettent d'accentuer la conscience du risque chez les populations ciblées, qui peuvent par ailleurs être sujettes à une certaine peur de l'autorité (et de désobéir à la consigne donnée). Lors du passage de l'ouragan Bonnie sur la cote de Caroline du Nord en 1998, les habitants étaient trois fois plus susceptibles d'évacuer s'ils avaient reçu une consigne d'évacuation (à caractère non impératif), que les habitants qui ne l'avaient pas reçue ; ils étaient huit fois plus susceptibles d'évacuer s'ils avaient reçu un ordre impératif d'évacuation (Whitehead *et al.*, 2000). Pour qu'une consigne d'évacuation soit efficace, il est essentiel que les populations ciblées comprennent que cette consigne s'applique à leur cas personnel : il sera question plus loin de la problématique de l'alerte aux populations, mais il faut ici retenir l'importance d'un message précis et personnalisé, de préférence transmis non pas seulement par les médias de masse ou par des hauts parleurs (par définition impersonnels !), mais par des visites en porte-à-porte effectuées auprès des habitants par des représentants officiels des autorités (Baker, 1991).

- Associé aux consignes d'évacuation, il y a donc les sources d'information. Citons parmi elles : les médias d'information locaux, les médias d'information nationaux, les proches (famille et amis), les autorités locales, mais aussi Internet (en tant que média, en tant que réseau social). L'efficacité de ces sources se mesure non seulement à l'aune de leur disponibilité et de leur audience, mais aussi de la confiance dans les informations transmises : or, ce sont les proches et les autorités locales qui apparaissent le plus dignes de confiance dans les enquêtes (Lindell *et al.*, 2005). Les sources d'information sont bien sûr variables selon les profils des ménages : les ménages avec un grand réseau social, familial et amical, ont plus accès à l'information issue de ce dernier. A noter cependant qu'avoir un large réseau social ne garantit pas d'évacuer nécessairement : en effet, un large réseau implique aussi des responsabilités plus grandes vis-à-vis de la communauté dans laquelle la personne s'insère ; ces responsabilités peuvent entraîner une certaine réticence à évacuer, du fait de la volonté de ne pas « abandonner » sa communauté (Horney *et al.*, 2012).

- Les normes : une norme est un comportement socialement défini, qui détermine et limite la façon dont une personne interprète le monde, et se comporte en son sein. Elles ont donc aussi leur rôle à jouer en cas d'évacuation, en favorisant ou en défavorisant cette dernière. Ces normes se définissent dans le temps et peuvent d'ailleurs être bouleversées par l'occurrence d'une crise,

d'un changement dans l'environnement social ou physique plus largement (à l'instar d'une évacuation), qui rend obsolète la norme traditionnelle. Ces normes se définissent également en fonction des groupes sociaux et ethniques : des communautés, souvent en marge, peuvent avoir des normes différentes et avoir un comportement différent du reste de la population lors d'une évacuation (avec un taux d'évacuation différent) (Riad *et al.*, 1999).

(2) Les facteurs environnementaux :

- L'exposition à l'aléa est un des facteurs les plus évidents de l'évacuation (Solis *et al.*, 2009) : évident au sens littéral (en latin, *videre* pour voir), car l'évacuation s'impose à l'esprit comme une réalité qui n'a pas besoin d'être justifiée, dès lors que l'exposition à l'aléa est forte et visible pour les populations exposées. Dans le cas d'une inondation, la montée des eaux pour les populations directement riveraines du cours d'eau est une forte incitation à l'évacuation : lors de l'inondation de Cedar Rapids, c'est bien la montée des eaux qui a été la principale motivation des ménages à évacuer (Siebeneck et Cova, 2012). Cependant, cette exposition à l'aléa doit pouvoir être vécue comme telle par les populations : dans le cas d'une inondation francilienne, l'aléa apparaît caché pour nombre de personnes, qui se retrouvent à plusieurs kilomètres de la Seine et qui pourtant peuvent être affectées par l'onde de crue. Citons à ce titre l'exemple de Gennevilliers, commune en aval de Paris : les hauteurs d'eau les plus élevés ne se retrouvent pas en bord de Seine, mais au contraire le long du tracé de la ligne de métro (ligne 13), qui suit un ancien méandre du fleuve, le fossé de l'Aumône⁴¹ dans l'intérieur des terres. Au-delà des implications en termes de perception du risque que l'exposition à l'aléa entraîne, cette dernière entraîne également une implication plus forte des administrations, et à un plus grand effort de sensibilisation. Subséquemment, les zones fortement exposées à l'aléa (l'intensité de l'exposition peut se mesurer pour des inondations en hauteur d'eau) font l'objet de taux d'évacuation plus élevés que les zones moins exposées : dans sa synthèse sur les évacuations liées au passage d'ouragans, Baker (1991) signale que le taux d'évacuation est de 83% dans les zones "à haut risque", contre 37% dans les zones adjacentes aux premières, "à faible risque". De même, lors du passage de l'ouragan Georges sur la Floride en 1998, au sein du comté de Miami-Dade compris en zone d'évacuation volontaire, les taux d'évacuation sont beaucoup plus élevés parmi les habitants des zones les plus exposées, au sein des îles côtières faisant face à la ville de Miami (44%), que parmi les autres habitants résidant sur le continent (13%) (Dash et Morrow, 2001).

- L'état du quartier d'habitation dans lequel s'inscrit le logement des personnes à évacuer : si le quartier n'est plus vivable, car les services publics et les entreprises (commerces) ont fermé, les ménages sont mécaniquement conduits à partir. Wright et Johnston (2010) ont identifié des fonctions et services indispensables au maintien sur place des populations : les transports en communs (a), les écoles (b), les entreprises (c) et les réseaux sociaux (d). Les transports en communs (a) sont essentiels pour couvrir les besoins de sociabilité et les besoins commerciaux au quotidien (voir ses proches, ravitailler le ménage, visiter les structures médicales au besoin). Les écoles (b) représentent la clé de voûte (*focal point*) d'un quartier : sans école fonctionnelle (inondée, ou coupée des réseaux, ou encore utilisée à d'autres fins, par exemple comme poste de sécurité civile ou d'hébergement), les parents doivent garder les enfants chez eux, et ne peuvent plus travailler, de telle sorte que l'activité économique s'arrête. Plus globalement, l'arrêt de l'activité des entreprises, représentant à la fois des emplois, des commerces et des lieux de

⁴¹ Visite de terrain sur la commune de Gennevilliers, avec l'EPTB Seine Grands lacs et la mairie de Gennevilliers.

vie, est aussi un des facteurs qui peuvent pousser au départ : si certains salariés peuvent être réticents à partir du fait de leurs obligations salariales (Smith et McCarty, 2009), la fermeture des entreprises, dès lors qu'elle survient, met un terme à leurs réticences. L'effondrement des réseaux sociaux (d), amicaux, familiaux, mais aussi des réseaux d'entraide de type associatif ou religieux, est un dernier fort facteur d'incitation au départ ; cet effondrement des réseaux sociaux peut s'accompagner d'un ressort psychologique, lié à l'instinct grégaire : je vois mes voisins, mes proches, évacuer, donc j'évacue aussi.

(3) Les facteurs démographiques (par ménage), qui conditionnent entre autres la mobilité des ménages :

- La présence de personnes présentant des problèmes de santé ou de dépendance, appelant à une assistance médicale, demandant des équipements spécialisés, peut contrarier l'évacuation (Ng *et al.*, 2014 ; Wright et Johnston, 2010). De même en est-il de la présence de personnes âgées, ou d'un âge moyen du ménage élevé (Heath *et al.*, 2001). Les personnes handicapées mais aussi les personnes âgées ont une mobilité physique compromise, peuvent rencontrer des problèmes de compréhension des consignes officielles données, ont des besoins spéciaux en termes de prise en charge (notamment en termes de transport, avec le besoin de véhicules spécialisés dans certains cas).

- La présence d'animaux domestiques et l'intensité du lien homme-animal (*human-animal bond*) sont autant de facteurs défavorables à l'évacuation, en particulier chez les ménages sans enfant (Heath *et al.*, 2001) : si ce fait peut apparaître anecdotique, il faut ici rappeler la large part de la population qui est propriétaire d'au moins un animal domestique, avec un impact donc potentiellement fort sur le taux d'évacuation et la gestion d'une crise.

- Le fait d'être une femme ou d'avoir une femme comme chef de famille tend à l'inverse à favoriser les évacuations (Brown et Parton, 2014 ; Smith et McCarty, 2009). Est en cause notamment une perception du risque différente, plus faible chez les hommes que chez les femmes (Armas, 2008), et le rôle traditionnel d'aidant familial (*care-giver*) attribué à la femme (Bateman, 2002 ; Jenkins *et al.*, 2009) : celle-ci tend à privilégier la protection du ménage face à l'aléa, par rapport à d'autres priorités.

- De la même façon, un ménage de grande taille et la présence d'enfants (et de préférence de plusieurs enfants) favorisent nettement l'évacuation : Heath *et al.* (2001) signale ainsi des taux de non évacuation deux fois plus élevés chez les ménages sans enfants que chez les ménages avec enfants. Les familles sont en effet incitées à évacuer par la présence d'enfants, afin de protéger ces derniers. A l'inverse, les célibataires et les personnes sans enfant ont tendance à moins évacuer.

(4) Les facteurs socio-économiques (par ménage), qui conditionnent l'accès aux ressources et la mobilité :

- Le type de logement peut influencer la décision d'évacuer dans la mesure où il façonne la perception du risque : des logements qui apparaissent vulnérables, sur un plan structurel, par rapport à l'aléa, incitent à l'évacuation. Ainsi en est-il des mobil-homes (Whitehead *et al.*, 2000), mais aussi des maisons individuelles. De même, au sein d'un immeuble, le fait d'habiter au rez-de-chaussée ou au premier étage peut inciter à l'évacuation, du fait d'une plus forte perception du risque : lors de l'ouragan Sandy, les personnes habitant au 5^e étage ou plus étaient beaucoup

moins susceptibles d'évacuer que celles habitant au rez-de-chaussée ou au premier étage (22% contre 56%, d'après Brown *et al.* (2016).

- Le fait d'être propriétaire représente un frein à l'évacuation (Smith et McCarty, 2009) : l'attachement au lieu (qui est associé à la propriété), le désir de protéger sa propriété (de l'aléa, des pillleurs) représentent autant de raisons de demeurer sur place.

- La mobilité matérielle joue également un rôle mineur dans la capacité des ménages à évacuer : avoir une voiture mais aussi un lieu de chute (un lieu d'hébergement temporaire) à sa disposition sont autant de conditions favorables à l'évacuation (Smith et McCarty, 2009 ; Wright et Johnston, 2010). Elles ne représentent pas pour autant des conditions *sine qua non* : en l'absence de voiture individuelle, les ménages trouvent souvent des solutions alternatives (voisins, proches, transports en commun)⁴². Sur un plan pratique, la grande majorité des personnes qui n'évacuent pas le fait par choix et non par manque de mobilité. Dans une étude portant sur le comportement des habitants de Floride lors de la saison des ouragans de 2004, développée par Smith et McCarty (2009), l'absence d'une voiture ou d'un point de chute a été la raison principale de la non-évacuation dans seulement 3% des cas recensés. Une exception notable est celle de l'ouragan Katrina : dans ce cas de figure, et du fait de l'absence de transports en commun disponibles au moment de l'évacuation, nombreux sont les ménages qui expliquent ne pas avoir évacué par manque de transport individuel. Ainsi, parmi les personnes sondées en septembre 2005, déplacées de la Nouvelle-Orléans vers des centres d'hébergement dans l'agglomération de Houston, 34% de celles qui n'ont pas évacué avant l'arrivée de l'ouragan Katrina affirment ne pas l'avoir fait du fait de l'absence d'un moyen de transport *ad hoc* (Brodie *et al.*, 2006).

- Le fait d'avoir des ressources financières (revenus) peut aussi jouer à la marge sur la capacité à évacuer (Wright et Johnston, 2010).

- La race ou l'ethnie est aussi susceptible d'avoir son rôle à jouer, particulièrement dans un contexte à forte discrimination raciale : en cause, le fait que la race puisse influencer les normes culturelles, la perception du risque, la confiance dans les autorités, mais aussi être corrélée à d'autres variables (type de logement plus vulnérable, revenus moins élevés) (Horney *et al.*, 2012 ; Perry, 1979).

- Enfin, et de façon étonnante, peu d'études mentionnent le fait d'être immigré ou étranger dans la difficulté à évacuer : en effet, ce facteur peut être associé avec un plus grand risque d'incompréhension (linguistique, culturelle) des consignes d'évacuation et des messages officiels, comme le souligne le guide des autorités australiennes sur les évacuations (Emergency Management Australia, 2005) ; la condition d'étranger ou d'immigré est également associée à des ressources socio-économiques plus faibles.

(5) Les facteurs psychologiques et la perception individuelle du risque : chaque individu examine le risque selon la proximité, la certitude, la sévérité de la menace qu'il perçoit (Riad *et al.*, 1999). Un individu prend la décision d'évacuer quand la menace est perçue comme réelle (Perry, 1979) : la prise de conscience a généralement lieu dans l'urgence, au dernier moment ;

⁴² Comme nous le verrons dans les développements méthodologiques, si l'absence de voiture n'a qu'un impact très limité sur les taux d'évacuation, elle joue bien sûr, à l'inverse, sur les taux d'auto-évacuation, sur les besoins exprimés en transports en commun des populations à évacuer, sur l'effort de prise en charge des populations par les autorités. Il faut de fait pouvoir distinguer taux d'évacuation globale, auto-évacuation et évacuation assistée.

lors des inondations de Cedar Rapids, la perception globale du risque demeure relativement faible, jusqu'à deux jours avant le pic de crue, puis augmente progressivement avec la montée des eaux (Siebeneck et Cova, 2012) ; en extrapolant cette conclusion au cas francilien, il est possible d'imaginer que l'évacuation préventive demeurera à des niveaux relativement faibles, jusqu'à une prise de conscience soudaine qui, couplé à l'instinct grégaire, aboutira alors à de nombreuses évacuations précipitées *ex-post*.

- L'expérience d'une précédente occurrence de l'aléa considéré (ouragan, inondation) a un impact psychologique fort sur les habitants. *A priori*, il favorise l'évacuation (une précédente expérience façonnant la perception du risque, activant des réflexes de prévention). Néanmoins, si l'expérience précédente s'est révélée être de faible ampleur, elle peut mener à une *false experience*, à une expérience trompeuse ; les habitants pensent alors qu'ils ont déjà vécu le pire, et se retrouvent trop confiants, manquant de recul, par rapport à l'occurrence d'un nouvel événement (Baker, 1991). Cette confiance mal placée se retrouve également chez les ménages les mieux préparés (sur un plan matériel, par la possession d'un kit d'urgence, de ravitaillement, de batardeaux...), qui du fait de leur préparation se sentent en sécurité et moins susceptibles d'évacuer (Solis *et al.*, 2009).

- L'expérience d'une précédente évacuation conduit *a fortiori* à dédramatiser l'opération, facilitant la prise de décision. Toutefois, à l'instar de la *false experience*, une précédente expérience d'évacuation, si elle a été recommandée par les autorités et si elle est apparue inutile *a posteriori* (les eaux ne sont pas montées aussi haut que prévues...), peut contrarier la volonté des habitants à évacuer dans le futur : par analogie avec la fable d'Esopé, les auteurs désignent cette attitude comme le *crying wolf* (crier au loup). Cette hypothèse logique doit cependant être considérée avec prudence : dans les études existantes, il faut ainsi noter l'absence de corrélation significative entre la *false experience* et le *crying wolf* d'une part, et l'évolution des comportements d'un événement à l'autre d'autre part, d'après Baker (1991).

- La connaissance du risque et la conscience d'être situé en zone inondable *a priori* (pour les inondations fluviales comme pour les ouragans) peuvent augmenter la probabilité d'évacuer : les messages et consignes d'évacuation qui sont ensuite reçus ne font que confirmer un avis préexistant. De fait cependant, cette connaissance est très souvent lacunaire : dans une étude portant sur la capacité des habitants des côtes texanes à reconnaître la zone de risque dans laquelle s'inscrit leur logement, seuls 36% des personnes interrogées ont réussi à répondre correctement (Arlikatti *et al.*, 2006) ; une précédente étude faisant suite au passage de l'ouragan Bret avait débouché sur des résultats similaires (Zhang *et al.*, 2004).

2.2.2.2 Des difficultés à identifier des variables prédictives du comportement des populations en cas d'évacuation

Cette litanie de facteurs doit néanmoins être confrontée à l'analyse statistique de situations réelles : l'objectif étant de valider ou d'invalidier les hypothèses qui sous-tendent le comportement des populations évacuées, et les facteurs qui expliquent ce comportement afin d'en tirer une valeur prédictive pour un cas non documenté, la crue de la Seine. En effet, nombre d'hypothèses ont une logique interne qui apparaît intellectuellement valide, mais peinent à trouver une réalité tangible : de fait, les résultats issus des différentes études relatives au comportement des évacués ne sont pas nécessairement concordants, et demandent à être pris avec un recul critique.

Ces études sont généralement issues des estimations de taux d'évacuation présentées précédemment (Tableau 1). Elles associent ces estimations à l'analyse statistique de variables (démographiques, sociales, économiques) potentiellement discriminantes : les études cherchent ainsi à identifier des différences significatives entre les taux d'évacuation de plusieurs sous-populations (chaque sous-population étant caractérisée par une ou plusieurs variables). Cette analyse a généralement lieu par le biais de modèles de régression logistique, à quelques exceptions près toutefois (Murray-Tuite et Wolshon, 2013). Elle peut avoir lieu de façon univariée (l'étude compare différents taux d'évacuation pour une seule variable) ou de façon multivariée (c'est une combinaison de plusieurs variables qui explique une différence dans les taux d'évacuation). Ng *et al.* (2014) comparent ainsi l'impact des variables sociodémographiques pour deux types de ménages, les ménages avec des personnes handicapées et les ménages sans : il apparaît vite que certaines variables sociodémographiques favorisent l'évacuation pour les uns et la défavorisent pour les autres. Ainsi, le fait d'être une famille monoparentale n'a aucun impact pour les ménages sans personne handicapée, tandis qu'il réduit fortement la possibilité d'évacuer pour les ménages avec au moins une personne handicapée. Les limites de comparaisons présentées précédemment, dans les estimations de taux d'évacuation, valent également pour les analyses statistiques discriminantes. Par ailleurs, les auteurs n'étudient pas tous les mêmes variables : certains mettent l'accent sur les variables environnementales, d'autres sur les variables sociologiques ou économiques, d'autres encore sur les variables démographiques ; la terminologie utilisée peut par ailleurs varier pour une même variable et entraîner d'éventuelles confusions (les variables "ménage avec un seul adulte" et "ménage monoparental" correspondent-elle à la même réalité ?).

Le Tableau 3 ci-dessous présente une courte synthèse des résultats obtenus dans quelques références internationales. Il présente, d'une part l'impact positif ou négatif des variables sur le taux d'évacuation, d'autre part la valeur prédictive de ces variables pour d'autres événements (en d'autres termes, est-ce que cette variable permet de prédire le taux d'évacuation attendu dans le cadre d'un événement qui n'est pas encore arrivé ?) Cette valeur prédictive est estimée subjectivement dans le cadre de l'état de l'art, à partir de deux critères : en fonction du caractère significatif de la corrélation entre la variable décrite et le taux d'évacuation mis en lumière par les auteurs, mais aussi selon le nombre d'études qui valident cette corrélation (si une seule étude a décelé une telle corrélation, il est considéré que la valeur prédictive de la variable demeure faible).

Il faut noter que toutes les variables citées dans la sous-partie précédente ne sont pas retranscrites dans le tableau : ne sont en effet considérées que les principales variables citées dans la littérature internationale, qui sont parfois regroupées à fins de lisibilité ; certaines sont ignorées délibérément, en particulier celles qui font l'objet de fortes contradictions d'une étude à l'autre. Citons par exemple l'importance du réseau et du soutien social dans les taux d'évacuation : ce réseau a un rôle positif chez Riad *et al.* (1999) mais négatif chez Ng *et al.* (2015). Sont aussi ignorées celles qui ne font l'objet d'aucune tendance significative, dans un sens ou dans l'autre, comme le niveau d'éducation (Ng *et al.*, 2016 ; Whitehead *et al.*, 2000) ou le temps de résidence ; pour la première variable, on pourrait considérer qu'un haut niveau d'éducation favorise une bonne connaissance et perception du risque, et donc des taux d'évacuation plus élevés ; pour la seconde, qu'un long temps de résidence dans un quartier ou dans son logement témoigne d'un attachement plus fort au lieu et donc d'une plus forte réticence à évacuer. D'un point de vue statistique, il n'en est rien dans les deux cas. Enfin sont ignorées les variables qui apparaissent peu pertinentes pour notre cas d'étude, l'inondation francilienne :

c'est le cas de l'habitat en mobilhomes, qui est pourtant très fortement corrélé (et de façon unanime) avec un fort taux d'évacuation.

	Impact sur le taux d'évacuation	Valeur prédictive	Etudes porteuses
Stratégies d'action collective			
Consignes d'évacuation	++	Forte	Baker, 1991 ; Whitehead <i>et al.</i> , 2000
Réseaux d'information (médias)	+	Faible	Lindell <i>et al.</i> , 2005
Réseaux d'information (proches et autorités)	++	Faible	Lindell <i>et al.</i> , 2005
Facteurs environnementaux			
Exposition à l'aléa, intensité de l'aléa	++	Forte	Baker, 1991 ; Brown <i>et al.</i> , 2016 ; Horney <i>et al.</i> , 2012 ; Riad <i>et al.</i> , 1999 ; Smith et McCarty, 2009
Proximité géographique par rapport à l'enveloppe de l'aléa	+	Faible	Lindell <i>et al.</i> , 2005
Facteurs démographiques			
Présence de personnes âgées, handicapées, sous condition médicale	-	Forte	Brown et Parton, 2014 ; Heath <i>et al.</i> , 2001 ; Horney <i>et al.</i> , 2012
Possession d'animaux domestiques	-	Forte	Heath <i>et al.</i> , 2001 ; Solis <i>et al.</i> , 2009 ; Whitehead <i>et al.</i> , 2000
Présence de femmes, femme chef de famille	++	Forte	Brown et Parton, 2014 ; Lindell <i>et al.</i> , 2005 ; Ng <i>et al.</i> , 2015 ; Riad <i>et al.</i> , 1999 ; Smith et McCarty, 2009
Taille du ménage, nombre d'enfants	++	Forte	Heath <i>et al.</i> , 2001 ; Ng <i>et al.</i> , 2015 ; Siebeneck et Cova, 2008 ; Smith et McCarty, 2009 ; Solis <i>et al.</i> , 2009
Facteurs socioéconomiques			
Propriétaire de son logement	-	Forte	Horney <i>et al.</i> , 2012 ; Smith et McCarty, 2009
Revenus	+	Faible	Elliott et Pais, 2006 ; Ng <i>et al.</i> , 2015
Minorité raciale / ethnique	-	Faible	Brown et Parton, 2014 (impact positif d'après cette étude) ; Elliott et Pais, 2006 ; Riad <i>et al.</i> , 1999 ; Whitehead <i>et al.</i> , 2000 ;
Facteurs psychologiques et perception du risque			
Evacuation ou aléa déjà vécu par le passé	+	Faible	Riad <i>et al.</i> , 1999 ; Solis <i>et al.</i> , 2009
Perception et connaissance du risque a priori	++	Forte	Baker, 1991 ; Brown <i>et al.</i> , 2016 ; Elliott et Pais, 2006 ; Whitehead <i>et al.</i> , 2000
Instinct grégaire (assister au départ des autres)	+	Faible	Lindell <i>et al.</i> , 2005

Tableau 3. Synthèse de la littérature sur les variables discriminantes en cas d'évacuation.

Les enseignements qui peuvent en être tirés apparaissent globalement similaires aux conclusions de l'état de l'art dressé par Baker (1991) ou par Sorensen (2000), avec certaines nuances cependant. Lors de l'occurrence imminente d'une catastrophe, les populations se fondent d'abord sur leur connaissance *a priori* du risque et la perception de leur exposition personnelle au danger ; si celle-ci est relativement juste et précise, les consignes d'évacuation ensuite données par les autorités confirment les populations dans leur perception du danger, et les incitent à évacuer. Les autres facteurs interviennent à titre secondaire. A l'instar de Baker (1991), les facteurs socioéconomiques (et d'abord les revenus) apparaissent relativement peu probants pour prédire du comportement futur des populations évacuées : Baker (1991) affirme même que ces variables n'ont aucun intérêt pour prédire le taux d'évacuation d'un futur événement hypothétique. Sorensen (2000) considère à l'inverse que le statut socioéconomique

et le niveau d'éducation ont un rôle important à jouer dans la probabilité d'évacuer. Les variables démographiques apparaissent jouer dans le Tableau 3 un rôle majeur dans la probabilité d'évacuer. Pourtant, Baker (1991) considère que ces variables, à l'instar des variables socio-économiques, sont peu utiles pour prédire le comportement des populations, compte tenu du déficit de résultats concordants dans les études existantes : certes, certaines variables démographiques font parfois l'objet de résultats peu concluants, notamment la problématique des personnes âgées et/ou handicapées et de l'âge moyen des ménages ; toutefois, les autres variables (le fait d'être une femme, d'avoir des enfants) font l'objet d'un fort consensus dans les études les plus récentes.

Concernant ces résultats contradictoires, observés entre différentes études, Horney *et al.* (2012) pose l'hypothèse qu'elles sont essentiellement dues à un contexte social différent. Il associe donc, dans le cadre d'analyses bivariées, des variables relatives au contexte social (en termes de contrôle, de capital, de cohésion sociale) et des variables démographiques. Ainsi, dans le cadre d'une étude dans les comtés de Caroline du Nord, il démontre que le fait d'être inséré dans un réseau associatif (être bénévole dans une association) et dans le même temps être célibataire ou sans enfant est fortement défavorable à l'évacuation. Or, en considérant l'ensemble des célibataires et des ménages sans enfant, aucune corrélation significative n'était observable avec le taux d'évacuation. A l'inverse, les seuls célibataires ayant une pratique bénévole ont une forte propension à rester sur place, car ils n'ont pas de famille à prendre en charge et sont insérés dans des réseaux qui les incitent à prendre des responsabilités *in situ* ; ces populations sont donc à cibler prioritairement d'après les auteurs, soit pour les inciter à évacuer elles aussi, soit pour en faire des vecteurs d'information et de soutien auprès des autres populations. De ce fait, si certaines variables (socio-économiques ou démographiques) ont une valeur prédictive relativement faible, compte tenu des résultats nuancés, et parfois contradictoires, de la littérature existante, elles ne peuvent néanmoins pas être ignorées, dès lors qu'elles sont remises dans leur contexte.

2.2.2.3 Le développement d'arbres de décision appliqués aux ménages en cas de catastrophe : l'évacuation, une décision individuelle

A partir des études relatives aux taux d'évacuation et aux variables discriminantes, certains auteurs ont développé des modèles conceptuels décrivant la prise de décision d'une évacuation au sein d'un ménage, sous la forme d'un arbre de décision. Ces arbres de décision permettent de passer d'une liste de facteurs potentiels d'évacuation, qui demeurent par définition des abstractions conceptuelles, à une combinaison de raisons pratiques. Chaque ménage présente de fait son propre processus de décision, mène ses propres analyses de type coûts-bénéfices afin de décider ou non d'évacuer. Chaque ménage doit pouvoir trouver une raison suffisamment forte de partir, qui puisse compenser les désagréments d'une évacuation. En effet, on ne peut oublier qu'une évacuation s'accompagne d'un inconfort certain (Zhai et Ikeda, 2006) : il faut rassembler le minimum vital pour partir, trouver une place d'hébergement, s'occuper des animaux de compagnie (ces derniers sont généralement refusés dans les lieux d'hébergement collectifs), risquer d'être pris dans le trafic routier. Dans certains cas, il faut faire face à une pénurie d'eau, de nourriture, d'électricité, à un manque de sommeil, au froid. Enfin, il faut appréhender le fait de ne pas pouvoir revenir dans son logement d'origine, de revenir au quotidien, avant un certain délai par ailleurs difficile à apprécier *a priori* (Dash et Morrow, 2001).

Parmi les arbres de décision développés, citons :

- Le modèle de Laska (Laska, 1990 in Simonovic et Ahmad, 2005) décrit le processus de décision d'évacuation des ménages en cas d'occurrence d'une inondation ; ce modèle identifie quatre phases séquentielles dans la prise de décision : (a) inquiétude, (b) reconnaissance du danger, (c) acceptation de l'évacuation, (d) décision d'évacuer. Quatre types de facteurs jouent un rôle (↑ positif ou ↓ négatif quant à la capacité à passer d'une phase à l'autre) : les conditions initiales (IF), les facteurs sociaux (SF), les facteurs externes (EF) et les facteurs psychologiques (PF) (Figure 5).

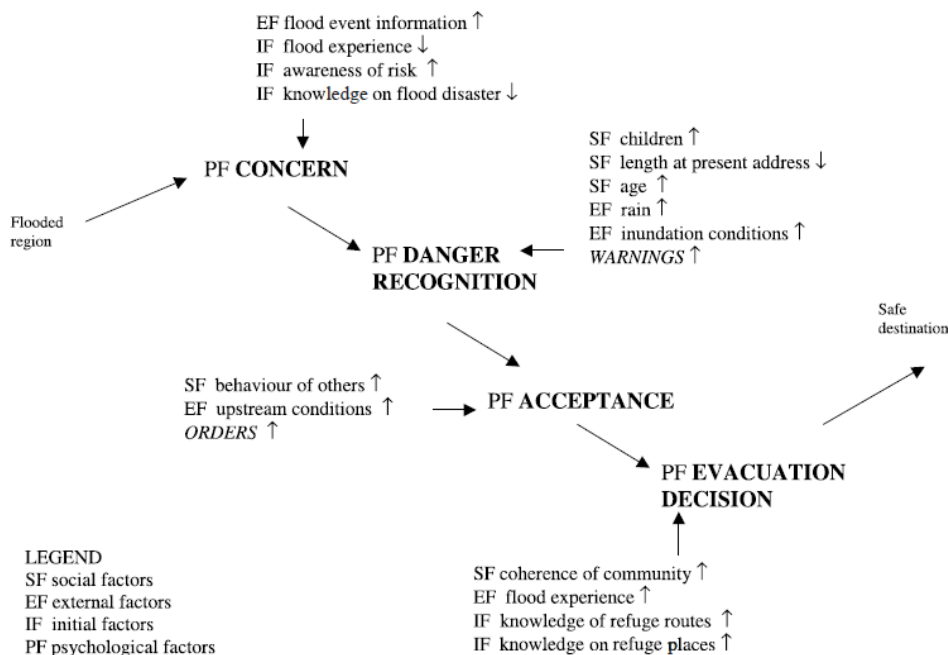


Figure 5. Un modèle conceptuel de comportement des ménages en cas d'évacuation (Source : Laska, 1990 in Simonovic et Ahmad, 2005)

- Le modèle ethnographique de Gladwin *et al.* (2001) illustre la prise de décision d'une évacuation, au sein d'un ménage, lors de l'occurrence d'un ouragan. Ce modèle rejette le postulat commun d'une prise de décision rationnelle (pleinement informée) ; il considère *a contrario* que chaque individu au sein du ménage peut avoir des informations et une perception différentes du risque : au sein d'un ménage peuvent donc coexister plusieurs points de vue qui doivent converger avant d'arrêter une décision (quelle qu'elle soit). Les mécanismes de choix peuvent également varier selon les ménages : certains ménages se mettent d'accord par le biais de compromis d'une grande complexité, tandis que d'autres ne font appel qu'à une seule information (décisive donc) pour se décider.

Le modèle est dit ethnographique car il ne se fonde pas sur des critères objectifs (comme la vitesse du vent, la hauteur de la lame d'eau...) identifiés par un ou plusieurs experts (*rule-based, expert model*) ; il fait au contraire appel aux réponses des acteurs mêmes de l'évacuation, les ménages. Le modèle est ainsi développé à partir d'entretiens qualitatifs auprès d'habitants de Floride du Sud, portant sur leur expérience de l'ouragan Andrew ; ces entretiens permettent de comprendre les choix faits par les habitants sondés lors de l'évacuation, et le contexte dans lequel ils ont fait ces choix ; à partir de ces entretiens, les auteurs ont développé un arbre de

décision (le modèle ethnographique) de façon inductive. Cet arbre, dont l'objet est de pouvoir prédire la majorité des comportements de différents ménages au sein d'une population donnée, a ensuite été testé par le biais de données empiriques issues d'un sondage conduit auprès de 954 individus.

Ce modèle, dont la première partie est visible en Figure 6, illustre le fait qu'une majorité de personnes ne suit pas aveuglément les consignes et les ordres d'évacuation ; certes, ces derniers ont leur rôle à jouer, mais les individus préfèrent, en premier lieu, se fonder sur une évaluation personnelle du danger.

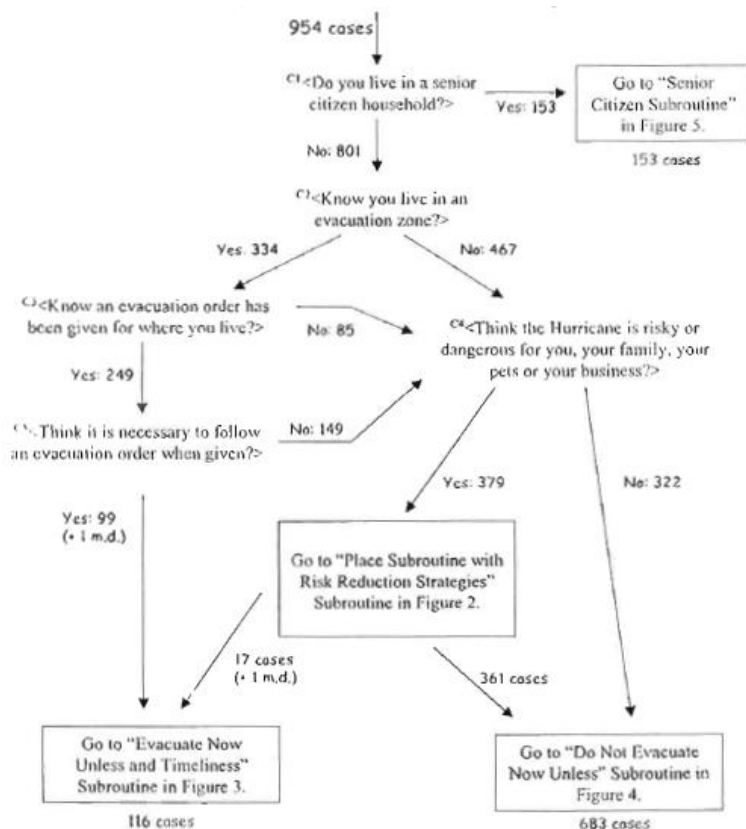


Figure 6. Première partie du modèle ethnographique de Gladwin et al. (2001). Les individus représentés (cases) sont ceux qui ont servi au test du modèle.

Ces deux modèles illustrent l'importance des facteurs individuels, par rapport aux seuls facteurs collectifs, dans la décision d'évacuer : dans le cas qui nous intéresse (celui d'une inondation francilienne), quelle que soit la stratégie d'évacuation, et les moyens de communication choisis par les autorités franciliennes, ces dernières doivent supposer qu'une part importante de la population ne suivra pas ses consignes. Dans la mesure où la littérature internationale nous informe des variables individuelles les mieux corrélées au fait d'évacuer ou de ne pas évacuer, il apparaît dès lors possible de caractériser des profils type d'individus (de ménages) qui présentent un risque spécifique lors d'une évacuation. Pour ce faire, et nous y reviendrons lors des développements méthodologiques, il faut s'appuyer sur les recensements individuels de l'INSEE : en effet, les personnes n'évacuent pas par groupes, par quartiers, mais par ménages, à titre individuel (pour des raisons individuelles) avant de le faire à titre collectif.

2.2.3 Les taux et les facteurs de l'auto-hébergement

Une fois prise la décision d'évacuer, les populations doivent trouver un hébergement. Elles peuvent s'appuyer sur leurs propres ressources (hébergement dans l'offre commerciale, en hôtel), sur les ressources de leurs proches (hébergement chez des amis ou au sein de la famille), ou enfin, et c'est la solution par défaut, de dernier recours, sur les ressources de la collectivité : il s'agit alors de trouver refuge au sein des centres d'hébergement d'urgence, ou des logements et chambres mis à la disposition par la collectivité. Cette problématique de l'hébergement intéresse autant, sinon plus que celle des évacuations, les autorités, car elle conditionne les besoins de prise en charge, sur le court et le long terme, des populations évacuées : dans le cas francilien, comment prendre en charge l'hébergement de dizaines, voire de centaines de milliers de personnes, sur plusieurs semaines à plusieurs mois ? Pour répondre à cette question, il faut d'abord pouvoir mesurer le nombre de personnes à prendre en charge.

2.2.3.1 Des taux d'hébergement collectif faibles et constants

Les études portant sur les taux d'auto-hébergement, les taux d'hébergement collectif et les facteurs discriminants en la matière sont peu nombreuses ; elles apparaissent pourtant essentielles à notre travail de thèse, dans la mesure où ces taux d'utilisation conditionnent pour large partie l'effort à fournir par les collectivités. A l'instar des études portant sur les taux d'évacuation, les comparaisons sont malaisées entre différents événements et toute conclusion à valeur générale doit être prise avec précaution : en particulier, la définition de l'hébergement varie fortement entre auteurs ; certains considèrent uniquement les hébergements de très court terme, pour une nuitée, comme Mileti *et al.* (1992), tandis que d'autres prennent en compte les hébergements de moyen terme, sur une période courant sur plusieurs semaines. L'hébergement de long terme, sur plusieurs mois à plusieurs années, est quant à lui souvent associé aux dynamiques démographiques plus globales, à des déplacements de population à caractère définitif, et au processus de reconstruction d'un territoire sinistré : il est étudié dans certains cas spécifiques, dans le cadre du suivi sur plusieurs années des évacués de Katrina (Landry *et al.*, 2007), mais aussi des déplacés au Japon, après le séisme de Kobe en 1995, et après le tsunami de 2011 sur la côte Est et l'accident nucléaire qui en a résulté. A ce titre, l'hébergement de long terme, en collectivité ou non, est analysé dans le chapitre 4, consacré aux impacts sociaux de long terme. La distinction entre auto-hébergement et hébergement en collectivité n'est par ailleurs pas toujours faite, les auteurs préférant d'autres typologies : Elliott et Pais (2006) opposent ainsi l'hébergement chez des proches (amis et famille inclus) à l'hébergement en collectivité et l'hébergement en hôtel ou en appartement loué, qu'ils regroupent au sein d'une même catégorie.

Le Tableau 4 recense quelques références - peu nombreuses - sur les choix d'hébergement de court et moyen terme après évacuation. Il fait état de taux d'hébergement en collectivité relativement similaires et faibles, de l'ordre de 5 à 6% pour trois des cinq références recensées, chutant à moins de 2% pour une quatrième référence (Smith et McCarty, 1996). Il apparaît de fait que les ménages préfèrent, tous contextes confondus, rejoindre des proches plutôt que des lieux d'hébergement collectif : Drabek et Boggs (1968), dans leur étude sur les ménages évacués après une inondation de Denver en 1965, signalent que c'est justement le fait de savoir qu'ils ont des proches pouvant les accueillir qui les décident à évacuer. Une seule référence, la synthèse de Mileti *et al.* (1992), exprime un taux d'hébergement en collectivité plus élevé

(14%), mais c'est une étude qui se restreint au recensement de l'hébergement de très court terme (*overnight shelters*).

Auteurs	Date	Type d'étude	Nb. ménages sondés	Pays - Région d'étude	Aléa	Taux d'évacuation	Hébergement chez des proches	Hébergement en hôtel	Hébergement collectif
							Exprimé en part de la population évacuée totale		
Mileti <i>et al.</i>	1992	S	-	Tous territoires	Tous types	-	-	-	15% (14% pour les inondations)
Siebeneck et Cova	2012	EU	192	Cedar Rapids (Iowa, E-U)	Inondations	85%	84%	10%	6% (?)
Smith et McCarty	1996	EU	5310	Floride (E-U)	Ouragan (Andrew, 1992)	17%	55%	31% (18% hôtel, 13% loc. appart.)	1%
Smith et McCarty	2009	EU	1881	Floride (E-U)	Ouragans (Saison 2004)	25%	65%	15%	6%
Whitehead <i>et al.</i>	2000	EU	895	Caroline du Nord (E-U)	Ouragan (Bonnie)	26%	70%	16%	5%

Tableau 4. Synthèse de la littérature sur les choix d'hébergement temporaire après évacuation, à court et à moyen terme.

Ces estimations apparaissent conformes à ce qui a pu être observé lors d'événements plus proches, sur un plan géographique et cinétique, du contexte d'une inondation francilienne. A titre illustratif, le Tableau 5 synthétise les observations faites, lors des inondations de l'Elbe et du Danube en Allemagne, en juin 2013, par le *Center for Disaster Management et Risk Reduction Technology*, du *Karlsruhe Institute of Technology* (Khazai *et al.*, 2013). Ces observations sont faites alors que l'inondation est encore en cours : elles ne constituent pas un bilan, mais une photographie (les données sont à jour du 7 juin 2013). Les taux d'hébergement collectif ont été estimés à partir des effectifs absolus mis à disposition dans le rapport : soit les effectifs des populations en centres d'hébergement collectif, rapportés aux effectifs des populations évacuées. A constater que le taux d'hébergement collectif observé en moyenne en Allemagne est proche des estimations américaines : 6%. Les taux peuvent néanmoins frôler 20% localement : l'hypothèse (non vérifiée) peut être qu'il s'agit de localités de petite taille fortement affectées, avec une grande part de la population évacuée, interdisant de fait à cette dernière d'aller se réfugier chez des proches et des amis (ceux-ci étant aussi compris dans la zone inondée). Dans le cas de notre terrain d'étude, la crue de la Seine de juin 2016 tend à confirmer les conclusions tirées de ces retours d'expérience étrangers : s'il est difficile de donner un taux d'estimation de prise en charge des hébergements à l'échelle régionale, notons toutefois qu'à l'échelle communale, le ratio entre le nombre de personnes hébergées par la collectivité et le nombre de personnes évacuées est très faible, dépassant rarement le seuil des 10%, comme nous le verrons dans le chapitre suivant.

Région	Effectifs évacués	Taux de prise en charge en centre d'hébergement collectif
Allemagne	52 500 (dont 27 000 en Saxe)	6% (moyenne pondérée par les effectifs des taux observés ci-dessous)
District de Sächsische Schweiz-Osterzgebirge	8670	4%
Ville de Dresde	2600	3%
District de Meissen	1542	19%
District de Mittelsachsen	396	18%

Tableau 5. Taux d'hébergement collectif lors des inondations de l'Elbe et du Danube en juin 2013 (Données : Khazai et al., 2013)

Etonnamment, ces estimations apparaissent inférieures à ce qui est prévu dans les plans d'évacuation et d'hébergement qui ont pu être mis en place, du moins en Europe occidentale. Le CEPRI, dans son guide sur les évacuations massives (2014), recense ainsi les taux de prise en charge estimés par les autorités, en ce qui concerne l'hébergement collectif (Tableau 6). Il faut ainsi constater que ces chiffres privilégient un seuil d'hébergement collectif un peu plus haut, de 10% en moyenne ; et c'est de fait en France que les chiffres sont les plus élevés, égaux ou supérieurs à 25%. Ces estimations hautes peuvent (éventuellement) s'expliquer par la volonté des autorités d'avoir une vision maximaliste de l'événement, de prévoir le pire pour pouvoir gérer tous types de situation.

Nationalité des plans	Seuil inférieur estimé	Seuil supérieur estimé
Plans d'évacuation belges	5%	10%
Plans d'évacuation suisses	10%	34% (1 ^{ère} nuit de l'évacuation)
Plans d'évacuation allemands	10%	20%
Plans d'évacuation français	25%	33%

Tableau 6. Estimation du taux de prise en charge en hébergement temporaire par les autorités en Europe occidentale. Synthèse tirée du guide du CEPRI (2014).

2.2.3.2 De l'hébergement de court terme aux solutions de moyen et de long terme

Or, l'utilisation des lieux d'hébergement collectif varie dans le temps. De fait, les populations évacuent généralement en deux temps : d'abord dans des lieux d'hébergement d'urgence et de proximité (zones de rassemblement, centres d'évacuation, guichets d'accueil) (*proximate destination*), puis vers leur destination finale (*ultimate destination*) (Lim et al., 2013). Quarantelli (1982a) fait quant à lui la distinction, depuis largement usitée, entre quatre formes successives d'hébergement et de relogements : l'hébergement d'urgence (*emergency sheltering*), l'hébergement temporaire (*temporary sheltering*), le relogement temporaire (*temporary housing*) et le relogement définitif (*permanent housing*). Le CEPRI (2014) fait une distinction similaire, entre l'hébergement de courte durée, celui de moyen terme, et enfin l'hébergement de long terme. Cette distinction est d'autant plus pertinente pour les événements de cinétique lente : l'hébergement de court terme (pour quelques nuits au plus) fait référence aux lieux d'hébergement d'urgence, pour reprendre l'expression de Quarantelli (*emergency sheltering*) ; les communes font face assez couramment aux problématiques de l'hébergement d'urgence et ont les moyens d'ouvrir rapidement des gymnases pour une ou deux nuits. L'hébergement de moyen terme (*temporary sheltering* dans la terminologie de Quarantelli) recouvre des solutions plus durables (équipements publics aménagés, logements dans des

hôtels) ; cet hébergement doit pouvoir durer plusieurs semaines, le temps que le danger soit définitivement passé (dans le cas d'une crue de plaine, le temps que l'inondation se termine et que les rues et logements se ressuient). L'hébergement de long terme ne concerne que les ménages dont le logement d'origine a été durablement endommagé et nécessite donc une reconstruction qui peut s'étaler sur plusieurs mois, *a minima*, sinon plusieurs années. Plutôt que d'hébergement, il est préférable de parler de solutions de relogement, compte tenu de leur caractère de longue durée (*temporary housing*).

Il apparaît que les lieux d'hébergement collectif sont plus adaptés aux besoins de courte durée (*proximate destination*) : ces lieux servent souvent de point intermédiaire, de lieu d'accueil des populations en transit. Ils permettent aux populations de trouver un refuge dans l'urgence, avant de chercher une solution plus durable, au sein de la famille ou chez des amis. Ils peuvent aussi permettre aux populations de se faire recenser par les autorités le cas échéant, afin que ces dernières puissent connaître leurs besoins (Mileti *et al.*, 1992). De ce fait, au-delà d'un ou de deux jours en centre d'hébergement collectif, les populations trouvent dans leur grande majorité le moyen de trouver par elles-mêmes une solution de relogement, de telle sorte que le taux d'hébergement collectif diminue avec le temps. Le CEPRI (2014) donne un exemple tiré des conclusions de l'Office Fédéral de la Protection des Populations en Suisse, qui estime que 34% des habitants ont besoin d'avoir leur hébergement pris en charge par la collectivité le jour de leur évacuation, mais qu'ils sont seulement 10% à en avoir besoin le jour qui suit.

En ce qui concerne l'hébergement en collectivité, diverses solutions peuvent être envisagées par les pouvoirs publics, selon la durée de l'évacuation (CEPRI, 2014) :

- A court terme, les équipements publics de type salle polyvalente (salle des fêtes), gymnase et les établissements scolaires peuvent servir pendant quelques nuitées, comme hébergement d'urgence. Ces équipements ne sont cependant pas prévus ni équipés pour héberger des populations et plusieurs principes sont à respecter : un espace minimum disponible par personne (4 à 10 m² selon les estimations), un accès à des sanitaires et des douches, des couchettes pour dormir.

- A moyen terme, les hébergements doivent pouvoir subvenir aux besoins de la population accueillie pendant plusieurs semaines. Les équipements publics, à l'instar des gymnases, doivent donc être équipés de façon *ad hoc*, en développant les équipements sanitaires (avec des toilettes et des douches mobiles qui viennent s'ajouter à des infrastructures existantes certainement saturées après quelques jours de vie commune), en assurant la collecte des déchets, en développant des bornes Wifi, en faisant appel à la restauration collective professionnelle, en renforçant enfin l'intimité au sein des ménages (par des cloisons en cartons par exemple). Outre ces équipements publics, les autorités peuvent aussi mobiliser l'offre commerciale en hôtellerie (chambres d'hôtels, gîtes, chambres d'hôtes), voire des hébergements de plein air (de type mobil-homes, tentes de l'armée). Ces hébergements de moyen terme doivent pouvoir être compatibles avec la continuité de la vie socioéconomique des territoires sinistrés : de ce fait, il faut limiter au maximum la distance entre le lieu d'hébergement et le logement, afin de permettre aux personnes de continuer à travailler, afin de limiter leur déracinement, et de favoriser ensuite leur retour au logement. Ces hébergements doivent enfin comprendre un espace en extérieur à même d'accueillir les véhicules des populations évacuées.

- A long terme, sur plusieurs mois, les gymnases et autres équipements publics n'apparaissent plus adaptés : l'hébergement en collectivité laisse alors place au relogement des ménages au

sein des appartements et maisons vacants du parc immobilier, ou bien au sein de mobil-homes. Dans certains cas d'évacuations massives de longue durée, l'hébergement en collectivité peut néanmoins perdurer sous de nouvelles formes : il s'agit alors de créer dans de grands espaces ouverts (stades, parcs, espaces agricoles) des "camps" comprenant des logements préfabriqués. Ces camps doivent se situer au plus près de l'agglomération afin de faciliter leur connexion aux réseaux d'assainissement, d'eau, d'électricité, et aussi d'assurer la proximité des services publics (transport en commun, poste, éducation) et privés (commerces).

Notons ici que, dans le cadre de ce chapitre, ce sont les besoins en hébergement de court et de moyen terme qui sont étudiés, courant donc de quelques jours à quelques semaines, et qui sont regroupés sous le vocable générique d'hébergement d'urgence. De la même façon, dans la mesure où seuls sont analysés les besoins de prise en charge par la collectivité, les expressions d'« hébergements en collectivité », d'« hébergement collectif », d'« hébergement d'urgence » sont utilisées indistinctement pour désigner *largo sensu* la prise en charge logistique et/ou financière, par la collectivité, de ces hébergements de court et de moyen terme.

2.2.3.3 L'identification des variables prédictives de l'utilisation des lieux d'hébergement d'urgence : le rôle prééminent du revenu

Les taux d'hébergement en collectivité varient non seulement dans le temps, selon qu'il s'agisse d'hébergement de courte, de moyenne ou de longue durée, mais aussi sur un plan géographique et sociologique, selon les territoires et populations cibles⁴³. La littérature permet d'identifier des facteurs discriminants, essentiellement d'ordre démographique et socio-économique, dans le choix des ménages de se tourner vers l'hébergement en collectivité, à court et à moyen terme⁴⁴. Parmi les facteurs démographiques, citons :

- L'âge moyen du ménage, qui apparaît comme un des deux facteurs déterminants (avec le revenu) dans l'étude de synthèse de Mileti *et al.* (1992). Les populations évacuées plus âgées ont un réseau social (amis et famille) plus restreint, lié à un plus grand isolement, mais également des ressources moins importantes pour trouver une alternative à l'hébergement en collectivité.
- Les femmes, qui sont moins susceptibles de faire appel aux hébergements en collectivité (Whitehead *et al.*, 2000).
- La possession d'animaux domestiques : les lieux d'hébergement collectif sont souvent interdits aux animaux (Whitehead *et al.*, 2000).
- Le caractère récent ou non de l'installation d'un ménage au sein d'un quartier : si l'installation est récente, les liens familiaux et amicaux sont plus distendus, donc les possibilités de trouver un hébergement chez des amis ou chez des proches plus réduites (CEPRI, 2014 ; Smith et McCarty, 2009).

⁴³ Le cas des populations hors ménages (vivant en prisons, hôpitaux, maisons de retraite) est mis de côté : ces populations évacuent dans le cadre "d'évacuations symétriques" (CEPRI, 2014) : les pensionnaires d'une maison de retraite inondée sont évacués dans une autre maison de retraite (pour ceux qui ne peuvent pas être accueillis dans leur famille), les personnes hospitalisées vont dans un autre hôpital, les condamnés dans une autre prison, etc...

⁴⁴ Comme nous l'avons dit précédemment, l'hébergement de long terme, ou relogement, a lieu dans le cadre de modalités très différentes de celles de l'hébergement de court et de moyen terme, qui sont abordées dans le cadre du chapitre 4.

Parmi les facteurs socio-économiques, il faut prendre en considération :

- Les ressources économiques disponibles, mesurées par le revenu ou par le fait d'être propriétaire (Smith et McCarty, 2009). Plus elles sont importantes, plus le ménage a de possibilités pour prendre en charge son hébergement (en particulier au sein de l'offre commerciale, en hôtel). A l'inverse, la précarité pousse les populations à se tourner vers l'hébergement en collectivité.
- La race et l'ethnie, qui peuvent aussi jouer un rôle dans le contexte fortement discriminant du Sud américain (qui comprend l'essentiel des retours d'expérience de la littérature internationale) : les populations blanches sont ainsi moins susceptibles d'aller dans des lieux d'hébergement collectif que les populations noires (Whitehead *et al.*, 2000).
- Les années d'étude : d'après Whitehead *et al.* (2000), les personnes ayant fait des études sont moins susceptibles, statistiquement, de se rendre dans des lieux d'hébergement collectif. Le niveau d'étude est cependant, sans doute, moins une cause qu'un symptôme : le niveau d'étude est de fait généralement corrélé aux revenus.

Outre ces variables d'ordre individuel, quelques facteurs collectifs ou environnementaux sont également cités par Mileti *et al.* (1992) :

- La proportion de la population évacuée au sein d'un territoire donné peut avoir un rôle mécanique sur le taux d'hébergement collectif : plus le taux d'évacuation au sein d'un territoire est élevé, plus le territoire en question est grand et plus le nombre de personnes concernées est important, moins les ménages évacués auront de possibilités pour aller se réfugier chez des proches, ceux-ci ayant également évacué. En d'autres termes, le caractère massif d'une évacuation, par opposition à une évacuation ponctuelle et localisée, accroît (en termes absolus mais aussi relatifs) les besoins de prise en charge de l'hébergement par les autorités, par un effet en cascade, mécanique. Intimement associé à cette problématique spécifique à l'évacuation massive, l'environnement urbain est également corrélé à un taux d'hébergement en collectivité plus élevé qu'en milieu rural.
- La stratégie d'alerte et de communication mise en œuvre par les autorités influence enfin la publicité donnée aux lieux d'hébergement collectif : or, si ces derniers font l'objet d'une information largement diffusée auprès des populations, celles-ci sont ensuite plus à même de les utiliser. Plus globalement, la stratégie relative à la mise à disposition de lieux d'hébergement adaptés a évidemment une grande influence sur les taux d'hébergement en collectivité.

Le Tableau 7 dresse une synthèse des différents facteurs : à l'inverse des études portant sur les taux d'évacuation, la littérature portant sur l'hébergement en collectivité débouche sur des conclusions claires et peu contradictoires. Certes, cette littérature est maigre, de telle sorte qu'un certain nombre de variables ne sont représentées que dans une seule étude, et sont de fait signalées comme ayant une faible valeur prédictive. Il n'empêche : ces variables font généralement l'objet d'une corrélation significative dans l'étude qui les cite, à l'inverse des études sur les taux d'évacuation. Une variable ressort spécifiquement : le revenu, cité dans les trois études ici synthétisées et qui apparaît comme le facteur majeur dans l'utilisation des hébergements en collectivité.

	Impact sur le taux d'hébergement collectif	Valeur prédictive	Etudes porteuses
<i>Stratégies d'action collective</i>			
Publicité donnée aux hébergements collectifs	+	Faible	Mileti <i>et al.</i> , 1992
<i>Facteurs environnementaux</i>			
Milieu urbain (vs. milieu rural)	+	Faible	Mileti <i>et al.</i> , 1992
Taille de la communauté évacuée / Taux d'évacuation	+	Faible	Mileti <i>et al.</i> , 1992
<i>Facteurs démographiques</i>			
Age élevé	++	Faible	Brodie <i>et al.</i> , 2006 (impact négatif d'après cette étude) ; Mileti <i>et al.</i> , 1992
Possession d'animaux domestiques	-	Faible	Whitehead <i>et al.</i> , 2000
Présence de femmes, femme chef de famille	-	Faible	Whitehead <i>et al.</i> , 2000
Nombre d'années passées dans son logement / son quartier	--	Faible	Smith et McCarty, 2009
<i>Facteurs socioéconomiques</i>			
Propriétaire de son logement	--	Forte	Brodie <i>et al.</i> , 2006 ; Smith et McCarty, 2009
Revenus	--	Forte	Brodie <i>et al.</i> , 2006 ; Mileti <i>et al.</i> , 1992 ; Whitehead <i>et al.</i> , 2000
Minorité raciale / ethnique	++	Forte	Brodie <i>et al.</i> , 2006 ; Whitehead <i>et al.</i> , 2000
Niveau d'éducation	-	Forte	Brodie <i>et al.</i> , 2006 ; Whitehead <i>et al.</i> , 2000

Tableau 7. Facteurs favorables et défavorables à l'hébergement en collectivité, au sein de la littérature.

En guise de conclusion, cet état de l'art met en évidence le caractère relativement précaire, voire contradictoire, des résultats obtenus par la recherche sur les évacuations, qu'il s'agisse des efforts de modélisation ou des analyses de sondages post-évacuations menés auprès des ménages affectés par une catastrophe. Les conclusions de ces recherches doivent de fait être considérées avec prudence, mais il n'empêche qu'elles sont aussi riches en enseignements. A ce titre, il convient de remarquer d'abord l'importance d'une perception aigüe de l'aléa et du risque *a priori*, pour qu'une consigne d'évacuation soit véritablement efficace, comprise et intégrée par les ménages ciblés. Il convient ensuite de remarquer des différences notables dans les variables individuelles explicatives de l'évacuation et de l'auto-hébergement : les ménages qui évacuent ne sont pas nécessairement ceux qui peuvent trouver un hébergement par leurs propres moyens. Pour les premiers, ce sont les variables démographiques qui jouent un rôle moteur ; pour les seconds, ce sont des variables socio-économiques. L'ensemble de ces informations est indispensable à la construction de notre méthodologie et aux hypothèses qui lui servent de fondement.

3 DEVELOPPEMENT D'UNE METHODE D'EVALUATION DES BESOINS DE PRISE EN CHARGE DES POPULATIONS EVACUEES : PROCESSUS DE CONSTRUCTION ET LIMITES METHODOLOGIQUES

A partir de cet état de l'art, une méthodologie a été développée sous SIG, servant à estimer et à analyser les besoins de prise en charge des populations lors d'une évacuation massive consécutive à une inondation en Ile-de-France. Dans un premier temps, les objectifs et l'intérêt de cette méthodologie sont présentés succinctement. Dans un second temps sont détaillées les étapes de construction de notre méthodologie, accompagnées d'une description des hypothèses, des postulats et des limites des travaux présentés.

3.1 OBJECTIFS ET INTERET DE LA METHODOLOGIE

3.1.1 Un double objectif

La méthodologie comprend deux objectifs complémentaires : (1) identifier les territoires devant faire l'objet d'une consigne d'évacuation, selon le scénario d'inondation et selon la doctrine d'évacuation retenue. (2) Estimer qualitativement et quantitativement les populations à prendre en charge, dans le processus d'évacuation puis d'hébergement d'urgence.

Cette méthodologie a été construite en collaboration étroite avec le Secrétariat Général à la Zone de Défense et de Sécurité de Paris (SGZDS-Paris), dans le cadre d'une convention de partage d'informations. L'intérêt de cette méthodologie, du point de vue du SGZDS, est double : (1) Développée sous SIG (à l'échelle du bâtiment), elle permet d'identifier dans l'espace les quartiers et communes prioritaires, et donc de répartir sur un plan géographique les moyens à mobiliser par le SGZDS. (2) Elle permet de quantifier les besoins de prise en charge des populations, en termes d'assistance aux évacuations (besoins en transports en commun notamment), mais aussi en termes d'hébergements collectifs. Ces besoins sont fonction de la doctrine d'évacuation de la préfecture de police : la méthodologie permet donc de connaître l'impact de la doctrine sur ces besoins, de calibrer celle-ci en fonction des résultats obtenus, afin de faire correspondre aux besoins les moyens disponibles.

3.1.2 Intérêt et légitimité d'un point de vue scientifique et opérationnel

Sur un plan scientifique, le développement de cette méthodologie se justifie au vu des insuffisances de la littérature sur le sujet. L'état de l'art sur la recherche concernant les évacuations a mis en lumière deux principaux axes de recherche : les modèles informatiques de simulation du trafic et l'analyse du comportement des populations évacuées. Entre ces deux axes, rares sont les références qui s'adressent directement aux autorités planificatrices, afin de leur offrir des outils opérationnels et prédictifs d'aide à la décision.

La méthodologie proposée dans le cadre de la thèse se veut innovante par rapport aux travaux antérieurs. Elle vise en effet à :

- (1) Prendre en compte la doctrine d'évacuation telle qu'elle existe ou telle qu'elle est envisagée, et préciser l'impact de celle-ci sur les besoins des populations. Rares sont en effet les références permettant d'évaluer l'impact des choix faits, en matière de doctrine d'évacuation, et d'illustrer les conséquences propres aux différentes alternatives stratégiques.
- (2) Prendre en considération les caractéristiques sociodémographiques des ménages à évacuer, afin d'anticiper leur comportement et de connaître leurs besoins de prise en charge. Peu de références ont cherché à estimer les moyens à mettre en oeuvre pour répondre aux besoins des populations. Quand elles l'ont fait, elles ont peiné à proposer des estimations réalistes et pertinentes de la demande en évacuations, *id est* du taux d'évacuation, contraintes souvent à poser des postulats sans les interroger.
- (3) Permettre l'analyse d'un territoire et de ses disparités au prisme d'une problématique de gestion de crise - la problématique des évacuations - en lieu et place d'une notion (la vulnérabilité) dont les contours demeurent difficiles à appréhender. C'est une méthodologie développée spécifiquement pour le cas francilien mais qui, à terme, doit pouvoir être déclinée pour tous types de territoires.

3.1.3 Outils d'aide à la décision tirés de la littérature

Certes, quelques outils d'aide à la décision existent, permettant d'appuyer le processus de planification des évacuations : il faut ici distinguer les modèles sectoriels permettant de modéliser ou simuler un segment spécifique de l'évacuation afin d'offrir des estimations quantitatives ciblées ; et des modèles intégrés, visant à prendre en compte l'ensemble des paramètres d'une évacuation.

Comme l'état de l'art l'a mis en évidence, il existe des modèles permettant de simuler des évacuations massives et d'offrir ainsi des estimations quantitatives de besoins de prise en charge. Toutefois, ces modèles s'appliquent essentiellement à la problématique du trafic routier (Lumbroso *et al.*, 2007), et n'ont donc pas d'intérêt au regard de notre objet de recherche. Quelques modèles ont récemment émergé pour quantifier les besoins en hébergement d'urgence (Vecere *et al.*, 2017) : pensons en particulier au modèle HAZUS-MH, développé par la FEMA, l'un des rares modèles du genre à présenter un caractère directement opérationnel (French *et al.*, 2008 ; Vecere *et al.*, 2017). Ces modèles présentent néanmoins diverses limites, de telle sorte qu'ils ne peuvent être appliqués à notre propre cas d'étude : (a) ces modèles sont généralement développés pour l'aléa sismique. Ces modèles ne sont donc pas nécessairement applicables aux inondations, du fait des différences cinétiques fondamentales entre ces deux types d'aléa (un séisme est immédiat et entraîne une évacuation *ex post*, une inondation permet à l'inverse une évacuation *ex ante*). (b) L'ensemble de ces modèles se fonde sur une estimation de l'endommagement structurel de l'habitat pour estimer les déplacements de populations (Vecere *et al.*, 2017) ; c'est à partir de ces déplacements qu'est estimée la part de la population nécessitant un hébergement d'urgence. Ils ne considèrent pas d'autres moyens pour estimer les populations déplacées, comme l'étendue de la zone d'évacuation. (c) La justification des choix de variable et de pondération, les hypothèses portant sur les taux d'auto-hébergement, sont peu explicitées et difficilement justifiées. (d) L'approche de ces modèles est une approche d'ingénieur, donc peu concernée par les problématiques géographiques, de disparités spatiales, de contexte territorial.

A l'inverse de ces modèles très sectoriels, il faut aussi souligner le développement de quelques modèles plus intégrés, visant à prendre en compte l'ensemble des paramètres d'une évacuation. Ces études permettent de travailler sur les critères de décision de l'évacuation, de confronter aussi besoins de prise en charge et moyens disponibles :

- (1) Dans une étude de faisabilité d'une évacuation massive, Slomp *et al.* (2015) visent à confronter les capacités des services de sécurité civile au scénario du pire (*worst credible flood*), dans l'hypothèse d'une submersion marine et fluviale dans le sud de la Hollande (scénario qui comprend des événements de fréquence annuelle 1/100 000, donc bien plus improbables qu'une inondation majeure de l'Ile-de-France). C'est une étude fondée sur un scénario d'évacuation d'urgence, l'objectif étant d'évacuer un territoire comprenant 3,6 millions de personnes en 48h à 72h : les problématiques sont donc très éloignées d'une inondation de plaine telle qu'une crue de la Seine. C'est par ailleurs une étude qui pose des postulats sur la part de la population à prendre en charge, qui demandent à être interrogés de façon plus approfondie.
- (2) Une autre étude, entamée dans le cadre du projet européen THESEUS (Hissel *et al.*, 2014 ; Morel *et al.*, 2015), vise à proposer un outil intégral d'aide à la décision pour planifier une évacuation massive consécutive à une submersion marine ou fluviale. Cette étude est très ambitieuse dans sa finalité, car elle vise à proposer une méthode globale permettant de construire des plans d'évacuation sur mesure, de leur conception à leur finalisation. Il s'agit cependant d'une étude à l'état expérimental, à notre connaissance du moins, menée notamment en France sur la ville de Bordeaux (soumise à un risque de submersion marine). La méthodologie développée est conduite en trois étapes : (a) identifier les critères et données qui interviennent au long d'un processus de décision et de gestion d'un plan d'évacuation ; (b) conceptualiser par un modèle le processus de construction d'un plan de manière hiérarchique et progressive, du général au détaillé ; (c) à partir de ce modèle, créer des fiches techniques visant à orienter les responsables dans la réponse à donner en cas de crise, en fonction des connaissances disponibles, d'arbres de décision, d'outils de simulation. Si cette méthodologie apparaît très ambitieuse, elle vise d'abord à susciter la réflexion au sein des autorités planificatrices, en les interrogeant sur les processus de construction de leur plan d'évacuation, plutôt qu'à proposer un outil directement opérationnel, d'arbitrage (entre plusieurs doctrines d'évacuation) et de communication (au sein de l'administration et à l'attention des populations). Cette étude du projet THESEUS s'applique d'abord à modéliser l'ensemble du processus de construction d'un plan d'évacuation, sans nécessairement s'attarder sur l'évaluation des besoins quantitatifs et qualitatifs de prise en charge des populations ; notre objectif, à l'inverse, est de s'interroger sur ces besoins de prise en charge et de proposer une évaluation quantitative, qualitative et cartographique de ces besoins.

L'ensemble de ces outils apparaît très utile à mobiliser, mais il leur manque une dimension réellement géographique. A ce titre, l'étude de Chakraborty *et al.* (2005) est une exception dans les outils d'aide à la décision en matière d'évacuation. C'est en effet une première tentative pour représenter, sur un plan cartographique, les zones à prioriser en cas d'évacuation sous la forme d'un indice composite. Il apparaît pertinent d'appliquer cet indice au cas francilien, afin d'introduire la méthodologie développée dans le cadre de la thèse.

3.1.4 Application de la méthodologie Chakraborty *et al.* (2005) au cas d'étude francilien

La méthodologie construite par Chakraborty *et al.* (2005) consiste en un indice spatialisé représentant la vulnérabilité sociale pour traiter la problématique de l'évacuation, le *Social Vulnerability Evacuation Assessment Index* (SVEAI).

3.1.4.1 Intérêt et application de l'indice SVEAI à l'échelle francilienne

Il apparaît utile d'adapter cet indice au cas francilien, à deux titres : d'une part, il permet d'identifier des zones prioritaires en cas d'évacuation massive, et c'est bien là l'enjeu de la doctrine d'évacuation de la Préfecture de Police ; d'autre part, la méthodologie SVEAI présente l'avantage d'être aisément applicable, et se trouve de ce fait utile pour tirer un diagnostic territorial global. Le SVEAI est une méthode à l'origine appliquée à la Floride, censée être utilisable pour tous types d'aléas (*multi-hazards assessment*), en identifiant de façon cartographique les populations prioritaires à une évacuation lors de l'occurrence d'un aléa, selon leur vulnérabilité.

L'indice SVEAI se subdivise en trois dimensions, avec plusieurs variables résumant chaque dimension. Parmi les dix variables originales de la méthode, huit variables équivalentes ont été retenues : la variable « logements occupés sans téléphone » n'a pu être renseignée, faute de données (Tableau 8) ; cette variable apparaît par ailleurs, à l'heure du tout portable, peu pertinente, à l'instar de la variable « nombre de mobil homes », inadaptée hors du contexte américain. Les données brutes relatives à chaque variable ne sont pas comparables entre elles et ne peuvent être directement agrégées : pour ce faire, chaque variable est rationalisée en un indicateur allant de 0 à 1, à partir d'une méthode de normalisation linéaire⁴⁵.

Les données sont issues de l'INSEE (données de 2011) et, pour la dernière variable, de la Caisse Nationale des Allocations Familiales (CNAF – de 2015). Elles sont disponibles à l'échelle de l'îlot de recensement, à l'exception de la variable relative au % d'allocataires AAH-AEEH⁴⁶, disponible à l'échelle communale. Dans ce dernier cas, la variable est également redistribuée à l'échelle de l'îlot de recensement, comme peuvent le faire d'autres études portant sur le développement d'indices synthétiques (Hiete *et al.*, 2012). L'indice SVEAI est calculé par une moyenne arithmétique des différents indicateurs normalisés, sur l'ensemble des îlots de recensement de la région francilienne.

⁴⁵ Les méthodes de normalisation sont présentées plus loin. Ici, le choix privilégié s'inspire de la méthode suivie par Chakraborty *et al.* (2005).

⁴⁶ AAH : Allocation Adulte Handicapé. AEEH : Allocation d'Education de l'Enfant Handicapé.

Dimensions SVEAI	Indicateurs SVEAI	Variables équivalentes
Population et structure	Population totale	Nombre d'habitants par km ²
	Nombre de logements	Nombre de logements par km ²
	Nombre de <i>mobil homes</i>	<i>Aucun équivalent</i>
Accès différencié aux ressources	Population sous le seuil de pauvreté	Revenu médian
	Logements sans téléphone	<i>Aucun équivalent</i>
	Logements sans véhicules	% de ménages sans voiture
Population avec des besoins d'évacuation spéciaux	Population institutionnalisée	% de la population hors ménages
	Population de moins de 5 ans	% de moins de 5 ans
	Population de plus de 85 ans	% de plus de 75 ans
	Population handicapée	% d'allocataires AAH - AEEH

Tableau 8. Adaptation des indicateurs du SVEAI au cas francilien

Dans la méthode originale, l'indice SVEAI est combiné (par un simple facteur multiplicateur) à un indice de risque géophysique (*geophysical risk index*), correspondant à la probabilité d'occurrence annuelle d'un aléa donné. Pour le cas francilien, n'est considéré que le seul aléa inondation. Pour représenter ce dernier, les données utilisées sont celles tirées de la cartographie du TRI « Métropole francilienne : celle-ci, mise en œuvre dans le cadre de l'application de la Directive Inondation, comprend trois enveloppes d'aléa : une crue fréquente, dont la fréquence de retour est égale ou inférieure à 30 ans (indice de risque géophysique = 0,033), une crue moyenne, avec une fréquence de retour comprise entre 100 ans et 300 ans (indice = 0,010), une crue extrême, de fréquence millénale (indice = 0,001). Cette cartographie ne porte toutefois que sur 141 communes de l'agglomération francilienne : la combinaison de l'indice SVEAI avec l'indice de risque géophysique ne peut donc porter qu'au sein de ces limites de 141 communes.

3.1.4.2 Résultats

En termes de résultats cartographiques, la représentation du seul indice SVEAI est menée à l'échelle régionale : les îlots de recensement sont classés en déciles, selon la valeur du SVEAI. Cette cartographie souligne, d'une part la densité de peuplement, d'autre part les variables corrélées aux revenus (Figure 7). Les arrondissements du Nord-est de Paris, mais aussi la petite couronne parisienne, en particulier les communes de Seine-Saint-Denis (93), de la partie Seine du Val-de-Marne (94), et du Nord des Hauts-de-Seine (92), apparaissent particulièrement vulnérables. Il faut aussi observer des îlots de vulnérabilité plus ponctuels en grande couronne : Trappes et Mantes-la-Jolie dans les Yvelines par exemple, ou les quartiers de grands ensembles d'Essonne, à Grigny, à Evry, à Corbeil-Essonnes.

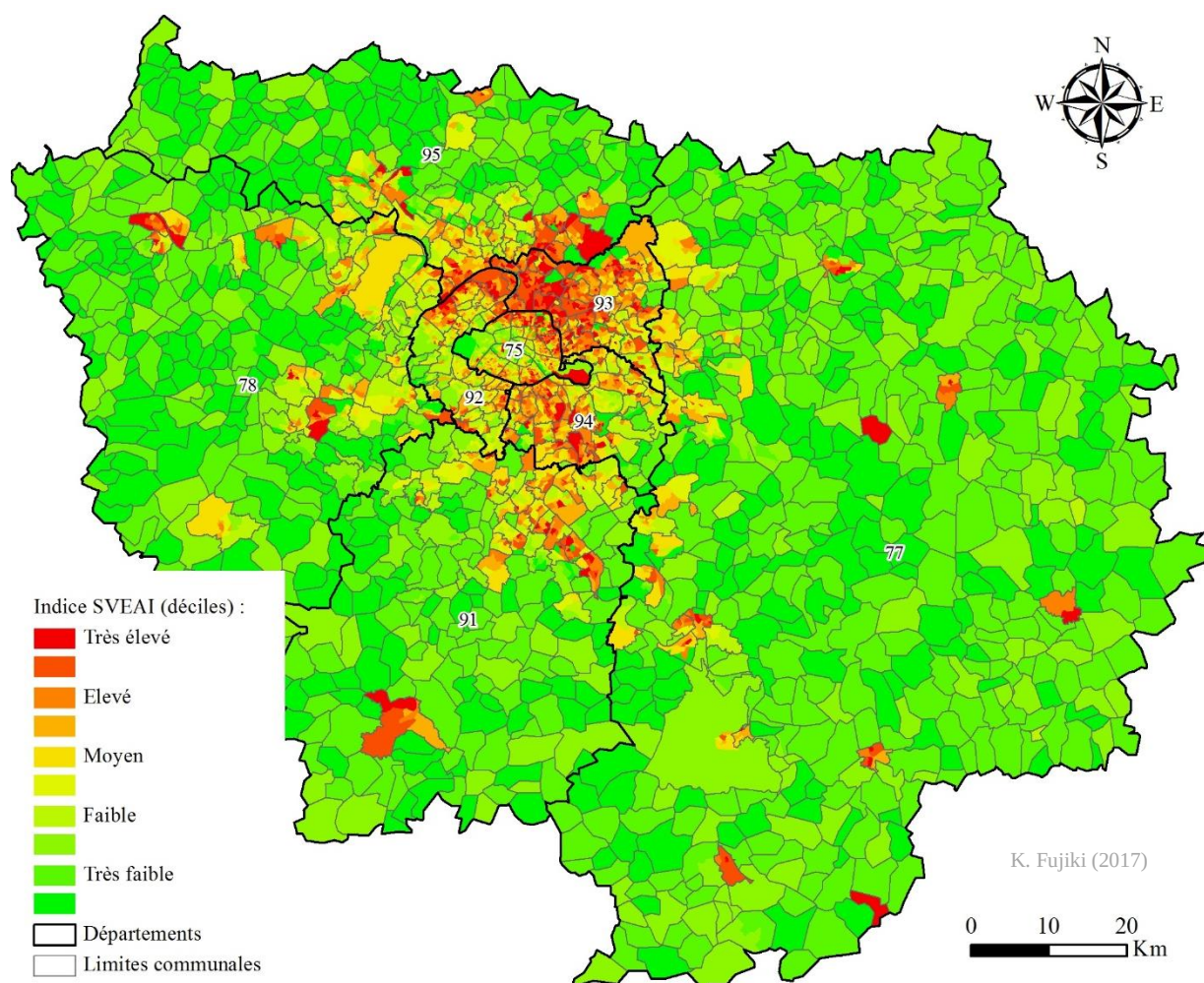


Figure 7. Cartographie de l'indice SVEAI à l'échelle de l'agglomération francilienne (Données : CNAF, IGN, INSEE)

La méthodologie de Chakraborty ne s'arrête cependant pas à la cartographie du SVEAI, mais comprend son croisement avec un indice de risque géophysique. La carte du risque géophysique se restreint, dans notre cas, au seul TRI « Métropole francilienne » (Figure 8) : elle illustre les très forts effets de seuil qui existent entre les trois scénarios d'inondation ; elle témoigne également du niveau d'endiguement différencié des départements de Paris, de petite couronne, de grande couronne, au détriment des derniers. Ceux-ci sont le plus fortement exposés aux crues fréquentes, tandis que la petite couronne (Val-de-Marne et Hauts-de-Seine) est exposée aux crues moyennes, que Paris est le département le plus sensible à l'évolution d'une crue moyenne en crue extrême. Il est ici déjà possible d'anticiper des priorités spatiales variables selon l'ampleur de la crue, dans l'action des autorités publiques en gestion de crise : en cas de crue fréquente, ces dernières ont la possibilité de répartir équitablement leurs efforts sur le territoire régional ; en revanche, dans l'hypothèse d'une crue moyenne (centennale), les priorités des autorités publiques doivent se reporter sur les zones les plus largement affectées, sur la petite couronne parisienne, et sur Paris dans le cas d'une crue extrême (millénale). Encore ne considère-t-on ici que l'enveloppe de l'aléa : or, les zones affectées par la crue moyenne, *a fortiori* par la crue extrême, sont aussi beaucoup plus densément peuplées que les zones exposées à un aléa fréquent.

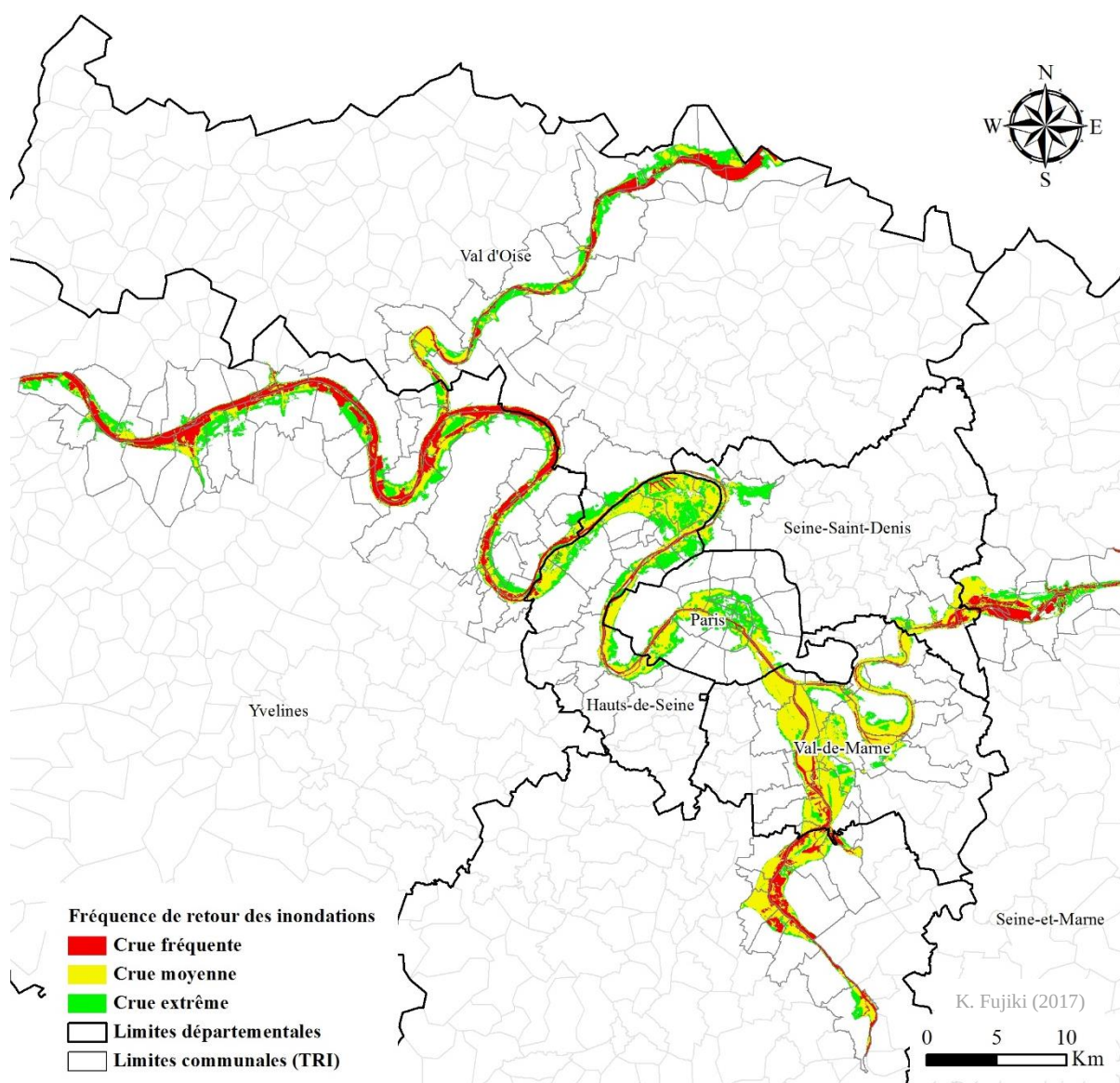


Figure 8. Cartographie des scénarios de crue du TRI « Métropole francilienne » (Données : DRIEE, IGN).

Le croisement de cet indice de risque géophysique avec la carte du SVEAI est disponible en Figure 9. Cette cartographie met en exergue, outre l'importance de la fréquence de retour de l'aléa dans l'approche de Chakraborty *et al.* (2005), des zones particulièrement sensibles au risque : la boucle de la Seine à la sortie du département de l'Essonne, le lit majeur de la Seine dans le département du Val-de-Marne, la boucle de Gennevilliers dans les Hauts-de-Seine.

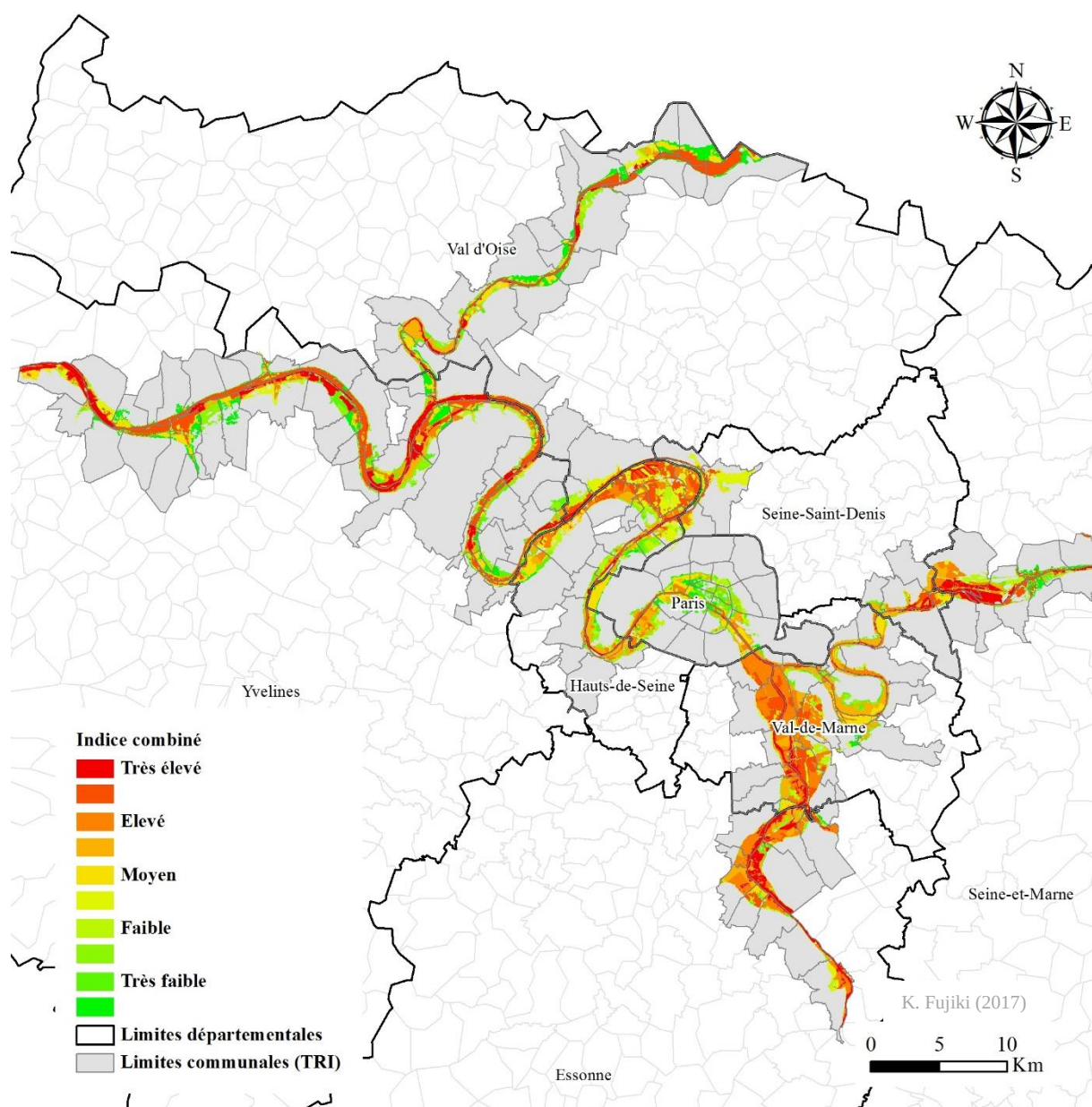


Figure 9. Combinaison de l'indice SVEAI et de l'indice de risque géophysique à l'échelle du TRI « Métropole francilienne » (Données : DRIEE, IGN, INSEE).

3.1.4.3 Limites de la méthode

Au-delà des difficultés pour appliquer l'indice sur un terrain d'étude autre que celui pour lequel il a été conçu (hétérogénéité de la résolution des données originales, découpage des îlots de recensement⁴⁷), il faut surtout souligner les problèmes inhérents à la méthodologie, tant dans la construction de l'indice SVEAI même que dans le croisement de ce dernier à un indice de risque géophysique.

⁴⁷ Les îlots de recensement peuvent comprendre, en leur sein, des espaces très divers, avec des zones denses et des zones non habitées, des quartiers riches et des quartiers plus pauvres, etc ; de sorte que peuvent apparaître comme vulnérables des zones en réalité non habitées ! Ce problème de maillage spatial n'est pas résolu dans l'application de cette méthode ; il l'est en revanche dans la construction de notre propre méthodologie (choix de résumer l'information sociale à l'échelle du bâti).

- (1) La méthodologie justifie l'utilisation des différents indicateurs retenus pour construire l'indice SVEAI par la littérature générale portant sur la vulnérabilité : et de fait, il s'agit bien d'un indice de *vulnérabilité sociale*. Cependant, la vulnérabilité sociale n'est pas égale, loin s'en faut, à la capacité d'un ménage à évacuer ou à trouver un hébergement par ses propres moyens : l'état de l'art, mis en œuvre pour les facteurs de l'évacuation et de l'auto-hébergement (Tableau 3 Tableau 7), en témoigne. Plus globalement, c'est un problème récurrent des cartographies synthétiques du risque et de la vulnérabilité, telles que présentées au cours du chapitre précédent : elles apparaissent difficiles à exploiter pour une problématique spécifique et opérationnelle telle que l'évacuation. La fragilité physique des personnes n'est pas égale à leur capacité à évacuer ou à trouver un hébergement, ou encore à la capacité à se remettre d'une catastrophe. De même, les populations (les ménages et leurs groupements) ne sont pas assimilables au territoire qu'elles occupent. L'avantage d'un indice synthétique, regroupant des dimensions individuelles, collectives et territoriales, est, son nom l'indique, de synthétiser l'information : le risque, toutefois, est d'en perdre le sens.
- (2) Le croisement de l'indice SVEAI avec des données relatives à l'exposition vis-à-vis de l'aléa (indice de risque géophysique) paraît également relativement inadapté. Cette méthode de croisement tend à gommer les disparités d'ordre socio-spatial au profit de la seule exposition vis-à-vis de l'aléa. Cette dernière se résume par ailleurs à une approche probabiliste, soulignant les zones les plus fréquemment exposées (enveloppe des crues fréquentes) au détriment des autres zones, soumises à des crues certes plus rares mais aussi plus dévastatrices.

La méthodologie du SVEAI est certes utile à plus d'un titre et d'abord comme outil de diagnostic territorial : l'indice cartographié permet d'embrasser, d'un seul coup d'œil, les *hotspots* de la vulnérabilité sociale de l'agglomération francilienne. Cependant, c'est une méthode peu opérationnelle pour les autorités planificatrices : il apparaît impossible, avec l'indice SVEAI, d'identifier des zones prioritaires où déployer ses moyens, ni de quantifier les besoins des populations ; l'approche probabiliste choisie, pour croiser le SVEAI et l'aléa, interdit par ailleurs de travailler sur un scénario de crue en particulier. C'est aussi une méthode qui confond les problématiques générales de la vulnérabilité avec celles, spécifiques, de l'évacuation. L'indice SVEAI est toutefois un point de départ pertinent pour développer une autre méthodologie, plus adaptée à nos besoins et palliant le manque de références internationales de la littérature scientifique.

3.2 UNE METHODOLOGIE EN QUATRE TEMPS

Les travaux présentés ci-dessous visent à la construction d'une méthodologie opérationnelle spécifiquement destinée aux autorités planificatrices, afin de leur donner une estimation précise, quantifiée et géographique, des besoins en cas d'évacuation massive.

Cette méthodologie est construite en quatre temps :

- (1) Une base de données SIG du bâti résidentiel est constituée à partir de données de l'IGN. Cette base de données sert à accueillir les informations relatives aux populations résidentes (étape 2) et à l'aléa (étape 3).

(2) Pour chaque bâtiment identifié au sein d'une zone résidentielle, est estimée la population résidente à partir des données du RGP (Recensement Général de la Population) de l'INSEE. Cette population comprend en son sein des personnes non autonomes et des personnes dites "à risque". L'identification des personnes à risque a lieu par le biais du calcul d'un indice dit ISSE (Indice Social de Susceptibilité à l'Evacuation).

(3) Est également estimée, pour chaque bâtiment, la population qui risque de ne pas trouver un hébergement par des moyens propres : ces personnes ne sont pas les mêmes que les personnes susceptibles de ne pas évacuer (les « personnes à risque ») ; il est donc procédé au calcul d'un second indice dit ISSAH (Indice Social de Susceptibilité à l'Auto-Hébergement) à partir des données de l'INSEE.

(4) Est ensuite mis en œuvre un arbre de décision logique d'évacuation. Cet arbre de décision logique permet d'aboutir au calcul d'un indice territorial d'exposition pour chaque bâtiment résidentiel. Il offre la possibilité de distinguer des zones d'évacuation et des zones de maintien en vie dégradée.

Le croisement des données sociales, relatives à la population résidente, et des données relatives à l'indice d'exposition, permet de connaître, sur un territoire donné, pour un scénario de crue identifié, et pour une population donnée (population totale, population non autonome, population à risque, population à héberger), de l'échelle communale à l'échelle zonale, le nombre de personnes en zone d'évacuation et le nombre de personne en vie dégradée.

3.2.1 L'unité géographique : le bâti

3.2.1.1 Le bâtiment, un choix géographique, pratique et opérationnel

Le bâtiment résidentiel représente l'unité géographique de notre étude. Le choix du bâtiment, plutôt que de la commune, du quartier, de l'IRIS ou de l'îlot, s'explique pour des raisons d'ordre géographique, pratique et opérationnel. Sur un plan géographique, le bâtiment représente un objet spatial précisément localisable et défini sans équivoque par son unité morphologique ; chaque bâtiment est de ce fait clairement distingué des autres. Sur un plan pratique, les bases de données relatives au bâtiment existent *a priori*, notamment par l'intermédiaire de la BD TOPO de l'IGN. Sur un plan opérationnel enfin, en matière de sécurité civile, les évacuations ont lieu à l'échelle du bâtiment (les arrêtés d'évacuation pour péril grave et imminent, à valeur réglementaire, s'appliquent à l'échelle du bâtiment). Des consignes (sans valeur réglementaire, impérative) seront toutefois certainement mises en œuvre à plus vaste échelle, celles de l'îlot ou du "secteur d'évacuation", en cas de crue majeure en Ile-de-France : de fait, la méthodologie (et la logique sous-jacente), si elle est appliquée au niveau du bâtiment, peut être reproduite pour des niveaux d'analyse géographique plus importants, dont l'îlot.

L'îlot, ou pâté de maisons, défini comme un groupement de maisons ou d'immeubles délimité des autres îlots par la voirie, peut en effet constituer une alternative crédible du fait de son maillage relativement fin ; néanmoins, d'un point de vue pratique, la constitution d'une base de données d'îlots est moins aisée à mettre en œuvre qu'une base de type bâti. A l'inverse, un quartier (ou un secteur) peut avoir des limites spatiales sujettes à des définitions variables selon les sources et les interlocuteurs ; c'est par ailleurs un objet beaucoup plus grossier que le bâtiment (*a fortiori* en est-il d'un maillage de type communal). Or, pour prendre en considération précisément l'impact de l'aléa sur la population, il faut pouvoir avoir un maillage

relativement fin du territoire ; nous verrons plus loin les conséquences de l'échelle - ou granularité - du maillage d'une source de données sur les estimations des populations impactées. Concernant le maillage géographique des données de l'INSEE, il faut distinguer le maillage sous IRIS (acronyme dont la signification originelle était celle d'Ilot Regroupé de l'Information Statistique) et le carroyage à 200 mètres. Les IRIS sont des sous-divisions communales, divisant les communes de plus de 10 000 habitants (et certaines communes de plus de 5 000 habitants) en sous-ensembles plus fins afin d'accueillir l'information statistique à une échelle locale. Ils comprennent pour la plupart des populations comprises entre 1 800 et 5 000 habitants (INSEE, 2015). Ils présentent néanmoins le double inconvénient d'être à la fois relativement grossiers et de ne pas nécessairement recouvrir une unité morphologique⁴⁸, encore moins historique, géographique ou sociologique. Le carroyage à 200m découpe, comme son nom l'indique, le territoire métropolitain français en carreaux de 200m de côté. Si le maillage est moins grossier que celui des IRIS, il ne couvre pas l'ensemble du territoire (les zones non habitées ne sont pas couvertes), et ne recouvre aucune réalité géographique (par définition, puisqu'il s'agit d'un carroyage uniforme) (INSEE, 2013). Il n'a par ailleurs qu'une finalité statistique, à l'instar des IRIS, et ne recouvre aucune fonction opérationnelle ou administrative.

3.2.1.2 La constitution d'une base de données opérationnelle du bâti résidentiel

La base de données relative au bâti résidentiel est constituée à partir de la BD TOPO de l'IGN, selon la méthode présentée par le guide du Commissariat Général au Développement Durable (CGDD, 2012) sur l'estimation des populations en zone inondable. La BD TOPO est un ensemble de données vectorielles et géolocalisées, permettant la représentation précise en trois dimensions des éléments topographiques du territoire français. Elle comprend plusieurs volets (réseau routier, transport et énergie, végétation, orographie...) dont un volet sur le bâti. Celui-ci se subdivise en plusieurs couches de données, notamment des données surfaciques sur : le bâti industriel (représentant les bâtiments avec une fonction industrielle, commerciale ou agricole), le bâti remarquable (bâtiments avec une fonction de transport, une fonction administrative, sportive, religieuse), et le bâti indifférencié (bâtiments n'entrant pas dans les autres catégories, comprenant entre autres les habitations) (IGN, 2015). C'est cette dernière couche de données qui est utilisée. Avant d'être opérationnelle, elle doit cependant être nettoyée, afin de ne sélectionner que les bâtiments censés représenter des logements. Cette étape implique diverses opérations géomatiques :

- La définition du bâti indifférencié exclut les polygones dont la hauteur est au moins égale à 100 mètres et ceux d'une surface au sol inférieure à 20 m². Cependant, dans la base de données transmise par l'IGN, certains polygones peuvent contrevenir à cette définition, notamment s'ils sont inclus dans une autre base de données, celle relative au parcellaire (BD PARCELLAIRE). Afin d'assurer la cohérence de la base de données source avec la définition du bâti indifférencié, les polygones dont la surface au sol est de moins de 20 m² sont de ce fait supprimés, comme les polygones de 100 mètres de hauteur et plus. Cette opération, recommandée par le CGDD (2012), représente un léger biais dans notre zone d'étude. Celle-ci comprend, essentiellement

⁴⁸ Les IRIS sont certes censés reprendre les limites du tissu urbain (voirie et cours d'eau) : ainsi, le découpage en IRIS de la ville de Paris met clairement en lumière la couronne de logements sociaux en périphérie de la commune, permettant d'identifier les îlots résidentiels compris entre le boulevard périphérique et les grands boulevards intérieurs (boulevards des Maréchaux), représentant l'ancien glacis de l'enceinte de Thiers. Il faut cependant garder à l'esprit que c'est un découpage à des fins statistiques, et qu'il ne vise pas prioritairement à représenter une réalité morphologique.

dans Paris *intramuros*, une poignée d'IGH (Immeubles de Grande Hauteur) à fonction résidentielle dont la hauteur dépasse 100 mètres : l'opération entraîne ainsi l'exclusion d'une partie des tours constituant les *Orgues de Flandre* (XIX^e arrondissement), la *Tour Totem* (XV^e), certaines tours du quartier des *Olympiades* (XIII^e), ainsi que quelques tours résidentielles en Hauts-de-Seine.

- A cause de certaines imprécisions relatives à l'estimation de la hauteur, la BD TOPO comprend certains bâtiments dont la hauteur est fixée à 0 mètre : pour éviter d'exclure ces bâtiments de l'analyse, et dans la mesure où ces derniers peuvent comprendre des logements, les polygones dont la hauteur est inférieure à 3 mètres voient leur hauteur réévaluée à 3 mètres. Ce seuil de 3 mètres correspond à la hauteur moyenne d'un étage, et c'est celui retenu par le CGDD (2012).

- Pour ne retenir que le bâti résidentiel, et exclure les bâtiments avec une autre fonction (le bâti indifférencié comprend notamment les bâtiments avec une fonction enseignement), la couche de données du bâti indifférencié est croisée avec une couche d'occupation du sol, selon une méthode adaptée du mémoire d'Ast (2008) sur la vulnérabilité des territoires essonniers face au risque inondation. Pour déterminer l'occupation du sol, deux bases de données exhaustives ont été identifiées, applicables à notre zone d'étude : la BD *Urban Atlas* développée par la Commission Européenne et le programme européen *Global Monitoring of Environment et Security* (2011), et la BD MOS (Mode d'Occupation du Sol) de l'Iau-Idf (Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la région Ile-de-France) (Région Ile-de-France, 2014). La BD *Urban Atlas* permet de connaître l'occupation des sols de l'ensemble des agglomérations européennes de plus de 100 000 habitants. Elle a été mise au point entre 2005 et 2007. Elle présente un triple avantage : c'est une base de données en libre accès dans sa version complète, en outre d'une relative précision (la résolution minimale est de 2500 mètres carrés, soit 100 fois plus petite que la résolution de la BD *Corine Land Cover*, et la précision de géolocalisation de 5 mètres), et enfin une base de données commune à l'ensemble de l'UE, ce qui permet des comparaisons à l'échelle métropolitaine et européenne. A l'inverse, la BD MOS de l'Iau-Idf couvre la seule région Ile-de-France : ceci interdit de fait toute comparaison entre agglomérations. Un autre inconvénient consiste en ce que cette base de données n'est pas en libre accès dans sa version étendue (MOS en 81 classes d'occupation du sol), seulement dans sa version simplifiée (11 classes regroupées d'occupation du sol). La BD MOS présente toutefois plusieurs avantages comparativement à la BD *Urban Atlas*. En premier lieu, c'est une base d'une plus grande précision (la résolution minimale est de 625 mètres carrés). En second lieu, elle est plus récente : la dernière mise à jour date de 2012 (cette opération a lieu tous les 4 à 5 ans), ce qui permet d'assurer une cohérence temporelle avec la BD TOPO, datant de 2014 avec des bâtiments mis à jour tous les trois à cinq. En dernier lieu, la BD MOS, y compris dans sa version simplifiée, fait une claire distinction entre l'habitat individuel et l'habitat collectif ; à l'inverse, la BD *Urban Atlas* distingue les classes d'habitat selon un gradient de densité, sans que ne soit faite la distinction explicite entre des quartiers à habitat collectif et des quartiers pavillonnaires. Or, la distinction entre les deux est importante, comme nous le verrons plus loin dans l'élaboration de l'arbre de décision logique. Pour ces trois raisons, au-delà des limites identifiées, c'est la BD MOS qui a été retenue pour mener à bien notre méthodologie, dans sa version simplifiée⁴⁹.

⁴⁹ Cependant, la BD *Urban Atlas* pourra être utilisée pour porter la méthodologie développée à d'autres terrains d'étude. Il faut d'ailleurs souligner que les résultats issus de la BD *Urban Atlas* et ceux issus de la BD MOS sont relativement similaires : ainsi, la surface développée (surface disponible par étage) des bâtiments résidentiels, en

- Par le biais d'une jointure spatiale, les deux bases de données, la base de données relative au bâti et la BD MOS, sont jointes sous SIG : les bâtiments non compris au sein des classes relatives à l'occupation résidentielle (habitat collectif et habitat individuel) sont alors supprimés au sein de la couche de données relative au bâti⁵⁰. Enfin, au sein de cette couche de données modifiée du bâti, est créé un nouveau champ de données (appelé MAISON) de type booléen ou binaire⁵¹ : chaque bâtiment compris dans la classe d'habitat individuel et dont la hauteur est inférieure à 12m se voit attribuer la valeur de 1 (MAISON = 1). Le seuil de 12m a été retenu, de façon arbitraire, afin d'éviter que des immeubles compris entre deux classes d'occupation des sols ne soient pris en compte par accident comme des logements individuels. Les autres bâtiments sont considérés, par défaut, comme des immeubles (MAISON = 0). Il s'agit d'une méthode simple, sinon simpliste, dans la mesure où il ne s'agit pas du cœur de notre sujet, dans la mesure aussi où la stratégie d'évacuation est relativement similaire entre immeubles bas et logements individuels, comme nous le verrons plus loin. Des travaux beaucoup plus approfondis existent sur la question (Bordin, 2006), auxquels il faudrait faire référence dans l'éventualité de futurs développements de la méthodologie présente.

3.2.2 L'identification des populations résidentes par bâti et la création d'un indice social de susceptibilité à l'évacuation

Après la création d'une base de données sur le bâti résidentiel, il faut pouvoir connaître les populations (leur nombre et leur composition) qui occupent les bâtiments constitutifs de cette base de données. En effet, selon les populations identifiées pour un bâtiment, ou à plus large échelle, pour un secteur donné, la prise en charge des personnes évacuées et la responsabilité des différentes autorités (Etat, collectivités, associations) ne sont pas les mêmes.

Avant de détailler les choix effectués, rappelons que l'analyse se restreint aux seules populations en ménages, c'est-à-dire vivant à domicile : elle exclut donc *a priori* les populations hors ménage, vivant au sein d'une institution (prison, maison de retraite, internat), mais aussi les sans abris et les mariniers⁵². C'est un choix, discutable, qui respecte les vues de la Préfecture de Police : celle-ci considère en effet que les populations vivant en collectivité seront prises en charge par les institutions responsables ; nous verrons, dans le chapitre suivant, que ce postulat peut être source d'incertitudes. En ce qui concerne les sans-abris, ils sont difficiles à prendre en compte dans les recensements, du fait même de leur définition (l'absence de domicile), et représentent de fait une part minime de la population recensée.

3.2.2.1 La distinction conceptuelle entre population à risque et population non autonome d'après la terminologie de Wolshon (2009)

En ce qui concerne les populations exposées et leur comportement attendu en cas d'évacuation, l'état de l'art précédemment établi a mis en évidence :

Ile-de-France, après croisement avec la BD *Urban Atlas* est égale à 106% de celle issue du croisement avec la BD MOS. Ce ratio, proche de 100%, illustre des différences peu significatives, au moins à vaste échelle, entre les deux bases de données.

⁵⁰ Si un bâtiment est compris entre deux classes d'occupation des sols, il est aléatoirement attribué à l'une ou à l'autre classe (règle de jointure spatiale : INTERSECT, première valeur trouvée).

⁵¹ Ce champ ne peut prendre que deux valeurs : 1 ou 0.

⁵² L'INSEE identifie trois catégories de population dans ses recensements : la population des ménages, la population des communautés (en institution, comme les prisons ou les maisons de retraite), et la population des habitations mobiles, les sans abris, et les mariniers.

- D'une part, des taux d'évacuation relativement variables dans l'espace et dans le temps, de telle sorte qu'il est délicat, sinon spéculatif, d'estimer le taux d'évacuation pour un événement à venir, comme une inondation francilienne.

- D'autre part, un ensemble de facteurs potentiels, qui peuvent (ou non !) expliquer pourquoi un ménage décide d'évacuer. Ces facteurs peuvent certes revêtir un caractère environnemental ou collectif. Cependant, la décision d'évacuation revient in fine à l'individu, selon des caractéristiques individuelles. Ces facteurs sont potentiels et n'ont pas de valeur prédictive : il n'y a pas de déterminisme en matière d'évacuation, et aucune variable ne permet de déterminer, avec certitude, si un ménage évacuera ou non. Tout ce qu'il est envisageable de faire, c'est d'identifier les ménages qui cumulent les facteurs potentiellement défavorables à l'évacuation, qui se retrouvent "à risque" de ce point de vue-là.

Au vu des difficultés pour identifier un taux précis d'évacuation et des variables permettant de prédire le comportement des ménages, il faut, en lieu et place, faire la distinction *a priori* entre la capacité à évacuer et la volonté d'évacuer. C'est une distinction qui présente l'avantage d'être très simple à appréhender, qui peut être rapidement appropriée par les autorités planificatrices ; elle est pourtant rarement faite au sein de la littérature, à l'exception de certains auteurs, notamment Wolshon (2009) qui l'a conceptualisée (Figure 10). Cette distinction doit évidemment être maniée avec précaution, compte tenu de la complexité de la réalité, et des choix qui motivent les ménages dans leur décision d'évacuer ou non (Gladwin *et al.*, 2001). Il est rare qu'un ménage n'ait absolument aucun moyen d'évacuer ; son autonomie est limitée en cas de non motorisation, mais pas nulle : il peut compter sur les transports en commun, mais aussi sur la voiture du voisin ou d'un proche. C'est plutôt un ensemble de contraintes, d'ordres physique et matériel, mais aussi d'ordre sociodémographique ou psychologique, qui permettent *in fine* d'expliquer la décision de ne pas évacuer. La distinction entre capacité et volonté dans les choix d'évacuation simplifie bien sûr la réalité, mais elle la simplifie pour mieux la modéliser et pour offrir des clés de compréhension mobilisables par les autorités dans leur travail de planification.

Cette distinction permet de ce fait d'identifier, d'une part des populations non autonomes, *a priori* incapables d'évacuer par leurs moyens propres (groupes III et IV de la Figure 10), et d'autre part des populations "à risque" (groupe II et III), qui présentent un risque fort de ne pas *vouloir* évacuer. Au sein de ces dernières, se trouvent des populations autonomes (qui ont la capacité d'évacuer mais ne le font pas - c'est le groupe II) et des populations non autonomes ; ces dernières cumulent ainsi un manque de volonté et une incapacité à évacuer (c'est le groupe III). Un ménage entre dans la catégorie des populations non autonomes s'il présente une caractéristique discriminante, relative à sa mobilité matérielle (absence de motorisation au sein du ménage - *carless people*), ou à sa mobilité physique (personnes âgées, handicapées, hospitalisées à domicile). Les ménages avec une mobilité physique réduite ou nulle sont qualifiés, dans le cadre de cette méthodologie, de ménages fragiles. Ils sont traités à part, car ils sont censés, nous le verrons plus loin, être pris en charge par les collectivités et non par l'Etat, qui mettra l'accent sur les autres groupes de population. A l'inverse, un ménage est considéré comme étant "à risque" s'il cumule plusieurs facteurs de risque liés à des variables sociodémographiques :

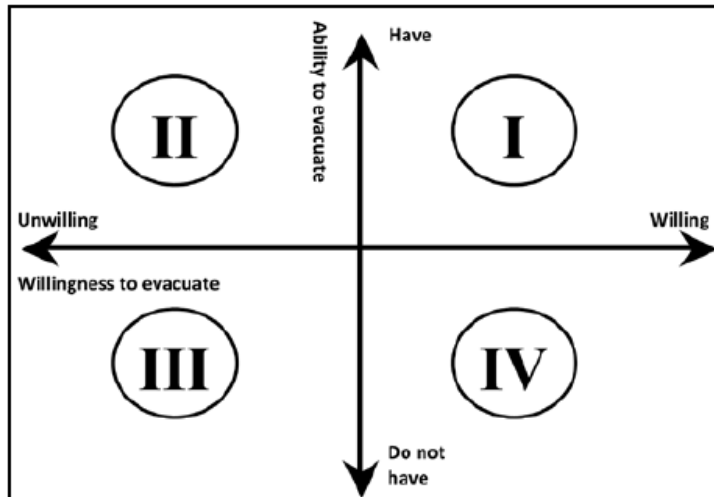


FIGURE 15 Willingness versus ability to evacuate.

Figure 10. Les deux axes du processus d'évacuation d'un ménage : la volonté (axe horizontal) et la capacité (axe vertical) (Source : Wolshon, 2009).

3.2.2.2 L'estimation des populations à risque et des populations non autonomes par l'application d'un coefficient uniforme

Pour estimer le nombre de personnes entrant dans ces diverses catégories, deux grandes options sont envisageables :

(1) Appliquer un coefficient uniforme à l'ensemble du territoire francilien, quelle que soit la situation sociodémographique des ménages à évacuer, à partir d'estimations globales données à l'échelle régionale ou nationale.

(2) Identifier, pour chaque ménage d'Ile-de-France, sa situation au regard de l'évacuation, à partir des recensements individuels de l'INSEE et de l'identification de variables sociodémographiques *ad hoc*.

La première option préfère se limiter à des ordres de grandeur pour assimiler le nombre de personnes à prendre en charge, considérant qu'il n'est pas possible d'avoir des estimations plus précises. C'est notamment la méthode retenue chez Slomp *et al.* (2015), dans le cadre de leur étude de faisabilité d'une évacuation massive, une des rares ayant évoqué la question de l'estimation des populations à prendre en charge. Dans le cas francilien, ces ordres de grandeur peuvent être estimés de différentes façons selon les populations ciblées, à partir d'une évaluation préliminaire (a) du taux d'évacuation pour connaître la population à risque ; (b) du taux de personnes non motorisées, et (c) du taux de personnes fragiles au sein de la population totale. Les deux derniers taux additionnés permettent de connaître la part de la population non autonome et, à l'inverse, le taux d'auto-évacuation maximal (potentiel).

3.2.2.2.1 L'estimation de la population à risque par l'application d'un taux d'évacuation uniformisé à l'échelle francilienne

Pour obtenir une estimation de la population à risque, il faut déterminer un taux d'évacuation, en se fondant sur les observations tirées de précédentes évacuations de masse à l'échelle métropolitaine, avec les réserves qui ont été émises précédemment. Ce taux d'évacuation

correspond à la part de la population qui évacue, qu'elle le fasse par ses moyens propres (population autonome) ou grâce à l'assistance des moyens mis en place par les collectivités et par l'Etat, notamment en termes de transports en commun (population non autonome). Ce taux d'évacuation comprend donc, pour reprendre la terminologie de Wolshon (2009), le groupe I mais aussi potentiellement le groupe IV, si les moyens mis à la disposition des populations non autonomes sont à la hauteur de la demande. Cette condition est importante : ce ne fut par exemple pas le cas lors de l'évacuation de la Nouvelle-Orléans en 2005, avec des bus destinés à l'évacuation des populations non motorisées qui se sont retrouvés sans chauffeurs, ces derniers ayant déjà évacué eux-mêmes.

Les observations relatives aux taux d'évacuation constatés dans le passé ont été synthétisées dans l'état de l'art (Tableau 1) : les taux d'évacuation variant alors dans un intervalle compris entre 40 et 80%. Dans leur étude de faisabilité d'une évacuation massive aux Pays-Bas, Slomp *et al.* (2015) choisissent de retenir le seuil haut de 80% d'une population donnée, comme estimation du taux d'évacuation applicable, en considérant le taux observé lors de l'ouragan Katrina.

A l'inverse, c'est le seuil bas qui apparaît le plus adapté au cas francilien (dans un intervalle compris entre 40 et 60%, soit une moyenne de 50%), pour diverses raisons :

(a) Les spécificités de l'inondation francilienne, soit une cinétique lente et l'absence d'urgence vitale⁵³, qui semblent défavorables à une forte mobilisation des populations avant le pic de crue. Le raisonnement inverse pourrait aussi être mené cependant : la lenteur de la cinétique donne aux autorités et aux médias le temps nécessaire pour informer la population, lui permettre d'intégrer le risque, et d'évacuer en conséquence, comme constaté lors des évacuations consécutives à la crue de l'Elbe en 2002 (Jonkman, 2007).

(b) Le caractère improbable d'une inondation majeure en Ile-de-France : les aménagements hydrauliques ont diminué la fréquence de retour de l'inondation sur une large partie du lit majeur de la Seine, diminuant d'autant la perception du risque au sein des populations. Dans le développement de son modèle visant à estimer les pertes en vies humaines dans le cas d'une inondation majeure des Pays-Bas, Jonkman (2007) retient ainsi un taux d'évacuation de 50% seulement, considérant que le scénario catastrophe d'une inondation de large échelle des Pays-Bas apparaît inimaginable aux yeux des populations, diminuant d'autant leur propension à évacuer.

(c) Le déficit de culture du risque, mais plus encore l'absence d'une culture de l'évacuation de masse, au sein des populations mais aussi parmi les organisations responsables (Etat et collectivités). En France métropolitaine, il faut remonter à 1987 pour identifier une évacuation qui revête un caractère à la fois massif et localisé, quand eut lieu l'incendie d'un entrepôt d'engrais dans le port de Nantes : en périphérie de l'agglomération, le préfet demande alors

⁵³Cette remarque doit bien sûr être relativisée : certes, l'inondation de plaine n'est pas une déferlante comme peut l'être une inondation torrentielle, avec le risque que les personnes soient noyées ou emportées par les flots. En revanche, et nous y reviendrons, il faut noter, d'une part, un risque de surmortalité de certaines populations, particulièrement des personnes âgées et des personnes hospitalisées (dont le déplacement est potentiellement mortel, comme ce fut le cas lors des inondations du Var en 2010 (CEPRI, 2014)) ; d'autre part, des impacts en cascade de divers types causés par l'inondation (la mise à mal du réseau d'approvisionnement en eau potable causée par la submersion accroît le risque d'incendie non maîtrisé, la mobilisation des moyens de secours au profit de la gestion de l'inondation se fait au détriment de certaines autres missions régaliennes de l'Etat, dont la sécurité des personnes au quotidien, face à la criminalité de droit commun, voire au risque terroriste.

l'évacuation de sept communes ; sur 73 000 habitants, seuls 38 000 sont effectivement évacués, soit un taux d'évacuation d'à peine 52% (sur un intervalle de temps certes très court, l'évacuation débutant en début d'après-midi, et se terminant au soir) (ARIA, 2007). En matière d'inondations, les évacuations récentes ont été d'ampleur plus limitée et plus diffuse sur un plan géographique. Les retours d'expérience d'inondations de plaine, de 2001 et de 2003 illustrent des taux d'évacuation relativement faibles et une certaine propension des populations à demeurer sur place (Arbizzi *et al.*, 2015). Lors des inondations de la Somme en 2001, le taux d'évacuation pour les logements sinistrés est ainsi inférieur à 50% lors du pic de crue, avec 730 maisons évacuées pour 1500 inondées⁵⁴ (Sauzey *et al.*, 2001). Le retour d'expérience de la crue de juin 2016 tend à aller dans le même sens.

3.2.2.2.2 L'estimation de la population non autonome par l'application d'un taux d'autoévacuation maximal uniformisé

Pour obtenir une estimation de la population non autonome, il faut déterminer un taux d'autoévacuation maximal. Ce taux d'autoévacuation maximal correspond à la part de la population qui est en mesure d'évacuer par ses propres moyens, qu'elle le veuille ou non (groupes I et II). Le reliquat correspond donc à la population non autonome (groupes III et IV), pour des raisons physiques (fragilité physique) ou matérielles (absence de motorisation individuelle). L'estimation de la population non motorisée est relativement aisée à partir des données de l'INSEE issues du Recensement Général de la Population (RGP) et agrégées à l'échelle départementale ou régionale : la question de la motorisation fait en effet partie du sondage constitutif du RGP (seul le nombre de voitures est connu en France métropolitaine, la motorisation en deux-roues est donc exclue de l'analyse). A l'échelle de l'Ile-de-France, 24,1% de la population en ménages est non motorisée en 2011, contre 16,5% à l'échelle nationale, d'après le RGP. L'Enquête Global Transport (EGT) de 2010, qui se fonde sur une méthodologie différente ("standard CERTU") et sur des échantillons relativement plus restreints (18000 ménages interrogés sur l'ensemble de l'Ile-de-France), donne des estimations légèrement plus élevées de la part des ménages non motorisés : dans l'EGT, cette part atteint en effet 29% (Schmitt, 2013).

L'estimation de la population fragile est beaucoup plus complexe. Il est en effet difficile de définir précisément cette population. S'inspirant d'une réflexion conduite par la DDCSPP (Direction Départementale de la Cohésion Sociale et de la Protection des Populations) de l'Isère, pour l'agglomération de Grenoble, le CEPRI (2014) liste un ensemble de personnes potentiellement vulnérables : les femmes enceintes, les enfants en bas âge, les personnes âgées, dépendantes, handicapées et isolées, les personnes souffrant d'une maladie chronique ou hospitalisées à domicile, mais aussi les sans-abri, voire la population touristique. Inventaire similaire à celui fait par d'autres auteurs (Goudie, 2007).

⁵⁴ Le décompte du nombre de maisons inondées est peu précis : le rapport parlementaire fait état de 2800 maisons inondées sur la période du 22-25 avril (pic de crue), puis d'une révision à la baisse du nombre de maisons inondées sur la période du 26-30 avril (1500 maisons inondées) ; le rapport précise que cette division par presque deux du nombre de maisons inondées s'explique par un nouveau décompte fait par les autorités. En retenant le chiffre de 2800 maisons inondées (pour un maximum de 730 évacuées), le taux d'évacuation est de 26% ; en retenant le chiffre de 1500, le taux atteint 49%.

Nous avons préféré retenir, dans le cadre de ce chapitre, une définition restreinte de la fragilité⁵⁵, qui est ici définie comme la résultante d'une incapacité physique à se déplacer, doublée d'un isolement social fort. Ceci limite l'analyse aux personnes âgées, handicapées, dépendantes, ou hospitalisées à domicile, qui se retrouvent en situation d'isolement et ne peuvent donc *a priori* pas compter sur l'appui de proches pour évacuer sans assistance de la collectivité. C'est une définition proche de celle retenue par Slomp *et al.* (2015), dans le développement de leur méthodologie visant à évaluer la faisabilité d'une évacuation massive : les auteurs distinguent en effet, au sein de la population fragile (*non self reliant population*), les personnes qui peuvent faire appel à l'aide de proches (c'est le cas des enfants par exemple, qui ne sont pas autonomes mais peuvent compter - on peut l'espérer ! - sur leurs parents), et les personnes qui sont isolées et entièrement dépendantes de la collectivité.

3.2.2.2.3 Les bases de données utilisables pour estimer la population fragile

Par ailleurs, il n'existe pas de base de données aisément mobilisable sur la question : pour estimer un taux de personnes fragiles applicable à l'ensemble de l'Ile-de-France, plusieurs options sont envisageables, sans qu'aucune ne soit pleinement satisfaisante. D'abord, il est possible d'identifier des variables *ad hoc* au sein du RGP de l'INSEE, afin d'identifier les personnes isolées à faible mobilité : néanmoins, les recensements individuels de l'INSEE ne prennent pas en compte la problématique du handicap, de telle sorte qu'il n'est possible de connaître, par le biais du RGP, que le taux de personnes âgées isolées. Les alternatives sont toutefois également lacunaires, et sont à chercher auprès des organismes responsables des personnes qui reçoivent une aide (humaine, financière ou matérielle) de l'Etat ou du département, ou une pension ou rente de la Sécurité Sociale, à cause d'un déficit d'autonomie ou d'un handicap (Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie - CNSA, 2015). Parmi ces aides, citons : l'AAH (Allocation aux Adultes Handicapés), l'AEEH (Allocation d'Education de l'Enfant Handicapé), l'ACTP (Allocation Compensatrice pour Tierce Personne) et la PCH (Prestation de Compensation du Handicap) qui lui a succédé, l'APA (Allocation Personnalisée d'Autonomie), la pension d'invalidité ou enfin la rente d'incapacité permanente.

Le nombre de personnes bénéficiant de l'AAH ou de l'AEEH est disponible auprès de la CNAF (Caisse Nationale d'Allocations Familiales), jusqu'à l'échelle communale. L'AEEH s'adresse aux ménages avec des enfants handicapés, et peut donc être mise de côté, considérant que les enfants ciblés sont pris en charge par leur famille. L'AAH est quant à elle versée aux personnes adultes handicapées sous condition de ressources : elle ne s'adresse ainsi qu'à une partie des personnes handicapées, et est par ailleurs cumulable avec d'autres aides, en particulier la PCH. Il existe donc un risque de doublon. Le nombre de personnes bénéficiant de la PCH (anciennement l'ACTP, encore versée à certaines personnes en lieu et place de la PCH), mais aussi le nombre de bénéficiaires de l'APA, sont connus par l'intermédiaire de la DREES (Direction de la Recherche, des Etudes, de l'Evaluation et des Statistiques), qui agrège des statistiques départementales. La PCH et l'APA sont en effet versées par les conseils départementaux. La PCH-ACTP et l'APA sont deux types d'aides qui présentent l'avantage d'être attribués (au moins pour une partie de l'aide) sans condition de ressource, et de ne pas être cumulables, ce qui permet d'éviter les doublons. En effet, à partir de 60 ans, une personne bénéficiant de la PCH peut demander en lieu et place de celle-ci l'APA (qui est donc réservé

⁵⁵ Fragilité, terme moins chargé sur un plan sémantique que celui de vulnérabilité, et donc préféré dans le cadre de ce chapitre.

aux personnes âgées). Citons enfin les pensions et rentes versées par la Sécurité Sociale et disponibles, à notre connaissance, à une échelle nationale : la pension d'invalidité est versée aux personnes ayant cotisé à la Sécurité Sociale sur une durée minimale et ayant subi un accident incapacitant hors du milieu professionnel ; la rente d'invalidité est versée quant à elle pour cause de maladie professionnelle ou accident du travail (rente MP-AT). Pensions comme rentes ne sont pas cumulables avec d'autres dispositifs d'aide (sauf avec la PCH, ainsi qu'avec certains dispositifs liés à l'approche du départ à la retraite, comme la RATH - Retraite Anticipée pour les Personnes Handicapées).

3.2.2.2.4 De larges variations entre les différentes estimations de la population fragile

Le tableau qui suit récapitule, sur l'ensemble de la France métropolitaine, le nombre de bénéficiaires de chacune des aides susmentionnées, à partir du rapport de la CNSA (2015), et du RGP 2011 de l'INSEE pour ce qui concerne le nombre de personnes âgées isolées.

Population cible	% par rapport à la population totale (France entière ou métropolitaine) en 2014
Bénéficiaires de l'AAH	1,5
Bénéficiaires de l'ACTP-PCH	0,5
Bénéficiaires de l'APA	1,9
Pension d'invalidité	1,4
Rente d'incapacité	1,9
Personnes âgées isolées (75 ans et +)	3,4

Tableau 9. Estimation du nombre de personnes handicapées ou dépendantes. Tableau adapté des données de cadrage PQE "dépendance" du PLFSS 2016 (Données : CNSA, 2015 ; INSEE, 2014)

Il est ici utile d'additionner les taux des aides, pensions et rentes qui ne sont pas cumulables entre elles, ce qui exclut l'AAH et les personnes âgées isolées : ainsi agrégées, les données résultantes illustrent un taux de personnes fragiles de l'ordre de 5,7%. Ce chiffre apparaît inférieur à celui appliqué par Slomp *et al.* (2015) pour estimer le nombre de personnes fragiles à prendre en charge par la collectivité : ce dernier retient en effet le taux de 10%. Cependant, ce chiffre comprend d'autres types de populations, notamment les populations hors ménages, et non seulement les pensionnaires de maisons de retraite et les personnes hospitalisées, mais aussi les prisonniers par exemple. Il est en revanche cohérent avec les conclusions de l'Enquête Handicap-Santé, menée par l'INSEE en 2008 (CNSA, 2015) : les adultes de 16 ans et plus vivant en ménages et présentant un handicap ou une dépendance représentent un peu moins de 6% de la population totale en France (7,5% si l'on ne considère que l'effectif des adultes de 16 ans et plus).

D'autres estimations sont possibles, dont l'effet peut être majorant ou minorant. D'un côté, il est possible d'additionner le chiffre relatif aux personnes handicapées ou dépendantes au nombre de personnes âgées isolées, afin de prendre en compte le facteur vieillesse en tant que tel, ainsi qu'une partie du facteur de l'isolement social : ceci aboutit à considérer 9% de la population totale présentant une grande fragilité. Cependant, ce chiffre comprend de nombreux doublons, certaines personnes âgées isolées touchant l'APA. De l'autre, il est possible de ne prendre en considération que les bénéficiaires de la PCH et de l'APA à domicile. En effet, l'accès à ces deux aides est relativement restrictif, ce qui permet de limiter l'analyse aux personnes les plus faiblement mobiles, et donc les moins à même d'évacuer par leurs propres moyens. L'accès à la PCH est lié à la "difficulté absolue pour réaliser une activité de la vie courante". Il prend la

forme d'une aide prenant en charge certaines dépenses liées au handicap, notamment l'aide humaine ("PCH aide humaine"). A ce titre, ce sont d'ailleurs les bénéficiaires de la PCH « aide humaine » qui ont été identifiés comme prioritaires par les services du Conseil Départemental de l'Essonne, comme nous le verrons dans un chapitre ultérieur sur la prise en charge des populations fragiles par les collectivités. L'accès à l'APA est conditionné quant à lui au rattachement aux groupes iso-ressources I à IV de la grille AGGIR (Autonomie Gérologique Groupes Iso-Ressources), soit les groupes de personnes les plus dépendants⁵⁶. Au sein de l'APA, sont distinguées l'aide adressée aux personnes par l'intermédiaire de l'institution qui les accueille (un EHPAD par exemple), et celle fournie directement aux personnes, pour celles qui vivent encore à leur domicile (l'APA à domicile). En ne tenant compte que de l'APA à domicile, il est possible d'exclure une grande partie des personnes prises en charge par une institution spécifique, ce qui est essentiel dans la mesure où notre méthodologie vise à ne prendre en compte que la population à domicile. Les données synthétiques de la CNSA, destinées à la rédaction du PLFSS (Projet de Loi de Finances de la Sécurité Sociale), ne font pas la distinction entre les deux types d'APA : il faut donc se tourner directement auprès de la DREES, dont les données sont disponibles jusqu'à l'échelle départementale pour l'année 2012. Les bénéficiaires de la PCH (ou de l'ACTP, qui précédait) représentent 0,47% de la population totale à l'échelle de la France métropolitaine cette année-là. Les bénéficiaires de l'APA représentent 1,82% de la population totale, mais seulement 1,07% en ne considérant que l'APA à domicile. Le cumul des deux donne un ordre de grandeur beaucoup plus limité de la population fragile, égal à 1,5% de la population totale.

Il faut néanmoins relativiser la valeur de ces différentes estimations. En effet, celles-ci agrègent des données très différentes : elles peuvent être applicables dans certains cas à la population à domicile (celle qui nous intéresse prioritairement) et, dans d'autres, à tous les types de populations (y compris celle vivant en communauté). Ces données peuvent être relatives pour certaines au nombre de personnes avec des droits ouverts (mais non nécessairement perçus !) et pour d'autres au nombre de personnes ayant réellement perçu l'aide en question. Par ailleurs, ces données sont disponibles à l'échelle nationale, mais pas toujours à l'échelle régionale ou départementale. Or, il faut noter de fortes disparités dans la composition de la population, entre la France métropolitaine et la seule région Ile-de-France. Ainsi, parmi les données disponibles à l'échelle régionale, notons que le nombre de bénéficiaires de l'ACTP-PCH en 2012 est de 0,47% en France métropolitaine, mais de seulement 0,33% en région Ile-de-France. Le nombre de bénéficiaires de l'APA à domicile est de 1,07% en France métropolitaine et de 0,64% seulement à l'échelle de l'Ile-de-France. Le nombre de personnes âgées isolées en 2011 est de 3,4% en France métropolitaine, 2,74% en Ile-de-France. La démographie, plus jeune, de la région Ile-de-France tend donc à tirer vers le bas les estimations de la population fragile, telle qu'on la définit ici. Enfin, il faut signaler que ces données ne considèrent pas (ou seulement de façon incomplète) l'isolement social en sus du manque d'autonomie physique.

Pour conclure quant à cette première méthode, s'il apparaît relativement simple de déterminer la part des populations non motorisées, il est bien plus difficile d'identifier les populations fragiles. Pareillement, l'estimation d'un taux d'évacuation est malaisée, pour les raisons déjà citées. C'est par ailleurs une méthode qui présente le lourd désavantage de nier le caractère individuel (et par définition différencié) d'une évacuation ; c'est aussi une méthode qui occulte

⁵⁶ Loin de notre sujet, nous ne nous étendons pas sur les définitions d'autonomie, de dépendance, de handicap et d'incapacité. Il faut considérer l'ensemble de ces notions comme autant de contraintes à la mobilité physique.

les disparités spatiales entre territoires. Le parti a donc été pris, pour le développement de notre méthodologie, de la fonder sur les recensements individuels de l'INSEE, sur la seconde option donc qui est présentée ci-dessous. Néanmoins, loin d'avoir été vain, le travail d'exploration développé ci-dessus permet d'appuyer ce développement méthodologique : en particulier, les ordres de grandeur identifiés, en ce qui concerne le taux d'évacuation (50%), mais aussi les critères d'identification des personnes fragiles, sont utilisés pour justifier la construction de l'indice social développé ci-dessous, et pour valider les critères de choix des variables individuelles.

3.2.2.3 *L'estimation des populations à risque et des populations non autonomes : construction d'un Indice Social de Susceptibilité à l'Evacuation (ISSE)*

3.2.2.3.1 L'identification des populations non autonomes et des populations à risque d'après leurs caractéristiques individuelles recensées au sein du RGP (Recensement Général de la Population)

La seconde option consiste à identifier, pour chaque ménage pris individuellement en Ile-de-France, des variables clés qui puissent expliquer son comportement en cas d'évacuation et déterminer sa prise en charge par l'Etat et les collectivités : ces variables permettent ensuite d'identifier des populations à risque et des populations non autonomes.

Considérant l'état de l'art sur les facteurs de l'évacuation, et son caractère d'abord individuel, les variables clés identifiées sont toutes d'ordre individuel, et plus spécifiquement d'ordre démographique et socio-économique. Les variables psychologiques, également identifiées dans l'état de l'art (Tableau 3) comme ayant un rôle potentiellement déterminant, sont écartées car impossibles à mesurer. Les variables collectives, en particulier les consignes d'évacuation, sont considérées comme non discriminantes entre différents ménages (puisque ces variables sont, par définition, communes aux différents ménages). Les variables environnementales enfin, si elles peuvent jouer un rôle important dans l'évacuation (un ménage dont le logement sera sous 2 mètres d'eau sera en effet plus susceptible d'évacuer qu'un ménage hors d'eau !), ne sont pas prises en considération pour identifier les populations à risque : il faut en effet veiller à ne pas amalgamer, dans les traitements statistiques, des facteurs d'ordre social avec des facteurs d'ordre territorial ou environnemental, afin d'assurer la cohérence conceptuelle des résultats obtenus⁵⁷.

Ces variables sont issues du Recensement Général de la Population (RGP) mené par l'INSEE en continu, avec des résultats présentés sur des périodes de cinq ans : le RGP de 2011, utilisé pour ce chapitre, comprend des recensements réalisés durant la période 2009-2013. Le RGP présente l'avantage d'être relativement exhaustif, dans la mesure où il interroge sur cinq ans l'ensemble des habitants des communes de moins de 10 000 habitants et 40% des habitants des plus grandes communes (INSEE, 2014a)⁵⁸. Le RGP est aussi librement disponible dans sa version détaillée, à l'échelle des recensements individuels (anonymisés). Le RGP permet enfin des croisements de variables, ce qui est essentiel pour identifier les populations à risque et les populations non autonomes. Les croisements de ces variables ont lieu sous un tableur et

⁵⁷ Observation méthodologique de L. Bourdeau-Lepage (Université Lyon III).

⁵⁸ Nous n'insistons pas ici sur les détails relatifs à la construction du RGP, notamment sur la distinction entre exploitation principale et complémentaire, et sur la pondération des recensements individuels en fonction de leur poids dans l'échantillonnage.

permettent de classer les ménages au sein de différents groupes, classement selon leur appartenance ou non à la population à risque ou à la population non autonome :

- Au sein de la population non autonome peuvent être distingués d'une part les ménages non motorisés, d'autre part les ménages fragiles. Il s'agit des groupes III et IV de la terminologie de Wolshon (Figure 10). Les ménages non motorisés sont aisément identifiables au sein du RGP, puisque les sondages de l'INSEE posent explicitement la question : un ménage est considéré comme non motorisé s'il ne possède aucune voiture. Les ménages fragiles ne peuvent en revanche être identifiés que du point de vue de deux critères, l'isolement social d'une part, et la vieillesse d'autre part : le croisement des deux variables permet d'identifier des ménages de personnes âgées (75 ans et plus) et isolées. Le handicap et la dépendance ne sont donc pas pris en compte de façon spécifique : la comptabilisation des ménages fragiles est donc sous-estimée. Il faut cependant relativiser cette sous-estimation : comme nous l'avons mis en évidence précédemment, à l'échelle régionale, les aides les plus restrictives (PCH et APA à domicile), réservées aux personnes à plus faible mobilité, représentent moins d'un pourcent de la population : en leur sein, une grande partie comprend des bénéficiaires de l'APA à domicile ; or, les bénéficiaires de l'APA à domicile (réservée aux personnes de 60 ans et plus) sont pour partie non négligeable des personnes âgées isolées. Le reliquat comprend donc les bénéficiaires de la PCH, et en particulier du volet « aide humaine » de cette prestation : or, ces bénéficiaires représentent 0,33% de la population francilienne seulement.
- La population à risque est identifiée par le calcul d'un « Indice Social de Susceptibilité à l'Evacuation » (Indice ISSE). Plus l'indice est faible pour un ménage donné, moins ce ménage est susceptible d'évacuer. La population à risque représente les groupes II et III de la terminologie de Wolshon (Figure 10) : en son sein est faite la distinction entre la population à risque autonome (groupe II) et la population à risque non autonome (groupe III). La population à risque autonome présente un indice ISSE faible mais n'est pas comprise dans les ménages fragiles ou non motorisés. A l'inverse, la population à risque non autonome représente les ménages qui cumulent la non-motorisation ou la fragilité avec un indice ISSE faible.

3.2.2.3.2 L'identification des populations à risque par l'intermédiaire de l'indice ISSE : variables et seuils utilisés

La construction de l'indice ISSE a lieu à partir du Tableau 3, qui fait la synthèse de la littérature sur les variables discriminantes en cas d'évacuation. Le raisonnement à la base de l'indice est d'inclure, sans discrimination, toutes les variables individuelles, d'ordre démographique et socio-économique, recensées dans le tableau et pouvant avoir une traduction qualitative et binaire (risque ou pas de risque) dans les recensements de l'INSEE. Sont à ce titre incluses les variables suivantes comme facteurs de risque :

- La présence d'une personne âgée (75 ans et plus),
- L'absence d'enfants de 18 ans et moins au sein du ménage,
- L'absence d'individus de sexe féminin au sein du ménage,
- Le statut de propriétaire du ménage,
- La présence de personnes immigrées.

Parmi les facteurs d'ordre démographique, la présence d'animaux domestiques, pourtant reconnue comme potentiellement défavorable à l'évacuation, n'est pas retenue car elle ne fait

pas l'objet des sondages dont est issu le RGP. Parmi les facteurs socioéconomiques, le revenu n'est pas compris dans l'indice, car il ne s'agit pas d'une variable incluse dans le RGP : c'est un moindre mal, compte tenu de la grande difficulté qu'ont les auteurs à déterminer l'impact du revenu sur la propension des ménages à évacuer (avoir un revenu élevé a, au mieux, un impact positif très limité sur la propension à évacuer). La variable relative au revenu est néanmoins retenue pour la construction d'un autre indice, celui relatif à l'auto-hébergement et beaucoup plus orienté sur les problématiques économiques, comme nous le verrons plus loin. Enfin, la variable relative à la race ou à l'ethnie n'est pas non plus incluse dans le RGP, les statistiques de recensement ethnique étant interdites sauf exception : en lieu et place, le choix a été fait de remplacer cette variable par la variable immigration, considérant que les problématiques ethniques et raciales recoupent partiellement celles de l'immigration. Ce choix, dont l'arbitraire est bien sûr discutable, est néanmoins intéressant à deux titres. D'abord, il interroge la capacité des autorités à transmettre une consigne d'évacuation : les personnes immigrées peuvent rencontrer certaines difficultés à communiquer avec les autorités et inversement (barrières culturelles, linguistiques voire méfiance réciproque). Ensuite, les personnes immigrées peuvent manquer de certaines ressources pour s'informer, se déplacer, trouver une solution d'hébergement (du fait de réseaux sociaux éventuellement moins développés).

L'indice ISSE est calculé pour chaque ménage et est égal au cumul des variables identifiées pour lesquelles le ménage ne présente pas de risque : dans la mesure où il y a *in fine* cinq variables retenues, l'indice ISSE peut varier de 0 à 5. Un ménage avec un ISSE égal à 5 ne cumule aucun facteur de risque. Un ménage avec un ISSE égal à 0 cumule tous les facteurs de risque. L'indice représente donc un simple cumul de différentes variables représentées sous une forme binaire (risque = 0, absence de risque = 1). En effet, au vu de la complexité qui régit les choix des ménages en cas d'évacuation, comme l'illustre le modèle anthropologique de Gladwin (2001), au vu de la multitude de facteurs qui peuvent (ou non !) favoriser l'évacuation, au vu enfin des contraintes liées à la disponibilité des données au sein des recensements de l'INSEE (qui conduit à exclure certaines variables), le choix a été fait de ne pas pondérer les variables entre elles, de n'accorder à aucune d'elle un poids plus important qu'aux autres (toutes ont un poids de 1) : une telle pondération rajouterait en effet un caractère arbitraire à un indice qui doit déjà faire face à une part importante d'incertitude scientifique, liée aux résultats contradictoires et parfois peu significatifs issus des précédents retours d'expérience d'évacuations massives.

Un indice composite comme l'est l'ISSE doit pouvoir être cohérent, pour être valide, sur un plan conceptuel et un plan statistique (OECD, 2008) : la cohérence conceptuelle est assurée (a) par l'état de l'art qui a été mis en œuvre précédemment, (b) par le caractère strictement individuel de l'indice (excluant donc, *a priori*, les variables collectives et environnementales). Concernant la validité statistique de l'indice, il est envisageable de faire une analyse de corrélations de rang de Spearman. C'est une analyse utile pour des variables de type qualitatif ordinal, à l'inverse d'une corrélation de Pearson, qui permet de vérifier qu'aucune variable constitutive de l'indice ne fait doublon avec une autre, qu'aucune n'est trop fortement corrélée à une autre : dans le cas de l'ISSE, aucune corrélation forte n'est identifiée entre les variables

utilisées. C'est le seul test envisageable, dans la mesure où l'indice consiste en un simple cumul de plusieurs facteurs de risque à caractère qualitatif, réduits sous une forme binaire⁵⁹.

Une fois connue la valeur prise par l'indice ISSE pour chaque ménage, il faut déterminer une valeur seuil, en-deçà de laquelle le ménage est classé au sein de la « population à risque ». Cette valeur seuil est déterminée selon le taux d'évacuation qui aura été retenu comme postulat de départ : ce taux, nous l'avons vu précédemment, a été estimé dans le cas francilien à 50% (intervalle 40-60%). En conséquence, la valeur seuil est égale à la médiane de l'effectif étudié (cet effectif correspondant à l'ensemble des recensements individuels de la région Ile-de-France) : la médiane est à 4 ; il est donc considéré que tout ménage sous ce seuil est classé dans la population à risque⁶⁰.

3.2.2.3.3 La compilation des données sociales relatives à la population au sein de la couche SIG du bâti résidentiel

L'ensemble de ces données, relatives au nombre de ménages à domicile, distinguant population non autonome et population à risque, est compilée à l'échelle de l'IRIS ou, en l'absence d'IRIS dans les zones peu peuplées, à l'échelle du pseudo-canton⁶¹. Ces données compilées sont ensuite jointes sous logiciel géomatique à une couche SIG représentant les limites des IRIS et des pseudo-cantons. Pour affecter ces données représentées à l'échelle de l'IRIS ou du pseudo-canton au bâti résidentiel (notre unité géographique), la méthode à suivre est adaptée de celle utilisée par Ast (2008) et développée par le CGDD (2012) pour estimer le nombre de personnes en zone inondable :

- (1) La couche SIG du bâti résidentiel est découpée selon les limites de la couche représentant les IRIS et les pseudo-cantons : en d'autres termes, les polygones du bâti résidentiel situés à cheval entre deux IRIS, ou deux pseudo-cantons, sont divisés en deux.
- (2) La surface développée (surface au sol * hauteur) est calculée pour chaque polygone de cette couche modifiée du bâti résidentiel.
- (3) Il est ensuite procédé à la somme de la surface développée du bâti au sein de chaque IRIS ou pseudo-canton, par le biais d'une jointure spatiale.

⁵⁹ Il n'est pas utile de mener les tests qui sont utilisés dans l'application de l'ISSAH (voir plus bas). Ainsi, il n'y a pas besoin de faire émerger la structure interne de l'indice et de regrouper les variables sous forme de facteurs, par exemple par le biais d'une Analyse en Composantes Principales. Et ce, d'une part parce que le nombre de variables de l'indice est faible, d'autre part parce qu'il se constitue d'indicateurs qualitatifs ordinaux, inadaptés à ce genre d'analyses (OECD, 2008). De même, il n'est pas utile ni souhaitable d'estimer la cohérence interne de l'indice par le calcul de l'alpha de Cronbach, du fait que les indicateurs n'ont pas nécessairement de rapports entre eux (il s'agit d'un cumul de facteurs très divers de risques), du fait aussi du faible nombre de variables en jeu : l'alpha de Cronbach sous-estime la cohérence interne quand le nombre de variables est trop limité.

⁶⁰ La répartition des valeurs en fréquence cumulée (en ordre décroissant) est la suivante : 19,7% des recensements ont un ISSE égal à 5 ; 59,6% ont un ISSE égal ou supérieur à 4 ; 88,2% ont un ISSE égal ou supérieur à 3 ; 98,9% ont un ISSE égal ou supérieur à 2 ; plus de 99,99% ont un ISSE égal ou supérieur à 1. Du fait de cette répartition, avec une médiane à 4, seulement 40,4% des recensements sont classés dans les ménages à risque, un chiffre certes inférieur à 50% mais qui demeure dans l'intervalle envisagé pour le taux d'évacuation (40-60%).

⁶¹ Le « canton-ou-ville » (pseudo-canton) est le regroupement d'une ou de plusieurs communes entières à des fins de représentation des données statistiques par l'INSEE : dans les agglomérations, un canton comprend souvent une partie de la commune principale et plusieurs communes périphériques ; le pseudo-canton exclut la commune principale de ses limites géographiques pour ne considérer que les communes périphériques ; la commune principale est alors traitée à part, car faisant l'objet d'un traitement géographique plus fin (elle est divisée en plusieurs IRIS).

- (4) Les données sociales, relatives à la population et disponibles sur la couche des IRIS et des pseudo-cantons, font alors l'objet d'une jointure spatiale avec la couche modifiée du bâti résidentiel.
- (5) Les différentes variables sociales (population totale à domicile, population non autonome, population à risque), sont alors recalculées pour chaque bâtiment, de façon proportionnelle à la part que représente la surface développée du bâtiment par rapport à la surface développée totale de l'IRIS ou du pseudo-canton d'appartenance.
- (6) La couche du bâti résidentiel, ainsi pourvue en données sociales, est ensuite reconstituée *a posteriori* : les polygones situés à cheval entre deux IRIS ou deux pseudo-cantons retrouvent leur unité.

3.2.3 La création d'un Indice Social de Susceptibilité à l'Auto-Hébergement (ISSAH)

Outre la population susceptible de ne pas évacuer (population non autonome et population à risque), il est utile pour les autorités d'identifier la population susceptible de ne pas trouver un hébergement par ses propres moyens (en hôtel ou au sein des proches), pendant la durée de l'inondation, sur quelques jours à quelques semaines. Or, les populations à même d'évacuer ne sont pas identiques aux populations à même de s'héberger : l'état de l'art sur les facteurs de l'auto-hébergement (Tableau 7) illustre le caractère prédominant des facteurs économiques, et en particulier du revenu, qui joue à l'inverse peu dans la capacité à évacuer.

3.2.3.1 Identification des variables potentielles de l'ISSAH et des sources de données mobilisables

L'ISSAH se constitue de variables agrégées à l'échelle de l'IRIS (ou à l'échelle communale pour les communes trop petites pour être découpées en IRIS), l'échelle géographique la plus précise à notre disposition. Le choix des variables potentielles est dicté par des considérations scientifiques d'une part, pratiques d'autre part.

- (1) Sur un plan scientifique, les variables sont sélectionnées à partir de l'état de l'art portant sur les facteurs clés de l'hébergement en collectivité (Tableau 7). Ce choix apparaît plus aisé que pour l'ISSE, dans la mesure où les retours d'expérience sur la prise en charge de l'hébergement, à l'inverse de ceux sur la propension à évacuer, sont relativement concordants et cohérents entre eux. Cette sélection discriminée, qui n'inclut que des variables individuelles et exclut les variables collectives et environnementales, permet d'assurer la cohérence conceptuelle de notre indice.
- (2) Sur un plan pratique, il faut pouvoir trouver des indicateurs équivalents dans les bases de données de l'INSEE à l'échelle de l'IRIS, ce qui limite le nombre d'indicateurs utilisables : une échelle d'application plus large, l'échelle communale par exemple, permet d'agréger de plus nombreux indicateurs, au détriment toutefois de la précision géographique. Nous avons toutefois essayé de trouver, quand c'était envisageable, deux indicateurs pour chaque variable identifiée dans l'état de l'art. La majorité des variables sont issues du RGP 2011, comme dans le cas de l'ISSE, mais d'autres variables d'ordre économique sont tirées des RFL (Revenus Fiscaux Localisés), aussi mis à disposition par l'INSEE à l'échelle de l'IRIS pour l'année 2011 (INSEE, 2014b).

In fine, nous avons pu retenir un tableau de 16 variables potentielles :

Facteurs	Variables	Indicateur [Code indicateur]	Impact sur l'auto-hébergement
Facteurs démographiques	Age élevé	Part de personnes plus de 75 ans [AGE75]	-
		Part de personnes de 15-75 ans [AGE15]	+
	Possession d'animaux domestiques	Aucune variable applicable	
	Présence de femmes	Part des femmes dans la pop. totale [FEMMES]	+
		Part de ménages composés d'hommes seuls [HOMMES]	-
	Nombre d'années passées dans son logement / son quartier	Part de personnes habitant dans leur logement depuis au moins 10 ans [LOG10]	+
		Part de personnes habitant dans leur logement depuis moins de 2 ans [LOG2]	-
	Propriétaire de son logement	Part de personnes propriétaires [PROP]	+
		Part de logements sociaux / occupation gratuite [LOGSOC]	-
		Part des ménages imposés [MENIMP]	+
Facteurs socio-économiques	Revenus	Médiane des revenus (euros) par UC [MEDREV]	+
		1 ^{er} décile des revenus (euros) par UC [DECREV]	+
	Minorité raciale / ethnique	Part de personnes étrangères [ETRANG]	-
		Part de personnes immigrées [IMMI]	-
		Part de personnes non scolarisées de 15 ans ou plus sans diplôme (ou avec le CEP / Brevet des collèges unqmt.) [SSDIPL]	-
	Niveau d'éducation	Part de personnes non scolarisées de 15 ans ou plus titulaires d'un diplôme de l'enseignement supérieur long [DIPLLG]	+
		Part des actifs cadres prof. Intel. Sup. [CADRES]	+

Tableau 10. Variables potentielles constitutives de l'ISSAH.

3.2.3.2 Préparation des données et élimination des variables redondantes

Dans un second temps, la validité statistique de l'indice est testée. En effet, à l'inverse de l'indice ISSE, l'ISSAH est constitué de variables quantitatives tirées de résumés statistiques : les données ont déjà été traitées une première fois par le fournisseur et résumées sous forme d'effectifs agrégés à l'échelle de l'IRIS. Le fait d'utiliser les résumés statistiques, plutôt que les recensements individuels, permet de mobiliser plusieurs sources de données et de ne pas se limiter au seul RGP (qui exclut les variables économiques). Il permet surtout de tester la validité statistique de l'indice sans les mêmes limitations que celles énoncées pour l'ISSE, en mobilisant

un ensemble d'outils utilisés dans la construction d'autres indices composites spatialisées (Cutter *et al.*, 2010; Havard *et al.*, 2006; OECD, 2008). A l'inverse, dans la construction de l'ISSE, le choix de faire appel aux recensements individuels s'explique par le besoin de pouvoir croiser les populations autonomes et les populations à risque, sans créer de doublon inapproprié.

Cet affinage statistique, qui a lieu sous tableur et logiciel d'analyse statistique (R Project), comprend plusieurs étapes : la première est la rationalisation et la normalisation des différentes variables utilisées. La rationalisation consiste à transformer des variables absolues (effectifs) en variables relatives, exprimées en % et en fonctions de densité : cette rationalisation des variables permet de comparer des îlots de recensement hétérogènes, tant en superficie qu'en population (Cutter *et al.*, 2010). La normalisation permet de comparer les variables entre elles, en faisant fi des unités de mesure initiales : cette normalisation est nécessaire pour agréger les variables et constituer un indice synthétique. Plusieurs méthodes ont été recensées par l'OCDE, dans le manuel que l'organisation a mis à disposition pour construire des indices composites, parmi lesquelles (OECD, 2008) :

- (1) La méthode de classement : les différents individus sont classés selon la valeur qu'ils prennent pour chaque variable (Flanagan *et al.*, 2011). Les individus (dans notre cas les communes) sont classés de façon relative les uns par rapport aux autres, et non de façon absolue. Cette méthode permet d'éliminer l'impact des valeurs extrêmes sur la normalisation.
- (2) La méthode Min-Max : on soustrait à la valeur initiale la valeur minimale observée pour une variable donnée, puis on divise le tout par l'étendue de la variable. Les différents individus prennent alors une valeur comprise entre 0 et 1. Cette méthode met en valeur les valeurs extrêmes.
- (3) La standardisation (ou z-score) : dans cette dernière méthode, on soustrait à la valeur initiale la moyenne de la variable étudiée, puis on divise le tout par l'écart-type de cette dernière (Barbat, 2003). En d'autres termes, les différents individus sont classés sur une nouvelle échelle de valeurs, ayant pour moyenne 0 et pour écart-type 1. Cette méthode apparaît plus équilibrée que les deux précédentes, dans la capacité à prendre en considération de façon mesurée l'impact des valeurs extrêmes. C'est donc cette dernière qui a été choisie. Dans notre application, la standardisation a lieu de telle sorte qu'une valeur positive dans la variable normalisée représente un impact positif dans la capacité à trouver un hébergement par des moyens propres : au besoin, ceci a lieu par le biais d'un simple changement de signe.

La seconde consiste à gérer les données manquantes dans notre matrice de données. Les variables issues du RFL (MENIMP, MEDREV, DECREV) ne sont en effet disponibles, pour des raisons de confidentialité, qu'au sein des entités statistiques (IRIS ou communes pour celles dépourvues de découpages en IRIS) de 2000 habitants au moins pour les variables MENIMP et DECREV, de 50 habitants au moins pour la variable REVENU. 33 entités n'ont pas de valeur renseignée pour la variable MEDREV, plus de 900 pour les variables MENIMP et DECREV (sur plus de 5000 IRIS et communes pour la région Ile-de-France). Dans l'application des tests statistiques suivants, toutes les données manquantes sont remplacées par la moyenne de la variable, soit la valeur de 0. D'autres méthodes existent pour estimer des données manquantes, présentant également divers problèmes méthodologiques (OECD, 2008).

La troisième étape vise à éliminer les variables redondantes par le biais d'un test de corrélation de Pearson (s'agissant de variables quantitatives et non de variables qualitatives ordinales, le test de Pearson apparaît plus adapté que la corrélation de rang de Spearman). Cette élimination a deux vertus : d'une part, supprimer des doublons qui, s'ils demeuraient en place, entraîneraient une surreprésentation d'un phénomène donné dans l'indice synthétique ; d'autre part, limiter le nombre de variables en jeu, dans un souci de transparence méthodologique (OECD, 2008). Plusieurs seuils ont été utilisés dans la littérature, lors de la construction d'indices synthétiques appliqués au domaine du risque. Pour construire un indice de résilience collective, Cutter *et al.* (2010) déterminent un seuil bas de 0,7. D'autres auteurs déterminent un seuil plus haut, de 0,9 chez Su *et al.* (2015) dans la construction d'un indice de vulnérabilité. Dans l'application de l'IDS, c'est le seuil haut de 0,9 qui a été retenu, afin d'éviter d'avoir *in fine* un indice avec une cohérence interne trop faible (voir plus bas).

La matrice de corrélation est appliquée aux 16 variables identifiées précédemment (Tableau 10). Deux variables sont trop fortement redondantes avec d'autres et ne sont pas retenues :

- La variable CADRES, corrélée à la variable DIPLLG.
- La variable ETRANGER, corrélée à IMMIGRE.

3.2.3.3 Création de sous-indices : une double approche logique et statistique

La lecture des résultats d'un indice constitué de nombreuses variables, à l'instar de l'ISSAH, est rarement aisée : pour comprendre pourquoi tel ou tel individu (commune) présente un indice élevé ou faible, il faut pouvoir analyser la structure sous-jacente de l'indice. En d'autres termes, il faut pouvoir diviser l'indice en sous-indices, ou dimensions (OECD, 2008) : les valeurs prises par un individu pour chaque sous-indice permettent de comprendre la signification de la valeur de l'indice synthétique.

Au sein de la littérature, il est possible de distinguer deux approches pour créer un indice synthétique : (1) une approche logique et déductive, comme le font par exemple Cutter *et al.* (2010) pour leur indice de résilience ; (2) une approche statistique et inductive, comme le font encore Cutter *et al.* (2003), pour la construction dans ce cas-ci d'un indice de vulnérabilité sociale. Ces deux approches ont d'ailleurs été comparées par la même équipe de recherche (Cutter *et al.*, 2014) ; elles ont aussi été confrontées dans le cadre d'une analyse d'incertitude et de sensibilité (Tate, 2012).

3.2.3.3.1 Création de sous-indices selon l'approche déductive

L'approche logique et déductive consiste à créer des sous-indices *a priori*, sans analyse de la structure de la donnée, mais en s'appuyant inversement et strictement sur un raisonnement logique et déductif à partir de l'état de l'art. Cette approche présente le grand avantage d'être lisible et aisée à reproduire. Elle a le désavantage de reposer sur une appréciation personnelle de l'indice et de sa structure interne.

Dans notre cas, il est possible d'adapter le tableau récapitulatif des variables potentielles constitutives de l'ISSAH, en équilibrant les différents facteurs afin qu'ils comprennent un nombre relativement comparable de variables. Les trois sous-indices (notés ISSAH_CC1, ISSAH_CC2, ISSAH_CC3) créés de la sorte sont calculés par une moyenne non pondérée des différentes variables qui les constituent. L'indice synthétique (noté ISSAH_CC) est égal à la moyenne non pondérée des trois sous-indices.

Sous-indice (code sous-indice)	Code variable
Conditions démographiques – 4 var. (ISSAH_CC1)	FEMMES
	HOMMES
	LOG10
	LOG2
Revenus et capital immobilier – 5 var. (ISSAH_CC2)	PROP
	LOGSOC
	MEDREV
	MENIMP
	DECREV
Capacité d'insertion – 3 var. (ISSAH_CC3)	SSDIPL
	DIPLLG
	IMMI

Tableau 11. Sous-indices d'après l'approche déductive (ISSAH_CC).

Il est envisageable de tester la cohérence interne de l'indice synthétique et de chaque sous-indice créé de cette façon, par le biais du calcul d'un alpha de Cronbach allant de 0 à 1. Ce dernier est à l'origine une mesure psychométrique, mais utilisée également dans la construction d'indices synthétiques d'origine statistique (Cutter *et al.*, 2010 ; Havard *et al.*, 2006 ; OECD, 2008). La cohérence interne représente l'homogénéité d'une échelle de mesure : le calcul de l'alpha de Cronbach, associé à l'analyse des corrélations entre variables, permet de vérifier si l'ensemble des variables constitutives du sous-indice tendent à représenter un même phénomène. Il faut cependant prendre ce calcul avec précaution, dans la mesure (entre autres) où il tend à sous-estimer la cohérence interne quand le nombre de variables est faible, et à l'inverse à augmenter quand le nombre de variables est élevé (Tavakol et Dennick, 2011).

Le calcul de l'alpha de Cronbach pour l'ensemble des 14 variables initiales (après suppression des variables redondantes) donne un résultat médiocre, de 0,63 et sous le seuil de 0,7, recommandé par exemple chez Cutter *et al.* (2010) : la suppression des variables relatives à l'âge (AGE75 et AGE15) permet de faire remonter l'alpha de Cronbach au-dessus du seuil, à 0,73. Les différents sous-indices créés apparaissent aussi relativement cohérents, d'autant plus en prenant en considération que l'alpha de Cronbach est sous-évalué pour un faible nombre de variables : 0,61 pour l'ISSAH_CC1 ; 0,74 pour l'ISSAH_CC2 ; 0,74 pour l'ISSAH_CC3.

3.2.3.3.2 Création de sous-indices selon l'approche inductive

L'approche statistique et inductive consiste à s'appuyer sur l'analyse statistique des données pour déterminer des sous-indices. L'Analyse en Composantes Principales (ACP) est ici une méthode d'analyse adaptée pour regrouper les variables les plus corrélées entre elles et créer à partir de ces regroupements de nouvelles variables dé-corrélées les unes des autres (appelées « composantes principales »). Cette méthode présente toutefois certaines limites présentées dans le manuel de l'OCDE (OECD, 2008 : 26). Ce sont ces composantes principales qui servent à construire des sous-indices.

L'application d'une ACP demande *a priori* de vérifier que les variables peuvent être regroupées (clustérisées), par le biais de deux tests, notamment utilisés chez Wolf et McGregor (2013) dans la création d'un indice de vulnérabilité appliqué aux vagues de chaleur.

(1) Le test de sphéricité de Bartlett permet de réfuter l'hypothèse nulle selon laquelle il n'y a pas de relations observées entre les variables de la matrice de données, en comparant la matrice de corrélation à une matrice d'identité. Ce test, réussi dans le cas de notre matrice, est cependant

peu utile quand le nombre d'observations est relativement important (avec plus de 5100 IRIS et communes, c'est notre cas).

(2) Le test de mesure de précision de l'échantillonnage Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) permet de comparer, sous la forme d'un indice allant de 0 à 1, la magnitude des corrélations observées avec celles des corrélations partielles ; de façon opérationnelle, il permet de vérifier que les variables peuvent être clustérisées, et qu'en conséquence des composantes principales peuvent émerger de l'ACP. Par ce test, il est possible d'éliminer les variables isolées du reste de la matrice, non corrélées à d'autres variables de cette dernière. Le test KMO peut en effet être calculé pour chaque variable, et pour l'ensemble de la matrice. L'OCDE recommande de supprimer les variables avec le KMO le plus faible, jusqu'à atteindre un KMO global de 0,6 au minimum, de 0,8 de préférence (OECD, 2008). Avec notre matrice de données, il apparaît difficile de dépasser un KMO de 0,7 : nous retenons *in fine* une matrice de 13 variables (KMO global = 0,68), comprenant l'ensemble des variables potentielles auquel il faut soustraire les variables redondantes et une variable avec le KMO le plus faible (MENIMP).

L'ACP est ensuite menée à terme, à partir de cette nouvelle matrice réduite à 13 variables. La première composante principale explique 31,0% de la variance totale de la matrice ; la seconde composante 21,7%. Chaque composante principale constitue un nouveau sous-indice de l'ISSAH, en ne retenant que les composantes avec une valeur propre (*eigen value*) supérieure à 1, comme le recommandent Cutter *et al.* (2003). Dans notre cas, 4 composantes principales sont retenues, expliquant 74% de la variance totale. Une procédure de rotation varimax de ces 4 composantes est alors mise en œuvre : cette rotation varimax (Cutter *et al.*, 2003 ; Su *et al.*, 2015) permet d'accroître l'indépendance des composantes principales, en maximisant la corrélation des variables avec une composante et en minimisant la corrélation avec les autres composantes (Figure 11).

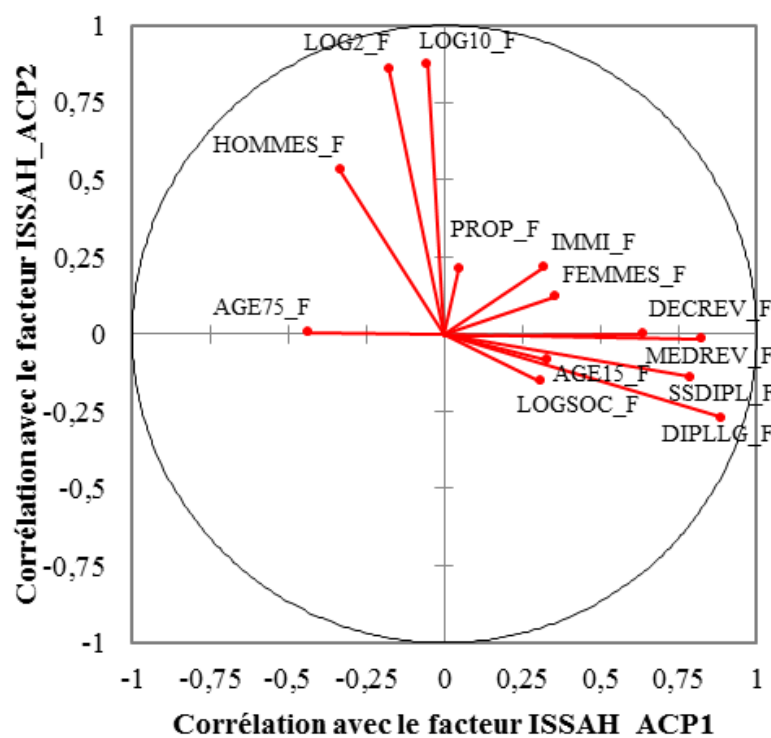


Figure 11. Analyse en Composantes Principales : corrélations des variables avec les facteurs principaux après rotation varimax.

Ci-dessous, dans le Tableau 12, sont décrits les quatre composantes principales et les variables les plus corrélées positivement à ces composantes. Les coordonnées des composantes principales (soit les sous-indices, notés ISSAH_ACP1, ISSAH_ACP2, etc.) sont calculées pour chaque individu. La moyenne des composantes principales, pondérée selon la part de variance qu'elles expliquent comme le font certains auteurs (Myers *et al.*, 2008), permet *in fine* d'obtenir l'indice synthétique selon l'approche inductive (noté ISSAH_ACP). D'autres méthodes de pondération existent toutefois, applicables aux méthodes inductives ou déductives. Certaines études préfèrent accorder une pondération égale aux différents facteurs ou composantes identifiés (Cutter *et al.*, 2010 ; Lee, 2014). D'autres s'appuient sur une analyse multicritères, en interrogeant un groupe d'experts afin de prioriser les éléments les plus importants, et prioriser de la sorte les facteurs entre eux : la méthode d'analyse hiérarchique selon la méthode de Saaty (1994, 1980) est ainsi assez populaire chez les auteurs (Barbat, 2003 ; Barczak et Grivault, 2007 ; Cardona et Carreno, 2011). D'autres encore évitent le problème posé par les choix de pondération par l'application de la méthode de rang de Pareto (Rygel *et al.*, 2006).

Sous-indice (code sous-indice)	Code variable
Revenus et éducation (ISSAH_ACP1)	MEDREV
	DECREV
	FEMMES
	SSDIPL
	DIPLLG
Conditions de logement (ISSAH_ACP2)	HOMMES
	LOG10
	LOG2
Age du ménage (ISSAH_ACP3)	AGE75
	AGE15
Capital économique et capacité d'insertion (ISSAH_ACP4)	PROP
	LOGSOC
	IMMI

Tableau 12. Sous-indices d'après l'approche inductive (ISSAH_ACP).

In fine, malgré l'intérêt de la démarche déductive, c'est l'approche inductive qui sert à déterminer le taux d'hébergement collectif applicable, du fait de sa robustesse statistique.

3.2.3.4 Détermination de l'impact de l'ISSAH sur les taux d'hébergement en collectivité et agrégation des données à la couche du bâti résidentiel

Une fois l'ISSAH calculé pour chaque IRIS en Ile-de-France, il faut définir l'impact de l'indice sur le nombre de personnes incapables de trouver un hébergement par leurs propres moyens pendant la durée de la crue. Ici, rappelons en effet que cet indice ne permet que de connaître les besoins en hébergement collectif d'urgence, de court à moyen terme (quelques jours à quelques semaines), soit pendant la crise uniquement : à l'inverse, les besoins en hébergements de long terme sont à associer aux problématiques post-crise de retour au logement, et sont donc abordées dans un chapitre ultérieur relatif aux impacts sociaux de long terme de l'inondation en Ile-de-France. Ici encore, l'état de l'art est une source utile de renseignements : le Tableau 4 illustre des taux d'hébergement en collectivité de 5% en moyenne. Toutefois, la spécificité du cas francilien, mais aussi les premiers retours de la crue de juin 2016, appellent à considérer d'autres hypothèses majorant le taux d'hébergement en collectivité. En effet, plus le nombre de personnes affectées par un événement de type inondation est élevé, moins ces mêmes personnes peuvent aller trouver refuge chez des proches (habitant sur les mêmes territoires généralement), qui se trouvent tout autant affectés. Le caractère massif d'une inondation francilienne limite de fait les possibilités de la population évacuée d'aller trouver refuge chez des proches.

De ce fait, 3 hypothèses sont étudiées simultanément, et présentées de la sorte dans la partie résultats : une hypothèse « littérature », une hypothèse « haute », une hypothèse « maximale ». Pour chaque hypothèse, sont déterminés un seuil haut et un seuil bas (Tableau 13). La médiane de notre effectif d'étude a été calculée, afin de diviser la population d'Ile-de-France en deux sous effectifs d'égale importance : pour les IRIS avec un ISSAH supérieur à la médiane, le taux d'hébergement collectif applicable est le seuil bas de l'hypothèse retenue ; pour les autres IRIS, le taux applicable est le seuil haut. Les données ainsi obtenues sont ensuite jointes à la couche du bâti résidentiel, de la même manière que pour les données issues du RGP.

Hypothèse	Taux d'hébergement médian	Seuil bas	Seuil haut
Littérature	5%	1%	9%
Haute	15%	5%	25%
Maximale	25%	10%	40%

Tableau 13. Hypothèses relatives au taux d'hébergement collectif.

3.2.4 L'application d'un arbre de décision logique d'évacuation et le développement d'un indice territorial d'exposition

Une fois la population identifiée au sein des bâtiments de notre base de données, encore faut-il savoir quels bâtiments doivent faire l'objet d'une mesure d'évacuation, afin de connaître le nombre de personnes à prendre en charge en cas d'évacuation. L'identification des bâtiments a lieu par l'intermédiaire du calcul d'un indice territorial d'exposition. Cet indice, calculé pour chaque bâtiment en Ile-de-France et pour un scénario d'inondation donné, est la résultante de la doctrine d'évacuation envisagée par le bureau planification du SGZDS de la préfecture de police. La construction de cette doctrine est encore en cours, du fait d'arbitrages d'ordre stratégique et technique qui demeurent à faire (le chapitre 3 aborde la question plus en détail).

3.2.4.1 Le calcul d'un indice territorial d'exposition et l'identification de zones d'évacuation et de zones de maintien en vie dégradée

L'indice territorial d'exposition peut prendre quatre valeurs différentes, et permet *in fine* d'identifier des bâtiments compris dans deux types de zones d'intervention : les zones d'évacuation et les zones de maintien en vie dégradée. Chaque zone appelle à des actions spécifiques de la part de l'Etat et des collectivités dans la prise en charge des populations :

- « A », soit l'évacuation totale du bâtiment. Cette valeur se subdivise en deux sous-valeurs : « A1 », qui représente un ordre d'évacuation, et « A2 » une consigne d'évacuation. Un ordre d'évacuation à valeur impérative et réglementaire (valeur « A1 ») ne peut être émis que pour les IGH (Immeubles de Grande Hauteur). Les IGH à fonction résidentielle (IGH classe A) sont définis par une hauteur de 50m au minimum. La réglementation des IGH est en effet stricte, dans le cadre de la lutte anti-incendie : l'effondrement du réseau électrique ou AEP (Adduction d'Eau Potable) appelle en effet à une évacuation immédiate et obligatoire. A l'inverse, pour les autres bâtiments résidentiels, les autorités ne peuvent qu'émettre une recommandation d'évacuation (valeur « A2 »). Celle-ci peut être certes tournée de façon à paraître impérative, mais elle ne peut en avoir la force juridique : en effet, hors IGH, un bâtiment ne peut faire l'objet d'une évacuation obligatoire, éventuellement sous la contrainte des forces de police, que s'il fait l'objet d'un arrêté pour péril grave et imminent. L'évacuation totale appelle à diverses mesures : une communication à l'ensemble de la population destinée à l'inciter à partir ; une évacuation assistée des populations non autonomes, avec la mise à disposition de transports en commun mais aussi de moyens spécialisés pour certaines personnes fragiles (moyens ambulanciers par exemple).
- « B », soit l'évacuation du Rez-de-Chaussée et la dégradation des conditions de vie dans les étages supérieurs.

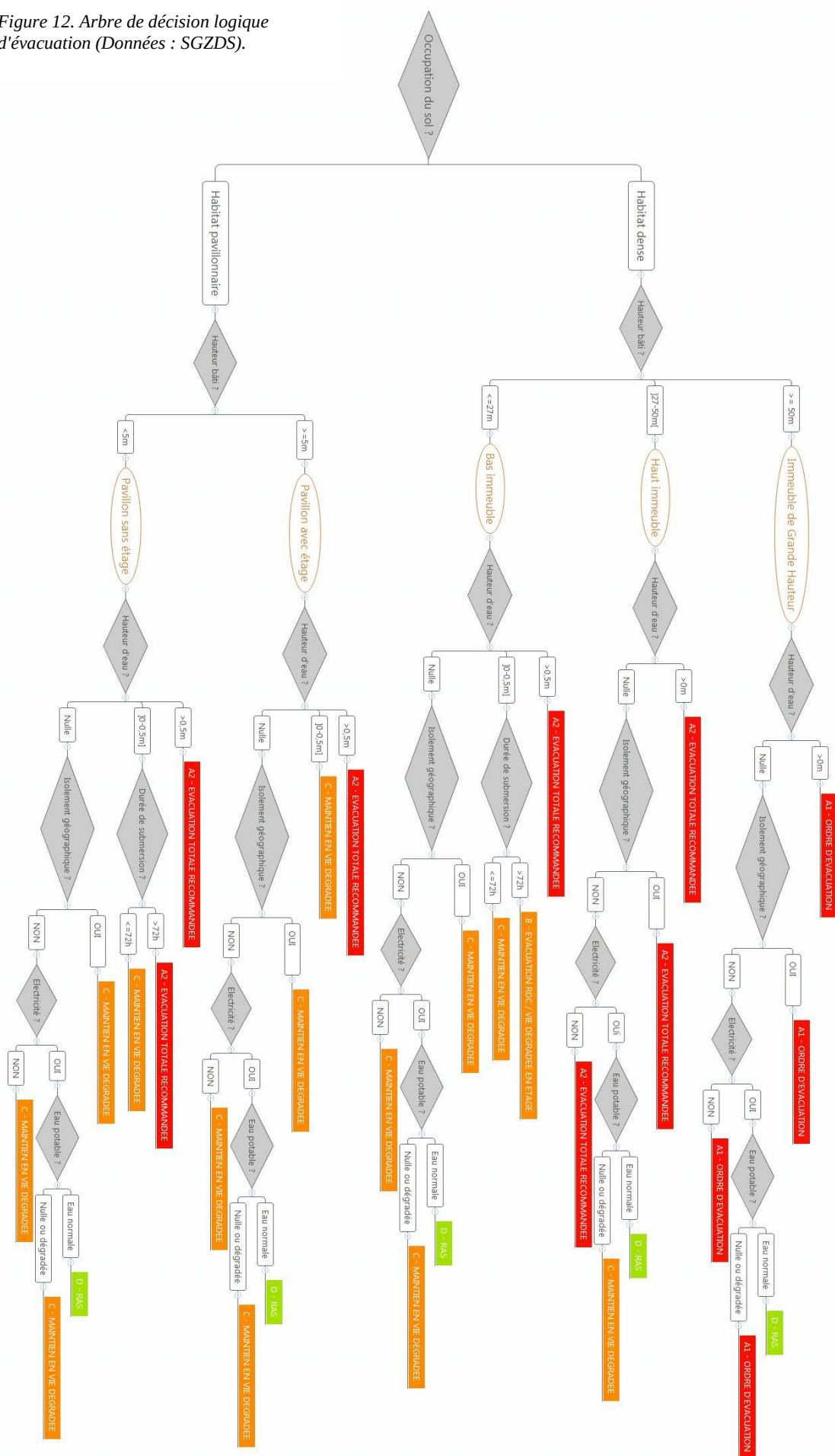
- « C », soit la dégradation des conditions de vie des populations résidentes, pour diverses raisons (rupture de réseaux en particulier). Dans ces bâtiments, les autorités indiquent aux populations qu'à défaut de quitter leur logement, elles doivent accepter de vivre dans des conditions de vie dégradées. Le maintien en vie dégradée demeure toutefois une notion dont les contours sont encore à définir, et pose de nombreuses incertitudes abordées dans le chapitre suivant. Il implique, comme son nom l'indique, le maintien sur place d'une partie de la population résidente, et donc des moyens pour assurer le ravitaillement et la sécurité des personnes dans un contexte difficile (plus d'eau courante, plus d'électricité, plus de chauffage...). Il implique aussi, au vu de ce contexte, l'évacuation des populations fragiles, à l'instar des populations hospitalisées à domicile qui nécessitent un suivi quotidien par le personnel de santé et des équipements de soins électriques. Cette valeur se subdivise en deux sous-valeurs : « C1 », soit le maintien en vie dégradée causé par d'autres facteurs que la seule fragilité de l'approvisionnement en eau potable ; et « C2 », soit le maintien en vie dégradée causé par la seule fragilité de cet approvisionnement. La distinction entre les deux s'explique par une volonté de prioriser les interventions dans ces zones de la part du SGZDS, la fragilité de l'approvisionnement en eau potable ayant un caractère relativement moins péjorant dans la vie quotidienne des populations que l'isolement géographique ou l'arrêt du réseau électrique.
- « D », soit l'absence de mesures spécifiques : aucun impact majeur n'est à prévoir sur la population résidente.

3.2.4.2 L'indice territorial d'exposition : l'expression d'un arbre de décision logique d'évacuation, représentation simplifiée de la doctrine d'évacuation de la préfecture de police

L'indice varie selon diverses variables environnementales, qui comprennent la hauteur d'eau (sur la chaussée), la durée de submersion, l'isolement géographique, la fragilité électrique, la fragilité de l'approvisionnement en eau potable⁶². Ces variables sont identifiées et mises en relation entre elles par le biais d'un arbre de décision logique d'évacuation ; l'indice territorial d'exposition représente de fait la traduction mathématique de l'arbre de décision. L'arbre de décision présenté ci-dessous n'est qu'une proposition, résumant la doctrine présumée de la préfecture de police, dans l'attente de futurs arbitrages (Figure 12) :

⁶² Une autre variable, la fragilité du réseau d'assainissement, joue un rôle prépondérant dans la capacité, ou non, des populations à demeurer à domicile. Or, la connaissance du réseau est à l'heure actuelle très lacunaire, et ne peut donc pas être intégrée dans l'arbre de décision.

Figure 12. Arbre de décision logique d'évacuation (Données : SGZDS).



La lecture de cet arbre de décision logique appelle à plusieurs remarques :

- Un critère d'évacuation « automatique » a été identifié, commun à l'ensemble du territoire francilien : l'évacuation est ordonnée ou recommandée au-delà de 50 cm de submersion. Les autres critères d'évacuation varient selon le type d'habitat. La distinction est faite, d'une part entre les zones d'habitat collectif et les zones pavillonnaires ; d'autre part entre les immeubles collectifs selon leur hauteur.
- Au sein de l'habitat collectif, les IGH font l'objet de la stratégie d'évacuation la plus stricte : toute coupure de réseaux entraîne l'évacuation, pour les raisons réglementaires déjà citées. Le SGZDS a par ailleurs décidé d'aller outre les seules normes réglementaires, en considérant que tous les immeubles hauts, y compris ceux situés sous le seuil réglementaire des IGH, doivent être évacués dans les mêmes conditions. C'est apparu indispensable, pour des raisons de sécurité (face au risque incendie) mais aussi pour des problématiques de circulation entre les étages (en l'absence d'ascenseur fonctionnel), et pour des raisons liées à la dégradation de la vie quotidienne (en l'absence d'assainissement en particulier) : sont ainsi distingués tous les immeubles hauts, dont la hauteur est supérieure ou égale à 28m mais inférieure au seuil des IGH. Pour ces immeubles, la même stratégie que pour les IGH s'applique, à une exception notable, celle de la fragilité de l'approvisionnement en eau potable qui n'est alors pas considérée comme facteur d'évacuation totale : le faire serait en effet inapplicable, dans le cas notamment d'un effondrement généralisé du système d'alimentation de l'agglomération francilienne, comme cela pourrait avoir lieu pour une crue au débit légèrement supérieur à celui de la crue de 1910. Le système d'alimentation a en effet été calibré pour pouvoir théoriquement faire face à une crue type 1910, sans aller au-delà : il suffit de 10 cm de plus de hauteur d'eau, par rapport à une crue de type 1910, pour que le système s'effondre dans sa quasi-totalité !
- Les autres immeubles collectifs, de plus petite taille, qui représentent la majorité de la population francilienne, font l'objet d'une stratégie d'évacuation plus souple : c'est cette stratégie qui détermine en grande partie les besoins de prise en charge en cas d'inondation majeure. La coupure des réseaux n'est pas un facteur d'évacuation et l'inondation des rues et des planchers ne l'est pas non plus : de fait, il faut déterminer une hauteur d'eau et une durée de submersion au-delà desquelles le maintien sur place des populations n'est plus soutenable, voire devient dangereux. La durée de submersion a été fixée à 72h, soit le seuil (haut) identifié par le CEPRI pour déterminer l'efficacité des batardeaux et des protections amovibles, ainsi que des mesures de calfeutrage des bâtiments (CEPRI, 2014, 2012) : au-delà de 72h, ces mesures deviennent en effet inefficaces, l'eau parvenant à s'infiltrer *in fine*. La hauteur d'eau a été fixée à 50 cm par rapport à la chaussée. Bien sûr, il serait utile de connaître la date de construction des bâtiments : la date de construction permet en effet de déduire si les bâtiments sont ou non aux normes PPRI, et s'ils ont donc un plancher surélevé qui leur permet, à tout le moins, d'être hors d'eau malgré l'inondation des rues (ce qui n'empêche pas les populations d'être confrontées à de très lourdes contraintes dans leur vie quotidienne). Ces données ne sont cependant pas disponibles à notre échelle d'étude.

3.2.4.3 *La jointure au bâti résidentiel de la cartographie de l'aléa inondation : le choix d'utilisation des Zones Inondées Potentielles, cartographie développée par la DRIEE*

Une fois l'arbre de décision logique mis au point, il faut pouvoir associer les données géolocalisées, relatives aux variables environnementales identifiées, à la couche du bâti résidentiel comprenant les données d'ordre social : l'opération a lieu sous SIG par jointure spatiale des données géolocalisées avec la couche du bâti résidentiel. Certains bâtiments se retrouvent à cheval entre deux zones d'une même variable environnementale : dans ces conditions, c'est la zone à l'effet le plus péjorant (dans le calcul de l'indice territorial d'exposition) qui est retenue. A titre d'exemple, si un bâtiment est compris entre une zone de hauteur d'eau de 50 cm et une zone de hauteur d'eau de 100 cm, il faut considérer que le bâtiment est inondé d'une hauteur d'eau de 100 cm. Concernant les différentes variables environnementales jointes, il est nécessaire de faire les observations suivantes :

Concernant les données de hauteur d'eau, il existe différentes cartographies pour l'Ile-de-France : certaines ont une valeur réglementaire, d'autres n'ont qu'un rôle d'aide à la décision dans le processus de planification de la gestion de crise ; certaines sont plus précises que d'autres, avec des échelles d'application différentes ; enfin, certaines ne concernent que les vallées des grands cours d'eau (Marne, Seine et Oise). Citons ici :

(a) La cartographie des Plus Hautes Eaux Connues et la cartographie des Plans de Prévention du Risque Inondation, à valeur réglementaire en matière d'urbanisme et développées à l'échelle départementale.

(b) La cartographie des zones inondables sous forme de casiers hydrauliques ; ces casiers sont issus de l'application du modèle Alpheé de l'EPTB Seine-Grands Lacs (anciennement IIBRBS), permettant de quantifier les impacts socio-économiques d'une inondation (IIBRBS, 1998). Deux cartographies de ces casiers hydrauliques ont été développées par la Préfecture de Police et par la DRIEE, en 2005 (« casiers ORSEC ») puis en 2012 (cartographie « Etat de l'Art 2012 » ou « EA 2012 »), afin d'appuyer les travaux de planification à l'échelle zonale.

(c) La cartographie des Territoires à Risque Important d'inondation (TRI), développée par la DRIEE dans le cadre de l'application nationale de la directive européenne Inondation de 2007, et également dérivée du modèle Alpheé. Cette cartographie permet la représentation, sur les territoires urbanisés de la région Ile-de-France (plus de 140 communes pour l'agglomération francilienne sont représentées dans la cartographie du TRI « Métropole francilienne », auxquelles il faut rajouter celles du TRI de Meaux sur la Marne), de trois scénarios d'inondation : des scénarios fréquents (fréquence de retour annuelle 1/10 à 1/30), moyens (fréquence de retour annuelle de 1/100 à 1/300) et extrêmes (fréquence de retour au moins millénale).

(d) La cartographie des Zones Inondées Potentielles (ZIP) et des Zones d'Inondation par Classe de Hauteur d'eau (ZICH), développée par la DRIEE afin d'obtenir une cartographie à une échelle fine (jusqu'à l'échelle d'une rue) de l'aléa. La finalité demeure ici la planification, mais aussi, chose nouvelle, la prévision des inondations pour une gestion de crise en temps réel. La cartographie des ZIP-ZICH est construite en croisant les casiers hydrauliques, relativement grossiers (ils n'expriment qu'une hauteur d'eau moyenne sur des territoires assez vastes et pour un scénario donné), et un Modèle Numérique de Terrain (obtenu par Lidar) : ce dernier permet

de connaître, au sein d'un casier donné, l'altitude précise de chaque point du territoire et donc la hauteur d'eau pour un scénario d'inondation donné (DRIEE et SGZDS-Paris, 2015).

Les zones inondées varient de façon relativement importante entre les différentes cartographies pour un scénario équivalent, comme l'illustre la cartographie de l'enveloppe de la zone inondable de la ville de Paris pour une inondation centennale, selon trois différentes sources de données (Figure 13), la cartographie du TRI, les casiers hydrauliques et les ZIP-ZICH. Si la cartographie du TRI fait appel à un scénario dit moyen, dont la durée de retour est relativement élevée (entre 1/100 et 1/300), les scénarios des cartographies des casiers hydrauliques et des ZIP-ZICH se fondent, non pas sur des fréquences de retour, mais sur un % du débit de la crue de 1910⁶³ : le scénario R0.5 (le plus faible) représente une crue avec un débit égal à 50% de celui de la crue de 1910 ; le scénario R1, celui qui est affiché sur la Figure 13, représente un débit égal à celui de la crue de référence de 1910 (Meloux-Marbeuf, 2012). Enfin, le scénario R1.15 (le plus élevé) représente une crue avec un débit égal à 115% de celui de la crue de 1910, et correspond à la hauteur atteinte par cette dernière sur l'échelle hydrométrique de la gare d'Austerlitz : compte tenu des aménagements hydrauliques existants, il faudrait aujourd'hui 115% du débit de la Seine à Paris pour obtenir 100% de la hauteur atteinte lors de la crue de 1910.

La variabilité de la cartographie des zones inondables a des conséquences lourdes sur le nombre de personnes comprises dans les enveloppes d'inondation : la DRIEE a tiré des estimations du nombre de personnes comprises en zone inondable au sein de la ville de Paris à partir de la cartographie TRI ; ces estimations évaluent à plus de 160 000 le nombre de personnes en zone inondable (Brunelle *et al.*, 2013). A l'inverse, les estimations, issues de nos propres travaux, du nombre de personnes en zone inondable à partir de la cartographie ZIP-ZICH, sont beaucoup plus faibles : 60 000 personnes environ sont alors comprises en zone inondable dans la ville de Paris.

Compte tenu de la précision induite par la cartographie ZIP-ZICH, compte tenu également de sa finalité (qui se veut opérationnelle, destinée à la gestion de crise), c'est celle-ci qui a été retenue pour définir les hauteurs d'eau utilisées dans le calcul de l'indice territorial d'exposition. Dix scénarios existent en tout pour représenter une inondation francilienne, dans la cartographie ZIP-ZICH, du scénario R0.5 au scénario R1.15. Chaque scénario représente des classes de hauteur d'eau avec un intervalle de 50 cm (0-50, 50-100, 100-150, 150-200, >200cms). A partir de cette cartographie ZIP-ZICH, est dérivée la variable de l'isolement géographique, afin d'identifier les zones entièrement enclavées du fait de l'inondation.

⁶³ Dans les cartographies EA2012 et ZIP-ZICH, concernant le tronçon Oise amont, la modélisation de la crue est calée non pas sur la crue de 1910, mais sur celle de 1995, d'envergure plus importante sur cette partie du cours d'eau (Meloux-Marbeuf, 2012)

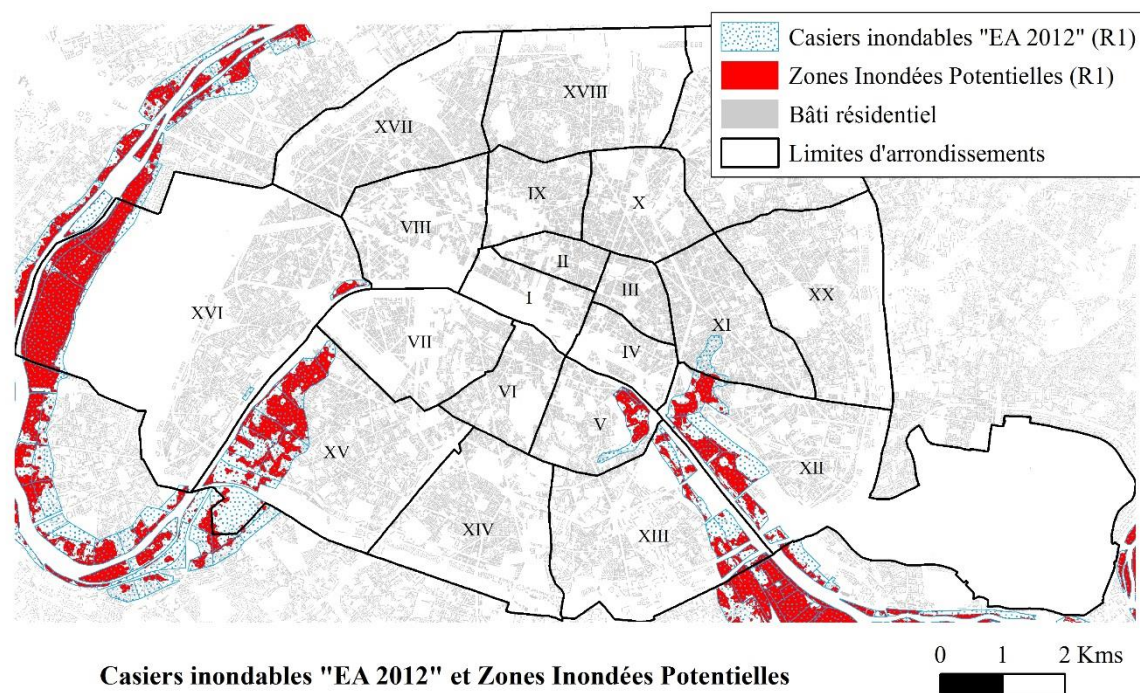
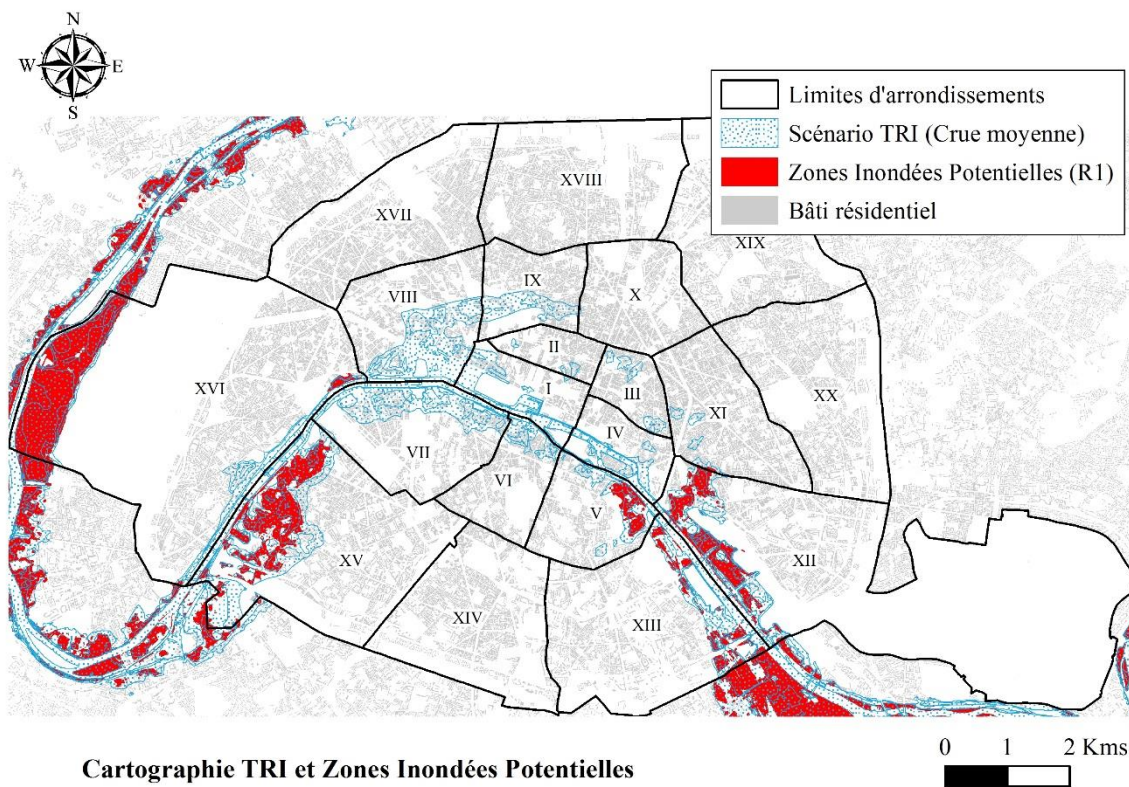


Figure 13. Cartographie comparée de l'enveloppe d'inondation pour un scénario centennal (Données : DRIEE, SGZDS, IGN).

3.2.4.4 *La jointure au bâti résidentiel des données cartographiques relatives à la fragilité des réseaux : des données grossières mais incontournables*

Concernant les variables relatives à la fragilité électrique et à la fragilité de l'approvisionnement en eau potable (AEP), il s'agit de cartographies grossières : la fragilité AEP n'est connue qu'à l'échelle des communes ; la fragilité électrique est estimée sous forme de zones tampons créées autour des postes électriques sources inondés ou fermés préventivement (sans considération de la réalité de la desserte du réseau).

De même, les cartographies de fragilité AEP et de fragilité électrique ne sont pas disponibles pour certains scénarios intermédiaires ; la fragilité AEP est représentée pour les scénarios R0,6, R0,8, R1 et R1,15, ainsi que pour un scénario spécifique à ce réseau, le « R1 + 10 » : ce dernier correspond à une crue de débit 1910, à laquelle est rajoutée 10 cm de hauteur d'eau (seuil de l'effondrement généralisé du système d'alimentation). La cartographie de la fragilité électrique comprend à l'inverse tous les scénarios intermédiaires, à l'exception des scénarii R0,55, R0,85 et R1,05. Ce déficit de données n'est toutefois pas rédhibitoire, car les scénarios de référence (voir ci-dessous) sont eux cartographiés.

Notons par ailleurs que les données utilisées dans le cadre de l'indice territorial d'exposition réduisent ces cartographies à un état binaire : fragilité ou absence de fragilité. La cartographie de la fragilité AEP permet d'identifier plusieurs états du réseau, par ordre décroissant d'impact : coupure totale du réseau, dégradation qualitative, dégradation quantitative, aucun impact ; ces nuances ne sont cependant pas traitées dans l'indice.

3.2.4.5 *La prise en considération du facteur temporel dans l'aléa inondation : le croisement de la modélisation EPTB avec la cartographie des Zones Inondées Potentielles*

En l'absence d'un modèle hydraulique et hydrologique librement disponible en 3D, lors de la rédaction de la thèse, les possibilités pour calculer la durée de submersion et pour prendre en compte le facteur temporel sont limitées. La méthode classique, mais rudimentaire, consiste à calculer la durée de submersion à partir de la forme de l'hydrogramme (Torterotot, 1993).

Cet hydrogramme est disponible à partir des données mises à disposition par l'EPTB SGL, données tirées des travaux de l'IIBRBS de 1998, et du modèle Alpheé. Cette modélisation permet d'envisager la crue dans sa composante temporelle et géographique. Il est possible de connaître, sur un pas de temps variant de 2 à 8h (avec un temps $t = 0$ marquant le début de la crue), la hauteur des cours d'eau de la Seine, de la Marne et de l'Oise, sur les différentes échelles hydrométriques disponibles dans la région Ile-de-France. La modélisation comprend trois scénarios de référence : un pic de crue à R0,8 à Paris, un pic de crue à R1, et un pic à R1,15. Ce sont les deux derniers scénarios qui sont considérés prioritairement, du fait qu'ils provoquent une inondation et une évacuation massive de l'agglomération francilienne ; le scénario de référence R0,8 comprend des inondations plus localisées, essentiellement en grande couronne. La modélisation comprend par ailleurs plusieurs ondes de crue : après le reflux de la première onde de crue, la modélisation fait état d'une seconde onde de plus faible intensité. A des fins de simplification, seule la première onde de crue est considérée dans le calcul de l'indice territorial d'exposition.

La modélisation de l'EPTB peut être croisée avec la cartographie ZIP-ZICH, dans la mesure où cette dernière est subdivisée en sections, correspondant chacune à une échelle hydrométrique spécifique⁶⁴ (Figure 14). Il existe des tables de correspondance, mises à disposition par la DRIEE, entre les scénarios R (exprimés en % du débit de la crue de 1910) et les hauteurs d'eau (exprimées en mètres sur l'échelle NGF) sur les échelles hydrométriques⁶⁵ (Tableau 14). En croisant les données de l'EPTB et de la DRIEE, il est donc possible de calculer un indice territorial d'exposition pour chaque pas de temps disponible, et donc de connaître la durée cumulée de submersion des bâtiments, pour un scénario de référence donné.

Toutefois, au vu du caractère rudimentaire de cette méthode, au vu encore des imprécisions inhérentes à la cartographie ZIP-ZICH et à la modélisation, le calcul de la variable relative à la durée de submersion même a été simplifié de la façon suivante : pour un scénario de référence donné, si un bâtiment n'est compris dans la zone inondable que sur la cartographie à l'effet le plus majorant (donc la cartographie R1 pour un scénario de référence R1), il est considéré que le bâtiment est inondé moins de 72h. A l'inverse, si ce bâtiment est compris en zone inondable sur plusieurs cartographies (par exemple, la cartographie R0,9 et la cartographie R1 pour un scénario de référence R1), il est considéré que le bâtiment est inondé au moins 72h. Observons ici que cette méthode et celle tirée de la lecture de l'hydrogramme issu de la modélisation de l'EPTB ont été toutes les deux testées, et qu'elles donnent des résultats similaires.

Pour terminer sur l'aspect temporel de la modélisation, remarquons que sur certaines stations hydrométriques, la cartographie correspondant au pic de crue n'est pas égale au scénario de référence (qui est calé sur l'échelle d'Austerlitz et la ville de Paris) : pour un scénario de référence R1, la cartographie du pic de crue en aval de la confluence Seine-Oise (station hydrométrique de Mantes-la-Jolie) correspond à un scénario R1,05 ; à l'inverse, en amont de la Marne (station hydrométrique de Meaux), la cartographie du pic de crue correspond à un scénario R0,85. Ces différences sont bien sûr intégrées au calcul de l'indice territorial d'exposition, pour les variables de submersion et de fragilité électrique (pour des raisons pratiques, la cartographie régionale de la fragilité du réseau d'adduction d'eau potable est uniquement calée sur la station hydrométrique de Paris-Austerlitz).

⁶⁴ Trois sections hydrométriques de la cartographie ZIP-ZICH n'ont pu être associées à la base de données de l'EPTB (Saint Mammès, Gournay et Condé Sainte Libiaire) : pour ces trois sections, c'est l'échelle hydrométrique située en amont qui est utilisée comme référence (respectivement Montereau, Chalifert, et Meaux).

⁶⁵ Quand une hauteur d'eau exprimée par la modélisation est comprise entre deux scénarii ZIP-ZICH, c'est le scénario le plus proche qui est privilégié. Dans un objectif de prévision des inondations, pour une hauteur d'eau estimée entre deux scénarios donnés, la DRIEE préconise de regarder les deux cartes correspondantes, sans en privilégier une en particulier, au vu des imprécisions inhérentes à la production cartographique (DRIEE et SGZDS-Paris, 2015).

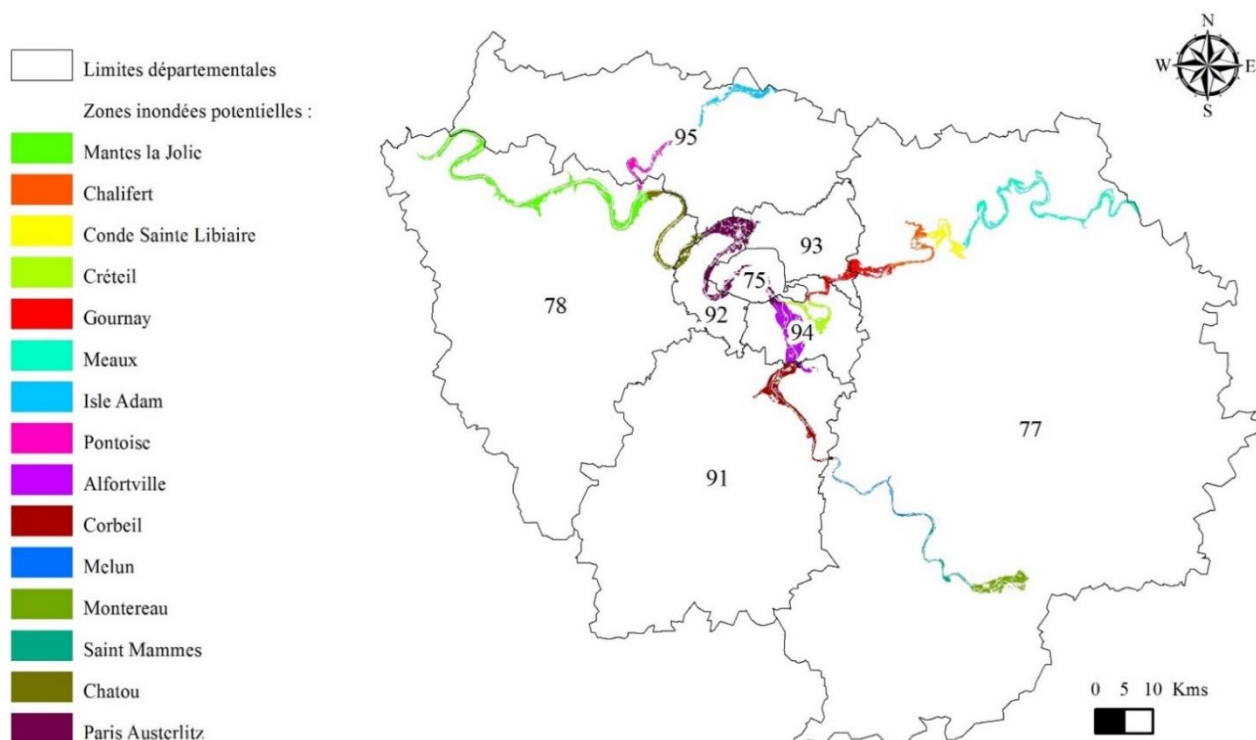


Figure 14. Cartographie ZIP-ZICH de l'Ile-de-France pour un scénario R1.15 : une division en sections hydrométriques (Données : DRIEE, IGN, SGZDS).

Nom station	Code station "HYDRO"	Zéro de l'échelle hydrométrique (m)	Scénario R	Cote absolue NGF – IGN 69 (m)	Cote relative (m)
Corbeil	F449000601	31,25	0,5	34,7	3,43
			0,55	35,08	3,81
			0,6	35,49	4,22
			0,7	36,19	4,92
			0,8	36,74	5,47
			0,85	36,86	5,59
			0,9	37,21	5,94
			1	37,65	6,38
			1,05	37,92	6,65
			1,15	38,43	7,16

Tableau 14. Extrait de la table de correspondance de la cartographie ZIP-ZICH (Source : DRIEE).

Une fois l'ensemble des variables environnementales agrégées à la couche du bâti résidentiel, l'indice territorial d'exposition est calculé sous tableur pour chaque bâtiment.

A titre de conclusion, la jointure de l'ensemble des variables, d'ordre social et environnemental à la couche du bâti résidentiel, et le calcul de l'indice territorial d'exposition, permettent alors de répondre aux objectifs fixés à notre méthodologie : l'identification des territoires à évacuer, l'estimation des populations susceptibles de ne pas évacuer et l'estimation des populations incapables de trouver un hébergement par leurs propres moyens, en intégrant pleinement la

doctrine d'évacuation envisagée par le SGZDS. Il est alors possible de connaître, pour un scénario de référence donné (R1 ou R1,15) et pour une échelle géographique donnée (du bâtiment à l'échelle communale, départementale et zonale), le nombre de personnes en zone d'évacuation et en zone de maintien en vie dégradée, ainsi que leur qualité : population à risque, population non autonome, population à héberger en collectivité.

4 RESULTATS

La dernière partie de ce chapitre est consacrée à la présentation des résultats issus de l'application de notre modèle. Dans un premier temps, sont présentées les estimations relatives aux besoins de prise en charge pendant la phase d'évacuation ; dans un second temps, les estimations applicables lors de la phase d'hébergement d'urgence.

4.1 ZONAGE DE L'EVACUATION ET BESOINS DE PRISE EN CHARGE DES POPULATIONS

La présentation des résultats concernant la phase d'évacuation *stricto sensu* a lieu en plusieurs phases : elle est précédée d'un propos liminaire sur l'exposition des populations en zone inondable ; puis est développée une cartographie régionale et départementale des zones d'évacuation et de maintien en vie dégradée, elle-même suivie d'estimations chiffrées ; cette sous-partie se conclut par une cartographie développée à l'échelon communal.

4.1.1 Propos liminaire sur l'exposition des populations en zones inondables

Avant de présenter les résultats issus de notre méthodologie, il est utile de contextualiser notre étude sur un plan cinétique, afin d'illustrer la montée en puissance des impacts de l'inondation sur la population, selon les scénarios de crue et l'enveloppe des zones inondables.

A l'échelle régionale, mettons en évidence les forts effets de seuil de l'inondation, avec une croissance exponentielle de ses impacts (Tableau 15) : 12 000 personnes se trouvent en zone inondable pour un scénario R0,6, quatre fois plus pour un scénario R0,7 (46 000), quatorze fois plus pour un scénario R0,85 (167 000). L'inondation, encore relativement localisée jusqu'à ce seuil, change ensuite d'envergure : entre le scénario R0,85 et le scénario R0,9, le nombre de personnes inondées est multiplié par deux (330 000), puis par deux encore entre le scénario R0,9 et le scénario R1 (635 000). La progression ralentit ensuite, avec une augmentation de 53% seulement du nombre de personnes inondées entre le scénario R1 et le scénario R1.15 (970 000 personnes inondées). Ces chiffres sont similaires à ceux présentés par l'OCDE dans son rapport de 2014.

A l'échelle infra-régionale, les disparités sont fortes entre départements, en particulier face au risque de submersion directe. Deux départements semblent peu exposés : la Seine-Saint-Denis et le Val d'Oise, avec respectivement 27 000 et 11 000 personnes inondées pour un scénario R1. Quatre autres départements sont exposés à un niveau intermédiaire, avec 55 000 à 65 000 personnes inondées pour chacun d'entre eux selon le scénario R1 (Paris et autres départements de grande couronne) ; Paris sort toutefois du lot dans l'hypothèse d'un scénario R1.15 (128 000 personnes contre environ 70 000 à 75 000 pour les départements de grande couronne). Enfin,

deux départements sont très fortement exposés, du fait de l'urbanisation massive du lit majeur de la Seine : les Hauts-de-Seine et le Val-de-Marne, avec 152 000 et 209 000 personnes inondées pour un scénario R1, presque 300 000 dans chaque département pour un scénario R1,15.

Cette hiérarchie est toutefois bousculée quand sont considérés les scénarios intermédiaires. En effet, les départements de grande couronne et le Val-de-Marne sont affectés précocement par l'inondation, à l'inverse de Paris et des Hauts-de-Seine, touchés plus tardivement et pour des scénarios de plus faible fréquence : pour un scénario R0,8, il faut compter 43 000 personnes en zone inondable dans le Val-de-Marne, entre 14 000 et 22 000 dans les départements de grande couronne (hors Val d'Oise), contre 8 000 seulement dans les Hauts-de-Seine, et 0 sur Paris. Pour un scénario R0,9, le Val-de-Marne compte 55 000 personnes inondées, les départements de grande couronne environ 30 000 chacun, contre 14 000 dans les Hauts-de-Seine, 19 000 sur Paris.

Département	Scénarios d'inondation							
	R06	R07	R08	R085	R09	R1	R105	R115
Paris	0	0	0	882	18553	61595	85179	127631
Seine-et-Marne	3093	9375	17558	30185	46312	63401	70464	76268
Yvelines	2107	9374	21702	28857	36944	55295	63457	74891
Essonne	506	4034	14138	28052	45355	56648	63183	70284
Hauts-de-Seine	245	3851	8313	13817	36472	152046	204991	293743
Seine-Saint-Denis	144	2750	5373	6308	16375	26825	30474	34507
Val-de-Marne	5695	14719	42912	54778	123125	208733	243957	270587
Val d'Oise	486	1398	3196	3930	6305	10620	15035	22831
Région Ile-de-France	12276	45501	113192	166808	329441	635164	776739	970740

Tableau 15. Exposition des populations : estimation du nombre de personnes en zone inondable par scénario de crue (analyse géomatique personnelle, à partir des données issues des organismes suivants : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).

4.1.2 Cartographie des zones d'évacuation

Le contexte cinétique ayant été développé, il est temps de présenter la cartographie des zones d'évacuation, pour le scénario R1 (Figure 15) et le scénario R1, 15 (Figure 16).

4.1.2.1 Présentation cartographique des résultats et échelle spatiale pertinente

Notons ici que si notre modèle d'estimation des besoins en évacuation a été développé à l'échelle du bâtiment, les résultats ne peuvent pas être présentés à une telle échelle, pour plusieurs raisons : (a) d'un point de vue visuel, il n'est pas possible de présenter de façon lisible les résultats à une résolution aussi fine sur des cartes départementales ou régionales ; (b) d'un point de vue méthodologique, les incertitudes identifiées dans le développement de notre modèle font qu'il n'est pas pertinent de présenter nos résultats à la résolution des bâtiments ; (c) du point de vue des acteurs de la planification zonale ou départementale, l'échelle du bâtiment n'est pas non plus pertinente. Les consignes d'évacuation sont amenées à être données

par zones, non pas pour des bâtiments seuls, à l'exception, peut-être, des immeubles de grande hauteur⁶⁶.

Le choix a donc été fait de présenter les résultats sous la forme d'un maillage très fin du territoire, constitué de mailles carrées de 60 m de côté. La couche de bâti, comprenant l'information relative au zonage de l'évacuation, fait l'objet d'une jointure spatiale avec ce maillage : sur chaque maille, n'est retenu que le zonage le plus péjorant. Pour donner un exemple : si une maille comprend douze bâtiments, dont onze classés en zone D (pas d'impact) et un en zone A (évacuation totale), la maille représentera la zone A. Ce choix permet notamment d'isoler les mailles comprenant des immeubles hauts et des IGH à évacuer dans des zones non concernées par l'évacuation systématique.

4.1.2.2 La cartographie du zonage pour le scénario R1

La Figure 15 représente la cartographie de la doctrine zonale d'évacuation, pour le scénario de référence R1. En rouge, apparaissent les zones d'évacuation totale (en incluant non seulement la zone A mais aussi la zone B, avec évacuation systématique du rez-de-chaussée seulement), en orange et en jaune les zones de maintien en vie dégradée (zone C). En jaune, la vie dégradée est causée par la seule fragilité du réseau d'adduction en eau potable (zone C2) ; en orange, d'autres facteurs peuvent intervenir, en particulier la fragilité du réseau électrique, dont l'effet est *a priori* plus péjorant pour les conditions de vie des populations (zone C1). En gris, sont figurées les zones habitées non affectées directement par l'inondation. Les zones non coloriées correspondent aux zones non habitées de la région francilienne.

Pour le scénario de référence R1, les zones rouge et orange représentent encore une faible part de l'ensemble de la région, ou de la seule agglomération parisienne. En grande couronne, les zones rouge et orange se dispersent sur divers secteurs riverains de la Seine et de la Marne, en particulier au niveau des confluences (Yonne, Essonne, Orge, Yverres, Oise, par exemple sur la Seine). En petite couronne, la concentration du zonage est beaucoup plus forte : en aval, dans la boucle de Gennevilliers, et en amont surtout, dans le lit majeur de la Seine et dans la boucle de Saint Maur sur la Marne. C'est entre la confluence de la Seine avec l'Yverres, et celle avec la Marne, que la zone rouge (évacuation totale donc) est la plus marquée, que les efforts de l'Etat doivent donc se porter en priorité. La Ville de Paris est, pour ce scénario, encore modérément affectée dans son ensemble, mais lourdement affectée sur certains arrondissements, à l'entrée et au sortir du fleuve dans la ville (XIIe, XIIIe, et surtout XVe arrondissement). La zone jaune ne s'étend pratiquement qu'en Seine-et-Marne, du fait de l'effondrement précoce du réseau d'adduction dans ce département.

⁶⁶ A lire à ce sujet, sur la pertinence de la résolution de la modélisation spatiale dans le domaine du risque, la référence de Zerger (2002).

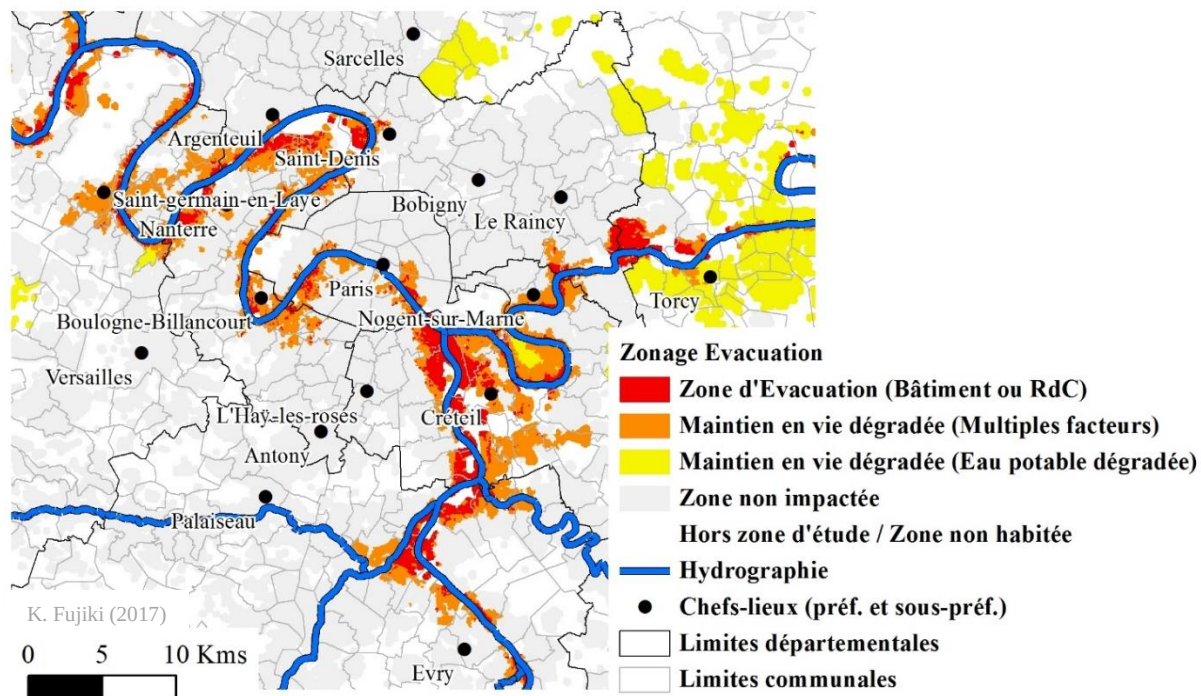
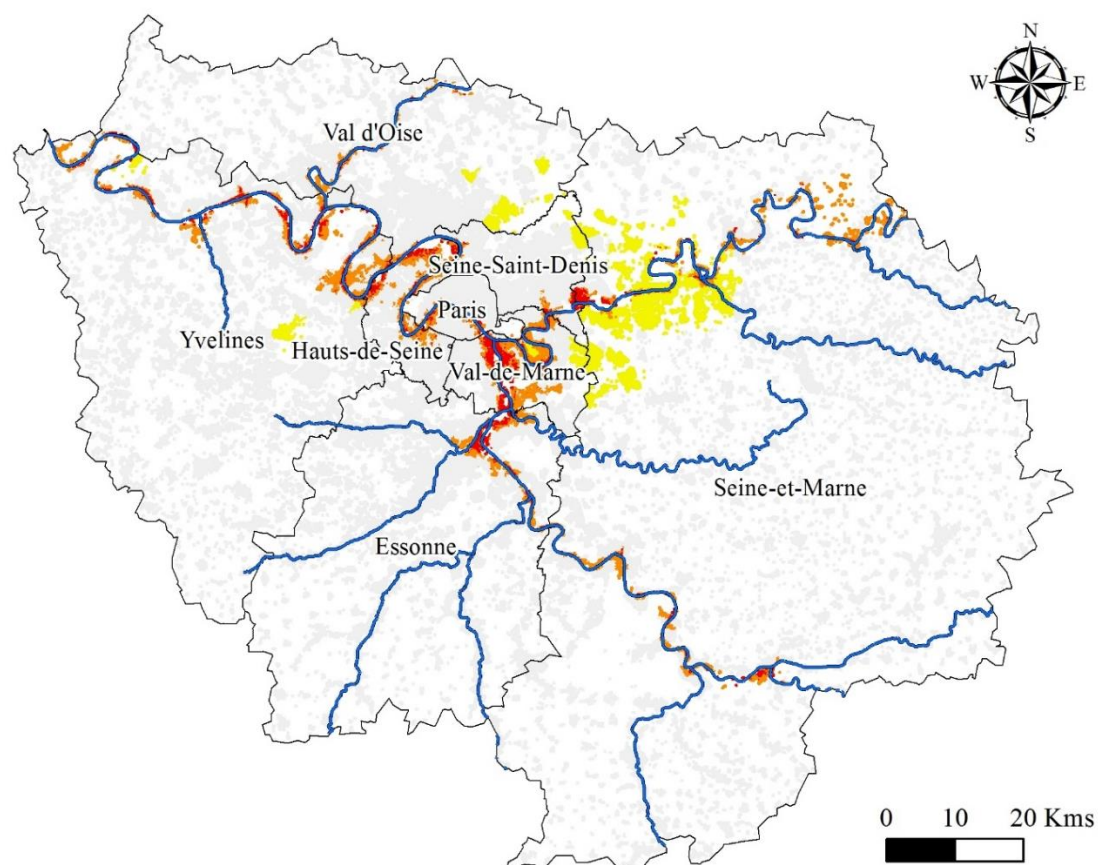


Figure 15. Cartographie des zones d'évacuation en région francilienne et dans le centre de l'agglomération, pour un scénario d'inondation R1 (Données : DRIEE, IGN, SGZDS).

4.1.2.3 *L'effet de seuil du scénario R1,15 sur l'extension des zones de maintien en vie dégradée*

L'effet de seuil, entre le scénario R1 et le scénario R1,15, est flagrant dans le zonage de l'évacuation, en particulier dans l'extension des zones de maintien en vie dégradée. La cartographie du scénario R1,15 (Figure 16) illustre en effet, d'abord, l'étendue de la zone jaune sur une très large part de l'agglomération parisienne et la quasi-totalité de la petite couronne. Notons ici que la cartographie de la fragilité de l'adduction d'eau potable ne prend pas en compte l'ensemble de la région francilienne, de telle sorte que cette zone peut être sous-évaluée dans son étendue. Comme dit précédemment, cet impact majeur est à mettre en relation avec le dimensionnement des infrastructures d'adduction d'eau potable, calibrées pour une crue type 1910, sans aucune marge ou presque pour un événement d'ampleur plus élevée. Il faut aussi remarquer que cette cartographie de l'adduction d'eau potable est construite à partir de données disponibles à une résolution communale, ce qui peut expliquer certains résultats étonnants : observons en particulier l'absence d'impact sur une large partie de la Ville de Paris, du fait qu'on considère que l'alimentation de cette dernière en eau potable sera assurée jusqu'au scénario R1,15 (sans tenir compte, donc, de l'interaction du réseau de la ville avec les communes alentour).

La zone orange est aussi plus largement étendue : en grande couronne, cette croissance est marquée dans le département des Yvelines, dans les boucles de la Seine et en aval de la confluence avec l'Oise, et dans le département de l'Essonne en amont de la boucle de Juvisy-Draveil, au niveau de la confluence avec l'Orge. En petite couronne, les impacts sur le Val-de-Marne en scénario R1 sont déjà si marqués qu'il y a peu de différences à signaler avec le scénario R1,15. En revanche, la zone orange croît fortement dans la municipalité de Paris, dans son centre-ville, et les Hauts-de-Seine, en rive droite (Clichy-la-Garenne, Neuilly-sur-Seine, Boulogne-Billancourt) et plus encore en rive-gauche, au sud de la boucle de Gennevilliers. La croissance des zones rouges est moins visible, car plus dispersée dans l'espace : notons que les zones mixtes (rouge et orange) en scénario R1 deviennent des zones d'évacuation systématique (zone rouge uniquement), dans certaines municipalités des Hauts-de-Seine et du Val-de-Marne. A la lecture globale du zonage de l'évacuation pour le scénario R1,15, il faut constater l'impérieuse nécessité pour l'Etat de ne pas focaliser ses efforts sur le seul centre-ville parisien, et le risque concomitant d'une dispersion de ses efforts face à l'étendue géographique des besoins des populations.

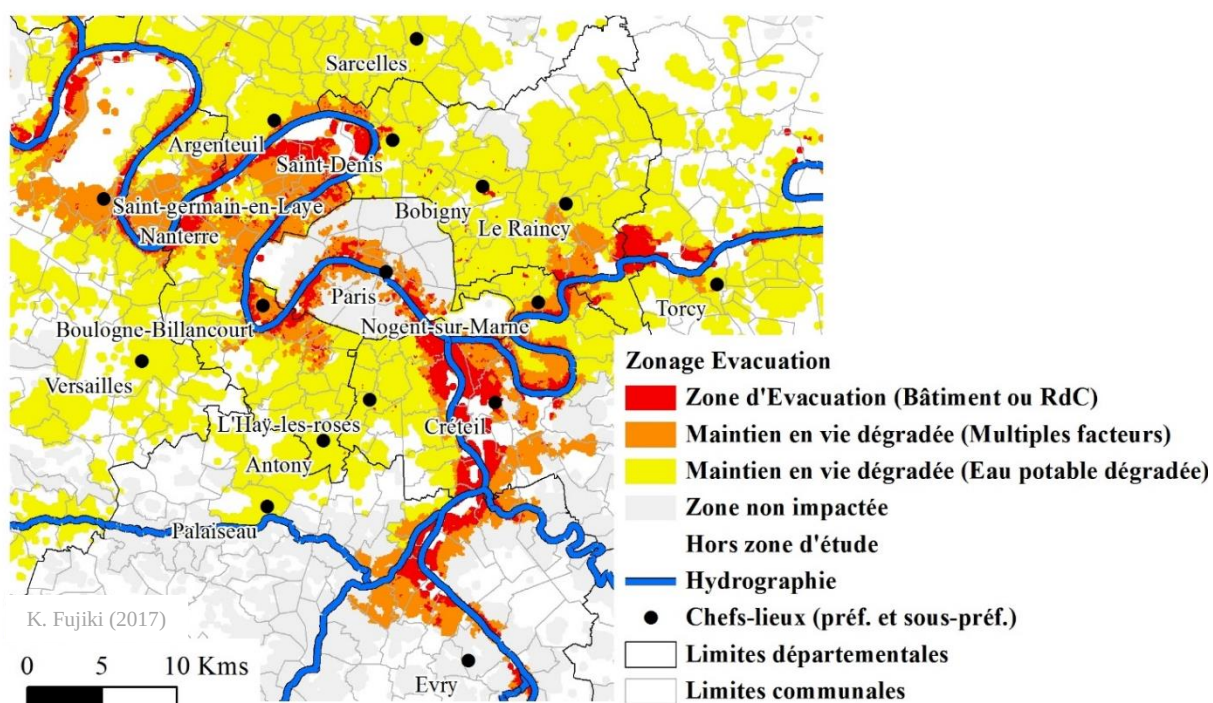
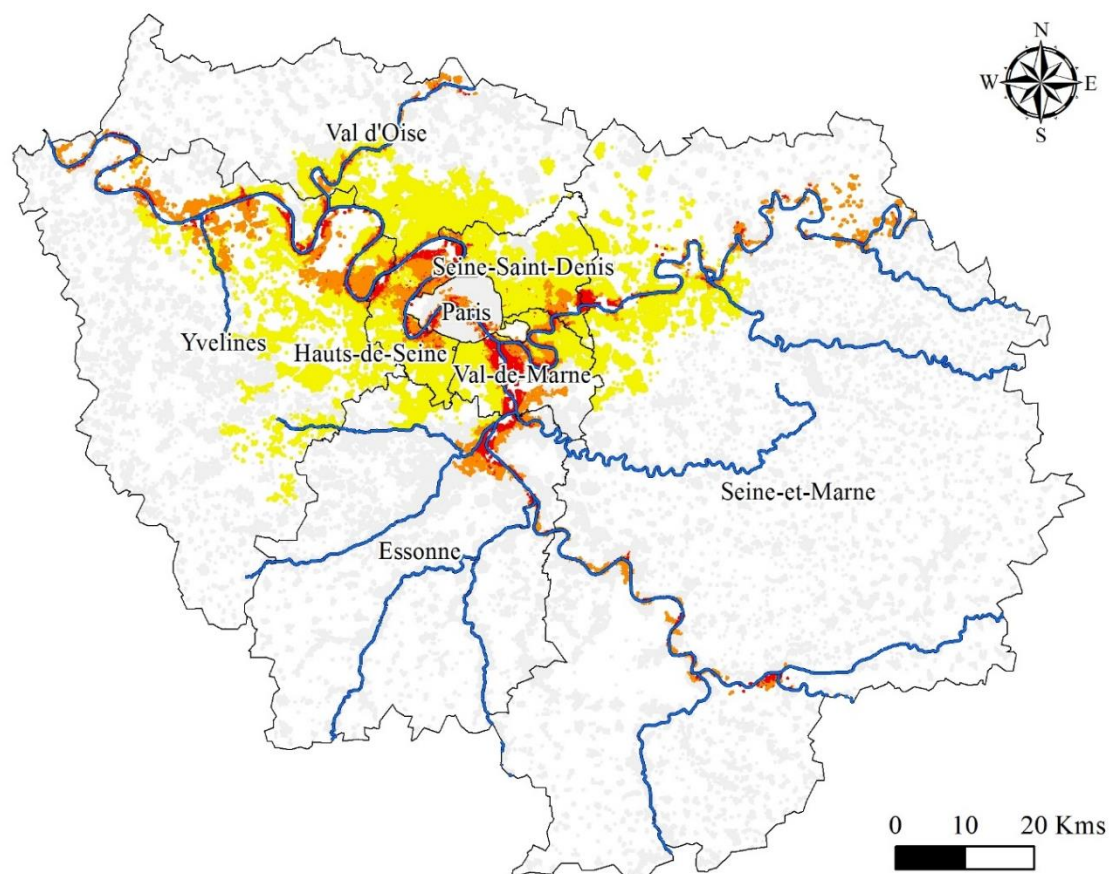


Figure 16. Cartographie des zones d'évacuation en région francilienne et dans le centre de l'agglomération, pour un scénario d'inondation R1.15 (Données : DRIEE, IGN, SGZDS).

4.1.3 Besoins de prise en charge pendant l'évacuation à l'échelle zonale et départementale : population totale, population non autonome, population à risque

La seule lecture cartographique des zones d'évacuation, certes riche en enseignements, est toutefois insuffisante à elle seule pour permettre à l'Etat de prioriser ses moyens pour venir en aide aux populations : il est aussi nécessaire de quantifier les besoins de ces dernières, selon les effectifs totaux à prendre en charge et selon le type de populations concernées.

4.1.3.1 Estimation en valeur absolue des besoins selon la doctrine zonale

4.1.3.1.1 Effectifs de population par zone et par scénario d'inondation

Les tableaux suivants résument en valeur absolue les besoins en évacuation, par zone, par département, et par scénario de référence (R1 pour le Tableau 16, R1,15 pour le Tableau 17). Ils permettent de connaître, d'un point de vue quantitatif, le nombre de personnes à prendre en charge, en distinguant les populations selon leur autonomie (capacité à évacuer) et leur statut « à risque » (volonté d'évacuer). Pour le scénario R1, il faut compter presque 700 000 personnes en zone rouge (A et B), 1,4 million en zone orange (C1), 550 000 en zone jaune (C2), soit presque deux millions en zone de maintien en vie dégradée. Pour le scénario R1,15, l'effet de seuil est aussi marqué que le laissait présager la cartographie : plus de 1,1 million de personnes en zone d'évacuation, presque deux millions en zone orange, 4,5 millions en zone jaune, soit 6,5 millions de personnes en zone de maintien en vie dégradée !

	Département	Population totale	Population non autonome		Total population non autonome	Population à risque		Total population à risque	Population autonome sans risque
			Population âgée et isolée	Population non motorisée		Population à risque non autonome	Population à risque mais autonome		
Zone rouge	Paris	78183	3370	31444	34815	16936	15261	32197	28107
	Seine-et-Marne	47053	1577	6597	8173	4107	15604	19711	23276
	Yvelines	53038	1616	5727	7342	3790	16671	20460	29025
	Essonne	50075	1681	8047	9728	4348	15399	19747	24948
	Hauts-de-Seine	188332	6033	47610	53643	23807	41142	64949	93547
	Seine-Saint-Denis	31966	765	7976	8741	3692	8944	12637	14281
	Val-de-Marne	228339	7392	52175	59567	29014	61543	90557	107229
	Val d'Oise	8606	237	1259	1496	723	2798	3521	4312
Zone orange	Région	685592	22670	160835	183505	86417	177362	263779	324725
	Paris	212304	9430	94254	103684	53672	40133	93806	68486
	Seine-et-Marne	108318	3321	13009	16329	8039	34693	42733	57295
	Yvelines	194852	6437	18060	24498	13961	64414	78376	105940
	Essonne	94464	2738	11611	14350	6911	33039	39950	47075
	Hauts-de-Seine	404874	12925	96489	109414	55121	96608	151729	198851
	Seine-Saint-Denis	37149	1017	10192	11209	4858	9914	14773	16026
	Val-de-Marne	291957	9475	53268	62743	30943	87275	118218	141939
Zone jaune	Val d'Oise	34247	939	4817	5756	2821	11361	14182	17130
	Région	1378164	46283	301700	347983	176327	377439	553766	652742
	Paris	0	0	0	0	0	0	0	0
	Seine-et-Marne	326535	4756	30746	35502	16534	112919	129453	178113
	Yvelines	33356	817	1882	2699	1603	12231	13834	18426
	Essonne	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hauts-de-Seine	0	0	0	0	0	0	0	0
	Seine-Saint-Denis	34532	741	4154	4895	2235	11572	13807	18066
	Val-de-Marne	50241	1610	5111	6721	3731	17883	21614	25638
	Val d'Oise	100407	2245	17907	20152	8711	31214	39925	49042
	Région	545071	10169	59799	69968	32814	185819	218633	289284

Tableau 16. Distribution des populations par zone d'évacuation et par département. Scénario R1 (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).

	Département	Population totale	Population non autonome		Total population non autonome	Population à risque		Total population à risque	Population autonome sans risque
			Population âgée et isolée	Population non motorisée		Population à risque non autonome	Population à risque mais autonome		
Zone rouge	Paris	156593	6965	62777	69742	34909	30874	65782	55978
	Seine-et-Marne	59078	2121	8420	10541	5320	19209	24529	29328
	Yvelines	75099	2196	8279	10475	5331	23379	28711	41245
	Essonne	80367	2414	16329	18743	7923	23263	31186	38361
	Hauts-de-Seine	346814	10679	90910	101590	46030	75321	121351	169903
	Seine-Saint-Denis	94547	1981	30364	32344	11842	20617	32459	41585
	Val-de-Marne	298555	9478	67828	77306	36999	79971	116970	141279
	Val d'Oise	19698	482	2950	3432	1610	6363	7973	9903
	Région	1130751	36315	287858	324173	149964	278997	428961	527581
Zone orange	Paris	348830	15024	162892	177915	94913	65160	160073	105754
	Seine-et-Marne	103556	3029	12058	15087	7376	33220	40595	55249
	Yvelines	324853	10395	29475	39871	22104	107505	129609	177478
	Essonne	154595	4384	19478	23862	11189	53408	64597	77326
	Hauts-de-Seine	610320	21183	138824	160006	84302	151706	236007	298608
	Seine-Saint-Denis	121258	3303	27749	31052	13453	34707	48160	55499
	Val-de-Marne	257833	8593	45352	53946	27012	78382	105394	125505
	Val d'Oise	58734	1557	8754	10311	4793	18125	22918	30297
	Région	1979979	67468	444583	512051	265141	542213	807354	925715
Zone jaune	Paris	0	0	0	0	0	0	0	0
	Seine-et-Marne	402083	6294	36500	42794	20262	139815	160077	219474
	Yvelines	675459	18804	58759	77563	41623	219242	260866	378654
	Essonne	122213	3583	12972	16555	8337	40621	48958	65037
	Hauts-de-Seine	597486	20860	107452	128312	64727	160440	225167	308734
	Seine-Saint-Denis	1229533	30468	351236	381704	161522	314960	476483	532869
	Val-de-Marne	654340	21508	138085	159593	76727	179382	256109	315365
	Val d'Oise	840323	21044	121055	142099	64848	266916	331764	431309
	Région	4521439	122562	826059	948621	438048	1321376	1759424	2251442

Tableau 17. Distribution des populations par zone d'évacuation et par département. Scénario R1.15 (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).

4.1.3.1.2 Des besoins différenciés selon les catégories de populations – approche par la doctrine zonale

D'un point de vue qualitatif, les besoins apparaissent différenciés au sein des populations, en distinguant en particulier les populations non autonomes et les populations à risque. Pour faire le décompte qui suit, nous nous appuyons ici sur la Disposition Spécifique Inondation (DSI) de la zone de défense, sans la questionner (ce recul critique est pris dans le chapitre suivant). La DSI isole en particulier, des besoins en circulation routière, en transports en commun, en vecteurs non médicalisés à destination des personnes fragiles, des évacuations d'urgence, des besoins en approvisionnements en eau et en alimentation :

- Les besoins en circulation routière s'appliquent aux populations autonomes, vivant en zones rouge, orange, ou jaune. Il s'agit ici du potentiel maximal de personnes pouvant évacuer par leurs moyens propres les zones affectées par l'inondation, quelles que soient les consignes précises d'évacuation. Ces besoins sont ici estimés à deux millions de personnes environ pour le scénario R1, en soustrayant le nombre total de personnes en zones affectées par le nombre de personnes non autonomes. Ils montent à 6,8 millions de personnes pour le scénario R1,15.

- Les besoins en transport en commun concernent les populations non motorisées, en zones rouge, orange, ou jaune. Il s'agit ici aussi d'un potentiel (maximal) de personnes pouvant nécessiter une évacuation par des transports en commun. 520 000 personnes entrent dans cette catégorie pour le scénario R1, 1,8 million pour le scénario R1,15.
- Les besoins en vecteurs non médicalisés s'appliquent aux populations fragiles (dans notre modèle, il s'agit uniquement des personnes âgées et isolées) vivant en zones rouge, orange, ou jaune. Pour ces personnes, le maintien en vie dégradée est dangereux : ces besoins ne doivent donc pas être considérés comme un maximum, mais comme un minimum. 80 000 personnes sont concernées pour le scénario R1, mais plus de 220 000 pour le scénario R1,15.
- Les besoins en évacuation d'urgence s'appliquent aux populations à risque de la zone rouge : l'identification de ces besoins est conditionnée par l'estimation d'un taux d'évacuation préventive (entre 40% et 60%), justifié par les retours d'expérience nationaux et internationaux vus précédemment. Plus de 260 000 personnes sont considérées à risque en zone rouge, pour un scénario R1. Pour le scénario R1,15, les évacuations d'urgence pourraient concerner jusqu'à 430 000 personnes.
- Les besoins en approvisionnement (eau et alimentation) sont égaux aux effectifs de populations à risque ou non motorisées des zones orange et jaune. Il s'agit, là encore, d'un minimum plus que d'un maximum, s'appuyant sur le postulat selon lequel l'ensemble des personnes vivant en zone rouge sont amenées à être évacuées, *a priori* ou *a posteriori*, ce qui est loin d'être assuré. 980 000 personnes entrent dans cette catégorie dans le scénario R1, plus de 3,3 millions dans le scénario R1,15.

4.1.3.1.3 Une estimation des besoins perfectible

A la lecture de ces chiffres, il faut constater, en moyenne, un triplement des besoins entre le scénario R1 et le scénario R1,15, à la seule exception des évacuations d'urgence (augmentation de 65% des besoins dans ce dernier cas). Cet effet de seuil, remarquable, s'explique par l'expansion de la zone jaune, et doit donc être à ce titre relativisé : la rupture partielle ou totale de l'adduction en eau potable n'a en effet pas les mêmes conséquences que la rupture électrique, géographique, ou la submersion directe, et, en situation réelle, il est peu probable (et non souhaitable ?) qu'autant de personnes évacuent de leur propre initiative en zone jaune que dans les zones rouge ou orange.

Il faut aussi noter certaines incohérences de la doctrine zonale d'évacuation, dans la distinction faite entre zones d'évacuation et de maintien en vie dégradée, et, par-delà, dans l'estimation des besoins. Ces estimations sont en effet conduites en croisant les effectifs de différentes zones, malgré le fait que ces dernières recouvrent des situations très différentes. Ces incohérences sont discutées dans le chapitre suivant. En conséquence, dans les analyses qui suivent, le choix est fait de focaliser la discussion et la réflexion sur les effectifs de populations par zone (zone rouge, zone orange, zone jaune), sans les amalgamer comme le fait la DSI.

4.1.3.1.4 Disparités entre départements

Au-delà de ces faits observables à l'échelle zonale, il faut aussi constater, à l'échelle départementale, des disparités fortes, qui recouvrent celles constatées dans l'exposition face au risque de submersion. La petite couronne francilienne est la plus affectée, avec 190 000 et 230 000 personnes en zone d'évacuation totale pour les Hauts-de-Seine et le Val-de-Marne

respectivement, pour le scénario R1. Paris et la grande couronne francilienne viennent ensuite loin derrière, en termes de besoins exprimés dans la zone d'évacuation : pour un scénario R1, moins de 80 000 personnes sont en zone rouge sur Paris, environ 50 000 dans chacun des départements de grande couronne, à l'exception du Val d'Oise (9000), le moins affecté des départements franciliens avec la Seine-Saint-Denis (32 000).

Pour le scénario R1,15, cette hiérarchie entre départements est bousculée. Les Hauts-de-Seine apparaissent alors comme le territoire le plus affecté, avec presque 350 000 personnes en zone rouge, devant le Val-de-Marne qui compte 300 000 personnes à évacuer. Paris s'éloigne de la grande couronne francilienne, car plus lourdement affectée, avec presque 160 000 personnes en zone rouge contre 60 000 à 80 000 dans les autres départements de grande couronne. La Seine-Saint-Denis voit aussi ses besoins lourdement augmenter, dépassant les départements de l'Essonne, des Yvelines et de Seine-et-Marne (avec plus de 90 000 personnes en zone rouge). Le Val d'Oise est toujours aussi peu affecté (20 000 personnes).

4.1.3.2 Estimations exprimées en valeur relative des besoins de prise en charge : évaluation de la capacité d'autonomie des départements

4.1.3.2.1 Part de la population en zone rouge par département

Ces chiffres, exprimés en valeur absolue, servent cependant avant tout à l'échelon zonal, pour répartir des moyens appropriés. Ils doivent aussi être exprimés en valeur relative, pour estimer la capacité d'un département à faire face, en autonomie ou non, aux besoins de ses administrés. La Figure 17 exprime la part de la population en zone d'évacuation (zone rouge) par département, pour les deux scénarios de référence. Comme le laissaient supposer les tableaux précédents, les deux départements de petite couronne, Val-de-Marne et Hauts-de-Seine, sont très largement submergés, avec plus de 20% de leur population résidente en zone d'évacuation pour le scénario R1,15, contre 5% à 7% pour les autres départements (le Val d'Oise fermant la marche, avec 2% de sa population en zone d'évacuation). Ce sont donc ces deux premiers départements qui sont le moins susceptibles d'être autonomes dans leur capacité à faire face aux besoins de l'évacuation massive.

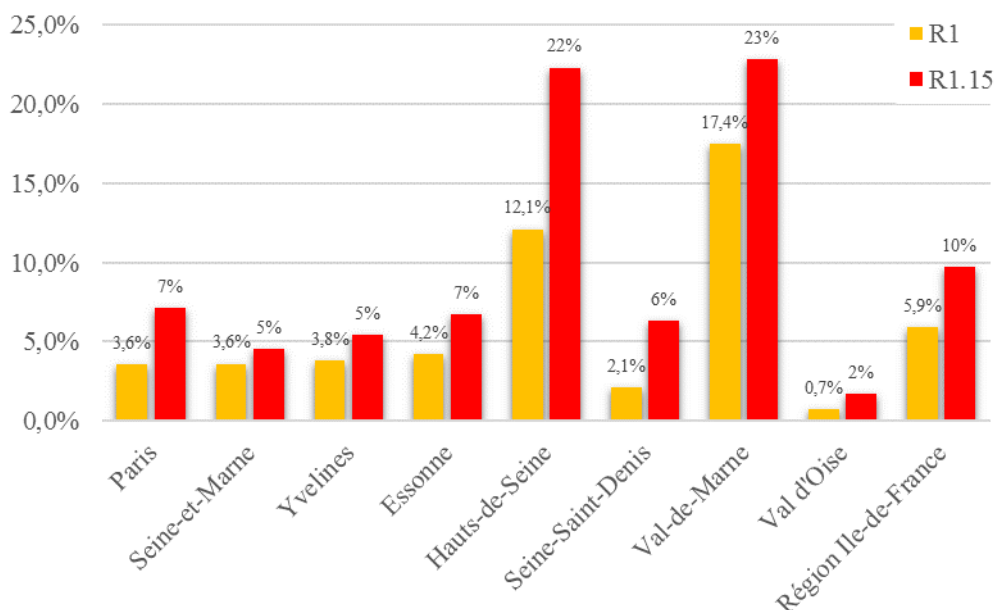


Figure 17. Part de la population en zone rouge par département, pour les scénarios d'inondation R1 et R1.15 (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).

4.1.3.2.2 Evacuations et maintien en vie dégradée pour le scénario R1,15, par département

En intégrant dans l'estimation de l'impact de l'inondation, non seulement les zones d'évacuation mais aussi les zones de maintien en vie dégradée, cette hiérarchie entre départements est partiellement lissée (Figure 18). Le cumul des trois zones, rouge, orange, jaune, dans l'hypothèse d'un scénario d'inondation R1,15, illustre l'impact majeur de la rupture de l'adduction en eau potable à l'échelle de la région : cinq départements franciliens comprennent alors plus de 70% de leur population dans une des trois zones.

Au vu de cet impact tous azimuts, il apparaît de ce fait plus discriminant d'exclure la zone jaune, pour coupler zone rouge et orange. La hiérarchie mise en avant dans la précédente figure réapparaît alors, avec quelques nuances significatives : les Hauts-de-Seine se détachent nettement des autres départements, avec plus de 60% de sa population affectée, loin devant le Val-de-Marne (43%). Paris et les départements de grande couronne viennent ensuite (entre 20% et 30% de leur population affectée), puis la Seine-Saint-Denis (14% seulement), et comme toujours le Val d'Oise (7%). Il apparaît ainsi que les Hauts-de-Seine représentent la zone la plus lourdement affectée par l'inondation, du fait de la dégradation des conditions de vie d'une grande partie de sa population, devant le Val-de-Marne, aussi exposé face au risque de submersion même, mais moins exposé aux ruptures du réseau électrique.

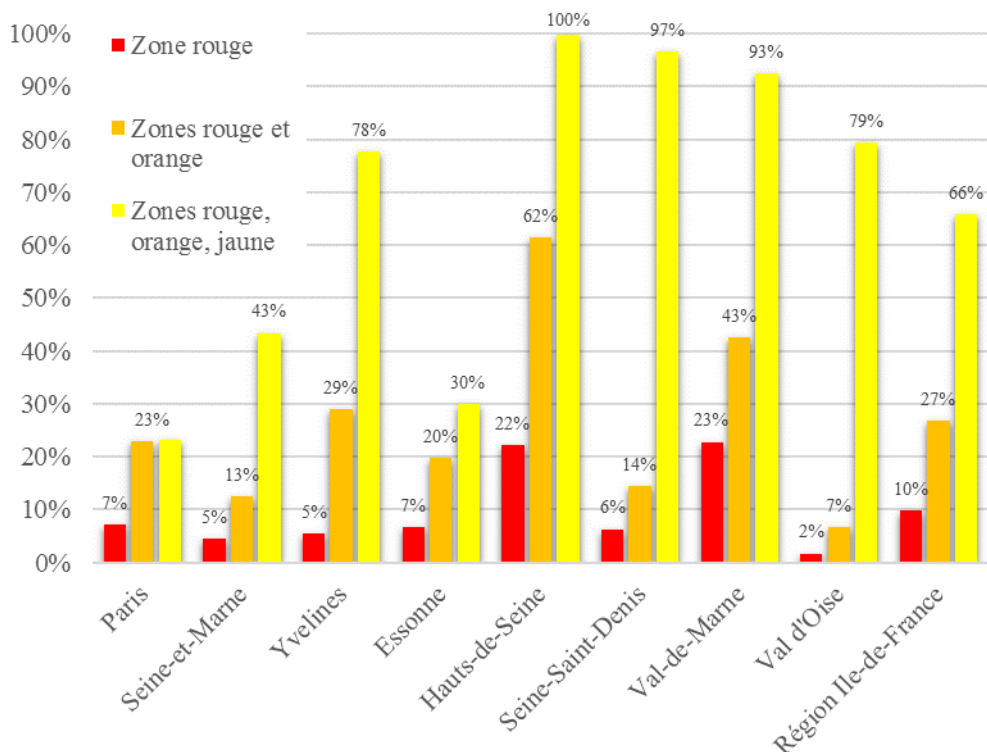


Figure 18. Part de la population cumulée en zones rouge, orange et jaune, par département, pour un scénario R1.15 (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).

4.1.3.2.3 Catégorisation des populations à prendre en charge en zone rouge

Ces estimations exprimées en pourcentage de la population totale sont toutefois insuffisantes : les populations ne forment en effet pas un groupe monolithique, mais présentent au contraire des caractéristiques et des besoins différents. Il faut de ce fait pouvoir les qualifier, en distinguant les populations autonomes, non autonomes, à risque, sans risque. La Figure 19 illustre la part que représentent ces dernières par département, pour le scénario R1,15 et pour la seule zone d'évacuation.

A l'échelle de la région, 47% de la population est estimée autonome (en capacité de suivre les consignes d'évacuation) en zone rouge et sans risque (susceptible de vouloir suivre ces consignes). A l'inverse, 29% de la population n'est pas considérée comme autonome, 38% est considérée à risque (pour rappel, les deux catégories se superposent partiellement – le total n'est donc pas égal à 100%). Les disparités entre départements sont relativement faibles dans la population à risque : seuls deux départements se détachent nettement, par le bas, du reste de la région, la Seine-Saint-Denis et les Hauts-de-Seine, par la plus faible part de leur population à risque. Elles sont beaucoup plus marquées dans la population non autonome, avec une opposition entre l'agglomération et sa couronne périurbaine : les départements de grande couronne ont une part de population non autonome faible, comprise entre 14% et 23% du fait de la forte motorisation individuelle ; les départements de petite couronne, une part plus importante, 34% en Seine-Saint-Denis, 29% dans les Hauts-de-Seine, Paris, une part plus importante encore avec presque 45% de sa population non autonome, du fait de la très faible motorisation des ménages parisiens. Le Val-de-Marne fait exception dans la petite couronne francilienne, avec seulement 26% de sa population non autonome.

En cumulant population non autonome et population à risque, peut être établie une hiérarchie des départements, sur la base de la population nécessitant une prise en charge assistée : Paris vient alors en tête (64% de sa population non autonome et/ou à risque), suivie de la Seine-Saint-Denis (56%) ; les Yvelines apparaissent à l'inverse comme le département où ces besoins d'évacuation assistée sont les moins prégnants. Au vu de ces résultats, il apparaît clairement que les stratégies de gestion de l'évacuation des préfectures de département doivent être adaptées aux caractéristiques de leur population : par exemple, en mettant l'accent sur les messages comportementaux dans certains départements, en mettant à disposition un nombre suffisant de transports en communs dans d'autres, et à Paris en premier lieu.

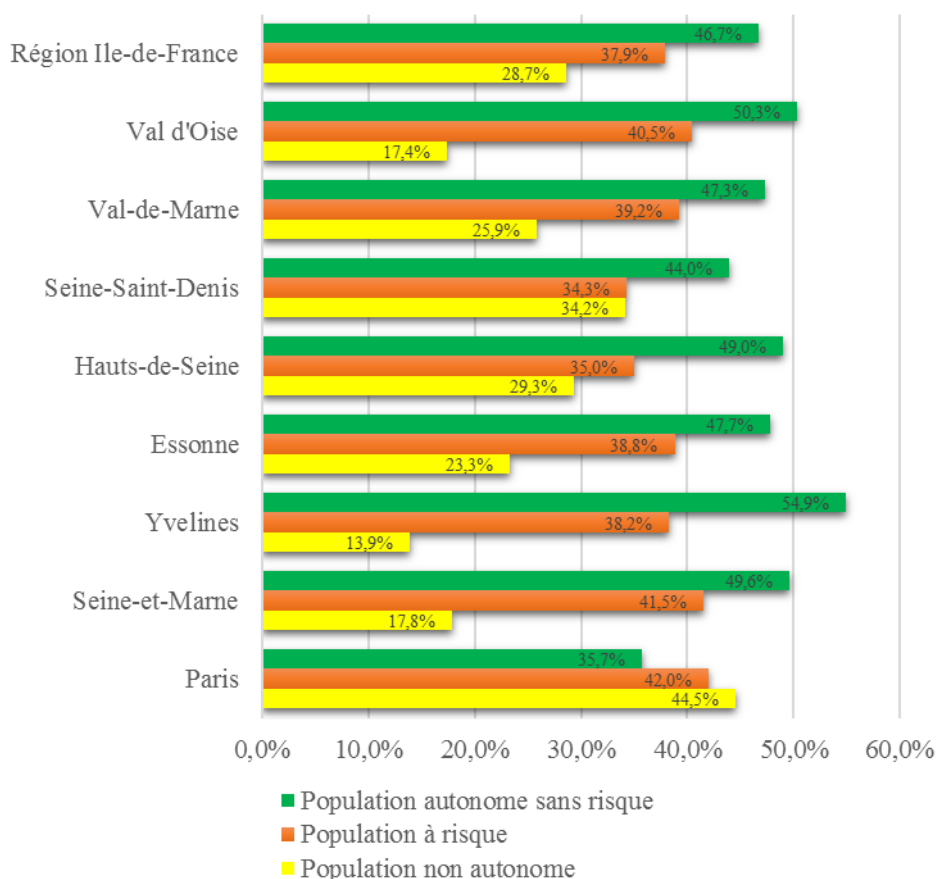


Figure 19. Population à risque et population non autonome en zone rouge : % de la population évacuée par département. Scénario R1.15 (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).

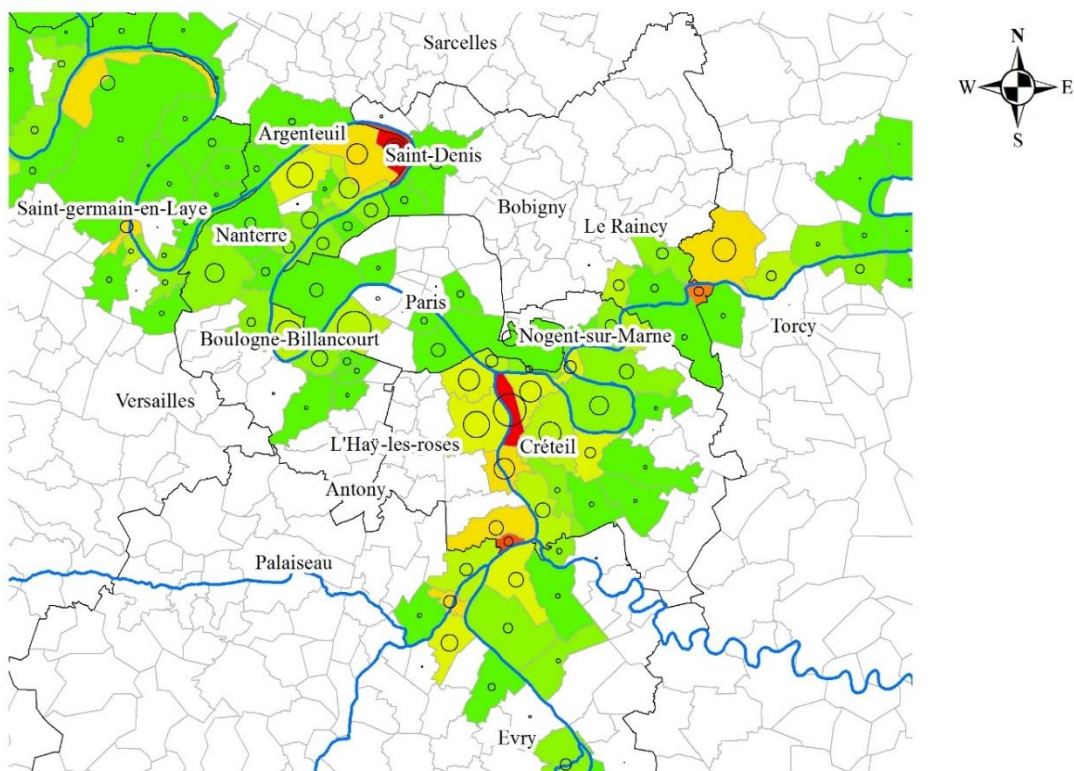
4.1.4 Besoins de prise en charge et disparités à l'échelle communale

Cette analyse, menée à l'échelle zonale et départementale, ne rend pas compte des spécificités et des disparités locales : les chiffres synthétisent des données agrégées, avec des situations localement parfois fortes différentes au sein d'un département. Il faut donc corriger cette lacune par une étude menée à l'échelon communal. Compte tenu du nombre de communes franciliennes, l'analyse se restreint toutefois à l'agglomération parisienne.

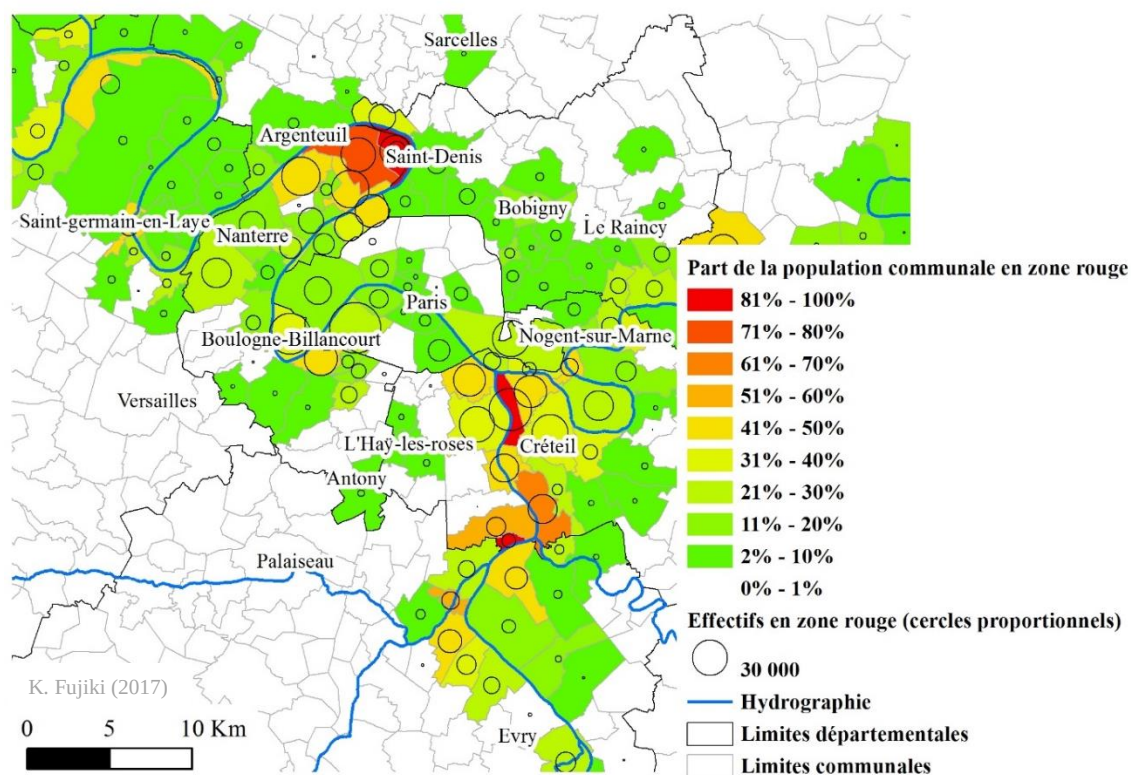
4.1.4.1 Cartographie de la population communale en zone d'évacuation

La Figure 20 présente la situation communale d'un point de vue global, en estimant en valeur relative et absolue la population en zone rouge, pour les scénarios R1 et R1.15. Pour le scénario

R1, une poignée de communes se retrouve dans une situation critique, avec une majeure partie de sa population en zone d'évacuation : citons essentiellement, Ablon-sur-Seine et Alfortville dans le Val-de-Marne, Villeneuve-la-Garenne et l'Ile-Saint-Denis dans les Hauts-de-Seine. La situation est aggravée dans le cas du scénario R1,15 : dans les communes de taille moyenne ou grande, Gennevilliers (92), Villeneuve-la-Garenne et Villeneuve-le-Roi (94), Juvisy-sur-Orge (91) viennent rejoindre les municipalités déjà citées. Surtout, de nombreuses autres communes sont concernées par l'évacuation d'une partie, certes non majoritaire mais significative de leur population, avec les difficultés que cela pose pour les autorités publiques en termes de renfort, avec le risque de voir de nombreuses communes se retrouver esseulées face à l'évacuation. Les effectifs de population à évacuer atteignent dans de nombreux cas plusieurs dizaines de milliers de personnes : en aval de Paris, entre la XVe arrondissement et Boulogne-Billancourt, puis dans la boucle de Gennevilliers ; en amont de Paris, dans le Val-de-Marne sur deux secteurs, dans le lit majeur de la Seine et dans la boucle de Saint-Maur.



Scénario R1



Scénario R1.15

Figure 20. Populations en zone rouge (zone d'évacuation) : effectifs et % de la population évacuée par commune, au sein de l'agglomération francilienne. Cartographie pour les scénarios d'inondation R1 et R1.15 (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).

4.1.4.2 Composition communale des populations en zone d'évacuation : populations fragiles, non autonomes, à risque

La Figure 21 présente quant à elle les estimations, exprimées en valeur relative et absolue, de la population fragile, de la population non motorisée, et de la population à risque, au sein des communes comprenant au moins 5% de ses résidents en zone d'évacuation. Les besoins des communes ne sont en effet pas les mêmes, du fait de caractéristiques sociodémographiques différenciées. La population fragile, âgée et isolée, comprend des fortes concentrations en zone d'évacuation dans les arrondissements centraux de Paris, et dans le XVI^e arrondissement, ainsi qu'à Neuilly-sur-Seine, plus localement dans certaines communes de grande couronne (Draveil par exemple en Essonne). Il apparaît ici que ce sont des municipalités généralement aisées qui ressortent. Dans la population non motorisée, les arrondissements parisiens ressortent également par le haut, ainsi que les communes de l'ouest de la Seine-Saint-Denis. La situation est en revanche beaucoup plus disparate pour la population à risque.

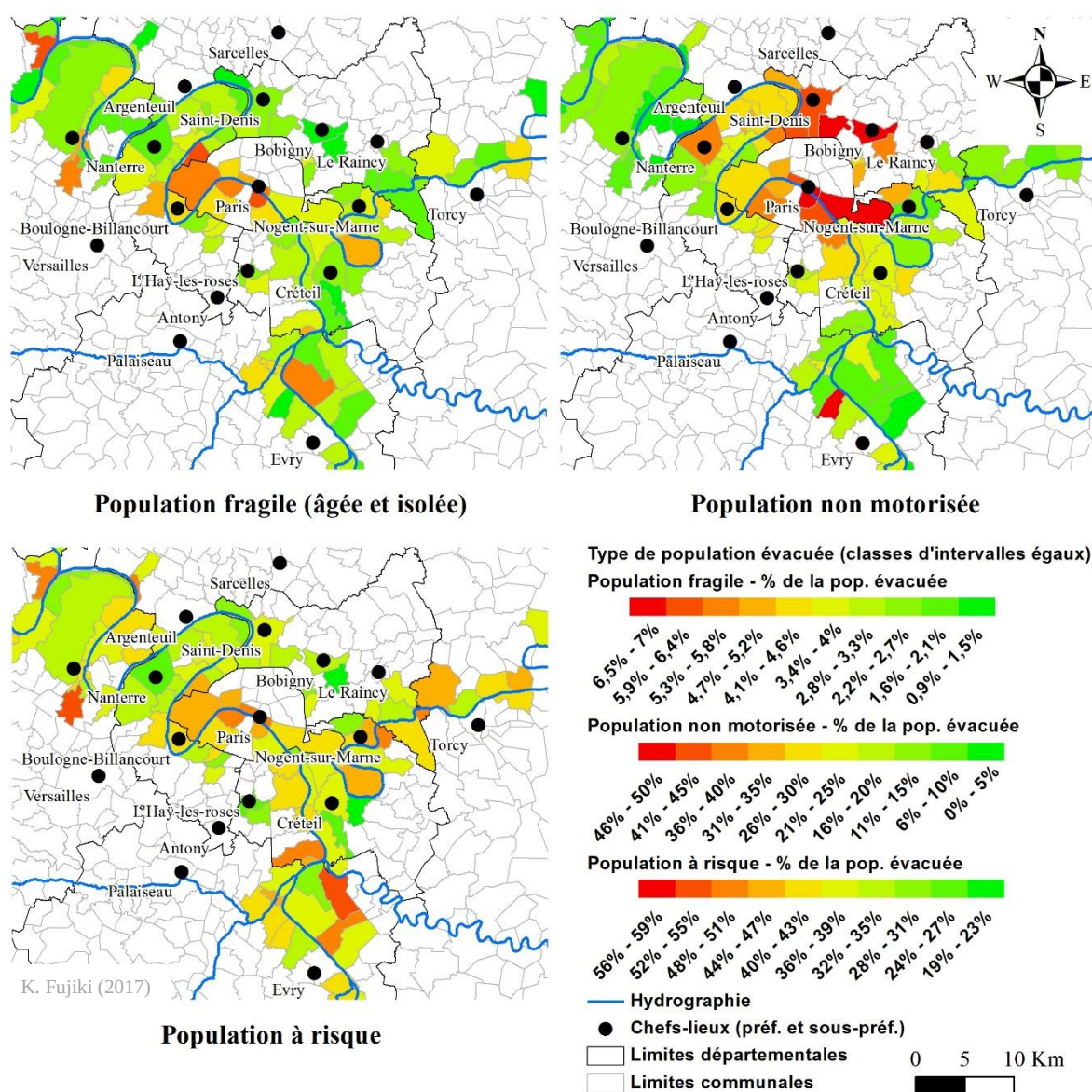


Figure 21. Populations non autonomes et population à risque au sein de l'agglomération francilienne. Analyse des communes comprenant au moins 5% de leur population en zone d'évacuation pour un scénario R1.15 (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).

La cartographie et l'estimation quantitative et qualitative des besoins de prise en charge des populations, dans la phase d'évacuation *stricto sensu*, est insuffisante à elle seule : il est ensuite nécessaire de cartographier et de quantifier les besoins dans la phase d'hébergement d'urgence.

4.2 BESOINS EN HEBERGEMENTS D'URGENCE

L'estimation des besoins exprimés en termes d'hébergement se fait en deux temps : d'abord, par une description cartographique de l'indice ISSAH à l'échelle de la région francilienne ; ensuite, par un croisement de cet indice avec le zonage issu de la doctrine d'évacuation zonale, afin de quantifier les besoins en hébergement collectif. Cette sous-partie se conclut ensuite par une réflexion sur les priorités géographiques différenciées, entre les phases d'évacuation et d'hébergement.

4.2.1 Description statistique et cartographique de l'ISSAH

4.2.1.1 Cartographie de l'ISSAH

L'indice social de susceptibilité à l'auto-hébergement (ISSAH) est développé sans considération relative au contexte d'exposition ; il s'applique de ce fait à l'ensemble des îlots de recensement de la région francilienne (Figure 22). La cartographie de l'ISSAH (en rouge, 1^{er} décile donc indice faible, en vert, dernier décile donc indice élevé) se caractérise par une distribution spatiale très marquée, qui reprend certains traits des disparités socioéconomiques qui fracturent la région francilienne : le centre-ville parisien, la moitié sud des Hauts-de-Seine, une partie de la couronne périurbaine se caractérisent par la capacité de leur population à trouver un hébergement par des moyens propres. Dans une situation inverse, on retrouve le nord et la ceinture périphérique de la ville de Paris, la petite couronne francilienne (nord des Hauts-de-Seine, Seine-Saint-Denis, partie « Seine » du Val-de-Marne), les limites des banlieues nord et sud de l'agglomération (autour de Sarcelles dans le Val d'Oise, de Grigny, Evry et Corbeil-Essonnes dans l'Essonne).

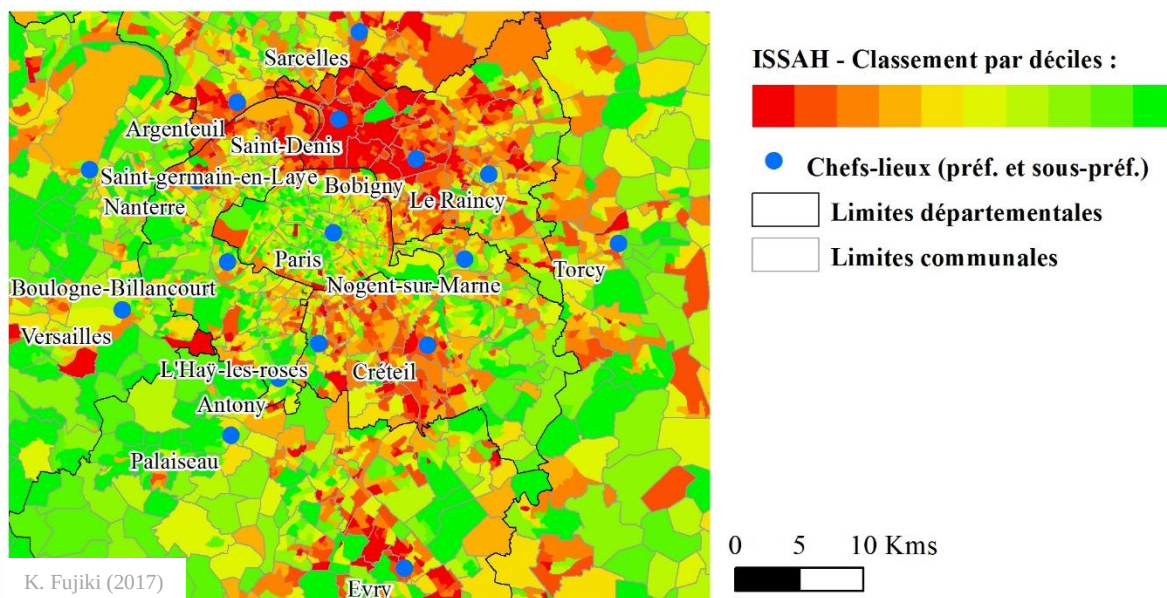
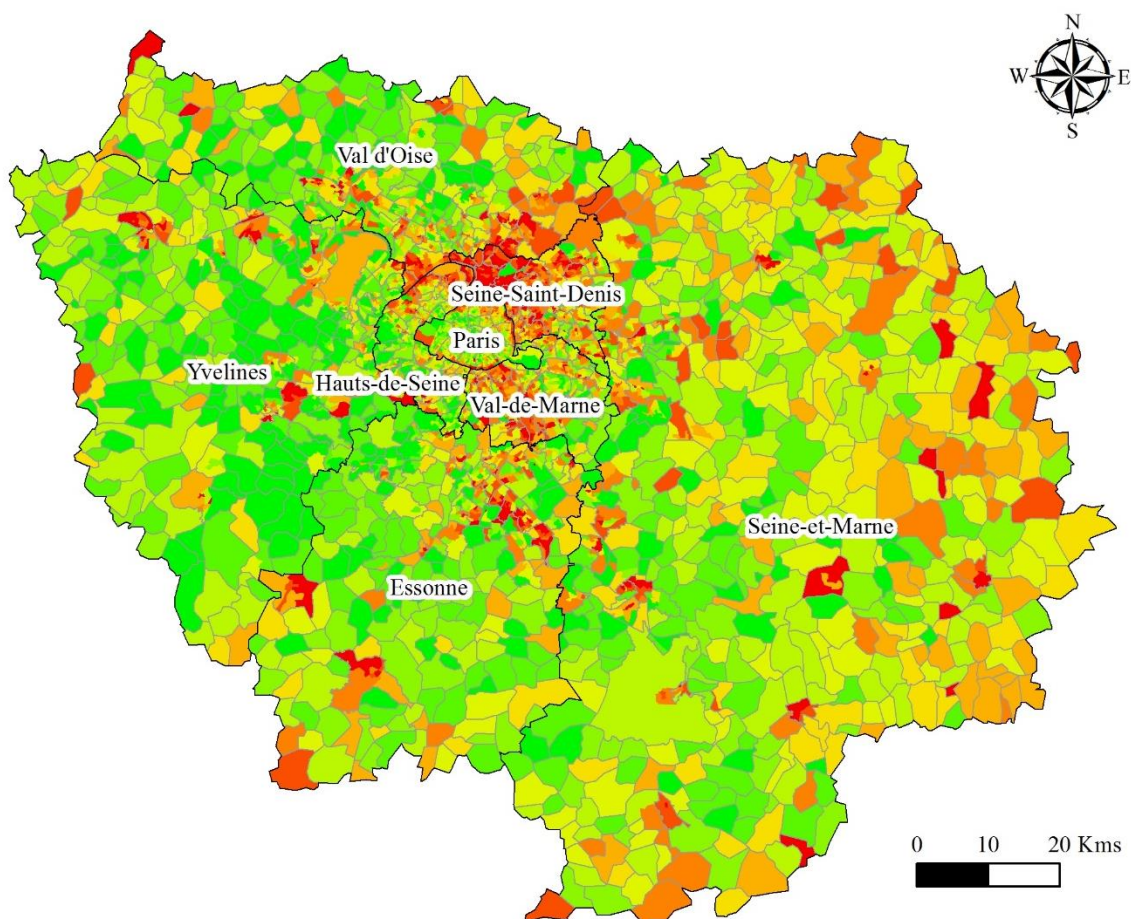


Figure 22. Cartographie de l'ISSAH à l'échelle régionale et à l'échelle de l'agglomération francilienne (Données : IGN, INSEE).

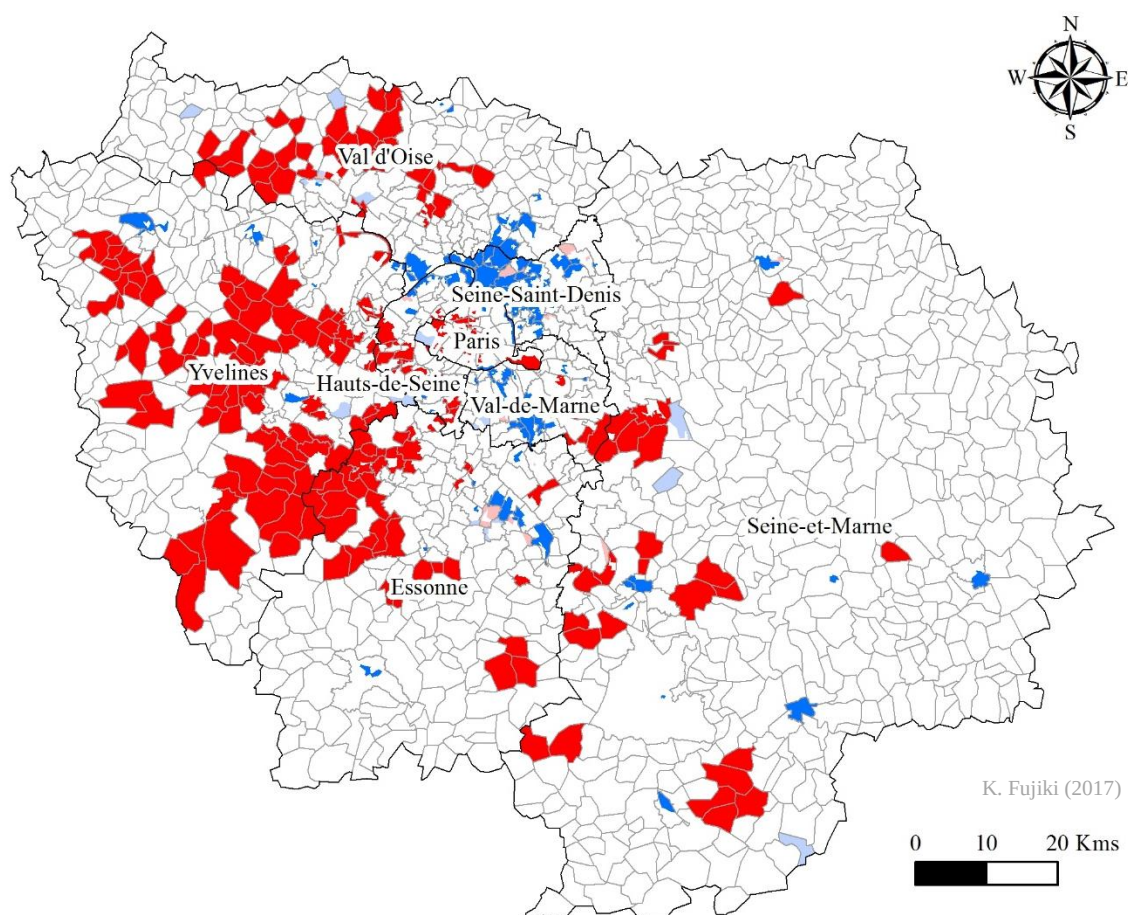
4.2.1.2 Statistiques d'autocorrélation spatiale

La seule lecture humaine de cette cartographie est toutefois insuffisante : du fait du grand nombre d'unités géographiques, la résolution n'étant pas la commune mais l'îlot de

recensement, la figure peut en effet manquer de lisibilité. Les statistiques relatives à l'autocorrélation spatiale permettent de pallier ce manque. Ces statistiques permettent d'étudier les relations statistiques entre des voisins (ici, des îlots de recensements), et de vérifier si ces relations sont plus marquées qu'avec le reste de la population (statistique) étudiée (Getis et Ord, 1992 ; Oliveau, 2010 ; Ord et Getis, 1995)⁶⁷. Si c'est le cas, l'autocorrélation est significative : elle est positive, quand les valeurs tendent à s'agréger dans l'espace ; elle est négative, quand elles tendent à se disperser. D'autres auteurs ont déjà utilisé de telles statistiques dans le cadre du développement d'indices de vulnérabilité (Koks *et al.*, 2015 ; Wolf et McGregor, 2013).

Dans notre cas d'étude, l'autocorrélation spatiale est menée selon la règle de la contiguïté (du fait qu'elle est simple de compréhension). A l'échelle régionale, le calcul de l'indice I de Moran débouche sur un résultat significatif et confirme notre lecture *a priori* : l'autocorrélation spatiale est positive, avec des valeurs regroupées en clusters. Les indicateurs locaux d'association spatiale (Local Indicators of Spatial Association – LISA) sont ici utiles pour approfondir l'analyse (Anselin, 1995) : ils permettent d'appliquer la mesure d'autocorrélation pour chacun de nos îlots de recensements (Figure 23). La cartographie des indicateurs locaux met en évidence quelques faits nouveaux, et en particulier l'opposition est-ouest, avec la population de l'ouest francilien plus à même de trouver un hébergement par ses propres moyens.

⁶⁷ L'article de synthèse d'Oliveau (2010) apporte beaucoup plus de détails sur l'autocorrélation spatiale.



Autocorrélation spatiale locale (appliquée à l'ISSAH)

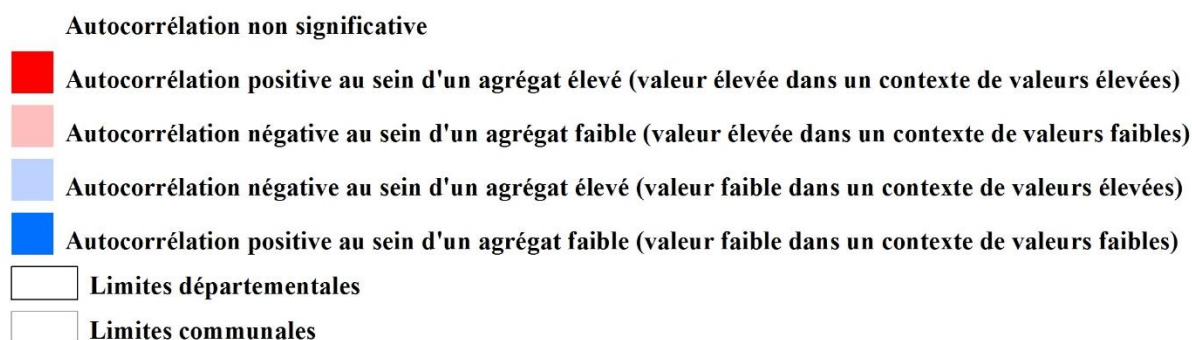


Figure 23. Cartographie de l'autocorrélation spatiale locale appliquée à l'ISSAH (Données : IGN, INSEE).

4.2.1.3 Facteurs de l'ISSAH et clés d'explication

La subdivision de l'ISSAH en composantes principales permet d'approfondir l'analyse, en donnant des clés d'explication aux disparités spatiales observées (Figure 24) :

- La première composante principale, fondée sur les variables de revenus et d'éducation, confirme l'hypothèse selon laquelle la distribution de l'ISSAH recouvre des disparités sociospatiales bien établies, avec des agrégats de valeurs faibles dans les banlieues nord et sud de l'agglomération, avec un est francilien plus pauvre que l'ouest.
- La cartographie de la seconde composante principale, relative aux conditions de logement, est plus difficile à lire. Notons toutefois des faibles valeurs dans la ville de

Paris et, plus encore, dans les communes de Seine-Saint-Denis à proximité de Paris (Aubervilliers, Saint-Denis) et dans la partie Seine du Val-de-Marne (autour de Créteil).

- La distribution spatiale de la troisième composante, centrée sur l'âge des ménages, est également peu lisible. Les plus faibles valeurs se retrouvent toutefois en grande couronne, avec des îlots dans l'ouest et le sud de l'agglomération. Dans Paris, les arrondissements de l'ouest (XVI^e, XV^e arrondissements) présentent de plus faibles valeurs que l'est de la ville. A ce titre, rappelons que la proportion de personnes âgées et isolées était aussi plus élevée dans ces secteurs.
- Enfin, la quatrième composante, agrégeant diverses variables résumées sous le nom (discutable) de « capital économique et capacité d'insertion », met en évidence un fort effet de centralité. Les valeurs les plus élevées se retrouvent dans la petite couronne francilienne et dans Paris, par opposition à la grande couronne francilienne. Notons cependant que les valeurs les plus faibles se retrouvent, encore, dans le nord de Paris (boucle de Gennevilliers, Seine-Saint-Denis) et dans le sud-est, dans le Val-de-Marne.

Pour terminer sur cette figure, observons ici qu'un indice d'autocorrélation spatiale (I de Moran) a été calculé pour chacune des composantes principales, et que cet indice est beaucoup plus élevé pour la première et la dernière composante, comme la lecture cartographique pouvait le faire supposer.

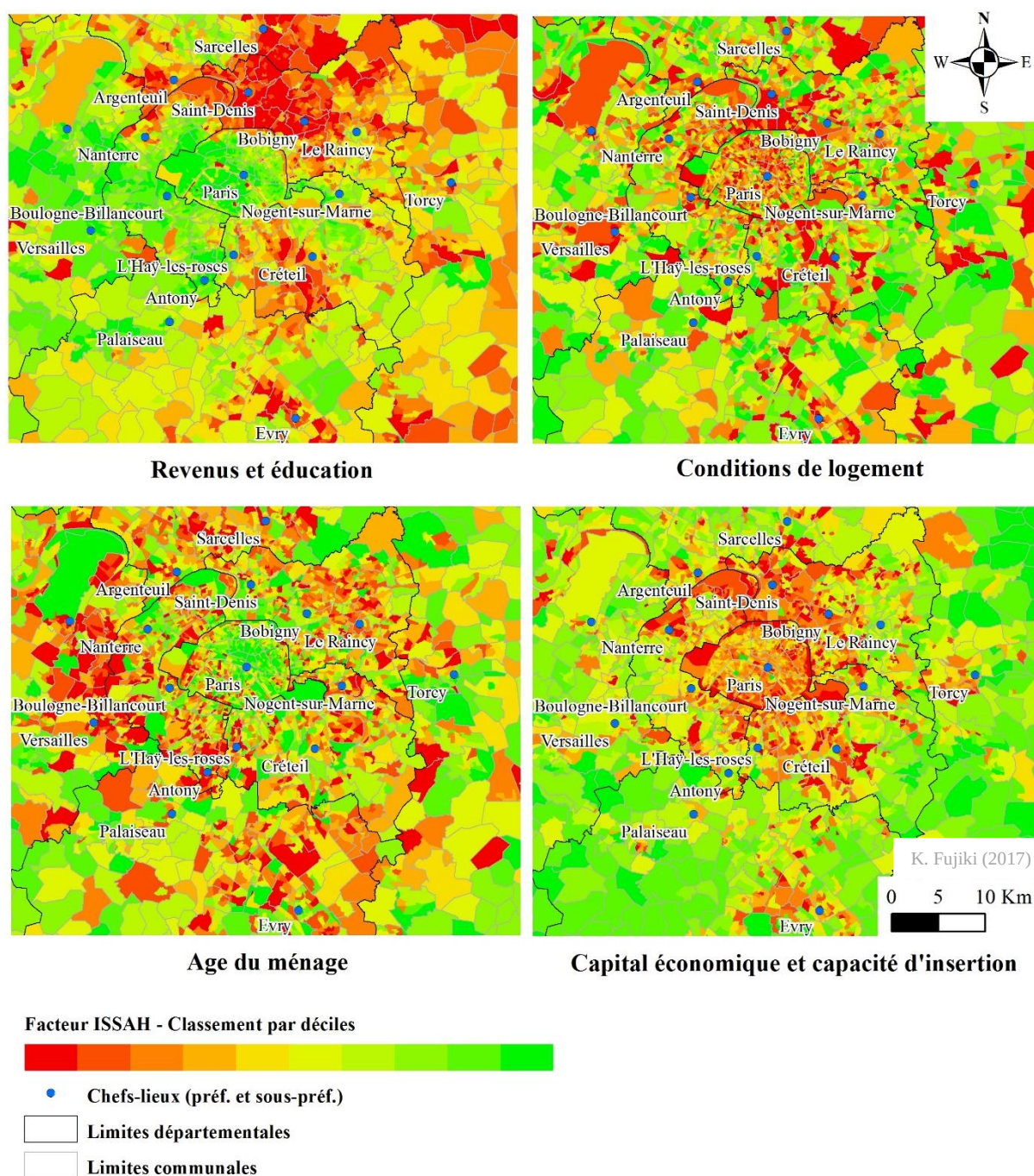


Figure 24. Cartographie de l'ISSAH décomposé en facteurs principaux, à l'échelle du centre de l'agglomération francilienne (Données : IGN, INSEE).

4.2.2 Besoins cartographiés et quantifiés en hébergements collectifs

4.2.2.1 Besoins en hébergements collectifs en zone rouge

Cet indice ISSAH n'est cependant pas utile en soi, mais parce qu'il est croisé au zonage de l'évacuation, selon les modalités décrites dans les développements méthodologiques. Le Tableau 18 exprime la part de la population en zone d'évacuation nécessitant un hébergement collectif, selon les deux scénarios de référence, et selon le postulat choisi pour estimer la

propension des populations à utiliser un hébergement collectif (postulats présentés dans la partie méthodologique).

Les résultats qui nous intéressent prioritairement sont ceux issus de l'estimation haute des besoins de prise en charge de l'hébergement collectif (colonnes centrales), vue comme la plus susceptible de correspondre au contexte géographique et cinétique de notre étude. D'après cette estimation, plus de 120 000 personnes nécessitent la mise à disposition d'un hébergement d'urgence pour le scénario R1, 200 000 dans le cas d'un scénario R1,15. Les autres hypothèses (estimation « littérature », estimation maximale⁶⁸) permettent d'envisager d'autres scénarios possibles, minorants (70 000 personnes seulement à prendre en charge pour un scénario R1,15), ou majorants (330 000 personnes pour le même scénario).

Notons aussi les très lourdes disparités entre départements dans ces besoins de prise en charge. Dans le cadre d'une estimation haute, pour un scénario R1, les deux départements du Val-de-Marne et des Hauts-de-Seine viennent, comme nous en avons pris l'habitude, en première position en termes d'effectifs à prendre en charge : 47 000 personnes à héberger dans le Val-de-Marne, 33 000 dans les Hauts-de-Seine. Les départements de grande couronne viennent ensuite, avec 9 000 à 10 000 habitants à prendre en charge, en Seine-et-Marne, dans les Yvelines, en Essonne. Paris et la Seine-Saint-Denis comprennent chacun 6 000 personnes à héberger, le Val d'Oise moins de 1 500. Dans l'hypothèse d'un scénario R1,15, le Val-de-Marne et les Hauts-de-Seine apparaissent toujours de façon prioritaire (60 000 personnes dans chaque département), suivis de la Seine-Saint-Denis et de l'Essonne (18 000 – 21 000). Un troisième groupe se compose de Paris, de la Seine-et-Marne et des Yvelines (12 000 personnes dans chaque département).

Il faut constater ici que la hiérarchie spatiale, établie entre les départements pour le processus d'évacuation, est bouleversée quand sont considérés les besoins de prise en charge de l'hébergement d'urgence. Si les deux départements de petite couronne (92 et 94) demeurent en tête des besoins prioritaires, le département de l'Essonne apparaît en revanche plus lourdement affecté que les autres départements de grande couronne. La Ville de Paris semble à l'inverse nécessiter moins de moyens en termes d'hébergement qu'en termes d'évacuation. L'explication tient notamment, au sein de chaque département, dans le ratio entre la population hébergée et la population évacuée. Dans l'hypothèse d'un scénario R1,15, un seul département se distingue par un faible ratio : la Ville de Paris (moins de 8% de la population évacuée). A l'inverse, l'Essonne et la Seine-Saint-Denis se détachent par le haut (22%), suivies par le Val-de-Marne (21%).

⁶⁸ Pour rappel, les trois hypothèses relatives au taux d'hébergement sont les suivants : hypothèse « littérature » (5% de la population évacuée nécessitant un hébergement collectif), hypothèse haute (15%), hypothèse maximale (25%).

Département	Scénario Inondation R1					
	Hypothèse "littérature"		Hypothèse haute		Hypothèse maximale	
	Pop.	%	Pop.	%	Pop.	%
Paris	1638	2,1%	6050	7,7%	11029	14,1%
Seine-et-Marne	3299	7,0%	9423	20,0%	15311	32,5%
Yvelines	2964	5,6%	8736	16,5%	14430	27,2%
Essonne	3678	7,3%	10446	20,9%	16922	33,8%
Hauts-de-Seine	11394	6,0%	33192	17,6%	54497	28,9%
Seine-Saint-Denis	2048	6,4%	5919	18,5%	9677	30,3%
Val-de-Marne	16592	7,3%	47188	20,7%	76490	33,5%
Val d'Oise	480	5,6%	1415	16,4%	2338	27,2%
Région Ile-de-France	42092	6,1%	122369	17,8%	200694	29,3%

Département	Scénario Inondation R1.15					
	Hypothèse "littérature"		Hypothèse haute		Hypothèse maximale	
	Pop.	%	Pop.	%	Pop.	%
Paris	3217	2,1%	11957	7,6%	21851	14,0%
Seine-et-Marne	4205	7,1%	11989	20,3%	19461	32,9%
Yvelines	4246	5,7%	12492	16,6%	20616	27,5%
Essonne	6214	7,7%	17544	21,8%	28326	35,2%
Hauts-de-Seine	20719	6,0%	60467	17,4%	99371	28,7%
Seine-Saint-Denis	7445	7,9%	20975	22,2%	33827	35,8%
Val-de-Marne	21689	7,3%	61688	20,7%	99995	33,5%
Val d'Oise	1228	6,2%	3562	18,1%	5835	29,6%
Région Ile-de-France	68963	6,1%	200675	17,7%	329281	29,1%

Tableau 18. Population nécessitant un hébergement collectif (effectifs et pourcentage de la population en zone rouge), par département, par hypothèse et pour les scénarios d'inondation R1 et R1.15 (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).

4.2.2.2 Réflexion critique et propositions alternatives

Rappelons ici que les chiffres avancés ne font pas la distinction entre les hébergements courants et les hébergements à destination des populations particulièrement fragiles : pour ces dernières, il faut un confort minimal, voire des équipements médicaux. Au-delà de ces chiffres, il faut donc prendre en compte des besoins spécifiques pour les populations les plus nécessiteuses. Mettons aussi en évidence le fait que ces chiffres partent du postulat d'une évacuation menée avant et après l'inondation égale à 100% de la population évacuée. En postulant une évacuation *a priori* et *a posteriori* de 80% seulement, les besoins en hébergement collectif se réduisent à 160 000 personnes. Toutefois, dans le même temps, les 20% restants nécessitent une prise en charge (ravitaillements, évacuations d'urgence) particulièrement lourde pour les autorités et le secteur associatif.

Soulignons enfin le fait que ces chiffres ne s'appliquent qu'à la zone rouge. Or, nous l'avons vu (et nous le verrons dans le chapitre suivant), la doctrine zonale demeure imprécise quant au sort des populations comprises dans les zones de maintien en vie dégradée (zones orange – jaune). Le Tableau 19 permet de prendre en considération des besoins en hébergement au-delà de la seule zone rouge, pour le scénario R1.15. La prise en compte de l'ensemble des zones illustre des besoins largement supérieurs, égaux à six fois le total précédent (plus de 1,2 million de personnes alors à prendre en charge). Ce chiffre semble toutefois peu à même de représenter la réalité d'une évacuation, du fait qu'il intègre dans son calcul l'ensemble des populations en zone de fragilité d'adduction d'eau potable – pour les raisons déjà avancées, il est peu probable

que l'ensemble ou même la grande majorité des populations en zone jaune évacuée. En restreignant l'analyse aux seules zones rouge et orange, les besoins en hébergement sont déjà plus que doublés par rapport aux chiffres avancés précédemment, avec presque 470 000 personnes à héberger.

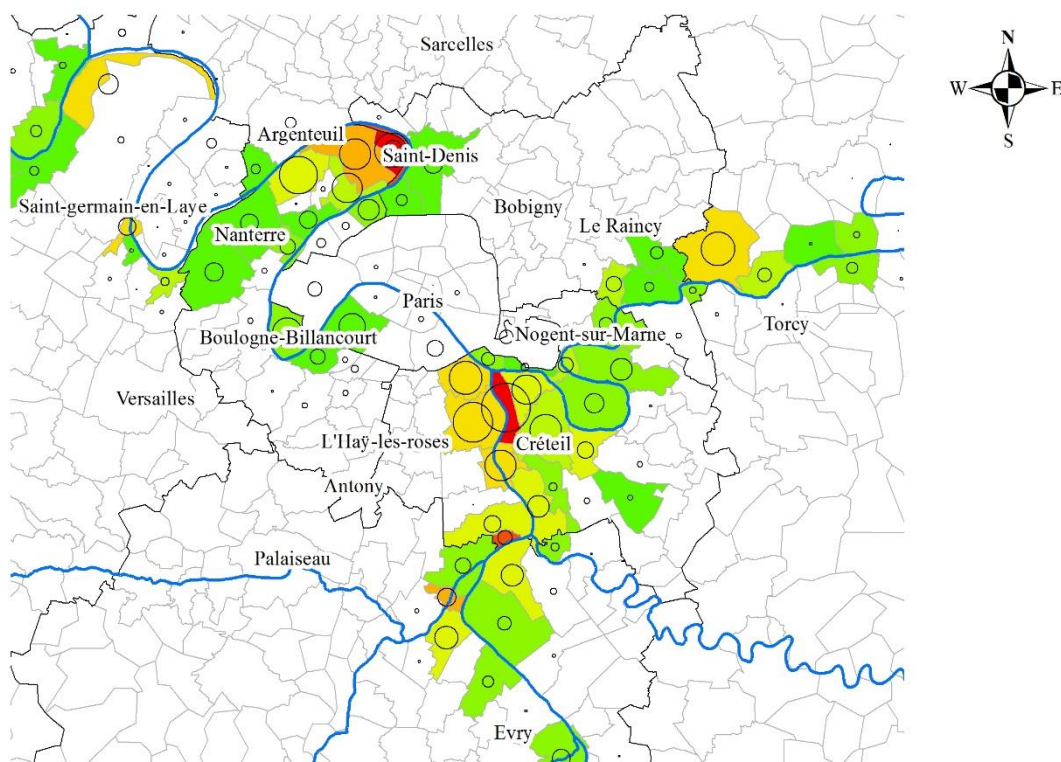
Département	Zone Rouge slt.	Zones Rouge - Orange	Zones Rouge - Orange - Jaune
Paris	11957	38651	38651
Seine-et-Marne	11989	30702	92017
Yvelines	12492	57103	134122
Essonne	17544	44249	59488
Hauts-de-Seine	60467	132481	206993
Seine-Saint-Denis	20975	45067	321778
Val-de-Marne	61688	105270	214327
Val d'Oise	3562	14346	168091
Région Ile-de-France	200675	467870	1235467

Tableau 19. Population nécessitant un hébergement collectif pour un scénario R1.15 : comparaison entre les besoins de prise en charge des seules personnes en zone rouge, et les besoins de prise en charge étendus aux zones orange et jaune (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).

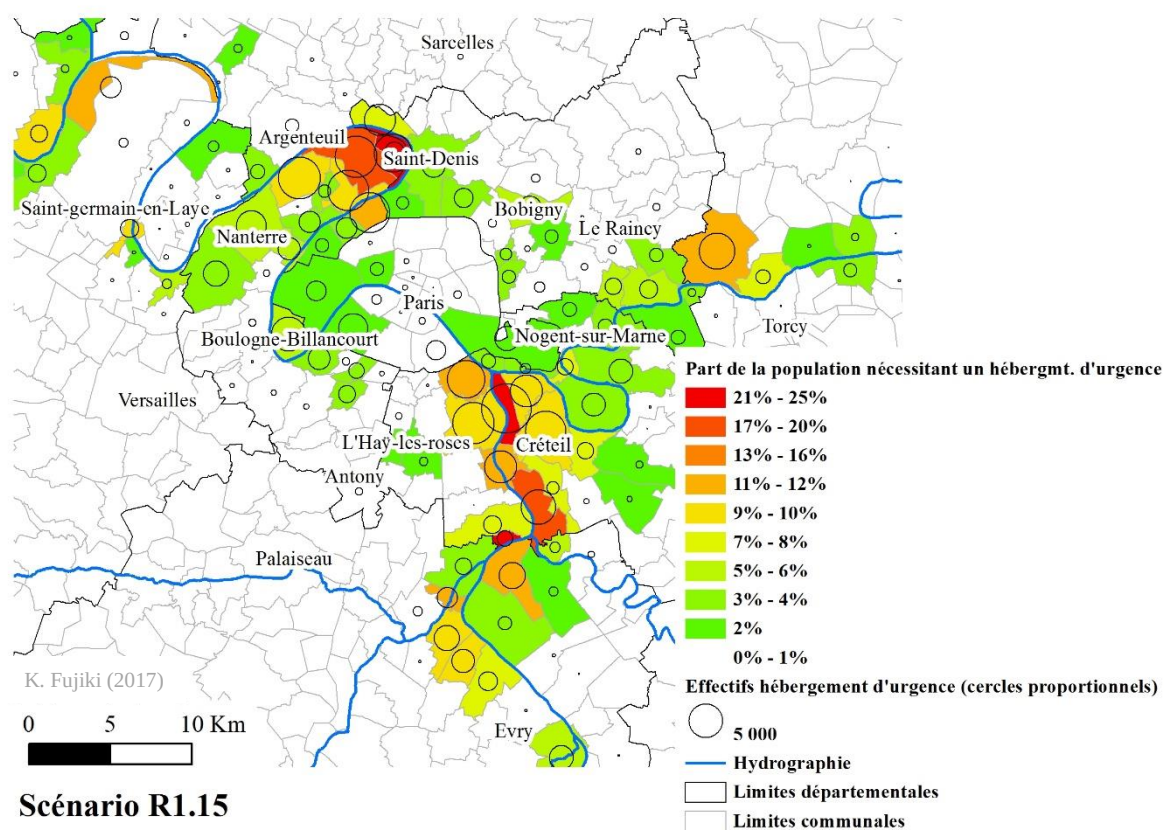
4.2.2.3 Disparités communales face à l'hébergement collectif d'urgence

Les estimations zonales ou départementales des besoins en hébergement sont essentielles pour le dimensionnement des moyens par les préfectures de département et la zone de défense ; elles sont complétées par une estimation des besoins à l'échelon communal, afin d'identifier la capacité de chaque municipalité à prendre en charge par ses moyens propres l'hébergement de ses administrés.

La Figure 25 donne une estimation en valeur relative (% de la population totale) et absolue (effectifs) des besoins en hébergements d'urgence, au sein des communes de l'agglomération francilienne, pour les scénarios R1 et R1,15. Seules les municipalités comprenant des besoins en hébergement supérieurs à 1% de leur population totale sont coloriées. En valeur relative, ces besoins apparaissent très élevés (proches de 25% de la population municipale, maximum théorique pour notre hypothèse de travail) à Alfortville et dans la boucle de Gennevilliers (Villeneuve-la-Garenne et Ile-Saint-Denis) pour un scénario R1 ; il faut rajouter Ablon-sur-Seine, Villeneuve-Saint-Georges, Gennevilliers, aux communes déjà citées pour un scénario R1,15. Dans ce dernier cas, d'autres communes sont aussi lourdement affectées (au-dessus de 10% de leur population résidente) : Juvisy-sur-Orge, Vigneux-sur-Seine en Essonne, Choisy-le-Roi, Ivry-sur-Seine dans le Val-de-Marne, Chelles en Seine-et-Marne, Clichy-la-Garenne dans les Hauts-de-Seine. En valeur absolue, les communes du Val-de-Marne et des Hauts-de-Seine concentrent les effectifs les plus élevés.



Scénario R1



Scénario R1.15

Figure 25. Populations en zone rouge nécessitant un hébergement collectif : effectifs et % de la population par commune, au sein de l'agglomération francilienne. Cartographie pour les scénarios d'inondation R1 et R1.15 (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).

4.2.3 De l'évacuation à l'hébergement, des priorités géographiques différenciées à l'échelle communale

Cette étude sur les besoins en évacuations et en hébergements a permis de faire émerger une hiérarchie spatiale, entre départements, entre communes. Or, force est de constater que cette hiérarchie est bousculée selon les problématiques abordées : entre des besoins globaux pour l'ensemble de la population à évacuer, des besoins de mise à disposition de transports en commun pour les ménages non motorisés, de mise à disposition de vecteurs spécifiques pour les populations fragiles, et des besoins exprimés dans l'hébergement collectif, les priorités spatiales varient. En effet, les lignes de clivage se forment à partir de variables différentes selon les thématiques : variables démographiques dans le processus d'évacuation, variables socio-économiques dans l'hébergement collectif.

4.2.3.1 Effectifs communaux de populations à évacuer et à héberger

Les deux tableaux qui suivent permettent d'approfondir cette problématique, en comparant les communes selon les effectifs (Tableau 20) et la part (Tableau 21) de population à évacuer et à héberger. Les résultats exprimés en valeur absolue sont utiles pour l'échelon préfectoral et zonal, dans le déploiement des moyens de renfort. Les résultats exprimés en valeur relative permettent de mesurer la capacité des communes à faire face de façon autonome aux besoins de leurs administrés. Signalons ici que l'analyse est restreinte aux communes de plus de dix mille habitants, comprenant au moins 10% de leur population en zone d'évacuation sur le scénario le plus majorant. Ce choix, par nature discutable, se justifie pour des raisons de lisibilité, s'explique du fait du grand nombre de communes comprises en zone inondable dans la région francilienne.

Le premier tableau s'interroge sur les effectifs de population à évacuer et à héberger par commune. Si Paris et Boulogne comprennent des effectifs élevés à évacuer (47 000 et 28 000 respectivement pour un scénario R1,15), leurs besoins en hébergement sont beaucoup moins lourds (entre 4 000 et 5 000) : classés respectivement 1^{er} et 3^e dans les communes franciliennes les plus affectées dans la phase d'évacuation, ils chutent aux 17^e et 12^e place dans la phase d'hébergement. Les municipalités d'Alfortville, de Colombes, de Maisons-Alfort ou encore d'Asnières sur Seine, conservent leur rang : Alfortville est classée 2^e en évacuation, 1^{ère} en hébergement, Asnières 5^e et 6^e dans les deux phases. A l'inverse, certaines communes voient leurs besoins largement augmenter en leur défaveur entre la phase d'évacuation et la phase d'hébergement : citons le cas de Vitry-sur-Seine (classée 8^e en évacuation, 3^e en hébergement), Villeneuve-la-Garenne (15^e et 9^e), Choisy-le-Roi (20^e et 14^e), Gennevilliers (9^e et 4^e).

Nom commune	Déptmt.	Pop. totale	R1		R1.15			
			Pop. à évacuer	Rang	Pop. à évacuer	Rang	Pop. à héberger	Rang
PARIS 15E ARRONDISSEMENT	75	233888	47331	1	62930	1	3730	17
ALFORTVILLE	94	44174	42565	2	43905	2	10494	1
BOULOGNE-BILLANCOURT	92	114308	28186	3	41120	3	5102	12
VITRY-SUR-SEINE	94	84619	28160	4	30670	8	7668	3
COLOMBES	92	83934	26876	5	35354	4	7726	2
CHELLES	77	52677	21903	6	24612	14	5530	10
VILLENEUVE-LA-GARENNE	92	25339	20687	7	24551	15	6138	9
CRETEIL	94	89084	20403	8	32791	7	7321	5
MAISONS-ALFORT	94	52539	19302	9	25085	13	4347	13
IVRY-SUR-SEINE	94	56071	18362	10	25168	12	6292	8
CHOISY-LE-ROI	94	40925	18150	11	19237	20	4332	14
ASNIERES-SUR-SEINE	92	82427	17712	12	33495	5	7119	6
GENNEVILLIERS	92	40521	16669	13	29595	9	7399	4
SAINT-MAUR-DES-FOSSES	94	73962	14819	14	21335	17	2417	24
RUEIL-MALMAISON	92	78834	14087	15	21779	16	2698	20
ISSY-LES-MOULINEAUX	92	63465	12005	16	26884	11	2231	26
VIRY-CHATILLON	91	30567	11662	17	13790	25	2845	19
COURBEVOIE	92	87607	11222	18	15350	24	1916	31
PARIS 12E ARRONDISSEMENT	75	140325	10975	19	32798	6	2542	21
VILLENEUVE-LE-ROI	94	18322	8887	20	9606	31	1398	39
VIGNEUX-SUR-SEINE	91	27780	8399	21	11830	26	2957	18
CHAMPIGNY-SUR-MARNE	94	74801	8351	22	10042	29	2510	22
ACHERES	78	19439	8270	23	9428	32	2046	29
VILLENEUVE-SAINT-GEORGES	94	31944	8213	24	20897	18	5224	11
CLICHY	92	59055	7647	25	27530	10	6882	7
PARIS 16E ARRONDISSEMENT	75	166952	7285	26	18223	21	1806	32
LE PECQ	78	16615	7075	27	7700	39	1412	38
NEUILLY-SUR-SEINE	92	61798	6919	28	11444	27	736	56
JUVISY-SUR-ORGE	91	14838	6759	29	7712	38	1747	33
CHARENTON-LE-PONT	94	29530	6756	30	7796	37	931	48
JOINVILLE-LE-PONT	94	17795	6530	31	7819	36	1122	45
ATHIS-MONS	91	29363	6346	32	6927	43	1134	43
LE PERREUX-SUR-MARNE	94	32899	5855	33	7353	40	906	50
NANTERRE	92	85271	5611	34	16783	22	3827	16
GAGNY	93	39082	5598	35	6230	46	839	52
PUTEAUX	92	44424	5589	36	11388	28	2170	27
CORBEIL-ESSONNES	91	43451	5562	37	9857	30	2464	23
NEUILLY-PLAISANCE	93	20527	4944	38	5621	49	1130	44
BONNEUIL-SUR-MARNE	94	15944	4878	39	4905	53	1226	42
BRY-SUR-MARNE	94	15618	4409	40	5353	50	483	60
DRAVEIL	91	27794	4056	41	4511	57	824	53
VAIRES-SUR-MARNE	77	12726	3763	42	4791	55	914	49
LEVALLOIS-PERRET	92	65015	3593	43	19811	19	1932	30
NOGENT-SUR-MARNE	94	31413	3157	44	3804	60	209	67
MONTEREAU-FAULT-YONNE	77	16236	3036	45	5923	47	1481	35
SAINT-CLOUD	92	28800	2938	46	4876	54	244	66
LAGNY-SUR-MARNE	77	20182	2827	47	3813	59	776	54
NEUILLY-SUR-MARNE	93	33100	2559	48	6696	45	1448	36
VANVES	92	26555	2502	49	3758	61	258	65
LES MUREAUX	78	29886	2485	50	4111	58	1028	47
RIS-ORANGIS	91	26710	2370	51	6706	44	1666	34
CARRIERES-SOUS-POISSY	78	14842	2268	52	5231	51	1280	41
SAINT-MAURICE	94	14232	2041	53	4568	56	477	61
ANDRESY	78	11805	1786	54	2232	67	270	64
POISSY	78	36843	1716	55	5856	48	1443	37
BEZONS	95	27792	1460	56	3507	62	876	51
SAINT-OUEN-L'AUMONE	95	22851	1244	57	2421	66	443	62
VALENTON	94	11582	1214	58	2818	64	705	58
MALAKOFF	92	30180	1123	59	5042	52	1086	46
PARIS 8E ARRONDISSEMENT	75	39791	662	60	7269	41	751	55
CHATILLON	92	33439	632	61	7061	42	1324	40
PARIS 7E ARRONDISSEMENT	75	56467	471	62	8675	35	434	63
BOIS-COLOMBES	92	28666	444	63	3265	63	712	57
EPINAY-SUR-SEINE	93	54265	276	64	16522	23	4130	15
BOBIGNY	93	46259	-	65	8724	34	2113	28
GRIGNY	91	27571	-	66	9007	33	2252	25
LES LILAS	93	22244	-	67	2435	65	535	59

Tableau 20. Classement des communes selon les effectifs de populations à évacuer et à héberger, pour les scénarios d'inondation R1 et R1.15. Analyse restreinte aux communes de plus de 10 000 habitants (avec 10% au moins de la population communale en zone d'évacuation pour un des scénarios étudiés) (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).

4.2.3.2 Part de la population communale à évacuer et à héberger

Le second tableau confirme la lecture du premier : il s'interroge sur la part de la population impactée, et non plus sur des effectifs, et permet de ce fait d'effacer le biais relatif à la taille de la population communale dans les comparaisons. Alfortville conserve son rang de municipalité la plus affectée, à égalité ou presque avec Villeneuve-la-Garenne, que ce soit en termes d'évacuations ou d'hébergement (les deux communes se partagent les deux premières places dans les deux catégories). En ne considérant que le scénario R1,15, viennent ensuite par ordre décroissant, dans la phase d'évacuation : Gennevilliers (3^e), Villeneuve-Saint-Georges (4^e), Villeneuve-le-Roi (5^e), Juvisy-sur-Orge (6^e). Et dans la phase d'hébergement : Gennevilliers toujours (3^e), Villeneuve-Saint-Georges (4^e), Juvisy-sur-Orge (5^e), Clichy-la-Garenne (qui bondit du 11^e rang au 6^e entre l'évacuation et l'hébergement), Ivry-sur-Seine (qui passe du 14^e au 7^e rang), puis Vigneux-sur-Seine (du 16^e au 8^e rang). La ville de Villeneuve-le-Roi est, à l'inverse, moins affectée dans la phase d'hébergement (passant du 5^e au 23^e rang !)

Nom commune	Déptmt.	R1		R1.15			
		Pop. à évacuer	Rang	Pop. à évacuer	Rang	Pop. à héberger	Rang
ALFORTVILLE	94	96,4%	1	99,4%	1	24%	2
VILLENEUVE-LA-GARENNE	92	81,6%	2	96,9%	2	24%	1
VILLENEUVE-LE-ROI	94	48,5%	3	52,4%	5	8%	23
JUVISY-SUR-ORGE	91	45,6%	4	52,0%	6	12%	5
CHOISY-LE-ROI	94	44,4%	5	47,0%	9	11%	9
LE PECQ	78	42,6%	6	46,3%	12	8%	18
ACHERES	78	42,5%	7	48,5%	7	11%	10
CHELLES	77	41,6%	8	46,7%	10	10%	11
GENNEVILLIERS	92	41,1%	9	73,0%	3	18%	3
VIRY-CHATILLON	91	38,2%	10	45,1%	13	9%	12
MAISONS-ALFORT	94	36,7%	11	47,7%	8	8%	19
JOINVILLE-LE-PONT	94	36,7%	12	43,9%	15	6%	26
VITRY-SUR-SEINE	94	33,3%	13	36,2%	23	9%	15
IVRY-SUR-SEINE	94	32,7%	14	44,9%	14	11%	7
COLOMBES	92	32,0%	15	42,1%	18	9%	13
BONNEUIL-SUR-MARNE	94	30,6%	16	30,8%	29	8%	22
VIGNEUX-SUR-SEINE	91	30,2%	17	42,6%	16	11%	8
VAIRES-SUR-MARNE	77	29,6%	18	37,6%	20	7%	25
BRY-SUR-MARNE	94	28,2%	19	34,3%	26	3%	49
VILLENEUVE-SAINT-GEORGES	94	25,7%	20	65,4%	4	16%	4
BOULOGNE-BILLANCOURT	92	24,7%	21	36,0%	24	4%	34
NEUILLY-PLAISANCE	93	24,1%	22	27,4%	34	6%	30
CRETEIL	94	22,9%	23	36,8%	21	8%	20
CHARENTON-LE-PONT	94	22,9%	24	26,4%	36	3%	48
ATHIS-MONS	91	21,6%	25	23,6%	40	4%	38
ASNIERES-SUR-SEINE	92	21,5%	26	40,6%	19	9%	16
PARIS 15E ARRONDISSEMENT	75	20,2%	27	26,9%	35	2%	61
SAINT-MAUR-DES-FOSSES	94	20,0%	28	28,8%	32	3%	46
ISSY-LES-MOULINEAUX	92	18,9%	29	42,4%	17	4%	41
MONTEREAU-FAULT-YONNE	77	18,7%	30	36,5%	22	9%	14
RUEIL-MALMAISON	92	17,9%	31	27,6%	33	3%	43
LE PERREUX-SUR-MARNE	94	17,8%	32	22,4%	43	3%	52
CARRIERES-SOUS-POISSY	78	15,3%	33	35,2%	25	9%	17
ANDRESY	78	15,1%	34	18,9%	47	2%	55
DRAVEIL	91	14,6%	35	16,2%	55	3%	51
SAINT-AURICE	94	14,3%	36	32,1%	28	3%	45
GAGNY	93	14,3%	37	15,9%	56	2%	57
LAGNY-SUR-MARNE	77	14,0%	38	18,9%	48	4%	39
CLICHY	92	12,9%	39	46,6%	11	12%	6
COURBEVOIE	92	12,8%	40	17,5%	52	2%	56
CORBEIL-ESSONNES	91	12,8%	41	22,7%	42	6%	29
PUTEAUX	92	12,6%	42	25,6%	37	5%	31
NEUILLY-SUR-SEINE	92	11,2%	43	18,5%	50	1%	62
CHAMPIGNY-SUR-MARNE	94	11,2%	44	13,4%	61	3%	44
VALENTON	94	10,5%	45	24,3%	39	6%	28
SAINT-CLOUD	92	10,2%	46	16,9%	53	1%	65
NOGENT-SUR-MARNE	94	10,0%	47	12,1%	63	1%	67
VANVES	92	9,4%	48	14,2%	59	1%	64
RIS-ORANGIS	91	8,9%	49	25,1%	38	6%	27
LES MUREAUX	78	8,3%	50	13,8%	60	3%	42
PARIS 12E ARRONDISSEMENT	75	7,8%	51	23,4%	41	2%	60
NEUILLY-SUR-MARNE	93	7,7%	52	20,2%	45	4%	35
NANTERRE	92	6,6%	53	19,7%	46	4%	33
LEVALLOIS-PERRET	92	5,5%	54	30,5%	30	3%	50
SAINT-OUEN-L'AUMONE	95	5,4%	55	10,6%	67	2%	58
BEZONS	95	5,3%	56	12,6%	62	3%	47
POISSY	78	4,7%	57	15,9%	57	4%	37
PARIS 16E ARRONDISSEMENT	75	4,4%	58	10,9%	66	1%	63
MALAKOFF	92	3,7%	59	16,7%	54	4%	40
CHATILLON	92	1,9%	60	21,1%	44	4%	36
PARIS 8E ARRONDISSEMENT	75	1,7%	61	18,3%	51	2%	59
BOIS-COLOMBES	92	1,5%	62	11,4%	64	2%	53
PARIS 7E ARRONDISSEMENT	75	0,8%	63	15,4%	58	1%	66
EPINAY-SUR-SEINE	93	0,5%	64	30,4%	31	8%	24
GRIGNY	91	0,0%	-	32,7%	27	8%	21
BOBIGNY	93	0,0%	-	18,9%	49	5%	32
LES LILAS	93	0,0%	-	10,9%	65	2%	54

Tableau 21. Classement des communes selon le % de population à évacuer et à héberger rapporté à la population communale, pour les scénarios d'inondation R1 et R1.15. Analyse restreinte aux communes de plus de 10 000 habitants (avec 10% au moins de la population communale en zone d'évacuation pour un des scénarios étudiés) (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).

4.2.3.3 Remarque conclusive sur les disparités socio-économiques

A travers la lecture de ces tableaux et des résultats précédemment commentés, il est possible d'identifier des priorités spatiales différenciées. Il est ici utile de mettre l'accent sur l'opposition entre la ville de Paris et certaines communes aisées de l'ouest francilien d'une part, et d'autres communes de petite et grande couronne beaucoup plus pauvres d'autre part. Les premières ressortent lors de la phase d'évacuation, notamment du fait d'une part élevée de populations âgées et isolées, dans le cas de Paris du fait de la faible motorisation. Les secondes ressortent lors de la phase d'hébergement d'urgence, du fait de caractéristiques socioéconomiques très défavorables.

Or, comme nous le verrons dans le chapitre suivant, la prise en charge des évacuations est en grande partie assurée par les forces de sécurité civile traditionnelles (sapeurs-pompiers notamment), pilotées par les préfets de département, tandis que la prise en charge des hébergements d'urgence est essentiellement assurée par les municipalités, en lien avec le secteur associatif. En d'autres termes, les municipalités les plus riches pourront être soutenues par les autorités préfectorales dans leurs efforts d'évacuation, les municipalités les plus pauvres risquent de ne pas l'être dans leurs efforts d'hébergement. La menace qui pèse alors est celle d'une inégalité de traitement dans la prise en charge des populations, au détriment des communes les plus pauvres.

Dans cette dernière partie, les résultats issus de l'application de notre modèle ont été présentés, en deux temps : un premier temps a été consacré aux estimations relatives aux besoins de prise en charge pendant la phase d'évacuation ; un second temps, aux estimations applicables lors de la phase d'hébergement d'urgence. En résumé, pour le scénario R1, 700 000 personnes sont comprises en zone d'évacuation et presque deux millions en zone de maintien en vie dégradée. 120 000 personnes doivent être prises en charge dans des centres d'hébergement d'urgence. La croissance des besoins est exponentielle entre le scénario R1 et le scénario R1,15 : dans ce second cas, plus de 1,1 million de personnes se retrouvent en zone d'évacuation, 6,5 millions en zone de maintien en vie dégradée.

Les disparités spatiales, entre départements et entre communes, varient enfin fortement selon les problématiques abordées : notons la concentration des populations non motorisées au sein de la Ville de Paris, celle des personnes fragiles et isolées dans certaines communes aisées, de Draveil à Neuilly-sur-Seine, qui nécessite une attention spéciale devant être donnée à la mise à disposition de transports collectifs et de vecteurs médicalisés et non médicalisés dans ces municipalités. Notons, à l'inverse, l'impact des variables socio-économiques sur les besoins de prise en charge des hébergements d'urgence dans les communes franciliennes les plus défavorisées, dans les Hauts-de-Seine à Gennevilliers, dans le Val-de-Marne à Villeneuve-Saint-Georges, en Essonne à Vigneux-sur-Seine, pour donner quelques exemples. Pour ces communes, les autorités doivent être particulièrement attentives à la mise à disposition de places d'hébergement et à l'accompagnement des populations sinistrées.

En conclusion, ce chapitre a donc été consacré au développement d'un modèle d'estimation des besoins en cas d'évacuation massive. Après avoir rappelé la pertinence d'un tel modèle appliqué à l'échelle régionale, un état de l'art a été dressé à partir des retours d'expérience sur les

évacuations massives, en insistant en particulier sur les variables prédictrices de la capacité des populations à évacuer et à trouver un hébergement par leurs moyens propres. Une méthodologie adéquate a ensuite été construite, en combinant deux approches : (1) le développement d'un indice territorial d'exposition, synthétisant diverses variables environnementales exprimant l'exposition face à l'aléa, et résumant la doctrine d'évacuation de la zone de défense de Paris ; (2) la construction et l'agrégation de variables sociales et démographiques, résumant la susceptibilité d'une population donnée à évacuer et à trouver un hébergement. L'application de la méthodologie à notre terrain d'étude a permis de cartographier et de quantifier les besoins de prise en charge des populations en cas d'évacuation massive provoquée par l'inondation de la région francilienne. Elle a surtout fait émerger divers clivages spatiaux, dans ces besoins de prise en charge.

Au-delà des chiffres issus de notre méthodologie, rappelons que l'évacuation se caractérise comme un événement particulièrement traumatisant pour les populations sinistrées. Avant d'être un événement massif, nécessitant la gestion de flux par les autorités, c'est une tragédie personnelle. Le chiffrage et la cartographie de notre modèle doivent être pris avec d'autant plus de recul qu'ils ne prennent pas en compte les multiples situations personnelles qui sont amenées à se développer en cas d'inondation majeure. En outre, ces résultats sont d'autant plus sujets à caution qu'ils font face à des incertitudes, techniques, politiques, sur lesquelles il nous faudra revenir dans le chapitre suivant. Ils représentent néanmoins une base de travail indispensable et les estimations qui sont issues de notre modèle doivent dès lors être confrontées aux moyens qui peuvent être déployés sur le terrain, et aux stratégies développées par les autorités zonales, préfectorales et municipales pour faire face à la crise.

Chapitre 3.

Evaluation géographique de la prise en charge des populations par les autorités publiques locales et régionales : objectifs, moyens, besoins.

L'exercice d'état-major Sequana de mars 2016, d'une ampleur quasi-inédite en France et en Europe, intégrant plusieurs centaines d'organisations et simulant une inondation majeure de la Seine et de la Marne sur deux semaines, a été riche d'enseignements sur la gestion de crise dans la région francilienne. Plus encore, la crue de juin de la même année – non simulée celle-là ! –, de la Seine et de ses affluents, a permis de confronter certains acquis de l'exercice à la réalité, encore qu'il se fût agi d'une réalité bien en-deçà des scénarios d'inondation étudiés dans le cadre de cette thèse. A l'occasion de ces événements, en amont pour les préparer, parfois à la suite de ces derniers, les acteurs franciliens ont mis en œuvre des moyens importants pour développer des outils de planification. Aussi bien ces outils (PCS, PCA, dispositif ORSEC) ou les retours d'expérience des événements précités et d'autres encore servent à construire l'analyse du présent chapitre.

Cette analyse consiste en une évaluation géographique de la prise en charge des populations par les collectivités locales et par les autorités coordinatrices de la gestion de crise, en identifiant des besoins, des objectifs, des moyens. Les besoins nous sont déjà – partiellement – connus : le précédent chapitre a été l'occasion d'estimer de façon quantitative et qualitative la population sinistrée, les besoins en termes d'évacuations, les besoins en termes d'hébergement d'urgence. Ces besoins doivent désormais être confrontés aux moyens qui sont mis en œuvre par les autorités pour y répondre, et aux objectifs qui sont identifiés par ces dernières. L'approche adoptée est une approche résolument géographique, ancrée dans l'analyse territoriale : à ce titre, le choix a été fait d'appréhender la gestion de crise du point de vue des collectivités locales, par le biais d'études de cas territorialisées et contextualisées, des études de cas communales et une étude départementale. La méthode choisie est une méthode mixte, fondée sur l'analyse descriptive et interprétative de données issues de l'observation et d'entretiens, de données écrites également ; cette analyse qualitative est associée à une mise en contexte fondée sur l'étude de variables quantitatives et de données vectorielles cartographiées, ainsi que sur les résultats issus du modèle développé au cours du chapitre précédent.

Pour mener à bien cette évaluation, le chapitre est divisé en quatre parties, dans une logique déductive, en présentant des aspects généraux et régionaux avant d'approfondir des aspects particuliers et plus localisés : (1) une présentation de la méthodologie et des éléments clés de l'état de l'art, sur la problématique de la gestion de crise et de sa planification à l'échelle locale ; (2) un résumé des deux scénarios d'études, l'exercice Sequana et la crue de juin 2016 ; (3) une analyse à l'échelle francilienne et départementale, visant à identifier les stratégies de prise en charge des populations et de continuité d'activité sous un angle géographique ; (4) des études de cas communales complémentaires, sur des thématiques spécifiques de la gestion de crise, portant sur Juvisy-sur-Orge et sur d'autres municipalités franciliennes, de la Ville de Paris, à des communes de petite et de grande couronne.

1 METHODOLOGIE & ETAT DE L'ART

Cette partie introductive est consacrée à la présentation des thématiques de recherche spécifiques à ce chapitre, de la méthodologie suivie, et d'un état de l'art succinct sur les principes généraux de la gestion de crise et de sa planification.

1.1 INTRODUCTION METHODOLOGIQUE

1.1.1 Originalité & Intérêt scientifique

Notre étude s'inscrit de façon complémentaire aux autres travaux portant sur la gestion de crise dans l'agglomération parisienne et dans la région francilienne, rassemblés au sein du projet de recherche EURIDICE (November et Créton-Cazanave, 2017) : citons, sans exhaustivité, les travaux en cours de M. Reghezza sur la prise en compte de l'incertitude dans la gestion d'une crue de la Seine, ceux d'A. Adrot sur la coordination entre acteurs en gestion de crise, les travaux de thèse de J. Fayeton sur l'impact des exercices sur la préparation des acteurs à la gestion de crise, l'étude de S. Gueben-Vernière sur les effets dominos provoqués par les interactions entre ces mêmes acteurs, celle portée par L. Créton-Cazanave, A. Azémar et V. November sur l'organisation interministérielle de la gestion de crise, celle de S. Rufat sur les représentations de la population francilienne après les inondations de 2016. Nos travaux s'inscrivent aussi en complément des études opérationnelles, pilotées par exemple par l'EPTB SGL dans le cadre du PAPI « *Seine et Marne franciliennes* », par le SGZDS et par la DRIEE dans le cadre de la SLGRI de la « *Métropole francilienne* », qui donnent une place importante aux thématiques de préparation et de gestion de crise (objectif 7 de la SLGRI en particulier) (Robert et Montoya, 2016).

L'originalité de notre propos, vis-à-vis de ces travaux, tient dans la thématique abordée : celle de la prise en charge des populations et des enjeux que celle-ci pose aux autorités publiques. L'objet de notre thèse, rappelons-le, est bien l'étude des impacts sociaux de l'inondation, donc des impacts sur sa population. Ces impacts sont à mettre en perspective, bien sûr, avec les moyens qui sont mis en œuvre pour les gérer ou les réduire par les autorités publiques. Le point de vue privilégié apparaît encore relativement original – le point de vue des collectivités locales : communes et conseil départemental. Les administrations d'Etat, préfectures de département et préfecture de police, sont certes également étudiées, car elles ont un rôle à la fois décisionnaire et coordinateur en matière de gestion de crise, mais c'est leur rapport aux collectivités qui nous interroge prioritairement.

L'originalité de notre étude tient enfin dans l'échelle géographique de l'analyse : les études de cas locales, aux échelles départementales et communales, sont privilégiées. A ce titre, la spécificité de notre démarche tient aussi en l'analyse contextualisée des systèmes et dispositifs de gestion de crise : ces derniers ne nous intéressent pas en tant que tels, mais parce qu'ils s'inscrivent dans un contexte géographique donné, ancré dans une réalité locale qu'il nous faut appréhender. Or, le caractère spatialisé de la gestion de crise est généralement ignoré, rarement étudié en tant que tel dans les analyses scientifiques et les retours d'expérience, comme l'observent par exemple Metzger *et al.* (2013). La gestion de crise consiste pourtant à mettre en relation des espaces sinistrés et des espaces ressources, afin de faire face à la catastrophe. Ce faisant, elle conduit à transformer les centralités et les flux qui caractérisent le territoire, en faisant émerger de nouveaux lieux de pouvoirs par exemple : ainsi, lors du séisme d'Haiti en 2010, le pouvoir s'est déplacé du centre-ville de Port-au-Prince vers son aéroport (Metzger *et al.*, 2013).

1.1.2 Méthodologie

La méthodologie développée dans le cadre de ce chapitre s'appuie, pour pouvoir gérer la multitude des données recueillies, sur des principes simples de recueil, de lecture et d'analyse. Les données recueillies comprennent en effet, par ordre décroissant d'importance : (1) des documents écrits transmis par divers acteurs, (2) des données d'observation, en cellule de crise et lors de réunions opérationnelles, (3) des données issues d'entretiens. La conduite des entretiens comme des observations s'appuie sur des principes méthodologiques développés par exemple chez Blanchet *et al.* (1987).

1.1.2.1 Recueil des données écrites

Les documents écrits constituent notre principal corpus d'analyse. Ils ont été recueillis auprès de différents acteurs : majoritairement le SGZDS, l'EPTB SGL, la DDT-91, le SIDPC-91, le CD-91, les communes de Juvisy-sur-Orge, de Gennevilliers ou de Vigneux-sur-Seine. Généralement, ces données ont été obtenues à l'occasion d'une rencontre, à la suite d'un entretien ou d'une réunion. Dans certains cas, en particulier pour la DDT-91 et la commune de Juvisy, les données recueillies l'ont été par un accès libre aux archives physiques des dites organisations.

Les données ainsi recueillies comprennent divers objets :

- Des documents de planification en matière de gestion de crise : dispositions ORSEC, générales et spécifiques, zonale et départementale (Essonne et Hauts-de-Seine en particulier) ; Plans Communaux de Sauvegarde (disponibles en totalité ou en partie, pour des raisons de confidentialité) ; Plans de Continuité d'Activité. A ces documents de planification en gestion de crise, il faut ajouter les documents équivalents en gestion du risque : PPRI, PAPI, SLGRI.
- Les documents préparatoires à la conception de ces outils de planification et à la préparation d'exercices : comptes rendus de réunions, de groupes de travail, inventaires de personnels et de moyens, lettres de sollicitation (par exemple, des lettres du préfet aux maires des communes pour les inviter à une réunion préparatoire à l'exercice Sequana), documents légaux ou réglementaires, notes de synthèse, schémas récapitulatifs & diagrammes de GANTT.
- Les retours d'expérience d'événements (exercices ou événements réels) passés, qui comprennent également des comptes rendus, des mains courantes, des points de situation, des documents réglementaires également, des articles de presse aussi. A noter que certaines données ont été récupérées par l'intermédiaire d'EURIDICE, en ce qui concerne l'exercice Sequana et la crue de juin 2016.

1.1.2.2 Recueil des données d'observation

La lecture et l'analyse de documents écrits est complétée par des données d'observation, également nombreuses. « *L'observation est une démarche d'élaboration d'un savoir, au service de finalités multiples, qui s'insèrent dans un projet global de l'homme pour décrire, comprendre son environnement et les événements qui s'y déroulent* » (Blanchet, 1987 : 19). L'observation s'inscrit nécessairement dans une double démarche de connaissance : d'une part, elle permet d'approfondir la connaissance de l'objet qui est étudié par l'observation ; d'autre

part, elle force à développer une réflexion sur la démarche de l'observateur même, avec une explicitation de ses choix assumés pour observer.

A ce titre, il faut remarquer un ensemble de biais propres à l'observation, biais conditionnés par les attitudes réciproques entre l'observateur et les personnes observées ; biais également associés aux différents filtres de l'observateur (Blanchet *et al.*, 1987). D'abord, les conditions de l'observation ont un impact sur les attitudes qui valent entre l'observateur et l'observé : avec un sentiment de gêne, voire d'impression de voyeurisme de la part de l'observateur ; avec le sentiment d'être jugé ou de s'exhiber chez l'observé. Ces conditions favorisent l'activation de divers biais, que listent Blanchet *et al.* (1987) : (1) l'effet de halo, provoqué par une impression dominante ; cette impression dominante est provoquée par une première impression ou par un préjugé préexistant, et est appliquée par l'observateur à l'ensemble des données observables. (2) L'effet Hawthorne, provoqué par la présence de l'observateur qui est perçue par les observés comme valorisante ; (3) l'effet de congruence, qui est provoqué par la distance entre ce qui est observé et les antécédents de l'observateur (ses expériences précédentes) ; (4) le fait, pour l'observateur, de se focaliser sur les temps forts. Il faut par ailleurs signaler un ensemble de filtres qui jouent dans la sélection et l'interprétation des informations par l'observateur : des filtres épistémiques (comprenant les modes de raisonnement, de formulation des problèmes, les connaissances propres à l'observateur), des filtres socio-institutionnels (relatifs à la classe sociale, aux attitudes, au positionnement éthique, culturel, de l'observateur), des filtres expérientiels (en lien avec l'expérience passée de l'observateur, son rapport aux objets, aux individus).

Ces biais ont pu être pour partie ressentis au cours des diverses observations, et ne doivent pas être sous-estimés dans la présentation des résultats : en particulier, en ce qui concerne l'observation en cellule de crise, celle-ci est rythmée par des temps forts, de sorte que les autres moments sont oubliés, de sorte que le temps long est aplani, mal pris en compte ; c'est pourtant ce temps long qui structure la gestion de crise. La gestion de crise, étalée en particulier sur plusieurs jours voire plusieurs semaines (à l'occasion de Sequana par exemple, plus encore à l'occasion de la crue de juin 2016, *a fortiori* pour une crue majeure de la Seine), n'est pas un sprint mais un marathon.

Il existe différentes pratiques d'observation, classées selon leur degré de structuration (forte, moyenne, faible) (Blanchet *et al.*, 1987). Nos observations entrent clairement dans une pratique de structuration faible, par l'absence d'observations systématiques et de cadre théorique précis. Les pratiques à faible structuration peuvent inclure : (1) la réalisation de montages de photos pour observer un site, (2) la tenue d'un carnet de bord permettant de consigner des faits et des impressions, (3) des comptes rendus de visites, de travaux, de réunions, (4) l'observation d'une situation sociale incluant la participation du chercheur, avec une prise de notes séparant faits et propos d'un côté, et de l'autre les impressions du chercheur. Nos propres observations relèvent, pour une partie de la tenue d'un carnet de bord, lors des observations en situation de crise et pour une autre du compte rendu, lors des observations qui se sont tenues pendant des réunions opérationnelles :

- Les observations en situation de crise comprennent 7 jours d'observation en cellule de crise : en PCC (Poste de Commandement Communal), à Juvisy-sur-Orge et à Gennevilliers, en COD (Centre Opérationnel Départemental de l'Essonne), en COZ (Centre Opérationnel Zonal). Elles ont été menées à trois occasions : lors d'un exercice

de catastrophe industrielle en Essonne (exercice PPI), à l'occasion de l'exercice Sequana et enfin pendant la crue de juin 2016. Ces observations, pour les deux derniers cas, s'intègrent dans un dispositif d'observation plus large, mis en place par le projet de recherche EURIDICE : les données recueillies par les autres observateurs (plusieurs dizaines pour l'exercice Sequana) ont également été intégrées à notre réflexion ; une note de bas de page le signale dans le corps du chapitre, quand notre réflexion s'appuie sur des données issues non pas de nos propres observations, mais du recueil de données plus large assuré par le projet EURIDICE.

- Des observations ont également été faites dans le cadre de réunions opérationnelles, réunions tenues par des acteurs franciliens afin d'assurer la préparation à la gestion de crise (préparation d'un exercice, aide à la conception d'un PCS, ateliers du PAPI, groupes de travail sur la SLGRI, etc.). Ces réunions ont parfois nécessité une participation active, par la sollicitation par les autres partenaires d'une opinion, ou d'une expertise cartographique ou géographique. Plus d'une quinzaine de réunions ont été observées dans ce cadre, essentiellement avec des acteurs du département de l'Essonne. A ces réunions, il faut aussi ajouter la présence à une douzaine de séminaires, scientifiques et opérationnels, qui ont également permis d'enrichir notre réflexion.

La grille d'observation appliquée pour les situations de crise est celle développée par J. Fayeton, dans le cadre de sa thèse (à paraître), pour le projet EURIDICE. Sans la détailler, remarquons qu'elle se compose de trois éléments : une fiche d'identité (voir un extrait sur le Tableau 22), un « log » permettant de dater les événements ponctuels qui se succèdent dans le temps, un « résumé » qui décrit – au-delà de la simple succession d'événements ponctuels – ce qui se déroule dans la cellule de crise.

Date de l'observation (mars 2016)	Nom de l'observateur	Acteur observé
Heure de début	Prénom	Si autre, préciser
Heure de fin	Téléphone observateur	Lieu de l'observation (adresse)
	Email observateur	
Nombre de personnes présentes dans la cellule de crise		
Description de la cellule de crise (aménagement, organisation,		
Faits marquants (organisationnels, ambiance ...)		
Remontée, traitement, redescende d'information, cartographie, communication vers l'extérieur.		
Répartition des rôles au sein de la cellule de crise (chef de salle, secrétaire, opérateur cartographie, opérateur crisorsec, ...)		
Déroulement de l'observation (facilité d'accès, d'insertion, contact avec les joueurs, liberté d'observation...)		
Remarques		

Tableau 22. Extrait de la fiche d'identité (Source : Fayeton, à paraître).

1.1.2.3 Recueil des données d'entretiens

Aux données écrites récoltées, aux données d'observation, il faut enfin rajouter les entretiens, qui constituent une source complémentaire d'informations, certes disponible en plus petit volume (au vu du nombre d'entretiens conduits), permettant toutefois d'approfondir l'analyse et l'interprétation. L'entretien de recherche se définit comme un entretien entre deux personnes, l'interviewer (le chercheur) et l'interviewé, conduit par le premier pour faire en sorte que le

second produise un discours linéaire sur une thématique définie (Blanchet *et al.*, 1987). Ce discours est ainsi co-construit par le chercheur et l'interviewé. Ce discours est aussi nécessairement biaisé, par l'interviewé, qui fait part des événements qu'il a vécus – événements qui sont nécessairement déformés par divers filtres perceptifs, sociologiques, culturels, et par l'interviewer, du fait de ces mêmes filtres et des choix faits dans la sélection, l'analyse et l'interprétation des informations contenues dans le discours de l'interviewé.

Les entretiens conduits dans le cadre de la thèse ont été, soit libres, soit semi-directifs. Les premiers ont été conduits, soit à titre exploratoire, soit sur une thématique spécifique (comme les évacuations par exemple, ou la relation entre des questions d'urbanisme et de gestion de crise) ; les seconds ont été conduits afin d'identifier les dispositifs de gestion de crise dans la prise en charge des populations en cas d'inondation majeure, à partir d'une grille d'entretien *ad hoc* (Tableau 23)⁶⁹. Il faut compter *in fine* 23 personnes ou groupes de personnes ayant fait l'objet d'un ou plusieurs entretiens (dont 13 personnes ayant fait l'objet d'un entretien semi-directif, le reste comprenant des entretiens libres). Les entretiens semi-directifs ont été menés avec des acteurs agissant au sein ou en relation directe avec des entités coordinatrices de la gestion de crise (services municipaux, services préfectoraux, conseil départemental). A l'instar d'autres études (Texier, 2009), dont la méthodologie a inspiré notre propre grille d'entretiens, les acteurs interrogés sont à la fois considérés comme des porte-paroles de leurs organisations et comme des individus avec leur expérience propre, également prise en considération donc.

Thèmes	Sous-thèmes
Expérience professionnelle	Parcours professionnel et fonction actuelle (ou dernière fonction si retraité)
Stratégie de gestion de crise et prise en charge des populations en cas d'inondation	Stratégie générale de l'organisation et coordination avec les autres acteurs
	Stratégie générale d'alerte, d'évacuation et d'hébergement-ravitaillement
	Stratégie spécifique destinée aux populations vulnérables (de l'alerte à l'hébergement)
	Fonctionnement des services internes
	Retour à la normale - reconstruction
Construction de la stratégie de gestion de crise	Opinion personnelle
	Historique et évolutions de la stratégie
	Services, personnes moteurs
	Difficultés, résistances
	Co-construction de la stratégie ?
	Exercices et retours d'expérience ?
	Évolutions futures ?

Tableau 23. Grille d'entretiens semi-directifs.

Les entretiens, en particulier les entretiens semi-directifs, se sont tenus dans la mesure du possible selon les principes retenus par Blanchet *et al.* (1987)⁷⁰ :

- La prise de contact donne lieu à l'émission d'un contrat initial, dans lequel l'interviewer dit à l'interviewé les motifs et l'objet de sa demande. Ce contrat permet d'explicitier l'objet de la recherche, la thématique que l'on souhaite aborder avec l'interviewé, les

⁶⁹ Pour certaines interviewés, la grille a pu être adaptée : c'est notamment le cas pour la DRIEE, qui est en charge de l'après-crise plus que de la gestion de crise *stricto sensu*.

⁷⁰ A noter que la quasi-totalité des entretiens a eu lieu en face-à-face, à quelques exceptions près par téléphone.

raisons pour lesquelles on sollicite cet entretien. L'intermédiaire pour la prise de contacts joue un rôle majeur dans la relation imaginaire que l'interviewé entretient avec l'intervieweur : dans le cadre de la thèse, le choix de l'intermédiaire a dû faire l'objet à plusieurs reprises d'une réflexion préalable (il faut en effet noter la chance d'avoir eu plusieurs intermédiaires de qualité, au sein de l'EPTB-SGL, de l'administration préfectorale et du conseil départemental de l'Essonne, et du SGZDS).

- L'explicitation d'une consigne inaugurale en début d'entretien : cette consigne, qui doit être claire et non contradictoire avec le contrat émis lors de la prise de contact, est une instruction déterminant la thématique abordée dans le discours de l'interviewé. Dans le cadre des entretiens semi-directifs, cette consigne est complétée par l'enchaînement des thèmes identifiés dans la grille d'entretien établie précédemment (Tableau 24 – les sous-thèmes servent à orienter la discussion en cas de digressions, ou de difficultés à produire un discours).

Outre les consignes, l'intervieweur peut faire des interventions permettant d'interpréter ou de compléter les propos de l'interviewé. Celles-ci ont lieu suivant deux registres : un registre modal (la forme) et un registre référentiel (le fond), et peuvent être déclaratives ou réitératives, selon le discours tenu par l'interviewé. Ce dernier peut en effet tenir un discours narratif (rendant compte d'événements passés), informatif (apportant un commentaire neuf sur un thème neuf), démonstratif (afin d'établir le processus logique de la détermination des faits) (Blanchet *et al.*, 1987). Les interventions déclaratives sont plus adaptées aux discours narratif ou descriptif, les interventions réitératives de l'interviewer au discours informatif. Les interventions déclaratives visent à compléter le discours de l'interviewé, à entraîner une réaction de ce dernier : pour ce faire, il est possible de faire des reformulations généralisantes, conclusives, voire de faire des déclarations incertaines et hâtives, de faire une déduction logique, d'interpréter le discours de l'interviewé (en allant dans son sens ou contre lui). Les interventions réitératives visent à manifester à l'interviewé que l'intervieweur l'écoute, et à lui faire part d'une demande d'explicitation. Il faut alors distinguer ce qui relève de la réitération écho, de ce qui relève de la réitération reflet. La première consiste en une répétition de ce qui vient d'être énoncé : technique vite repérable, elle peut agacer ou à l'inverse soumettre le discours de l'interviewé aux *desiderata* de l'intervieweur, qui sélectionne une partie du discours en en faisant l'écho, permettant ainsi de mettre en évidence, le cas échéant, le manque de cohérence de ce discours. La seconde (la réitération reflet) vise à refléter l'attitude de la personne interviewée, en insistant sur le registre modal, en mettant l'accent sur la reformulation des sentiments de la personne interviewée (« *ce que je sens, c'est que ça vous paraît, etc.* »), sur des relances en miroirs. Cette réitération permet de mettre en lumière la sincérité du discours, d'orienter ce dernier vers des pensées intimes.

1.1.2.4 Une grille de lecture et d'analyse commune

Au vu de la multitude de données à notre disposition (les documents écrits à notre disposition se comptent par centaines), mais surtout de leur hétérogénéité, il a été privilégié l'usage d'une grille de lecture commune, autour de trois axes de réflexion :

- (1) Les objectifs stratégiques, les mesures opérationnelles de prise en charge des populations (et de gestion des impacts sociaux de l'inondation) : cet axe identifie les priorités (personnes ciblées, priorités géographiques), les moyens, les difficultés attendues dans la prise en charge des populations.

- (2) La continuité de l'activité et services publics : cet axe s'interroge sur la continuité d'activité des organisations et des services publics qu'ils assurent. Cette continuité d'activité est en effet mise en danger, du fait de l'inondation et de ses effets induits (impacts sur la continuité des réseaux, des flux pendulaires, des flux d'approvisionnement).
- (3) L'organisation interne (cellule de crise) et la coordination externe, et l'impact de ces derniers sur les deux axes de réflexion précédents. Une réflexion spécifique est également accordée à la dynamique relative au processus de planification, qui a un effet direct sur l'organisation interne de gestion de crise, et par effet domino sur la prise en charge des populations et la continuité d'activité.

Le Tableau 24 contient l'ensemble de la grille de lecture et d'analyse. Ces trois axes de réflexion sont analysés de façon synchronique (à l'instant t), et de façon diachronique, afin d'étudier les évolutions (ou l'inertie) qui sont identifiées par les acteurs. Chaque source, document écrit, séquence d'observation, entretien, est analysé afin d'identifier ce qu'il apporte en termes d'informations, d'ordre descriptif ou interprétatif, au regard de ces axes de réflexion.

Thématiques	Sous-thématiques		Questionnements
Prise en charge des populations	Population en ménages / hors ménages	Population non vulnérable / population "vulnérable" ou fragile	Objectifs stratégiques
			Définition, estimation et priorisation des populations prises en charge
			Mesures opérationnelles : alerte, évacuations, guichet d'accueil et d'orientation, hébergement d'urgence, relogement & reconstruction
			Moyens identifiés pour la mise en œuvre des mesures opérationnelles
Continuité d'activité & Services publics	Disponibilité et activation des ressources		Difficultés identifiées
			Ressources humaines : disponibilité et absentéisme, redistribution géographique, changement de poste, etc.
			Ressources logistiques
			Ressources financières
Organisation & Coordination : impacts sur la prise en charge des populations et la continuité d'activité	Objectifs prioritaires		Activités et public prioritaires
			Mesures opérationnelles de continuité
			Difficultés identifiées
			Organisation de la cellule de crise
	Organisation interne		Rôle et réactivité des services internes
			Rôle et réactivité des élus
			Difficultés identifiées
	Coordination externe		Répartition des rôles collectivités / Etat
			(non-)subsidiarité : échelle d'action géographique privilégiée
			Difficultés identifiées
	Plans & Planification		Etat des lieux - Avancement
			Dynamiques
			Applications opérationnelles : exercices et crises réelles
			Difficultés et résistances

Tableau 24. Grille de lecture et d'analyse des sources de données qualitatives.

Pour terminer cette présentation méthodologique, rappelons que les résultats ainsi obtenus, à partir de ces données qualitatives, sont contextualisés par le biais d'analyses cartographiques et statistiques *ad hoc*, au fil de la rédaction. La méthodologie mise en place, il faut, avant d'en présenter les résultats, rappeler les fondamentaux de la gestion de crise, à l'échelle locale, et des principes qui orientent la planification de cette dernière, par un état de l'art adéquat.

1.2 PRINCIPES GENERAUX DE LA GESTION DE CRISE ET DE SA PLANIFICATION A L'ECHELLE LOCALE ET REGIONALE

L'introduction générale a permis d'aborder la question de la gestion des risques. Pour rappel, la gestion des risques peut être comprise comme le développement et la mise en œuvre de politiques, stratégies, pratiques visant à réduire le risque (Hahn, 2003). Elle comprend des actions de prévention (éviter le risque) ou de *mitigation* (limiter le risque et réduire ses impacts). Il faut aussi distinguer les actions structurelles (mesures techniques de protection face à l'occurrence de l'aléa) et les autres actions de gestion. Les mesures structurelles, qu'il s'agisse des mesures d'endiguement ou de contrôle des débits par l'usage de barrages-réservoirs dans le cas des inondations, ont longtemps constitué le socle de la gestion des risques, pour être aujourd'hui remises en cause : en effet, il n'est pas possible de prévenir toutes les menaces possibles, ni d'envisager tous les scénarios du pire (Boin et McConnell, 2007). Ces mesures structurelles laissent donc aujourd'hui place à d'autres actions de gestion, en particulier à la préparation à la gestion de crise. Celles-ci s'appuient sur divers outils complémentaires : la planification, en amont, et les retours d'expérience, en aval.

Dans cette sous-partie, sont présentés les principes généraux de la conduite de la gestion de crise en France et en Ile-de-France, ses spécificités et ses limites, avant d'identifier les enjeux de la planification de la gestion de crise, et les outils méthodologiques à disposition pour évaluer cette planification.

1.2.1 La conduite de la gestion de crise en France et en Ile-de-France

1.2.1.1 *Instances de décision et de coordination de l'échelle nationale à l'échelle communale*

La conduite de la gestion de crise est structurée de l'échelle nationale à l'échelle communale, autour de plusieurs instances de décision et de coordination (Figure 26) :

1.2.1.1.1 Echelle nationale

A l'échelle nationale, d'après l'article 21 de la constitution de 1958, le Premier Ministre dirige l'action du gouvernement et est responsable de la Défense Nationale (INHESJ, 2011). Il coordonne l'action des pouvoirs publics en cas de crise majeure en lien avec le Président de la République : le Premier Ministre s'appuie à ce titre sur une cellule de crise armée à l'hôtel de Matignon, pour décider des orientations stratégiques et politiques sur la conduite de la crise ; il peut aussi s'appuyer sur l'expertise du Secrétariat Général de la Défense et de la Sécurité Nationale (SGDSN), placé sous sa tutelle. Il peut déléguer ses pouvoirs aux ministres, selon leurs compétences respectives, dans l'action du gouvernement en matière de sécurité nationale, d'après le code de la Défense (L1131-1).

Le ministre de l'intérieur est chargé de l'anticipation des crises qui peuvent affecter potentiellement la sécurité intérieure et la sécurité civile (code de la Défense L1142-2) : par délégation du Premier Ministre, il peut assurer à la place de ce dernier la conduite opérationnelle des crises qui ont lieu sur le territoire national. Le Centre Interministériel de Crise (CIC), au ministère de l'intérieur, place Beauvau, permet à cette fin de réunir les différents ministères et de coordonner leurs actions. Pour des crises de plus faible ampleur, ou par délégation du CIC, le COGIC (Centre Opérationnel de Gestion Interministérielle des Crises), également sous

tutelle du ministère de l'intérieur, permet d'animer les forces de sécurité civile⁷¹. Le ministère de l'intérieur peut s'appuyer sur l'expertise d'une de ses directions, la DGSCGC (Direction Générale de la Sécurité Civile et de la Gestion des Crises) (Lagadec, 2002).

Outre la conduite politique et stratégique de la crise et la définition de la doctrine, l'Etat joue également un rôle dans la conduite opérationnelle de cette dernière. Il peut en effet assurer la répartition des moyens opérationnels entre les différentes zones de défense, selon les besoins exprimés par celles-ci ; il peut aussi engager des moyens nationaux complémentaires et spécialisés : hélicoptères de sauvetage, Unités d'Instruction et d'Intervention de la Sécurité Civile, sans compétence territoriale et pouvant de ce fait être déployées partout sur le territoire national (Lagadec, 2002). L'Etat peut enfin faire appel aux autres pays de l'Union Européenne, en relayant des demandes de renfort dans le cadre du Mécanisme Européen de Protection Civile (par le biais de l'ERCC – Centre de Coordination des Interventions d'Urgence).

Il faut signaler ici qu'il n'y a pas de définition en droit d'une crise (INHESJ, 2011) : c'est donc le Premier Ministre et le Président de la République qui la caractérisent et qui mettent en œuvre l'organisation gouvernementale de crise. La notion même de crise est d'ailleurs apparue très tardivement dans l'administration française : la loi du 22 juillet 1987 sur la sécurité civile n'y fait ainsi pas référence (Lagadec, 2002).

1.2.1.1.2 Echelle zonale et départementale

A l'échelon inférieur, c'est l'axe préfet de zone – préfet de département qui assure la conduite opérationnelle de la crise (INHESJ, 2011). Pour rappel, quand une crise dépasse les moyens ou les limites d'une commune, le préfet de département endosse le rôle de Directeur des Opérations de Secours (DOS). Le préfet est en effet seul compétent pour prendre des mesures relatives à l'ordre, la sûreté, la sécurité, la salubrité publiques dont le champ d'application dépasse celui d'une seule commune (Article L2215-1, paragraphe 3 du CGCT⁷²). A ce titre, il dirige le COD (Centre Opérationnel Départemental) qui permet de coordonner les moyens de la sécurité civile.

Le COD permet de réunir, sous la direction du préfet, les représentants des différents acteurs départementaux impliqués dans la sécurité civile, entre autres les sapeurs-pompiers du SDIS⁷³ (ou de la BSPP⁷⁴ en petite couronne parisienne) et des forces de l'ordre (Police et Gendarmerie Nationale), mais aussi les opérateurs de service public (ENEDIS⁷⁵ pour la distribution du réseau électrique par exemple), les administrations publiques déconcentrées (services préfectoraux départementaux, comme le SIDPC, la DDT, la DDCSPP⁷⁶, services régionaux, comme la DRIEE⁷⁷, l'ARS⁷⁸), ou décentralisées (conseil départemental ou, le cas échéant, ville de Paris, conseil régional).

⁷¹ La sécurité civile peut se définir comme l'ensemble des moyens à disposition d'un Etat pour protéger ses citoyens contre les accidents et menaces (Gralepois, 2008).

⁷² CGCT : Code Général des Collectivités Territoriales.

⁷³ SDIS : Service Départemental d'Incendie et de Secours.

⁷⁴ BSPP : Brigade de Sapeurs-Pompiers de Paris.

⁷⁵ ENEDIS : ex-ERDF.

⁷⁶ SIDPC : Service Interministériel de Défense et de Protection Civile (appelé SIACEDPC dans certains départements – Service Interministériel des Affaires Civiles et Economiques de Défense et de Protection Civile). DDT : Direction Départementale des Territoires. DDCSPP : Direction Départementale de la Cohésion Sociale et de la Protection des Populations.

⁷⁷ DRIEE : Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie.

⁷⁸ ARS : Agence Régionale de Santé

Quand la crise dépasse les moyens ou les limites d'un département, le préfet de zone (Préfet de Police dans le cas de la région Ile-de-France) intervient (Mathieu, 2009) : il coordonne les moyens entre les différents COD des départements sous sa responsabilité, et relaie les demandes de ces derniers auprès du gouvernement. Le préfet de zone s'appuie pour mener ses missions à bien sur un EMZ (Etat-Major de Zone) et un COZ⁷⁹ (Centre Opérationnel Zonal). Le COZ est un organe de veille opérationnelle, actif 24h/24, qui est renforcé en cas de risque de survenance d'une crise (COZ renforcé), et se transforme en CCZ si la situation s'aggrave (CCZ : Centre de Crise Zonal). Le préfet de zone est assisté d'un préfet délégué, dirigeant au sein de la préfecture de zone le Secrétariat Général à la Zone de Défense et de Sécurité (SGZDS) : le SGZDS prépare et met en œuvre les dispositions intégrées au sein du dispositif ORSEC à l'échelle zonale (Balloy *et al.*, 2011). Le dispositif ORSEC permet de planifier la gestion de crise à l'échelle départementale et à l'échelle zonale, par le biais de dispositions générales et de dispositions spécifiques à certaines crises (comme la Disposition Spécifique Inondation – DSI). Le dispositif ORSEC s'accompagne du déclenchement de divers plans par d'autres acteurs de la gestion de crise, opérateurs de réseaux, opérateurs sanitaires comme l'ARS (plans blancs et dispositif ORSAN – Organisation de la Réponse du Système de Santé).



Figure 26. Photographie du CCZ lors de l'exercice Sequana. Vue sur les animateurs de l'exercice (Source : auteur).

⁷⁹ Au sein des limites de la ville de Paris, le COZ joue également le rôle de COD.

1.2.1.1.3 Echelle communale

Le maire, enfin, tient lieu de directeur des opérations de secours au titre de ses pouvoirs de police, si l'ampleur de la crise ne dépasse pas les limites du territoire communal, ni les capacités d'intervention locales. Le cas échéant, quand le préfet endosse le rôle de DOS, le maire continue d'assurer la mise en œuvre des mesures de sauvegarde sur le territoire communal⁸⁰ (Institut des Risques Majeurs - IRMA, 2012). Il coordonne et dirige les actions de secours à son échelle (Mathieu, 2009), et constitue pour ce faire un PCC (Poste de Commandement Communal). En effet, le maire exerce des pouvoirs de police administrative générale, et participe à ce titre aux missions de sécurité civile (Article L2211-1 du CGCT) ; il est ainsi tenu d'assurer le bon ordre, la sûreté, la sécurité, la salubrité publiques au sein de sa municipalité, et doit aussi prévenir et faire cesser « *les accidents et les fléaux calamiteux* » (Article L2212-2 dont paragraphe 5, du CGCT) (Gralepois, 2008 ; Mathieu, 2009). Il s'appuie pour ce faire sur le PCS (Plan Communal de Sauvegarde).

1.2.1.2 Les acteurs de la sécurité civile

Autour des instances publiques de coordination et de décision, gravitent divers acteurs publics et privés, à toutes échelles.

A l'instar des instances de décision, les acteurs publics et privés se dotent aussi en outils de gestion de crise, du moins ceux qui peuvent se prévaloir d'une certaine masse critique. Certaines entreprises sont à ce titre concernées par la réglementation applicable aux DNS (Directives Nationales de Sécurité) (INHESJ, 2011). Le décret du 23 février 2006 relatif à la sécurité des secteurs d'activités d'importance vitale (SAIV) a conduit à la rédaction de ces DNS, identifiant des menaces pour chaque secteur économique. Ces DNS sont ensuite transmises aux OIV (Opérateurs d'Importance Vitale), qui traduisent sous la forme d'un Plan de Sécurité d'Opérateur (PSO) les mesures préconisées. En sus des PSO, nombre d'organisations, publiques comme privées, se dotent de Plans de Continuité d'Activité (PCA), visant à assurer la continuité de service et le redémarrage de l'activité en cas de crise. Ces PCA ont notamment été développés après la pandémie H1N1, à la suite du « *Plan Pandémie Grippale* » développé par l'OMS à l'échelle mondiale, par l'Etat à l'échelle française (Lagadec, 2009). Ces PCA sont aujourd'hui déclinés pour différents types d'aléas, au premier rang desquels figure l'aléa inondation dans la région francilienne. L'activité gouvernementale elle-même est couverte par un plan de continuité gouvernementale.

Parmi les acteurs concernés par la gestion de crise, il faut distinguer les acteurs traditionnels de la sécurité civile des autres acteurs, les acteurs publics des acteurs privés, les acteurs économiques des acteurs sociaux.

- Au sein des acteurs traditionnels de la sécurité civile, les sapeurs-pompiers du SDIS⁸¹ jouent, évidemment, un rôle primordial, par les moyens qu'ils déploient pour venir en

⁸⁰ Dans le langage courant, le maire est appelé DOS même si, de façon réglementaire, ce rôle est assumé par le préfet.

⁸¹ Le SDIS se définit comme un corps de sapeurs-pompiers professionnels et volontaires à l'échelle départementale, organisé en centres d'incendie et de secours, et comprenant également un service de santé et de secours médical. Le SDIS comprend ses propres outils de planification en matière de gestion de crise : le SDACR (Schéma Départemental d'Analyse et de Couverture des Risques) qui inventorie les risques, et le RO (Règlement Opérationnel) qui fixe les moyens opérationnels pour couvrir ces risques. Chaque département du territoire national comprend un SDIS, à l'exception de la petite couronne parisienne, qui est couverte par la BSPP. Le SDIS

aide aux populations (secours d'urgence), mais aussi par leur rôle central dans le commandement opérationnel de la gestion de crise. En effet, le COD s'accompagne généralement d'un déploiement d'un commandement tactique *in situ* : c'est le PCO (Poste de Commandement Opérationnel), dirigé par un Commandant des Opérations de Secours (COS) issu des sapeurs-pompiers. Ce PCO est en relation directe, non seulement avec le COD, mais aussi avec le CODIS (Centre Opérationnel Départemental d'Incendie et de Secours), qui permet de coordonner l'activité opérationnelle du SDIS, d'organiser et de répartir secours et renforts au sein du département. Le SDIS demeure toutefois placé sous l'autorité du préfet, ou du maire, dans le cadre de leurs pouvoirs de police (CGCT – Art. L1424) (Trémeur et Lancznar, 2006).

- Les associations agréées de sécurité civile ont aussi un rôle important, par le volume en personnels qu'elles peuvent rapidement mobiliser. Les associations en question sont des organisations qui se sont vues délivrer un agrément de sécurité civile, soit par le ministère de l'intérieur pour une association d'envergure nationale (la plus emblématique d'entre elles est certainement la Croix-Rouge Française), soit par le préfet de département pour une association dont le champ d'action ne dépasse pas celui du département (Trémeur et Lancznar, 2006). Ces associations participent aux opérations de secours, et se chargent de l'encadrement des bénévoles dans le cadre des actions de soutien aux populations (Code de la Sécurité Intérieure – Art. L725-3).
- Au sein des acteurs économiques, les opérateurs qui assurent des services publics (transports, télécommunications, énergie, eau) sont également fortement impliqués : ces opérateurs ont généralement une envergure nationale, et sont donc à la fois en contact direct avec le gouvernement et auprès des représentants de l'Etat aux niveaux départemental et zonal (au sein des COD et COZ). Ces opérateurs doivent prendre les mesures nécessaires pour satisfaire les besoins prioritaires de la population, et pour offrir aux services de secours un service minimal permettant à ces derniers d'agir efficacement⁸².

1.2.1.3 La prise en charge des populations : alerte, information et aide aux populations

Des dispositifs spécifiques sont disponibles, à toutes échelles, pour accompagner le bon déroulement de la gestion de crise. Nous interpellent particulièrement, dans le cadre du sujet de thèse, les dispositifs existants pour prendre en charge les populations, de l'alerte aux hébergements d'urgence. C'est ici l'occasion de les présenter succinctement et de les définir sur un plan sémantique.

1.2.1.3.1 Critères de déclenchement de l'alerte

Le déclenchement de l'alerte se fonde sur différents critères, politiques comme techniques, qui ont déjà été explorés pour la problématique des évacuations. Notons toutefois le rôle crucial en matière d'inondations du Service de Prévisions des Crues (SPC). Le territoire métropolitain est divisé en 22 SPC, appuyés par un service national, le SCHAPI (Service Central d'Hydrométéorologie et d'appui à la prévision des inondations). Sur le bassin de la Seine

est un Etablissement Public départemental et décentralisé (depuis 1996) impliquant, dans son financement et son organe délibérant, le Conseil Départemental, à l'inverse de la BSPP, qui est une unité de l'armée de terre placée sous l'autorité du Préfet de Police. Dans la mesure où notre étude de cas départementale porte sur l'Essonne, couverte par le SDIS, le cas de la BSPP n'est pas approfondi.

⁸² Comme le stipule leur contrat de délégation de mission de service public.

moyenne, du Loing et de l'Yonne, ainsi que sur les tronçons franciliens de la Marne et de l'Oise, le SPC est géré par la DRIEE. Il a en charge la surveillance, la prévision, l'information sur les crues, et produit chaque jour (et plusieurs fois par jour en cas de crue) une carte de vigilance (Vigicrues), fondée sur les observations et prévisions météorologiques de Météo France⁸³, et sur les relevés de hauteurs d'eau et de débits aux stations hydrométriques (Figure 27). Cette carte de vigilance s'accompagne d'un bulletin d'informations, permettant d'attribuer à chacun des 11 tronçons sous la responsabilité du SPC géré par la DRIEE une couleur d'alerte :

- (1) Vigilance verte : pas de vigilance particulière ;
- (2) Vigilance jaune : risque de crue, montée des eaux rapide n'entraînant pas de dommages significatifs ;
- (3) Vigilance orange : risque de crue entraînant des débordements importants, pouvant avoir un impact sur la sécurité des biens et des personnes ;
- (4) Vigilance rouge : risque de crue majeure, avec une menace directe et généralisée sur la sécurité des biens et des personnes.

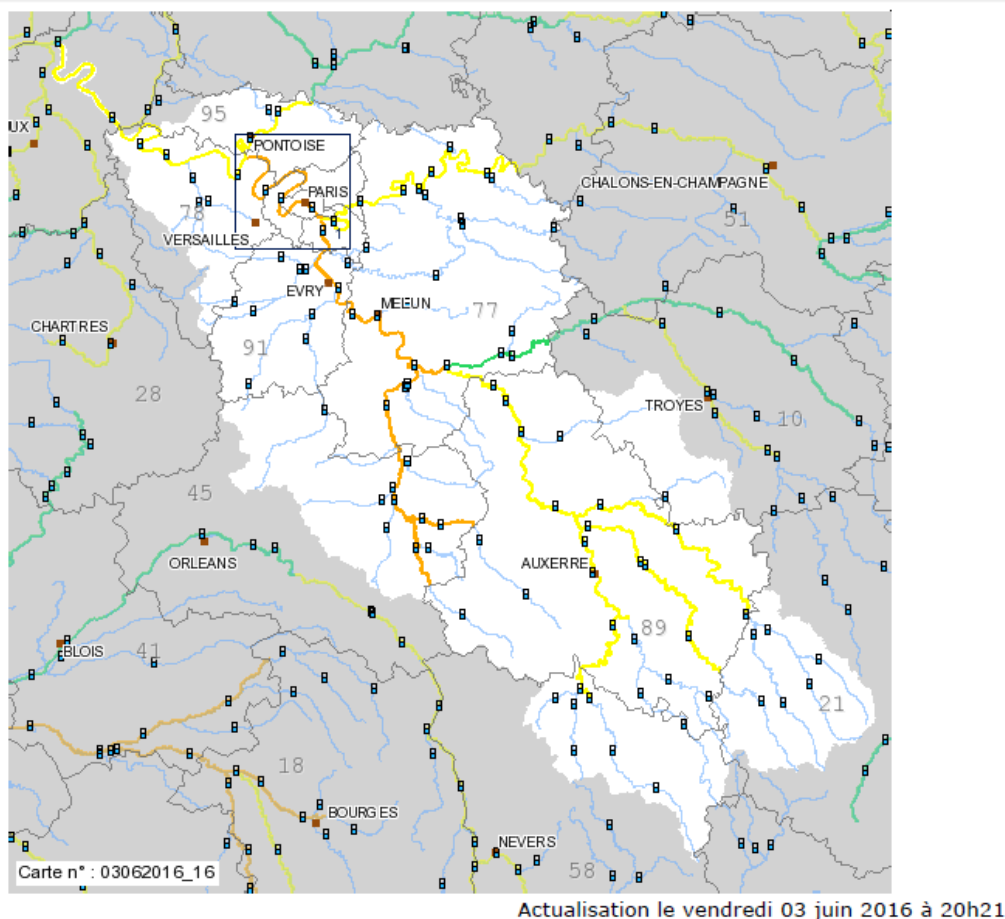


Figure 27. Extrait du bulletin de vigilance du SPC émis pour le bassin de la Seine moyenne, du Loing et de l'Yonne, le 3 juin 2016 à 20h21 (Source : DRIEE-SPC).

⁸³ Notons que Météo France dispose de ses propres bulletins de vigilance (vigilances « pluie – inondation », « inondation », « orages »), distincts de ceux de Vigicrues, et même s'ils sont élaborés en collaboration étroite avec ce dernier. Cette distinction peut entraîner une incompréhension de la réalité des phénomènes météorologiques et hydrologiques, comme l'ont fait remarquer plusieurs acteurs interrogés.

Observons l'attention donnée, dans ce code couleur, au risque pesant sur la santé des personnes. Sans entrer dans une analyse détaillée, ce code couleur apparaît plus adapté aux risques de crue torrentielle, avec des enjeux de mortalité très élevés, qu'aux risques d'inondation de plaine, où ces enjeux sont moins présents.

1.2.1.3.2 Définition de l'alerte

L'alerte fait référence aux messages, diffusés par les autorités, permettant de prévenir d'un danger la population et de l'orienter vers un comportement adéquat⁸⁴. Ces messages peuvent être transmis de diverses façons, par divers acteurs (police municipale et agents communaux, forces de l'ordre, sapeurs-pompiers) : contact interpersonnel (porte-à-porte, appel téléphonique), signal sonore (sirène, haut-parleurs), diffusion de messages télévisuels ou radiophoniques. L'article 8 de la loi de 2004 relative à la modernisation de la sécurité civile a permis de mettre en place un code d'alerte national (Trémeur et Lancznar, 2006). La diffusion du Signal National d'Alerte (signal composé de trois séquences de sirènes d'1 minute 41 secondes, espacées de 5 secondes chacune) par les équipements publics d'alerte, peut être enclenchée sur décision du Premier Ministre, des préfets de département, voire des maires eux-mêmes ; ces derniers doivent alors en informer le préfet. La fin de l'alerte est décidée par le DOS et annoncée par les services de télévision et de radio. La loi de 2004 a également mis en place des obligations applicables aux services de radio et de télévision : sur la demande des autorités (maire, préfet, Premier Ministre), des messages d'alerte peuvent être diffusés pour avertir la population d'un danger, diffuser des conseils de sécurité, demander d'être à l'écoute des services de Radio France et de France Télévisions. Ces messages peuvent également être diffusés dans le cadre d'envois automatiques de SMS ou par les équipements de réseaux internes des collectivités locales et des lieux de transport public (gares, métros, aéroports). Enfin, développée initialement pour le risque attentat puis étendue à l'ensemble des risques majeurs, l'application pour smartphone « SAIP » (Système d'Alerte et d'Information des Populations) complète les autres dispositifs d'alerte⁸⁵.

Une fois décidée, l'alerte passe encore par des liaisons répétées avec les différentes autorités et organisations au contact direct de la population ou ayant à la charge d'une partie d'entre elles, afin qu'elles diffusent elles-mêmes les messages d'alerte et prennent en charge les mesures *ad hoc*. A l'échelle communale par exemple, le maire doit ainsi avoir un annuaire à sa disposition (intégré au sein du PCS généralement) pour contacter, non seulement les services administratifs et techniques internes à la mairie, comme le CCAS (Centre Communal d'Action Sociale), les contacts des élus, mais encore les gestionnaires de réseaux, les établissements médicaux et sociaux, les lieux de loisirs, les entreprises commerciales et industrielles de la commune, les établissements d'hébergement, les lieux sportifs et de loisirs (stades, gymnases, salles polyvalentes, campings, salles associatives), et plus largement les organisations responsables d'ERP (Etablissement Recevant du Public) (Trémeur et Lancznar, 2006).

1.2.1.3.3 Définitions & remarques générales sur l'aide aux populations

L'alerte n'est que la première étape de la gestion de crise : l'aide aux populations vient ensuite (parfois concomitamment). Concernant cette dernière, il est utile de faire quelques précisions

⁸⁴ Dans la thèse, il n'est pas fait de distinction sémantique entre l'alerte et l'information des populations, considérant que l'un conditionne l'autre, et inversement.

⁸⁵ URL : <http://www.interieur.gouv.fr/Actualites/L-actu-du-Ministere/Lancement-de-l-application-mobile-SAIP>

sémantiques, en distinguant soins et secours, transport sanitaire et évacuation d'urgence, évacuation et hébergement. Les soins d'urgence (ou aide médicale urgente) visent à apporter une réponse médicale aux populations qui la demandent par l'intermédiaire du SAMU (Service d'Aide Médicale Urgente). Les soins d'urgence se distinguent des secours d'urgence : les premiers impliquent une réponse strictement médicale, à l'inverse des seconds ; les premiers sont assurés par le biais du SAMU, les seconds par les sapeurs-pompiers du SDIS (L1424-2 du CGCT) (Trémeur et Lancznar, 2006). Le transport sanitaire se définit quant à lui comme le transport d'une personne en cas d'urgence médicale (ou sur prescription médicale), qui est malade, blessée, en cours d'accouchement, etc. Le transport sanitaire relève du secteur hospitalier, et n'a pas de lien direct avec une mission de secours. Les sapeurs-pompiers du SDIS ne font ainsi pas de transport sanitaire (sauf à titre exceptionnel), mais procèdent à des évacuations d'urgence. Ces évacuations sont la suite du secours d'urgence, s'inscrivent dans le cadre des pouvoirs de police du maire, et visent à extraire les victimes des conséquences d'une catastrophe. Le chapitre précédent a établi les différents types d'évacuation, en distinguant en particulier évacuation assistée et évacuation spontanée. Une évacuation d'urgence représente une évacuation assistée, mais l'inverse n'est pas nécessairement vrai : une évacuation assistée peut comprendre, outre l'évacuation par les sapeurs-pompiers, la simple mise à disposition de transports en commun par exemple.

Dans l'accompagnement des populations, pour des missions de soutien logistique ou d'orientation, par exemple dans la mise en place et la tenue des hébergements d'urgence, les associations de sécurité civile sont particulièrement présentes, ainsi que le personnel municipal ; mais peuvent aussi intervenir les membres de la réserve communale. La loi du 13 août 2004 prévoit en effet la possibilité, après délibération du conseil municipal, de constituer une réserve constituée de citoyens bénévoles, sous l'autorité du maire, pour des missions de soutien (appui logistique, rétablissement des activités, préparation des populations, assistance de ces dernières) (Trémeur et Lancznar, 2006).

1.2.2 Spécificités et limites de la gestion de crise en France

La gestion de crise, en France, apparaît singulière du fait de son caractère particulièrement centralisé, encore que, comme le remarque Lagadec (2002), le pays perde progressivement de son originalité : l'Etat, jadis tout puissant, doit céder du terrain, face à l'implication d'acteurs de plus en plus nombreux et divers, face à des crises d'une complexité croissante. Cette singularité marque aussi les limites de la gestion de crise en France.

1.2.2.1 La gestion centralisée de la crise

La position centrale de l'Etat, dans la gestion de crise en France, a des racines historiques profondes : le représentant local du pouvoir central, « *le représentant du Roi* », a toujours tenu un rôle majeur en cas de crise, cristallisant les attentes collectives en matière de retour à l'ordre (Lagadec, 2002). Cette gestion centralisée de la crise se retrouve dans l'ensemble des corps de la sécurité civile. Vidal *et al.* (2011) comparent ainsi les modèles américains et français de lutte contre les incendies, et mettent en évidence une structure de commandement centralisée et verticale en France, qui ne s'exprime pas dans les mêmes termes aux Etats-Unis.

Si l'Etat conserve aujourd'hui un rôle central dans la gestion de crise, il doit toutefois faire face à une multiplication des normes et textes réglementaires, à une diversification des acteurs et des réseaux impliqués dans la gestion de crise (Lagadec, 2002). La multiplication des acteurs est à

mettre en lien avec les dynamiques de décentralisation et de déconcentration de l'administration, avec encore le désengagement de l'Etat dans la sphère économique. Les collectivités locales ont aujourd'hui des moyens importants à mettre en œuvre en matière de sécurité civile : le président du Conseil Départemental est aussi président du Conseil d'Administration du SDIS ; les élus municipaux se retrouvent à la tête d'intercommunalités puissantes, pouvant mettre à disposition des moyens logistiques d'envergure à fins de sécurité civile (des bus par exemple pour les évacuations, des lieux d'hébergement, etc.) Ce renforcement des collectivités locales a été acté par la loi de 2004 relative à la modernisation de la sécurité civile. Cette loi fait suite à la loi de 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile (Gralepois, 2008) : tandis que cette dernière faisait de la sécurité civile un outil uniquement dédié à la protection des personnes et des biens par l'Etat, la loi de 2004 insiste aussi sur la communication auprès des populations, en termes d'information préventive et d'alerte, en incluant non plus seulement l'Etat mais aussi les collectivités locales dans la conduite de la gestion de crise ; c'est à l'occasion de cette loi qu'a été créé le PCS (Plan Communal de Sauvegarde).

L'Etat doit dans le même temps faire face à une déconcentration de son administration, avec un rôle accru de ses services aux échelles régionales et départementales, mais aussi à un éclatement de ses services, chaque ministère ayant des moyens propres dédiés à la gestion de crise. Enfin, l'Etat doit négocier avec des opérateurs de réseaux pour maintenir et restaurer les fonctions urbaines en cas de catastrophe. Or, ces opérateurs, du fait de l'évolution des réglementations, de la fin des monopoles d'Etat et des privatisations, ne sont plus sous le contrôle direct de l'Etat : ce dernier a perdu un lien hiérarchique avec ces opérateurs, et ne peut donc les commander de façon unilatérale ; la conduite de la crise par ces derniers n'est par ailleurs plus exclusivement tournée vers une logique de services publics, mais plutôt portée sur la restauration de leurs capacités opérationnelles, dans une logique économique (Lagadec, 2002).

1.2.2.2 Complexité et incertitudes

Ce recul, tout relatif, de l'Etat, est aussi à mettre en relation avec une complexité croissante des crises, et des incertitudes qui pèsent en la matière.

L'incertitude qui pèse sur le risque, que nous avons abordée dans l'introduction générale, est à associer à l'incapacité des experts et des scientifiques à établir de façon définitive une vérité (problématique de la science post-normale) et donc à proposer la « bonne » réponse à apporter en cas de crise. Cette incertitude, inhérente au domaine du risque, est d'autant plus criante que les crises sont de plus en plus complexes, par leur caractère systémique et général, du fait de l'évolution rapide des structures sociales, du fait aussi de la dépendance croissante vis-à-vis des réseaux techniques et des services urbains. Lagadec (2002) évoque à ce sujet la notion de « crises émergentes ».

Face à ces crises de plus en plus complexes, les acteurs connaissent des difficultés pour s'adapter (Lagadec, 2002) :

- La structure organisationnelle de la gestion de crise est à la fois sectorielle et segmentée : la réalité, les problèmes posés par cette dernière, est segmentée, ce qui est dommageable dans un contexte de crise systémique ; en la segmentant, il n'est dès lors pas possible d'appréhender le caractère systémique de la crise. A fins d'illustration, si les opérateurs techniques sont préparés à faire face à des situations d'urgence dans leur

domaine de compétence (l'électricien face à une rupture électrique), ils sont confinés à cette dernière, sans être capables d'appréhender les relations systémiques qui se font jour en cas de crise. Or, une situation de crise constitue justement une rupture de ces barrières sectorielles, des zones d'expertise de chaque acteur, entraînant une confrontation des domaines des uns aux domaines des autres, une exposition hors de la zone de confort de chacun.

- Cette même structure se caractérise également par une forme de résistance au changement, exprimée par les administrations. Cette résistance est par exemple illustrée par la difficulté de ces dernières à communiquer avec la société civile, dans un contexte de transmission instantanée de l'information, dans un contexte où la demande d'information, d'explication, est de plus en plus forte : la culture du secret, longtemps en vigueur dans l'administration d'Etat, représente alors un facteur très défavorable pour répondre à cette demande.
- Face à cette incertitude, les autorités en gestion de crise tendent à déresponsabiliser et à se déresponsabiliser. Lagadec (2012) souligne à tel titre que, dans les rapports d'enquêtes officiels, la catastrophe est désignée comme exceptionnelle et imprévisible, produit de facteurs multiples, sortant de « *l'ordre naturel des choses* » : les responsabilités traditionnelles ne s'appliquent plus, il apparaît normal que les acteurs n'aient pas pu faire face de façon satisfaisante à la catastrophe (« *à l'exceptionnel nul n'est tenu* »). Et ces responsabilités s'appliquent d'autant moins que la crise fait perdre aux décideurs leurs référents du quotidien ; la gestion d'une équipe, d'une organisation, d'un pays se fonde sur des principes de stabilité, de régularité, d'uniformité (sur des normes), principes qui ne sont plus valables en temps de crise (Lagadec, 2002). *A contrario*, l'héroïsme des sauveteurs est valorisé, soulignant l'idée selon laquelle seuls des héros peuvent gérer l'exceptionnel, déresponsabilisant et gestionnaires, et populations.

Pour l'ensemble de ces raisons, notons une grande faiblesse dans la capacité des acteurs à anticiper la crise : les avancées en matière de gestion de crise ont lieu en aval des catastrophes, après retours d'expérience, et non en amont (Lagadec, 2002).

1.2.3 Les principes de la planification

Or, la gestion de crise, pour être efficace, doit justement s'appuyer sur des outils de planification. Les plans apparaissent aujourd'hui, au cœur de cette gestion, comme le vecteur central de réponse face à l'occurrence d'une catastrophe (Lagadec, 2009). En France, la planification s'inscrit, du point de vue de l'Etat, à la suite des réflexions de l'armée de terre, sur la « *méthode de réflexion tactique* », méthode qui identifie de façon hiérarchisée les responsabilités pour un scénario donné, afin d'assurer le succès de la mission. Du point de vue de la société civile (entreprises, ONG) et des collectivités locales, la réflexion sur la pandémie grippale de 2009 a débouché sur le développement des PCA (Lagadec, 2009).

1.2.3.1 Principes et écueils

La planification (et son objet, le plan) est bénéfique à maints égards (Lagadec, 2009). La planification se définit comme une concertation entre des acteurs aux missions variées afin d'atteindre des objectifs communs (Masson-Planchon et Reghezza-Zitt, 2017). Le plan permet d'identifier les objectifs recherchés en cas de crise, de mettre en place une organisation

générale, qu'il n'est du coup plus besoin d'inventer au moment de la crise, de définir des principes logistiques, mais aussi et surtout un langage commun à tous les acteurs de la gestion de crise, une référence pour ces derniers, à un moment où règnent incertitude et confusion. Il permet d'anticiper certains problèmes et ainsi d'identifier des solutions *ad hoc* : il conduit de la sorte à définir des actions réflexes pour les différents acteurs (les PCS se composent souvent de fiches réflexes à destination des différents acteurs communaux). L'ensemble de ces éléments permet de libérer l'esprit de chacun, et donc de donner du temps pour traiter ce qui ne peut pas être prévu – pour traiter l'incertitude donc. Il permet aussi – et c'est là l'élément crucial – d'assurer la cohésion d'ensemble.

Toutefois, pour être efficace, une planification doit répondre à divers principes généraux, au-delà des particularités de chaque aléa (Quarantelli, 1982b). Ces principes de planification se confondent avec les principes de la gestion de crise :

- Un plan doit être simple et flexible : la flexibilité est un critère essentiel, car il n'est pas possible de tout prévoir, ni de couvrir tous les problèmes concevables (Lindell et Perry, 1980).
- Le caractère approprié d'une réponse à un problème est plus important que la vitesse donnée à cette réponse : de même, mieux vaut obtenir une information valide et valable que de mettre en œuvre telle ou telle action sans information appropriée, dans l'inconnu.
- La planification doit pouvoir s'ajuster aux populations, et non l'inverse.

La planification doit être accompagnée de démarches parallèles (Lagadec, 2009) : l'organisation de retours d'expérience de précédentes crises (ces retours doivent être entamés avant même la fin de la crise), le partage de l'information entre acteurs, couplé à une démarche prônant la confiance et l'autonomie des différents partenaires, le développement d'expérimentations. Et, surtout, l'entraînement, notamment par le biais des exercices de simulations de crise : si les postes tactiques et techniques sont occupés par des personnes entraînées au quotidien dans leurs missions (par exemple, les sapeurs-pompiers et les forces de l'ordre), les postes stratégiques (les chefs de cellules de crise, les Directeurs des Opérations de Secours, les RAC – Responsables des Actions Communales – voir partie 4) sont souvent occupés par des responsables politiques ou des administrateurs, sans qualification ni entraînement adéquat en gestion de crise.

A l'inverse, le processus de planification doit surmonter différents types d'écueils. Lagadec (2009) identifie différents pièges dans la conception des plans :

- Une lacune majeure signalée est celle relative au manque de recul critique sur les hypothèses et postulats sur lesquels se bâtissent les plans. Ces derniers souffrent généralement de postulats mal ou non posés, notamment en matière comportementale : les autorités ont tendance à considérer *a priori* que la crise est propice au développement d'une situation de chaos social, avec des scènes de panique, des comportements antisociaux (émeutes, pillages), une dépendance passive vis-à-vis de l'aide extérieure (Quarantelli, 1982b). Or, c'est généralement l'inverse qui se produit : la panique collective est rare, le comportement est moins antisocial que prosocial, les populations s'organisent au sein de petits groupes pour prendre le relais de l'administration si celle-ci est défaillante. Ces postulats, erronés, donnent lieu au développement de plans « *Command et Control* », fondés sur un organigramme *top-down*, fortement hiérarchisé, où prédomine la défiance vis-à-vis du tissu social : la population est considérée comme

pouvant au mieux obéir aux instructions de l'Etat, sans capacité d'initiative ; ces instructions sont d'autant plus indispensables pour encadrer la population, qui risque sinon de sombrer dans le chaos. Cet *a priori* est à associer à une conception souvent très centralisée de la gestion de crise (*top down*), qui laisse peu de place à la société civile. La gestion de crise souffre ainsi de rester enfermée dans les carcans traditionnels de l'Etat régalien – l'accent est mis sur le déploiement des moyens de forces de l'ordre et de sapeurs-pompiers, sous la seule responsabilité du préfet, au détriment des autres moyens. Pour gérer une crise catastrophique, il faut *a contrario* promouvoir les capacités de l'ensemble de la société civile, en donnant les moyens à cette dernière de s'informer sur le risque, de se former, de mobiliser des compétences utiles à la gestion de crise (Hulné, 2006).

- Les plans souffrent aussi de mal gérer la problématique de l'incertitude et de l'imprévu. Face à ces derniers, les acteurs peuvent tomber dans les travers d'une « vision tunnel », afin de retrouver un univers connu, balisé, en occultant les questions difficiles à traiter. Du fait de cette « vision tunnel », les plans tendent à réduire le champ des possibles (en occultant certaines sources d'incertitude), le champ des possibilités d'action (en appliquant à l'identique les schémas d'action passés). Cette gestion malaisée de l'incertitude donne lieu à toutes sortes de plans défectueux. A ce titre, Lagadec (2009) évoque les « *plans parfaits* », qui ne laissent (ou croient ne laisser) aucune place à la surprise, supposant une rationalité et une coordination parfaite entre acteurs, supposant un fonctionnement optimal du plan en toutes circonstances ; les plans « *usine à gaz* », où les questions de fond, dont la gestion de l'imprévisible, sont délibérément ensevelies sous couvert de schémas, de principes, de tableaux de chiffres donnés en quantité ; les plans aveugles, où sont mises en avant des évidences qui doivent s'imposer d'elles-mêmes aux différents acteurs. Ces plans aveugles sont à mettre en relation avec la problématique des « *plans en majesté* » : dans ce dernier cas, le plan apparaît comme une entité autonome, avec ses dynamiques propres, qui doit faire consensus auprès de l'ensemble des acteurs ; et si la réalité ne correspond pas à ce qui est édicté dans le plan, c'est que la réalité a tort (sont alors écartées les données qui ne cadrent pas avec le plan, tout ce qui pourrait signaler un écart entre les représentations du plan et la réalité). La mauvaise gestion de l'incertitude peut aussi encourager les acteurs à rédiger un plan privilégiant les mécaniques de mises en œuvre, les outils, la logistique, un schéma organisationnel du commandement tactique, au détriment du pilotage stratégique et politique. Ce dernier est en effet soumis à de fortes incertitudes en cas de crise, et certains plans préfèrent occulter cette incertitude en édictant un cadre formel relatif au commandement tactique et à la logistique.
- Les plans souffrent enfin, en France particulièrement, d'être une finalité et non pas un processus. L'objectif est la création du plan en tant que document papier (« *plan-papier* »), distribué ensuite aux acteurs et servant dès lors de référent commun. Le document supprime alors le processus permettant aux acteurs de développer les questionnements, d'interroger les hypothèses, de souligner les problèmes d'exécution. A l'inverse, la culture anglo-saxonne préfère au terme de plan celui de planification (*planning*) : le plan n'est pas utile en tant que tel, mais plutôt en tant que chemin à tracer. Pour des raisons structurelles, les acteurs en France se focalisent sur le plan, imposé dans une logique *top-down* par l'Etat, dans lequel les partenaires de ce dernier s'impliquent peu, ni en amont, dans la réflexion préalable, ni en aval, dans la validation, la participation aux exercices, les corrections du plan.

1.2.3.2 Limites

Si le processus de planification est néanmoins indispensable – *sine qua non* ; il est insuffisant, à lui seul, pour permettre à la société de faire face à la crise, quand celle-ci prend un caractère catastrophique (pour reprendre le terme de catastrophe développé dans l'introduction générale – quand, donc une crise dépasse largement les capacités des autorités). C'est en particulier le cas quand les infrastructures majeures d'une agglomération connaissent une rupture généralisée (Boin et McConnell, 2007), comme ce fut le cas lors de Katrina, comme ce serait le cas pour une inondation majeure de la région francilienne (en particulier pour le scénario de crue R1.15). La préparation à la gestion de crise doit alors être associée à des problématiques plus globales, relatives à la structure sociale, exprimée en termes de capital social, économique, politique : en d'autres termes, la préparation à la gestion de crise est indissociable des problématiques de vulnérabilité et résilience sociales. Une bonne planification ne suffit pas à protéger une société fragile. Boin et McConnell (2007), en mettant l'accent sur la résilience sociale, insistent sur le fait qu'une réponse efficace en gestion de crise, en particulier dans les premiers jours de la crise, dépend essentiellement de la réactivité des populations, des secours de proximité (*first-line responders*), du commandement opérationnel de terrain ; le commandement stratégique, plus éloigné du terrain, ne joue que dans un second temps.

Les limites du processus de planification sont de divers ordres (Boin et McConnell, 2007). D'abord, il est impossible d'avoir des plans applicables pour tous les scénarios de crise possibles. Ensuite, la planification comprend en soi des limites inhérentes au processus : elle nécessite une collaboration entre acteurs qu'il est difficile de mener à bien, du fait que ces acteurs ont des objectifs différents, des cultures professionnelles variables, s'inscrivent dans des cycles de prise de décision aux antipodes les uns des autres, subissent des pressions politiques diverses. Enfin, la planification représente un coût, quantifiable sur un plan monétaire mais aussi en heures de travail, pour passer d'un plan de papier à une préparation opérationnelle : en effet, la planification implique l'entraînement des personnels, l'organisation d'exercices de gestion de crise, etc. Il est difficile d'investir dans ces processus afin de planifier des événements extrêmes de toutes natures peu susceptibles de se produire, tandis qu'il faut faire face à des priorités quotidiennes et à des contraintes budgétaires.

1.2.3.3 La planification à l'échelle locale

La planification se tient dans des conditions particulières à l'échelle locale, du fait de son caractère récent d'une part, du manque de moyens et d'investissements d'autre part.

Pour rappel, le PCS est un outil stratégique et tactique afin d'appuyer le maire dans l'exercice de son pouvoir de police en cas de crise : il permet d'organiser une réponse de proximité, et définit l'organisation de la commune afin d'assurer l'alerte, la protection et l'aide aux populations selon les risques connus⁸⁶. Le PCS est obligatoire pour les communes dotées d'un PPR (Plan de Prévention des Risques) ou d'un PPI⁸⁷ (Gralepois et Douvinet, 2015 ; Trémeur et Lancznar, 2006). Avant la loi du 13 août 2004, instituant le PCS, les plans de gestion de crise

⁸⁶ Article 1^{er} du décret du 13 septembre 2005, en l'application de l'article 13 de la loi du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile.

⁸⁷ PPI : Plan Particulier d'Intervention. Il est établi pour protéger les populations, l'environnement, les biens vis-à-vis de risques particuliers liés à l'existence d'ouvrages localisés à l'emprise fixe, par exemple des aménagements hydrauliques de type grand barrage (d'une capacité supérieure à 15 millions de mètres cube) (Trémeur et Lancznar, 2006).

étaient facultatifs à l'échelle communale, et pouvaient être orientés sur un risque en particulier : Plan Communal d'Action, Plan Communal de Prévention et de Secours, Plan d'Urgence Communal, etc. (Gralepois et Douvinet, 2015). Le PCS est à l'inverse un document synthétique et pluririsques, qui comprend nécessairement : le DICRIM⁸⁸, un diagnostic des risques et des vulnérabilités (complété par une cartographie adéquate), une information sur l'organisation communale pour assurer le soutien et la protection des populations (comportant un annuaire opérationnel, *a minima* mis à jour tous les cinq ans), un règlement d'emploi des moyens d'alerte, et les conditions de mise en œuvre de la réserve communale, si cette dernière existe. Le PCS peut aussi comprendre, plus largement, des informations relatives à l'organisation du PCC, un inventaire qualitatif et quantitatif de la population, des moyens de la commune, des dispositions pour assurer la continuité de la vie quotidienne.

Les conditions de réalisation des PCS, étudiées par Gralepois (2008), témoignent de certains carcans dans lesquels s'enferment encore les communes en matière de gestion de crise. D'un point de vue conceptuel, les PCS illustrent encore une approche traditionnelle de la gestion de crise et de la sécurité civile :

- Du point de vue du contenu, le poids donné dans les PCS au travail de communication auprès des populations demeure mineur. Dans une étude portant sur les DICRIM, Douvinet *et al.* (2013) remarquent d'ailleurs une forte dissociation entre les travaux menés dans le cadre du DICRIM, donc des efforts d'information de la population, et le PCS.
- Du point de vue de la forme, des modalités de conception, il faut remarquer l'importance de l'Etat, en particulier par l'intermédiaire de son SIDPC (ou SIRACEDPC), dans la réalisation des PCS (Gralepois et Douvinet, 2015) ; et à l'inverse, le faible intérêt des exécutifs politiques locaux dans la gestion des risques. Ce manque d'investissement est illustré dans le taux de réalisation des PCS : en 2012, sur les dix mille communes françaises dans l'obligation de réaliser un PCS, seulement 5000 en avaient effectivement un (Lumbroso et Vinet, 2012)⁸⁹. Ce taux est même inférieur à l'échelle de l'Ile-de-France, sous le seuil de 40% selon l'EPTB-SGL (2014). Plusieurs des communes étudiées dans ce chapitre n'ont développé leur PCS que très récemment.
- De même, l'intercommunalité demeure un échelon peu intégré à la gestion de crise : les communes voient les intercommunalités, non pas comme un niveau d'intervention, mais simplement comme un support d'aide à la réalisation, par l'intermédiaire d'une mutualisation des moyens et des économies d'échelle que celle-ci permet. La loi intègre pourtant la possibilité de réalisation d'un Plan Intercommunal de Sauvegarde, mais ce dernier demeure l'exception (Gralepois et Douvinet, 2015). Cette absence des intercommunalités dans la gestion de crise interroge, car elle contraste avec le poids de celles-ci dans les politiques d'urbanisme. Or, comme l'illustre dans ce chapitre une étude de cas sur Vigneux-sur-Seine, l'urbanisme a un impact certain sur la gestion de crise. Dans ces conditions, il faut s'interroger sur les modalités de coordination (ou

⁸⁸ DICRIM : Dossier d'Information Communale sur les Risques Majeurs. Le DICRIM est un document établi par la commune, tenu en mairie à la disposition du public, afin d'informer ses habitants sur les risques majeurs (Trémeur et Lanczner, 2006).

⁸⁹ Il apparaît difficile d'avoir une estimation exacte du taux de réalisation des PCS : l'IRMA (2012) rend compte d'un taux de réalisation de 37,5% seulement à l'échelle nationale d'après des données de la DGSCGC.

l'absence de coordination) entre politiques d'urbanisme, gestion des risques, gestion de crise.

Les communes sont inégales face aux besoins et aux obligations relatives aux PCS (Gralepois et Douvinet, 2015) : ainsi, certaines communes ont un PCS très développé tandis que d'autres n'ont pas même commencé la conception de ce dernier ; de même, les priorités données dans les PCS varient fortement, certaines communes privilégiant le volet organisationnel, d'autres le volet opérationnel, à l'instar par exemple du PCS d'Alès, développé à la lumière de l'expérience de l'inondation de 2002 de la ville et mettant l'accent sur une cellule de coordination, située à l'interface du cabinet du maire, DOS, et des cellules de crise (Ayrat *et al.*, 2015). Gralepois et Douvinet (2015) identifient différents facteurs qui expliquent ces disparités :

- La taille des communes est une hypothèse mise en avant de façon récurrente dans la littérature. Gralepois et Douvinet (2015) minimisent cependant ce facteur : ils observent, certes, un retard des petites communes, qui apparaissent défavorisées ; ils remarquent surtout que, plus que la taille, ce sont les moyens à la disposition de la commune en matière de sécurité civile, moyens budgétaires et humains, qui jouent un rôle prédominant. Les communes comprenant un service spécifique dédié à la sécurité civile, ou à la gestion des risques, apparaissent mieux engagées dans le développement de PCS, du fait d'une meilleure connaissance du risque, une plus grande valorisation de ce dernier, une légitimité plus importante du référent PCS au sein de la commune.
- Le facteur humain est également essentiel : la volonté politique d'un ou plusieurs élus, de préférence le maire ou un adjoint doté de compétences fortes, permet d'insuffler une dynamique porteuse auprès du personnel communal ; de même, un référent PCS ayant une légitimité suffisante, car placé haut dans la hiérarchie du personnel (par exemple un directeur de services), peut être récompensé par sa ténacité.
- Diverses difficultés peuvent à l'inverse contraindre le développement des PCS dans certaines communes. D'abord, le cadre légal et réglementaire défini par la loi de 2004 privilégie une obligation de moyens et non pas une obligation de résultats, dans la réalisation des PCS. Ensuite, les alternances politiques, les changements d'équipes municipales peuvent aussi freiner le développement des PCS : ainsi, les nouvelles équipes apparues après les élections municipales de 2008 ne se sont souvent pas senties concernées, ni responsables, de la réalisation d'un PCS, compte tenu du fait que le délai légal pour réaliser ce dernier (délai de 2 ans suivant l'approbation du PPRI ou du PPI sur le territoire communal) était généralement dépassé.
- Enfin, les objectifs même des PCS comprennent des contradictions qui expliquent les difficultés de certaines équipes à s'approprier pleinement le document. Gralepois et Douvinet (2015) mettent en avant deux types de contradictions : (1) le PCS est un document censé être exhaustif dans la connaissance du risque, le recensement des moyens, des scénarii de gestion de crise. Or, le risque comprend nécessairement une part d'incertitude : être exhaustif apparaît dès lors relever de la gageure. (2) Des confusions sémantiques existent également, sur les notions mobilisées par le PCS, entre les risques dits majeurs (risques naturels et technologiques) et les événements de sécurité civile qui englobent un plus large panel de scénarios, jusqu'aux fuites de gaz par exemple. Pour gérer cette contradiction, pour éviter *in fine* les complexités relatives à la création d'un document synthétique englobant l'ensemble des risques, certaines communes font le choix de développer des PCS mono-risque, démarche allant

précisément à l'encontre de l'esprit de la loi de 2004, qui vise à faire émerger une culture globale du risque et de la sécurité civile.

1.2.4 Outils méthodologiques d'aide à la planification : l'exemple des évaluations des PCS à l'échelle locale

Un outillage a été développé, au sein de la littérature, pour accompagner les administrations et les collectivités locales dans leur démarche de planification : des outils d'aide à la conception, par exemple l'application OSIRIS-Multirisques (Demotier et Aunay, 2015), et des outils d'évaluation. Ces derniers nous interrogent particulièrement, car ils ont des applications concrètes sur nos études de cas locales, en donnant des clés de lecture appropriées pour mener une évaluation critique des dispositifs de gestion de crise. Les outils d'évaluation relèvent à la fois de travaux issus de la littérature scientifique et de la littérature technique : pour ce dernier cas, pensons par exemple au guide d'évaluation des PCS développé par l'IRMA en 2008 (De Choudens, 2008 ; IRMA, 2012). L'évaluation peut porter, en amont, sur la planification et la création de plans, sur le contenu de ces derniers ou les modalités relatives à leur conception ; elle peut aussi porter, en aval, sur des retours d'expérience de crises passées (Heath, 1998).

1.2.4.1 Les outils d'évaluation de gestion de crises passées (évaluation aval)

Les outils d'évaluation de gestion de crises passées – dans le cadre de retours d'expérience – permettent de dépasser la simple *checklist* pour identifier des critères et principes opérationnels applicables. Les difficultés méthodologiques pour évaluer une gestion de crise passée sont multiples (McConnell, 2011). Il faut d'abord pouvoir borner la gestion de crise, ce qui n'est pas nécessairement chose aisée. Dans le chapitre 4, nous revenons sur ce qui différencie crise et après-crise. Notons simplement ici que Heath (1998), par exemple, identifie quatre temps dans la gestion de crise : l'incident de crise (soit l'événement qui précipite la situation de crise), l'environnement de crise (l'ensemble des structures et processus impliqués dans l'événement), la gestion de crise pré-impact (les efforts menés pour résoudre la crise quand celle-ci est identifiée avant qu'elle ne produise ses effets), la gestion de crise post-impact (les efforts menés pour réduire les effets provoqués par la situation de crise). Ces bornes ne sont par ailleurs pas seulement temporelles : il s'agit aussi de frontières personnelles et organisationnelles (quels acteurs, organisations, sont à inclure dans l'évaluation ?), de frontières également conceptuelles (qu'est-ce qui est évalué ?). Les difficultés méthodologiques relèvent enfin de l'absence de normes pour mesurer le succès (ou l'échec) d'une gestion de crise (McConnell, 2011)

A ce titre, l'évaluation d'une situation de crise comprend trois caractéristiques (ou enjeux) fondamentales (Heath, 1998), qu'il convient de garder en tête :

- (1) L'objectif de l'évaluation. Il faut distinguer les évaluations qui visent à établir des responsabilités (à émettre un jugement donc), des évaluations dont l'objectif est d'améliorer la gestion de crise à venir.
- (2) La situation de l'évaluation. Il est difficile de reproduire l'environnement de crise *a posteriori*, du fait des temporalités très différentes qui caractérisent, la gestion de crise d'une part, et la conduite d'une évaluation post-crise d'autre part. La première est conduite dans un laps de temps court, sous la pression ; la seconde, à l'inverse, est menée dans un temps plus long, et si la pression (politique, médiatique, etc.) peut exister, elle n'est pas aussi sensible qu'en situation de crise.

- (3) Les preuves de l'évaluation. Les témoignages des acteurs ayant vécu la situation de crise sont biaisés, les souvenirs altérés : il apparaît en particulier un phénomène fort de distorsion du temps en situation de crise (le temps semble passer beaucoup plus lentement).

Les grilles d'analyse disponibles varient entre auteurs : Heath (1998), toujours, propose une grille prenant en considération quatre champs d'interrogations, les structures, les systèmes, les processus, les personnes. McConnell (2011) propose quant à lui d'évaluer le succès d'une gestion de crise à travers le prisme de trois champs d'analyse : les processus, les prises de décision, les aspects politiques. Il considère en effet qu'une gestion de crise est (plus ou moins réussie) si elle suit des processus pertinents et anticipés, si elle inclut une prise de décision qui minimise les dommages et restaure l'ordre, et si elle atteint des objectifs politiques tout en ne suscitant pas d'opposition.

1.2.4.2 Les outils d'évaluation des plans de gestion de crise (évaluation amont)

Les outils d'évaluation des plans de gestion de crise sont développés depuis plusieurs dizaines d'années : à voir par exemple les critères d'évaluations des plans d'urgence appliqués au risque TMD, dressés par Lindell et Perry (1980). Ils apparaissent de ce fait très divers. Parmi les différents types d'évaluation, il y a ceux qui se fondent sur la modélisation du système de gestion de crise : par exemple les Analyses des Modes de Défaillances et de leurs Effets (AMDE), courantes en milieu industriel pour identifier les risques d'accident, et appliquées par Flaus *et al.* (2010) au cas du système communal de gestion de crise, afin d'évaluer les risques de défaillances de celui-ci dans l'application du PCS. Ce dernier est représenté sous la forme de processus ou de systèmes (traitement de l'information, gestion de l'urgence, gestion du retour à la normale, etc.) ; ces processus et systèmes se composent de ressources physiques, de fonctions, de supports permettant de les faire interagir, et sont divisibles en sous-systèmes. Les différentes défaillances possibles du système de gestion de crise sont ensuite identifiées, en établissant une liste des défauts ou modes de défaillance de chaque ressource ou fonction de ces systèmes. Tous les éléments sont alors en place pour créer un arbre de défaillance, par le biais duquel il est possible d'identifier l'ensemble des chemins possibles de propagation d'une défaillance. D'autres évaluations se fondent à l'inverse sur une approche qualitative et conceptuelle, qui nous intéressent plus spécifiquement par leur caractère aisément reproductible et pour les critères d'évaluation, simples et évidents, qu'ils proposent : citons par exemple la grille d'analyse introduite par Alexander (2005), mais aussi la méthode développée par Lumbroso et Leclerc (2015, 2011) pour évaluer les plans de gestion de crise en Angleterre, aux Pays-Bas, en France.

Dans cette dernière méthode, appliquée en France au cas des PCS, les plans sont notés selon 22 critères, chacun noté sur une échelle allant de 1 à 3 selon le niveau de détail de l'information (1 : absence de détail, 3 : niveau de détail élevé). Ces 22 critères sont regroupés au sein de six grandes catégories (Lumbroso *et al.*, 2011) :

- (1) Objectifs, hypothèses, public ciblé
- (2) Organisation et responsabilités
- (3) Gestion de la communication
- (4) Aléa inondation (la méthode s'applique spécifiquement à la gestion de crise « inondation »)
- (5) Vulnérabilité des personnes, du bâti, des infrastructures

(6) Gestion des évacuations (identification des itinéraires d'évacuation et des hébergements)

Cette notation des plans s'accompagne de l'envoi d'un questionnaire à des acteurs de la sécurité civile (en l'occurrence, il s'agit surtout de sapeurs-pompiers et de forces de l'ordre – donc d'acteurs « traditionnels » de la gestion de crise), afin d'identifier leurs priorités. Les résultats illustrent, pour la France, des plans efficaces pour identifier les responsabilités et le schéma d'organisation de gestion de crise, des plans également efficaces en matière de communication. En revanche, les résultats sont beaucoup moins positifs en ce qui concerne les informations disponibles portant sur la vulnérabilité, sur la planification de l'évacuation, sur l'identification du public ciblé et des objectifs de gestion de crise.

Ces outils d'évaluation demeurent toutefois peu utilisés par les autorités planificatrices : c'est toutefois le cas de l'ensemble des outils d'aide à la décision à disposition des gestionnaires, comme l'ont démontré Lumbroso et Vinet (2012) dans une étude sur les plans d'urgence et les outils disponibles pour réaliser ces plans. Ceux-ci mettent en avant le fait que les gestionnaires ne mobilisent pas les outils qui ont été développés par la communauté scientifique (outils d'évaluation des dommages ou de la mortalité, du temps d'évacuation, de la vulnérabilité du bâti ou des infrastructures, etc.), pour établir les plans de gestion de crise, à la seule exception des outils de cartographie de l'aléa. Cette lacune est liée à différents facteurs : parfois l'absence même de la connaissance de ces outils, souvent le manque de disponibilité des données, aussi l'absence de compétences techniques pour les utiliser (particulièrement sensible à l'échelle locale, pour des collectivités de taille restreinte n'ayant pas les moyens humains suffisants pour mobiliser de telles compétences). A ces raisons génériques, il faut aussi identifier des facteurs spécifiques aux outils d'évaluation des plans (Lumbroso *et al.*, 2011) : ces outils sont délaissés, les objectifs d'évaluation étant souvent flous, car, il ne faut pas l'ignorer, il peut y avoir une réticence des autorités à faire appel à des outils dont ils peuvent attendre un retour critique, éventuellement négatif, qui peut les faire se sentir menacés dans leur légitimité.

Pour conclure, cette partie introductive a été l'occasion de présenter les orientations de ce chapitre, orientations qui apparaissent originales au regard de la littérature existante, du fait qu'elles s'attachent à identifier les stratégies de prise en charge des populations sous un regard géographique. La méthodologie pour répondre à nos interrogations se fonde, essentiellement, sur l'étude qualitative, descriptive et interprétative, de sources de données multiples, documents écrits, observations, entretiens libres et semi-directifs. L'état de l'art a permis, quant à lui, d'identifier des principes généraux sur les stratégies de gestion de crise et leur planification, qui permettent également d'alimenter la réflexion qui suit.

2 SCENARIOS D'ETUDE : DE L'EXERCICE SEQUANA A LA CRUE DE PRINTEMPS

Les résultats de notre analyse sont présentés en trois temps, suivant la logique scalaire de notre analyse : en effet, les dispositifs de gestion de crise sont évalués, successivement, à l'échelle régionale, l'échelle départementale, et l'échelle communale. Ces dispositifs sont évalués sous le prisme de deux événements récents, l'exercice Sequana, et la crue de juin 2016.

2.1 L'EXERCICE SEQUANA : UN OUTIL DE MOBILISATION EFFICACE

L'exercice Sequana constitue un exercice d'état-major, simulant l'occurrence d'une crue majeure dans la région Ile-de-France. Animé par la zone de défense, impliquant 87 partenaires officiels, il s'est déroulé durant deux semaines en mars 2016 : la première semaine a été consacrée à la crue, la seconde à la décrue (November et Créton-Cazanave, 2017). Il a permis une forte mobilisation des organisations impliquées.

2.1.1 Principes de l'exercice

2.1.1.1 Objectifs

Du point de vue zonal, les objectifs principaux sont les suivants : éprouver la capacité des acteurs à gérer une crise de grande ampleur, éprouver les dispositifs de gestion de crise, les mesures d'information auprès des populations, coordonner les actions entre acteurs. La crue est en effet considérée, au sein du SGZDS, comme la crise « paroxysmique » représentant le scénario le plus utile pour tester les dispositifs de gestion de crise du fait de son caractère systémique. Du point de vue des acteurs partenaires de la zone, les objectifs sont multiples mais peuvent comprendre : le test des procédures internes, du PCA, du personnel, le développement de la culture du risque au sein de ce dernier, la capacité à s'inscrire dans la conduite régionale de la gestion de crise.

D'autres objectifs, implicites, sont aussi attribués à l'exercice : entre autres, le test des limites capacitaires de l'Etat et des collectivités en cas de crise majeure. Ces limites sont en effet mal connues, du fait de la multiplicité des acteurs, déconcentrés et décentralisés, qui interviennent dans la gestion de crise. A ce titre, l'exercice Sequana, dans sa préparation, nécessite un recensement des moyens (logistiques, humains) de la part des différents acteurs impliqués. La mise en œuvre, sur les mêmes temporalités, d'un Contrat Territorial de Réponse aux Menaces et aux Risques (COTRIM), au sein des départements, permet ainsi de définir les limites en capacité des moyens d'un territoire donné pour répondre à un ensemble d'événements. L'exercice est enfin compris comme un exercice de communication à grande échelle à destination des populations : il s'agit ici non seulement de communiquer sur le risque, mais aussi de démontrer la capacité des organisations à pouvoir y faire face.

2.1.1.2 Scénarios et animation

Le scénario de l'exercice a été écrit par l'INHESJ, en plusieurs étapes (Dautun *et al.*, 2017) :

- (1) Le scénario socle est une version préliminaire, intégrant un scénario hydraulique et hydrologique, les conséquences de ce scénario sur les enjeux, et les actions prévues initialement dans la planification. Il est établi d'abord par la zone de défense, puis enrichi par les partenaires par le biais de groupes de travail thématiques (relatifs aux réseaux, aux services de l'Etat, etc.)
- (2) Des scénarios journaliers sont ensuite écrits dans le cadre de groupes de travail : ces scénarios transforment les événements et conséquences décrits dans le scénario socle en stimuli (messages, documents, synthèse de situation, événement médiatique) envoyés aux acteurs par une équipe d'animation.

Le scénario est animé, (a) d'une part au sein du CCZ par la cellule d'animation centrale : cette cellule comprend un binôme SGZDS-INHESJ pour diriger l'animation, et des animateurs experts issus de diverses organisations (opérateurs de réseaux par exemple) pour envoyer des stimuli au sein des cellules de crise ; (b) d'autre part au sein de chaque cellule de crise des partenaires, par des animateurs complices (Dautun *et al.*, 2017).

2.1.1.3 Déroulé de l'exercice

L'exercice est joué du lundi 7 au vendredi 18 mars 2016, démarrant alors que la hauteur d'eau simulée à la station d'Austerlitz est à 5,5m et en augmentation – en d'autres termes, quand le doute n'est plus permis sur l'opportunité de déclencher les mesures de gestion de crise (Fayeton et Portier, 2017). Avant le début de l'exercice (du 15 février au 6 mars), il est procédé à une mise dans l'ambiance, mettant en scène par l'envoi de bulletins météorologiques et de bulletins du SPC factices la mise en place de conditions météorologiques et hydrologiques favorables à l'occurrence d'une crue majeure. Entre le lundi 7 et le vendredi 11 mars, l'exercice consiste à jouer la montée en puissance de la crue dans les cellules de crise des partenaires. Le pic de crue, simulé comme relevant d'un scénario légèrement inférieur à celui de janvier 1910, est atteint au cours du week-end : l'exercice s'arrête alors dans les cellules de crise, pour faire place à des démonstrations de terrain. Le lundi 14 mars sert de pause à l'ensemble des acteurs. Du 15 au 18 mars enfin, l'exercice reprend sous un autre format : les partenaires sont invités à traiter de problématiques relatives à la décrue puis au retour à la normale, en simulant le matin une situation de décrue à J+5 après le pic, et l'après-midi une situation de retour à la normale à J+30.

Si l'exercice est animé par la zone de défense sur les deux semaines de l'exercice, nombre de partenaires ne participent à ce dernier que sur certains jours, délaissant parfois la seconde semaine consacrée à la décrue. Le SIDPC de l'Essonne n'anime ainsi l'exercice dans son département que pendant les trois premiers jours de l'exercice. Toutefois, il choisit dans le même temps de mettre en place une phase opérationnelle de pré-alerte dès le vendredi 4 mars : l'objectif est ici d'illustrer la montée en puissance progressive du dispositif de gestion de crise, considérant que l'Essonne, par sa situation en amont de la région, est affectée de façon précoce, avec des inondations localisées dès le lundi 7 mars (1^{er} jour officiel de l'exercice). De même, nombre de communes ne jouent l'exercice que sur une ou deux journées. Toutefois, ces mêmes communes choisissent souvent de procéder à une mise en situation progressive : à Clichy-la-Garenne par exemple, où l'exercice est joué le vendredi 11 seulement, les participants de la cellule de crise sont mis en situation sur l'ensemble de la semaine avec la transmission de points de situation, de flashs radios, avec l'identification préalable de mesures pour chaque jour non joué de l'exercice.

2.1.2 Impacts sur la sensibilisation et la mobilisation face au risque inondation et à la gestion de crise

2.1.2.1 Retombées sur la planification et la sensibilisation des populations

L'exercice Sequana a eu de nombreuses retombées positives, dans le processus de planification d'abord : en mettant en relation des acteurs, en ancrant l'habitude de communiquer entre ces derniers, en testant une version révisée de la DS Inondation avant sa validation, en assurant une mobilisation forte des services en charge de la gestion de crise au sein des organisations partenaires de l'exercice. La préparation de l'exercice nécessite en effet de développer des outils

de planification (préparer un PCA, mettre à jour un PCS), de récolter des données sur les populations cibles de chaque organisation, sur les impacts de l'inondation sur le fonctionnement de cette dernière : autant de travaux qui n'auraient pas été faits, ou faits plus tard, en l'absence de l'exercice. Les acteurs partenaires ont de ce fait été préparés à la crue qui est survenue moins de trois mois plus tard. Comme le fait remarquer la référente PCS de Juvisy, si la crue avait eu lieu six mois plus tôt, ou six mois plus tard, la gestion de crise aurait été nettement moins efficace, l'exercice ayant permis de former le personnel : « *tout était frais* ».

Sequana a surtout eu un impact dans la sensibilisation au risque des organisation partenaires, des élus, des populations (November et Kihl, 2017). La sensibilisation des populations a lieu à toutes échelles, de l'échelle nationale avec une présence médiatique très forte, jusqu'à l'échelle locale. A Clichy-la-Garenne, l'envoi d'un questionnaire avant et après l'exercice témoigne d'une évolution positive de la connaissance du risque inondation (avec une amélioration du taux de réponses, et de bonnes réponses en particulier).

2.1.2.2 Mobilisation des acteurs, de l'échelon communal à l'échelon national

La mobilisation des acteurs a également lieu toutes échelles confondues. A l'échelle locale, de nombreuses communes se sont investies dans le processus. Ainsi, si l'exercice compte 87 partenaires officiels, il faut en réalité recenser plus de 150 participants en pratique : à l'échelle communale, seules six communes sont inscrites auprès de la zone de défense pour la participation à l'exercice, mais plus de 60 s'y rattachent *in fine* par l'intermédiaire de leurs préfectures respectives. Dans les Hauts-de-Seine, deux communes seulement (Gennevilliers et Clichy-la-Garenne) sont inscrites auprès de la zone de défense pour jouer l'exercice, mais seize finalement participent finalement à Sequana. Le degré d'investissement des communes à l'exercice est cependant très variable : si certains acteurs signalent une participation minimale de leur organisation à l'exercice, d'autres communes ont pu investir leurs services de façon bien plus substantielle, à l'instar de Juvisy-sur-Orge.

Une des réussites majeures réside dans la mobilisation de l'échelon national, avec l'implication et l'attention du gouvernement, par l'intermédiaire de la participation du CIC à l'exercice, et par la mise en place d'un exercice au sein de l'exercice – « Crue de Seine 2016 » – par le SGDSN pour tester la continuité de l'activité gouvernementale (Masson-Planchon et Reghezza-Zitt, 2017). De ce fait, diverses interrogations de la zone de défense ont pu être communiquées à l'échelon national : ces interrogations relèvent des dérogations possibles au droit du travail, à la gratuité des transports, sans oublier la question des évacuations. Une autre réussite tient dans la mobilisation d'acteurs auparavant peu concernés par la gestion de crise, *a fortiori* par la crise inondation. C'est le cas, entre autres, de la distribution alimentaire avec Monoprix, qui participe avec Sequana pour la première fois à un exercice de gestion de crise.

2.2 LA CRUE DE JUIN 2016 : REPETITION GENERALE

Coïncidence étonnante s'il en est, l'exercice d'état-major Sequana précède de moins de trois mois l'occurrence d'une crue de la Seine et de nombre de ses affluents, entre fin mai et début juin 2016. Les dommages provoqués par les crues de juin sur la population sont localement importants, avec la mise en place d'une vigilance rouge par le service Vigicrues sur le Loing en Seine-et-Marne, d'une vigilance orange sur la Seine en région francilienne. La crue du Loing a notamment entraîné l'inondation de plusieurs centres-villes, à Nemours, à Moret-sur-Loing,

à Souppes-sur-Loing. La crue de la Seine touche quant à elle des quartiers d'habitations à Melun, à Corbeil-Essonnes, à Villeneuve-Saint-Georges (EPTB SGL, 2016a). Au total, 17 500 personnes sont évacuées sur l'ensemble de l'épisode de crue en région francilienne.

2.2.1 Contexte hydrologique et météorologique

Les crues observées à la fin du mois de mai, et au début du mois de juin 2016, ont concerné, en région francilienne, les affluents de la Seine et de la Marne, avec des fréquences de retour différenciées (EPTB SGL, 2016a). Ces crues font suite à deux mois très pluvieux, en avril et en mai. Dans un contexte de saturation des sols sur le bassin versant de la Seine, des précipitations tout à fait exceptionnelles sont en effet observées sur les quatre derniers jours du mois de mai, avec des cumuls de pluie représentant sur cette période 1,4 fois les cumuls mensuels moyens (74 mm à Melun, 89 mm à Paris) (EPTB SGL, 2016a). Sur l'ensemble du mois de mai, le cumul mensuel est 2, voire 3 fois supérieur au cumul moyen sur le bassin-versant intermédiaire (1,5 à 1,8 fois sur l'amont du bassin) : en Seine-et-Marne, Nemours connaît un cumul sur le mois de mai de 178 mm.

Les crues qui se forment à la suite de ces précipitations apparaissent fortement différenciées selon les zones géographiques : l'amont du bassin connaît des crues de faible intensité, à l'inverse du bassin intermédiaire, en particulier dans la région Ile-de-France. Ainsi, les fortes précipitations observées fin mai et début juin se sont concentrées en aval des lacs-réservoirs gérés par l'EPTB. Ces derniers n'ont fait face qu'à des crues de moindre importance, d'une durée de retour de 2 à 5 ans, et leur action n'a donc été que très limitée sur le pic de crue (la crue a été écrêtée de 5 cm à Paris), un peu plus importante sur la décrue. Elle l'était d'autant moins que les lacs étaient déjà remplis en quasi-totalité, du fait de la courbe d'exploitation de ces derniers, avec une période de remplissage quasiment achevée au début du mois de juin : ainsi, sur les 800 millions de mètres cube que peuvent stocker les lacs, 80 millions seulement étaient disponibles le 30 mai, permettant de stocker ensuite, sur l'ensemble de l'épisode de crue, 40 millions de m³.

De même, le sous-bassin de la Marne connaît également des crues de plus faible intensité que le bassin de la Seine : sur la partie aval de la Marne (en amont de la confluence avec la Seine), la crue se caractérise par un temps de retour de 5 ans ; certains affluents de la Marne connaissent toutefois des crues de plus forte intensité (comme les Morins). A l'inverse, au niveau du pont d'Austerlitz à Paris, la crue de la Seine est de fréquence vicennale : avec 1800 m³/s de débit observé à la station hydrométrique le 4 juin lors du pic de crue, pour une hauteur à l'échelle de 6,10 mètres, contre un débit de 200 m³/s en moyenne à cette période de l'année (pour rappel, le module de la Seine est de 310 m³/s). Sur certains affluents de la Seine, en région francilienne, cette fréquence de retour est plus élevée encore. Sur l'Yvette, le SIAHVVY (Syndicat Intercommunal pour l'aménagement Hydraulique de la Vallée de L'Yvette) estime que la crue atteint une fréquence de retour comprise entre 70 et 80 ans. Sur l'Yerres, dans sa partie amont, la durée de retour de la crue est supérieure à celle de la crue centennale, dépassant les débits atteints lors des inondations de 1978 sur ce sous bassin. Sur le Loing, le débit atteint lors du pic de crue est évalué à 535 m³/s à Episy le 2 juin, soit un débit supérieur à celui atteint lors de la crue de 1910.

La crue de juin a été considérée comme atypique par la plus grande partie des acteurs franciliens de la gestion de crise : en particulier par les autorités franciliennes et par les opérateurs de réseaux. Ce jugement se justifie en partie, mais en partie seulement. En effet, du point de vue

cinétique, la crue de la Seine s'est formée, non pas en tête de bassin versant, mais dans son centre, diminuant de ce fait le temps de propagation de la crue jusqu'à la région francilienne. La pointe de crue à Paris ne correspond en effet pas au modèle de crue standard, caractérisé par la simultanéité des pics de crue de l'Yonne et des autres sous-bassins de la Seine, et par un temps de propagation long (de 8 à 10 jours). A l'inverse, le pic de crue a été formé, en juin 2016, par les affluents franciliens, en particulier par le Loing, avec un temps de propagation beaucoup plus court (inférieur à 6 jours). Or, les crues de ces affluents de taille modeste, mal connus, ne sont pas ou mal modélisées, et apparaissaient donc difficiles à anticiper.

Toutefois, l'aspect temporel de la crue – son caractère printanier – est bien l'aspect sur lequel nombre d'acteurs insistent. Une crue de printemps apparaît en effet en rupture avec les modèles de crues hivernales, déjà prégnants dans les travaux d'ingénieurs au XIX^e siècle (Belgrand, 1872). Les dispositifs de gestion de crise des différents acteurs sont en effet calés sur une crue hivernale : remarquons, entre autres exemples, le cas de la RATP. Cette dernière s'appuie, dans son dispositif de gestion de crise et de protection de ses infrastructures, sur des contrats avec des fournisseurs et des prestataires valides sur une période courant entre le 15 novembre et le 30 avril. Pour la crue de juin, ces contrats n'étaient donc pas valides : les fournisseurs ont accepté toutefois de travailler avec la RATP, dans la mesure où ils avaient les stocks nécessaires pour répondre aux besoins de cette dernière.

Si les crues hors « saison hivernale » (de novembre à avril) sont rares, on sait qu'elles existent cependant, grâce à quelques observations pour les XVII^e et XIX^e siècles⁹⁰. Dans le manuel hydrologique de la Seine de De Préaudeau *et al.* (1884), il est ainsi signalé dans la soixantaine de crues atteignant une hauteur d'eau supérieure à 5m au pont de la Tournelle⁹¹, telles qu'observées entre le XVII^e et le XIX^e siècle, l'occurrence de quatre crues hors saison hivernale : une en automne (crue de septembre 1866 atteignant 5,20m), trois au printemps. En mai 1836, la crue atteint le niveau de 5,62m, en juin 1693, le niveau de 6,50m, mais surtout celui de 7,35m en juin 1697 ! Huit autres grandes crues ont lieu sur cette même période d'observation hors saison hivernale, sans dépasser toutefois le niveau des 5m. En juin – juillet 1613, le niveau de la Seine au pont de la Tournelle aurait même atteint 9,04m selon le père Cotte en plein mois de juillet⁹².

Certes, la crue de juin 2016 demeure tout à fait singulière : seuls deux événements observés dans le passé hors période hivernale ont dépassé le niveau atteint l'année dernière. Il n'empêche que certains acteurs franciliens ont pu chercher à mettre à distance cette crue, soulignant à l'excès son caractère exceptionnel. Remarquons ainsi le choix de la RATP, qui certes étend la période de ses contrats, mais en s'arrêtant au 1^{er} juin seulement, alors que le pic de crue à Paris a lieu trois jours plus tard... A voir aussi l'argumentation développée par un blogueur actuairiste sur le caractère exceptionnel de la crue⁹³, qualifiée alors de semi-millénale ! Or, l'argumentation de ce blogueur se fonde sur une analyse statistique biaisée, dans la mesure où celui-ci isole l'événement de la crue de juin au sein d'une série de crues d'hiver : les données hydrologiques sur lesquelles il fonde son analyse sont en effet lacunaires, occultant en

⁹⁰ Observation de F. Gache (ETPB SGL).

⁹¹ Le niveau au pont de la Tournelle est mis en relation avec celui mesuré aujourd'hui au pont d'Austerlitz. On considère qu'il faut rajouter 15 cm de l'échelle du pont de la Tournelle pour obtenir l'équivalent sur l'échelle du pont d'Austerlitz.

⁹² Voir à ce titre les travaux de recherche en cours menés par E. Garnier et par l'EPTB SGL.

⁹³ URL : <http://www.les-crises.fr/seine-une-crue-demi-millenaire/>

particulier les grandes crues de printemps du XVII^e siècle. C'est un processus habituel des retours d'expérience en gestion de crise, qui témoigne de la difficulté à gérer l'incertitude que représente un événement comme une crue de la Seine : on rend cette dernière exceptionnelle, afin d'éviter de poser certaines questions fâcheuses. Sur un plan médiatique aussi, le caractère exceptionnel de la crue a été mis en avant : un article du *Parisien* du 31 mai 2017, consacré au bilan de la crue un an après celle-ci, évoque ainsi « *une crue cinquantennale* », à tort donc.

2.2.2 Etude diachronique de la crue de juin 2016 : inventaire des impacts sociaux

L'étude diachronique de la crue de juin 2016 permet d'entrevoir la diversité, thématique et géographique, des impacts que provoque l'inondation sur les populations.

Mardi 31 mai.

Après deux mois d'avril et de mai, comme dit précédemment, très pluvieux, le cumul de pluies très élevé observé lors des quatre derniers jours du mois de mai provoque des crues modérées sur différents sous-bassins de la Seine, et une crue exceptionnelle proche de la crue de 1910 sur le bassin du Loing : le tronçon amont est classé en vigilance rouge, le tronçon aval en vigilance orange. En amont du bassin, dans le département du Loiret, 1900 interventions sont effectuées par le SDIS dans la journée du mardi ; des mesures d'évacuation sont prises pour des automobilistes bloqués sur l'autoroute A10 (650 personnes concernées). Un établissement pénitentier est aussi inondé. Il est par ailleurs décidé, dans ce département, de fermer pour le lendemain l'ensemble des établissements scolaires. En aval du bassin, dans le département de Seine-et-Marne, l'onde de crue se propage également : des évacuations de zones pavillonnaires sont effectuées localement, de nombreux axes routiers sont coupés, des établissements scolaires et des campings sont enfin fermés.

Dans le reste de la région francilienne, des difficultés ponctuelles se font jour, notamment en amont de la confluence de la Seine avec la Marne : plusieurs préfectures activent leur COD, dont l'Essonne et la Seine-et-Marne, le COZ passe en mode renforcé ; des évacuations locales de quartiers et d'établissements médico-sociaux ont lieu (700 personnes évacuées en Essonne, 200 dans les Yvelines). Certains transports en commun sont localement perturbés (tramway, RER B, RER D, RER E), de même que certaines routes fermées. A Paris, avec un niveau d'eau à Austerlitz de 3,26m à 9h, de 3,82m à 17h30 (et en augmentation – voir Figure 28), certaines voies sur berges commencent à être fermées. Dans le même temps, les prévisions hydrologiques se dégradent : à 23h, le pic de crue sur la Seine à Paris est estimé pour vendredi entre 4,7m et 5,2m, alors que les estimations portaient sur une fourchette comprise entre 4m et 4,5m à 12h !

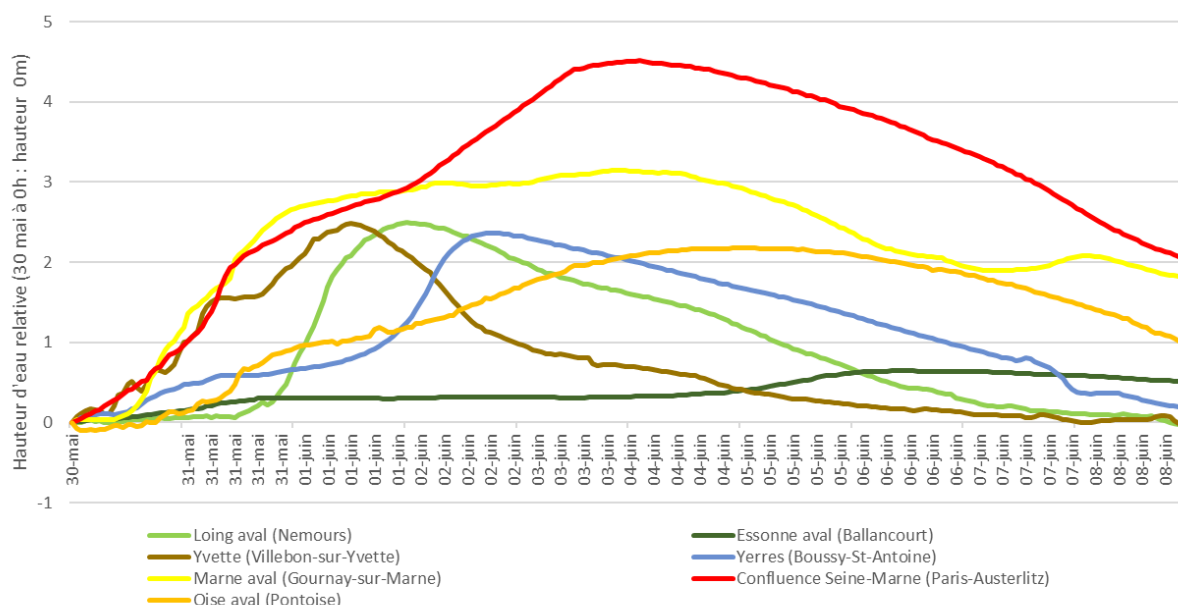


Figure 28. Evolution des hauteurs d'eau sur les stations hydrométriques d'Ile-de-France. Hauteur d'eau relative fixée à 0 le 30 mai à 0h (avant le début de la crue) (Données : DRIEE-SPC).

Mercredi 1^{er} juin.

Sur le bassin du Loing, le tronçon aval, situé en région francilienne, est classé en vigilance rouge par le SPC. Sur les autres cours d'eau, les niveaux sont à la hausse : à Paris, les estimations portent sur un pic de crue compris devant atteindre vendredi ou samedi entre 4,9m et 5,4m.

Sur ce bassin, l'onde de crue se déplace de l'amont vers l'aval : en aval, le préfet de Seine-et-Marne décide de fermer les établissements scolaires des communes affectées pour le lendemain ; le centre-ville de Nemours est évacué (2200 personnes concernées), de même que d'autres communes sur le Loing (Moret avec 350 personnes évacuées, Souppes-sur-Loing avec 1300 personnes évacuées). D'autres bassins, l'Yvette et l'Yerres notamment, sont aussi affectés par des submersions localisées. Outre la Seine-et-Marne, l'Essonne est le département le plus touché : en particulier, la ville de Longjumeau est inondée et évacuée dans la nuit et dans la journée du lendemain. A Paris, les voies sur berges sont fermées et la navigation interdite ; des baies de protection sont installées dans le courant de la nuit sur le RER C. La phase 1 du plan de continuité gouvernementale est activée.

Jeudi 2 juin.

La crue de la Seine s'accroît : à 8h, le niveau de la Seine est à 4,83m ; à 15h, il atteint 5,05m. L'ensemble des tronçons de la Seine de la confluence avec l'Yonne jusqu'à la confluence avec l'Oise est progressivement classé, au fil de la journée, en vigilance orange. Les estimations du SPC deviennent plus pessimistes, avec un pic de crue attendu pour le lendemain compris entre 5,3m et 5,9m à Paris. Le sous-bassin du Loing est à l'inverse en situation de décrue : le tronçon amont est déclassé de la vigilance rouge en vigilance orange.

La propagation de l'onde de crue sur la Seine provoque l'inondation de quartiers riverains ce jeudi et le vendredi suivant : en Seine-et-Marne, dans la commune de Melun notamment, en Essonne, par exemple dans les communes de Montgeron et de Viry-Châtillon, mais aussi dans

le Val-de-Marne, entre autres dans les communes de Villeneuve-Saint-Georges (entre 300 et 800 personnes évacuées selon un point de situation zonal) et de Villeneuve-le-Roi. Les impacts sur le réseau électrique débordent largement des zones submergées : il faut ainsi compter 9300 foyers sans électricité en Seine-et-Marne ce jour-là, 4000 ou 5000 en Essonne (presque 7000 le vendredi 3), 1500 dans les Yvelines. Les impacts sur les transports affectent enfin la RATP, avec l'arrêt préventif de la circulation du RER C dans Paris, entre Austerlitz et Javel, du fait du risque d'inondations du réseau. La centrale de chauffage urbain d'Ivry-sur-Seine est arrêtée, avec une prise de relais par la centrale de Bercy. Des barrières anti-crues sont installées auprès de l'usine d'eau potable de Choisy-le-Roy. Dans Paris, le musée du Louvres, le musée d'Orsay, la BNF doivent fermer pour le lendemain, notamment pour protéger les œuvres stockées dans leurs réserves en sous-sol. Au niveau gouvernemental, est annoncée la création d'un fonds de soutien exceptionnel pour les collectivités locales, ainsi que la reconnaissance prochaine de l'état de catastrophe naturelle pour les communes affectées.

Vendredi 3 juin.

Le SPC confirme la décrue du bassin du Loing et de plusieurs autres affluents de la Seine. La crue de cette dernière continue cependant, avec de grandes difficultés pour le SPC à faire des prévisions précises, du fait des inconnues pesant sur la concomitance ou non des ondes de crue des différents affluents : à Paris, le maximum est attendu entre 5,7m et 6m (prévision à 8h du matin), puis entre 5,8m et 6,2m (prévision à 10h). A 11h45, un nouveau bulletin du SPC fait état d'un dysfonctionnement de la station à Austerlitz : les estimations de hauteur d'eau sont faussées depuis la nuit dernière, les prévisions se fondent donc sur des données erronées. La hauteur d'eau à Paris est relevée à 11h de plusieurs dizaines de cm, à 6m (contre 5,6m à 8h). De nouvelles prévisions sont données à 12h30, qui font état d'un maximum potentiellement atteint dans l'après-midi compris entre 6,1m et 6,6m ! Prévisions revues ensuite à la baisse : à 16h, la cote observée n'est que de 6,03m, et le maximum est attendu le soir à 6,3m (*« voire 6,5m dans des hypothèses plus défavorables »*). A 18h20, la dernière prévision du SPC fait état d'un maximum compris entre 6,1m et 6,4m.

Du fait des prévisions de crue relevées, diverses organisations, dans Paris même, sont amenées à se mettre en ordre de bataille. Ainsi, la cote de 6,6m (qui peut être atteinte selon les prévisions données) représente le seuil de déclenchement du plan de prévention de la RATP. Cette dernière met en place une cellule de crise (après avoir activé une cellule de veille dès le mercredi) : le personnel requis pour les actions de protection est mobilisé, plusieurs stations sont fermées ; toutefois, si des camions, bétonnières en particulier, sont prépositionnés, de nombreuses mesures de protection sont reportées dans l'après-midi, dans l'attente des évolutions hydrologiques. A l'échelle zonale, le COZ renforcé passe en mode CCZ (Centre de Crise Zonal). A l'échelle nationale, la phase 2 du plan de continuité gouvernementale est déclenchée.

Samedi 4 juin et jours suivants.

Le niveau de la Seine atteint son maximum à Paris dans la nuit du vendredi au samedi, à 6,10m – soit une cote inférieure de 8 cm à la cote atteinte lors de la crue de 1982. Cette cote est comprise entre le seuil du scénario R0.6 (5,66m) et celui du scénario R0.7 (6,31m). Le SPC annonce la décrue de la quasi-totalité des cours d'eau, décrue lente sur les tronçons de la Seine : à Paris, le niveau est encore à 5,77m le dimanche 5 à 8h. Le 6 juin, les tronçons de la Seine à Paris et en aval de Paris sont déclassés en vigilance jaune, à l'instar du tronçon aval du Loing. Le 8 juin, les tronçons compris entre les confluences Seine-Loing et Seine-Marne sont

également déclassés en vigilance jaune. L'onde de crue se déplace en aval de la région francilienne, avec des impacts beaucoup plus limités.

La gestion de crise fait lentement place au retour à la normale et aux enjeux de nettoyage, ressuyage, gestion des déchets, redémarrage des installations fermées, retour au logement des personnes évacuées. Le dimanche 5 juin, il faut encore compter 3200 foyers sans électricité en Essonne, 2300 en Seine-et-Marne, 1600 dans le Val-de-Marne, 450 dans les Yvelines. Une dernière alerte a lieu tardivement, le dimanche 5 et le lundi 6 juin, avec l'onde de crue attendue de l'Essonne à Corbeil : cette alerte se révèle *in fine* non nécessaire, alors que les débordements demeurent très localisés et superficiels à la confluence de l'Essonne et de la Seine. Au sein du COZ, l'attention donnée à la crue fait place à la préparation du championnat d'Europe de football.

2.2.3 Impacts sur la planification

La crue a eu un impact certain sur la conscience du risque, au sein des populations, des élus, des administrations, comme l'affirment différents acteurs interrogés. Dans l'immédiat après-crue, un travail significatif de retours d'expérience a été mis en place, pour l'inondation même mais aussi dans la suite de l'exercice Sequana : le ministère de l'intérieur et le ministère de l'environnement ont ainsi commandé un retour d'expérience aux SIDPC des différents départements, à la Préfecture de Police et à la préfecture de région (qui a chargé la DRIEE de commander également auprès des opérateurs de réseaux un retour d'expérience). Ce retour d'expérience a lieu en deux phases : une version intermédiaire est livrée en juillet, une version définitive en octobre. Ce retour s'accompagne de la livraison et de la validation d'une version actualisée de la DS Inondation, en décembre de la même année. Le retour de la crue de juin a des conséquences pratiques, sur les dispositifs de gestion de crise. Notons, par exemple, la révision des seuils de criticité de la SNCF, concernant l'exposition du RER C.

Toutefois, cette impulsion initiale semble ensuite marquer le pas, dans un contexte entre autres dominé par la montée en puissance du risque terroriste qui accapare les moyens de l'Etat en gestion de crise. C'est observable notamment à l'échelle de notre cas d'étude départemental, en Essonne : les groupes de travail, lancés par la préfecture après le retour d'expérience mené en juillet, semblent assez peu actifs d'après un participant du conseil départemental. Ce dernier observe aussi, au sein de son organisation, une faible mobilisation post-crue sur laquelle nous reviendrons. C'est observable aussi à l'échelle communale. Un élu local interrogé souligne à ce titre la faible mobilisation des équipes municipales (administration comme élus) après la crue, et encore la difficulté à tirer parti des échecs dans la gestion de crise, par crainte d'établir des responsabilités personnelles.

Ces deux événements – l'exercice Sequana mais surtout la crue de juin 2016 – forment le cœur de notre analyse. Les dispositifs de gestion de crise et de prise en charge des populations, développés dans le cadre de la planification zonale, départementale, communale, sont étudiés sous le prisme de ces deux événements.

3 STRATEGIES DE GESTION DE CRISE A L'ECHELLE REGIONALE ET DEPARTEMENTALE : DES DIFFICULTES A MENER A BIEN UNE STRATEGIE COHERENTE EN SITUATION D'INCERTITUDE

Ces dispositifs sont d'abord étudiés à l'échelle macro et méso-géographique, celle de la zone de défense de Paris, et d'un cas d'étude départemental (l'Essonne). L'étude de ces dispositifs illustre la difficulté des acteurs à mettre en œuvre une stratégie cohérente dans la prise en charge de leurs populations, dans la situation d'incertitude que représente la crue de la Seine. Cette analyse a lieu en trois temps : (1) une analyse de la doctrine zonale d'évacuation, qui illustre de façon paroxysmique cette difficulté à arbitrer dans l'incertitude ; (2) une analyse du processus de hiérarchisation des priorités, thématiques et géographiques, des services de l'Etat et des collectivités, rendue indispensable par l'amputation des moyens de ces derniers dans une situation de crise ; (3) une analyse de la continuité d'activité au sein du conseil départemental de l'Essonne, qui illustre cette difficulté, justement, pour une organisation dans sa capacité à réunir suffisamment de moyens pour faire face à ses obligations de service public, pour prendre en charge la population sinistrée.

3.1 LA GRANDE INCONNUE : FONDEMENTS, COHERENCE ET FAISABILITE DE LA DOCTRINE D'EVACUATION

L'évacuation massive demeure sans doute la question la moins maîtrisée parmi l'ensemble des thématiques de gestion de crise, pour le scénario de l'inondation francilienne : la problématique économique, les impacts réseaux, l'organisation des cellules de crise et leur coordination, sont des objets bien identifiés à défaut d'être des questions définitivement résolues. L'évacuation apparaît à l'inverse comme une grande inconnue. Certes, le chapitre 2 a permis de présenter un modèle d'estimation des besoins en cas d'évacuation massive. Ce modèle se fonde toutefois sur une doctrine d'évacuation en l'état théorique, loin d'être arrêtée, qui demande à être interrogée en profondeur et confrontée au réel.

3.1.1 Construction de la stratégie d'évacuation

Il apparaît difficile de qualifier en quelques mots la doctrine d'évacuation de la Préfecture de Police, du simple fait qu'elle varie selon les interlocuteurs rencontrés, les services et le moment. La doctrine de la préfecture de police se caractérise en effet par un « mouvement de balancier »⁹⁴, entre différentes options : entre une évacuation massive couvrant une large partie de l'agglomération francilienne, et une évacuation plus localisée nécessitant le maintien en vie dégradée d'une vaste partie de la population. L'arbre de décision logique, tel qu'il est présenté en Figure 12 dans le chapitre 2, est certes utile pour dresser des estimations en application de

⁹⁴ L'expression est issue d'une discussion lors d'un séminaire donné à la préfecture de police, à la suite notamment d'une présentation du sujet de thèse d'E. Peinturier : celle-ci porte sur la mobilité des personnes vulnérables aux ouragans à la Nouvelle-Orléans, et le cas de l'évacuation de Katrina permet bien sûr d'interroger les conditions de l'évacuation dans l'hypothèse d'une crue de la Seine.

notre modèle, sa précision ne masque pas pour autant l'indécision qui pèse sur la doctrine d'évacuation : certains choix cruciaux demandent encore à être faits.

3.1.1.1 Incertitudes techniques et politiques

La doctrine de la préfecture de police doit par ailleurs gérer différentes sources d'incertitude (Masson-Planchon et Reghezza-Zitt, 2017). L'incertitude est bien sûr relative à la connaissance et à la prévision de l'aléa même : il n'est pas possible d'avoir une visibilité sur l'évolution des débits au-delà de 72h, ce qui implique de prendre des décisions à l'aveugle – dans le choix de l'évacuation massive de pans entiers du territoire francilien, dont on peut supposer qu'ils seront inondés. De plus, si l'enveloppe de l'inondation de surface est relativement bien connue, ce n'est pas le cas pour les remontées de nappes, ni pour les débordements par saturation des réseaux d'eaux pluviales et d'eaux usées. La durée de l'inondation est également compliquée à envisager, avec le risque d'une succession de lames de crues, avec l'évacuation post-crue des eaux en cuvette. Le cas des inondations en Serbie et en Bosnie a été avancé au cours d'un entretien, pour mettre en lumière l'exemple de villages situés en cuvette inondés pendant parfois six mois.

De même, les impacts physiques induits de l'inondation sur les réseaux sont mal maîtrisés : si les impacts sur le réseau électrique font l'objet d'une cartographie de plus en plus précise, les impacts sur l'assainissement demeurent extraordinairement mal connus. La Préfecture de Police a pourtant identifié la rupture du réseau d'assainissement comme un critère majeur d'évacuation. Ce déficit de connaissance est lié au caractère pluri-acteurs et pluri-géographique de l'assainissement : ce dernier, compris comme l'évacuation et le traitement des eaux usées domestiques et non domestiques, s'appuie sur un réseau de collecte des eaux usées communales (gestion communale ou intercommunale), sur un transport de ces eaux par des réseaux départementaux (gestion par des syndicats intercommunaux) et sur un transport final et un traitement en stations d'épuration assuré par le SIAAP (Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne). Ainsi, à Juvisy-sur-Orge, les eaux sont collectées par l'Etablissement Public Territorial « *Grand Orly Seine Bièvre* » (EPT-12), l'une des douze intercommunalités constitutives de la Métropole du Grand Paris ; le SIVOA (Syndicat Intercommunal de la Vallée de l'Orge Aval) se charge de son transport ; le SIAAP du traitement final. Le réseau d'assainissement est par ailleurs un réseau très fortement dépendant des autres opérateurs, et les incertitudes pesant sur les impacts de l'inondation sur ces derniers représentent autant d'incertitudes sur les impacts associés au réseau d'assainissement même.

L'incertitude est enfin, surtout, politique : au vu de l'ampleur des impacts attendus d'une inondation majeure en région francilienne, la Préfecture de Police s'effacera face au niveau interministériel. La doctrine d'évacuation qu'elle aura mise en place servira de proposition, avec diverses options comprenant chacune avantages et inconvénients, que le gouvernement pourra mobiliser. Ou ignorer.

3.1.1.2 Un arbre de décision d'évacuation en constante évolution

La construction de l'arbre de décision logique, au cours de la thèse, illustre les difficultés et les tiraillements de la zone de défense quant aux choix d'évacuation qui demeurent à faire. De fait, l'arbre de décision est en évolution constante : les résultats présentés dans le cadre de la thèse n'ont de sens que par rapport à l'arbre de décision utilisé. Or, il faut noter certaines différences

entre l'arbre de décision tel qu'il est présenté en Figure 12, et celui disponible dans la version révisée de la DS Inondation, actuellement en vigueur. Ces différences s'expliquent en partie du fait d'inflexions dans la réflexion commune portée avec la Préfecture de Police, du fait de raisons techniques aussi, du fait de leurs finalités respectives enfin : l'arbre de décision développé en Figure 12 (chapitre 2) sert au développement du modèle et à la production de résultats chiffrés ; l'arbre de décision de la DS Inondation vise à appuyer la communication de la Préfecture de Police. Celui-ci se démarque de l'arbre de décision appliqué dans la thèse sur trois points : (a) l'isolement géographique est considéré comme un critère d'évacuation (dans la thèse, il s'agit seulement d'un critère de vie dégradée) ; (b) l'assainissement est également considéré comme un critère d'évacuation (ignoré dans l'arbre de décision de la thèse du fait qu'il n'est pas possible d'anticiper l'impact de l'inondation sur ce type de réseaux) ; (c) l'habitat pavillonnaire est évacué dès qu'il y a submersion, qu'il y ait ou non un étage au pavillon. L'arbre de décision utilisé dans la thèse fait à l'inverse la nuance entre les pavillons avec étage et ceux sans étage. Ces différences, relativement mineures, n'ont qu'un impact très limité sur les résultats produits à l'échelle régionale : seul le critère d'assainissement pourrait avoir des retombées significatives (majeures mêmes) sur le nombre de personnes à évacuer.

Différents critères ont été questionnés dans le cadre de la réflexion commune avec la Préfecture de Police, parmi lesquels les critères de l'évacuation automatique, ainsi que le rôle du bâti.

- Les conditions impliquant une évacuation « automatique », quel que soit le type de bâti, ont varié au fil de la réflexion : citons en particulier la hauteur d'inondation de la chaussée et l'isolement géographique. La hauteur d'inondation de la chaussée a pu être fixée successivement à 1m, 0,5m, 0,2m (pour retenir *in fine* le seuil de 0,5m). Il est envisageable de fixer à 1 mètre la hauteur maximale d'inondation considérant que c'est au-delà de ce seuil que les mesures de protection du bâti (type batardeaux) deviennent inutiles, voire dangereuses pour la structure des bâtiments. En-deçà de 0,5m, il demeure possible de mettre en place des systèmes de circulation piétonne surélevée de type platelages. En-deçà de 0,2m, la circulation des voitures et des personnes peut être partiellement maintenue : les véhicules de secours en particulier peuvent continuer à circuler sans aménagements spécifiques. Notons aussi que la hauteur de la chaussée diffère de la hauteur du rez-de-chaussée des immeubles : ce n'est pas parce que la chaussée est inondée que les immeubles le sont aussi, en particulier dans les espaces les plus récemment construits, où les normes PPRI sont appliquées.
- L'isolement géographique a lui aussi été cité comme un critère d'évacuation automatique, considérant qu'il implique des ruptures d'alimentation électrique et un danger pour des secours en intervention. Toutefois, la définition de l'isolement géographique n'est pas si aisée : faut-il considérer un isolement absolu (un îlot entouré de zones complètement submergées) ou un isolement relatif (conditions d'accès rendues difficiles par la submersion des routes) ? Le second cas est particulièrement difficile à anticiper, du fait d'une cartographie des impacts déficiente en la matière, en particulier dans l'accessibilité des ponts. De même, l'impact de l'isolement géographique n'apparaît pas fondamentalement différent d'une rupture dans les réseaux techniques, dans le rôle qu'il joue dans la dégradation des conditions de vie.
- Les critères différenciés d'évacuation entre les différents types de bâti ont également évolué au cours du temps : notamment, sur la distinction à faire entre des IGH définis de façon réglementaire et les autres immeubles de grande taille, et sur la nécessité, ou non, d'appliquer les mêmes critères d'évacuation automatique aux deux. De même, sur

l'application de critères semblables entre les zones pavillonnaires et les zones d'habitat dense : des critères d'évacuation plus stricts peuvent être appliqués aux zones pavillonnaires, considérant qu'il n'est pas possible dans ces zones de mettre en place des systèmes de circulation piétonne surélevés – c'est l'orientation qui a été retenue par la Préfecture de Police, du moins dans la version actuelle de la DS Inondation. Inversement, il est aussi possible de considérer que le maintien sur place, malgré l'inondation, de zones d'habitat dense est plus complexe du fait justement de la densité de population : cette densité implique des besoins en alimentation et autres biens de première nécessité plus importants. Il suffit, pour s'en convaincre, de penser à la gestion des déchets humains (excréments) dans un immeuble de 6 ou 8 étages en l'absence d'assainissement et d'eau potable.

- Enfin, le seuil permettant de distinguer les immeubles « hauts » des immeubles « bas » a également été longuement discuté. L'enjeu est ici de distinguer des immeubles où la rupture du réseau électrique n'a pas d'impact trop péjorant sur le risque incendie et le déplacement entre étages (en l'absence d'ascenseur fonctionnel). Plusieurs seuils ont été envisagés (et modélisés) : un seuil de 3 étages, de 6 étages et de 9 étages. *In fine*, le seuil de 27m (9 étages et plus) a été retenu, car il permet d'exclure les immeubles haussmanniens du centre-ville parisien et des communes des Hauts-de-Seine ; ce seuil correspond par ailleurs au seuil réglementaire des IGH non résidentiels (soit les IGH qui peuvent avoir, entre autres, une fonction industrielle ou commerciale et relèvent donc de la catégorie des ERP - Etablissements Recevant du Public). Le modèle d'estimation des besoins en évacuations est particulièrement sensible à ce seuil entre immeubles hauts et immeubles bas : la figure ci-dessous met en exergue la sensibilité du modèle à cette variable, en comparant le nombre de personnes en zone rouge selon le seuil retenu. A l'échelle régionale, le nombre de personnes devant évacuer augmente de 50% entre un seuil à 9 étages et un seuil à 6 étages (+ 570 000 personnes), essentiellement à Paris (+ 230 000) et dans les Hauts-de-Seine (+ 220 000) : la sensibilité des autres départements à ce seuil est beaucoup plus basse, en particulier en Val-de-Marne.

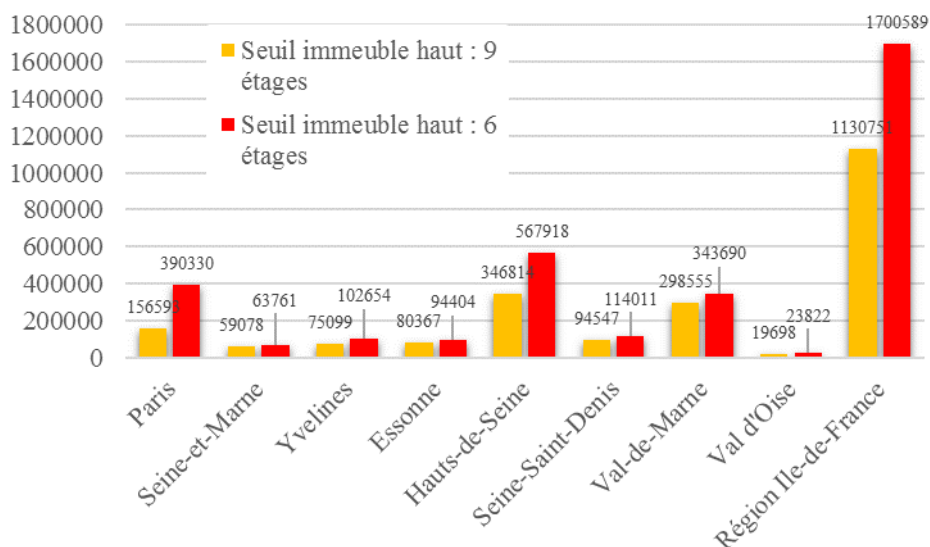


Figure 29. Comparaison des effectifs de populations en zone rouge par département, selon le seuil « immeuble haut » retenu pour un scénario d'inondation R1.15.

3.1.2 Discussions sur la faisabilité de la doctrine

Au-delà de ce mouvement de balancier, certains grands principes peuvent être *a priori* identifiés dans la doctrine de la Préfecture de Police. Ces principes, comprenant l'auto-évacuation et le maintien en vie dégradée, doivent être questionnés : de ces principes dépend la faisabilité de la doctrine.

3.1.2.1 Auto-évacuation

La doctrine de la Préfecture de Police s'appuie d'abord sur le principe de l'auto-évacuation de la majeure partie de la population. Pour rappel, l'auto-évacuation comprend l'évacuation des populations par leurs moyens propres : au sens strict, seules les populations motorisées sont concernées ; dans un sens plus large, il faut comprendre l'ensemble des personnes qui évacuent volontairement et à titre préventif, en incluant les personnes qui ont besoin d'utiliser les transports en commun pour ce faire. La nuance entre ces deux approches n'est d'ailleurs pas toujours clairement définie chez certains acteurs franciliens. La Préfecture de Police a de son côté précisé sa pensée dans la version révisée de la DS Inondation.

3.1.2.1.1 Des messages comportementaux destinés à favoriser l'auto-évacuation

Cette dernière isole plusieurs messages comportementaux selon le zonage de l'évacuation :

- En zones A et B⁹⁵ (zone rouge – évacuation recommandée), il est demandé aux populations de quitter leur logement : la Préfecture de Police insiste sur le fait que seules les personnes très vulnérables ou sans solution de repli sont prises en charge par l'Etat.
- En zones C1 et C2 (zones orange et jaune – maintien en vie dégradée), il est indiqué aux populations qu'à défaut de quitter leur logement, elles doivent accepter de vivre dans des conditions de vie dégradées. Seules les personnes très vulnérables sont prises en charge par l'Etat.

⁹⁵ Dans la DS Inondation, les zones A et B sont regroupées au sein d'une « Zone 1 », les zones C1 et C2 au sein d'une « Zone 2 », la zone D au sein d'une « Zone 3 ».

- En zone D (pas d'impact), il est demandé aux populations d'accueillir des proches sinistrés venant des zones A, B, C.

A travers ces messages comportementaux, l'orientation est donc clairement donnée à l'auto-évacuation des populations comprise dans le sens le plus large possible : seules les personnes physiquement en incapacité d'évacuer sont prises en charge. La DS précise : « *la stratégie de communication repose sur la responsabilisation et l'autonomisation des franciliens en matière d'évacuation et d'hébergement* ». Notons par ailleurs que l'auto-hébergement est aussi suggéré, par les messages comportementaux à destination de la zone D. L'inspiration de la Préfecture de Police est à trouver du côté de l'ouragan Sandy et de la gestion des évacuations par la ville de New York, le maire Bloomberg appelant les habitants compris en zone d'évacuation (« Zone A », dans la terminologie du plan d'évacuation de New York) à la responsabilité personnelle.

3.1.2.1.2 Difficultés anticipées dans l'auto-évacuation

Le principe de l'auto-évacuation repose sur des bases extraordinairement fragiles – un constat fait par un certain nombre des acteurs interrogés. Ainsi que l'observent ces derniers, il faut compter, pour assurer l'auto-évacuation de la population, sur une bonne compréhension du risque et sur une confiance forte dans les autorités publiques, qui incitent par des messages comportementaux adéquats à l'évacuation. Or, ces conditions – celle relative à la compréhension du risque surtout – ne sont pas nécessairement réunies. Un problème particulier se pose quant à la compréhension de la stratégie différentielle de la Préfecture de Police selon la hauteur des immeubles (pour un IGH, évacuation selon des critères stricts, à l'inverse d'un immeuble plus bas). Une telle stratégie nécessite des messages comportementaux différenciés selon les populations, ce qui apparaît particulièrement complexe et difficile à appréhender pour ces dernières⁹⁶. Ce constat sur les difficultés relatives à l'auto-évacuation, mis en avant par les acteurs opérationnels, est validé par l'état de l'art mené au cours du chapitre précédent, illustrant des taux d'évacuation relativement médiocres observés lors de précédentes évacuations à l'échelle internationale.

Ces difficultés d'évacuation sont non seulement sociales, économiques, culturelles (Tableau 3 du chapitre 2), mais dans le cas francilien, elles sont surtout logistiques ! Au vu des estimations tirées de notre modèle, il apparaît improbable de gérer l'évacuation en quelques jours de tels effectifs de population (700 000 personnes pour un scénario R1, plus de 1 100 000 personnes pour un scénario R1.15 en zone rouge, sans compter tout ou partie des populations vivant dans les zones orange et jaune), en amont pour alerter cette dernière, mais aussi pendant la phase même de déplacement : avec les contraintes de gestion de la circulation routière, de mise à disposition de transports en commun de desserte locale et nationale.

Ici, la cinétique de la crue est loin d'être aisée à appréhender du point de vue de la gestion de crise : la lente montée des eaux donne le sentiment d'avoir du temps, pour autant il est impossible d'anticiper sur cette montée des eaux (et donc sur le besoin ou non d'évacuer). Comme nous l'avons dit, la fenêtre de visibilité sur l'aléa est inférieure à 72h – et du fait de cette visibilité limitée, l'évacuation massive sera certainement décidée dans un laps de temps plus restreint encore. En effet, la prise de décisions d'une évacuation massive représente un risque politique majeur du point de vue de la ou des responsables « *qui appuieront sur le*

⁹⁶ Lors d'une réunion en septembre 2017, entre la Préfecture de Police, la DRIEE, la DRIEA et les différents SIDPC départementaux, les difficultés relatives à cette stratégie différentielle ont été mises en évidence.

bouton »⁹⁷ (en bout de chaîne, le gouvernement et le Président de la République) : les critères de l'évacuation sont donc politiques au moins autant que techniques. Un double risque existe ici : (a) celui d'une évacuation précipitée, apparaissant non nécessaire *a posteriori*, du fait d'une crue d'ampleur moindre qu'anticipé. (b) celui d'une évacuation trop tardive, démultipliant l'impact de l'inondation. Cette difficulté de prévisions sur l'aléa, et donc de prise de décision sur l'évacuation, est loin d'être une spécificité francilienne : le cas se retrouve aussi aux Etats-Unis, dans l'alerte aux ouragans, avec les mêmes difficultés d'arbitrage (Shaw *et al.*, 2011). Lors du passage de l'ouragan Katrina, les délais dans la prise de décision ont lourdement pesé dans la mise en œuvre pratique de l'évacuation, en particulier du fait des hésitations du maire de la Nouvelle-Orléans : l'ordre d'évacuation n'est ainsi donné qu'à 10h du matin le 28 août 2005, moins de 24h avant l'arrivée de l'ouragan sur le continent, 26h avant la rupture des digues provoquant l'inondation généralisée de la ville (Comfort, 2006).

La Préfecture de Police est, évidemment, consciente de ces difficultés, à l'instar de ses homologues dans d'autres régions françaises ou à l'étranger. Il faut en effet remarquer un revirement à l'échelle internationale dans les stratégies d'évacuation, comme en témoigne l'ouvrage du CEPRI (2014) : la tendance n'est plus à l'évacuation massive (« *horizontale* »), mais au maintien sur place des populations⁹⁸. Plutôt que de chercher à évacuer à tout prix des centaines de milliers de personnes, l'objectif est de faire vivre sur place la population dans des conditions dégradées, sur plusieurs semaines. Ce qui amène à des travaux sur les *smart shelters* par exemple, y compris en région Ile-de-France avec un groupe de travail de la SLGRI consacré aux quartiers résilients, à la prise en compte de la résilience dans le cadre des projets d'aménagement urbain.

3.1.2.2 Maintien en vie dégradée

Pour pallier les insuffisances supposées de la stratégie d'auto-évacuation, la doctrine de la Préfecture de Police s'appuie en effet sur la création de zones de maintien en vie dégradée (zones orange – jaune). Si le maintien des personnes pendant quelques jours dans des conditions difficiles, sans eau, sans électricité, sans assainissement, peut apparaître faisable, l'inconnue est totale quant à la réaction des populations pour un maintien dans de telles conditions sur une longue durée, de plusieurs semaines. Pour un scénario R1.15, le nombre de personnes en zones de maintien en vie dégradée est par ailleurs extraordinairement élevé : 2 millions en zone orange, 4,5 millions en zone jaune ! Si des exemples existent de populations restant chez elles dans des conditions difficiles sur plusieurs semaines, lors des inondations de la Somme notamment en 2001, il s'agit toutefois de situations impliquant un nombre limité de personnes habitant généralement en maisons dans des zones assez peu densément peuplées. Le contexte francilien est éminemment différent. De même, la définition donnée à la « vie dégradée » doit être questionnée : les critères utilisés par la zone, repris dans notre arbre de décision logique, peuvent différer du vécu et des représentations des populations.

Par opposition à ces derniers, les autorités régionales ont – inévitablement – une approche techniciste de la vie dégradée. A ce titre, la Préfecture de Police s'est notamment appuyée sur les travaux menés par la préfecture des Hauts-de-Seine sur l'évacuation, en les synthétisant et en les simplifiant. Ces travaux identifient différents impacts de l'inondation sur les conditions

⁹⁷ Commentaire d'un interviewé.

⁹⁸ La stratégie des autorités à Houston, lors de l'ouragan Harvey d'août 2017, semble témoigner de cette volonté affichée de limiter les évacuations massives.

de vie des personnes, en particulier sur le risque sanitaire et la mortalité. Ces travaux permettent de :

- Faire la part entre les impacts qui peuvent faire l'objet de solutions palliatives et ceux qui ne peuvent pas faire l'objet de telles solutions. Ainsi, l'instabilité sur les fondations des bâtiments provoquée par une hauteur d'eau importante, un impossible accès des secours, une rupture du courant électrique en IGH, ou la remontée d'eaux usées par les canalisations apparaissent comme des impacts sans solution palliative, présentant un danger pour la santé et la vie humaine. A l'inverse, l'arrêt de la distribution d'eau potable, un accès aux soins, un accès des secours perturbés (par l'inondation), l'interruption de la collecte de déchets, un ravitaillement en biens de première nécessité dont médicaments et alimentation également entravé, un arrêt de l'évacuation des eaux usées, apparaissent comme des impacts pouvant faire l'objet de solutions palliatives : par exemple, l'arrêt de l'évacuation des eaux usées peut être compensé par l'installation de toilettes sèches à proximité des zones inondables. L'inconnue demeure quant à la faisabilité de ces solutions palliatives : est-il possible de les mettre en œuvre et en nombre suffisant ? Mais aussi quant à l'acceptabilité sociale de ces solutions : les populations sont-elles prêtes à vivre dans de telles conditions – et surtout sur une longue période ?
- Hiérarchiser les impacts selon leurs conséquences prévisibles sur les conditions de vie des personnes, en identifiant par ordre croissant : « *conditions de vie précaires* », « *risque sanitaire* », « *risque pour la vie humaine* ».
- Identifier un délai acceptable de maintien en vie dégradée sans solution palliative : 3 à 5 jours pour la perte de chauffage urbain, 2 à 3 jours pour la perte de l'accès à l'alimentation, 24h pour l'accès aux soins (infirmiers et médecins), aucun délai pour les impacts les plus péjoratifs – comme l'effondrement du réseau électrique en IGH.

Cette approche techniciste de la vie dégradée conduit notamment à différencier les populations selon le critère de l'autonomie (et de la mobilité) physique. L'autonomie joue en particulier dans la capacité à des populations à demeurer sur place en cas de rupture électrique : certaines catégories de personnes – par exemple les personnes médicalisées, les personnes âgées habitant en étage – sont particulièrement dépendantes à l'électricité. Elle tient encore un rôle majeur en cas de rupture du réseau d'adduction en eau potable : dans cette hypothèse, les populations sont amenées à se ravitailler dans des points d'eau aménagés. Les personnes incapables de se mouvoir physiquement sur une longue distance sont ici à évacuer. La problématique de la vie dégradée est donc indissociable de la question de la priorisation des populations, avec une prise en charge spécifique des personnes que nous avons définies dans le chapitre 2 comme « fragiles », soit non autonomes pour des raisons physiques : ces personnes fragiles ne sont pas en état de supporter des conditions de vie dégradées, et doivent faire l'objet de transports – médicalisés ou non médicalisés – par les proches, par les institutions responsables dans le cas de populations institutionnalisées, ou par des moyens dédiés affectés par les préfetures et par les communes concernés. En creux, le maintien en vie dégradée concerne donc le reste de la population, considérée comme physiquement autonome.

3.1.2.3 Des contradictions non résolues

3.1.2.3.1 Des catégories de prise en charge qui se superposent partiellement

Entre le maintien en vie dégradée et l'auto-évacuation, les principes directeurs de la Préfecture de Police sont donc nettement différents, sinon divergents : cette contradiction, entre le maintien sur place ou l'évacuation de la majeure partie de la population, n'a pour l'instant pas été résolue par la Préfecture de Police. La DSI révisée témoigne d'ailleurs de ces hésitations, notamment dans l'interprétation du chiffrage issu de notre modèle, avec l'identification de différentes catégories de besoins, dont :

- Des besoins en circulation routière : ces besoins comprennent l'ensemble des personnes « autonomes » et vivant en zones A, B ou C.
- Des besoins en transports en commun : ces besoins intègrent les personnes non motorisées, en zones A et B.
- Des vecteurs non médicalisés : ces évacuations par des moyens spécifiques comprennent les personnes fragiles, en zones A, B, C.
- Des évacuations d'urgence : ces évacuations comprennent les populations « à risque » en zones A et B.
- Des approvisionnements en eau et en alimentation : ces besoins comprennent les populations « à risque » ou non motorisées en zone C.

Il apparaît d'emblée que ces différentes catégories se superposent partiellement : à titre d'exemple, une personne motorisée habitant en zone C peut entrer à la fois dans la catégorie des besoins en circulation routière et des approvisionnements en eau et en alimentation. Trois raisons peuvent être avancées : (1) d'abord, les limites de notre propre modèle, qui fait la distinction entre les populations non autonomes et les populations à risque, distinction en partie factice comme nous l'avons démontré. (2) Ensuite, en ce qui concerne spécifiquement les besoins en circulation routière, la nécessité d'avoir une estimation par excès plutôt que par défaut, afin d'éviter un sous-dimensionnement des moyens mis à disposition en cas d'évacuation massive. Étonnamment, dans les besoins en transports en commun, seules les zones A et B sont prises en compte, ce qui peut justement provoquer un sous-dimensionnement des moyens si une partie des populations non motorisées choisit d'évacuer de la zone C. (3) Enfin et surtout, l'incapacité à pouvoir anticiper sur la stratégie opérationnelle et de communication envisagée pour la zone C.

3.1.2.3.2 Facteurs contraignants

De même, l'exemple que représente Sandy chez certains responsables de la gestion de crise francilienne donne une clé d'explication à l'importance donnée à l'auto-évacuation. L'ouragan Sandy semble être présenté comme une réussite du point de vue de la mise en œuvre de l'évacuation : le Haut Comité Français pour la Défense Civile (2013 : 23), qui a mené un retour d'expérience après l'ouragan, met ainsi en avant un taux de refus d'évacuation de seulement 15% sur la zone A. Au cours de notre recherche, ce chiffre a été repris plusieurs fois dans les discussions avec divers acteurs franciliens. À titre anecdotique, remarquons aussi, hors de la région francilienne, pour le Loiret et la ville d'Orléans, l'existence d'un plan d'évacuation de la ville qui anticipe sur un chiffre de 15% de non-évacuation⁹⁹. Ce chiffre est étonnant, dans la

⁹⁹ Observation faite lors d'une discussion avec le CEPRI.

mesure où l'étude du département de la santé de la Ville de New York, citée dans le chapitre 2 (Brown et Parton, 2014), conclut à un taux d'évacuation de 37% seulement en zone A... Cette vision particulièrement optimiste de la gestion de crise lors de l'ouragan Sandy peut avoir des conséquences sur la doctrine de la Préfecture de Police, avec une réticence de certains acteurs à rompre avec le modèle de l'auto-évacuation.

Cette incapacité à faire des choix dans la doctrine d'évacuation doit aussi être mise en parallèle avec les difficultés du SGZDS à pouvoir investir du temps dans la planification de gestion de crise : il faut ainsi remarquer que le sommaire du dispositif ORSEC (datant de 2009) contient nombre de Dispositions Générales qui n'ont jamais été finalisées, et fait référence à des Dispositions Spécifiques (DS) qui n'existent pas (encore). La Disposition Inondation est une des rares DS à être disponibles. D'un point de vue plus positif, elle témoigne, par sa simple existence, de la conscience aigüe du SGZDS et par-delà de la Préfecture de Police, des enjeux que pose le risque inondation en région francilienne.

Enfin, l'arbitrage de la Préfecture de Police entre ces deux options, si elle est une condition nécessaire au bon déroulement d'une évacuation massive, n'est pas pour autant une condition suffisante : en effet, quand bien même celle-ci serait en mesure d'arbitrer entre l'auto-évacuation et le maintien en vie dégradée (mais est-ce seulement possible ?), la Préfecture de Police n'est pas pour autant en capacité d'imposer sa vision, ni à la population, ni aux élus, ni même aux différents préfets de département qui sont en charge de la gestion opérationnelle de la crise, et qui prennent *in fine* la responsabilité de l'évacuation. Or, différentes discussions avec les acteurs, de municipalités et de préfectures de département, témoignent de la circonspection de ces derniers vis-à-vis de la doctrine de la Préfecture de Police : certains n'hésitent pas à opposer ainsi les « *planificateurs* » et les « *opérationnels* », regrettant la difficulté des premiers à intégrer les principes de réalité qu'ont en tête les seconds. De même, des divergences existent entre les grands acteurs régionaux. Dans l'évacuation des populations institutionnalisées (non abordées dans le cadre de notre modèle), des positions opposées existent ainsi, comme le fait remarquer une agente du CASVP¹⁰⁰ : entre l'ARS par exemple, qui privilégie le maintien sur site le plus longtemps possible, et l'AP-HP (Assistance Publique – Hôpitaux de Paris), qui veut organiser l'évacuation en amont afin de diminuer le risque de mortalité. Cet arbitrage, appliqué à des populations particulièrement fragiles, hospitalisées ou âgées, est loin d'être aisé à faire : rappelons ainsi que le déplacement de ces populations entraîne également une forte mortalité ! Pour conclure enfin, le point le plus crucial peut-être tient en ce que la Préfecture de Police seule n'est pas en capacité d'imposer sa vision au gouvernement et à la Présidence de la République, qui décideront en dernier ressort de l'évacuation massive.

3.1.3 Stratégies alternatives d'évacuation

3.1.3.1 Proposition alternative de stratégie d'évacuation

3.1.3.1.1 Une stratégie phasée

Diverses stratégies alternatives peuvent être formulées – ces stratégies participent aussi à la réflexion de la Préfecture de Police. Nous proposons ici, et à titre d'illustration seulement, une possibilité parmi d'autres : celle-ci met l'accent sur le phasage de l'évacuation, et sur une

¹⁰⁰ CASVP : Centre d'Action Sociale de la Ville de Paris. C'est le pendant pour la Ville de Paris des CCAS au sein des autres communes.

limitation dans le temps du maintien en vie dégradée. Une évacuation préventive est décidée pour l'ensemble des zones appelées à être inondées ou à être isolées sur un plan géographique. Une évacuation différée, post-impact, a ensuite lieu pour les zones amenées à demeurer sur une longue période (supérieure à une semaine) dans des conditions dégradées (réseaux d'eau et/ou d'électricité coupés ou dégradés). Une stratégie différentielle est appliquée pour les IGH et immeubles hauts, qui reprend les mêmes critères d'évacuation que la doctrine officielle.

Le phasage est un moyen de réguler les très lourds effectifs de populations à évacuer, en les répartissant dans le temps. Le phasage a d'ailleurs été évoqué il y a déjà plusieurs années par la Préfecture de Police, et demeure une question en suspens. L'évacuation différée permet de limiter le nombre de personnes à maintenir en vie dégradée sur le temps long, tout en réduisant le nombre de personnes à évacuer à titre préventif. L'évacuation différée permet de prendre en compte l'incertitude relative au pic de crue et aux impacts réseaux de l'inondation : compte tenu de cette incertitude, tant que le pic de crue n'est pas atteint, il n'est pas possible de connaître l'ampleur des zones affectées par les impacts réseaux ; il est préférable de limiter l'évacuation aux seules zones inondées, en procédant au fur et à mesure que la lame de crue avance. Nous y reviendrons, mais c'est *de facto* la stratégie qui a été retenue, de manière empirique, par les préfetures de département lors de la crue de juin dernier.

3.1.3.1.2 Approche critique de la proposition alternative

A l'instar de la doctrine officielle de la Préfecture de Police, cette proposition n'est pas exempte de critiques. Pour être efficace, un phasage doit reposer sur des cartes d'évacuation précises et disponibles en amont, ainsi que sur une communication cohérente à l'échelle nationale, régionale, départementale et communale. De même, cette stratégie repose sur l'hypothèse d'une lame de crue unique : c'est à cette condition que les populations inondées seulement lors du pic de crue peuvent rester sur place. En cas de scénario à lames de crue multiples (observé par exemple lors des crues de 1924 ou de 1955), cette stratégie est moins aisément envisageable. Enfin, l'évacuation différée post-impact est en soi difficile à mettre en œuvre, notamment du fait de l'arrêt du réseau électrique et des mesures de protection des infrastructures de transport : ces mesures empêchent l'utilisation du réseau ferré et métropolitain pour transporter directement les personnes des zones dégradées vers les zones d'hébergement. Il faut donc trouver des solutions alternatives (des norias de bus affrétés par exemple), au moins pour conduire les populations jusqu'aux zones encore desservies par le réseau ferré¹⁰¹. De même, l'évacuation des populations autonomes, par voiture individuelle, est compliqué au-delà du scénario R1 par la fermeture de nombreuses voies autoroutières et axes majeurs de circulation. Par ailleurs, l'arrêt du réseau électrique pose la question des moyens de communication à destination des populations – dans les modalités de transmission des consignes d'évacuation (jour et heure de l'évacuation, comportement à adopter auparavant, biens à emmener avec soi) en l'absence d'appareils électriques fonctionnels. Toute la population n'a pas de radio fonctionnant par piles, par batterie solaire ou par dynamo ! La communication doit donc avoir lieu par d'autres moyens : affichage en lieux publics, hauts-parleurs (fixes ou mobiles), contacts en face-à-face avec des agents municipaux, des forces de l'ordre, des sapeurs-pompiers.

¹⁰¹ La Ville de Paris envisage par exemple l'évacuation de sa population par l'intermédiaire d'une gare située hors de ses murs, à Marne-la-vallée éventuellement : l'enjeu est alors de transporter la population de la commune vers la gare par des transports *ad hoc*.

3.1.3.2 Résultats issus de la proposition alternative

3.1.3.2.1 Cartographie

A partir de cette proposition alternative de stratégie d'évacuation, il est possible de dégager une nouvelle cartographie (disponible en Figure 30 pour le scénario R1.15), à comparer avec la Figure 16 du chapitre 2 (doctrine Préfecture de Police). La zone rouge représente la zone d'évacuation préventive ; elle enveloppe les territoires inondés du lit majeur de la Seine et de la Marne : d'amont en aval, la confluence Yonne-Seine, la confluence Essonne-Seine, la boucle de Juvisy et la confluence Yerres-Seine, les zones d'expansion en Val-de-Marne, la sortie de la Seine de Paris (XVe), la boucle de Gennevilliers, la confluence Seine-Oise... La zone d'évacuation différée, signalée comme zone orange, comprend de larges pans de territoires en Seine-et-Marne, en particulier dans le secteur du département traversé par le sous bassin-versant de la Marne. Le Val-de-Marne, autour des villes de Créteil et de Saint-Maur-des-Fossés, est également largement concerné. L'Essonne, les Hauts-de-Seine, les Yvelines sont aussi localement impactés. La zone de maintien en vie dégradée, sans évacuation massive, est dessinée en jaune : elle comprend la quasi-totalité de la petite couronne francilienne, et déborde sur les Yvelines et le Val d'Oise.

Pour résumer, la cartographie de cette proposition alternative de stratégie d'évacuation est largement dictée par l'effondrement du réseau d'adduction en eau potable. Si une partie significative de la zone orange s'étale sur la Seine-et-Marne, c'est du fait de la dégradation de la qualité du réseau AEP dans ce département dès le scénario R0,8, et plus encore pour le scénario R1. A l'inverse, l'étalement de la zone jaune sur une très large part de la petite couronne est lié à l'effondrement du réseau d'adduction sur ces territoires seulement quand le scénario R1 est dépassé. On note ici un biais important de cette cartographie : celle-ci s'appuie sur l'hypothèse selon laquelle le rétablissement des réseaux dans les zones non inondées est immédiat après le retrait de l'eau – hypothèse qui, comme l'illustre Toubin (2014) dans sa thèse, est très optimiste, en particulier dans le cadre d'un scénario dépassant la crue de 1910. Il faut donc souligner que la cartographie présentée ici illustre une situation particulièrement optimiste, avec une petite couronne parisienne largement comprise en zone jaune (vie dégradée inférieure ou égale à une semaine, avec un réseau AEP rapidement rétabli).

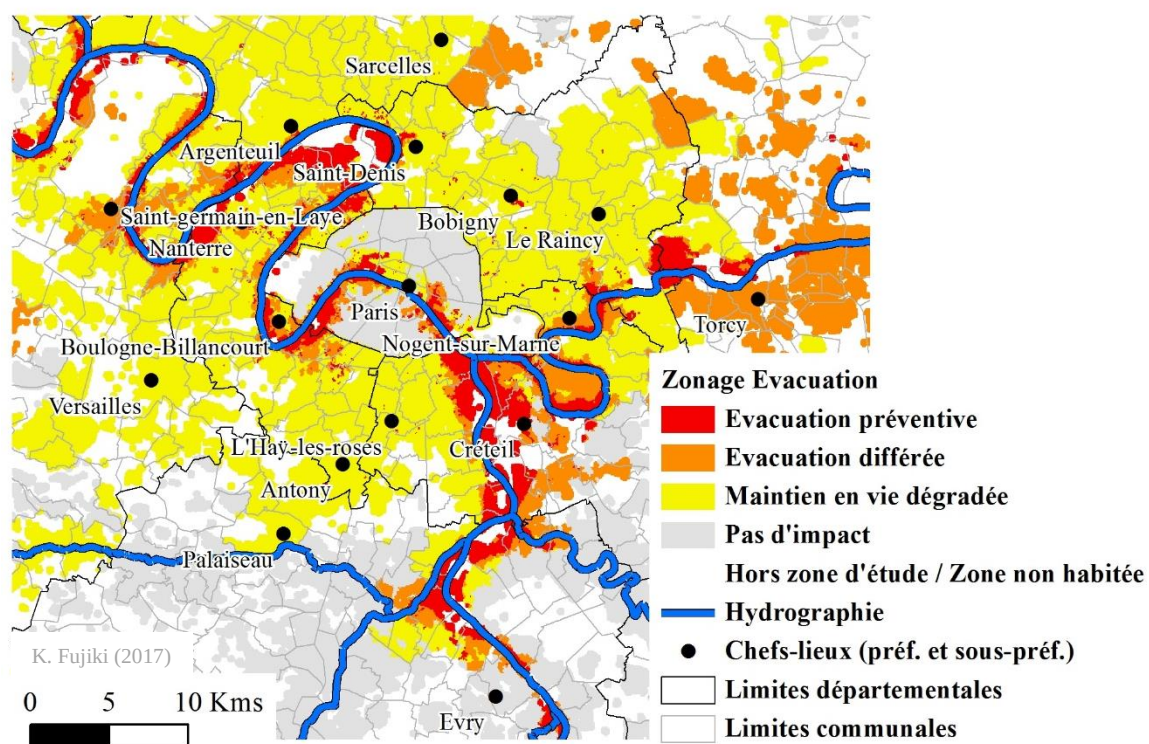
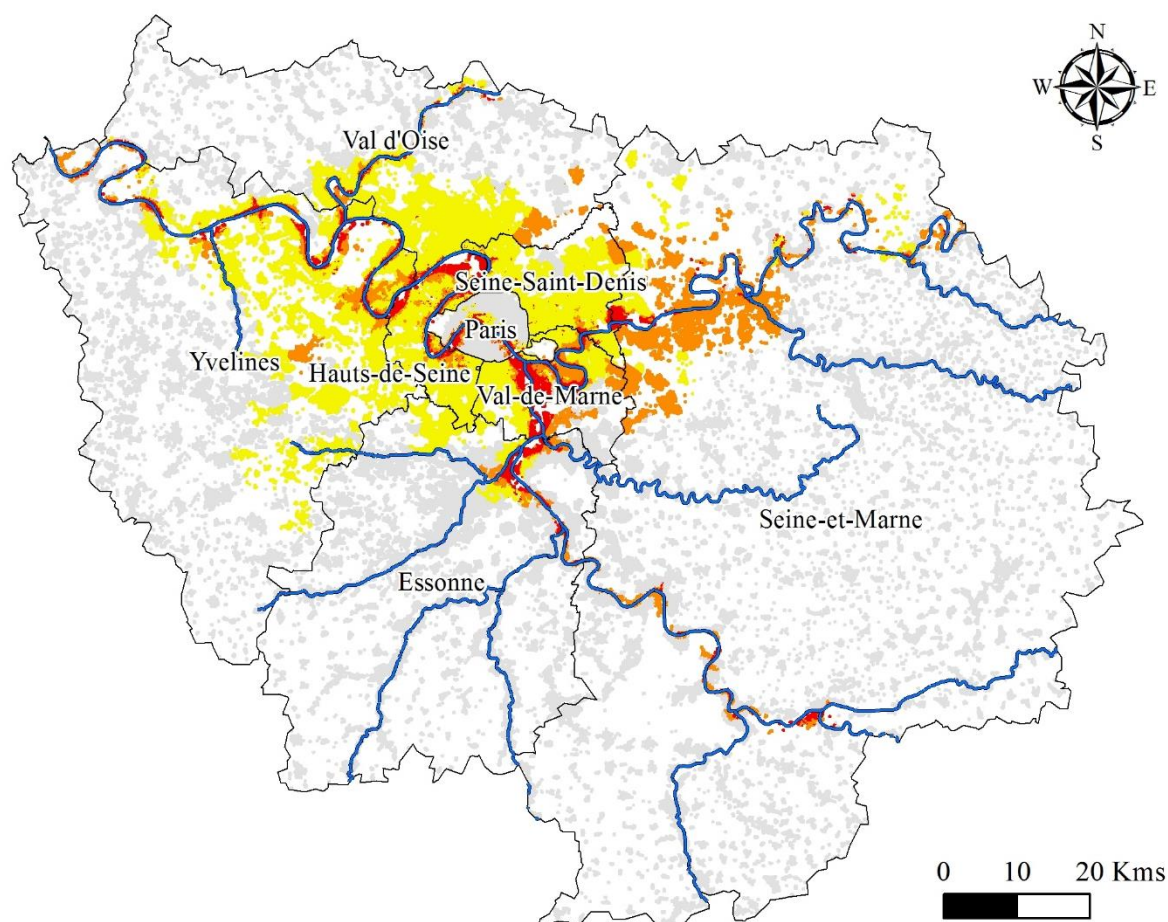


Figure 30. Proposition d'une doctrine alternative d'évacuation : cartographie à l'échelle régionale et à l'échelle de l'agglomération francilienne, pour un scénario d'inondation R1.15 (Données : DRIEE, IGN, SGZDS).

3.1.3.2.2 Résultats chiffrés

La comparaison chiffrée (Figure 31) confirme la lecture cartographique. La zone d'évacuation préventive comprend des effectifs de population similaires à la zone d'évacuation de la doctrine officielle : 1 250 000 pour la première contre 1 130 000 pour la seconde. Le différentiel s'explique par le choix d'évacuer à titre préventif toutes les zones inondées dans la proposition alternative, y compris les zones inondées de façon superficielle (< 0,5m). En revanche, la zone d'évacuation totale – obtenue en additionnant évacuation préventive et différée – s'approche du seuil des trois millions de personnes. Elle représente alors 2,5 fois l'effectif de population identifié en zone rouge dans la doctrine officielle : les ordres de grandeur, et donc les moyens à engager, ne sont alors plus les mêmes. Certains territoires sont plus affectés que d'autres : les territoires de petite couronne, ainsi que l'Essonne, voient les besoins de prise en charge multipliés par deux ou moins. C'est la grande couronne qui apparaît comme la plus exposée à l'évacuation différée : la Seine-et-Marne (l'évacuation préventive et différée dans notre proposition alternative concerne huit fois plus de personnes que la zone rouge de la doctrine officielle), les Yvelines (quatre fois plus), le Val d'Oise (sept fois plus).

3.1.3.2.3 Conclusion & enseignements pour la doctrine officielle

Pour conclure sur cette proposition alternative, cette dernière, loin d'avoir vocation à se substituer à la doctrine de la Préfecture de Police, permet bien plutôt d'enrichir celle-ci, en soulignant le rôle de la temporalité dans le maintien (ou non) en vie dégradée des populations, en mettant en avant une géographie différente de l'évacuation. Cette proposition alternative, par la création d'un zonage propre à l'évacuation différée, permet en effet d'insister sur le rôle de la durée dans les impacts réseaux, sur la complexité propre à un maintien en vie dégradée excessivement long. Or, cette problématique de la temporalité ne concerne pas tous les territoires de façon égale. Certains apparaissent particulièrement exposés : la grande couronne francilienne de façon générale, la Seine-et-Marne en particulier. Il s'agit là de territoires qui ne sont pas considérés comme prioritaires en cas d'événement majeur, du fait du faible nombre d'habitants sinistrés par rapport à d'autres départements (Val-de-Marne en tête) : notre proposition alternative permet de les mettre en avant, à l'inverse de la cartographie issue de l'interprétation de la doctrine officielle.

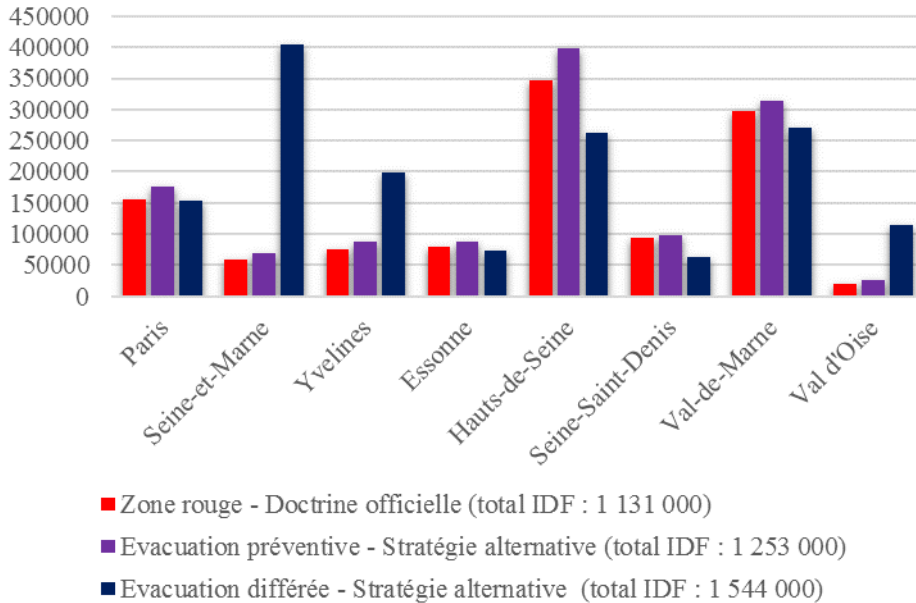


Figure 31. Comparaison des effectifs de population compris en zones d'évacuation, entre la doctrine officielle et la proposition alternative, pour un scénario d'inondation R1.15 (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).

3.1.4 Retours d'expérience régionaux sur la problématique des évacuations : des stratégies improvisées sans cohérence régionale

Cette discussion, sur la faisabilité de la doctrine officielle, sur les stratégies alternatives possibles, doit être envisagée à l'aune des retours d'expérience les plus récents, en région francilienne, l'exercice Sequana bien sûr, mais surtout la crue de juin 2016. Ces retours d'expérience témoignent de la difficulté à impulser une stratégie d'évacuation cohérente à l'échelle zonale.

3.1.4.1 L'évacuation : une problématique écartée lors de l'exercice Sequana

Dans le jeu de l'exercice Sequana, il faut remarquer l'absence d'une problématique majeure : la question des évacuations massives. L'évacuation n'a pas été testée lors de l'exercice à l'échelle zonale, même s'il faut noter que des discussions ont émergé, au sein de la Préfecture de Police mais surtout chez les interlocuteurs du CIC (Centre Interministériel de Crise), qui se sont interrogés sur l'auto-évacuation, les difficultés pour la mettre en œuvre ou pour cibler les populations¹⁰².

De la même façon, la communication de crise, qui est une problématique intimement intriquée à celle de l'évacuation, n'a pas non plus été jouée, ou de façon superficielle seulement, comme l'ont fait remarquer plusieurs acteurs au cours d'un séminaire dédié au retour d'expérience de l'exercice : entre autres, Radio France – bien placée en la matière ! – mais aussi la SNCF. A une échelle plus locale, la commune de Gennevilliers a par exemple regretté le fait que la préfecture des Hauts-de-Seine ne lui ait pas communiqué des éléments de langage à relayer.

¹⁰² Observation de L. Créton-Cazanave (Projet EURIDICE).

3.1.4.2 La crue de juin 2016 et l'absence de réflexion stratégique

Lors de la crue de juin 2016, aucune stratégie réfléchie, cohérente, unifiée n'a été mise en place à l'échelle zonale, ni même à l'échelle départementale dans l'évacuation des personnes : la stratégie d'action, et les moyens dédiés, ont été mis en œuvre au fil de l'eau – sans mauvais jeu de mots –, à une échelle locale, de la phase d'alerte jusqu'à la phase d'hébergements en passant par l'évacuation *stricto sensu*. Les interventions de l'Etat et des collectivités ont eu lieu non pas en prévision, mais en réaction. De façon générale, l'évacuation a été décidée dans les zones inondées, sur le point d'être inondées, ou potentiellement menacées d'inondation par rupture de digues (à Viry-Châtillon par exemple).

3.1.4.2.1 Alerte préventive : entre précipitation et contre-temps

Concernant l'alerte préventive des populations, remarquons ainsi qu'elle s'est souvent faite dans une relative précipitation. En cause, il faut noter la cinétique rapide de certains affluents. A Nemours, par exemple, l'alerte est donnée moins de 24h avant l'arrivée de la crue du Loing, par le biais de hauts parleurs. A Viry, l'alerte est donnée à l'improviste en pleine nuit, par porte-à-porte. A Melun, touchée à la fois par la crue de l'Almont et de la Seine, la première prend par surprise les autorités et les habitants, à l'inverse de la seconde, « *plus simple, plus prévisible* ». Ainsi, les autorités sont prévenues six heures seulement avant l'occurrence de la crue de l'Almont : « *c'était très violent et très rapide* ». L'alerte est donc donnée dans la précipitation la plus totale, par la police municipale sur le terrain, de façon simultanée (ou presque) à l'évacuation même. Les habitants sont bien sûr pris au dépourvu : certains sont partis au travail le matin (les autorités sont mises au courant à 7h du matin), sans savoir qu'ils seraient inondés le soir même ; d'autres ont pu mettre à l'abri leurs meubles, mais c'est loin d'être le cas de la majorité de la population.

Ailleurs, la prise de décision a lieu sans fondement, ou à contre-temps. Citons le cas des établissements scolaires de l'Essonne, rapporté par une partie prenante : entre le mardi 31 mai et le mercredi 1^{er} juin, du fait de problèmes de communication entre différents acteurs au sein du COD, de nombreux établissements scolaires situés dans les communes du val de Seine et du val d'Essonne sont fermés, sans considération de la cinétique ni des ruptures électriques¹⁰³. Citons aussi le cas de l'alerte donnée à Corbeil-Essonnes, au niveau de la confluence entre l'Essonne et la Seine. Le syndicat de rivière a anticipé sur une vague de crue qui, *in fine*, a mis beaucoup plus de temps que prévu à traverser le bassin versant : le risque d'inondation des zones d'habitation autour de la confluence Seine-Essonnes, un temps envisagé si l'onde de crue de l'Essonne avait été concomitante avec celle de l'Yonne et de la Seine, a donc été évité. Cette erreur d'anticipation est liée à l'absence de modélisation cartographique sur cet affluent. Elle a été aggravée par les messages malavisés de certains élus, entraînant la rumeur d'une grande vague de crue, et donc des évacuations diffuses non sollicitées.

3.1.4.2.2 Des moyens d'évacuation surdimensionnés

Concernant l'évacuation même des populations, la gestion collective a également lieu dans la précipitation. D'un point de vue logistique, les moyens n'ont pas manqué, même si leur déploiement a parfois donné lieu à certains cafouillages. Il en est ainsi à Longjumeau, avec un

¹⁰³ 35 collèges ont ainsi été fermés en Essonne, sur une durée d'un à quatre jours, lors des inondations de juin 2016.

surdimensionnement faramineux des moyens. Dans ce dernier cas, l'évacuation du centre-ville est décidée dans la nuit du 1^{er} au 2 juin¹⁰⁴. Le COD hésite alors sur la conduite à tenir : la préfecture de l'Essonne est réticente à réquisitionner des bus auprès de la RATP, du fait des coûts de dédommagement que la réquisition entraîne. Si la réquisition est finalement actée, ces hésitations, couplées aux besoins lourds que nécessite l'organisation de l'évacuation (les bus venant de quatre centres différents, il faut trouver les moyens de les escorter), retardent l'évacuation : prévue à 4h, celle-ci se déroule finalement à 7h. Or, *in fine*, pour une trentaine de bus réquisitionnés, un seul est finalement utilisé, rempli à moitié seulement ! En effet, entretemps, la population s'est débrouillée pour pouvoir évacuer préventivement par des moyens propres. D'après des représentants du conseil départemental, qui ont assisté à la prise de décision de l'évacuation au sein du COD, plusieurs facteurs entrent en jeu : l'absence de réflexion sur l'évacuation lors de Sequana, l'absence aussi de moyens humains pour effectuer la reconnaissance des logements en amont (afin de vérifier si les populations sont encore chez elles ou non). Ce surdimensionnement des moyens se retrouve dans d'autres contextes : à Melun, le PCS prévoyait la mise en place de cars pour évacuer la population. Or, celle-ci n'évacue pas en masse, « *par paquets de cinquante* », mais de façon continue : la commune a donc déployé des véhicules utilitaires de plus petite taille, tirés des centres de loisirs notamment.

3.1.4.2.3 Un égal surdimensionnement des moyens en hébergement d'urgence

Enfin, concernant l'hébergement des personnes, les incertitudes pesant sur la capacité des populations à trouver des solutions en auto-hébergement, et sur leur susceptibilité, à l'inverse, à se tourner vers des hébergements collectifs, ont conduit les collectivités à surestimer les besoins en la matière. Des places d'hébergement collectif ou d'urgence ont été ouvertes de façon très largement surnuméraire. En Essonne, sur les 4000 personnes évacuées, et pour 34 centres d'hébergement ouverts ou prêts à être ouverts, seuls 32 personnes sont recensées dans les hébergements d'urgence en sortie de gestion de crise (les 9-10 juin). Soit moins d'une personne par centre potentiel ! A Melun, en Seine-et-Marne, sur 3000 personnes affectées par l'inondation et ses impacts réseaux, 900 ont sollicité les services de la ville, 300 ont été pris en charge d'une façon ou d'une autre, mais une centaine seulement ont demandé un hébergement d'urgence : « *contrairement à ce qu'on pouvait penser, très peu se sont tournés vers le maire* ». Les taux d'hébergement sont faibles, dépassant rarement 10% ; citons une exception, en Val-de-Marne, avec 370 personnes hébergées sur 2000 personnes évacuées d'après un point de situation zonal en date du samedi 4 juin (soit un taux de 18,5%)¹⁰⁵. Plus généralement, il apparaît que les besoins en hébergement ont été plus élevés en début de gestion de crise, lors des premiers jours de l'évacuation ; ils ont aussi été plus marqués dans les secteurs où la crue a surpris jusqu'aux syndicats de rivière, du fait d'une cinétique rapide, à Nemours par exemple sur le Loing (240 personnes hébergées en gymnase sur 2200 personnes évacuées).

¹⁰⁴ Idem sur le croisement des sources.

¹⁰⁵ En l'absence d'informations et d'une cartographie plus précises des zones évacuées, il n'est possible que de spéculer sur les facteurs de ce « *sur-hébergement* » : remarquons toutefois la condition socioéconomique très défavorable de certaines des communes concernées. D'après des données de l'INSEE de 2012, Villeneuve-Saint-Georges a un taux de pauvreté de 31%, contre une moyenne régionale de 15% ! Choisy-le-Roy de plus de 19%. Villeneuve-le-Roi un taux plus faible de 15%, mais comprenant dans les zones évacuées une population précaire de gens du voyage.

3.1.4.2.4 Bilan sur la mise en œuvre pratique de l'évacuation

Cette absence de stratégie unique a pu nuire – ce n'est qu'une hypothèse non vérifiée – à la mise en œuvre pratique de l'évacuation. Nombre de personnes ont préféré ne pas évacuer. Un point de situation zonal, relayant une information de la préfecture du Val-de-Marne, fait ainsi état de « *nombreux récalcitrants à l'évacuation sur les communes de Villeneuve-Saint-Georges, Villeneuve-le-Roy et Ablon* ». A Melun par exemple, c'est une des raisons avancées pour expliquer le faible recours aux hébergements d'urgence : tant que les personnes n'ont pas les pieds dans l'eau, mais sont seulement affectées par les impacts de la crue sur le réseau, elles préfèrent rester chez elles : « *on vit en mode dégradé* ». Les refus d'évacuation sont parfois indirectement encouragés par l'attitude de certains maires : du fait des fortes incertitudes qui ont pesé sur la prévision des crues, certains ont hésité à déclencher leur PCS ; d'autres à évacuer l'établissement sous leur responsabilité. Un exemple donné par le conseil départemental de l'Essonne : le principal d'un collège n'a pas voulu évacuer après l'appel des autorités, au petit matin ; l'évacuation a finalement eu lieu à 12h, alors que le collège avait déjà les pieds dans l'eau. A Viry-Châtillon, l'évacuation de deux mille personnes est décidée en pleine nuit, après l'appel du syndicat de rivière au préfet et au maire, du fait du risque de débordement du canal de morte rivière de l'Orge : *in fine*, un tiers des personnes serait restée chez elle selon les estimations disponibles¹⁰⁶, malgré la réquisition de bus par la zone de défense auprès de la RATP pour assurer l'évacuation des habitants.

Nonobstant ce déficit de stratégie coordonnée, le contexte dans lequel a lieu cette crue ne doit pas être occulté, et ne présage pas nécessairement d'une mise en défaut des autorités régionales à l'avenir dans le cadre d'une inondation majeure. La cinétique de la crue de juin est en effet particulière, et très éloignée des scénarios d'inondation sur lesquels les travaux de thèse comme ceux de la planification zonale se penchent : du fait du rôle des petits affluents, d'une inondation de durée réduite, et dont l'ampleur spatiale est très ponctuelle, la mise en action d'une stratégie zonale, validée à l'échelle interministérielle, n'a pas pu être envisagée. A la relecture des observations menées en COZ (observations personnelles et prises par d'autres membres du projet EURIDICE), il apparaît toutefois que l'arrêt de la montée des eaux au seuil des six mètres a été salvateur : une augmentation de quelques dizaines de cm de plus aurait été très difficilement gérée, avec une impossibilité pratique à anticiper au sein de la zone de défense, et dans l'urgence de la gestion de crise, sur l'évacuation provoquée par le scénario d'inondation R0.8 (6,88m à Paris-Austerlitz), *a fortiori* au-delà de ce scénario.

3.2 UNE HIERARCHISATION DIFFICILE DES PRIORITES DANS LA PRISE EN CHARGE DES POPULATIONS

La question des évacuations pose, en creux, celle de la hiérarchisation des actions par la puissance publique. L'évacuation implique d'identifier des zones prioritaires, des enjeux prioritaires, des populations prioritaires. Or, l'identification de priorités hiérarchisées est un processus loin d'être abouti dans la planification zonale. Entre la protection des territoires de petite et de grande couronne, entre la prise en charge priorisée des populations à domicile et des populations institutionnalisées, entre les enjeux économiques et les enjeux sociaux, entre la protection des populations et la protection des infrastructures de réseaux, les objectifs peuvent

¹⁰⁶ Ces chiffres doivent être pris avec beaucoup de réserve.

apparaître sensiblement différents, pour ne pas dire contradictoires. Ces objectifs contradictoires relèvent aussi d'intérêts divergents, entre des acteurs multiples et non nécessairement soumis à une hiérarchie claire. Après un propos liminaire sur la conduite et la coordination de la crise à l'échelle nationale et zonale, une réflexion est entamée sur les priorités sociales, puis sur les priorités géographiques dans la gestion de crise francilienne.

3.2.1 Propos liminaires : conduite et coordination de la crise aux échelons nationaux et régionaux

La hiérarchisation des actions ne peut être comprise qu'au prisme des acteurs qui font la gestion de crise. Ces acteurs ont en effet des responsabilités et donc des priorités différentes. La partie introductive a mis en évidence la multitude des acteurs engagés pour toute crise : l'inondation majeure en région francilienne présente toutefois une double spécificité, par son ampleur catastrophique d'abord, ampleur géographique et quantitative qui conduit à affecter un nombre extraordinairement important d'acteurs, locaux, régionaux, nationaux, publics et privés. Il ne faut en effet pas oublier que la crue de la Seine, de la Marne et de leurs affluents, quand elle affecte la région francilienne, affecte aussi les régions en amont et les régions en aval, et qu'elle peut avoir lieu concomitamment à des crues dans d'autres bassins versants (Loire, Rhône) : fait généralement ignoré, la crue de janvier 1910 a eu lieu concomitamment à des inondations importantes sur la Saône, sur l'Ain, le Doubs ou sur des affluents du Rhône (Boudou, 2015). La seconde spécificité de la crue francilienne consiste en ce qu'elle touche la ville de Paris et les institutions accueillant le pouvoir politique national

3.2.1.1 Une gestion de crise politique

En premier lieu, il apparaît que la conduite de la gestion de crise de type « crue francilienne » est politique avant d'être technique. Fait évoqué pour la question des évacuations, du fait de l'impact de la crue sur la ville de Paris et sur les institutions nationales, la gestion de crise est amenée à être nationale avant d'être régionale, avec une prise en main par l'échelon interministériel au détriment de la zone de défense. Ce fut le cas, par exemple, lors des attentats de novembre 2015 à Paris. En cas de crue majeure, la Préfecture de Police est amenée à voir son rôle réduit à celui d'exécutant régional, conservant son rôle de coordinateur opérationnel des préfectures de département, perdant cependant son rôle décisionnel au profit de l'échelon interministériel et de la Présidence de la République.

La conduite de la crise par ces derniers n'est pas approfondie dans cette thèse, qui n'interroge pas l'échelon national ; mettons toutefois en avant deux types de contraintes à ce sujet. La première contrainte tient aux besoins d'une conduite unifiée et cohérente de la crise. L'enjeu, ici, est d'assurer la coordination de différents ministères, d'assurer une stratégie et une communication non contradictoires entre ces derniers (circulaires, consignes, communiqués de presse qui envoient des messages similaires ou complémentaires). Or, l'expérience de crises précédentes tend à illustrer des problèmes de cohérence interministérielle, avec l'exemple donné par un acteur de la pandémie grippale H1N1 et des conflits entre le ministère de la santé et le ministère de l'intérieur. Dans le cas de l'inondation, il faut s'interroger sur la bonne entente du ministère de l'intérieur (responsable de la gestion de crise) et du ministère chargé de l'environnement (responsable de la gestion des risques et de la prévision des crues).

La seconde contrainte tient dans les réactions politico-médiatiques, par définition difficilement prévisibles. Certains acteurs de terrain sont visiblement très défiants vis-à-vis du personnel

politique et élu, pointant le caractère irresponsable de ce dernier, son incompetence en opposition avec la réactivité du personnel professionnel de la zone de défense et des acteurs locaux. La réaction du personnel politique est cruciale à l'échelle nationale, en particulier dans le respect des prérogatives (opérationnelles) de la Préfecture de Police : la conduite politique de la crise doit s'en tenir, pour être efficace et efficiente, aux orientations stratégiques et à la communication globale. Cette défiance peut aussi s'étendre aux médias, traditionnels et issus des réseaux sociaux. A voir par exemple l'intervention de la ministre de l'environnement pendant la crue de juin 2016, après le passage de l'onde de crue sur Paris, dans le classement en vigilance rouge de la Haute-Normandie, malgré l'avis des services de l'Etat (Météo France et SPC) : vigilance rouge inutile et mal venue, en l'absence *in fine* d'inondations majeures en aval de la région francilienne¹⁰⁷. L'imprévisibilité politique n'est pas une spécificité française, comme l'illustrent les retours d'expérience étrangers (Boin et McConnell, 2007). Face à cette double pression politique et médiatique, ce commentaire d'un haut responsable au sein d'une grande association de sécurité civile : « [en cas d'inondation majeure,] *ce sera le chaos* ».

3.2.1.2 Une gestion de crise multi-acteurs : le poids de la société civile et de la sphère économique

En second lieu, la crise francilienne affecte une multiplicité d'acteurs qui dépasse très largement le cadre traditionnel de la sécurité civile. L'organisation préfectorale en COD est en effet une organisation d'abord centrée sur le risque technologique et les événements à cinétique rapide, intégrant un nombre limité d'acteurs dans sa gestion : pour ces événements, les services de secours – sapeurs-pompiers en premier lieu – interviennent en première ligne, les autres services de l'Etat et les communes se contentent alors d'un rôle de soutien, les acteurs socio-économiques étant largement effacés. Pour le risque inondation, c'est donc une toute autre crainte exprimée, celle de la capacité des services de l'Etat à se coordonner avec les acteurs socio-économiques, privés et para-publics, ce qui implique diverses formes de contraintes :

- D'abord, le besoin pour le secteur privé, mais aussi para-public (à l'instar des réseaux de transport SNCF, RATP), de trouver un intérêt économique à s'intégrer dans une organisation de crise coordonnée par l'Etat. Cet intérêt économique peut être immédiat et direct, la survie même de l'entreprise, ou indirect, la possibilité de conserver ou de gagner des parts de marché. La crise est de fait l'occasion de « *faire du profit* ». A titre d'exemple et d'après un acteur interrogé, les grèves des raffineries en octobre 2010 ont conduit le groupe Total à mener une politique commerciale entreprenante, afin de conquérir des contrats d'alimentation pétrolière auprès de certaines grandes administrations publiques.
- Ensuite, le besoin d'avoir une confiance partagée entre les services de l'Etat et les acteurs économiques, confiance qui doit plus largement irriguer l'ensemble des acteurs de la gestion de crise. Cette confiance se construit sur le temps long – les exercices d'état-major peuvent y aider, les dynamiques de planification aussi quand elles intègrent les acteurs économiques. Concernant la crue francilienne, les opérateurs de réseaux sont pleinement associés aux processus de planification, malgré des réserves sur la communication de l'information et de la cartographie des réseaux et de leur vulnérabilité (réticence à offrir à la concurrence la connaissance de son propre réseau). Certains

¹⁰⁷ L'échange est savoureux, sinon consternant : <https://www.franceinter.fr/emissions/le-7h43/le-7h43-07-juin-2016>

opérateurs sont toutefois plus réticents que d'autres, à l'instar de la CPCU (Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain) (Toubin, 2014), de certains opérateurs de transports aussi. Au-delà des opérateurs de réseaux, certains acteurs demeurent toutefois peu perméables aux thématiques de gestion de crise, en particulier la distribution alimentaire, pourtant essentielle à la stratégie d'évacuation de la Préfecture de Police, dans le maintien en vie dégradée des populations.

- La confiance entre acteurs publics et privés est loin d'être un fait acquis : tandis que les services de l'Etat cherchent à promouvoir l'autonomie des acteurs économiques, en appelant à la responsabilité de ces derniers de la même manière qu'ils appelleront à la responsabilité des populations pour l'auto-évacuation, certains événements malheureux peuvent entamer la confiance des acteurs économiques sur la capacité de l'Etat à conduire la gestion de crise. L'exemple, toujours de la pandémie grippale, a été évoqué : ainsi, une directive du ministère de la santé incitait les entreprises à acheter en grand nombre des masques protecteurs, ce qui était précisément impossible du fait que l'achat de ces masques était justement accaparé par le ministère. Plus récemment, l'exercice Sequana a pu illustrer les difficultés de communication, parfois systémiques, parfois ponctuelles, entre les services de l'Etat et les acteurs économiques. Ces difficultés ont pu donner lieu à des controverses, par exemple sur la possible gratuité des transports en cas d'inondation : cette gratuité, envisagée par les autorités, permettrait d'assurer l'évacuation des populations hors de Paris et de la région francilienne. La SNCF cependant, apparemment prise au dépourvu sur cette problématique, a fait remarquer les nombreuses interrogations que cette mesure pose (entre autres, durée et modalités de la gratuité).

3.2.2 Problématiques sociales et populations prioritaires

La conduite de la crise ne peut être pensée sans l'intégration des populations. Deux enjeux peuvent ici être identifiés : d'abord, l'identification de la population vulnérable, à cibler en priorité ; ensuite, le comportement, réactif ou proactif, de la population en situation de crise.

3.2.2.1 Les critères d'identification de la population vulnérable

La hiérarchisation de l'action publique implique l'identification de populations prioritaires, avec la nécessité soulignée par de nombreux acteurs, locaux ou régionaux, de cibler les populations « vulnérables » ou « fragiles ». La définition statistique de ces dernières, nous l'avons vu dans le chapitre 2, est délicate. Mais la définition conceptuelle des personnes vulnérables est également malaisée : elle apparaît aussi variable, avec des définitions hétérogènes selon les acteurs, en particulier entre préfectures (Etat) et communes (collectivités)¹⁰⁸.

3.2.2.1.1 Une définition variable selon les compétences des acteurs impliqués : un partage de responsabilités entre zone de défense et institutions responsables

Les critères de définition des personnes vulnérables varient en effet selon les responsabilités et compétences des acteurs impliqués : dans la partie suivante, le cas d'étude sur l'Essonne permet d'explorer la prise en charge des populations vulnérables du point de vue du conseil départemental. La Préfecture de Police vise ainsi à focaliser ses efforts d'évacuation sur les

¹⁰⁸ Réflexion issue d'une discussion au sein d'EURIDICE.

populations à domicile¹⁰⁹. C'est donc au sein de celle-ci que la Préfecture de Police identifie des populations vulnérables. A l'inverse, il est considéré que les populations institutionnalisées sont prises en charge par les organismes responsables : les populations d'un EHPAD pouvant par exemple être évacuées au sein d'un autre EHPAD du même groupe. Remarquons ainsi que la Disposition Spécifique Inondation ne traite pas des populations hébergées en ES (Etablissements de Santé) ou en EMS (Etablissements Médico-Sociaux), même si diverses discussions avec les acteurs font émerger des priorités informelles accordées aux ES, hôpitaux en premier lieu, devant les EMS, tels que les EHPAD.

Ce partage des responsabilités, entre la zone de défense et les organismes responsables, peut conduire à sous-estimer les besoins de prise en charge des populations vulnérables par la première : les plus petits organismes – hôpitaux intercommunaux, EHPAD – peuvent en effet être sous-dimensionnés pour prendre en charge leurs patients, et doivent alors s'adresser à la zone de défense (par l'intermédiaire des préfectures de département) pour des demandes de renfort logistique. La faiblesse des moyens disponibles, pour assurer l'évacuation ou plus globalement la prise en charge des populations résidant au sein des EMS (comme les EHPAD), a été mise en avant par exemple par la préfecture du Val-de-Marne lors de l'exercice Sequana. Ces établissements ont en moyenne seulement sept jours d'autonomie en médicaments, alors même qu'aucun réseau de fournitures de substitution n'existe. Autre exemple : à Gennevilliers, le référent PCS nous a indiqué un EHPAD qui ne fait partie d'aucun groupe. Celui-se retrouve donc sans possibilité de procéder à une évacuation de sa population vers un autre EHPAD du même groupe. En conséquence, le plan d'évacuation de l'EHPAD compte uniquement sur la prise en charge familiale des résidents : la peur du référent PCS consiste en ce que l'EHPAD se tourne, à l'improviste, vers la mairie, en cas de crue majeure. L'hypothèse peut alors être la suivante : la mairie se tourne dans ces conditions vers la préfecture de département, qui adresse alors une demande de renforts à la zone de défense. Les retours d'expérience étrangers invitent ici à la prudence : lors des inondations de la Saxe par l'Elbe en 2002, 20 hôpitaux ont été évacués, souvent dans l'improvisation, du fait de l'absence dans nombre d'établissements de plans d'évacuation (paradoxalement, ces mêmes établissements avaient des plans pour prendre en charge les patients évacués d'autres hôpitaux) (Richter *et al.*, 2009) !

3.2.2.1.2 Des divergences de vues au sein même d'une organisation : l'exemple du CASVP (Ville de Paris)

Remarquons enfin que l'identification de populations vulnérables peut faire l'objet de divergences au sein même d'une organisation. Le cas de la Ville de Paris, qui regroupe au sein d'une collectivité unique les responsabilités d'une commune et d'un département, est à ce titre intéressant : une agente du CASVP fait ainsi observer les divergences de vues, entre la Direction des Affaires Sociales de la Ville de Paris, ayant la responsabilité des aides sociales départementales (obligatoires), et le CASVP, qui a la responsabilité des aides sociales facultatives proposées par la Ville de Paris¹¹⁰.

La Direction des Affaires Sociales restreint sa définition des personnes vulnérables aux seuls bénéficiaires de l'APA et de la PCH (notons que l'APA et la PCH font partie de ces aides sociales obligatoires délivrées par le département). Elle exclut les autres personnes, y compris

¹⁰⁹ Pour rappel, la méthode développée dans le chapitre 2 ne considère que la population à domicile.

¹¹⁰ C'est une répartition théorique : en réalité, la Direction des Affaires Sociales a délégué la gestion opérationnelle des aides au CASVP, et ne conserve que la partie décisionnelle.

par exemple les personnes en MHRV (Maladie à Haut Risque Vital), considérant que ces derniers relèvent de la responsabilité de l'ARS.

Le CASVP a à l'inverse une définition beaucoup plus large, en distinguant plusieurs approches possibles et complémentaires pour identifier une personne vulnérable : (1) par le recensement des services sociaux ; (2) par le registre canicule des personnes vulnérables (registre « *Chalex* » à Paris) ; (3) par le type d'allocation reçue par les personnes vulnérables ; (4) enfin, par le type de services dont ces dernières sont bénéficiaires. Le CASVP s'appuie en effet sur les différents services qu'il propose pour cibler les populations vulnérables et les sensibiliser au risque.

Le CASVP comprend entre autres deux sous-directions, l'une à destination des personnes âgées, l'autre en charge des populations sans domicile ou en situation de grande précarité.

- Dans le premier cas, les services assurés par le CASVP comprennent notamment une mission d'hébergement et de restauration des personnes âgées, avec divers sites : des EHPAD (donc des populations âgées parfois très dépendantes), des « *Résidences Services* » (foyers logements avec un encadrement fort, des soins infirmiers à domicile), des « *Résidences Appartements* » (foyers logements avec une plus grande autonomie de ses résidents). Les services comprennent aussi une fonction d'opérateur à domicile (portage de repas, téléalarme, etc.), de co-gestion avec le secteur associatif de plateformes d'orientation pour les personnes âgées (CLIC – Centre Local d'Information et de Coordination gérontologique), de restauration de jour.
- Dans le second cas, les services comprennent des permanences sociales d'accueil (guichets d'accueil à destination des SDF), une restauration solidaire (de jour), ces centres d'hébergement.

C'est par le recensement des personnes bénéficiant de l'un ou l'autre de ces services que le CASVP identifie les personnes vulnérables et les priorise entre elles, dans une optique beaucoup plus large donc que la Direction des Affaires Sociales.

3.2.2.1.3 Des conséquences sur la transmission de l'information

Cette définition à géométrie variable a des conséquences sensibles sur la transmission de l'information en gestion de crise : ainsi, les comptages des personnes à prendre en charge peuvent être biaisées par ces définitions. Les remontées d'information en gestion de crise passent entre autres par des points de situation pré-remplis, des préfectures de département vers la zone de défense, et des communes vers les préfectures de département. Ces points de situation comprennent notamment une information sur les populations vulnérables prises en charge ou à prendre en charge. Ils sont plus ou moins formalisés et cadrés. Dans le Val-de-Marne par exemple, les points de situation, que les communes doivent envoyer régulièrement à la préfecture de département, sont pré-remplis, avec des indicateurs chiffrés sur les populations à prendre en charge et les moyens en hébergement d'urgence disponibles. Ces indicateurs chiffrés sont ensuite résumés par la préfecture sous forme cartographique pour identifier les communes ayant les plus forts besoins et donc prioriser les renforts.

Or, ces informations transmises, relatives aux populations vulnérables, peuvent ne pas faire référence aux mêmes catégories de personnes, en fonction des communes. Ces biais peuvent être involontaires, mais ils peuvent aussi être intentionnels : certaines communes sont tentées d'avoir une définition large de la vulnérabilité, afin de grossir leurs comptes de personnes

vulnérables, dans un objectif politique ou médiatique, par exemple dans le but d'obtenir des moyens supplémentaires de la part de l'Etat.

3.2.2.2 Facteurs psycho-sociologiques, culture du risque et acceptabilité sociale

Le ciblage des populations vulnérables est indissociable, bien sûr, de la problématique comportementale, de la réaction anticipée des populations. Des réactions malheureuses, inadéquates, peuvent augmenter la part de la population fragile à prendre en charge du point de vue des autorités. Cette problématique a bien sûr déjà été évoquée pour le suivi des consignes d'évacuation, mais elle transcende de fait l'ensemble de la gestion de crise et la conditionne.

3.2.2.2.1 Comportement social attendu et acceptabilité des mesures exceptionnelles

Le comportement pro-social ou anti-social demeure ainsi une inconnue pour les acteurs franciliens. Des interrogations se posent par exemple sur la solidarité du voisinage pour les personnes vulnérables, ou pour les habitants dont les biens sont les plus sinistrés – dans l'assistance à l'évacuation, dans le processus d'hébergement, dans le ravitaillement de personnes demeurant à domicile. De même, demeure en suspens la question de la délinquance – présumée accrue en cas de crise, mais dans quelles proportions ? Plusieurs acteurs ont mis en avant le risque de pillage en cas d'inondation (« *un terrain de jeux* » pour les pillleurs), en citant l'exemple de Katrina, avec l'image de pillleurs tirant sur un hélicoptère de la Navy. Cette délinquance pourrait avoir des impacts en retour sur d'autres domaines de la gestion de crise, notamment sur l'évacuation : face au risque de pillage, de nombreux habitants pourraient être incités à ne pas partir pour protéger leurs biens. La présence de forces de l'ordre peut ici rassurer (Goudie, 2007).

Remarquons toutefois que les retours d'expérience tendent clairement à mettre en avant le comportement pro-social des populations. Katrina représente ici une exception plutôt que la règle : les scènes de pillage, la violence et le chaos social qui ont émergé après l'ouragan, au sein de la Nouvelle-Orléans, trouvent leur origine dans un contexte très particulier. Ce contexte est dominé par la rupture totale de la confiance entre les populations et les autorités, en lien avec des secours en lourd sous-effectif et une réponse gouvernementale très tardive, en lien encore avec un fort sentiment de peur, d'injustice et d'abandon chez les sinistrés, du fait entre autres d'une gestion de crise militarisée, tournée vers des missions répressives et le rétablissement de l'ordre plus que vers le secours aux victimes (Cotelle, 2014 ; Kemmelmeier *et al.*, 2008).

En région francilienne, la crue de juin 2016 a permis d'illustrer un élan de solidarité local qui a pu étonner les gestionnaires de crise, malgré quelques réactions malheureuses ponctuelles, en lien souvent avec un manque de compréhension du risque, parfois avec du voyeurisme : à Alfortville par exemple, des batardeaux avaient été installés pour occulter les ouvertures sur le fleuve pratiquées dans les digues ; plusieurs personnes, désireuses d'assister au spectacle de la Seine en crue, ont enlevé ces batardeaux. Les équipes municipales ont donc dû les remettre et les sceller. A Longjumeau, la presse a fait l'écho de cambriolages au cours de l'évacuation, et ces cambriolages ont incité certains habitants à rester chez eux pour protéger leurs biens. De même à Villeneuve-Saint-Georges, entre autres exemples.

D'autres interrogations se posent quant à l'acceptabilité sociale des populations vis-à-vis de certaines mesures pouvant apparaître comme arbitraires (réquisitions de biens ou de

personnels), injustes (fermetures préventives de réseaux et de services publics hors zones sinistrées), hors du quotidien d'un pays développé (mise en place d'hébergements sous forme de camps). Les ordres d'évacuation peuvent être mal vécus, surtout s'ils ne sont pas accompagnés d'une information suffisante sur la menace (Rasid *et al.*, 2000). De la même façon, la nature de l'hébergement collectif proposé est aussi problématique : un interviewé remarque une contradiction majeure dans la question de l'hébergement d'urgence, entre l'incapacité de la zone de défense et des associations de sécurité civile (comme la Croix-Rouge française) à pourvoir l'hébergement de dizaines de milliers d'habitants sans mettre en place des camps d'hébergement, et l'inacceptabilité sociale et politique présumée de cette dernière solution.

3.2.2.2.2 Culture du risque : un facteur mal appréhendé par les gestionnaires de crise

Le comportement de la population, sa capacité à se protéger et à suivre les consignes des autorités, sont bien sûr conditionnés par sa compréhension et perception du risque (Grothmann et Reusswig, 2006). La « *culture du risque* » est ainsi citée par l'ensemble des acteurs franciliens comme la clé de la gestion de crise. Celle-ci se constitue de trois éléments : une mémoire du risque, une connaissance du risque, une connaissance des bons comportements (Thomas *et al.*, 2017). La première peut apparaître relativement bonne, du fait de la connaissance de la crue de janvier 1910 (Thomas *et al.*, 2017), tout en apparaissant relativement déconnectée de la connaissance du risque et des bons comportements, beaucoup plus lacunaire (Robert et Montoya, 2016). Cette compréhension du risque est en particulier déficiente, au sein des populations et de nombreux élus mais aussi de certains gestionnaires de crise, sur la question de la cinétique : c'est la crue torrentielle qui ancre l'imaginaire collectif sur le risque inondation, et pas la crue de plaine à cinétique lente, comme l'ont remarqué plusieurs acteurs. La durée de la crue, quand elle est identifiée, peut être vue positivement, car elle laisse du temps pour la prise de décision en gestion de crise, pour la mise en place des évacuations et de la mise en sûreté des personnes.

En cause notamment, la faible fréquence de retour des crues sur la majorité du territoire exposé, en particulier dans les territoires endigués dans Paris et au sein de la petite couronne parisienne. En cause encore, le fort *turnover* des populations résidentes : 32% de la population francilienne habite dans son logement depuis moins de 5 ans, 36% dans la ville de Paris (données du RGP pour l'année 2012). Notons ici que cette faible compréhension du risque n'est pas une spécificité francilienne : lors des inondations de l'Elbe en 2002, en Europe centrale, le déficit de connaissances des populations quant au comportement approprié à adopter, pour se protéger, a par exemple été mis en avant par certaines études rétrospectives (Kienzler *et al.*, 2015).

La compréhension du risque fait l'objet de diverses mesures de promotion, entre autres par l'intermédiaire du PAPI « *Seine et Marne franciliennes* ». Ce dernier, dans sa version révisée, comprend ainsi 1,5 million d'euros dédiés à la « *sensibilisation du grand public à la culture du fleuve* » (EPTB SGL, 2016b). Ces mesures peuvent comprendre l'inscription du risque dans l'architecture et le mobilier urbains, la mise en valeur de ce dernier par le biais des repères de crues, mais aussi diverses actions de sensibilisation ponctuelles : intervention dans les écoles et dans les lieux publics (stands sur des marchés par exemple), expositions, informations dans les médias (journal communal par exemple), visionnages de documentaires, modélisations de crue – comme celle menée par l'Iau-Idf et révélée à l'occasion de l'exercice Sequana, tracts et boîtages de dépliants de sensibilisation. Elles sont mises en œuvre à toutes échelles, de l'échelle

régionale à l'échelle communale, avec l'aide d'organisations comme l'IFFORME (Institut Français des Formateurs Risques Majeurs et protection de l'Environnement).

Il faut toutefois constater une communication, auprès des populations exposées comme des élus et des aménageurs, soumise à une forte contradiction dans la prévention du risque : sont ainsi promues, en aval des mesures de résilience urbaine, par le biais de projets d'aménagement urbain en zone inondable cherchant à intégrer le risque dès leur conception (le quartier des Ardoines à Vitry-sur-Seine, pour citer l'un des plus emblématiques, qui a connu un succès pour le moins mitigé), et en amont des mesures de réduction de l'aléa, avec le projet de la Bassée. Or, protéger l'amont revient à rendre moins rentable, d'un point de vue économique, les projets de résilience urbaine en aval ; et conduit à ancrer l'idée (déjà bien présente !) d'un territoire francilien à l'abri du risque. Plus largement, les mesures de prévention du risque, si elles font l'objet d'engagements très volontaires de la part de différents acteurs territoriaux, conseils départementaux et EPTB SGL en tête, s'appuient sur des moyens financiers *in fine* relativement limités par rapport à l'ampleur des enjeux sociaux et économiques exposés, comme l'a déjà souligné l'OCDE (2014).

A ce sujet, plusieurs facteurs, parmi d'autres, peuvent être identifiés :

- (1) Une certaine appétence pour les mesures structurelles, protection et réduction de l'aléa, qui demeure chez de nombreux acteurs observés ou interrogés, y compris chez les spécialistes du risque ou de la gestion de crise. A titre anecdotique, observons l'intérêt de la Ville de Paris pour les protections amovibles, avec un investissement significatif dans ces dernières. De façon plus nuancée, remarquons que de nombreux acteurs souhaitent combiner mesures structurelles et développement d'une culture du risque, à l'instar d'un élu d'Alfortville interviewé. Dans son discours, ce dernier met l'accent sur l'action des barrages-réservoirs : il plébiscite le projet de la Bassée, regrette que ce dernier avance si peu. Dans le même temps, il insiste sur le besoin de communiquer sur le risque auprès des administrés, ce qu'il fait personnellement par des interventions en milieu scolaire par exemple.
- (2) L'absence d'une volonté politique forte, d'une stratégie harmonisée à l'échelle nationale : la Stratégie Nationale de Gestion des Risques d'Inondation apparaît à ce titre insuffisante, issue d'une concertation regroupant trop d'acteurs aux intérêts par trop divergents¹¹¹. La politique du risque en France se construit donc, à défaut de vision d'ensemble, à partir d'événements ponctuels, de façon « *épidermique* ». Le cas de la tempête Xynthia a été avancé comme exemple illustrant cette propension à la réaction émotionnelle : en avril 2009, le Président de la République prononce un discours sur le Grand Paris, en évoquant le besoin de rendre constructible les zones inondables. Un an plus tard, dans un contexte post-catastrophe suivant la tempête Xynthia et ses 47 victimes en Charente-Maritime et en Vendée, la réflexion s'inverse, et les discours de la Présidence aussi : sous l'impulsion de cette dernière, il est alors question d'exproprier et de détruire les bâtiments situés dans de nouvelles « *zones noires* » (ou zones d'extrême danger, ou zones de solidarité nationale, la terminologie changeant à plusieurs reprises) sur les sites les plus exposés en Vendée et en Charente-Maritime face à la submersion marine (Mercier et Chadenas, 2012 ; Pigeon, 2012). Or, ce dispositif de zones noires est remodelé à plusieurs reprises, la cartographie et le recensement des

¹¹¹ Commentaire du CEPRI.

logements à détruire évoluant selon des critères discutables. Le dispositif est progressivement réduit face au coût financier et social des expropriations, l'épisode résumant *in fine* la difficulté de l'échelon national à formuler une stratégie cohérente sur le temps long.

3.2.2.2.3 Capacités d'apprentissage et d'adaptation

Malgré ces réserves, la capacité d'apprentissage et d'adaptation de la population a également été mise en avant, dès lors que cette dernière a pu être confrontée sur un plan visuel et physique au risque. Plusieurs acteurs ont mis en avant l'hypothèse d'une gestion de crise difficile en phase de crue, de montée en puissance de la catastrophe ; et d'une gestion plus aisée en phase de décrue, quand les populations se sont adaptées aux contraintes de l'inondation. Cette hypothèse se heurte toutefois à la problématique, déjà évoquée, du caractère difficilement supportable du maintien en vie dégradée sur une longue durée ; et *a fortiori*, à l'incompréhension prévisible et croissante des populations lors de la (longue également) période de retour à la normale, quand la crue sera loin derrière mais les conséquences de celle-ci toujours bien visibles.

Les retours d'expérience de gestion de crise en région francilienne illustrent cette capacité d'adaptation progressive. Citons par exemple les épisodes de neige de décembre 2010 (évoqués par un ancien acteur de la zone de défense) : à cette occasion, un premier épisode de neige se déclenche, en milieu de journée, en soi un événement météorologique relativement rare, et entraîne une ruée des travailleurs franciliens pour rentrer chez eux très tôt dans la journée. En conséquence, l'augmentation inattendue des flux pendulaires entraîne une congestion du réseau routier, et par effet induit empêche le passage des sapeurs-pompiers. 30 000 à 60 000 personnes se retrouvent ainsi bloquées sur les routes et autoroutes franciliennes, pendant plusieurs heures, jusque tard dans la nuit pour certains. Ici, l'annonce de l'épisode de neige a eu un effet performatif, en poussant de façon synchrone dans leurs voitures des centaines de milliers de personnes et créant donc les conditions pour une saturation du réseau.

Toutefois, l'apprentissage, au sein des populations et des autorités franciliennes, est indéniable : à très court terme, dès le second épisode neigeux, les populations font preuve de plus de patience, et la circulation apparaît beaucoup plus fluide. De même, à plus long terme, la Préfecture de Police a entamé un travail de réflexion pour améliorer la capacité de réponse des autorités, répondant ainsi aux critiques formulées à son encontre – critiques en partie injustifiées, du fait que l'Etat a sous sa responsabilité moins de 10% du réseau routier de la région francilienne. Les mesures prises ont visé : à identifier des nœuds de saturation routière, à donner la possibilité au Préfet de Police d'interdire en un temps réduit la circulation des poids lourds, à pouvoir mobiliser des dépanneuses en un minimum de temps, à se mettre en relation avec les maires afin que ceux-ci ouvrent au plus tôt des centres d'hébergement d'urgence pour accueillir les automobilistes bloqués sur les routes (ce qu'ils n'avaient pas fait, souvent faute de PCS opérationnel). Lors des épisodes de neige de mars 2013, la gestion de la circulation routière a ainsi été beaucoup plus fluide.

3.2.3 La non-question des priorités géographiques

La problématique sociale – dans l'identification des populations vulnérables, dans l'anticipation du comportement des personnes sinistrées – est aussi territoriale : divers acteurs interviewés ont ainsi mis en avant la culture du risque inondation plus ancrée chez les populations les plus

exposées aux crues fréquentes. De fait, il apparaît qu'aux priorités sociales, dans l'identification des populations cibles des stratégies d'évacuation par exemple, s'additionnent des priorités géographiques.

3.2.3.1 La hiérarchisation géographique des moyens de l'Etat : Paris, enjeu central ?

La hiérarchisation des priorités géographiques de la part des autorités publiques – Etat et collectivités – s'appuient sur des critères multiples : des critères cinétiques (exposition des territoires à l'inondation même), des critères techniques (exposition des territoires aux effets domino de l'inondation, impacts réseaux en particulier), des critères sociaux (densité de population, type de population), bien sûr. Ce sont ces critères qui ont été explorés à travers la méthode développée dans le chapitre 2. Cependant, d'autres critères entrent aussi en jeu : des critères économiques (localisation des enjeux considérés comme essentiels au fonctionnement de l'économie française – le quartier de la Défense est ainsi exposé aux impacts réseaux), des critères politico-institutionnels (localisation des enjeux de pouvoirs sur certains territoires – au sein de la ville de Paris en particulier), des critères médiatiques enfin.

La priorisation du territoire, en cas de crue majeure, n'est pas nécessairement assumée comme telle du point de vue des services de l'Etat. Pour des raisons qui peuvent être évidentes : l'Etat doit assurer l'égalité dans l'accès aux services publics. Cette égalité est rompue *de facto* en cas d'inondation majeure, du fait des impacts de cette dernière sur les personnels, les établissements, la logistique qui portent ces services ; elle l'est *a fortiori* si certains territoires sont prioritaires à d'autres, dans les stratégies d'atténuation et de réduction de ces impacts, dans les stratégies de continuité d'activité et de retour à la normale. La zone de défense met ainsi en avant le fait qu'elle ne priorise pas les enjeux sur un plan territorial, mais selon leur type – en accordant la majeure partie des moyens zonaux à la protection des enjeux de type réseaux, considérés comme essentiels au maintien de la vie socioéconomique. Dans ces enjeux, le réseau d'électricité apparaît primordial d'après la DSI, avec le maintien de l'approvisionnement en eau, en produits pétroliers et des télécommunications.

Les collectivités locales, communes en tête, sont moins réticentes à évoquer la problématique territoriale, et mettent en exergue, aussi bien la Ville de Paris que les communes de banlieue, l'enjeu prioritaire que représente le centre-ville parisien aux yeux de l'Etat et des sphères politiques et médiatiques. Comme le remarque un agent de la Ville de Paris, quand Paris est affectée, ce sont aussi les institutions de l'Etat qui sont affectées. Plus globalement, la concentration des fonctions métropolitaines¹¹² dans le centre-ville parisien joue en faveur de la protection de ce dernier, en priorité par rapport aux autres enjeux géographiques. Paris compte ainsi 452 000 emplois de cadres dans les fonctions métropolitaines, soit 38% du total régional (données de l'INSEE de 2013). Les Hauts-de-Seine viennent en seconde place (avec la position centrale de la Défense), avec 27% du total ; tous les autres départements concentrent moins de 10% de ces emplois. Les municipalités, en grande couronne notamment, expriment donc pour certaines d'entre elles la peur d'être « sacrifiées » au profit de la ville de Paris. Cette peur a pu s'exprimer chez certains habitants, comme en témoigne la presse, lors de la crue de juin 2016¹¹³.

¹¹² Ces fonctions métropolitaines peuvent être comprises comme les fonctions déterminant l'attractivité de la métropole francilienne : l'INSEE définit cinq types de fonction métropolitaine (prestations intellectuelles, conception-recherche, commerce inter-entreprises, gestion, culture & loisirs).

Voir : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1281263>

¹¹³ « C'est donc à pied qu'elle et sa fille ont rejoint le gymnase de Saint-Exupéry, réquisitionné pour accueillir les naufragés de Longjumeau. Elle est très remontée contre la ville. "Nous n'avons pas été aidées, je me sens

Cette peur rappelle la « *rumeur d'Abbeville* », qui s'est répandue très tôt lors de la crue de la Somme de 2001 : selon celle-ci, l'inondation de la Somme était provoquée de façon délibérée par un déversement de la Seine vers le canal Saint Quentin puis le cours de la Somme, dans l'objectif de protéger Paris en sacrifiant les habitants du bassin versant (Sauzey *et al.*, 2001 ; Boudou, 2015). Cette rumeur était, bien sûr, infondée.

Dans les mesures de prévention, cette priorité donnée à la Ville de Paris est déjà sensible. Remarquons ainsi : (1) une connaissance de l'aléa et de ses impacts, en particulier sur les réseaux, plus approfondie au sein du centre parisien. Les travaux en la matière sont généralement entamés et appliqués à l'échelle parisienne, avant d'être généralisés à l'ensemble de la région francilienne. (2) Des mesures de protection structurelles discriminantes, avec un endiguement de plus en plus protecteur à mesure que l'on s'approche du centre parisien (Figure 32). L'élue d'Alfortville interrogé signale ainsi que sa commune, protégée par l'endiguement en cas de crue type 1924, contre 1910 sur le centre parisien, sert de « *champ d'expansion [des crues] de Paris en cas d'inondation* ». Ce qui est exact, d'un point de vue historique et topographique. Avec un dénivelé de seulement six mètres sur un tronçon de 40 km en amont de Paris, de Corbeil-Essonnes à Ivry-sur-Seine, cette zone de rupture de pente a toujours servi de champ d'expansion des crues, jusqu'à son urbanisation massive au cours du XXe siècle. Notons aussi que le choix de la Ville de Paris d'investir dans des protections amovibles, pour compléter et surélever ses digues et murettes, peut avoir des conséquences néfastes sur l'amont comme sur l'aval, avec un transfert spatial du risque : en amont, une élévation du niveau d'eau avec un effet de rétention, en aval, l'augmentation de la vitesse de la lame de crue (Toubin, 2014).

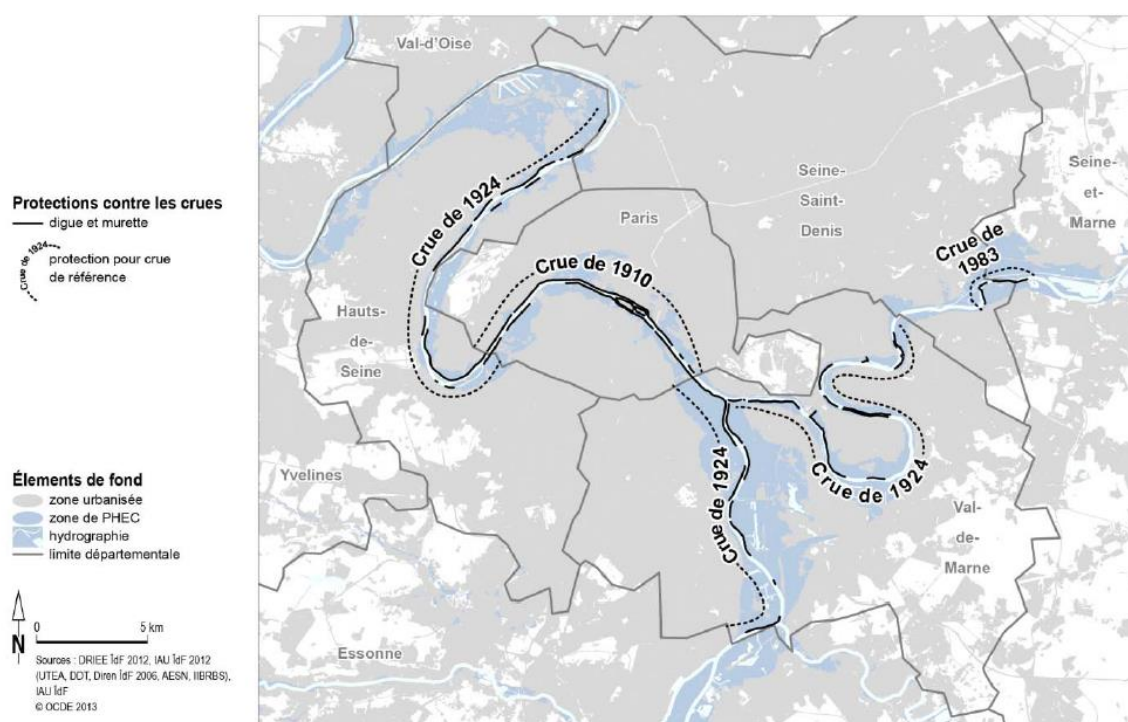


Figure 32. Endiguement en petite couronne francilienne (Source : OCDE, 2014).

totallement abandonnée!" "Le seul pompier qu'on a croisé nous a dit 'Ils veulent protéger Paris en n'empêchant pas l'eau de s'infiltrer.' Et nous alors?", tempête l'habitante, convaincue par les paroles du pompier. » (l'Express, 3 juin 2016).

Pour nuancer ce propos, remarquons toutefois les évolutions du métier de l'EPTB SGL. Cet établissement comprend deux orientations relativement divergentes : (a) d'une part une mission historique de lutte contre l'aléa, avec la gestion des barrages-réservoirs en amont, qui est centrée sur la protection de Paris et de sa petite couronne. D'un point de vue institutionnel, l'EPTB est gouverné et financé par la Ville de Paris et les trois départements de petite couronne ; (b) d'autre part, de nouvelles missions, intégrant un territoire de gestion beaucoup plus large, en grande couronne francilienne notamment, dans le cadre de l'application du PAPI et de la Directive Inondation entre autres.

Si la priorisation des moyens pour la protection des réseaux, des institutions politiques, des grands enjeux économiques, peut être justifiée, le risque toutefois est celui d'un traitement différencié dans la prise en charge des populations. La problématique de l'alerte des populations a par exemple été mise en avant par la municipalité de Juvisy, avec les codes couleurs du SPC (Service de Prévision des Crues), du moins tels qu'ils sont mis en œuvre avant l'expérience de la crue de juin 2016. Ces codes sont calibrés pour le centre de l'agglomération, avec un classement en vigilance rouge quand les digues de Paris et de petite couronne menacent d'être submergées (classement théorique en vigilance rouge à partir d'une hauteur d'eau à Austerlitz comprise entre 6,9m et 7,1m, au niveau du scénario R0.8). Or, les premiers débordements, à Juvisy, ont lieu dès le scénario R0.6 (soit un niveau d'alerte compris entre la vigilance jaune et la vigilance orange). Remarquons ainsi que, pendant la crue de juin 2016, en Essonne et sur l'ensemble de la région francilienne, le niveau n'a jamais dépassé celui de la vigilance orange – à l'exception du sous-bassin du Loing, qui a atteint, fort logiquement, la vigilance rouge, mais trop tard peut-être, comme l'observe la maire de Nemours *a posteriori*¹¹⁴.

Ce problème d'alerte est à mettre en relation avec les scénarios de crue sur lesquels travaille la zone de défense, des scénarios majorants, à l'instar de ceux qui ont été retenus pour nos propres travaux (scénario R1 et au-delà) : les scénarios mineurs, qui sont certes en partie cartographiés, intéressent peu les échelons régionaux et nationaux dans le processus de planification, car ils ont un impact faible à cette échelle d'analyse, et sur le cœur de l'agglomération parisienne. Ce qui ne signifie pas pour autant que ces scénarios n'affectent pas de façon substantielle certaines communes de banlieue, comme l'a encore illustré la crue de juin 2016, voire même des crues de plus petite ampleur encore : la commune de Villeneuve-Saint-Georges a, de la sorte, été localement affectée par des inondations en mai 2015 à la confluence Seine-Yerres. Ces inondations ont surpris jusqu'aux services de l'Etat : l'alerte préfectorale a de fait été donnée à retardement, alors que la commune était déjà au courant de l'arrivée de la crue par le syndicat de rivière de l'Yerres (SYAGE).

Si la priorisation du territoire se pose d'abord à l'échelle de la région francilienne, avec des arbitrages à venir entre le centre parisien et sa banlieue, entre autres enjeux, la problématique se pose aussi à une échelle plus locale : à l'échelle de chaque département bien sûr, où le préfet doit répartir les moyens de l'Etat selon les besoins des territoires ; à l'échelle également des municipalités mêmes. Ainsi, lors de l'exercice Sequana, la commune de Clichy-la-Garenne a mené un travail sur la problématique de la distribution d'eau par le SEDIF. Le SEDIF (Syndicat des Eaux d'Ile-de-France) est un syndicat intercommunal gérant la distribution et l'approvisionnement de l'eau par délégation de service public (Veolia en est l'exploitant), et

¹¹⁴ Propos de la maire de Nemours rapportés lors d'un séminaire dédié aux retours d'expérience de Sequana et de la crue de juin – notes de S. Gueben-Vernière et de J. Fayeton (projet EURIDICE).

non en régie (comme c'est le cas au sein de la Ville de Paris avec Eau de Paris). Pendant l'exercice, un scénario est élaboré pour simuler une rupture d'approvisionnement partielle en eau potable, avec un exploitant qui n'est plus en mesure d'alimenter l'ensemble de la commune en eau potable : il faut donc prioriser les besoins, en déterminant cinq points stratégiques où mettre en place des déviations (des cols de cygne) afin d'alimenter en eau potable les quartiers non évacués.

3.2.3.2 Approches multi-scalaires de la solidarité territoriale

La question des priorités géographiques conduit à aborder bien sûr celle de la solidarité territoriale : les territoires sinistrés doivent pouvoir compter sur l'aide des territoires non sinistrés. Cette solidarité s'exprime pour différentes thématiques de gestion de crise : dans la redistribution des flux des réseaux entre départements d'abord, dans les renforts humains, logistiques, financiers. Pour donner un exemple parmi d'autres, la DRIEE travaille ainsi sur une méthode de re-répartition des flux de déchets entre sites de traitement : considérant que les installations en petite couronne parisienne sont affectées par l'inondation, donc non fonctionnelles, les flux de déchets sont détournés vers les installations de grande couronne (fonctionnelles), tandis que les flux de grande couronne sont détournés vers des installations hors région.

Cette solidarité est certes coordonnée en premier lieu par l'Etat, par le biais de la zone de défense qui répartit les moyens entre les départements franciliens, et demande des renforts extra-zonaux auprès de l'échelon interministériel ; ce dernier fait appel aux moyens des autres zones de défense, et relaie les demandes zonales pour obtenir des moyens de l'Union Européenne. Mais des solidarités parallèles se mettent aussi en place, par exemple par le biais des associations de sécurité, en particulier la Croix-Rouge française et le Secours Populaire, qui disposent de moyens très importants, sur lesquels compte la Préfecture de Police, mais qui sont surtout en mesure de mobiliser leurs réseaux internationaux pour ramener des renforts humains et logistiques très conséquents sur une période de temps réduite. La Croix-Rouge française peut mobiliser ses partenaires espagnols, allemands, italiens, qui sont désireux de venir en renfort, du fait qu'il s'agit de moyens qui sont sous-exploités au quotidien, du fait de l'absence de besoins majeurs sur le continent européen.

La solidarité semble toutefois prendre tout son sens, aux yeux de nombreux acteurs, dans l'hébergement d'urgence, qui semble cristalliser la gestion de crise en cas d'inondation majeure. La solidarité à ce titre peut jouer à différentes échelles :

- A l'échelle individuelle : le cas a déjà été évoqué avec l'hébergement des personnes sinistrées chez des proches. Cette solidarité individuelle, spontanée, non organisée par les autorités, recouvre l'essentiel des hébergements : pour rappel, l'état de l'art a mis en évidence un taux d'auto-hébergement moyen de 95%, dont une majeure partie chez des amis et des proches.
- A l'échelle communale : au-delà de l'échelle individuelle, l'échelle de la solidarité s'exprime aussi au niveau communal – dans la mesure où c'est le maire qui est en charge de la gestion de crise en lien avec le préfet de département. Les populations sinistrées s'adressent d'abord à leur municipalité en cas de problème, et c'est cette dernière qui fournit l'hébergement d'urgence, du moins dans les premières heures, et premiers jours de l'inondation, en ouvrant au public des gymnases, des écoles, en trouvant des places en logement social.

- A l'échelle intercommunale et régionale : les populations des communes sinistrées, en fond de vallée, peuvent aller trouver refuge au sein des communes situées sur les plateaux franciliens. Cette idée a été évoquée à diverses reprises, y compris au sein de la zone de défense : de fait, une telle solidarité doit s'appuyer sur une autorité supra-communale pour l'organiser, la Préfecture de Police en premier lieu, les préfectures de département si besoin. Ainsi, le SIDPC de l'Essonne a entamé une réflexion sur la création de secteurs d'hébergement à l'échelle du département. Trois secteurs ont été identifiés : un secteur en rive droite de la Seine, un secteur en rive gauche amont (Corbeil-Essonne, Evry), un secteur en rive gauche aval. L'objectif est ici de limiter les temps de déplacement et d'assurer la traçabilité des populations prises en charge. Associées à cette notion de secteur d'hébergement, il y a les « zones de regroupement et d'orientation » (signalées au sein de la DSI de l'Essonne, mais aussi de la zone de défense) : au sein de ces zones de regroupement, les populations sont accueillies puis redistribuées dans un secteur d'hébergement, avec une double prise en charge par les autorités préfectorales et municipales. Cette solidarité a l'avantage de pallier l'incapacité des municipalités les plus affectées à assurer la mission d'hébergement, et de relever d'une forme de proximité relative. Cette dernière permet de limiter les inconvénients de l'évacuation massive, en particulier dans la rupture du milieu de vie quotidien : les personnes évacuées demeurent non loin de leur logement d'origine, sont donc en mesure de rentrer rapidement chez elles une fois la crise passée, mais surtout peuvent continuer à aller travailler. Cette proximité relative permet donc de concilier les nécessités de l'évacuation avec le besoin d'assurer la continuité de la vie économique.
- Les établissements intercommunaux pourraient également représenter une échelle de supervision pertinente, comme le préconise le PAPI (action 3.2). Ils n'ont cependant, en pratique, pas de compétences en gestion de crise : les Plans Intercommunaux de Sauvegarde demeurent ainsi une exception à l'échelle nationale. De même, la carte intercommunale, en région francilienne particulièrement, apparaît peu adaptée (pour le risque inondation comme pour d'autres domaines). Ainsi, la municipalité de Draveil a mis en doute l'intérêt d'une coopération intercommunale sur le risque inondation, précisément du fait d'un découpage administratif peu pertinent : Draveil est en effet membre de la Communauté d'Agglomération « Val d'Yerres Val de Seine », comprenant des communes riveraines en rive droite de la Seine (Vigneux sur Seine) mais surtout les communes du val d'Yerres (Crosne, Montgeron, Boussy-Saint-Antoine, Yerres, etc.) Il se trouve que Draveil n'a que peu de liens avec ces dernières, tandis que, dans ses flux de transport, elle est en grande partie tournée vers les communes de l'autre rive (Juvisy-sur-Orge par exemple, membre de la Métropole du Grand Paris), et plus loin vers le pôle d'activité d'Orly-Rungis. Or, non organisée, cette solidarité intercommunale risque de provoquer une inéquité territoriale, en favorisant les premiers demandeurs au détriment des derniers affectés.
- A l'échelle nationale : l'intérêt d'une solidarité assurée à l'échelle nationale, avec l'orientation de populations évacuées vers des grandes villes situées hors de la région francilienne, semble enfin monter en puissance chez divers acteurs franciliens. L'hypothèse d'une solidarité nationale vise à répondre à l'ampleur de la catastrophe et à l'incapacité présumée de la seule région francilienne à prendre en charge les effectifs de populations évacuées. A ce titre, la Préfecture de Police commence à envisager une hypothétique répartition nationale des populations évacuées, à la lumière des acquis de

l'exercice Sequana (Masson-Planchon et Reghezza-Zitt, 2017) : le SGZDS a ainsi contacté le SGDSN, la DGSCGC et le ministère de la Défense en janvier 2017 pour insister sur le besoin d'une réflexion sur l'évacuation et le déplacement des populations pilotée au niveau national. Le plan national de déplacement massif des populations, préparé par le SGDSN, devrait être à ce titre révisé prochainement.

Au vu des résultats issus de notre méthodologie, l'hypothèse d'une répartition nationale des populations nous paraît cependant non nécessaire ; celle d'une répartition intercommunale et régionale préférable en tous points. Deux raisons principales peuvent être avancées : d'une part, les besoins en hébergement d'urgence assurés par la collectivité apparaissent relativement modérés du fait des dynamiques d'auto-hébergement (120 000 personnes pour un scénario R1 ; 200 000 personnes pour un scénario R1.15). Une région de 12 millions d'habitants est en capacité de mettre à disposition les moyens en hébergement pour 200 000 personnes sur plusieurs semaines. Bien sûr, ces besoins sont soumis à de très fortes incertitudes (qu'en est-il s'il ne faut pas héberger 200 000 mais un million d'habitants ?), dont il faut tenir compte, et le chapitre 4 mettra en évidence les besoins bien supérieurs de relogements lors de la reconstruction. D'autre part, et c'est là le point crucial, le territoire francilien a besoin d'une forme de continuité dans la vie socioéconomique pour assurer son redémarrage rapide. Cette continuité ne peut être assurée si les populations sont dispersées hors de la région. D'autres raisons peuvent être citées, notamment d'ordre pratique, sur la faisabilité d'une telle répartition des populations, et aussi d'ordre politico-social, relativement à l'acceptabilité par les municipalités de province de faire preuve d'une solidarité, sur plusieurs semaines sinon plusieurs mois, au profit de la toute riche et puissante capitale parisienne. Notons que c'est l'hypothèse d'une répartition nationale à grande échelle qui est ici questionnée : ponctuellement, et en particulier pour les populations fragiles, comme les populations médicalisées, le besoin d'un déplacement hors région apparaît sous certaines conditions indispensable.

3.3 CONTINUITE D'ACTIVITE ET GESTION DES RESSOURCES HUMAINES : CAS D'ETUDE DEPARTEMENTAL (ESSONNE)

La hiérarchisation des priorités – priorités sociales, priorités géographiques – est chose indispensable, du fait de l'amputation par l'impact de la crue des moyens de secours et de gestion de crise. C'est même l'une des spécificités de la crue francilienne, qui en fait une véritable catastrophe pour reprendre la terminologie de Quarantelli ; l'autre spécificité tient dans la durée de crise, qui risque d'épuiser les acteurs de la gestion de crise. L'étude de cas du département de l'Essonne est à ce titre riche en enseignements. Elle permet d'interroger la capacité d'un département, une collectivité qui a une orientation sociale, dans ses compétences, de prise en charge des populations en difficulté (à divers titres, des populations vulnérables), à assurer la continuité de ses activités, en cas d'inondation majeure. Or, dans un tel contexte, comment le département peut-il assurer ses missions auprès des personnes vulnérables, exposant au risque inondation, tout à la fois son propre personnel, ses établissements, mais aussi les personnes fragiles dont il a la charge ?

3.3.1 Contexte géographique et organisationnel

3.3.1.1 Contexte géographique et cinétique en Essonne

Le département de l'Essonne est un département situé au sud de la région francilienne ; il accueille notamment la banlieue sud de l'agglomération parisienne, autour des villes de Corbeil-Essonnes et d'Evry (ville nouvelle). C'est un département qui connaît une urbanisation importante, avec une densification du bâti y compris en zone inondable, et donc une augmentation de l'exposition des populations aux crues. Un acteur de la DDT évoque à ce titre une « *val-de-marnisation* » de l'Essonne, en référence à l'urbanisation du lit majeur de la Seine en Val-de-Marne.

La Seine s'écoule dans le nord-est du département. En ne considérant que la crue de la Seine, le risque inondation est donc strictement localisé, sur deux zones fortement urbanisées : autour de Corbeil-Essonnes en amont, dans la boucle de Juvisy-Draveil en aval (Figure 33). Sur une population d'1,2 millions de personnes, 70 000 personnes¹¹⁵ sont dans l'enveloppe du scénario R1,15, soit moins de 6% du total départemental. Ce risque localisé ne doit cependant pas occulter l'exposition du département à des crues de relative forte fréquence, du fait d'un faible endiguement, ce qui le distingue des départements de petite couronne : en effet, 4 000 personnes sont comprises dans l'enveloppe du scénario R0,7, 14 000 dans celle du scénario R0,8, 45 000 dans celle du scénario R0,9 (soit plus que Paris ou les Hauts-de-Seine pour un scénario identique par exemple). De même, le département est exposé au risque de rupture électrique : 45 000 pour un scénario R0,7, 120 000 pour un scénario R0,9, 233 000 pour un scénario R1,15.

¹¹⁵ Ce décompte n'intègre que les populations vivant à domicile.

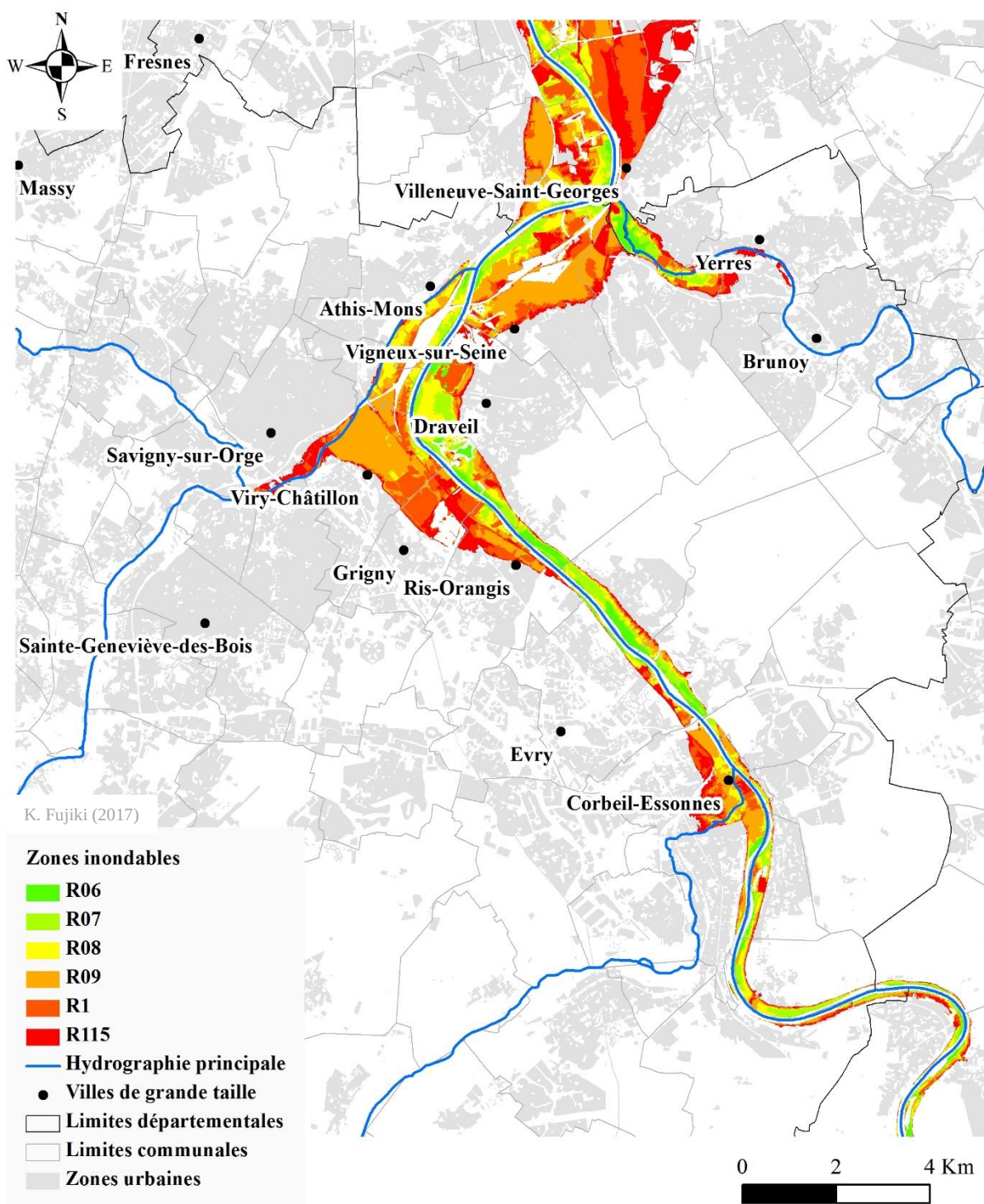


Figure 33. Exposition du département de l'Essonne, en val de Seine, au risque inondation (Données : DRIEE, IGN, SGZDS).

3.3.1.2 Organisation du conseil départemental et action sociale

Le conseil départemental est une collectivité décentralisée, dont l'une des vocations principales est l'action sociale. Les réformes successives de la décentralisation ont en effet permis le transfert de cette compétence, des services de l'Etat (les anciennes DDASS – Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales) vers le département. L'action sociale représente aujourd'hui une compétence obligatoire du département, renforcée encore par la loi

NOTRe (loi portant sur la nouvelle organisation territoriale de la République). L'action sociale se distingue de l'aide sociale : l'action sociale comprend les actions prises pour assurer la solidarité sociale et territoriale, notamment par une assistance aux personnes en difficulté ; elle intègre des aides sociales, qui sont des prestations en argent ou en nature versées à ces personnes.

Au sein de l'Essonne, la politique sociale représente 60% du budget du département (en 2015)¹¹⁶. Elle est menée par la DGAS (Direction Générale Adjointe des Solidarités), qui représente un tiers du personnel départemental. La DGAS à l'échelle départementale est l'équivalent des CCAS à l'échelle des municipalités : CCAS et département ont donc tous deux en charge les personnes en difficulté ; les actions doublons sont évitées par une répartition entre institutions des personnes à prendre à charge, par le biais de protocoles d'accord entre CCAS et MDS (Maison Départementale des Solidarités) par exemple. Notons que les CCAS priorisent généralement les personnes âgées, les personnes sans enfant, tandis que les MDS priorisent d'abord les familles avec enfants.

La DGAS comprend cinq directions aux compétences diverses¹¹⁷, chacune impliquant une responsabilité spécifique en cas d'inondation.

- La DPMI (Direction de la Protection Maternelle et Infantile et de la santé), qui s'adresse aux femmes enceintes et aux enfants de moins de six ans. Elle comprend des CPMI (Centre de Protection Maternelle et Infantile), permettant l'accueil de ces publics. C'est aussi la DPMI qui se charge d'accorder les agréments aux crèches. Face au risque inondation, le rôle du conseil départemental est surtout un rôle d'information préventive en direction des CPMI, des crèches, des haltes-garderies.
- La DIE (Direction de l'Insertion et de l'Emploi), qui gère le versement du RSA en coordination avec la CAF. Si les agents de la DIE ne sont pas affectés directement par l'inondation sur leur lieu de travail, car basés à l'hôtel du département (hors zone d'impact, à Evry), les populations ciblées peuvent être en revanche affectées. Or, il s'agit de populations à faibles revenus, qui peuvent avoir du mal à se remettre d'une catastrophe. La question de la capacité de reconstruction des populations les plus pauvres sera soulevée au sein du chapitre 4.
- La DPPE (Direction de la Prévention et de la Protection de l'Enfance), qui concerne l'enfance en danger ou en risque de danger, par négligence éducative par exemple. Sont ici impliqués les établissements accueillant des enfants (comme les MECS – Maisons d'Enfants à Caractère Social) et les familles d'accueil. Ces établissements ne sont pas gérés par le conseil départemental : le département est toutefois responsable, dans la mesure où la garde des enfants est assurée par des associations par délégation de service public. Soulignons ici qu'il s'agit d'une responsabilité pénale, pour le président du conseil. Face au risque inondation, il faut pouvoir localiser ces établissements, qui doivent chacun avoir un site de repli ; il faut aussi pouvoir localiser les enfants, s'ils ont été déplacés, et vérifier qu'ils sont bien relogés. Remarquons ici que la DPPE est bien préparée à la gestion de l'urgence, car c'est partie intégrante de son quotidien. Or, comme l'observe un acteur interrogé du Secrétariat Général du conseil départemental, cette culture de l'urgence peut avoir des effets pervers face au risque inondation : la

¹¹⁶ Notons ici que les commentaires qui suivent s'appliquent à la situation du département à l'été 2015.

¹¹⁷ <http://www.essonne.fr/fileadmin/solidarites/enfance/DPPE/RDAS.pdf>

DPPE n'a en effet pas conscience, d'après cet acteur, des spécificités du risque inondation, de sa cinétique. Il ne s'agit pas d'une urgence comme les autres. La DPPE, considérant qu'elle a cette culture de l'urgence, peut être amenée à penser qu'elle est en capacité d'agir à la fois dans l'autonomie et dans l'improvisation, ce qui peut avoir des conséquences délétères dans la préparation et la planification de la gestion de crise, mais aussi de la continuité d'activité de la direction. Notons ainsi le refus de la DPPE de transmettre les données demandées lors d'un exercice de simulation de crue de l'Yerres en 2014.

- La DDS (Direction du Développement Social), qui gère les MDS et les CDPS (Centre Départemental de Prévention et de Santé). Les MDS regroupent le personnel administratif, médical et social qui accueille et accompagne les personnes en difficulté au titre de l'action sociale : sont donc regroupés au sein des MDS des agents de la DPPI, de la DPPE, de la DIE ; elles peuvent aussi accueillir des associations locales, voire des CCAS. Du point de vue du risque inondation, les MDS apparaissent des sites d'une grande importance tactique pour le département, du fait qu'ils peuvent servir à accueillir les populations sinistrées en situation de catastrophe, avec la présence d'équipements sanitaires adéquats et de cuisines. L'enjeu, pour les MDS, est donc d'accueillir ces populations tout en maintenant son activité quotidienne de suivi des populations en difficulté, alors même que plusieurs de ces établissements sont, en Essonne, exposés au risque de submersion ou de rupture électrique.
- La DA (Direction de l'Autonomie), qui cible deux publics particulièrement sensibles : les personnes âgées et les personnes handicapées. Concernant les personnes âgées, il n'y a pas de critère d'âge inconditionnel dans l'action sociale : sont prises en charge les personnes âgées selon leur autonomie et leur environnement (familial, physico-géographique). Les personnes concernées par l'action du département peuvent être en établissement ou à domicile. En établissement, il s'agit des EHPAD, des foyers logements, des résidences : si le conseil départemental ne gère pas lui-même la plupart de ces établissements, il est toutefois responsable de ces derniers, notamment dans son rôle d'agrément des EHPAD (assuré conjointement avec l'ARS). Face aux personnes à domicile, le rôle du département est essentiellement financier : il s'agit de verser l'APA (qui peut aussi être versée aux personnes âgées en établissement). Concernant les personnes handicapées, le département veille à l'habilitation et à la tarification des établissements qui accueillent des adultes (l'ARS s'occupe des établissements qui accueillent des enfants) ; il veille aussi au versement de la PCH. Le rôle du département, face aux populations âgées ou handicapées en situation d'inondation, est de veiller à leur prise en charge, par les établissements responsables ou/et par leurs familles.

3.3.1.3 Exposition des populations suivies par le conseil départemental : étude synthétique

En cas d'inondation majeure, les populations que le département a sous sa responsabilité sont bien sûr exposées. A titre d'illustration, est présentée ici une étude de l'exposition des personnes bénéficiant de la PCH ou de l'APA à domicile, sous la responsabilité de la Direction de l'Autonomie.

D'un point de vue méthodologique, l'étude de l'exposition des populations se fonde sur des principes simples :

- (1) La géolocalisation des personnes bénéficiant de la PCH ou de l'APA, après correction et nettoyage des adresses anonymisées disponibles au sein des tables de données recueillies.
- (2) Le croisement des adresses géolocalisées avec les données relatives aux variables de l'aléa (hauteur d'eau, fragilité électrique, fragilité du réseau AEP).

A la lecture du Tableau 25, sur les 3470 bénéficiaires de l'APA ou de la PCH, un nombre significatif d'entre eux est exposé au risque inondation, directement par submersion, ou de façon induite par la rupture des réseaux. Certes, les populations en zone inondable sont relativement peu nombreuses à l'échelle du département (202 pour le scénario R1, 241 pour le scénario R1.15). Toutefois, celles exposées au double risque de submersion ou de rupture de réseaux est bien plus élevé (plus de 500 pour le scénario R1, plus de 1000 pour le scénario R1.15). Or, ces populations, lourdement handicapées ou dépendantes, sont particulièrement sensibles au risque de rupture des réseaux : pour celles-ci, la problématique du maintien en vie dégradée est exclue, sauf à risquer leur vie ! Il faut ici observer un effet de seuil étonnamment sensible, entre les deux scénarios d'étude, puisque le nombre de bénéficiaires exposés double à cette occasion.

<i>Nombre total de bénéficiaires : 3470</i>	Scénario R1		Scénario R1.15	
	Nombre	%	Nombre	%
Bénéficiaires APA-PCH exposés au seul risque de submersion	202	5,8%	241	6,9%
Bénéficiaires APA-PCH exposés au risque de submersion et de rupture de réseaux	506	14,6%	1046	30,1%

Tableau 25. Exposition des populations bénéficiaires de l'APA à domicile ou de la PCH, sous la responsabilité du CD-91 (Données : CD-91, DRIEE, SGZDS).

La cartographie des populations suivies par le conseil départemental, disponible en Figure 34, permet de donner des clés d'explication géographiques aux chiffres avancés. Observons la concentration des populations suivies dans le nord urbanisé du département, d'une part le long de la vallée de l'Yerres, d'autre part dans la vallée de la Seine. La boucle de la Seine, en amont de la confluence avec l'Yerres et avec l'Orge, est particulièrement exposée. Les deux rives sont sensibles au risque. En rive droite, la commune de Vigneux concentre les populations vulnérables. En rive gauche, plus sensible encore au risque, de nombreuses personnes sont exposées à une rupture du réseau électrique en cas d'inondation majeure, au sein et en amont des communes de Juvisy-sur-Orge et de Viry-Châtillon.

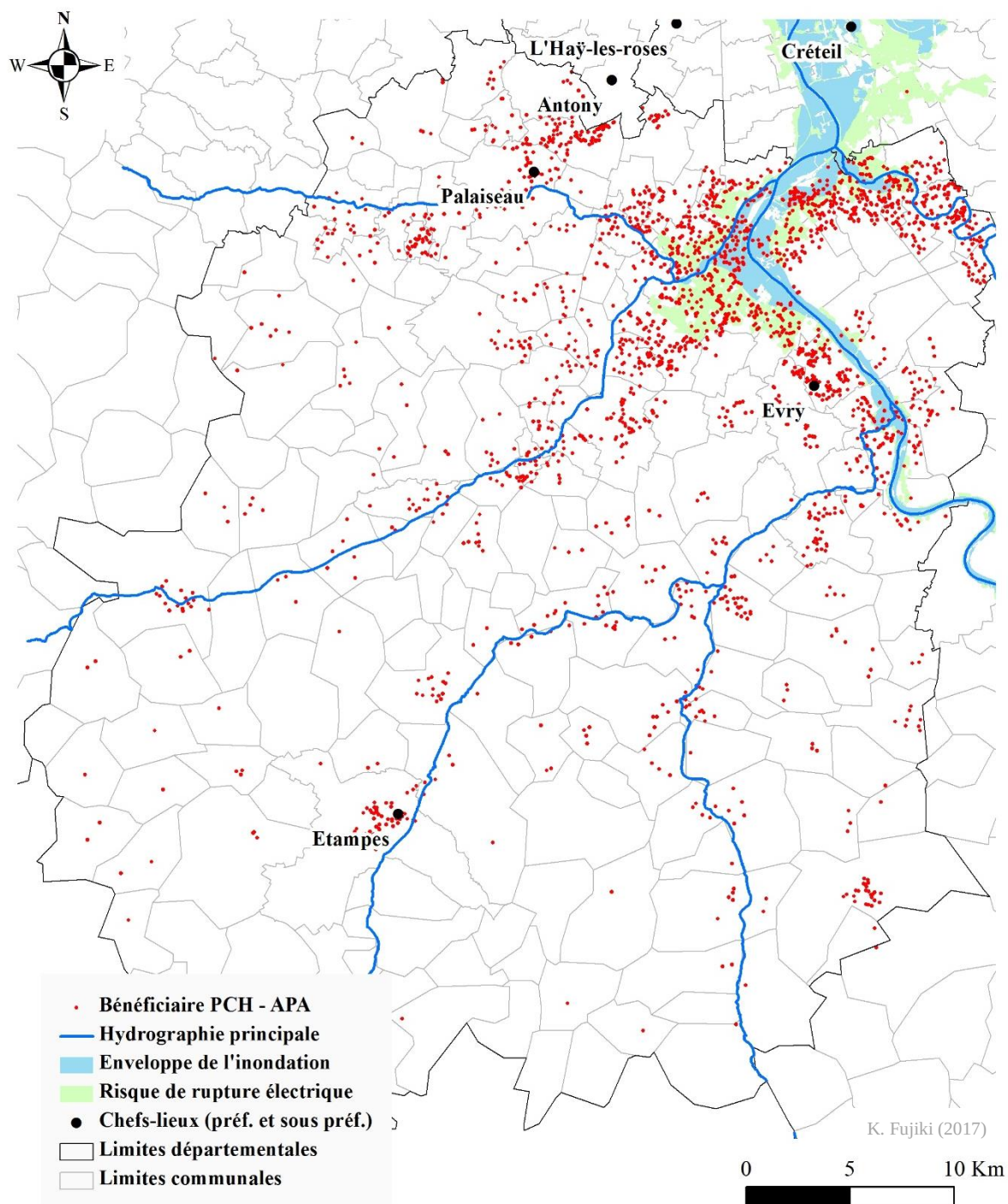


Figure 34. Cartographie de l'exposition des bénéficiaires de la PCH ou de l'APA à domicile, sous la responsabilité du CD-91 (Données : CD-91, DRIEE, IGN, SGZDS).

Pour conclure sur cette courte étude, les personnes en zone inondable sont certes peu nombreuses, toutefois le nombre de personnes suivies par le conseil départemental, en zone de rupture de réseaux, dans la boucle de la Seine notamment, est très élevé. Or, il s'agit de populations fragiles, nécessitant une prise en charge spécialisée, voire médicalisée, difficile à mettre en œuvre dans le contexte d'une inondation majeure. Il est donc indispensable, pour le conseil départemental, d'être capable de mettre en œuvre une continuité d'activité efficace pour faire face à ces besoins.

3.3.2 Exposition des ressources humaines

L'exposition des personnes à la charge du conseil départemental étant estimée, les besoins en la matière sont donc connus : il faut désormais s'interroger sur les moyens que peut mettre à disposition le conseil départemental, non seulement pour répondre à ces nécessités immédiates, mais plus largement pour mener à bien ses missions au quotidien. En d'autres termes, il faut ici analyser la continuité d'activité du conseil départemental, analyse menée sous le prisme de l'exposition de son personnel.

3.3.2.1 *Observations générales sur la continuité d'activité et l'exposition des employés*

Avant d'esquisser l'étude sur l'exposition des ressources humaines du conseil départemental, il est utile de tirer quelques grands traits sur les enjeux de la continuité d'activité des organisations, des acteurs publics en particulier, à l'échelle régionale, au regard de l'exposition de leurs salariés face à l'occurrence de l'inondation. Ces problématiques sont cruciales du fait qu'elles ont des conséquences potentielles lourdes sur la capacité de prise en charge des populations par les organisations.

3.3.2.1.1 Principes généraux de la continuité d'activité

La continuité d'activité consiste pour une organisation à assurer tout ou partie de ses fonctions malgré l'occurrence d'un événement dommageable, en identifiant au besoin des missions prioritaires et des ressources indispensables. La capacité d'une organisation à assurer tout ou partie de ses fonctions est conditionnée par de multiples facteurs : l'exposition de ses établissements face à l'inondation et à ses conséquences sur les réseaux, l'exposition de ses fournisseurs, clients ou usagers dans le cas de services publics. Mais le facteur certainement le plus crucial tient dans la disponibilité de ses employés. Or, ces derniers ont leurs propres contraintes, obligations, intérêts, notamment dans la sphère familiale (notion de « *family first* », tirée des expériences américaines). Ils sont également exposés au risque inondation, de façon directe ou indirecte. Un sapeur-pompier, un fonctionnaire de police, un agent municipal, peut être inondé dans son propre logement ; avoir l'école de son enfant fermée du fait de l'inondation ; assister à la fermeture des transports en communs utilisés quotidiennement. Ces salariés sont enfin exposés par la propre vulnérabilité de leur employeur, en particulier dans la capacité de ce dernier, logistique et financière, à verser les salaires.

Les organisations travaillant sur la continuité d'activité s'attendent donc à un taux d'absence des salariés relativement élevé. Radio France donne ainsi un taux d'absence estimé à 70% lors d'un retour d'expérience dédié à l'exercice Sequana. Nombre d'organisations, administrations et collectivités notamment, mettent toutefois en exergue les difficultés relatives aux estimations de ces taux d'absence, du fait des incertitudes relatives à la connaissance de l'aléa et de ses impacts déjà relevées. Certaines communes, par exemple la Ville de Paris, préfèrent éviter de travailler sur la continuité d'activité à partir d'un recensement des moyens disponibles, induits donc par le taux d'absence anticipé. Certes, des taux d'absence ont été envisagés – 30%, 40% d'un personnel très exposé aux ruptures dans les réseaux de transport, du fait qu'une majorité de celui-ci vit hors de la municipalité¹¹⁸. Mais ces chiffres sont considérés comme trop incertains par le service de gestion de crise pour faire l'objet d'une réflexion approfondie. A

¹¹⁸ De façon schématisée et simplifiée, 1/3 du personnel vit au sein de la Ville de Paris, 1/3 en petite couronne parisienne, 1/3 en grande couronne francilienne.

l'inverse, le choix a donc été fait de travailler sur les objectifs : en identifiant des missions essentielles à remplir, en édifiant un maillage territorial d'équipements municipaux à maintenir en activité. A partir de ces objectifs, l'intérêt est d'identifier un effectif nécessaire *a minima* pour assurer ces missions et ce maillage.

La continuité d'activité est donc, surtout, une question salariale. Diverses stratégies existent pour pallier l'indisponibilité des salariés d'une organisation : création de sites de replis, mise en place de procédures de télétravail. A titre d'exemple, l'EPTB a son siège social en zone inondable. Son PCA prévoit un site de repli d'urgence en région francilienne, le temps de la crue : une convention a été signée à ce titre prévoyant un site de repli de deux mois. Toutefois, considérant que le temps de retour à la normale au siège social est estimé à neuf mois, il faut pouvoir trouver une solution alternative : une solution consiste donc à déplacer les activités du siège à Troyes, où l'EPTB a acquis il y a peu un bâtiment, ou en Haute-Marne, au plus près des barrages-réservoirs. En la matière, il est inenvisageable pour l'ensemble des salariés du siège d'aller sur l'un de ces deux sites, ce qui implique l'organisation de procédures de télétravail.

Les organisations, services de l'Etat et des collectivités en tête, sont donc amenées à demander à leur personnel un effort individuel et collectif face à l'occurrence de la crise. Pour ce faire, il faut pouvoir arbitrer entre des mesures autoritaires, de réquisition de personnels, et des processus de négociations, avec les syndicats, délégués du personnel et les salariés eux-mêmes. Or, il faut remarquer, d'une part que ces négociations n'ont pas lieu en amont de la crise ; d'autre part que les dispositions réglementaires sur les réquisitions de personnels sont mal maîtrisées. Beaucoup d'acteurs franciliens ne savent pas s'ils peuvent réquisitionner ou faire réquisitionner leur personnel, ni selon quelles modalités¹¹⁹.

Les acteurs franciliens mettent au contraire en avant l'inadaptation de la réglementation existante en cas de crise majeure et, pour certains, se méfient des réactions des salariés, méfiance sans doute mal placée comme nous le verrons plus loin. Un exemple régional, parmi d'autres, d'un événement mineur de gestion de crise a été avancé pour illustrer ce propos : en mars 2011, des chutes de neige retardent l'arrivée de passagers aux Aéroports de Paris, jusque tard dans la nuit (arrivées vers 3h du matin). La Préfecture de Police se tourne alors vers la RATP pour transporter les passagers vers le centre-ville. Toutefois, elle se heurte à un refus, justifié par le besoin d'avoir des négociations préalables avec les syndicats pour mobiliser du personnel pour la nuit, négociations qui ne peuvent avoir lieu en urgence. La réquisition du personnel est une alternative rejetée, du fait des représailles qu'elle supposerait entraîner, de la part des syndicats, *a posteriori*. La Préfecture de Police préfère donc, *in fine*, se tourner vers le secteur privé – les taxis parisiens.

De façon empirique toutefois, les retours d'expérience montrent, dans le secteur public en particulier, un investissement particulièrement important des employés en cas de crise. Les inondations du Gard en 2002 ont illustré, au sein de la ville d'Alès sinistrée, le fort

¹¹⁹ Pour rappel, l'Etat, représenté par son préfet, peut procéder à la réquisition des moyens et personnes nécessaires aux secours (Trémour et Lanczner, 2006) : « *En cas d'urgence, lorsque l'atteinte constatée ou prévisible au bon ordre, à la salubrité, à la tranquillité et à la sécurité publiques l'exige et que les moyens dont dispose le préfet ne permettent plus de poursuivre les objectifs pour lesquels il détient des pouvoirs de police, celui-ci peut, par arrêté motivé, pour toutes les communes du département ou plusieurs ou une seule d'entre elles, réquisitionner tout bien ou service, requérir toute personne nécessaire au fonctionnement de ce service ou à l'usage de ce bien et prescrire toute mesure utile jusqu'à ce que l'atteinte à l'ordre public ait pris fin ou que les conditions de son maintien soient assurées.* » (Art. L2215-1 du CGCT).

investissement des agents communaux, certains assurant des missions sans lien avec le métier exercé au quotidien (Trémeur et Lancznar, 2006). La crue de juin 2016 a de la même façon illustré la forte mobilisation du personnel, mais aussi des élus, dans la gestion de crise. Comme l'observe la référente PCS de Juvisy-sur-Orge, « *tout le monde s'est mobilisé* », sentiment partagé par d'autres acteurs interrogés. A Melun par exemple, une responsable interviewée signale qu'il n'y a pas eu de problème d'absentéisme pendant la crue, malgré le fait que les agents aient été affectés dans leur propre logement. En dépit de l'absence d'un dispositif communal, les agents se sont par exemple débrouillés pour trouver des solutions alternatives de garde des enfants. Au sein du conseil départemental de l'Essonne, la même remarque a été faite, un acteur du service prévision et gestion de crise observant le « *civisme* » du personnel dans un contexte difficile, avec un absentéisme *in fine* faible (seules les agents en zone inondable ont dû s'absenter, posant à ce titre des jours de congé). Pour nuancer ce propos, il faut toutefois remarquer le rôle que peuvent avoir les conflits sociaux dans la gestion de crise : ainsi, des grèves dans plusieurs organisations clés ont eu lieu pendant la crue de juin 2016, à la SNCF ou au SYCTOM¹²⁰ par exemple.

3.3.2.1.2 Limites et contraintes dans la capacité d'une organisation à assurer la continuité d'activité

Plusieurs facteurs peuvent toutefois compromettre la capacité d'une organisation à assurer sa continuité d'activité – et plus globalement sa capacité à fonctionner en mode de gestion de crise.

A l'instar de la problématique du maintien en vie dégradée, la continuité d'activité est, par nature, contradictoire avec la stratégie zonale d'auto-évacuation. Elle est contradictoire à deux titres : d'une part, du point de vue de la communication à destination des populations, d'autre part, d'un point de vue logistique, dans la mise à disposition de lieux d'hébergements d'urgence :

- Concernant la communication, il faut en effet concilier des messages comportementaux globaux visant à l'évacuation massive des populations, et des messages spécifiques à destination des personnels indispensables à la continuité d'activité des organisations qui apparaissent indispensables du point de vue de l'Etat (services publics, opérateurs de réseaux).
- Concernant la question logistique, il faut pouvoir assurer l'hébergement des personnes venues de province vers la région francilienne, en renfort de gestion de crise. L'opérateur ENEDIS estime ainsi qu'il lui faut amener en renfort 500 à 1000 personnes sur la région francilienne, et s'interroge sur les modalités de transport, d'hébergement et de ravitaillement de ces personnes. Lors des inondations de l'Elbe en Allemagne en 2002, le manque d'expérience dans les opérations de secours à large échelle a pesé dans la capacité des autorités à ravitailler et héberger les volontaires (Plate, 2011). La même interrogation se pose sur la cohabitation des usages de sites et d'établissements – pouvant servir à la fois de base opérationnelle ou décisionnelle de gestion de crise, servir de lieu d'hébergement ou servir à assurer la continuité d'activité de l'organisation. Se pose par exemple la coexistence incertaine d'une stratégie de continuité d'activité d'un service public central, celui de l'Education Nationale, et des besoins en hébergement

¹²⁰ Agence métropolitaine des déchets ménagers. Anciennement : Syndicat Intercommunal de Traitement des Déchets Ménagers.

d'urgence : une école servant à héberger des personnes sinistrées ne peut continuer à accueillir des élèves !

Un autre facteur est à signaler dans la difficulté à planifier et à conduire la continuité d'activité : il s'agit de la gestion des effets de seuil, de l'ampleur qui peut apparaître insurmontable de la crise inondation. De nombreux acteurs semblent penser, qu'au-delà d'un certain seuil de hauteur d'eau, les impacts sont trop importants pour être gérés : « *après [au-delà du seuil de 8,6m à la station du pont d'Austerlitz], de toute façon, c'est la Bérézina* ». Un sentiment d'impuissance, qui transcenderait les efforts de planification en gestion de crise. Le seuil limite de continuité d'activité varie bien sûr selon les acteurs, leur échelle d'action géographique et leur taille : les grands acteurs fixent un seuil plus haut que les plus petits, toutefois rares sont ceux à considérer avec sérieux l'hypothèse d'un scénario R1.15 ou supérieur au scénario R1.15. A l'échelle du département de l'Essonne, c'est le SIDPC même, en se fondant sur les dires du SDIS, qui met en avant l'incapacité de la préfecture à répondre aux besoins en cas d'inondation dépassant la fréquence cinquantennale : au-delà, il faut l'intervention des moyens zonaux. Or, la préfecture ne peut pas anticiper sur la disponibilité de ces derniers, notamment sur les moyens militaires. *A contrario*, elle s'interroge même sur l'hypothèse d'un redéploiement des moyens du département vers la Ville de Paris et la petite couronne afin de parer à la protection de celles-ci.

Une troisième contrainte tient précisément à la durée de la crise. La période comprise dans la gestion de crise, même en ne considérant que la seule durée de l'ensemble crue-décrue, s'étend sur un potentiel de six à huit semaines. Il s'agit d'une durée très rarement vécue par les gestionnaires de crise, à quelques exceptions près comme la crue de la Somme (Sauzey *et al.*, 2001). Or, sur des événements de plus courte durée, fatigue et lassitude des équipes en cellules de crise ou mobilisées sur le terrain, est déjà sensible au bout d'une semaine à une dizaine de jours, selon plusieurs acteurs interrogés. Lors de l'exercice Sequana, la mobilisation des équipes a ainsi été plus faible pendant la seconde semaine que pendant la première, comme le remarque par exemple le SIAAP. Lors de la crue de juin, un agent du conseil départemental de l'Essonne interrogé fait remarquer que la gestion de crise a duré neuf jours, qu'il aurait été possible de tenir physiquement encore quelques jours, mais guère plus : « *au final, on s'en tire bien* ». D'un point de vue réglementaire toutefois, du fait de ressources humaines limitées, le conseil départemental a dépassé les limites de temps de travail pour plusieurs de ses employés : l'agent interrogé observe ainsi qu'il a cumulé plus de 40 heures supplémentaires sur neuf jours, « *on est au-delà du régime dérogatoire, bien au-delà* ». La zone de défense elle-même a connu des difficultés, pendant la crue de juin 2016, pour assurer la continuité de son système d'astreinte, avec l'émergence de certaines tensions au sein du personnel¹²¹.

3.3.2.2 Etude de l'interruption des flux domicile-travail au sein du personnel départemental

3.3.2.2.1 Principes méthodologiques

Les principes généraux de la continuité d'activité étant posés, il faut désormais s'interroger sur le cas spécifique de l'Essonne, par l'analyse de l'exposition du personnel du conseil

¹²¹ Observations du projet EURIDICE (dont observations personnelles).

départemental au risque inondation, et ainsi obtenir une estimation, certes grossière, du taux d'absence ou d'indisponibilité potentiel de celui-là.

La méthode pour ce faire se déroule en trois temps :

- (1) Il faut dans un premier temps récupérer les tables de données, comprenant les adresses des lieux de travail et des logements des employés anonymisés du conseil départemental, afin de les géolocaliser. Notons ici que les inventaires à notre disposition ne sont pas complets, ni à jour, pour des raisons de confidentialité. L'objet de cette analyse est d'évaluer des ordres de grandeur, et non de fournir une estimation précise de l'exposition de l'ensemble du personnel – en soi peu utile car valide seulement à un instant *t*, du fait des évolutions professionnelles et géographiques des employés. La géolocalisation des adresses nécessite différents traitements, de nettoyage en particulier des adresses (mal orthographiées dans certains cas, comprenant des codes postaux incorrects, etc.) Sur presque 4100 employés inventoriés (le conseil départemental compte 4600 agents au total), 3904 ont pu être géolocalisés sur leur lieu d'habitat et sur leur lieu de travail.
- (2) Les données géolocalisées relatives à la situation géographique du personnel sont croisées, par jointure spatiale, aux données relatives aux impacts de l'inondation. Sont ainsi considérées les variables suivantes, pour les deux scénarios d'inondation R1 et R1.15 : la hauteur d'eau, la fragilité électrique, la fragilité du réseau d'adduction d'eau potable, et enfin l'impact transport résumé de façon restreinte comme l'impossibilité de traverser les ponts sur la Seine et la Marne (voir ci-dessous), qui permet d'entrevoir une forme de perturbation des flux pendulaires quotidiens.
- (3) Ces données sont enfin synthétisées, sous la forme de résumés statistiques et cartographiques, afin d'estimer le taux d'absence potentiel du personnel en cas d'inondation majeure. Un employé est considéré comme potentiellement absent si : son logement ou son lieu de travail est inondé et/ou affecté par des impacts réseaux (électricité et adduction d'eau potable) ; ou s'il est séparé de son lieu de travail par la Seine ou par la Marne.

Les incertitudes méthodologiques sont nombreuses. Ces incertitudes sont les mêmes que celles du modèle d'estimation des besoins en évacuations : la connaissance de l'aléa et de ses impacts, directs et induits, est lacunaire. Le manque d'informations est en particulier criant sur la question des transports, en ce qui concerne l'exposition des transports en commun bien sûr, mais plus encore dans l'exposition du maillage routier et autoroutier. Les travaux sur le trafic routier sont encore balbutiants au sein de la zone de défense, qui manque de retours de ses partenaires (départementaux notamment) sur l'exposition des ponts en particulier. Du fait de cette inconnue, la planification zonale préfère donc considérer qu'il y a une coupure nette entre le Nord et le Sud de la Seine en cas d'inondation massive, avec donc deux secteurs bien différenciés de gestion de crise (avec leurs propres bases logistiques) : le secteur Nord-Seine et le secteur Sud-Seine. Ce postulat « *d'imperméabilité* » entre les deux secteurs a été retenu et testé dans notre étude.

3.3.2.2.2 Résultats chiffrés et cartographiés

L'application de notre méthode permet d'obtenir une estimation du taux d'absence potentiel du personnel départemental, pour les deux scénarios d'inondation R1 et R1.15 (Tableau 26). Alors que le département de l'Essonne est un territoire modérément exposé au risque d'inondation de

la Seine, en comparaison de son voisin du Val-de-Marne, il faut pourtant remarquer des taux d'absence potentiels remarquables, de 28,5% pour un scénario R1, et surtout un effet de seuil non négligeable, avec un taux d'absence de 45,7% pour le scénario majorant R1.15, soit 17 points d'écart !

Personnel	Scénario inondation	Nombre	%
Personnel géolocalisé	-	3904	100%
Personnel exposé	R1	1113	28,5%
	R1.15	1785	45,7%

Tableau 26. Estimation du taux d'absence potentiel du personnel du CD-91 en cas d'inondation majeure (Données : CD-91, DRIEE, SGZDS).

La cartographie des employés du conseil départemental permet d'identifier des facteurs à cette forte exposition (Figure 35 et Figure 36). En cause notamment, la concentration du personnel départemental sur les communes adjacentes de la Seine, dans la banlieue sud de l'agglomération francilienne, d'Athis-Mons et de Vigneux-sur-Seine en aval, jusqu'à Evry et Corbeil-Essonnes en amont. Nombre des employés résidant dans ces zones sont directement exposés au risque de submersion ou de rupture de réseaux dans leur logement. A l'inverse, et dans une moindre mesure, la dispersion d'une partie du personnel sur l'ensemble de la région francilienne, avec une part non négligeable des employés vivant hors du département, contribue aussi à exposer ces derniers à la rupture des réseaux de transport.

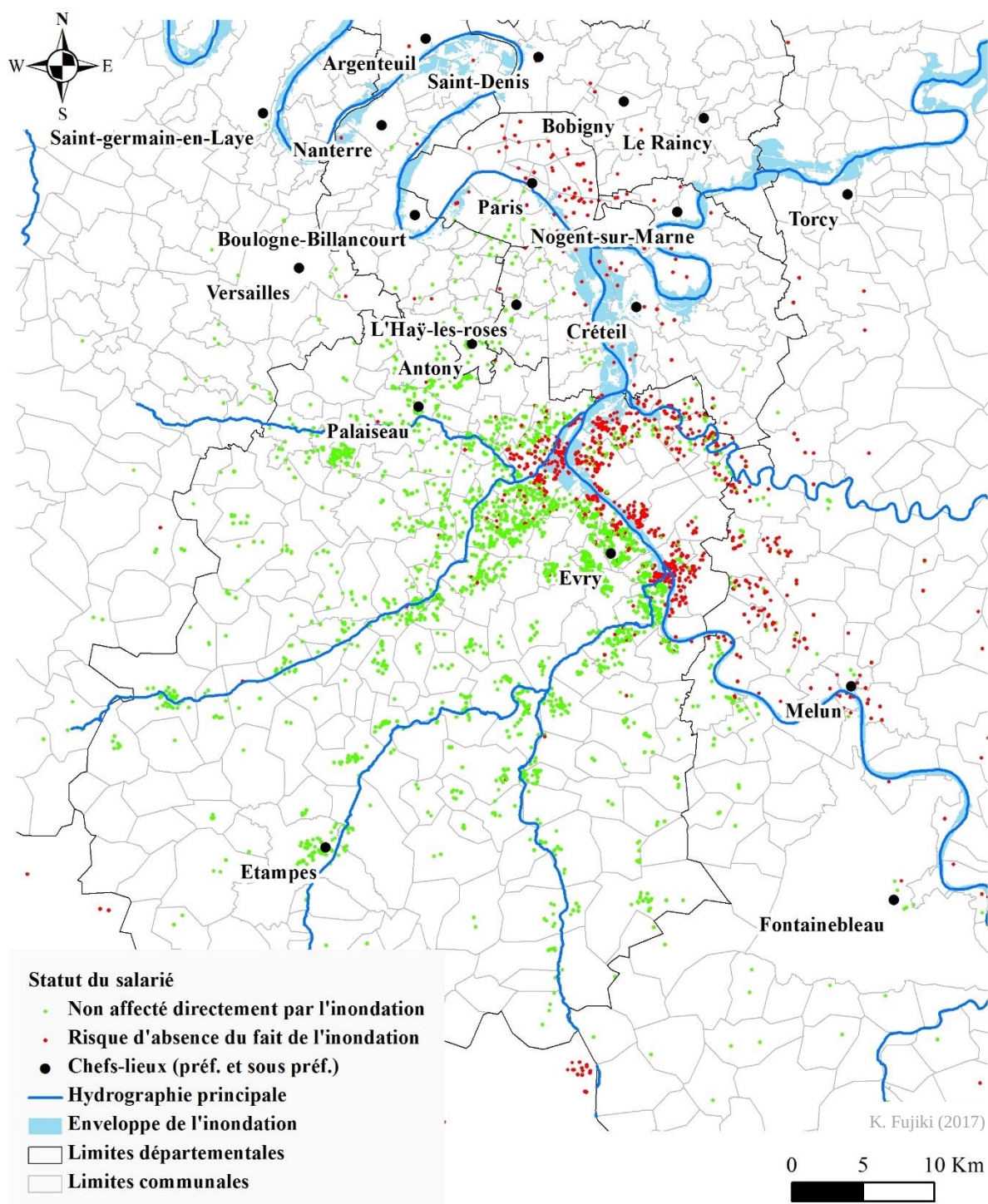


Figure 35. Cartographie du personnel du CD-91 géolocalisé à son logement : exposition au risque inondation. Scénario R1 (Données : CD-91, DRIEE, IGN, SGZDS)

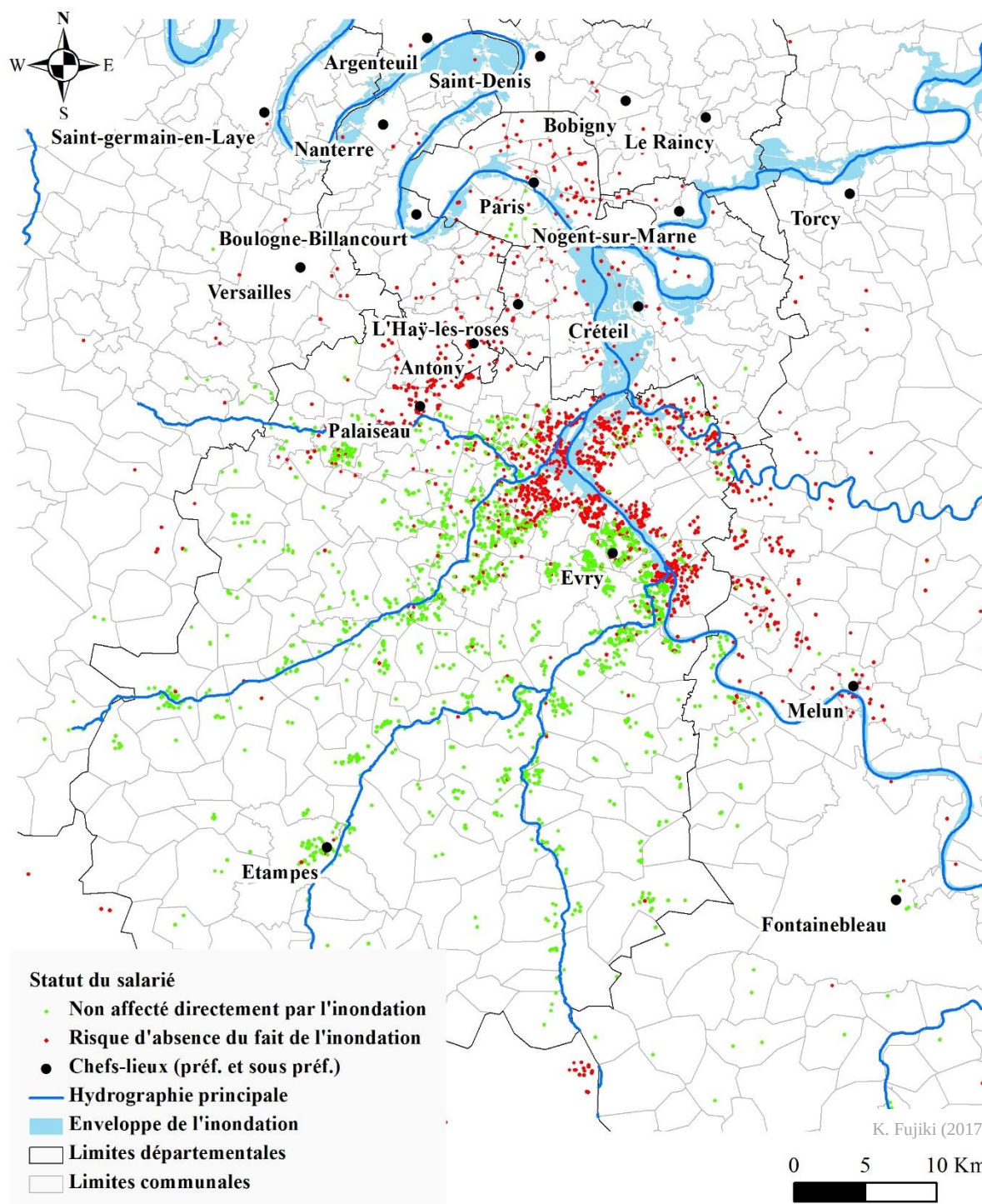


Figure 36. Cartographie du personnel du CD-91 géolocalisé à son logement : exposition au risque inondation. Scénario R1,15 (Données : CD-91, DRIEE, IGN, SGZDS).

Pour conclure notre analyse, la table ci-dessous permet de détailler le taux d'absence potentiel selon les variables d'exposition (inondation, fragilité de réseaux, impact transport) et selon la localisation géographique (lieu de travail ou logement). Il apparaît dès lors que le personnel est largement plus exposé au risque dans son logement que sur son lieu de travail (sur les 46% d'absence potentielle, moins de 10 points sont liés au seul impact de l'inondation sur le lieu de travail). Ce n'est pas nécessairement positif du point de vue du conseil départemental, car l'impact sur le lieu de travail peut être réduit par le biais de mesures exceptionnelles, par le

redéploiement du personnel sur d'autres sites. A l'inverse, un employé inondé dans son propre logement doit d'abord gérer l'inondation chez lui, trouver une solution d'hébergement alternatif qui peut éventuellement l'amener loin (trop loin) de son lieu de travail, sans compter la nécessité de prendre en charge sa famille (en gardant les enfants privés d'école par exemple). A la lecture du tableau, il apparaît encore que le personnel est exposé, moins du fait de l'inondation même (6 points sur l'ensemble du personnel géolocalisé) que des impacts réseaux (28 points) et des impacts transports (12 points). C'est une observation plus positive pour le conseil départemental, car il s'agit d'impacts qui peuvent faire l'objet de solutions palliatives (le fameux maintien en vie dégradée !), qui peuvent être surestimés (en particulier sur le caractère infranchissable de la Seine), et qui ont un caractère moins durable que la submersion même. Autant de facteurs qui peuvent contribuer à surestimer le taux d'absence potentiel global.

		Nombre	% du total	Cumul	% du total
Personnel inondé	...dans son logement	203	5,2%	203	5,2%
	...dans son lieu de travail	40	1,0%	234	6,0%
Personnel affecté par la fragilité électrique	...dans son logement	683	17,5%	704	18,0%
	...dans son lieu de travail	483	12,4%	961	24,6%
Personnel affecté par la fragilité du réseau d'adduction d'eau potable	...dans son logement	400	10,2%	1229	31,5%
	...dans son lieu de travail	265	6,8%	1311	33,6%
Personnel affecté les impacts transports (Seine infranchissable)		724	18,5%	1785	45,7%

Tableau 27. Personnel du CD-91 et variables d'exposition (Données : CD-91, DRIEE, SGZDS).

3.3.2.3 Solutions envisagées et stratégie de continuité d'activité

Malgré ces réserves, les taux d'absence estimés demeurent, et de façon préoccupante, élevés ; ils ne doivent toutefois pas être considérés en tant que tels, mais mis en relation avec la stratégie de continuité d'activité du conseil départemental.

3.3.2.3.1 Historique de la planification sur la continuité d'activité

Le plan de continuité d'activité peut se définir, de façon générale, comme « *l'organisation alternative que l'entreprise met en place en attendant de remédier à l'événement perturbateur qui est à l'origine de l'arrêt des processus* » (Vraie et Audoin, 2017 : 209). Dans notre cas d'étude, l'objectif du PCA en Essonne consiste à développer des outils *ad hoc*, prêts à l'emploi, pour chaque direction, afin de prioriser leurs actions en cas de crise. Deux points sensibles ont été identifiés à ce titre : (1) la continuité d'activité des MDS qui, nous l'avons vu, sont conduites à jouer un rôle d'accueil et de suivi des populations sur le terrain ; (2) la mobilisation des partenaires des différentes directions, qui dépasse le cadre restreint de la continuité d'activité pour interroger la stratégie de gestion de crise du conseil départemental au sens plus large. Les directions sont en effet amenées à servir de relais d'informations, à s'assurer que l'alerte a bien été prise en considération par les partenaires (comme les EHPAD) en amont, que l'évacuation a été effective le cas échéant en aval. Le conseil départemental a, de fait, un rôle de veille et de contrôle vis-à-vis des autres institutions sur son territoire, et n'a pas vocation à se substituer à ces dernières dans la prise en charge des publics ciblés par ces institutions.

Historiquement, le conseil départemental, comme nombre d'autres organisations publiques, a lancé sa réflexion sur les PCA avec la pandémie H1N1, héritant donc d'un PCA par direction.

Toutefois, ce PCA a progressivement été oublié par les différentes directions, non actualisé, ni décontextualisé. Au cours des trois dernières années, la réflexion sur la continuité d'activité a été relancée, bon an mal an, à partir d'un diagnostic de vulnérabilité du bâti du conseil départemental mené par un bureau d'étude.

Les incertitudes pesant sur la construction du PCA sont toutefois multiples. Ces incertitudes sont politiques : les élections départementales de 2015 ont entraîné une période d'attente au sein du conseil départemental, avec une inconnue sur le devenir des politiques mises en œuvre (y compris sur le PCA), et sur l'organisation des services, qui a de fait été bouleversée après les élections. Les incertitudes sont aussi thématiques : si un PCA multirisques est d'abord envisagé, la réflexion se recentre ensuite sur la problématique des inondations, vue comme une porte d'entrée pour toucher les différentes directions du conseil départemental. Le conseil départemental semble revenir aujourd'hui à une réflexion multi-thématiques, à l'instar par exemple de la Ville de Paris, avec le développement d'un PCA par type de crise. Il distingue ainsi : des événements météorologiques, dont inondation et chutes de neiges, des événements sociaux, des catastrophes technologiques (risque TMD, SEVESO, rupture électrique), des catastrophes sanitaires (épizootie, pandémie).

Le conseil départemental peine du fait de ces incertitudes à finaliser une stratégie de continuité d'activité, du fait aussi d'une mobilisation assez faible des élus et des têtes des directions administratives. L'exercice Sequana puis la crue de juin n'ont pas eu les effets escomptés dans la mobilisation des services. Le service prévision et gestion de crise, créé de toutes pièces après l'exercice Sequana, regrette le manque de moyens qui lui est attribué, fait remarquer que la cellule de crise pérenne, censée être lancée, ne l'a jamais été. Le retour d'expérience, au sein de l'organisation, de Sequana a été retardé du fait de l'occurrence de la crue de juin, puis annulé à l'instar du retour d'expérience de cette dernière. Conclusion d'un agent interrogé : « *si demain on avait exactement la même crise, on aurait exactement le même type de réaction* ».

3.3.2.3.2 Solutions envisagées

Face à la problématique des ressources humaines, à l'indisponibilité d'une partie du personnel, plusieurs solutions sont envisagées : des mutations géographiques bien sûr, mais aussi des changements de métiers pour le personnel du conseil départemental (par exemple, faire de l'accueil du public, du nettoyage), ce qui nécessite des discussions avec les représentants syndicaux, notamment avec le CHSCT (Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail).

Une des solutions envisagées, de façon informelle, par l'Essonne mais aussi par d'autres collectivités franciliennes, consiste à mettre en œuvre une continuité d'activité qui transcende les organisations, associant les conseils départementaux entre eux, les communes entre elles : a ainsi été évoquée l'hypothèse d'un « *PCA intercommunal* », d'un PCA interdépartemental. Dans cette hypothèse, les agents d'une collectivité pourraient être affectés au sein d'une autre collectivité, selon les besoins en effectifs et les taux d'indisponibilité de celles-ci, selon encore la localisation des agents à leur logement (un agent en rive nord irait travailler sur un site en rive nord, et inversement). Si des doutes demeurent sur la faisabilité opérationnelle et légale d'une telle procédure, celle-ci a déjà été testée dans le passé : à l'occasion d'une table ronde organisée par le conseil départemental après l'exercice Sequana, une représentante de la DSDEN (Direction des Services Départementaux de l'Education Nationale) a en effet mis en avant l'expérience des grèves de 1995. Pour faire face aux difficultés de transport provoquées

par ces grèves, les agents de la fonction publique étaient renvoyés vers d'autres administrations publiques, plus proches de leur domicile, afin d'éviter leurs absences. La Ville de Paris commence par exemple à envisager un redéploiement intercommunal de son personnel : des discussions, relevant du domaine de l'informel, ont ainsi été lancées à ce sujet avec d'autres communes, notamment Vitry-sur-Seine.

Du point de vue du conseil départemental de l'Essonne, et en particulier du point de vue de la DGAS, la mutualisation et la coordination des moyens, dans le cadre d'une continuité d'activité interdépartementale, est essentielle : en effet, le conseil départemental de l'Essonne, comme les autres, a à sa charge des personnes en difficulté non seulement du département mais d'ailleurs encore. L'Essonne accueille ainsi des enfants en danger, suivis par la DPPE, qui ne sont pas exclusivement issus du département. La continuité d'activité inter-organisationnelle est donc à mettre en relation avec la problématique de la dispersion géographique : celle-ci touche l'Essonne, dans la dispersion de son personnel et des populations qu'elle suit. Cette problématique concerne les autres départements, et au premier lieu la Ville de Paris, qui comprend des sites hors de ses limites communales : ainsi la ville gère une quinzaine d'EHPAD, sur la commune même, mais aussi en petite couronne et même hors région, jusque dans l'Aisne à Villers-Cotterêts ! Cette dispersion des sites s'explique par le fait que le CASVP a hérité, dans son patrimoine immobilier, de celui de l'AP-HP. A titre anecdotique, une agente du CASVP interrogée fait remarquer que la dispersion géographique des EHPAD reproduit des inégalités sociales historiques, avec une population pauvre plutôt accueillie hors des limites de la ville : l'établissement de Villers-Cotterêts accueille aujourd'hui parmi les populations âgées les plus pauvres suivies par le CASVP : or, cet établissement est l'ancien dépôt de mendicité de la Préfecture de Police.

En conclusion de cette double analyse régionale et départementale, il faut donc remarquer l'impossible équation à résoudre pour les autorités publiques face à l'occurrence de la catastrophe – ici, l'inondation majeure. Face à des moyens raccourcis, et dans une situation de forte incertitude sur la nature et l'ampleur des impacts de la catastrophe, les autorités doivent faire des arbitrages extraordinairement complexes à réaliser, dans leurs dispositifs de gestion de crise, dans leurs stratégies de continuité d'activité, dans les choix de prise en charge des populations sinistrées sous leur responsabilité.

4 ETUDES DE CAS COMMUNALES : DES MOYENS

RACCOURCIS, UNE PLANIFICATION BALBUTIANTE POUR FAIRE FACE A LA CRISE

La problématique des moyens devient de plus en plus aigüe à mesure que les dispositifs de gestion de crise sont étudiés à une échelle locale. Les moyens d'une commune de 15 000 ou 50 000 habitants ne sont pas les mêmes que ceux d'un département ou d'une municipalité de plus de deux millions d'habitants (à l'instar de la Ville de Paris), *a fortiori* que ceux de l'Etat. Cette dernière partie se consacre à des études de cas communales, mettant en évidence les difficultés des communes à mettre en place une structure de gestion de crise efficace, indispensable pour la prise en charge de leurs habitants en cas d'inondation majeure. Dans un

premier temps, sont présentées les difficultés spécifiques aux communes dans la planification ; puis, les dispositifs de gestion de crise et de prise en charge des populations au travers de l'exemple de Juvisy-sur-Orge et d'autres communes franciliennes ; dans un dernier temps, il est souligné la nécessité de penser la gestion de crise, non de façon isolée, mais en lien avec les autres politiques communales, en particulier les politiques d'urbanisme, au travers de l'exemple de Vigneux-sur-Seine.

4.1 PLANIFICATION DE LA GESTION DE CRISE ET PRISE EN CHARGE DE POPULATIONS : DES DIFFICULTES TOUS AZIMUTS

Dans la planification de sa gestion de crise, une commune doit gérer divers types de contraintes : des difficultés internes, des difficultés liées à ses rapports ambigus avec les services de l'Etat, enfin un manque de moyens patent.

4.1.1 Les difficultés structurelles et conjoncturelles d'une commune à concevoir une stratégie cohérente de gestion de crise

4.1.1.1 Exemple introductif : le cas de Juvisy-sur-Orge

Pour introduire notre propos, l'exemple de Juvisy-sur-Orge, dans la construction sur le temps long de son organisation et de sa stratégie de gestion de crise, éclaire sur les vicissitudes d'une commune à cet égard. Quatre temps peuvent être identifiés, dans la planification de la gestion de crise de Juvisy, avec divers à coups et allers-retours :

- (1) En 1997, un Plan Municipal de Sécurité, puis en 1998, un Plan Communal de Secours, sont mis en place, par une structure externe (un bureau d'étude). Les deux présentent un caractère peu opérationnel : des « usines à gaz », avec une table des matières très sommaire, des fiches réflexes, développées pour chaque aléa dommageable et pour chaque acteur, d'aspect très général (Figure 37). Il faut cependant remarquer l'effort de la commune pour planifier la gestion de crise, avant la loi de modernisation de sécurité civile. Le plan a été testé lors d'une simulation d'accident de TMD en octobre 1999, puis, semble-t-il, lors de la tempête de décembre 1999. Les informations à notre disposition sont très lacunaires ; cependant les archives de la municipalité font bien état de la mise en place d'une cellule de crise à cette occasion.
- (2) En 2002, ce plan est mis à jour. La mise à jour a lieu en interne, pilotée par un stagiaire dédié. Un plan spécifique consacré aux inondations est envisagé, avec une réflexion entamée sur les seuils d'alerte, les impacts attendus, les moyens à mettre à disposition, avec des contacts pris avec divers acteurs de réseaux et les services préfectoraux. Cette réflexion est cependant avortée à la fin du stage, et n'aboutit pas à la réalisation d'un document opérationnel.
- (3) En 2008, après une longue période de disette, la référente PCS, actuellement en poste, prend ses fonctions. La réflexion sur le Plan Communal de Sauvegarde est entamée. La volonté de la commune est de se fonder sur le décret de 2005 relatif au PCS, pour développer ce dernier sous forme de véritables fiches réflexes, à l'inverse du premier Plan Municipal de Sécurité (où les fiches réflexes n'avaient de réflexes que leur nom). L'annuaire associé de personnes à contacter est également réduit, pour en faciliter la mise à jour. En 2009, des groupes de travail sont mis en place au sein du personnel

communal, pour concevoir les fiches du PCS. Mais, en l'absence de suivi de la part de direction municipale, la rédaction est suspendue, et le PCS n'est jamais approuvé en conseil municipal, ni d'arrêté pris par le maire.

- (4) En 2014, l'entame d'une nouvelle mandature et le renouvellement de l'équipe municipale permettent de donner un nouvel élan au PCS pour le finaliser et l'approuver. Un événement local met en lumière les lacunes de la commune en gestion de crise : un accident au monoxyde de carbone dans un hôtel en novembre 2014, nécessitant l'accueil de la cinquantaine de clients de l'hôtel avant la prise en charge par les services sociaux. Or, l'accueil est mis en place très tardivement, dans l'improvisation. A l'inverse du travail mené en 2009, la planification ne s'appuie pas sur des groupes de travail, mais sur des réunions personnalisées : selon les fiches réflexes à rédiger, la référente PCS s'entretient avec telle ou telle personne, en fonction des compétences et des responsabilités de cette dernière. L'absence de groupe de travail se justifie par le fait que le travail de planification consiste surtout à mettre à jour et à finaliser le PCS entamé en 2008-2009 ; à cette période, à l'inverse, la planification nécessitait un travail de défrichage indispensable, intégrant dans une réflexion commune un plus large panel de personnes. Il faut toutefois attendre janvier 2017, après donc l'exercice Sequana et la crue de juin 2016, pour que soit publié l'arrêté municipal instituant de façon officielle le PCS.

FICHE REFLEXE

INONDATIONS

La Mairie est informée par fax ou téléphone du risque de crue de la Seine. (L'Orge ne présente pas a priori de tels risques).

La montée des eaux est lente et peut être facilement prévisible.

1ère phase :

- Diffuser un courrier aux habitants des immeubles les plus exposés (voir liste en fin de dossier)
- Suivre la montée des eaux par repère sous le pont de Draveil et appel aux services météo

2ème phase :

- Demander aux habitants d'évacuer les véhicules garés en rez-de-chaussée et sous-sol (stationnement possible sur RN7)
- Préparer mise en place des barrages, déviations, passerelles

3ème phase :

Mise en place des dispositifs d'accès et déviations.

Figure 37. Extrait du Plan de Sécurité Municipal - fiche réflexe "inondations" (Source : Juvisy-sur-Orge).

4.1.1.2 Facteurs de disparités entre communes

Les communes sont diversement armées pour mettre en place, puis mettre en œuvre, un Plan Communal de Sauvegarde. Les entretiens et observations permettent de confirmer les conclusions des travaux de Gralepois et Douvinet (2015) sur les facteurs de disparités entre les municipalités face aux obligations relatives au PCS. Parmi les facteurs qui discriminent les communes dans leur capacité à mettre en place un PCS, la taille de la municipalité, ses moyens internes jouent un rôle crucial ; toutefois, c'est le facteur humain, l'investissement du personnel, des directions administratives, et des élus, qui revient le plus souvent dans les discours entendus.

4.1.1.2.1 Planification et investissement personnel

L'investissement des personnes apparaît primordial dans le processus de planification. Il faut un investissement politique, celui des élus, et technique, par le biais de la direction administrative, afin de mobiliser les équipes municipales, et par-delà la population ; à défaut, les équipes rechignent à participer aux réunions de travail, à rédiger les fiches réflexes qui les concernent, etc. Les élus sont souvent trop peu informés, *a fortiori* investis, dans la gestion de crise, pour diverses raisons : des priorités quotidiennes éloignées de la gestion de crise, dans un contexte de contraintes budgétaires ; un sentiment parfois d'impunité pénale par rapport à leurs responsabilités en gestion de crise. Rappelons toutefois ici que la responsabilité pénale du maire peut être engagée si ce dernier s'abstient d'utiliser ses pouvoirs de police en cas de catastrophe (Diniz, 2007) ; rappelons aussi la condamnation par la justice pénale d'un maire après le passage de la tempête Xynthia. Surtout, le faible investissement des maires s'explique par une méconnaissance du risque inondation. Un ancien maire interrogé fait ainsi remarquer que la question de la sécurité civile et des risques majeurs n'est pas abordée dans le guide de l'AMF (Association des Maires de France) à destination des nouveaux élus : lui-même ne s'est saisi de la question qu'après un rappel à l'ordre du préfet.

Le choix du porteur de projet PCS témoigne de ce niveau d'investissement : si le PCS est rédigé par une structure externe, le risque est d'avoir un document type, non adapté au contexte local, qui n'inclut pas dans sa réflexion les équipes municipales, ces dernières ne pouvant donc se l'approprier. Dans l'hypothèse où le PCS est rédigé en interne, encore faut-il que le porteur du projet (le référent PCS) se situe à un niveau hiérarchique suffisant pour imposer ses idées : ainsi, si la commune d'Athis-Mons a pu très tôt, dès 2006 et c'est même l'une des premières en France, finaliser un PCS, c'est entre autres du fait que ce dernier a été piloté personnellement par le DGST (Directeur Général des Services Techniques). A Draveil, l'arrivée d'une DGST saisie du dossier PCS a permis de donner une nette accélération aux travaux de planification : par sa position hiérarchique, la DGST est en effet en mesure d'imposer à l'ordre du jour des comités de direction la problématique de la gestion de crise. A l'inverse, la commune de Juvisy souffre en la matière d'un faible investissement de sa direction administrative. En l'occurrence, la référente PCS en poste actuellement, et depuis bientôt dix ans, est située à un niveau hiérarchique trop peu élevé, pour imposer un timing aux équipes municipales.

D'autres facteurs peuvent jouer dans la mobilisation du personnel municipal : par exemple, le turnover de ce dernier. Le référent PCS de Gennevilliers fait ainsi observer qu'il ne voit jamais les mêmes personnes aux réunions préfectorales. Certains agents, y compris au niveau de la direction, peuvent ne pas connaître le nom du référent PCS, ni même définir le contenu du PCS, dans certains cas ne pas connaître l'existence d'un tel document. Remarquons ainsi que la mobilisation des équipes municipales peut être différenciée, selon les directions : certaines pouvant être plus acculturées que d'autres. Plus largement, la connaissance des dispositifs de gestion de crise et de ses acteurs est mal maîtrisée par les agents des collectivités.

Le facteur humain est donc essentiel ; il est aussi à double tranchant : l'investissement de quelques personnes, au sein d'une collectivité, crée également une forte dépendance de celle-ci vis-à-vis des premières, dans la planification puis la conduite de la gestion de crise. Qu'ils partent, et c'est l'ensemble du processus qui peut être mis à mal. A Draveil, la référente PCS évoque ainsi un « élu superman » : un adjoint au maire très engagé dans la gestion de crise, ayant une connaissance approfondie du territoire mais aussi du risque même de l'inondation,

avec un vécu de la crue de 1982. Le risque, ici, est d'avoir une organisation de gestion de crise trop largement dépendante de cet élu, qui s'accapare tous les rôles de la gestion de crise communale (Directeur des Opérations de Secours, Responsable des Actions Communales...) De même que l'organisation est dépendante, au sein de l'administration municipale, de la référente PCS interrogée.

4.1.1.2.2 Efficacité du PCS

Il ne suffit pas par ailleurs de mettre en place un PCS, encore faut-il qu'il soit efficace. Or, les écueils en la matière sont nombreux, et rappellent ceux identifiés par la littérature dans la partie introductive de ce chapitre : les PCS sont en effet, pour beaucoup, soit des « *PCS en papiers* », soit des « *usines à gaz* ». Ils peinent à être opérationnels, en l'absence de cartographie par exemple ; peuvent se réduire à un simple annuaire. A l'inverse, ils peuvent multiplier les scénarios sur lesquels ils travaillent, au point d'en devenir totalement illisible : d'après un acteur interrogé¹²², le PCS d'Athis comprend à l'origine 17 scénarios d'inondation ! De même, un PCS, pour être efficace, doit être testé dans le cadre d'exercices, organisés par la municipalité même ou par la préfecture. Comme cela a été souligné précédemment, l'exercice Sequana a joué un rôle particulièrement positif pour tester les PCS. De même, un PCS n'a qu'un intérêt limité en tant que document papier : ce n'est pas le plan, mais le processus permanent de planification, qui permet d'acculturer les agents aux dispositifs de gestion de crise. Sur un plan pratique, les annuaires des PCS, qui listent les noms, fonctions, numéros de téléphone des personnes à contacter, doivent être très régulièrement mis à jour pour être pertinents.

Enfin, si le PCS représente le document central de la gestion de crise communale, il doit être associé à une politique de gestion des risques adéquate : par une politique d'urbanisme appropriée (qui est abordée plus loin), et par une politique de sensibilisation au risque volontariste. L'ancien référent PCS de Clichy-la-Garenne met ainsi en avant le besoin de pleinement associer la planification en gestion de crise avec la sensibilisation au risque, d'associer la réflexion sur le PCS à la réflexion sur le DICRIM donc. Les écueils du PCS peuvent aussi se retrouver dans le DICRIM : sur la commune de Clichy, l'ancien DICRIM est un « *gros pavé* » d'une cinquantaine de pages, inutilisable avant sa révision en 2012.

4.1.2 Les rapports ambigus entre Etat et collectivités

Les facteurs de disparité entre municipalités sont à la fois internes, observables à l'échelle même des communes, mais aussi externes, du fait de l'engagement différencié de l'Etat déconcentré.

4.1.2.1 Un engagement de l'Etat a priori faible dans la planification locale

L'Etat représente un soutien ambigu, dans sa volonté d'appuyer les efforts de planification des communes. D'un point de vue financier, son engagement apparaît relativement faible, dans l'aide à la confection des plans communaux de sauvegarde. Ainsi, l'axe dédié à l'amélioration de la gestion de crise du PAPI « *Seine et Marne franciliennes* » apparaît relativement mal financé, et une raison avancée tient dans les faibles subventions de l'Etat accordées à ce titre (subventions par l'intermédiaire du fonds Barnier). L'Etat considère en effet que la gestion de crise relève strictement de la sphère réglementaire, et que son caractère obligatoire le dispense

¹²² Nous n'avons pas eu accès au document.

d'une aide au financement des PCS. Les communes doivent, de fait, compter davantage sur leurs moyens propres ou sur une aide des conseils départementaux, que sur celle de l'Etat.

D'un point de vue logistique aussi, il est parfois regretté un manque de soutien de la part des DDT et des SIDPC pour appuyer les démarches PCS des communes : ces deux services préfectoraux ont pourtant des compétences demandées par les municipalités, en gestion de crise pour la seconde, dans le domaine des risques pour la première (c'est la DDT qui gère l'instruction des PPRI et veille à leur application). Trop souvent, l'appui à la rédaction des PCS se limite à un rappel à l'ordre du préfet sur les obligations réglementaires qui s'imposent aux maires. Ce manque d'investissement de la part de l'Etat est parfois justifié par le contexte plus général, de réformes et réorganisations administratives permanentes que connaissent les services déconcentrés, avec un sentiment d'insécurité, voire de démotivation, vécu par le personnel, avec des missions dont les contours changent, avec des moyens plus réduits pour remplir ces missions.

4.1.2.2 Une mobilisation croissante de certaines préfectures de département et de la zone de défense

Il faut toutefois nuancer ce propos, du fait d'évolution récentes : depuis plusieurs années, certaines préfectures de département, en Val-de-Marne et en Essonne surtout, dans les Hauts-de-Seine dans une certaine mesure, ont développé une approche beaucoup plus volontariste : les communes peuvent solliciter les SIDPC pour un accompagnement individuel dans le cadre de réunions bipartites, des « *clubs PCS* » se mettent aussi en place régulièrement en préfecture pour tirer un bilan des travaux sur les Plans Communaux de Sauvegarde et proposer une aide méthodologique aux communes. Cet accompagnement est souvent mené de pair avec les conseils départementaux (avec un cas exemplaire dans le Val-de-Marne, où le binôme Préfecture-Conseil départemental est largement reconnu), et s'inscrit dans un contexte plus général de mobilisation de ces derniers et des services de l'Etat face au risque inondation. Remarquons ainsi la forte motivation observée dans les départements de l'Essonne et du Val-de-Marne pour la préparation de l'exercice Sequana, par rapport aux autres départements, peut-être un peu moins mobilisés. De même, dans le cadre du PAPI révisé, une aide à la réalisation de PCA, de PCS et d'exercices a été mise en place sur deux territoires tests – le Val-de-Marne et l'Essonne.

Les contacts entre l'échelle communale et l'échelle zonale demeurent toutefois plus ponctuels. Cet éloignement s'explique par des facteurs hiérarchiques : communes et zone de défense ne sont pas amenées à entrer régulièrement en contact, sauf par l'intermédiaire des préfectures de département ; la DSI zonale demeure ainsi très évasive sur le rôle des communes dans la gestion de l'inondation. Certes, la zone de défense même n'hésite plus à associer les communes dans sa démarche de planification, comme ce fut le cas dans la préparation et la conduite de l'exercice Sequana : six communes ont été partenaires directs de la zone de défense lors de l'exercice, une soixante d'autres par l'intermédiaire de leurs préfectures respectives. Certaines collectivités, en Essonne notamment, ont toutefois observé l'éloignement de la zone de défense par rapport à leurs propres problématiques, évoquant la « *déconnexion* » de celle-ci vis-à-vis de la réalité du terrain à l'échelon communal ; il faut ainsi remarquer la présence peut-être trop intermittente de la zone de défense dans les réunions préparatoires à l'exercice organisées à l'échelle de la préfecture de département.

Cette difficulté à préparer de façon coordonnée l'exercice et plus largement à planifier la gestion de crise, entre les échelons locaux (collectivités) et l'échelon régional, est généralisée, et s'applique à d'autres acteurs que la seule zone de défense : le conseil départemental de l'Essonne a par exemple fait remarquer la difficulté à échanger avec la DIRIF (Direction Interdépartementale des Routes d'Ile-de-France, intégrée au sein de la DRIEA – Direction Régionale et Interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement). En effet, concernant le risque inondation en Essonne, les plans de déviation routière mis en place par le département (en charge du réseau départemental) sont tributaires des choix de gestion faits par la DIRIF (en charge du réseau national, dont les voies rapides) : c'est cette dernière qui gère la Nationale 6, qui permet de relier le nord-est de l'Essonne aux voies rapides de la Francilienne (Nationale 104), un axe majeur de traversée de la Seine au niveau de Corbeil-Essonnes (crucial donc en cas de crue de la Seine et de fermeture des autres ponts en Essonne). Or, le conseil départemental peine à trouver un interlocuteur auprès de la DIRIF, qui n'est pas présente dans les réunions de planification.

4.1.2.3 Le rôle crucial de la commune dans le dispositif étatique de gestion de crise

La montée en puissance récente des dispositifs d'aide aux communes, certes encore balbutiante, suit la mise en place des dispositions légales et réglementaires relatives à la modernisation de la sécurité civile et à l'obligation de rédaction d'un PCS. L'Etat prend conscience du rôle crucial que sont amenées à jouer les communes en cas de crise majeure : en effet, plus les communes sont à même de gérer la majeure partie de leurs administrés, plus l'Etat peut concentrer ses efforts sur des enjeux spécifiques (réseaux, hôpitaux, etc.), sur la coordination des acteurs et la stratégie de communication. Les communes, dans le même temps, intègrent pour certaines leur rôle central en gestion de crise : un élu d'Alfortville fait même remarquer que « *le PCS, c'est l'Etat qui se désengage, et ce sont les collectivités qui deviennent responsables* ».

L'objectif, ici, est aussi d'assurer la responsabilisation et l'autonomisation des communes, de les faire prendre conscience également des moyens limités que l'Etat peut mettre en œuvre en gestion de crise. A ce titre, l'armée est encore considérée, à tort, par certaines collectivités comme un fournisseur sans fin de moyens et d'hommes : « *activer le moyen armée* » a-t-on pu entendre dire. Lagadec (2002) rappelle ainsi que l'armée demeure, dans l'inconscient collectif, comme une réserve inépuisable de main d'œuvre. Comme si, en cas de crise grave, il serait toujours possible de compter sur l'armée, sous-entendant que la crise resterait dans la sphère du gérable, qu'en conséquence il n'est pas besoin de prévoir le pire (en d'autres termes, pour une commune : faire face seule à la crise). Or, la zone de défense n'envisage le déploiement, dans le cadre du plan NEPTUNE et du redéploiement de militaires du dispositif SENTINELLE, que de 7000 hommes en cas d'inondation majeure¹²³.

Les moyens déployés par les associations de sécurité civile sont plus importants : lors des inondations de la Saxe en Allemagne en août 2002, sur les 85 000 intervenants de la gestion de crise, plus de 10 000 provenaient des seules associations de sécurité civile, dont 7 000 de la seule Croix-Rouge allemande (CEPRI, 2014). De même que ceux des SDIS : il faut compter en France 40 000 sapeurs-pompiers professionnels et 200 000 sapeurs-pompiers volontaires (en plus des sapeurs-pompiers à statut militaire de la BSPP et du BMPM¹²⁴), avec une habitude ancrée de créations de colonnes de renfort (lors des incendies de forêt par exemple) et

¹²³ Ce chiffre, tiré de la DSI zonale, est un ordre de grandeur indicatif seulement.

¹²⁴ BMPM : Bataillon de Marins-Pompiers de Marseille.

d'itinéraires à destination des secours. Lors de ces mêmes inondations de la Saxe par l'Elbe, les sapeurs-pompiers du Land de Saxe représentent à eux seuls 20 000 à 23 000 intervenants (sans compter les sapeurs-pompiers provenant d'autres Landers (Richter *et al.*, 2009)). Le problème demeure toutefois du temps d'acheminement de ces renforts provenant des SDIS et du secteur associatif. « *Le plus compliqué à gérer, ce sont les premiers jours* », rapporte par exemple un représentant du SDIS de l'Essonne. En début de gestion de crise, les communes sont donc amenées à gérer une grande partie des besoins émis par les populations de façon autonome. La DSI zonale stipule ainsi que les capacités d'hébergement doivent être mobilisées « *en s'appuyant dans un 1^{er} temps sur les ressources communales* ».

4.1.3 Diagnostics de vulnérabilité, recensements des enjeux et difficultés logistiques

La construction d'une stratégie de gestion de crise efficace nécessite enfin de connaître son territoire et l'exposition des enjeux de ce dernier : enjeux qui recouvrent aussi bien des sites physiques que des populations cibles. Or, les communes manquent de moyens pour mener à bien ces recensements.

4.1.3.1 La disponibilité insuffisante des données sur les enjeux communaux : l'exemple des personnes âgées

Notons ainsi le problème particulier de la disponibilité des bases de données, en particulier concernant les populations fragiles. Les problèmes de recensement statistique, abordés dans le chapitre 2 à une échelle macro-géographique, se retrouvent dans les décomptes locaux effectués par les acteurs de terrain. Les communes sont en effet en première ligne pour prendre en charge les populations fragiles, en particulier les personnes âgées à domicile. Or, diverses contraintes pèsent dans le recensement communal de ces dernières (Cauvin, 2015) :

- (1) La principale source d'information consiste dans le « *registre canicule* ». La loi du 30 juin 2004 institue un dispositif de veille et d'alerte à destination des personnes handicapées et âgées à domicile, dans chaque département ; ce dispositif est déclenché par le préfet en cas de risque climatique exceptionnel, mais c'est aux maires que revient la responsabilité de recueillir le registre, autour duquel se structure ce dispositif, recensant les personnes handicapées et âgées. Ce registre, en théorie aujourd'hui applicable pour l'ensemble des événements climatiques et pas seulement les canicules, présente diverses limites : (a) c'est un registre qui se fonde d'abord sur le volontariat. Or, les personnes cibles peuvent être réticentes à s'inscrire ou se faire inscrire par un tiers, du fait qu'elles accordent, par cette inscription, l'autorisation aux sapeurs-pompiers de défoncer la porte de leur logement si les autorités ne parviennent pas à les joindre ; (b) c'est un registre qui, dans certaines communes, à Paris par exemple, n'est pas mobilisé pour d'autres risques que la canicule (et éventuellement le grand froid) ; (c) c'est un registre cher à maintenir ; (d) enfin, c'est un registre confidentiel, élaboré par le CCAS (Centre Communal d'Action Sociale), qui est souvent peu enclin à confier ces informations au service en charge du PCS.
- (2) Des sources complémentaires d'informations existent, mais se heurtent au même enjeu de confidentialité. Au sein de la commune, divers registres peuvent être croisés au « *registre canicule* » : le registre des associations du 3^e âge, le registre des personnes bénéficiant de prestations à domicile (comme le portage de repas, l'aide à domicile, la téléalarme), le registre des personnes isolées parfois établi par le service de gérontologie

(par exemple à Gennevilliers). Le conseil départemental, le SDIS-BSPP et l'ARS ont également des données disponibles concernant les personnes âgées et plus largement les personnes fragiles, voire médicalisées, sous leur responsabilité, mais rechignent aussi à les transmettre pour des raisons de confidentialité. Notons cependant que si ces acteurs sont légitimement réticents à transmettre ces données, il est en revanche souhaitable qu'ils puissent les communiquer aux mairies lorsque l'inondation survient : comme le remarque une responsable du conseil départemental de l'Essonne, le secret professionnel n'est pas absolu et peut être levé quand la personne ciblée est en danger.

Ce problème de recensement des populations fragiles et âgées est généralisable pour l'ensemble des enjeux d'une commune. En effet, les bases de données à la disposition des communes sont à la fois incomplètes, pas ou peu mises à jour, et dispersées entre différents interlocuteurs de la municipalité. L'exemple des bases de données sur les ERP a été avancé par plusieurs acteurs interrogés (la municipalité de Draveil mais aussi la DDT de l'Essonne), en mettant l'accent sur le fait que les bâtiments communaux sont amenés à changer souvent d'usage, nécessitant donc une mise à jour régulière des bases de données les concernant. Or, la base de données du SDIS en la matière, par exemple, n'est mise à jour que de façon ponctuelle : pour un établissement donné, la mise à jour a lieu quand il y a une intervention des sapeurs-pompiers.

4.1.3.2 Des données et scénarios régionaux peu adaptés pour une application locale

Au-delà de la disponibilité de la donnée, les problèmes, déjà cités, relatifs aux incertitudes portant sur l'aléa et ses impacts, sont bien sûr très prégnants. Un problème spécifique aux municipalités tient en ce que les données disponibles sont développées pour être appliquées à l'échelle régionale ou départementale : elles ne sont pas adaptées à l'échelle de la commune, du point de vue de la résolution des données d'abord, par trop grossière. Les effets locaux des inondations ne sont donc pas visibles, ce qui limite les possibilités d'anticiper les impacts à une échelle fine, îlot par îlot, rue par rue.

Ces données ne sont par ailleurs pas adaptées pour l'échelon communal dans les scénarios de crue travaillés. L'accent est en effet mis sur les scénarios majorants, excluant les crues de forte fréquence de retour ou celles des petits affluents de la Seine ou de la Marne. Ainsi, les scénarios de crue de la Directive Inondation n'apparaissent pas nécessairement opérationnels du point de vue des communes. A titre d'exemple, à Villeneuve-Saint-Georges, la proximité de la confluence avec l'Yerres, l'absence d'endiguement, les risques de remontée de nappes souterraines dans le quartier historique de la ville, exposent cette dernière à des crues de très forte fréquence, avec des inondations entraînant des relogements ponctuels comme en 2013 et en 2015 (un cas déjà brièvement évoqué), et bien sûr de façon plus significative en 2016. Au cours d'un séminaire, un agent de la commune fait d'ailleurs part de son agacement quant à la modélisation de la crue millénale dans le cadre de la DI, soulignant en creux qu'il faudrait plutôt approfondir les connaissances sur les crues de forte fréquence avant de s'interroger sur les plus rares. A ce problème de résolution des données, s'ajoute celui de la multiplicité des zonages utilisés, comme nous l'avons mis en exergue dans le chapitre 2 : entre PPRI, Directive Inondation, casiers hydrauliques, et aujourd'hui ZIP-ZICH, les communes peinent à trouver une référence commune avec les services de l'Etat et les opérateurs de réseaux. Certaines communes choisissent d'ailleurs de développer des scénarios et des cartographies de l'inondation qui leur sont propres, à partir de la lecture des échelles hydrométriques locales (non utilisées par l'échelon départemental ou régional). Il est parfois compliqué de définir les

scénarios utilisés par les communes : le référent PCS de Vigneux-sur-Seine ne pouvait par exemple plus définir à quoi correspondaient les trois scénarios de crue identifiés dans le PCS. Cette lecture à géométrie variable peut dès lors nuire à la bonne compréhension des prévisions de crue en gestion de crise.

L'enjeu de la résolution des données, comme du choix des scénarios de crue, tend toutefois à s'estomper, en particulier depuis la sortie des données cartographiques des ZIP-ZICH par la DRIEE, beaucoup plus fines que les seuls casiers hydrauliques. Toutefois, plusieurs communes interrogées regrettent l'accès limité, qu'on leur oppose, à cette cartographie plus précise, ainsi qu'aux données relatives aux impacts réseaux, qui contraignent leurs efforts de planification. Les arguments entendus pour limiter l'accès aux données ne paraissent pas toujours convaincants : à l'instar du besoin de confidentialité des données pour les opérateurs de réseaux, face à la concurrence, face au risque sécuritaire également (risque de dévoiler la cartographie complète d'un réseau et donc d'exposer ses points de vulnérabilité). Les communes ne sont toutefois pas en demande d'une cartographie complète du réseau même (demande qui serait effectivement excessive), mais d'une cartographie des impacts de l'inondation sur ledit réseau (la nuance est importante, car dans le second cas, l'opérateur n'est pas menacé dans la confidentialité de ses données). Au cours d'une réunion en préfecture, le représentant d'un opérateur de réseaux cite même le risque de dévalorisation foncière en cas de divulgation de ces données ! Argument pour le moins hasardeux, alors que l'exposition au front de Seine représente, par exemple, une aménité valorisable plus qu'une nuisance... Un troisième argument entendu tient au fait que les données sont à la fois volumineuses et difficiles à traiter pour des communes qui ne sont pas équipées en moyens géomatiques. Ces dernières manquent en effet de moyens en la matière. Néanmoins, elles ont la possibilité de mobiliser leurs structures intercommunales pour leur déléguer le traitement de ces données. Leur interdire, par principe, l'accès à ces données semble relever d'une position presque condescendante, d'autant que les communes sont loin d'être les seuls acteurs à manquer de maîtrise dans l'outil cartographique et géomatique (Santoni et Audoin, 2017).

4.2 LA COMMUNE, ACTEUR DE PROXIMITE DANS LA PRISE EN CHARGE DES POPULATIONS : ETUDE DE LA STRUCTURE COMMUNALE DE GESTION DE CRISE A JUVISY-SUR-ORGE ET DANS LES MUNICIPALITES FRANCILIENNES

La construction, bon an mal an, de la stratégie communale de gestion de crise permet de dégager des grands traits dans l'organisation de cette dernière, en cas de crue majeure de la Seine. Les exemples comparés de Juvisy-sur-Orge et d'autres communes de la région francilienne permettent de nous éclairer sur la structure communale de gestion de crise et sur les stratégies diverses de prise en charge des populations. La commune apparaît en effet en première ligne pour venir en soutien de ses administrés en cas de catastrophe.

4.2.1 Contexte géographique, cinétique, organisationnel

4.2.1.1 Géographie et risque d'inondation à Juvisy-sur-Orge

L'exemple que nous avons introduit, de Juvisy-sur-Orge, est un cas d'étude pertinent, à plusieurs titres. D'un point de vue géographique, Juvisy-sur-Orge se situe en aval de la Seine dans sa partie Essonne, au niveau de la confluence avec l'Orge (qui traverse la commune). C'est

une commune dense de 15 000 habitants (données de 2012), de très petite superficie (2,24 km²). Sur un plan socio-économique, sa population s'inscrit dans les moyennes régionale et nationale : la médiane du revenu disponible (par UC) est de 22 300 euros (contre 22 200 euros à l'échelle francilienne, 22 600 à l'échelle de l'Essonne) ; le taux de pauvreté est de 12%, dans la moyenne départementale et sous la moyenne régionale (15% à l'échelle de l'Ile-de-France). Face à la cinétique de crue, la commune de Juvisy est un cas d'étude doublement intéressant : du fait qu'il concentre des enjeux locaux, avec la moitié de sa population en zone inondable (Tableau 28) ; du fait aussi qu'il concentre des enjeux régionaux avec une valeur stratégique, notamment en matière de transports : un enjeu routier, avec le pont de Draveil qui est un point de traversée nord-sud majeur en Essonne ; un enjeu ferroviaire, avec la plus grande gare régionale hors des murs de Paris, contrôlant les RER C et D. Ce nœud ferroviaire représente un enjeu crucial en cas de crise, avec notamment un fort risque de saturation : l'accident ferroviaire de Brétigny-sur-Orge, en amont, a par exemple paralysé la ville de Juvisy sur l'ensemble d'une journée.

	Population inondée	Pop. en zone de fragilité électrique
R0,6	51	3438
R0,7	582	5077
R0,8	2748	8683
R0,9	6320	9044
R1	7581	9044
R1,15	7743	10567
Pop. totale à domicile		14838
Pop. totale à évacuer en R1¹²⁵		45,6%
Pop. totale à évacuer en R1,15		52,0%

Tableau 28. Exposition chiffrée de la population de Juvisy-sur-Orge face au risque inondation (Données : DRIEE, INSEE, SGZDS).

Sur le plan de l'urbanisme, remarquons que ce dernier se construit parallèlement depuis la Seine (Figure 38) : avec des immeubles en front de Seine ; à l'ouest de la voie ferrée, un quartier historique comprenant des petites rues qui ne facilite pas l'évacuation ni le drainage des eaux en cas d'inondation ; l'ouest de la commune, enfin, à l'abri du risque, du fait de sa position surélevée sur un plateau. Remarquons aussi la dynamique de renouvellement urbain depuis le début des années 2000, avec plusieurs opérations d'aménagement, notamment à l'est de la voie ferrée : ZAC « Monttessuy », ZAC « Bords de Seine », comprenant des immeubles résidentiels construits selon les normes PPRI.

¹²⁵ Ce chiffre est issu de l'application du modèle développé dans le chapitre 2 (il ne représente pas le rapport entre la population inondée sur la population totale).

A Juvisy-sur-Orge, les effets de seuil sont particulièrement marqués (Tableau 28) : Juvisy-sur-Orge est une commune riveraine de la Seine, mais aussi d'un de ses affluents l'Orge, rivière enterrée en grande partie lors de sa traversée de la commune. La crue de l'Orge n'est censée provoquer que des impacts limités, du fait du détournement des débits, en cas de crue, vers un canal de morte rivière en amont (déviant les eaux directement vers la Seine par Viry-Châtillon). La crue de la Seine représente donc la crue au potentiel le plus lourd pour la commune : à ce titre, les scénarios R0,8 et R0,9 représentent les seuils de submersion généralisée, avec l'inondation de surface d'une grande partie du fond de vallée, et respectivement 2700 et 6300 personnes comprises dans l'enveloppe de l'inondation.

Avant le dépassement de ce seuil, les problèmes sont localisés : les inondations sont essentiellement souterraines (parkings inondés), quelques logements sont toutefois également affectés. Les impacts sont causés, non pas tant par l'inondation de surface, que par les inondations provoquées par les remontées de nappes souterraines et par la saturation des réseaux d'évacuations d'eaux pluviales et d'eaux usées, aléas non cartographiés et connus seulement au travers des retours d'expérience. Ces derniers comprennent les crues de la Seine (1982, 2016) mais aussi les crues provoquées par ruissellement urbain, qui ont lieu presque chaque année. Parmi les zones touchées à ce titre, citons : le carrefour des rues Blazy et Rousseau, les tunnels routiers sous le réseau SNCF (Grande Rue et rue Châtillon).

4.2.1.2 Organisation communale de gestion de crise

Les municipalités comprennent plusieurs types de dispositifs de gestion de crise, selon la gravité et l'ampleur des événements. A Juvisy-sur-Orge, on peut identifier trois stades : (1) la mise en place d'astreintes pour assurer la veille permanente. Cette veille est assurée par un agent des services techniques (astreinte technique) ; elle est complétée par l'astreinte d'un élu, qui peut être contacté par l'astreinte technique en cas de besoin. En cas d'incident sans gravité (comme une rupture de canalisation), la gestion de l'incident est assurée par l'astreinte technique. (2) La mise en place d'une cellule de crise réduite, en cas d'événement plus important mais sans sinistrés (alerte à la bombe, fuite de monoxyde de carbone). Le Directeur Général des Services (DGS) prend la direction des opérations et impose les dispositions administratives nécessaires. La mobilisation des équipes municipales demeure limitée à certains services. Le PCS n'est pas activé dans ces conditions. (3) L'activation du PCS et du PCC (Poste de Commandement Communal) par le maire, en cas d'événement majeur, comme une inondation de la Seine.

Dans le cas d'une inondation, la montée en puissance du dispositif de gestion de crise suit la cinétique de la crue. A Vigneux-sur-Seine, trois plans d'action sont identifiés, selon la cinétique de l'inondation et sa fréquence de retour. A Juvisy-sur-Orge, il faut distinguer trois phases : (1) une phase de pré-alerte, déclenchée pour un niveau de 50 cm avant le débordement des quais : cette phase comprend, entre autres, le suivi de vigicrues par l'astreinte et le référent PCS, l'organisation de tournées de surveillance pluri-quotidiennes du niveau de la Seine, et l'information des services municipaux, dont le cabinet du maire et le DGS. (2) La phase d'alerte est déclenchée 30 cm avant débordement, et comprend le déclenchement du PCS et l'activation du PCC. Diverses mesures de pré-mobilisation sont mises en œuvre : le matériel de déviation est préparé, il est demandé aux habitants des quais de sortir leurs véhicules des parkings souterrains. (3) A partir du seuil de débordement, des plans d'action sont déclinés pour sept scénarios d'inondation, avec des mesures de sauvegarde et de mobilisation beaucoup plus poussées.

L'intérêt d'une montée en puissance progressive de la cellule de crise, en fonction de seuils, est de permettre l'anticipation des besoins. L'agente du CASVP interrogée, à Paris, fait ainsi remarquer que lors de la crue de juin 2016, l'absence d'un dispositif progressif de mobilisation des services a été très préjudiciable. Il n'y a de fait eu aucune réaction au sein du CASVP face à l'occurrence de la crue (qui, et c'est heureux, n'a *in fine* pas eu d'impact sur celui-ci ni sur les populations qu'il suit) : pas de mise en place d'une cellule de crise, ni de veille active sur les informations disponibles. Une réunion *a posteriori* a mis en évidence le fait que l'évacuation des EHPAD sous la responsabilité du CASVP aurait été impossible si l'eau avait continué de monter, du fait de ce manque d'anticipation.

Le PCC comprend deux postes clés : le DOS et le RAC.

- (a) Le maire – ou l'un de ses adjoints – est à la tête du PCC (Figure 39) : c'est le chef de la gestion de crise à l'échelle municipale, en raccourci et par abus de langage, le « DOS » (Directeur des Opérations de Secours) local. Il arbitre sur les orientations stratégiques de la gestion de crise communale, et joue un rôle central dans la communication de la municipalité.
- (b) Le RAC (Responsable des Actions Communales) est issu des rangs de la direction administrative de la commune, généralement le DGS (Directeur Général des Services). Il s'occupe du pilotage opérationnel de la gestion de crise communale, et fait le lien entre le DOS et les différents pôles ou cellules de l'organisation de crise



Figure 39. Photographie du PCC de repli de Gennevilliers (locaux du Centre Technique Municipal), lors de l'exercice Sequana, avec la présence de l'adjointe au maire agissant en tant que DOS (Source : auteur).

Un PCC comprend différents pôles ou cellules, dont la mission est précisée dans les fiches réflexes du PCS. Ces pôles reprennent parfois les directions des municipalités (pôle technique, pôle communication, etc.), avec des configurations variables selon les communes. A Vigneux-sur-Seine, le PCC comprend cinq cellules : une cellule secrétariat (assurée par des agents d'accueil), une cellule évaluation, sécurité et alerte (assurée par la police municipale), une cellule logistique (assurée par des services divers : espaces verts, bâtiments, animation et déménagement), une cellule hébergement (assurée par le CCAS), une cellule communication interne et externe. A Juvisy-sur-Orge, les responsabilités des services municipaux sont plus diversement réparties entre cellules du PCC (Tableau 29). Quatre cellules sont identifiées dans le PCS : une cellule évaluation, une cellule logistique, une cellule communication, une cellule accompagnement des populations. La fonction communication est dans certaines communes répartie entre plusieurs postes. A Montgeron par exemple, un projet de révision du PCS prévoyait de diviser la fonction de communication entre un pôle « population », chargé de l'alerte et de l'information aux populations, et un responsable communication directement affecté auprès du maire (DOS).

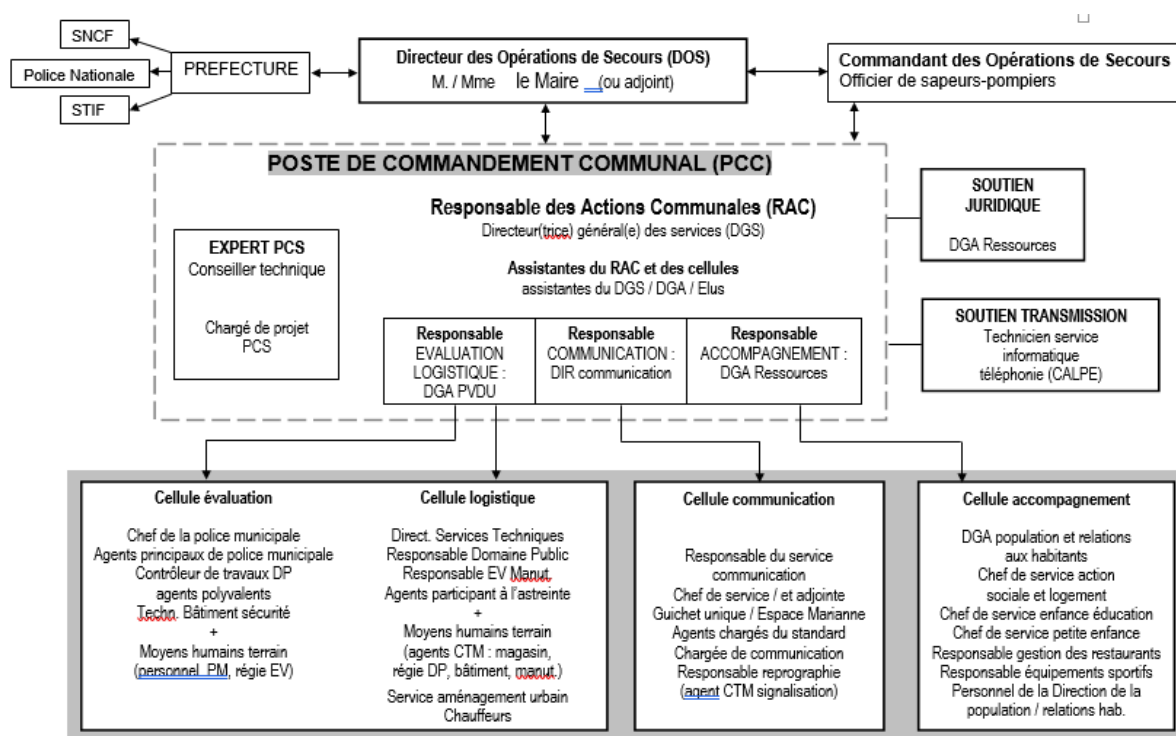


Tableau 29. Extrait du PCS de Juvisy-sur-Orge : composition du PCC (Source : PCS de Juvisy-sur-Orge).

4.2.2 Anticipations sur l'évacuation : stratégies de prise en charge des populations, applications locales de la doctrine zonale et coordinations inter-scalaires

La commune n'est bien sûr pas seule en gestion de crise, *a fortiori* dans l'hypothèse d'une inondation majeure : elle s'inscrit dans un dispositif de crise bien plus large. A ce titre, elle se voit attribuer, ou s'attribue, de façon explicite ou non, certaines missions de prise en charge des populations, notamment dans le processus d'évacuation. Ainsi, si la doctrine zonale d'évacuation a été longuement évoquée, une question demeure pourtant : celle de la portabilité à l'échelle locale de la doctrine décidée au niveau zonal.

4.2.2.1 La doctrine d'évacuation : de l'échelle zonale à l'échelle locale

4.2.2.1.1 Le préfet de département, pivot de la gestion de crise

Entre ces deux échelles, l'échelle de la préfecture de département, en tant que centre opérationnel de la gestion de crise, en tant aussi que représentant de l'Etat auprès des collectivités locales, est centrale. Or, comme observé précédemment, certaines préfectures peuvent avoir des réticences vis-à-vis des décisions prises à l'échelle zonale en matière de planification, qui peuvent peser sur l'efficacité *in situ* dans l'application de la doctrine d'évacuation. Elles doivent donc être pleinement intégrées, en amont, au processus de planification zonale. Il faut ici remarquer les nombreux problèmes de communication qui ont pu émerger entre les préfectures de département et la zone de défense pendant la crue de juin 2016, dans la transmission des points de situation, dans l'utilisation de la plateforme d'échanges Crisorsec¹²⁶, dans la demande de moyens zonaux plus largement¹²⁷.

En cas d'inondation majeure, l'arbitrage final sur la doctrine d'évacuation est pris, certainement par la Présidence de la République et par l'échelon interministériel, de préférence sur la base des propositions du préfet de zone : les principes de la doctrine sont ensuite transmis aux préfectures de département, qui se chargent de l'appliquer *in situ*. Il faut ici remarquer des différences notables entre les préfectures de grande couronne, de petite couronne et Paris : les premières ont peut-être une plus grande marge de manœuvre que les secondes. En effet, en petite couronne, les secours et forces de l'ordre sont sous la tutelle de la Préfecture de Police ; de même, les préfets de départements tiennent lieu de DOS sur délégation des compétences du Préfet de Police. A Paris, le Préfet de Police a conservé ses compétences de DOS, et le COZ tient ainsi aussi lieu de COD.

La doctrine zonale est donc amenée à être ajustée par les préfets de département, selon les situations et les territoires, comme le fait remarquer le représentant d'un SIDPC : il évoque, par exemple, le besoin d'adapter les messages et éléments de langage transmis par la Préfecture de Police au contexte local, du fait que ces messages risquent de refléter une « *vision parisienne* » de la crise. En l'occurrence, ce même acteur signale que le préfet peut être conduit à réunir les maires des communes concernées avant d'arrêter sa décision, afin de connaître leurs réactions et de les associer à la prise de décision.

4.2.2.1.2 Moyens d'information entre communes et préfectures

Avec le préfet, le maire a en effet un rôle central dans l'application de la doctrine d'évacuation, non seulement du fait des dispositions légales et réglementaires déjà citées, mais surtout du fait que c'est vers cette figure locale que les populations se tournent en cas de crise majeure. Notons ici que la répartition des responsabilités entre le maire et le préfet n'est pas toujours évidente pour les acteurs franciliens : cette problématique, relative à la distribution des compétences et responsabilités entre les échelles d'intervention, se retrouve dans d'autres contextes, par

¹²⁶ Crisorsec est un outil du SGZDS, mis à la disposition des préfets de département de la région francilienne. C'est une plateforme électronique (une cellule de crise virtuelle) utilisée en cas d'événement important nécessitant une coordination entre acteurs, ouverte sur décision du préfet. Crisorsec vise à intégrer des acteurs très divers, au-delà de la chaîne de commandement classique de la sécurité civile, en promouvant une logique collaborative (chaque acteur intégré dispose de son propre compte). Crisorsec comprend un annuaire, une messagerie, une main courante commune à tous les acteurs de la plateforme, et un espace de stockage des données (Créton-Cazanave et Westrich, 2017).

¹²⁷ Observations du projet EURIDICE (dont des observations personnelles).

exemple en Allemagne lors des inondations de l'Elbe en 2002, entre le niveau local, fédéré (Länder) et fédéral (Plate, 2011).

La transmission de l'information entre le préfet et le maire est donc un axe central du processus d'évacuation : dans un sens descendant, pour donner les orientations stratégiques, dans un sens ascendant, pour faire remonter les retours du terrain. Les moyens et courroies de transmission de l'information sont divers : outre les contacts directs par téléphone entre la commune et le COD, ou les tableaux de suivi demandés par ce dernier, citons certains intermédiaires : en particulier, notons le rôle central du SDIS, avec la présence de sapeurs-pompiers au sein des PCC qui peuvent faire remonter des informations au représentant du SDIS au sein du COD.

En Essonne, un effort important a été mis en œuvre pour pleinement associer les communes au dispositif préfectoral de gestion de crise, notamment lors de l'exercice Sequana : dans ce département, lors de l'exercice, les communes avaient ainsi un compte propre pour accéder à la plateforme d'échanges en gestion de crise de Crisorsec ; de même, des conférences téléphoniques ont été mises en place entre les communes et la préfecture pour assurer la cohésion entre ces dernières, leur permettant ainsi de se décroiser, d'avoir conscience de leur environnement immédiat et des problématiques spécifiques de leurs voisins. Certaines collectivités ont ainsi fait remarquer que la préfecture de l'Essonne avait eu le mérite, par ces biais-là, de « *territorialiser l'exercice* ». Dans les Hauts-de-Seine, à l'inverse, la municipalité de Gennevilliers a semblé relativement déçue par la communication de sa préfecture lors de l'exercice Sequana : les points de situation zonaux n'étaient pas relayés par la préfecture aux communes, ni la cartographie des impacts à l'échelle de ces dernières. Les seules informations zonales transmises par la préfecture concernaient les bulletins de crue.

4.2.2.1.3 Contraintes de communication entre communes et préfectures

Les contraintes pesant sur la transmission de l'information sont en effet multiples : citons par exemple la méconnaissance par les communes du fonctionnement d'un COD, et plus globalement du dispositif ORSEC ; à l'inverse, les difficultés pour le COD de contacter des interlocuteurs locaux, d'obtenir rapidement les remontées du terrain, entraînant un temps de latence dans la prise de décision de celui-là, qui peut avoir le sentiment de fonctionner « *en aveugle* ». Un COD fonctionne en mode interservices, avec des représentants de diverses organisations (Figure 40) : ce mode de fonctionnement facilite d'une part, sur un plan horizontal, les communications entre organisations, d'autre part, sur un plan vertical, les communications au sein d'une organisation, entre la cellule de crise de cette dernière et le COD par le biais de son représentant. Or, les communes ne sont pas représentées en COD.



Figure 40. Photographie du COD de l'Essonne, pendant l'exercice Sequana. Vue sur la salle "interservices", avec des agents du CD-91, de la DSDEN, de la Gendarmerie et de la Police Nationale, entre autres (Source : auteur).

Dans les Hauts-de-Seine, dans le processus de réflexion accompagnant Sequana, le choix a donc été fait de mettre en place en cas d'inondation majeure un COD élargi. Ce dernier comprend une cellule dédiée aux collectivités locales, avec cinq postes exclusivement tournés vers l'échange auprès des communes (contre un seul poste en COD classique). Dans le même esprit, à la suite de Sequana, cette même préfecture a choisi de transformer le tableau de suivi qu'elle envoyait aux communes : en effet, avant l'exercice, il s'agissait d'un tableau sans rubriques spécifiques, de telle sorte que chaque commune le remplissait à sa façon. Le tableau n'apparaissait donc pas satisfaisant, ni du point de vue du COD, ni de celui des communes : le référent PCS de Gennevilliers préférerait ainsi un tableau pré-rempli, « *plus scolaire* ». Afin d'obtenir des réponses standardisées, le tableau de suivi a donc été amélioré, en le détaillant par thématiques (avec une rubrique dédiée aux transports, une autre aux évacuations, etc.)

4.2.2.2 Les objectifs multiples de la commune

Dans l'application de la doctrine d'évacuation, le maire n'est donc pas *a priori* décisionnaire, il a toutefois un rôle crucial dans l'application de celle-là. Deux volets semblent dominer dans la part que la commune assume dans le processus d'évacuation : l'alerte et l'information des populations, et l'accompagnement et l'hébergement des celles-ci.

4.2.2.2.1 Alerte, information et évacuations

En matière d'alerte et d'information de la population, les messages de fond sont véhiculés par de multiples vecteurs, que nous avons déjà évoqués dans la partie introductive de ce chapitre. Insistons ici sur le rôle spécifique de la commune. La commune est en première ligne pour alerter sa population. Un des problèmes en la matière tient en ce qu'elle est amenée à communiquer en situation de forte incertitude, pour les raisons déjà vues, d'ordre technique et politique. « *Il faut prendre le risque de communiquer sans avoir toutes les réponses* », signale un agent de la municipalité de Gennevilliers. Un autre problème tient en ce que la commune doit non seulement relayer ses propres messages, mais aussi les messages préfectoraux et nationaux, ce qui peut effectivement poser des problèmes de cohérence dans la communication municipale. Un ancien élu interrogé considère de ce fait que le principal rôle du maire, en cas d'inondation, est de servir de relais d'information pour les échelons supérieurs (la zone de défense et la préfecture de département).

Les stratégies développées par les communes, et les vecteurs utilisés, sont multiples :

- (1) Le maire, en tant que chef du PCC, et plus largement l'ensemble des élus locaux, a ici un poids prépondérant. Les élus ont un rôle décisif, non seulement dans l'organisation de la gestion de crise, mais aussi dans la transmission de l'information, du fait de leur poids politique et médiatique local. Ce rôle ne se limite pas à communiquer auprès des médias, par le biais de communiqués et de conférences de presse, mais aussi à écumer le terrain pour transmettre l'information et les instructions de la municipalité, et aussi des échelons supérieurs, aux habitants. De la même manière, les élus peuvent ainsi recueillir et faire remonter les demandes des habitants, mais encore celle des agents de la commune sur le terrain.
- (2) Outre les élus, les agents municipaux, en premier lieu la police municipale, jouent aussi un rôle dans l'alerte des populations. Différents vecteurs sont à leur disposition : porte-à-porte, boîitage, automate téléphonique d'alerte, hauts-parleurs (montés sur une voiture par exemple, comme le prévoit le PCS de Vigneux-sur-Seine), site internet communal, standard téléphonique. Notons aussi l'apparition récente des réseaux sociaux, avec des applications concrètes lors de l'exercice Sequana et de la crue de juin. A Clichy-la-Garenne, lors de Sequana, les réseaux sociaux ont été mobilisés par la commune pour relayer les points de situation, pour identifier les écoles et les routes fermées. A l'inverse, les réseaux sociaux sont aussi une source d'informations extrêmement riche, au courant souvent plus rapidement que l'administration d'Etat ou même les médias locaux et nationaux. Relevons ici le rôle du VISOV (Volontaires Internationaux de Soutien Opérationnel Virtuel), une association activée pour la première fois en France lors de l'accident ferroviaire de Brétigny-sur-Orge, issue du mouvement des MSGU (Médias Sociaux en Gestion d'Urgence) : cette association fait la veille des réseaux sociaux, trie les informations, décèle les fausses nouvelles, sert de relais entre les acteurs, fait de la cartographie de gestion de crise. Des conventions ont été signées entre le VISOV et divers acteurs : des services de l'Etat (le ministère de l'intérieur même depuis les attentats de Nice de juillet 2016), des SDIS, des collectivités territoriales, dont le conseil départemental de l'Essonne et diverses communes. Les réseaux sociaux nécessitent une veille active, qu'il est malaisé de mettre en place à l'échelle d'une municipalité, d'autant plus si elle est de petite taille : l'action d'associations comme le VISOV pourrait être une solution palliative pertinente.

- (3) La communication de crise doit faire l'objet d'un maillage territorial serré pour être efficace : les antennes de quartier ou mairies de quartier si elles existent, mairies d'arrondissement à Paris, ont un rôle prépondérant pour recevoir les demandes d'informations des populations. Lors des attentats de Paris de novembre 2015, il est apparu que les populations se sont beaucoup tournées vers leurs mairies d'arrondissement. De même, notons le rôle des réserves communales de sauvegarde, quand elles existent, pour mailler le territoire. Ces réserves demeurent rares en Ile-de-France, se limitant à quelques communes, par exemple à Saint-Maur-des-Fossés ou à Corbeil-Essonnes. Les obstacles à la généralisation de ces réserves sont multiples, comme le remarque le référent PCS de Gennevilliers : se posent en effet un triple problème assurantiel, logistique (il faut pouvoir organiser la réserve), et de compétences (la « *bonne volonté* » des volontaires ne suffit pas !)
- (4) La communication de crise doit enfin être associée à la stratégie de communication du quotidien. Ainsi, à Clichy-la-Garenne, un automate d'alerte a été lancé en 2012. Cet automate a aussi bien une fonction d'alerte que de sensibilisation en amont de la crise. Il comprend un annuaire de l'ensemble des personnes en zone inondable, et s'intègre dans une base de données comprenant les adresses administratives géolocalisées, et aussi le code d'accès aux bâtiments. La mairie utilise l'automate en amont pour appeler ses administrés, afin de s'assurer du fait que l'annuaire est bien à jour, mais aussi pour transmettre des informations préventives : sur l'existence d'un risque, sur les conséquences de celui-ci sur les biens et les personnes, mais surtout sur les mesures de sauvegarde prises par la commune, et celles que les individus doivent prendre de leur côté. L'objectif est de faire en sorte que tous les habitants en zone inondable aient le même niveau d'information face au risque.

La commune n'est bien sûr pas seule dans ce processus d'alerte et d'information : le rôle des médias locaux et nationaux a déjà été évoqué dans la partie introductive ; de même que celui des moyens coordonnés par la zone de défense et par les préfectures de département, BSPP, SDIS et forces de l'ordre en premier lieu. Signalons aussi le rôle des associations, de sécurité civile mais pas seulement, pour relayer les informations communales, notamment le rôle des associations à destination des personnes en situation de précarité (Emmaus, Restos du Cœur), souligné par exemple par le référent PCS de Gennevilliers : ces associations permettent de toucher des populations qui ne sont pas connues des services communaux. Signalons surtout l'importance des structures intercommunales pour le risque inondation, en particulier de certains syndicats de rivière. Ces syndicats permettent d'informer les mairies sur l'évolution hydrologique de la crue : le cas de Villeneuve-Saint-Georges et du SYAGE a déjà été évoqué. Ils permettent aussi d'informer directement les populations exposées. Lors de la crue de juin 2016, le SIVOA, syndicat de l'Orge Aval, a par exemple prévenu par un automate d'alerte par téléphone (« *Vigi-Orge* ») les riverains de la crue : les retours sur la pertinence de cet automate ont été bons, encourageant le syndicat à généraliser ce système à l'ensemble des municipalités sous sa responsabilité.

4.2.2.2 Accompagnement et hébergement des populations

A la suite de la problématique de l'alerte, c'est la commune qui est en première ligne responsable d'accompagner les populations évacuées, par l'identification de solutions d'hébergement, par la création de zones d'accueil et de regroupement (Trémur et Lanczner, 2006).

Les hébergements que peuvent proposer les communes sont multiples : les gymnases bien sûr, du fait du nombre de personnes qu'ils peuvent accueillir, mais aussi des chambres d'hôtels, voire des places en hôpital et en foyers-résidence. D'autres solutions peuvent être envisagées avec l'accord des organisations responsables, notamment dans les établissements scolaires. Les hébergements proposés doivent répondre à plusieurs critères, d'exposition et de confort :

- (1) Les lieux d'hébergement doivent d'abord être à l'abri des impacts attendus de l'inondation. Or, ces impacts ne sont pas toujours bien identifiés par les communes, en particulier les impacts réseaux, pour les raisons déjà évoquées de transmission de l'information cartographique. Les communes ne sont donc pas toujours à même de repérer les lieux d'hébergements *a priori* hors de la zone d'impact. Remarquons ici que le même raisonnement s'applique aux lieux de commandement, de coordination et de logistique de la gestion de crise communale. Ainsi, la mairie de Vigneux-sur-Seine est, potentiellement, en zone de fragilité électrique. Or, le PCS prévoit de faire de la mairie le PCC ! Diverses communes envisagent donc des sites de replis : c'est par exemple le cas à Gennevilliers, où le PCC pourrait être délocalisé hors zone inondable au sein du Centre Technique Municipal de la ville.
- (2) De même, les conditions spécifiques de la crise inondation, sa durée en particulier, impliquent des solutions d'hébergement particulières, notamment dans le confort des personnes sinistrées, avec des équipements appropriés (sanitaires, douches, cuisines) et un espace suffisant. Or, c'est une spécificité qui n'est pas toujours bien prise en compte par les communes, par exemple sur le décompte des équipements des gymnases, avec un inventaire qui reste à faire. Au-delà de ce décompte, le maintien de populations sur plusieurs jours, *a fortiori* sur plusieurs semaines, dans des gymnases où la proximité entre les personnes et les familles peut être forte, pose des problèmes de cohabitation et d'acceptabilité sociale. Les établissements scolaires présentent l'avantage, sur les gymnases, de comprendre généralement en leur sein un service de restauration. La Ville de Paris a par exemple entamé une réflexion sur la création d'un maillage de proximité, en identifiant des gymnases situés à proximité de crèches, qui ont donc le matériel nécessaire en cuisine. Outre le besoin d'équipements *in situ*, il faut aussi du matériel adéquat pour accueillir la population, en groupes électrogènes en cas de rupture électrique, en lits aussi : or, les communes seules n'ont pas les stocks nécessaires, et doivent donc compter sur l'appui des services de l'Etat et plus encore du secteur associatif. Il faut également assurer le ravitaillement, en eau, nourriture et biens de première nécessité, de façon continue et pour des effectifs potentiellement très élevés. Pour mener à bien l'ensemble de ces missions, il faut un personnel communal suffisant : certes, les communes ne sont pas seules en la matière, et peuvent notamment compter sur l'appui des associations agréées de sécurité civile ; les retours d'expérience internationaux font toutefois état d'un besoin en personnel équivalent à 10% de la population hébergée (CEPRI, 2014).
- (3) Les solutions d'hébergement doivent enfin être adaptées selon les populations accueillies : pour les personnes âgées, fragiles, les gymnases n'apparaissent pas comme une possibilité acceptable pour de nombreux acteurs, en particulier pour les acteurs municipaux. Les places en foyers-résidence, les chambres d'hôtels, dans certains cas les chambres d'hôpital sont à privilégier. D'autres solutions, plus atypiques, sont aussi envisagées. Ainsi, à Gennevilliers, pour les personnes bénéficiant de soins à domicile mais isolées (sans référent familial ou amical), la commune envisage l'hypothèse de les

envoyer dans une propriété de la ville située dans l'Eure : le problème, cependant, est d'accompagner ces personnes du personnel soignant qui les suit (ce qui pose des contraintes logistiques fortes).

Alerte et hébergement sont intimement liés. Dans les discours de certaines municipalités, il apparaît en effet l'intérêt de concentrer les efforts communaux sur les populations à domicile, âgées, fragiles et isolées, notamment dans la prise en charge de l'hébergement. C'est l'orientation de la commune de Clichy-la-Garenne par exemple, exprimée lors d'un groupe de travail préparatoire à l'exercice Sequana. A Gennevilliers, la commune a sollicité la préfecture de département pour connaître les modalités de prise en charge de ces personnes. La préfecture de département a renvoyé vers la zone de défense. Celle-ci a répondu à la commune que la prise en charge de ces personnes incombait à la préfecture de département. La commune a également contacté l'ARS, sur la même thématique : celle-ci lui a confirmé que l'ARS ne prendrait en charge que la population hospitalisée. *In fine*, en l'absence de responsabilités identifiées de façon claire, c'est donc à la commune d'assurer le nécessaire pour ces populations, au moins en début de gestion de crise. Or, pour concentrer les efforts de la commune sur les populations fragiles et isolées, il faut un processus d'alerte efficace, de sorte que le reste de la population puisse se prendre en charge de façon autonome.

Au-delà de l'hébergement même, la commune vient en aide aux populations sinistrées de diverses manières : l'aide peut être psychologique, financière, logistique et matérielle. Cette aide peut notamment être fournie dans le cadre d'un centre d'accueil et d'orientation à destination des populations (principe du guichet unique). Lors de la crue de juin 2016, ce fut par exemple le cas à Melun à l'espace Saint Jean, avec divers types d'aide proposés :

- (1) Sur un plan matériel, la commune peut livrer aux particuliers du matériel pour assurer le maintien en vie dégradée (ne serait-ce que donner des bougies par exemple pour faire face aux pénuries d'électricité), ou pour protéger les biens de l'inondation (livraison de parpaings).
- (2) Sur un plan logistique, la commune peut assurer, par le biais de ce centre d'accueil, des activités péri-scolaires à destination des enfants, pour pallier autant que faire se peut la fermeture des écoles.
- (3) Sur un plan psychologique, la commune peut être amenée à mettre sur pied une cellule d'aide psychologique pour les personnes sinistrées.

Enfin, au sein des zones évacuées, mais où subsiste certainement un noyau d'irréductibles, ou à l'inverse des zones non évacuées mais en conditions de vie dégradées, la municipalité doit être en mesure d'apporter un soutien aux populations sur place. Elle est en première ligne pour assurer le ravitaillement de ces dernières, mais aussi pour assurer des conditions d'hygiène et de salubrité acceptables. Même si la décision d'un maintien sur place ou d'une évacuation relève *in fine* du niveau préfectoral, c'est le maire qui demeure responsable de l'hygiène et de la salubrité locales, comme le rappelle un élu d'Alfortville. Pour rappel, « *la police municipale a pour objet d'assurer le bon ordre, la sûreté, la sécurité et la salubrité publiques* » (CGCT L2212-2).

Pour conclure sur ces stratégies de prise en charge, remarquons que la problématique du retour à la normale et de la reconstruction du territoire est largement ignorée à l'échelle locale : « *préparer la gestion de crise, c'est déjà beaucoup !* », du fait de la faiblesse des moyens et des compétences disponibles à cette échelle, mais aussi parfois de l'absence de prise de conscience

des difficultés attendues dans le contexte post-catastrophe. Notons une exception, avec le « *Haut responsable à la résilience* » de la Ville de Paris, qui comprend des travaux sur la problématique du *Build Back Better* (notion abordée dans le chapitre 4). Ce poste est cependant détaché, et assez éloigné, du service de gestion de crise de la Ville de Paris : le lien entre les réflexions des uns et des autres n'est donc pas assuré. Associée à cette problématique du retour à la normale, celle de la coordination des municipalités avec le monde socio-économique, nécessaire pendant la période post-crise, est pourtant déficiente, pour ne pas dire inexistante, dans la planification communale. C'est dommageable, car non seulement le tissu communal d'entreprises est indispensable pour assurer la relance de l'activité, mais aussi parce que les entreprises peuvent aider la commune directement sur un plan logistique. Le référent PCS de Gennevilliers fait ainsi remarquer que les grandes entreprises présentes sur le territoire communal ont des centres de vacances hors agglomération qui pourraient servir à héberger les habitants de Gennevilliers. Or, malgré quelques initiatives très récentes, la coopération en matière de sécurité civile avec ces entreprises demeure en l'état balbutiante au sein de la commune.

4.2.2.3 Coordination institutionnelle et disparités intercommunales

4.2.2.3.1 Coordination institutionnelle et interscalaire

Dans le processus d'évacuation, qui intègre de multiples objectifs et phases, la commune a donc un rôle primordial : pour mener ses missions à bien, il faut cependant que la municipalité soit à même de se coordonner au mieux avec les autres acteurs de terrain, sapeurs-pompiers, forces de l'ordre, associations de sécurité civile, agents des autres collectivités (communes adjacentes, conseil départemental). Or, ce n'est pas toujours chose aisée, notamment du fait des méconnaissances des responsabilités de chaque acteur.

Un élu interrogé fait remarquer à ce titre l'impact positif de la proximité géographique entre les acteurs de la gestion de crise, en favorisant des contacts développés au quotidien qui peuvent être activés en situation catastrophique. L'impact de la proximité géographique dans la capacité des acteurs à interagir, à se coordonner, à improviser une stratégie de gestion de crise dans une situation d'incertitude, a été souligné dans diverses études (par exemple, chez Adrot et Garreau, 2010). Cet élu met en avant le fait que sa commune a conservé divers équipements de sécurité civile dans son giron : (a) la municipalité abrite ainsi une communauté de brigade de la gendarmerie. (b) de la même façon, elle conserve un centre d'incendie et de secours qui n'a pas été transféré au département. Ce centre demeure donc sous la responsabilité de la municipalité, et fait l'objet de dotations de cette dernière ; de ce fait, les sapeurs-pompiers sont des interlocuteurs quotidiens de la mairie.

4.2.2.3.2 Une solidarité territoriale à construire

Les municipalités doivent aussi être à même de se coordonner entre elles, ce qui apparaît souvent difficile, pour des raisons techniques mais aussi politiques. A titre d'exemple, on nous a fait remarquer les difficultés en gestion de crise qui ont émergé, lors de la crue de juin 2016, au sein de certaines municipalités de la boucle de la Seine en Essonne, du fait d'oppositions de personnes au sein du conseil départemental.

Or, la coordination intercommunale est nécessaire, notamment face aux besoins d'une solidarité de proximité, déjà évoquée au cours de ce chapitre. Cette solidarité se pose de façon cruciale

pour les municipalités directement adjacentes des communes les plus exposées : les communes, affectées de façon modérée par le risque inondation, sont amenées, en cas de crue majeure, à prendre en charge l'afflux de populations venant des communes les plus impactées. Par exemple, les communes de Montgeron, de Draveil, pourraient avoir à gérer des personnes sinistrées en provenance de la commune lourdement impactée de Vigneux-sur-Seine – hypothèse lancée par un responsable de la DDT de l'Essonne. Du fait d'une coordination intercommunale déficiente, ces besoins de prise en charge demeurent relativement ignorés par les communes : les moyens en hébergements, identifiés dans le cadre de travaux préparatoires aux PCS, ne sont pas calibrés pour faire face à ces besoins extérieurs.

4.2.2.3.3 Des moyens inégaux entre municipalités

De la même manière que les communes sont diversement armées dans le processus de planification, elles sont aussi inégales dans la mise en œuvre opérationnelle de la gestion de crise. Les raisons sont multiples : l'exposition de la commune au risque, que nous venons d'évoquer, est un premier facteur. De même, la capacité de la commune à être autonome, par rapport aux autres acteurs, en particulier face aux services de l'Etat, dépend des moyens qu'elle a à sa disposition : une grande commune est bien sûr mieux à même de gérer une crise qu'une plus petite. Lors de la crue de juin 2016, la ville de Melun considère avoir bien géré la crise, du fait que « *tout peut se gérer avec des moyens* », des moyens matériels et humains. La préfecture de Seine-et-Marne est de fait peu intervenue à Melun, sauf pour informer cette dernière, notamment pour communiquer les prévisions de crue. D'après la ville de Melun, la préfecture, consciente de l'autonomie de la ville, s'est concentrée sur des villes de plus petite taille, comprenant des moyens moins importants, dépourvues de PCS également.

4.2.2.4 ***Des communes particulières : entre grands moyens et exposition généralisée au risque***

Pour conclure sur ces disparités intercommunales, il est utile d'illustrer certains cas particuliers face au risque inondation : celui de la Ville de Paris, très riche en moyens ; ceux à l'inverse de municipalités exposées à la submersion généralisée, qui sont, de ce fait, dans l'incapacité d'assurer leurs missions.

4.2.2.4.1 La Ville de Paris : une municipalité aux grands moyens coordonnée avec la Préfecture de Police

Il apparaît d'abord que la Ville de Paris n'est pas une municipalité comme les autres, par son statut réglementaire, par les moyens qu'elle peut engager, par son intrication avec la Préfecture de Police.

La Ville de Paris est en effet à la fois une municipalité et un département : les problématiques communales et départementales, abordées précédemment, se superposent donc. Dans le même temps, c'est une municipalité dont les pouvoirs sont, sur un plan légal et réglementaire, réduits par rapport aux autres municipalités : ses pouvoirs de police sont en effet limités, assumés pour partie par le Préfet de Police. Les compétences mentionnées au 5° de l'art. L2212-2 du CGCT relèvent des pouvoirs du Préfet. Ainsi, c'est ce dernier qui est responsable du déclenchement de l'alerte dans Paris. Paradoxalement, ces pouvoirs limités sur un plan réglementaire contrastent avec la force de frappe logistique et humaine de la Ville de Paris, comptant 50 000 agents municipaux. Ainsi, la Préfecture de Police tient le double rôle de COD et de COZ, mais

ce second rôle tend à prendre le pas sur le premier : de façon informelle, le rôle de COD-DOS est donc assuré en partie par la mairie de Paris. Aussi, la Ville de Paris est-elle considérée comme une réserve de moyens atypiques par la Préfecture de Police : les moyens identifiés au sein de la Ville de Paris, dans le cadre du COTRIM, sont en effet très divers, jusqu'à l'inventaire de tracteurs !

De même, la Ville de Paris comprend une force de frappe, en termes de communication, bien supérieure à celle de la Préfecture de Police : elle apparaît de la sorte comme un relais fort des messages comportementaux et informatifs émis par la Préfecture de Police. Les communiqués de presse communs à celle-ci et à la Ville de Paris sont de fait très courants. La Disposition Générale relative à l'alerte et à l'information des populations, de la Préfecture de Police, liste les moyens d'alerte propres à la Ville de Paris : son site internet, le fichier Chalex, ses JEI (Journaux Electroniques d'Information – des panneaux d'information). Cette disposition souligne que le SGZDS peut demander à la ville de relayer, sans modification et sans délai, des messages comportementaux sur ses JEI ; la zone de défense *« peut également inviter la Ville de Paris à relayer les consignes et préconisations comportementales qu'[elle] aura élaborées »*. Notons aussi la présence bien plus forte de la Ville de Paris sur Internet et les réseaux sociaux, par ses multiples comptes twitters par exemple : la maire de Paris a un compte twitter en nom propre, ce que n'a pas le Préfet de Police.

Dans la mise en place de son dispositif de gestion de crise, la Ville de Paris tend aussi à s'aligner sur la Préfecture de Police : la municipalité a un CVO (Centre de Veille Opérationnelle), fonctionnant 24h/24h en lien permanent avec la Préfecture de Police. La CCC (Cellule Centrale de Crise), équivalent des PCC dans les autres communes, est activée sur décision du maire, de son cabinet, ou du Secrétaire Général de la ville, après en avoir informé le Préfet de Police. La CCC s'appuie sur des réunions de synthèse régulières, où sont invitées régulièrement la Préfecture de Police, voire certains opérateurs de réseaux.

Il y a donc une forte dépendance entre la Préfecture de Police et la Ville de Paris : les réflexions de la première, dans la planification de la gestion de crise, associent presque systématiquement la Ville de Paris. Cette interdépendance peut aussi se traduire, toutefois, par des tensions entre les deux partenaires¹²⁸.

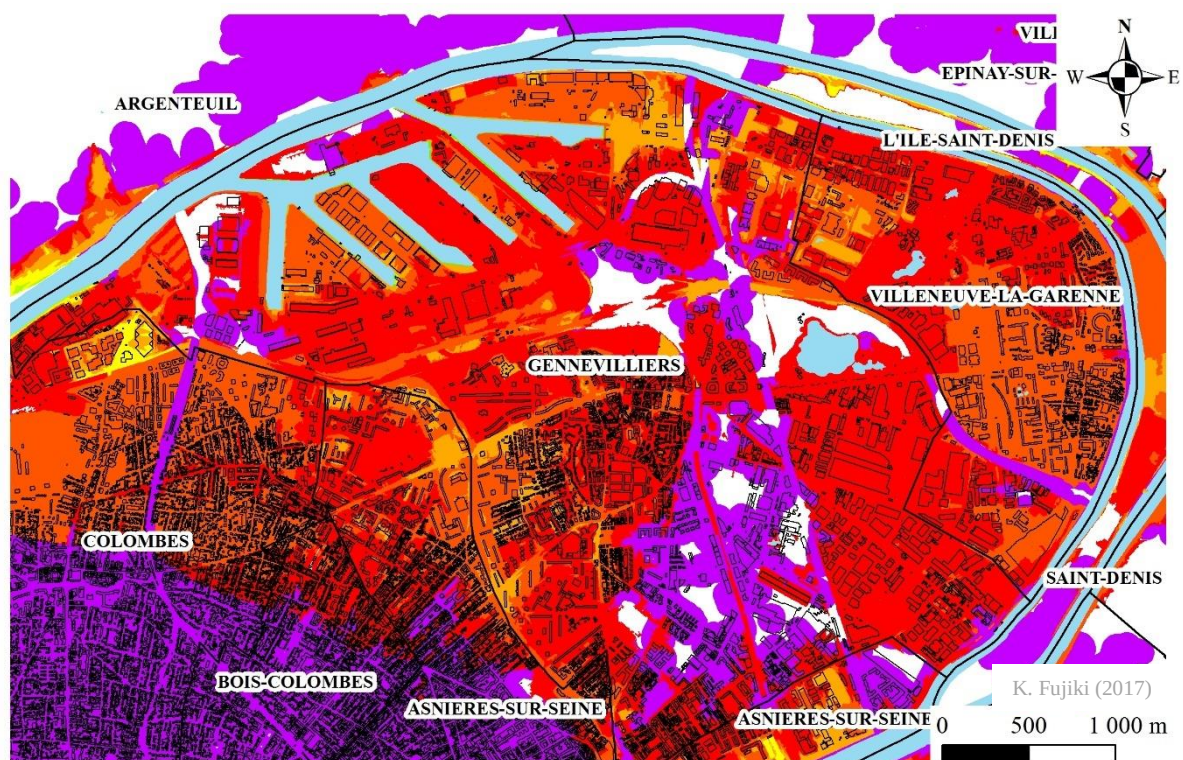
4.2.2.4.2 Des municipalités exposées à un risque inondation extraordinaire : Gennevilliers, enclavée vs. Alfortville, submergée

Si certaines municipalités, la Ville de Paris en tête, sont en mesure de déployer des moyens très importants, d'autres doivent à l'inverse faire face à des besoins de prise en charge qui dépassent très largement leurs capacités. Les cas de Gennevilliers et d'Alfortville sont ici riches en enseignements, en particulier pour illustrer la portabilité (ou non) de la doctrine zonale d'évacuation.

Gennevilliers comme Alfortville sont, dans la cinétique de la crue, des municipalités tardivement exposées à la submersion, avec des effets de seuil très marqués : protégées de l'inondation jusqu'à une hauteur d'eau de la Seine relativement élevée, elles font au-delà face à une inondation généralisée, en scénario R1 pour Gennevilliers, en scénario R0.9-R1 pour Alfortville, quand les digues sont submergées (Figure 41). Les deux communes divergent

¹²⁸ Tensions observées personnellement à diverses reprises lors de réunions et séminaires réunissant les deux partenaires.

toutefois, en ce sens que Gennevilliers conserve un îlot hors d'eau, mais presque entièrement enclavé, tandis qu'Alfortville est submergé dans sa totalité ou presque.



Zones inondables

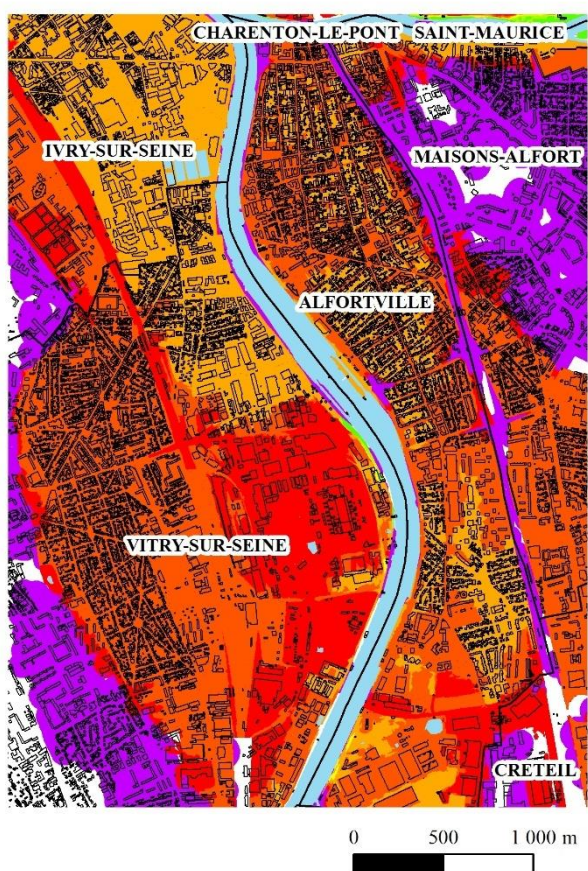


Figure 41. Zones inondables à Gennevilliers (partie sup.) et à Alfortville (partie inf.) (Données : DRIEE, IGN, SGZDS).

Fondée sur d'anciens marécages, Alfortville est comprise en zone inondable sur la quasi-totalité de son territoire : 43 300 personnes sur 44 200 sont en zone inondable pour un scénario R1 (Tableau 30). Les crues de 1910 et de 1924 ont inondé la commune ; cette dernière a évité celle de 1955, grâce à l'endigement, « *à un centimètre près* » pour reprendre l'expression d'un conseiller municipal interrogé. A Alfortville, « *la question de l'évacuation ne se pose pas* », pour reprendre l'expression de celui-là, tant le maintien sur place apparaît comme une mission impossible. D'après notre modèle d'estimation des besoins en cas d'évacuation, 96% de la population est en zone d'évacuation pour un scénario R1, 99% pour un scénario R1,15. La doctrine de la Préfecture de Police tend donc à correspondre ici à la réalité du terrain. Dans la mise en œuvre pratique de l'évacuation, la municipalité fait face à deux enjeux majeurs. Le premier problème tient en l'absence d'un plan d'évacuation formalisé : la ville, à elle seule, n'est pas en mesure de mettre en œuvre un tel plan, mais surtout, le cabinet du préfet, interpellé par le conseiller municipal interrogé, lui a répondu qu'il devait faire sa demande par écrit, afin de la relayer à un niveau hiérarchique plus élevé (au niveau zonal donc). Implicitement, la préfecture de département reconnaît donc elle aussi son impuissance face à cet enjeu. Un second problème consiste dans la capacité de la commune, dans un contexte de submersion quasi-totale, à délocaliser son PCC sur une autre commune, tout en conservant sur son territoire un « *noyau dur* » : comme l'élue interrogé le dit, « *le maire doit rester présent sur la ville* », d'une façon ou d'une autre, quelles que soient les conditions de vie sur place.

La commune de Gennevilliers conserve à l'inverse une zone hors d'eau, presque entièrement enclavée cependant. Ainsi, 14 000 personnes « seulement » sur 40 500 sont dans l'enveloppe du scénario R1, 33 000 dans l'enveloppe du scénario R1,15. La municipalité s'interroge de ce fait sur la faisabilité d'un maintien d'une partie de sa population sur place, ou sur une évacuation totale : « *fermera-t-on la commune ?* » Les chiffres obtenus grâce à notre modèle paraissent ici insatisfaisants, du fait de la difficulté à prendre en compte le facteur relatif à l'isolement géographique. Ainsi, 41% seulement de la population est en zone d'évacuation pour le scénario R1, 73% pour un scénario R1,15. Ces chiffres illustrent aussi la limite de la doctrine de la Préfecture de Police, tiraillée entre les impératifs d'auto-évacuation et de maintien en vie dégradée. Une évacuation partielle, et tardive, de la commune, semble en effet particulièrement risquée. En effet, la boucle de Gennevilliers est isolée dès le scénario R0,85 : si l'évacuation de la commune n'a pas été réalisée avant le franchissement de ce scénario, elle apparaîtra dès lors très compliquée à mettre en œuvre. Le travail de planification municipale est de ce fait compliqué par cette incertitude, la commune étant dépendante d'une décision relative à l'évacuation prise à un niveau administratif plus élevé. En l'absence d'une évacuation totale, se pose notamment la question du ravitaillement de la commune : de sa population et de son site de gestion de crise. La commune a interpellé la zone de défense sur les modalités de ravitaillement de son PCC délocalisé. Cette demande est toutefois restée, à notre connaissance, sans réponse. Or, il lui faut des moyens militaires, d'hélicoptère notamment, pour assurer ce ravitaillement. En l'absence de réponse claire, la commune a toutefois identifié des *dropzones* potentielles, sur des terrains de sport.

	Gennevilliers		Alfortville	
	Population inondée	Pop. en zone de fragilité électrique	Population inondée	Pop. en zone de fragilité électrique
R0,6				
R0,7				2221
R0,8		2105		2221
R0,9	2778	34702	22792	43266
R1	14031	38020	43293	44174
R1,15	32776	40521	43946	44174
Pop. totale à domicile		40521		44174
Pop. totale à évacuer en R1		41,1%		96,4%
Pop. totale à évacuer en R1,15		73,0%		99,4%

Tableau 30. Exposition chiffrée des populations de Gennevilliers et d'Alfortville face au risque inondation (Données : DRIEE, INSEE, SGZDS).

4.2.3 Retours sur la crue de juin 2016 à Juvisy-sur-Orge : impacts, besoins et moyens affectés à la prise en charge des populations

Pour illustrer un cas pratique de mise en œuvre d'un dispositif de gestion de crise, et de stratégies de prise en charge des populations, évoquons l'exemple de la commune de Juvisy-sur-Orge, confrontée à la crue de juin 2016.

4.2.3.1 Dispositif de gestion de crise

La commune de Juvisy a connu une montée progressive du dispositif de gestion de crise ; les impacts sont demeurés suffisamment modérés pour être gérés sans difficulté majeure par la municipalité :

Lundi 30 mai. Le tronçon hydrologique de la Seine moyenne (intégrant Juvisy) passe en vigilance jaune suite aux pluies du week-end. La cote de la Seine à Corbeil-Essonnes (échelle de référence pour Juvisy-sur-Orge) est de 2,34m à 23h.

Mardi 31 mai. Une pré-alerte, en application du PCS, est déclenchée à 12h30, entraînant la surveillance visuelle *in situ* de la cote de la Seine à l'échelle du pont de Juvisy. Un PCC est ouvert en mode réduit à 17h30 (Figure 42).

Mercredi 1^{er} juin. Le PCS est déclenché à 9h : la phase d'alerte est enclenchée. Le SPC annonce un pic de crue pour la journée de vendredi, avec une cote à Corbeil-Essonnes estimée entre 4,7m et 4,9m (soit juste sous le seuil du scénario R0,7). A 18h, la cote mesurée est de 3,38m (juste sous le seuil du scénario R0,5) ; à 3h du matin le lendemain, elle atteint 3,77m (R0,55). Des premières mesures sont prises : des barrières positionnées pour mettre en œuvre des déviations routières, avec un débordement en surface dans la nuit du 1^{er} au 2 juin et la fermeture du quai Gambetta et de la rue Blazy.

Jeudi 2 juin. D'autres rues sont fermées : rue Rousseau, rue Hoche, quai Timbaud, ainsi qu'une école évacuée. Des passerelles sont montées, un courrier d'information envoyé aux riverains du centre-ville. Un centre d'hébergement est ouvert, en même temps que les riverains des quais de Seine sont abordés en porte-à-porte pour leur proposer une évacuation. Le SPC déclenche la vigilance orange sur le tronçon de la Seine moyenne.

Vendredi 3 juin. Les passages sous les voies ferrées sont progressivement inondés : rue de Châtillon, plus d'un mètre d'eau est alors observé. Une autre école et un collège sont fermés, ainsi que le pont de Draveil dans le sens Draveil-Juvisy. Au-delà de la crue de la Seine, les eaux usées et pluviales refoulent dans le centre-ville : carrefour rue Hugo – rue Marais, carrefour rue Rousseau – rue de la Paix. A 13h, le pic de crue est atteint, avec une cote de 4,84m à Corbeil-Essonnes. Des évacuations en barques sont organisées par les pompiers dans les zones inondées. Le centre d'hébergement accueille une dizaine de personnes, dont plusieurs Athégiens¹²⁹ (des demandes de 300 lits et 300 couvertures ont été faites auprès de la Croix-Rouge). Aucun mouvement de panique n'est à signaler, mais la police municipale fait état de deux cambriolages avérés.

Samedi 4 juin. Malgré l'entame de la décrue, le refoulement des eaux usées et pluviales s'aggrave ; quelques foyers sont par ailleurs privés d'électricité, de façon très localisée toutefois.

Dimanche 5 juin. La décrue s'accélère, les rues Hugo et Marais sont nettoyées et ouvertes dans la journée, à l'inverse des rues Blazy et Rousseau, où les solutions de pompage mises en œuvre par le SIVOA demeurent inefficaces, du fait de la saturation du réseau. Le pompage des rues, caves et des parkings est également mis en œuvre par le SDIS, avec l'aide d'unités militaires de sécurité civile (UIISC¹³⁰). Le centre d'hébergement précédemment ouvert est fermé.

Lundi 6 juin. Malgré la décrue, la situation demeure critique dans les rues Blazy et Rousseau : il est proposé aux habitants une évacuation et une prise en charge dans un centre d'hébergement, en vain (aucune personne ne se porte volontaire).

Mardi 7 juin. La Seine redescend sous la cote de débordement : les quais sont ouverts dans la soirée, après nettoyage, les rues Blazy et Rousseau sont enfin vidées de leurs eaux, du fait de la désaturation du réseau, puis nettoyées.

¹²⁹ Habitant d'Athis-Mons, adjacent de Juvisy.

¹³⁰ UIISC : Unité d'Instruction et d'Intervention de la Sécurité Civile.



Figure 42. Photographie du PCC, à l'hôtel de ville de Juvisy-sur-Orge, le 2 juin 2016 (Source : C. Blin, Juvisy-sur-Orge).

4.2.3.2 Impacts de la crue sur la population

La commune de Juvisy a été peu affectée par les débordements superficiels, sauf en bords de Seine (quai Gambetta - Figure 43). Sur les habitations riveraines de l'Orge, l'inondation a eu de faibles impacts, du fait de la dérivation de la rivière vers Viry-Châtillon : des garages ont été inondés ainsi que des espaces verts. En revanche, la commune a dû faire face à des inondations – non cartographiées *a priori* – induites par le refoulement des eaux pluviales et, de façon plus problématique encore, des eaux usées. Du point de vue du réseau d'assainissement, Juvisy se situe en aval du réseau intercommunal de transport des eaux usées de la vallée de l'Orge (SIVOA). Ce réseau réceptionne les eaux usées de 800 000 habitants, et achemine celles-ci jusqu'à la station d'épuration de la SIAAP (2^e station de la région francilienne en capacité), sur l'autre rive de la Seine, à Valenton, par le biais d'un siphon. Plusieurs problèmes émergent lors de la crue de juin :

- (1) Du fait de cette dernière, le siphon sous la Seine n'est plus fonctionnel, et d'autant moins que l'usine de traitement de la SIAAP à Valenton connaît également des dysfonctionnements : il faut alors déverser les eaux usées directement dans la Seine. La station de relevage des eaux usées d'Athis-Mons (par laquelle transitent les eaux usées du SIVOA) connaît aussi des problèmes de fonctionnement électrique (disjonctions fréquentes).
- (2) Surtout, les collecteurs intercommunaux saturent localement, du fait de leur configuration technique. Au croisement des rues Rousseau et Blazy, deux collecteurs

d'eaux usées se rejoignent à quelques dizaines de cm de la chaussée, avec un risque élevé de débordement en cas de saturation du réseau en aval. Or, dans le même temps, ce risque de déversement des eaux usées est aggravé par le risque de refoulement des eaux pluviales, du fait du caractère non fonctionnel du bassin de rétention des eaux à proximité du carrefour. En cas de fortes pluies, ce n'est pas le bassin qui se remplit, c'est le carrefour qui, en lieu et place, est inondé ! Notons que ce risque de saturation avait été repéré, l'année précédente, par le service assainissement de la commune...



Figure 43. Photographie du quai Gambetta inondé, le 2 juin 2016 (Source : C. Blin, Juvisy-sur-Orge).

Du fait de ces problèmes relatifs au réseau d'assainissement, la commune fait l'objet de refoulements de ses eaux usées, aux croisements des rues Rousseau, Wurtz, Blazy, et le long de la rue de la paix. Les conséquences sont bien sûr multiples : outre les conséquences mêmes de l'inondation, classiques (endommagement du second œuvre, rupture des réseaux) mais limitées dans l'espace, les conséquences sanitaires de la présence d'eaux usées sont beaucoup plus redoutées ! Au-delà des seules nuisances olfactives et visuelles, les eaux usées favorisent le développement de conditions insalubres, avec un risque pesant sur la santé des habitants. Les conséquences, enfin, sont politiques, et dépassent largement le cadre des quelques rues inondées : à court terme, le maire passe à de multiples reprises, à la rencontre des habitants, lors de la crise ; après la fin de l'inondation, les riverains sinistrés se regroupent au sein d'un collectif (« *Plus jamais ça !* »), adressé au SIVOA, à l'ARS, aux maires de Juvisy et de Viry-Châtillon, afin de faire part de leur mécontentement.

4.2.3.3 Stratégies de prise en charge des populations

Face aux inondations, par submersion et par refoulement, la municipalité a déployé diverses stratégies de prise en charge de sa population sinistrée :

L'alerte et l'information des populations a été menée en deux temps :

- (1) Dans un premier temps, par le biais de boîtages (envoi de courriers) le mercredi pour les habitations en quais de Seine, le jeudi pour les habitations en centre-ville. Il ne s'agissait pas d'évacuer les populations, mais leurs véhicules : ces derniers, en particulier ceux des quais de Seine, ont été redirigés vers un parking régional ouvert pour l'occasion.
- (2) Dans un second temps, un porte-à-porte est effectué par les agents de la commune afin de recenser les personnes, habitant sur les quais de Seine, désirant évacuer

Pour les populations ciblées, l'alerte a été menée dans de bonnes conditions, avec une information qui est bien passée auprès des riverains, même si la majorité de ceux-ci ont préféré ne pas évacuer, avec des difficultés en particulier pour les personnes âgées. Toutefois, ni les habitants des péniches (amarrés sur les quais de Seine), ni les habitants des zones de refoulement des eaux usées, n'ont eux été alertés (selon la référente PCS du moins). Pour les premiers, cette absence de gestion par la municipalité peut se justifier par le fait qu'ils relèvent de VNF (Voies Navigables de France), et sont (en théorie) informés par celle-ci, du fait aussi qu'ils ont fait preuve d'une grande autonomie et n'ont donc pas sollicité d'aide. Concernant les habitants des zones de refoulement, la mairie a été prise de court, et n'a pas su déterminer de messages sur lesquels communiquer : les seuls moyens de communication ont été des passages médiatisés du maire, et la mise en place d'un standard téléphonique auprès du PCC à l'hôtel de ville.

Outre le processus d'alerte, il faut mettre en avant d'autres mesures :

- (1) Dans les rues inondées, l'accessibilité aux habitations a été assurée par la mise en place de passerelles. Cependant, ces passerelles n'ont pas été montées correctement, et ont donc été rapidement emportées : à ce titre, il y a eu une pierre d'achoppement entre la DGS, qui insistait pour monter ces passerelles, ayant vécu la crue de 1982 (où ces passerelles avaient été montées avec succès), et les services techniques, plus réticents.
- (2) Pour les personnes ayant évacué, un centre d'hébergement a été ouvert : le vendredi soir (pic de crue), il faut compter 10 personnes hébergées pour une cinquantaine de personnes assistées par les sapeurs-pompiers (et un nombre indéterminé de personnes ayant évacué par leurs propres moyens).
- (3) Enfin, la mise en place des déviations a conduit à un malentendu avec la commune voisine de Draveil. En effet, cette fermeture n'a pas été appréciée de la part des élus de Draveil. Ces derniers affirment en effet ne pas avoir été prévenus ; ce qui est étonnant dans la mesure où, selon Juvisy, la décision s'est prise en concertation avec la commune voisine et avec le conseil départemental.

4.2.3.4 Décrue et reprise d'activité

Si la gestion de crise est apparue volontaire, la gestion post-crue a en revanche été beaucoup moins mobilisatrice à Juvisy, en particulier dans l'aide proposée aux populations :

- (1) La communication de la commune auprès des populations est réduite à son strict minimum : après la fermeture du PCC et du standard qui lui est associé, les appels de la population sinistrée sont redirigés vers la seule référente PCS.
- (2) En matière de pompage et de nettoyage des caves, garages et logements inondés, la commune assume un rôle très limité. Le pompage de l'eau stagnant dans les caves et

garages n'est pas assuré par cette dernière, mais essentiellement par les sapeurs-pompiers et par le service assainissement de l'EPT-12. Le nettoyage et le déblaiement des sous-sols et des logements fait quant à lui l'objet de mesures très limitées : l'action principale de la commune consiste à organiser des tournées extraordinaires de camions-poubelles pour prendre en charge les déchets des ménages. Pour des problèmes plus spécifiques, les personnes sont réorientées vers un service gratuit de recyclerie (« *Allo Recup* »). Dans les deux cas toutefois, les personnes doivent déposer leurs déchets sur la voirie ou les trottoirs, ce que ne sont pas en mesure de faire certaines personnes en manque d'autonomie. En conséquence, dans quelques cas exceptionnels, la commune est intervenue directement pour sortir du logement les déchets puis les évacuer.

- (3) En matière d'aide financière aux ménages les plus fragiles sur un plan économique, la commune a peu contribué, du seul fait qu'elle n'était pas en mesure d'identifier les ménages qui connaissaient des difficultés : assez peu de personnes se sont de fait adressé au CCAS pour faire part de leurs difficultés financières. Les associations de sécurité civile, comme le Secours Catholique, sont toutefois intervenues dans les rues inondées, afin d'apporter un appui sous la forme de bons d'achats et de proposer un soutien psychologique.

En comparaison, d'autres communes franciliennes, plus touchées par l'inondation, ont eu un rôle plus décisif dans la gestion post-crue. A Melun, par exemple, la crue de l'Almont puis de la Seine a affecté trois mille personnes, entraînant aussi la fermeture de 70 commerces et de plusieurs bâtiments communaux, dont la médiathèque et la salle des fêtes, pour certains sur plusieurs mois. Du fait du sinistre, plus marqué qu'ailleurs, la commune s'est organisée pour assurer la reprise d'activité et le relogement des personnes sinistrées.

- (1) D'un point de vue organisationnel, après la fin de la crue, le PCC communal a été allégé, et réorganisé sous forme de pôles : un pôle social, un pôle technique, un pôle sécurité (afin de sécuriser les quartiers évacués), un pôle juridique (pour faire face aux demandes juridiques de la population).
- (2) D'un point de vue logistique, la commune a concentré ses efforts sur le nettoyage du domaine public, laissant le secteur associatif venir en appui des particuliers pour le nettoyage des logements. Des mesures spécifiques de traitement des déchets ont été prises, à la lumière notamment des acquis de l'exercice Sequana : dix-neuf bennes ont été mises en place, pour assurer la gestion du surplus de déchets, avec un *turnover* continu et quotidien sur plusieurs mois.
- (3) Enfin, la commune a joué un rôle central de coordinateur pour assurer l'hébergement de long terme (le relogement temporaire) de certaines familles dont le logement était sinistré. Elle a mis en contact les populations en demande de relogement, les bailleurs sociaux, qui se chargent de mettre à disposition des logements, le département, qui apporte une aide pour fournir le mobilier (avec également des dons de la commune et d'associations comme le Secours Populaire), et le FARU, Fonds d'Aide au Relogement d'Urgence (CGCT L2335-15), géré par la préfecture et permettant de couvrir les dépenses engagées pour financer la location des logements. Elle a également joué un rôle logistique, en aidant les personnes à s'installer dans leur nouveau logement

4.3 GESTION DE CRISE, EVACUATIONS ET POLITIQUES D'URBANISME : L'EXEMPLE DE VIGNEUX-SUR-SEINE

A l'échelle locale, l'emprise de l'urbanisme sur la gestion de crise est patente : elle a, bien sûr, un impact majeur sur les stratégies de prise en charge des populations. Pourtant, les municipalités peinent à mettre en relation développement urbanistique, gestion du risque et gestion de crise. Cette absence de synergie peut avoir des conséquences au potentiel dramatique. Le cas de Vigneux-sur-Seine est à ce sujet riche d'enseignements, vu du double point de vue, contradictoire, de l'Etat (DDT-Essonnes) et de la commune.

4.3.1 Contexte géographique, cinétique, organisationnel

4.3.1.1 Gestion de crise et urbanisme : une relation à construire

A l'échelle de l'Ile-de-France, une réflexion théorique est engagée, sous le prisme de la résilience, sur les relations entre gestion de crise et urbanisme : citons notamment les travaux préparatoires à la SLGRI, comprenant un groupe de travail dédié aux quartiers résilients. Cette réflexion n'a toutefois que des retombées pratiques limitées, en particulier sur notre terrain d'étude, en Essonne. En effet, le règlement du PPRI de la Seine en Essonne est lacunaire sur cette question : écrit très tôt, en 2003, il révèle un manque d'expérience pénalisant, entraînant nombre d'ambiguïtés, avec des réflexions relevant de l'urbanisme plus que de la gestion des risques et *a fortiori* de la gestion de crise. Il s'oppose ainsi, par exemple, au règlement PPRI de Paris, qui comprend la rédaction de Plans de Protection Contre les Inondations pour l'ensemble des sites accueillant des services publics, ou des ouvrages de transport et de réseaux (comprenant une analyse de vulnérabilité et des mesures de prévention et de protection). En Essonne, ces plans n'existent pas, et les analyses de vulnérabilité par site sont ponctuelles et effectuées sur une base volontaire, à l'instar du conseil départemental qui les a menées pour les collèges et MDS sous sa responsabilité.

Notons ici que le PPRI de la Seine en Essonne, en date de 2003, est beaucoup moins permissif en matière d'urbanisation des zones inondables que les PPRI de la petite couronne francilienne, du fait d'enjeux bien plus volumineux au sein de cette dernière. Il comprend, selon le croisement de la cartographie des aléas et des enjeux, cinq zones : rouge, orange, bleue, bleu ciel et verte.

- (1) Zone rouge : zone urbanisée, avec un aléa très fort (hauteur d'eau supérieure ou égale à 2 m par rapport au niveau du terrain naturel) ; ou zone non urbanisée avec un aléa fort à très fort (hauteur d'eau supérieure ou égale à 1 m). Toute construction nouvelle est interdite.
- (2) Zone orange : zone non urbanisée, avec un aléa moyen (hauteur d'eau inférieure à 1 m). Toute construction nouvelle est interdite, mais des extensions de construction sont possibles.
- (3) Zone bleue : zone urbanisée hors centre urbain, avec un aléa fort. Les constructions nouvelles sont autorisées, selon le respect de diverses normes de construction (plancher habitable au-dessus des PHEC) et de mesures compensatoires.
- (4) Zone bleu ciel : zone urbanisée hors centre urbain, avec un aléa moyen. Les constructions nouvelles sont autorisées, selon le respect de diverses normes de construction et de mesures compensatoires.

- (5) Zone verte : zone urbanisée en centre urbain, avec un aléa moyen ou fort. Le bâti existant peut faire l'objet d'opérations de transformation ou de renouvellement.

Ce manque de réflexion se retrouve à l'échelle de la commune, avec des relations distendues entre gestion de crise et urbanisme : observons ainsi que les référents communaux en gestion de crise (réfèrent PCS) et en urbanisme ne sont généralement pas les mêmes. De même, les projets d'aménagement prennent mal en compte le risque inondation et les problématiques de gestion de crise. Ils se limitent généralement au respect des normes prescriptives du PPRI (« ZAC Seine Amont » à Athis-Mons par exemple). Ils peuvent aller au-delà, mais sans entamer de réflexion sur les conditions de maintien des populations sur place. Ainsi en est-il d'un projet de renouvellement urbain, avec opérations de démolition et reconstruction, à Villeneuve-Saint-Georges : un plancher surélevé de 50 cm au-dessus des normes PPRI est ainsi prévu. Cette réflexion lacunaire peut être associée aux contraintes contradictoires qui pèsent sur les communes. Ces dernières sont en effet tiraillées entre deux objectifs divergents : d'une part, l'interdiction de construire (ou de reconstruire) en zone inondable ; d'autre part, le besoin de répondre à un impératif de développement urbain, dans un contexte local et régional de pression démographique, pression locale venant des administrés, mais encore pression régionale par le biais du SDRIF, qui fixe des objectifs de constructions de logements par secteurs. De même, dans les projets d'aménagement, la prise en compte du risque inondation se heurte au respect d'autres contraintes environnementales (déchets, transport, changement climatique) : face à ces contraintes multiples, les maîtres d'ouvrage relèguent souvent le risque au rang de priorité secondaire (Brun, 2010). Le cas de Vigneux-sur-Seine est, dans ce contexte, éclairant.

4.3.1.2 Gestion de crise et planification à Vigneux-sur-Seine

La planification de la gestion de crise, à Vigneux-sur-Seine, semble être apparue comme une obligation réglementaire, et seulement ainsi. Il n'est peut-être pas anodin que le PCS ait été élaboré par un bureau d'étude, et encore tardivement, entre 2011 et 2013, après l'épisode de la « ZAC Gare », cas abordé plus loin. La mobilisation des services de la commune a été très malaisée. L'annuaire des personnes à contacter, comme l'organigramme de gestion de crise, a été difficile à constituer, et n'a jamais été à jour de façon exhaustive : c'est encore moins le cas aujourd'hui, quatre ans après sa construction, alors que des élections municipales ont eu lieu entretemps (le suppléant du DOS, le maire adjoint, n'est par exemple plus le même). De même, la commune de Vigneux-sur-Seine semble s'être associée à l'exercice Sequana de façon plus contrainte que volontaire : la participation à l'exercice semble être comprise comme une sorte « d'ordre de réquisition » du préfet. Avant Sequana, le PCS n'avait d'ailleurs pas été testé dans le cadre d'un exercice communal.

Du fait de ces conditions difficiles d'élaboration du PCS, l'efficacité réelle de ce dernier peut être questionnée. D'après le réfèrent PCS, le document n'est pas dimensionné pour un événement de grande envergure : l'hypothèse d'une inondation majeure n'a pas été envisagée de façon suffisamment approfondie. La fiche de procédure d'évacuation demeure très générale, sans détails opérationnels ; de même, l'inventaire des centres d'hébergement potentiels ne comprend pas d'informations sur leur localisation ou non en zone d'impact de l'inondation.

Le raisonnement implicite consiste à considérer qu'en cas d'événement majeur, c'est le préfet qui prend le relais. Or, comme nous l'avons vu précédemment, la préfecture de l'Essonne elle-même se considère dépassée quand une inondation de fréquence inférieure à la fréquence cinquantennale se produit. De même, les fiches actions (fiches réflexes) apparaissent, de l'avis

même du référent, trop générales : « on sait ce que chacun doit faire, mais est-ce que ce sera suffisant, ça je n'en suis pas du tout sûr ».

4.3.1.3 Contexte géographique et plans d'action par scénario d'inondation

La commune de Vigneux-sur-Seine comprend 30 000 habitants. D'un point de vue géographique, elle se situe en rive droite de la Seine, en amont de la confluence de cette dernière avec l'Yerres (Figure 44). Sur un plan socioéconomique, la population de Vigneux-sur-Seine est relativement plus pauvre que le reste du département : la médiane du revenu disponible (par UC) est de 18 800 euros, avec un taux de pauvreté de 18%, contre 12% en moyenne dans l'Essonne ; elle accueille des populations particulièrement fragiles sur un plan socioéconomique, en logements sociaux (quartier de la Croix Blanche notamment), des gens du voyage également au nord de la commune.

Face au risque inondation, Vigneux-sur-Seine est plus tardivement exposée que d'autres communes de l'Essonne, à l'instar de Juvisy-sur-Orge (Tableau 31). La municipalité se rapproche en cela des communes en aval (Paris, Hauts-de-Seine). Si les impacts électriques sont déjà marqués pour le scénario R0,8 (11 000 personnes en zone de fragilité électrique), il faut attendre le scénario R0,9 pour assister à la submersion généralisée du nord-ouest de la commune (8400 personnes inondées en scénario R0,9, 12 300 en scénario R1,15).

	Population inondée	Pop. en zone de fragilité électrique
R0,6	12	1190
R0,7	42	1788
R0,8	93	11174
R0,9	8393	13722
R1	10325	16358
R1,15	12338	19003
Pop. totale à domicile		27780
Pop. totale à évacuer en R1		30,2%
Pop. totale à évacuer en R1,15		42,6%

Tableau 31. Exposition chiffrée de la population de Vigneux-sur-Seine (Données : DRIEE, INSEE, SGZDS).

Le Plan Communal de Sauvegarde de Vigneux-sur-Seine identifie trois scénarios de crue, conditionnant l'activation de plans d'actions différenciés.

- (1) Le plan d'action niveau 1 est activé en cas de crue de forte fréquence : il n'implique pas d'action spécifique, sauf une surveillance par des agents municipaux du niveau d'eau sur la Seine.
- (2) Le plan d'action niveau 2 est activé en cas de crue de fréquence moyenne. Plusieurs équipements sont inondés : un puits géothermique au sein de la « ZAC Gare », qui participe au chauffage urbain du quartier de la Croix-Blanche ; un parking de cinq cents places au sein de cette même ZAC. Sont aussi inondés : un centre aéré au Port Courcel ; une station en eau potable de la Longueraie au nord de la commune (exploitée par la Lyonnaise des Eaux). Les impacts réseaux liés à l'inondation de ces équipements

devraient être limités, du fait de l'interconnexion des réseaux et de la capacité de ces derniers à compenser la fermeture d'un équipement. Plusieurs dizaines de logements sont enfin inondés : au sein de la presqu'île, il existe quelques habitats isolés dans le « secteur *Ecluse* » (maisons d'éclusiers et propriétés privées) ; ainsi qu'au nord une zone d'accueil de gens du voyage. La population de la presqu'île est mal connue des services de la ville, en particulier celle des gens du voyage qu'il est difficile d'estimer, et qui connaît de fortes variations. Ces populations sont considérées comme difficiles à informer : en cas de crue majeure, il faut donc aller les prévenir personnellement, par du porte-à-porte et des contacts personnels. Hors de la presqu'île, des logements pavillonnaires et semi-collectifs (une soixantaine, d'après les estimations données par le référent PCS) se trouvent en zone inondable, au niveau de l'ancienne exploitation des Sablières de la Seine (rue Pierre Marin) ; d'autres logements se retrouvent par ailleurs non accessibles en voiture, autour de cette même zone : la rue Rossignol notamment, une impasse débouchant sur des terrains en friche en bords de Seine.

- (3) Le plan d'action niveau 3 est activé en cas de crue de fréquence rare, de type 1910. Dans cette hypothèse, sont inondés les quartiers résidentiels de la Croix Blanche et du Lac, la zone d'activité de la Longueraie, qui comprend également des logements de fonction, des implantations de gens du voyage.

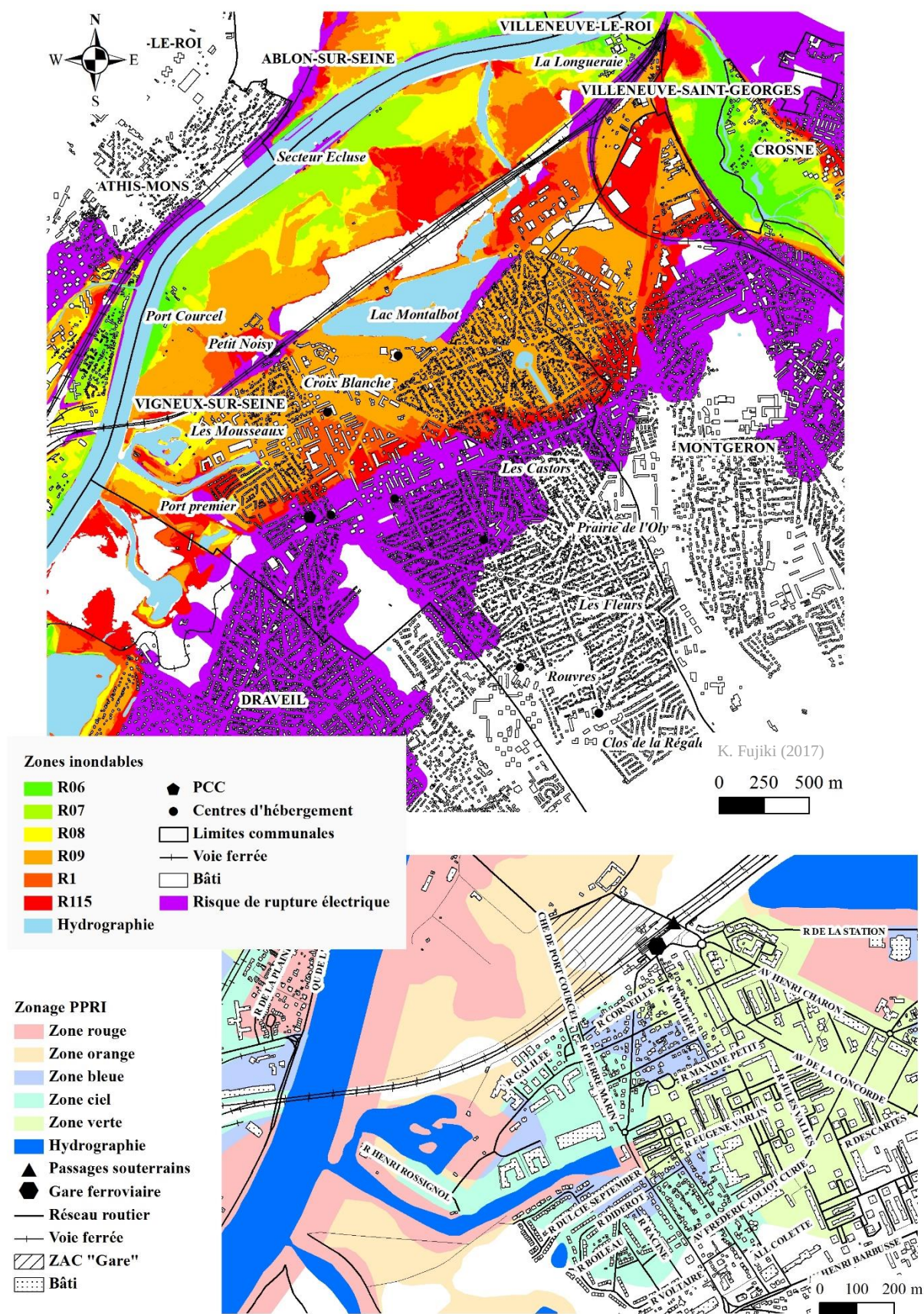


Figure 44. Vigneux-sur-Seine et situation de la ZAC "Gare" face au risque (Données : DRIEE, IGN, SGZDS, Vigneux-sur-Seine).

4.3.2 Impact d'un projet urbanistique sur l'évacuation des populations

A Vigneux-sur-Seine, la gestion de crise ne peut être pensée sans envisager la problématique de l'urbanisme. Malgré le désintérêt manifeste de la commune pour la gestion de crise, il n'est peut-être pas insignifiant que ce soit au service urbanisme de la ville qu'ait été confié, à l'origine, le dossier sur le PCS.

4.3.2.1 Contexte urbanistique

La commune de Vigneux-sur-Seine est concernée par plusieurs projets de renouvellement urbain, qui couvrent de grands ensembles construits essentiellement dans les années 1960 : sur les quartiers des Bergeries, de la prairie de l'Oly, et surtout de la Croix Blanche. Ce dernier concentre en effet un tiers de la population communale (environ 10 000 habitants). Les projets d'aménagement comprennent là une double dimension de réhabilitation du patrimoine, sur l'ensemble du quartier, et des opérations de démolition – reconstruction en ce qui concerne les sept tours résidentielles du quartier (remarquables dans le paysage de la ville), dans le cadre du Programme National de Rénovation Urbaine. A la fin des opérations (en cours), seule une tour sur les sept doit être conservée, pour être reconvertie en bureaux et en équipements publics.

La destruction des tours de la Croix Blanche appelle à être compensée par la création de logements nouveaux : 840 logements sociaux (120 par tour) sont à reconstruire, en accompagnant ceux-ci d'autres logements sous statut privé (logement locatif intermédiaire ou logement destinée à l'accession à la propriété). Or, la seule réserve foncière disponible, hors zone inondable, est celle du clos de la Régale : celle-ci ayant depuis été valorisée avec une ZAC, comprenant 600 logements, essentiellement des pavillons, avec quelques immeubles collectifs, il faut dès lors trouver des solutions en zone inondable : *« les nouveaux projets doivent se retrouver, d'une façon ou d'une autre, dans la zone inondable »*.

4.3.2.2 Le projet ZAC Gare et les impacts attendus sur l'évacuation des populations

4.3.2.2.1 Présentation du projet : une exposition directe et indirecte au risque inondation

C'est dans ce contexte qu'intervient le projet d'aménagement « ZAC Gare ». Contrairement à la majorité des projets d'aménagements en région francilienne, où dominent un objectif de renouvellement de zones déjà urbanisées, en particulier en petite couronne, il s'agit ici d'un projet d'extension urbaine. Ce projet a pour maître d'ouvrage la commune, pour maître d'œuvre l'AFTRP¹³¹. Il vise à reconstruire les logements détruits dans le cadre des opérations d'aménagement dans le quartier de la Croix Blanche, dans un secteur actuellement peu valorisé : situé à l'ouest de la voie ferrée, dans le quartier du Petit Noisy, il ne comprend actuellement qu'un parking et diverses installations, certaines classées ICPE (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement), et une déchetterie.

Précisément, la ZAC est un projet de plus de 60 000 m², délimité par la voie ferroviaire, par la rue du port de Courcel et par la rue du Petit Noisy. Il comprend 34 000 m² de logements en accession à la propriété, et 17 000 m² de logements sociaux, soit une trentaine d'immeubles au total ; il faut aussi compter un groupe scolaire (24 000 m²), un parking en silo de 550 places, et des zones de services et de commerces (11 000 m²). Au total, 1500 habitants permanents

¹³¹ AFTRP : (aujourd'hui) Grand Paris Aménagement ; (anciennement) Agence Foncière et Technique de la Région Parisienne.

seraient amenés à vivre dans cette ZAC, sans compter les personnes de passage (300 personnes dans l'école, mais aussi le personnel et les clients des commerces).

Du point de vue du risque inondation, le projet est largement compris hors zone PPRI, donc *a priori* constructible, avec toutefois une zone au nord et à l'ouest en zone orange, donc non constructible (Figure 44). Le projet est par ailleurs enclavé par les eaux : du point de vue routier, le projet ne communique avec le reste de la ville que par le biais de deux passages souterrains passant sous les voies de chemins de fer (voies surélevées par un remblai). Or, il s'agit de passages surbaissés – dans l'optique d'augmenter la hauteur des tunnels, et donc des véhicules pouvant circuler sous les ouvrages : du fait de ce surbaissement, ces deux passages se retrouvent donc très vite submergés en cas de crue et même dès la crue décennale. La ZAC n'est alors plus accessible que par des voies piétonnes (permettant l'accès au reste de l'agglomération) et par un chemin routier longeant la voie ferrée (ce chemin est toutefois parallèle à la voie ferrée, et ne permet pas de connecter la zone au centre-ville). Si le chemin routier demeure hors d'eau jusqu'à une inondation dépassant très largement la cote de 1910 (1,65 m au-dessus de cette cote), ce n'est pas le cas des voies piétonnes, inondées par une crue vicennale (cote de 1982). Notons qu'en cas d'inondation de type 1910, entre la ZAC Gare et la zone hors d'eau de l'agglomération, il n'y a pas moins de 750 m de zones inondées (sans compter le tampon représenté par la zone de rupture électrique).

4.3.2.2 Historique du projet : une confrontation larvée entre municipalité et services de l'Etat

Dans d'autres projets d'aménagements, présentant un risque similaire, des solutions à l'amiable, entre la municipalité et l'Etat, ont pu être trouvées. Ainsi, à Ris-Orangis, un projet d'urbanisation en zone bleu ciel, pris en étau entre le fleuve et la voie de chemin de fer, présente également des problèmes pour l'évacuation : toutefois, les concertations entre la commune et la DDT ont permis de concevoir un projet d'aménagement prenant en considération ce risque d'enclavement.

Ce n'est pas le cas pour le projet qui nous concerne, comme en témoignent les échanges successifs entre les services de l'Etat et la mairie depuis la création du projet jusqu'à son abandon. Le dossier de création de la ZAC est approuvé par le conseil municipal en décembre 2007. Dans une lettre au maire, en date de juillet 2008, le préfet de l'Essonne rappelle que le projet ZAC Gare comprend une partie en zone orange, donc non constructible sauf sous certaines conditions. Or, il remarque que si le rapport de présentation du projet, et l'étude d'impact qui l'accompagne, font état d'une stricte application du PPRI, ces deux documents retranscrivent de façon erronée, sur plusieurs cartes, le contour du zonage PPRI – de sorte que le projet prévoit notamment deux bâtiments de trois à quatre étages, ainsi que cinq maisons, en zone orange... Du fait de ce zonage erroné (et d'autres raisons annexes, sur les obligations relatives au Schéma Départemental d'Accueil des Gens du Voyages), le préfet donne un avis défavorable à la création de la ZAC.

En réaction, le maire répond au préfet en août de la même année, apportant des précisions au projet et confirmant la volonté de prendre en compte les remarques. Une enquête publique est ensuite menée sur la ZAC : les conclusions du commissaire-enquêteur soulignent les hauteurs d'eau sous les ponts SNCF, qui sont de nature à couper les accès à la ZAC. Dans la mesure où l'étude d'impact du dossier de création de la ZAC n'apporte pas de précisions sur les conditions d'accès à la zone en cas de crue, une étude de vulnérabilité a été lancée, débouchant sur un

« Plan d'évacuation de la ZAC Gare ». Ce document est censé servir de complément au PCS de la commune (qui alors n'existe pas encore !) : il vise à pourvoir, en application de l'article L2212-5 du CGCT, à l'alerte des populations, à l'évacuation de la ZAC en cas de crue, la sauvegarde des biens et personnes, l'organisation de la vie des personnes évacuées et à servir de document d'information pour les populations. Ce plan d'évacuation n'est pas dénué d'intérêt : il prévoit une évacuation phasée, selon la hauteur d'eau mesurée, et liste les moyens disponibles pour mener à bien les opérations (Figure 45). Il ne s'interroge toutefois pas sur la faisabilité pratique de cette évacuation.

Actions prioritaires		Incidence sur la Z.A.C	
Z.A.C. inaccessible et sécurisée	Z.A.C. inaccessible	Inondation de la voie longeant la voie ferrée	37,25
			37,15
			37,05
			36,95
			36,85
Evacuation de la Z.A.C	Z.A.C. accessible depuis la voie longeant la voie ferrée (réservée aux secours)	Inondation de la voie piétonne sous voie	36,75
			36,65
			36,55
			36,45
			36,35
Evacuation des véhicules et mise en sûreté	Z.A.C. accessible par la voie piétonne sous voie et par la voie longeant la voie ferrée	Coupure avenue de la concorde et rue Pierre Marin	36,25
			36,15
			36,05
			35,95
			35,85
Evacuations volontaires	Z.A.C. accessible par le Chemin du Petit Noisy	Coupure rue de Courcelle	35,75
			35,65
			35,55
			35,45
			35,35
Evacuation des personnes à Mobilité réduite	Z.A.C. accessible	Coupure du Chemin du Petit Noisy	35,25
			35,15
			35,05
			34,95
			34,85
Mise en place des Centres d'Hébergement Temporaire	Z.A.C. accessible	Alerte à la population	34,75
			34,65
			34,55
			34,45
			34,35
Alerte à la population	Z.A.C. accessible	Mobilisation de la cellule de crise	34,25
			34,15
			34,05
			33,95
			33,85
Normalité	Z.A.C. accessible	Normalité	33,75
			33,65
			33,55
			33,45
			33,35

Figure 45. Extrait du plan d'évacuation de la ZAC Gare (Source : Vigneux-sur-Seine). Nota Bene : les hauteurs d'eau lisibles sur les colonnes de droite sont exprimées en mètres à partir de l'échelle NGF (Nivellement Général de la France).

Les réunions successives menées entre les services de l'Etat, du département, la municipalité et le maître d'œuvre, ne permettent pas de concilier les différents points de vue : dans une réunion, le SDIS insiste sur le fait que la ZAC devient une « île » en cas de crue ; un autre met en lumière le fait qu'en cas de non-évacuation totale de la ZAC, dans l'hypothèse d'une inondation majeure, les besoins de cette dernière doivent être assurés de façon autonome pour une durée d'au moins six semaines ! D'autres problèmes se superposent enfin, notamment la présence actuelle d'installations classées (dont une déchèterie), mais aussi de sulfate naturel, qui posent tous deux la problématique de la dépollution du site. Du fait de ces difficultés entre la mairie et l'Etat, le projet est finalement annulé par la mairie, consciente du fait que la préfecture s'y

opposerait par tous les moyens juridiques à sa disposition. Les logements à reconstruire, à la suite de la destruction des grandes tours, l'ont donc été ailleurs : au sein du quartier de la Croix Blanche ou autour de l'avenue Henri Barbusse (quartier des Mousseaux), en zone bleu ou bleu ciel du PPRI – en zone inondable donc, mais constructible.

Cet échec du projet « ZAC Gare » s'inscrit de fait dans un contexte plus général de confrontation entre les services de l'Etat d'une part, et la municipalité avec les promoteurs d'autre part : un précédent projet, porté par les Ports de Paris à la fin des années 1990, visait à aménager une plateforme portuaire multimodale sur la presqu'île de Vigneux-sur-Seine, au nord de la ZAC Gare. Ce projet, avorté depuis, ne prenait pas en compte, ou de façon très lacunaire, le risque inondation, avec des mesures de compensation hydraulique très insuffisantes. D'autres contentieux ont émergé depuis au sein de la commune, sur des demandes de permis de construire en zone inondable. En cause notamment, le scepticisme du service urbanisme sur la réalité du risque inondation et sur les prescriptions imposées par le PPRI, considéré comme un frein à la construction pour les promoteurs, les bailleurs sociaux et les propriétaires. En cause surtout, les besoins structurels de la commune en logements. Des constructions nouvelles ont ainsi vu le jour en zone inondable, par exemple dans le secteur autour de la rue Rossignol.

Dans cette dernière partie, les spécificités des municipalités ont pu être explorées : leurs difficultés à planifier la gestion de crise contrastent avec le rôle majeur qu'elles sont amenées à jouer pour prendre en charge leurs administrés. La commune est en effet l'acteur de proximité immédiate pour des populations sinistrées. De même, les politiques de gestion de crise ne peuvent être envisagées sans réflexion sur les orientations plus globales de la commune, en matière d'urbanisme notamment. Au travers de l'exemple de Vigneux-sur-Seine, il est possible d'observer comment la gestion de crise, le risque et l'urbanisme sont intimement liés, et pourtant trop faiblement associés dans les politiques municipales.

En conclusion, ce chapitre a été l'occasion de mener une évaluation géographique de la prise en charge des populations, par les collectivités, municipales et départementales, et par les autorités étatiques régionales. Les besoins de prise en charge des populations, identifiés dans le cadre du chapitre 2, ont été confrontés aux stratégies, dispositifs et moyens de gestion de crise, par le biais d'une méthodologie mixte, hybridant entretiens, observations, documents écrits et analyse géomatique. Il apparaît alors clairement la difficulté pour les autorités publiques, collectivités en tête, à répondre à ces besoins, en situation de catastrophe majeure. Au-delà de la diversité des situations, des acteurs, des échelles d'action, il faut remarquer la difficulté, sinon l'impossibilité pratique, à arbitrer dans une situation de forte incertitude, qui implique de nombreux postulats, souvent implicites. L'absence d'arbitrages sur des thématiques centrales de gestion de crise, doctrine d'évacuation en tête, pèse sur la planification en amont, mais paralyse aussi les acteurs pendant la gestion de crise, avec une capacité d'anticipation défailante, comme la crue de juin a pu en témoigner.

A l'incertitude, il faut rajouter un problème pratique, relatif au sous-dimensionnement des moyens, sensible d'abord à l'échelon communal, mais qui concerne aussi les échelons supérieurs, avec une zone de défense qui se reconnaît incompétente pour mener sans coordination nationale l'évacuation de l'agglomération francilienne. Ce sous-dimensionnement

des moyens est enfin aggravé par des difficultés de communication et de coordination entre acteurs, de façon horizontale et verticale. Les centres d'intérêts communaux et zonaux peuvent apparaître particulièrement éloignés, les canaux de communication indirects et imparfaits. Ils ont pourtant tous deux le même objectif : la sauvegarde des populations sinistrées.

Chapitre 4.

Représentations cartographiques de
la reconstruction : étude des
disparités spatiales face aux impacts
sociaux post-crise.

Les dispositifs de gestion de crise, abordés dans le chapitre précédent, font l'objet d'une planification toujours plus intégrée, y compris au sein de l'échelon le plus local, l'échelon communal autrefois délaissé. Cependant, et par définition, la gestion de crise s'arrête quand commence l'après-crise : or, l'après-crise fait l'objet d'une attention encore balbutiante de la part des autorités. C'est d'autant plus dommageable qu'il s'agit d'un domaine bien moins maîtrisé que la gestion de l'urgence, à laquelle sont confrontés régulièrement acteurs étatiques et associatifs, et dans une moindre mesure collectivités locales. L'après-crise est une période d'autant plus dangereuse, d'un point de vue politique et social, qu'elle peut se définir comme la période qui suit le retrait de l'eau, dans le contexte d'une inondation, alors que les problèmes demeurent, s'ancrent dans le temps, s'amplifient. Lors de cette phase et à l'inverse de la période de crise, l'inondation n'apparaît plus comme une cause manifeste des problèmes sociaux, aux yeux des populations et des collectivités, alors que des centaines de milliers de personnes demeurent sans logement durable et/ou sans emploi, sur plusieurs mois à plusieurs années. *In fine*, certains territoires de l'agglomération francilienne risquent d'être durablement déstructurés dans leur tissu social, voire désertifiés, par une inondation majeure et les impacts qu'elle entraîne sur le temps long.

Les travaux présentés au sein de ce chapitre s'appuient essentiellement sur des recherches bibliographiques, appuyées par quelques entretiens ciblés, notamment auprès du CEPRI, qui ont débouché sur le développement d'un cadre méthodologique. Ce cadre permet d'identifier, dans l'espace, les conséquences à moyen et à long terme d'une inondation majeure sur la population, ses moyens d'existence et son territoire, analysées à l'échelle communale. Sur un plan opérationnel, il conduit à représenter les disparités géographiques dans la capacité de reconstruction des populations. Il s'appuie sur le calcul d'un ratio d'indisponibilité et d'endommagement territorial par commune, représentant l'altération des services et infrastructures de base nécessaires à la vie quotidienne des populations. Ce ratio est ensuite croisé à un indice de déstabilisation sociale (IDS), représentant la susceptibilité d'une population d'une commune donnée à subir sur le long terme les conséquences négatives d'une perturbation majeure.

Ce chapitre est développé en quatre temps : d'abord, une définition de l'après-crise et des impacts sociaux qui l'accompagnent ; puis, un état de l'art qui met en évidence les variables individuelles, collectives, environnementales prédictives de ces impacts ; ensuite, la méthodologie suivie ; enfin, la présentation des résultats qui souligne les disparités territoriales profondes qui structurent le territoire francilien face au risque inondation.

1 IMPACTS SOCIAUX POST-CRISE : DEFINITIONS, ENJEUX, INTERET SCIENTIFIQUE

Une fois défini ce qui relève de l'après-crise, il est possible de dresser une typologie des impacts attendus sur la population pendant cette période, en cas de catastrophe naturelle, et de déterminer les besoins exprimés par la recherche scientifique en la matière.

1.1 DEFINITION DU POST-CRISE ET DES ENJEUX SOCIAUX D'UNE CATASTROPHE NATURELLE SUR LE TEMPS LONG

Si l'après-crise est un terme à sens multiples, qui recouvre des réalités diverses, deux phases – de restauration et de reconstruction – peuvent néanmoins être clairement identifiées.

1.1.1 Définition de l'après-crise

L'après-crise, ou post-crise, peut être appréhendé de trois points de vue différents (Lindell, 2013¹³²) : c'est d'abord un objectif, l'objectif de revenir à une activité normale, à une routine dans le fonctionnement quotidien de la société ; c'est ensuite une période inscrite dans une temporalité, celle de la gestion d'un événement perturbateur et de ses conséquences ; c'est enfin un processus, par lequel la société revient à cette routine. En tant qu'événement avec une temporalité donnée, l'après-crise est compris ici comme la période qui suit la gestion de l'urgence, et se termine quand l'activité routinière a définitivement repris le dessus, sur un territoire donné pour un événement donné. En tant qu'objectif, l'après-crise ne consiste pas à retourner à un point statique dans le temps, mais représente *a contrario* un processus dynamique : il n'est de fait pas possible de revenir aux conditions de vie prévalant avant l'occurrence de la catastrophe, l'économie comme la société fonctionnant en flux continu ; c'est pourtant souvent l'objectif affiché par les autorités (Aldrich, 2012 ; Hayashi, 2012). Dans la littérature internationale, l'après-crise se confond parfois avec les notions de retour à la normale, de restauration, et de reconstruction, sans qu'il soit toujours aisé de comprendre ce à quoi font précisément référence les auteurs : à des fins de clarification, l'après-crise est considérée dans ce chapitre comme un tout divisible en deux phases, la phase de restauration et la phase de reconstruction.

1.1.2 De la restauration à la reconstruction

La phase de restauration (*disaster recovery*)¹³³ s'inscrit à moyen terme, sur une échéance de plusieurs mois après la fin de la catastrophe : un (1) an pour Fothergill et Peek (2004). Cette échéance rend compte du retour, ou non, à la vie quotidienne : retour au logement pour les populations évacuées, retour au travail pour les salariés et travailleurs indépendants, retour à l'école, au collège, au lycée, en établissement d'enseignement supérieur, pour les élèves. Ces problématiques de retour à la vie quotidienne sont associées à la remise en marche des réseaux, mais aussi aux problématiques de restauration fonctionnelle des logements, des entreprises, des établissements de services publics, de nettoyage des débris et de sécurisation des lieux publics et privés (Le Masurier *et al.*, 2006).

La problématique de la reconstruction se pose spécifiquement, à l'échelle des individus et à celle des territoires, quand le retour à la vie quotidienne n'a jamais eu lieu, ou seulement de façon partielle, pour les individus et les territoires sinistrés, du fait de l'état des destructions engendrées par la catastrophe : des populations durablement dispersées du fait de la destruction des logements, des entreprises incapables de survivre du fait de la destruction de leurs

¹³² *Stricto sensu*, Lindell (2013) ne définit pas l'après-crise mais ce qu'il appelle la *disaster recovery*. Cependant, sa définition semble tout à fait applicable à ce que, dans la thèse, nous définissons comme l'après-crise.

¹³³ La terminologie en anglais, langue dans laquelle sont publiés l'essentiel des travaux qui nous servent de cadre bibliographique, est parfois ambiguë : le terme de *recovery* peut faire référence à la phase de restauration de façon spécifique, mais aussi plus largement à l'après-crise et englober la phase de reconstruction.

établissements. A ce titre, notons que la reconstruction peut avoir lieu à diverses échelles géographiques, selon l'ampleur des dommages : celle de quelques ménages isolés qui se retrouvent sans domicile à la suite d'un affaissement de terrain, celle d'une commune de taille modeste à la suite d'une inondation torrentielle (exemple de Vaison-la-Romaine) ou d'une inondation de plaine d'ampleur locale (la crue de la Seine de juin 2016 entre dans cette catégorie, avec quelques quartiers localisés sinistrés), celle d'une large agglomération à la suite d'un séisme majeur (comme celui d'Haiti en 2010) ou à la suite d'une hypothétique crue centennale ou bi-centennale de la Seine.

Certains auteurs ont une approche démographique de la reconstruction : Aldrich (2012) définit la reconstruction comme la repopulation du territoire par les habitants d'origine, qui auront évacué pour partie, et par l'arrivée de nouveaux habitants. D'autres auteurs ont une approche économique : ils considèrent la reconstruction terminée quand les niveaux de capitaux physiques et financiers et d'activité économique d'un territoire égalent et dépassent les niveaux existants avant l'occurrence de la catastrophe (Kates *et al.*, 2006). D'autres encore mettent l'accent sur la capacité du territoire sinistré à regagner sa pleine autonomie de fonctionnement (Le Masurier *et al.*, 2006). C'est donc un processus qui s'inscrit sur le temps long, voire très long, sur une échéance de plusieurs années.

Si les deux phases, restauration et reconstruction, sont abordées dans le cadre de ce chapitre, c'est bien la seconde qui focalise notre attention, d'autant plus qu'elle est délaissée des travaux existants. C'est pendant cette seconde phase que les impacts identifiés peuvent revêtir un caractère durable, marquant sur des années, sinon des décennies, un territoire sinistré.

1.2 TYPOLOGIE SUCCINCTE DES IMPACTS POST-CRISE

Les impacts post-crise provoqués par l'occurrence d'une catastrophe sont de divers ordres, visant à la fois les ménages, les entreprises, les élus, les collectivités locales et administrations publiques, et enfin les territoires mêmes. Ils interagissent entre eux de façon étroite : les impacts sociaux, sur la population, son état sanitaire et psychologique et ses conditions de vie, conditionnent aussi bien l'ampleur des impacts économiques sur les entreprises que celle des impacts démographiques observables sur le territoire sinistré (Lindell, 2013).

1.2.1 Les impacts sociaux : impacts sur les populations, leur état sanitaire, leurs conditions de vie

1.2.1.1 Les impacts physiologiques et psychologiques sur les individus

D'un point de vue sanitaire d'abord, l'état de santé, physiologique et psychologique, des personnes peut être altéré à la suite d'une catastrophe naturelle. Sur un plan physiologique, il faut d'abord évoquer la problématique des décès et blessures provoqués, directement ou indirectement. Il s'agit d'une problématique qui concerne au premier lieu les événements à cinétique rapide (noyades) ; il ne faut cependant pas oublier les décès provoqués indirectement par les accidents de la route durant l'évacuation, par une dégradation des conditions de vie, par le risque démultiplié d'accidents domestiques lors du retour au logement (du fait de biens instables, de câbles électriques dénudés, etc.), par l'occurrence d'autres aléas provoqués par effet cascade, y compris pour des événements à cinétique lente (Ahern *et al.*, 2005). Ainsi, lors des inondations de 2011 dans la région de Bangkok (Thaïlande), dont la durée fut très longue

(3 mois), il a été fait état de 700 à 800 décès (Haraguchi et Lall, 2015 ; World Bank, 2012). De même, l'occurrence d'autres aléas provoqués par effet cascade peut avoir un impact sur la santé humaine : ainsi, les dégâts environnementaux provoqués par l'inondation, par exemple par la pollution des cours d'eau, peut avoir en retour des conséquences désastreuses sur la santé humaine (Stuyt *et al.*, 2007). De façon empirique, il apparaît très clairement que ce sont les personnes âgées qui sont le plus exposées aux décès provoqués directement ou indirectement par une catastrophe naturelle, sur le court et le long terme (OECD, 2006). C'est visible lors de l'ouragan Katrina, en France lors de la tempête Xynthia entre autres exemples (Pigeon, 2012). Dans une étude sur les décès et blessures causés par les inondations au Texas entre 1997 et 2001, le statut socio-économique et racial est également mis en avant (Zahran *et al.*, 2008).

Sur un plan psychologique, il faut distinguer ce qui relève de la maladie d'une part et des changements dans les modes de représentation d'autre part. Dans le premier cas, les troubles psychologiques qui peuvent apparaître à la suite d'une catastrophe naturelle sont multiples et associés au syndrome post-traumatique et aux symptômes associés à la somatisation et à la dépression (Leon, 2004; Sattler *et al.*, 1995) : perte d'intérêts dans les activités quotidiennes, difficulté à trouver le sommeil, changements dans l'appétit, manque de sentiment, irritabilité, anxiété, maux de tête, difficulté à se concentrer ; dans certains cas, usage de drogues, alcoolisme, comportement violent, suicides (Matsubayashi *et al.*, 2013). Ces troubles peuvent être d'autant plus importants pour un ménage qu'il fait face à une perte de ressources importantes (Freedly *et al.*, 1994 ; Hackbarth *et al.*, 2012) et à la perte de son logement et de ses biens. Il en est de même, s'il fait face à une évacuation et à un déplacement de long terme, entraînant déracinement, isolement social et parfois familial, et parfois une cohabitation forcée dans des centres d'hébergement collectif ou dans des camps de sinistrés (Riad et Norris, 1996 ; Uscher-Pines, 2009).

Ces troubles revêtent un caractère généralement modéré et temporaire pour la majorité des personnes sinistrées ; toutefois, certains groupes à risque peuvent être affectés sur le plus long terme. Les ménages à faible revenus sont particulièrement affectés, du fait qu'ils ont moins accès aux soins médicaux, sont plus exposés aux sources de ces troubles psychologiques (plus grand risque de se retrouver au chômage, d'être endetté, de ne pas être dédommagé par déficit d'assurance, de vivre en centre d'hébergement collectif, etc.) (Fothergill et Peek, 2004). D'autres variables ont été identifiées par la littérature : l'âge, le genre, l'ethnie, le soutien social (perçu ou réel), l'exposition répétée à un aléa, la personnalité (Bonanno *et al.*, 2010).

Au-delà des seuls impacts psychologiques d'ordre sanitaire, une catastrophe naturelle majeure entraîne des changements potentiellement majeurs en termes de perception, notamment vis-à-vis du risque. Ces changements dépendent notamment du traitement de la catastrophe par les médias traditionnels de masse (télévision au premier lieu) mais aussi par les médias sociaux sur internet (Cheng *et al.*, 2015). Dans une étude sur les conséquences perceptives du tsunami de 2011 au Japon, il apparaît que les médias traditionnels de masse ont eu un impact important sur la perception de la catastrophe auprès de ceux qui n'ont pas été directement affectés (Cheng *et al.*, 2016; Vasterman *et al.*, 2005), avec un effet à double tranchant : la télévision, en particulier, demeure un moyen indispensable pour maintenir la mobilisation élevée chez les populations non affectées directement, sur le temps long ; mais elle conduit également à alimenter la peur et l'anxiété par les images véhiculées. A l'inverse, les médias sociaux ont un impact plus important sur les populations qui ont été directement affectées : ces dernières les utilisent pour

se tenir informées des problématiques relatives à la catastrophe, avec pour conséquence directe une diminution globale de leur anxiété.

1.2.1.2 Les impacts sur la condition socioéconomique des ménages

Outre les aspects sanitaires, les ménages sont aussi affectés dans leurs conditions de vie, d'un point de vue socioéconomique. Comme décrit plus bas, une catastrophe produit divers impacts sur le tissu économique : le décrochage des entreprises et la baisse de l'activité économique se traduisent directement par une baisse des revenus salariés, liée à un temps partiel ou à un chômage technique forcé, et dans certains cas à des licenciements ; elle se traduit aussi par une baisse de revenus des travailleurs indépendants, qui voient leur chiffre d'affaires diminuer. La baisse des revenus s'additionne à de coûteux besoins de reconstruction des logements : il faut alors répondre aux deux, en diminuant son niveau de consommation (Arouri *et al.*, 2015), en puisant dans l'épargne, en contractant des prêts ou en faisant appel à la solidarité (de ses proches ou de l'Etat).

Les ménages sont encore affectés dans leur mode de vie, non seulement du fait de la baisse de revenus, mais encore par l'éventuelle destruction de leur logement, par le déplacement temporaire ou définitif dans un autre quartier, voire une autre région, par un retour sur place qui a lieu dans des conditions souvent difficiles. En effet, pour ceux qui ont évacué et reviennent ensuite, et pour ceux qui ne sont jamais partis du territoire sinistré, il faut faire face à un environnement post-catastrophe dégradé sur une période parfois longue, dans l'accès aux services publics, dont les écoles, mais aussi privés, comme les commerces, dans l'accessibilité du territoire (réseau routier et ferroviaire endommagé), dans l'accès aux réseaux d'électricité, d'eau potable, d'assainissement, de carburants, de télécommunications, indispensables à la vie quotidienne. Parmi les réseaux les plus structurants, les réseaux d'électricité et d'eau potable semblent avoir le plus d'impact sur le mode de vie des ménages, et apparaissent à ce titre prioritaires (Chatterjee et Mozumder, 2015).

Ces conditions apparaissent encore plus dégradées pour les ménages qui se sont éloignés de leur logement et/ou de leur quartier d'origine sur une longue durée, voire définitivement (Badri *et al.*, 2006 ; Cernea, 1998 ; Hori et Schafer, 2010). L'impact des évacuations massives sur les conditions de vie des populations est succinctement évoqué dans le chapitre 2. Or, ces conditions de vie se dégradent d'autant plus que l'évacuation s'étale dans la durée. En matière de chômage, l'exemple des évacués de Katrina est à ce titre édifiant. Parmi les populations évacuées, le taux de chômage était de 6% en juin 2006 pour celles qui avaient pu retourner dans leur logement d'origine, contre 26% pour celles qui n'avaient pas pu faire de même (Bureau of Labor Statistics, 2006 ; Vigdor, 2008) !

En matière d'habitat, les tendances sont les mêmes : dans une étude portant sur le suivi des ménages déplacés du fait d'une catastrophe naturelle aux Etats-Unis entre 1974 et 1981 (Morrow-Jones et Morrow-Jones, 1991), le statut de ces derniers semble considérablement se dégrader entre avant et après l'occurrence de la catastrophe. La proportion de propriétaires en leur sein chute, de même que la qualité de leur logement, la stabilité de celui-ci (avec des changements fréquents de domicile, qui font de ce groupe une population en transit).

1.2.1.3 L'émergence de conflits et les impacts politiques

Enfin, les populations sont affectées par les conflits qui émergent durant l'après-crise. La période de restauration et de reconstruction peut apparaître très longue, et devient un terreau propice à l'émergence de conflits sociaux et politiques de tous genres, à toutes échelles confondues. Deux cas parmi d'autres peuvent être cités :

(1) L'émergence de conflits de voisinage, entre les anciens résidents d'un quartier et de nouveaux venus, arrivés après la catastrophe car sinistrés dans leur ancien quartier. Ils peuvent venir à titre définitif, dans de nouveaux logements de type grand immeuble construits dans l'urgence et qui peuvent contraster avec un ancien tissu bâti de maisons individuelles. Ils peuvent aussi venir à titre temporaire, s'installer dans des parcs de mobile-homes créés après la catastrophe : les anciens résidents craignent alors que les nouveaux venus finissent par s'installer durablement. Ces conflits de voisinage sont exacerbés quand ils s'additionnent à des inégalités sociales ou raciales (Bolin et Stanford, 1991)

(2) Le développement de conflits entre résidents et autorités locales, les premiers s'opposant aux démarches des seconds, dans les projets de reconstruction et la création de nouveaux zonages d'urbanisme. C'est notamment le cas quand les autorités locales cherchent à éviter que la reconstruction ait lieu dans les zones exposées, tandis que les individus visent à reconstruire leur logement à l'identique (Lindell, 2013). C'est aussi le cas quand la reconstruction prend un caractère technocratique, sans associer la société civile aux projets mis en œuvre (Bolin et Stanford, 1991 ; Davidson *et al.*, 2007).

Cette dégradation, dans les rapports sociaux, dans la qualité de vie des populations, est en lien direct avec les impacts économiques ressentis pendant l'après-crise.

1.2.2 Les impacts économiques sur les entreprises

1.2.2.1 La réduction des flux de ressources et d'argent et la vulnérabilité des entreprises

Les impacts économiques affectent tout à la fois ménages, collectivités, entreprises : la mise à mal du système économique, si elle est généralement observée du point de vue des entreprises, a cependant des répercussions directes et abruptes sur les conditions de vie des ménages, à la fois clients et salariés. L'endommagement direct (physique) et indirect (interruption des flux de transport, des réseaux urbains) provoqué par une catastrophe naturelle met à mal l'équilibre dynamique que constitue une économie locale, structurée par des flux constants de ressources et d'argent (Lindell, 2013)¹³⁴. L'accès à ces flux devient plus difficile pour les ménages comme

¹³⁴ Ce système économique, et sa vulnérabilité face à l'occurrence d'une catastrophe, peut être modélisé simplement de la façon suivante : les entreprises sont des entités engagées dans des activités commerciales impliquant la création de biens et de services (Zhang *et al.*, 2009). L'entreprise utilise des capitaux et du travail. Les capitaux comprennent les capitaux fixes, les stocks, la trésorerie, des titres financiers. Le travail est la contribution des personnes travaillant pour l'entreprise avec leur connaissance et leurs compétences. En vendant biens et services à des clients, une entreprise génère des revenus qui servent à payer ses fournisseurs permettant la continuité d'activité de l'entreprise dans un équilibre dynamique d'input et d'output. L'interruption d'une partie de ces flux d'input ou d'output peut compromettre la viabilité de l'entreprise. D'autres acteurs interviennent également dans cet équilibre dynamique : les gouvernements (fournit les infrastructures et les réseaux, a un impact sur les entreprises à travers les politiques et taxations mises en œuvre), et les ménages (source du travail, principaux consommateurs des biens et services produits). Les entreprises ont des relations géographiques variables : certaines

pour les entreprises et les collectivités locales, qui se traduit d'un point de vue territorial par une réduction de l'activité économique (chiffre d'affaires agrégé et valeur ajoutée produite) et une augmentation du chômage sur les territoires sinistrés, déjà évoquée précédemment.

Du point de vue des entreprises, cet endommagement se traduit par des fermetures temporaires ou définitives, des délocalisations d'établissements, une réduction de l'activité : à titre d'illustration, lors du passage de l'ouragan Andrew en Floride en 1992, 90% des entreprises localisées dans le comté de Miami Dade ont dû fermer temporairement, sur une période moyenne de 64 jours (Wasileski *et al.*, 2011). La réduction d'activité ou la fermeture d'une entreprise peut être conduite par quatre dynamiques mortifères différentes : une atteinte au capital, ou au travail (aux employés de l'entreprise), ou encore aux fournisseurs et aux opérateurs de réseaux, enfin à la clientèle (Zhang *et al.*, 2009) ; ces différentes dynamiques sont explorées plus loin, dans l'identification des facteurs prédictifs de la survie d'une entreprise dans l'après-catastrophe. Or, tandis que l'activité des entreprises se réduit ou s'arrête, celles-ci doivent aussi faire face, à l'instar des ménages et des collectivités locales, à des coûts multiples liés à la gestion post-crise de l'événement : évaluation des dommages, démolitions d'urgence, nettoyage des débris, restauration des infrastructures, projets de reconstruction du bâti.

1.2.2.2 Des impacts différenciés entre les échelles locales et globales

Ces impacts sont cependant plus fortement ressentis à une échelle locale qu'à une plus large échelle. A cette dernière échelle géographique, nationale ou régionale, les modèles macro-économiques témoignent de résultats relativement contradictoires entre eux. La majorité insiste sur le caractère limité des impacts économiques, mis en exergue par la notion d'*impact ratio*, soit la somme des dommages divisé par la somme des ressources d'un territoire : à l'échelle d'un pays et de son PIB, l'*impact ratio* apparaît généralement très réduit (Lindell, 2013). Certaines études macro-économiques insistent cependant sur les difficultés réelles rencontrées par les régions et les pays qui font face à des catastrophes naturelles de grande ampleur ou de façon fréquente (Baade *et al.*, 2007 ; Rodriguez-Oreggia *et al.*, 2012). Citons par exemple l'étude développée par Haddad et Teixeira (2015), combinant un modèle d'équilibre général calculable à l'utilisation d'un SIG, appliquée aux impacts économiques des inondations sur la ville de Sao Paulo au Brésil : le modèle met en évidence l'impact négatif des inondations sur la croissance économique de la région. De même l'étude synthétique de Hayashi (2012) sur la reconstruction de Kobe après le séisme de 1995 permet d'appréhender le décrochage de la valeur ajoutée produite dans la région de Kobe sur le long terme, décrochage qui se traduit notamment par une augmentation relative du taux de chômage régional par rapport à la moyenne nationale.

En revanche, si à une échelle agrégeant de nombreux acteurs économiques, les impacts semblent relativement modérés, à l'inverse, à une échelle plus locale, et plus encore au niveau des entreprises affectées même, les impacts économiques et les processus de reconstruction peuvent être beaucoup plus lourds (Dahlhamer et Tierney, 1996 ; Xiao, 2011). La somme des dommages peut rapidement dépasser les capacités des territoires à une échelle locale, *a fortiori* d'une entreprise isolée : l'*impact ratio* peut alors s'approcher de niveaux dangereux pour la

ont des marchés de grande taille, d'autres beaucoup plus limités, avec une exposition directe, ou indirecte par le biais de ses fournisseurs ou de ses clients, à l'aléa.

survie des acteurs affectés. De même, les différences locales peuvent être importantes dans la capacité à gérer un événement : dans une étude sur les conséquences d'un ouragan sur le marché du travail dans les comtés de Floride, Belasen et Polachek (2008) mettent en évidence qu'à très court terme (sur un trimestre après le passage de l'ouragan), l'emploi chute de 1,5% à 5% dans les comtés touchés, tandis qu'il bondit concomitamment dans les comtés voisins des zones affectées.

1.2.2.3 Des impacts économiques plus fortement ressentis à moyen terme qu'à long terme

Outre cette dichotomie entre les échelles locales et les échelles macro-géographiques, il faut aussi distinguer les impacts économiques post-crise de moyen terme et de long terme. Ces impacts sont plus fortement ressentis à moyen terme qu'à long terme, dans une majorité de cas. Les niveaux d'emploi et d'activité, après une chute brutale due à la catastrophe, tendent à rebondir ensuite, pour arriver à un impact neutre à plus long terme (Guimaraes *et al.*, 1993). A titre d'exemple, dans le Midwest aux Etats-Unis, les inondations de 1993 ont entraîné un déclin du revenu et de l'emploi la première année, puis un rebond durable les années suivantes (Xiao, 2011). Plus globalement, une catastrophe naturelle permet d'accélérer, ou de révéler au grand jour, des tendances de fond pré-existantes, plus qu'elle ne les provoque. Les rares études de cas qui suivent les conséquences d'un événement sur le très long terme (5-10 ans et plus) peinent de fait à différencier ce qui relève de l'impact d'une catastrophe *stricto sensu* des autres tendances et chocs économiques qui peuvent avoir lieu quoi qu'il en soit, *ceteris paribus* (Cavallo et Noy, 2010).

Dans certains cas, une catastrophe peut même avoir des conséquences positives sur la longue durée (Ewing *et al.*, 2005) : du fait de l'effort de reconstruction et de la mobilisation nationale et internationale, des transferts de ressources et de capitaux peuvent avoir lieu, de l'échelle nationale et internationale vers le territoire sinistré, qui font plus que compenser la perte de capital initiale provoquée par la catastrophe (Chang, 1984). A partir d'une analyse empirique de données internationales, Skidmore et Toya (2002) identifient une corrélation positive entre catastrophes d'origine climatique (dont ouragans et inondations donc) d'une part, et d'autre part la croissance économique, l'investissement en capital humain et la croissance de la productivité. De fait, l'activité économique est tirée par le besoin de remplacer le capital physique détruit par la catastrophe (ce surplus d'activité se traduit par une augmentation du PIB à l'échelle d'un pays) ; l'investissement en capital humain est dû à deux facteurs : (1) au besoin de remplacer le capital physique détruit ; (2) à l'attractivité du capital humain par rapport au capital physique, du fait que le premier ne peut pas être détruit aussi aisément que le second. La croissance de la productivité enfin est tirée par l'adoption de nouvelles technologies et le renouvellement du capital physique à la suite d'une catastrophe donnée. Ces remarques, tirées à partir d'analyses internationales macro-économiques, sont néanmoins valides bien plus à l'échelle d'une région ou d'un pays, qu'à l'échelle locale de quartiers durablement dévastés, comme le fait remarquer Xiao (2011) dans son état de l'art.

1.2.3 Les impacts démographiques sur les territoires affectés : une accélération des tendances pré-existantes

Les impacts démographiques enfin, peuvent être sensibles sur certains territoires à une échelle locale. Ils se font ressentir sur un plan quantitatif, en termes de solde démographique, et sur un plan qualitatif, dans les modifications du profil des populations résidentes. Du point de vue du

solde démographique, ces impacts peuvent être négatifs, avec l'émigration des populations résidentes et le non-retour des personnes ayant évacué pendant la période de crise ; ils peuvent être aussi positifs pour les territoires qui accueillent les populations ayant émigré. Ce risque est à mettre en lien, bien sûr en premier lieu avec la destruction de logements, et leur non-reconstruction, mais aussi avec les impacts vus précédemment, à l'instar des impacts psychologiques (perception du risque altérée et rejet de l'habitat en zone exposée), des impacts économiques (destructions d'emplois, des services publics, des réseaux), des impacts politiques (conflits sociaux et politiques insurmontables pour un territoire donné).

D'un point de vue qualitatif, la reconstruction qui a lieu pour faire face à l'ampleur des destructions est toujours inégale. Ces inégalités, de multiples ordres (socioéconomique, racial, démographique), et parfois encouragées par les politiques de reconstruction publiques, peuvent déboucher sur une évolution dans le profil démographique du territoire : certaines populations ne peuvent revenir sur leur territoire d'origine, au profit d'autres qui viennent s'installer. Après Katrina, l'aire métropolitaine de la Nouvelle-Orléans a connu des changements radicaux dans sa population résidente : au cours des premières années de reconstruction, il apparaissait clairement que les classes aisées blanches retournaient sur place bien plus rapidement que les classes populaires noires ; entre 2005 et 2006, la part de la population blanche dans l'aire métropolitaine est passée de 59% à 73% du total, le revenu médian de 55 000 \$ à 64 000 \$ (Falk *et al.*, 2006 ; Green *et al.*, 2007 ; Groen et Polivka, 2010). Cette exacerbation des inégalités pré-existantes concerne au premier lieu les territoires les plus fortement endommagés et qui ont connu des taux d'évacuation particulièrement importants. Des évolutions similaires peuvent également être constatées après le séisme de Kobe, dans la modification du profil des populations (Hayashi, 2012).

D'un point de vue quantitatif aussi bien que qualitatif, et à l'instar des impacts économiques, les catastrophes naturelles tendent à magnifier et à accélérer des tendances démographiques préexistantes : plutôt que de modifier en substance un modèle migratoire dominant, les catastrophes tendent à renforcer ce modèle. Les territoires dynamiques tendent généralement à se relever rapidement d'un choc causé par une catastrophe naturelle : une agglomération qui connaît une croissance régulière de sa population avant l'occurrence d'une catastrophe a toutes les chances de pouvoir se redresser à la suite de celle-ci (Vigdor, 2008). En Floride, après le passage de l'ouragan Andrew, malgré la destruction ou l'endommagement de plus de 400 000 logements dans le comté de Dade, le plus fortement affecté, la croissance démographique globale n'a pas été durablement affectée au-delà du départ dans l'année de quelques 40 000 personnes durablement déplacées, et d'une redistribution géographique de la population au sein du comté (Smith et McCarty, 1996). A l'inverse, un territoire *a priori* sur le déclin démographique est beaucoup plus fortement et durablement atteint *a posteriori* dans ses effectifs de populations, par l'occurrence de la catastrophe. Ainsi le séisme de 1976 au Guatemala semble avoir accéléré l'exode rural en cours, profitant aux villes qui offraient de nouvelles opportunités économiques aux sinistrés venant de la campagne. Ces derniers déménageaient pour aller s'installer dans un milieu urbain, afin d'avoir accès à un logement, à un emploi, afin de profiter des programmes de reconstruction qui concentraient leurs efforts sur les villes (Belcher et Bates, 1983). Le cas de la Nouvelle-Orléans, abordé dans l'état de l'art, est quant à lui un cas d'école sur cette problématique démographique (Vigdor, 2008).

Dans la gestion à court terme d'un événement, des disparités sociales et géographiques apparaissent déjà, dans la prise en charge des hébergements d'urgence, dans la priorisation de

l'action publique. Cependant, si l'immédiateté d'une catastrophe naturelle tend à frapper populations et territoires tous azimuts, sans discrimination apparente, ces disparités sociales et géographiques apparaissent renforcées, de façon inouïe, dans la phase d'après-crise, à mesure que le temps passe. D'un point de vue démographique en particulier, sur les territoires les plus affectés, c'est bien *in fine* le risque de désertification, voire d'un développement de villes-fantômes qui représente la menace majeure de la période post-crise. Et ce sont ces disparités et ce risque qu'il convient d'analyser.

1.3 UN SUJET DE RECHERCHE A APPROFONDIR : DES BESOINS SCIENTIFIQUES DE CARTOGRAPHIE IDENTIFIES

L'analyse des impacts sociaux post-crise est une thématique émergente, qui demeure aujourd'hui à explorer, tant à la lumière de la littérature internationale que celle appliquée au cas francilien et au bassin de la Seine.

1.3.1 Les études économiques dans la littérature internationale

La littérature existante exprime en effet de forts besoins, sur un plan scientifique, pour l'analyse des impacts sociaux post-crise d'une catastrophe majeure, en insistant sur les impacts de très long terme, dans la capacité de reconstruction des populations, ainsi que sur l'identification et la cartographie des disparités géographiques. Les impacts sociaux d'une catastrophe majeure, et nous insisterons sur ce point dans l'état de l'art à venir, sont conditionnés par l'ampleur des impacts économiques : étudier les uns sans analyser les autres serait alors une gageure. Or, la littérature sur les impacts économiques des catastrophes naturelles est volumineuse, mais elle concentre ses efforts sur le développement de modèles macro-économiques appliqués à une vaste échelle géographique, régionale, nationale ou internationale ; les études micro-scalaires (échelle des entreprises) sont beaucoup moins nombreuses.

1.3.1.1 Etudes macro-économiques et modèles théoriques

Parmi les études macro-économiques portant sur les catastrophes naturelles, il faut distinguer les modèles théoriques *ex-ante* et les analyses empiriques *ex-post* (Cavallo et Noy, 2010 ; Xiao, 2011).

L'approche théorique se fonde sur la création de modèles permettant d'appréhender le système socio-économique régional, national ou international. Au sein de ce modèle, est ensuite introduit un choc économique, représentant la catastrophe naturelle : sont alors étudiées les conséquences de ce choc sur le système. Xiao (2011) liste les différents modèles utilisés : les modèles Input-Output, comme celui adopté par la FEMA (*Federal Emergency Management Administration*) aux Etats-Unis, dans son logiciel d'évaluation du risque naturel HAZUS-MH ; les modèles fondés sur des Social Accounting Matrixes (Matrices de Comptabilité Sociale) ; les modèles intersectoriels séquentiels, les modèles économétriques régionaux et enfin les modèles d'équilibre général calculable. Ces modèles théoriques servent à deux principaux types d'études : (1) les études qui visent à évaluer les déterminants du coût direct d'une catastrophe naturelle à une échelle internationale. La finalité de ces travaux est de dresser des comparaisons entre pays. Parmi les déterminants du coût d'une catastrophe, sont identifiés des facteurs politiques et institutionnels, la taille du pays considéré, son développement économique. (2) les études qui visent à évaluer les impacts indirects d'une catastrophe naturelle. Ces impacts sont

divisibles entre ceux sensibles à moyen terme (jusqu'à 3 ans après la catastrophe), notamment sur la croissance du PIB, et ceux sensibles à plus long terme (au moins 5 ans après). Ces modèles insistent cependant essentiellement sur les impacts qui peuvent être exprimés en % de PIB ou de revenus ; l'impact fiscal, les inégalités économiques sont à l'inverse largement délaissés (Cavallo et Noy, 2010). Outre ces deux principaux champs de recherche, menés à l'échelle nationale et internationale, d'autres études peuvent avoir une échelle d'application plus régionale et sectorielle, en interrogeant par exemple la résilience des réseaux techniques d'une agglomération face à l'occurrence d'un aléa (Reed *et al.*, 2009 ; Rose et Liao, 2005).

1.3.1.2 Etudes macro-économiques et modèles empiriques

A l'inverse de l'approche théorique, il existe également des études de cas, décrivant les conséquences *a posteriori* d'un ou plusieurs événements spécifiques sur l'économie régionale et nationale, mais aussi les conséquences des politiques de reconstruction adoptées sur celle-ci (Cavallo et Noy, 2010). Ces études de cas se fondent sur l'analyse descriptive et économétrique de données empiriques (Xiao, 2011). Elles débouchent parfois sur la construction de modèles (empiriquement fondés donc). Ces études de cas sont souvent limitées par les difficultés qu'elles ont à recueillir des données fiables, en termes de revenus produits et d'emplois, du fait des conditions chaotiques qui règnent pendant la période d'après-crise : les méthodes de recensement usuelles ne sont plus fonctionnelles, il faut donc pallier par des substituts plus ou moins adaptés, comme l'a fait le *Bureau of Labour Statistics* aux Etats-Unis après l'ouragan Katrina (Garber *et al.*, 2006)¹³⁵. Les conclusions de ces études nous intéressent en premier lieu quand il s'agit d'un contexte économique similaire à notre objet d'étude, celui d'un pays développé (et elles sont nombreuses en ce qui concerne les conséquences de l'ouragan Katrina), mais quelques analyses ont également été menées dans des pays en développement, en particulier en Asie du Sud après le tsunami de décembre 2004 (De Mel *et al.*, 2011). Certains auteurs, enfin, adoptent une approche empirique fondée, non pas sur une étude de cas, mais sur une base de données agrégeant diverses catastrophes naturelles, synthétisées sous la forme de résumés statistiques (du nombre de décès, de personnes affectées, du total des dommages directs, etc.). Ainsi, Noy (2009) étudie les conséquences macro-économiques des catastrophes naturelles en faisant des comparaisons internationales, à partir de la base EM-DAT du *Center for Research on the Epidemiology of Disasters*, avec une couverture mondiale des catastrophes naturelles majeures ayant eu lieu depuis 1900 jusqu'à aujourd'hui.

1.3.1.3 Etudes micro-économiques

Les études micro-économiques visent à l'inverse, par le biais de sondages, à suivre l'évolution d'échantillons représentatifs d'entreprises dans l'après-catastrophe. Ces études s'appuient sur des analyses statistiques, surtout de régression, pour mettre en évidence le rôle de variables individuelles ou environnementales dans la survie d'une entreprise. Or, ces études demeurent beaucoup plus limitées en nombre que les modèles macro-économiques, et apparaissent souvent

¹³⁵ Le programme de collecte des données du *Bureau of Labour Statistics* (BLS), qui a commencé deux semaines après Katrina, soit pendant la phase de gestion de crise, a fait face à trois problématiques différentes : (a) Est-ce que le BLS sera capable de contacter les entreprises dans les zones les plus fortement touchées ? (b) Est-ce que les standards du BLS permettront de produire des estimations utiles de l'emploi pour une situation aussi extraordinaire ? (c) Est-ce que le BLS pourra estimer l'impact de Katrina sur les tendances de l'emploi pendant les premiers mois suivant l'ouragan ? Le BLS a fait appel à deux méthodes différentes pour obtenir ses données : d'une part, il a fait appel à des sondages mensuels (sur un échantillon d'entreprises) ; d'autre part, il a collecté les données obligatoires liées aux déclarations fiscales des entreprises (Garber *et al.*, 2006).

relativement datées (Alesch *et al.*, 2001 ; Corey et Deitch, 2011 ; Dahlhamer et Tierney, 1996). Parmi celles-ci, plus rares encore sont celles qui s'interrogent sur le long terme, sur un horizon de plusieurs années (parmi les exceptions, citons pour l'ouragan Katrina : Deitch et Corey, 2011).

Ce sont pourtant ces études micro-économiques qui nous intéressent en premier lieu, dans le cadre de notre analyse du cas francilien : l'étude menée dans ce chapitre vise à identifier les disparités géographiques face aux impacts attendus pendant l'après-crise, en caractérisant la capacité de reconstruction des populations. Pour ce faire, il faut pouvoir étudier les acteurs économiques à l'échelle individuelle, ou à une échelle agrégée relativement limitée (l'échelle communale), afin de mettre en exergue ces disparités. Parallèlement, comme nous l'avons vu plus haut, ces impacts économiques se font durement ressentir, sur la durée, à une échelle locale, bien plus qu'à une échelle plus globale.

1.3.2 Les études sociodémographiques dans la littérature internationale

1.3.2.1 L'émergence d'une littérature sur les impacts sociaux post-crise

Un corpus sur les impacts sociaux post-crise, c'est-à-dire les impacts d'une catastrophe observée sur la population et les ménages qui la constituent, a également émergé au sein de la littérature internationale, dans les années 1980 et 1990 (Bolin et Bolton, 1986 ; Morrow-Jones et Morrow-Jones, 1991), avant de s'épanouir au cours des années 2000. Certes, cette littérature, portant sur les impacts sociaux de moyen et de long terme, demeure moins volumineuse que celle portant sur les impacts immédiats (littérature sur les évacuations notamment) (Sastry, 2009).

Cette littérature comprend plusieurs volets : des études portant sur l'impact social des politiques de reconstruction et de relogements (Gemenne, 2014), sur l'identification de bonnes pratiques, dans une approche de type « *Build Back Better* » (reconstruire en mieux, en intégrant une logique préventive et durable), dans les politiques de reconstruction (Kennedy *et al.*, 2008 ; Moatty, 2015 ; Moatty et Vinet, 2016) ; la création d'arbres de décision modélisant le processus de réflexion des ménages sinistrés dans leur choix de retourner ou non dans leur logement d'origine (Henry, 2013) : le développement de modèles économétriques migratoires appliqués au cas des déplacés (Landry *et al.*, 2007). Mais ce qui constitue l'essentiel des travaux sont, d'une part les études sur les conséquences psychologiques et physiologiques des catastrophes naturelles et des déplacements de long terme causés par celles-là (Uscher-Pines, 2009), d'autre part les études sur les conséquences sociales et démographiques de ces catastrophes. Ces dernières, qui nous intéressent au premier lieu, permettent de mettre en évidence les variables discriminantes dans la capacité des populations à se reconstruire : les études recensées croisent cette capacité de reconstruction avec le statut socioéconomique et démographique des populations (niveau de richesse, composition ethnique), mais encore avec diverses variables environnementales (comme le niveau d'endommagement) ou politiques (gouvernance et politiques de reconstruction). Au cours des dernières années, s'est également greffée la notion de capital social, développée dans la seconde partie, qui permet d'ajouter une dimension collective aux variables individuelles déjà étudiées (Aldrich, 2012).

1.3.2.2 Les obstacles méthodologiques à la mise en œuvre des études quantitatives

Il faut distinguer, d'une part les études qualitatives et descriptives, fondées sur des entretiens libres ou semi-directifs (Marin *et al.*, 2015) ou des observations de terrain (Green *et al.*, 2007 ; Phillips, 1993). Et d'autre part les études quantitatives, fondées sur les données agrégées de recensements ou de sondages menés après une catastrophe, et qui débouchent sur des analyses statistiques de corrélation et de régression (Aldrich, 2012). Dans le second cas, les difficultés méthodologiques pour recueillir des données dans des conditions post-catastrophe sont à souligner (Finch *et al.*, 2010 ; Sastry, 2009). Les sondages menés après une catastrophe doivent de fait prendre en compte divers choix méthodologiques, sur les personnes interrogées (faut-il interroger les personnes qui sont demeurées sur place ou celles qui sont durablement parties ?) et les moyens pour les contacter. A voir notamment les difficultés rencontrées par Elliott (2010) dans le recueil de données représentatives sur les populations évacuées des quartiers de Lakeview et du Lower Ninth Ward à la Nouvelle-Orléans. Dans les deux cas (qualitatif et quantitatif), il s'agit d'études empiriques, fondées sur les observations d'événements réels.

De même, il faut faire la part entre les études menées à l'échelle des individus, celles menées à une échelle locale, celles de quartiers ou de communes sinistrées, celles enfin menées à l'échelle régionale ou nationale. Ces dernières s'attachent aux grandes tendances, tandis que les premières et les secondes mettent en évidence les différences infra-scalaires. L'essentiel de la littérature sur les impacts sociodémographiques porte sur des pays développés, en particulier sur le Japon et les Etats-Unis, mais quelques études portent aussi sur des pays en développement (Kruks-Wisner, 2011 ; Kurosaki, 2013 ; Lane *et al.*, 2003 ; Munasinghe, 2007 ; Oliver-Smith, 1991) ou s'inscrivent à l'interface entre pays du Nord et pays du Sud, dans la gestion internationale d'une catastrophe naturelle (Sapat et Esnard, 2012).

Cette littérature permet de mettre en évidence le rôle prééminent de ces variables sociales, démographiques, par rapport au seul environnement physique, dans le processus de reconstruction. En effet, depuis les années 1950, le paradigme dominant dans l'approche publique de la reconstruction post-catastrophe est de donner le primat à la restauration et à la reconstruction des infrastructures et structures physiques : réseaux de transport, réseaux routiers, logements, établissements commerciaux. Or, si la reconstruction matérielle est une condition *sine qua non* du retour à une « normale », elle n'est pas suffisante : la condition sociale et démographique des populations compte bien davantage sur le long terme, de même que la capacité de ces dernières à faire corps, de même donc que le capital social (Aldrich, 2012).

1.3.2.3 Le déficit d'outils d'aide à la décision

Toutefois, les analyses sociodémographiques développées ne permettent pas, à elles seules, de faire émerger un modèle opérationnel, sous SIG, d'étude des disparités géographiques face aux impacts sociaux de long terme d'un risque potentiel, d'un événement à venir : l'essentiel de la littérature en question porte en effet sur des événements passés, et sur l'analyse de ceux-ci *a posteriori*, peu d'articles s'interrogent à l'inverse sur les conséquences sociales à long terme d'un événement hypothétique, sur des évaluations *ex-ante* (au contraire des études économiques, souvent fondées sur de la modélisation théorique).

De même, peu de recherches ont émergé pour proposer des outils d'aide à la décision opérationnels, appliqués à la gestion post-crise. Outre le développement de rares indices

cartographiques, qui sont abordés dans la présentation de la méthodologie d'étude (Esnard *et al.*, 2011 ; Myers *et al.*, 2008), il faut citer la modélisation des systèmes de transport (Nakanishi *et al.*, 2013), loin d'être abondante comme c'est le cas pour modéliser les évacuations, la création d'indicateurs opérationnels de suivi du processus de reconstruction (Bates et Peacock, 1992 ; Liu et Plyer, 2010), enfin les modèles d'aide à la confection des plans de reconstruction (JICA, 2013). Ce chapitre apparaît comme l'occasion d'approfondir cette problématique opérationnelle, en s'appuyant sur les acquis de la littérature (l'identification des facteurs clés de la capacité des ménages et des collectivités à se reconstruire sur le long terme), pour créer un modèle spatialisé d'analyse des impacts sociaux de long terme.

1.3.3 Les besoins exprimés à l'échelle francilienne

Ces besoins exprimés par la littérature internationale trouvent un débouché paroxystique dans le cas d'étude francilien, tant d'un point de vue géographique que cinétique.

1.3.3.1 La spécificité de l'inondation francilienne : l'hypothèse d'une reconstruction de très longue durée

Sur un plan pratique, la spécificité d'une inondation majeure de la région Ile-de-France, de sa très longue durée et de son ampleur, dans les destructions physiques (de logements, d'infrastructures de réseaux, d'entreprises), dans le nombre de personnes à évacuer, à héberger et à reloger, interroge sur l'ampleur des impacts sociaux à attendre d'une telle crise. Nous le verrons dans l'état de l'art, mais, de façon empirique, il est établi que la durée de reconstruction est une fonction proportionnelle de la durée de la gestion de crise : la durée de l'inondation, extraordinairement longue, pourrait de ce fait induire une durée de reconstruction extraordinairement longue, pouvant s'étendre sur au moins 10 ans dans certains territoires de la région francilienne. Cette durée, par définition incommensurable, poserait alors un risque existentiel sur certaines des communes les plus exposées et les plus vulnérables. C'est ce risque qu'il convient d'analyser.

1.3.3.2 Le déficit de travaux sur l'après-crise appliqués et applicables à la région francilienne

D'un point de vue géographique, la littérature appliquée à une inondation de la région Ile-de-France, portant sur cette problématique de l'après-crise, est encore à construire : dans l'introduction générale de cette thèse, il est rappelé que si les impacts économiques d'une inondation majeure ont déjà été abordés, ce n'est pas le cas des impacts sociaux, en particulier des impacts post-crise, *a fortiori* des impacts de long terme (OCDE, 2014). Par ailleurs, concernant précisément ces impacts économiques, l'analyse, comme la plupart des études existantes, est l'application d'un modèle macro-économique théorique, qui demande à être affiné à une échelle plus locale, l'échelle des organisations même, ou à défaut à une échelle communale. Enfin, les besoins d'une cartographie synthétique du risque, exprimés notamment dans la thèse de Reghezza (2006), après avoir été appliqués au cas des évacuations et des hébergements d'urgence (chapitre 2), sont à développer ici, dans le cadre de la représentation spatiale des impacts sociaux de long terme, et de la capacité de reconstruction des populations.

1.3.3.3 L'absence d'événements référents à l'échelle nationale

Ce déficit de travaux sur l'après-crise est certes une opportunité de recherche, mais c'est aussi un obstacle méthodologique, d'autant plus sérieux qu'il manque en France d'événements référents d'ampleur massive qui puissent servir de base empirique à nos travaux, comme nous l'avions déjà signalé dans le chapitre 2. Dans l'état de l'art qui suit, le primat est donné à des événements massifs survenus à l'étranger, au Japon et aux Etats-Unis essentiellement, avec les limites méthodologiques que ce choix implique et les difficultés à transposer en France des conclusions tirées dans un contexte géographique très différent. Cette absence de référents géographiques proches du terrain francilien se double d'une absence de référents comprenant une cinétique proche de celle d'une crue de la Seine, dans la mesure où les événements recensés, présentant un caractère massif, relèvent de l'aléa sismique ou des ouragans.

D'un point de vue géographique, les événements permettant de tirer des retours d'expérience sur le temps long sont d'ampleur relativement limitée en France, *a fortiori* en ce qui concerne les inondations ; le cas de Vaison-la-Romaine est par exemple difficilement transposable à notre cas d'étude, tant par sa cinétique que par son impact limité sur un plan géographique ; il en est de même pour la crue de la Somme de 2001, ayant affecté quelques milliers de personnes, ou de la crue du bassin de la Seine de juin 2016, par ailleurs trop récente pour pouvoir tirer des conclusions sur les impacts sociaux de long terme. Quelques enseignements peuvent néanmoins être tirés de ces événements, ainsi que d'autres inondations qui ont pu affecter l'Europe occidentale au cours des dernières années (inondations en Angleterre en 2007, inondations en Europe centrale en 2002 et en 2013).

Pour conclure, les impacts d'une catastrophe naturelle sur la population se font aussi bien ressentir au cours des phases post-crise de restauration et *a fortiori* de reconstruction que pendant la gestion de l'urgence. Il apparaît pourtant que cet après-crise est bien moins étudié par la littérature, faisant émerger le besoin de recherches approfondies en la matière, en particulier dans le développement d'outils cartographiques opérationnels. Pour ce faire, il faut s'appuyer sur un état de l'art approprié.

2 ETAT DE L'ART : IDENTIFICATION DES FACTEURS DE DESTABILISATION DU TERRITOIRE EN CAS DE CRISE MAJEURE

La littérature internationale comprend deux grands volets sur les impacts de moyen et de long terme d'une catastrophe majeure, à l'échelle des territoires sinistrés et des acteurs individuels (ménages et entreprises) : un volet sur les impacts économiques et les facteurs prédictifs de la capacité des entreprises à se remettre d'une crise et à reprendre une activité normale ; un volet sur les impacts sociaux et les facteurs prédictifs de la capacité des ménages et des collectivités à se reconstruire. Ces deux volets sont explorés dans ce chapitre, dans le but d'en tirer des conclusions utiles pour les développements méthodologiques qui suivent, sur la nature des impacts envisageables sur le temps long à une échelle individuelle et locale, et sur la capacité des ménages, des entreprises, des collectivités, à se reconstruire. Ils sont complétés par une

troisième sous-partie consacrée aux retours d'expérience portant sur les politiques de reconstruction menées, en particulier face à la problématique des relogements de masse.

2.1 IMPACTS ECONOMIQUES ET VARIABLES PREDICTIVES A L'ECHELLE DES ENTREPRISES

Dimensions sociales et dimensions économiques sont inextricables : il apparaît de la sorte indispensable d'étudier les impacts économiques d'une catastrophe pour en faire ressortir les aboutissants sur un plan social. A partir d'une synthèse des études micro-économiques identifiées dans la littérature, il est possible d'identifier les variables prédictives de la capacité des entreprises à se reconstruire après une catastrophe naturelle.

2.1.1 Une synthèse des études micro-économiques *ex-post* : des limites méthodologiques aux comparaisons inter-auteurs

Les études micro-économiques, portant sur l'analyse des entreprises après une catastrophe majeure, sur le moyen et le long terme, sont relativement limitées en nombre : les plus notables, à notre connaissance, sont reportées dans le tableau ci-dessous ; il s'agit en particulier de travaux de chercheurs du *Disaster Research Center* de l'université du Delaware (Wasileski *et al.*, 2011). Ces études s'appuient sur des sondages *ex-post* menés après une catastrophe, sondages menés par le biais de questionnaires fermés délivrés par téléphone ou par courrier auprès d'un échantillon d'entreprises données ; ces sondages peuvent parfois être complétés par des observations visuelles permettant de vérifier le statut – actif ou fermé – d'un établissement donné (LeSage *et al.*, 2011). Ces sondages débouchent sur des analyses statistiques, des analyses de régression logistique multivariées essentiellement (Dahlhamer et Tierney, 1996 ; Wasileski *et al.*, 2011), mais aussi des analyses en clusters (Alesch *et al.*, 2001), de simples analyses de corrélation (Brown *et al.*, 2015) ou même des résumés statistiques d'ordre descriptif (Tierney, 1997). Les analyses de régression, peut-être les plus adaptées pour obtenir des résultats applicables à d'autres situations, croisent une variable dépendante, relative généralement à la survie économique de l'entreprise après la catastrophe, avec diverses variables relatives au statut de l'entreprise ou à son environnement. En d'autres termes, ils permettent d'identifier l'impact de diverses variables individuelles ou environnementales sur la survie d'une entreprise à moyen et à long terme, à la suite d'une catastrophe majeure.

A la lecture de ce tableau de synthèse, il faut noter la limite inhérente à toutes comparaisons des résultats obtenus, au vu de l'hétérogénéité des études présentées. Ces limites de comparaisons relèvent d'abord du cadre méthodologique, variable d'un auteur à l'autre (Lam *et al.*, 2012). D'une part, les variables mesurées (variables dépendantes) tendent certes toutes vers le même objet (la survie de l'entreprise), mais il n'en demeure pas moins qu'il existe des différences dans ce qui est mesuré d'une étude à une autre : fermetures temporaires chez Wasileski *et al.* (2011), performance organisationnelle chez Corey et Deitch, (2011). Alesch *et al.* (2001), quant à eux, divisent les entreprises en trois groupes, celles en faillite, celles en sursis, et celles qui ont pu se reconstruire pleinement après la catastrophe (*recovered organization*). D'autre part, l'échantillon d'étude (le nombre d'entreprises sondées) varie dans un rapport de 1 à 10, avec donc une représentativité des populations d'entreprises étudiées, et une capacité à extrapoler les résultats, très variable : 106 entreprises sondées chez Alesch *et al.* (2001), 1358 chez Lam *et al.* (2012). La méthode d'échantillonnage elle-même peut fortement

varier d'une étude à l'autre, avec des biais parfois forts : dans les entreprises représentées, sont souvent exclues celles qui ont définitivement fermé après la catastrophe, simplement car il n'est plus possible de les interroger (Wasileski *et al.*, 2011).

Parallèlement, le calendrier d'étude varie, du moyen terme au très long terme : sur une échéance de trois à douze mois dans l'étude sur Katrina de LeSage *et al.* (2011) ; plus de trois ans chez Deitch et Corey (2011), voire six ans dans la partie de l'étude d'Alesch *et al.* (2001) consacrée au séisme de Northridge. C'est un point important, car les impacts économiques tendent à être lissés sur la longue durée. Enfin, l'aléa étudié, s'il est toujours d'origine « naturelle », comprend des événements aussi différents qu'une inondation (Tierney, 1994), un séisme (Dahlhamer et Tierney, 1996) ou un ouragan (Lam *et al.*, 2012) ; quant au contexte géographique, si les événements étudiés se situent tous dans des pays développés, ils prennent néanmoins place dans des cadres relativement divers, de Canterbury en Nouvelle-Zélande (Brown *et al.*, 2015) à la Nouvelle-Orléans et à Los Angeles aux Etats-Unis, les deux agglomérations les mieux représentées dans le tableau de synthèse (du fait d'études menées à la suite de l'ouragan Katrina pour la première, du séisme de Northridge de 1994 pour la seconde).

Auteurs (date)	Aléa	Zone d'étude	Calendrier d'étude	Nombre personnes / entreprises sondés	Variable dépendante mesurée
Alesch et al. (2001)	Inondations Red River (1997), parmi d'autres événements	Minnesota, Dakota du Nord (E-U)	3 ans (pour la Red River)	106	Survie des entreprises
Dahlhamer et Tierney (1996)	Séisme de Northridge (1994)	Los Angeles (E-U)	18 mois	1110	Auto-évaluation de la santé des entreprises
Wasileski et al. (2010)	Séisme de Loma Prieta (1989), Ouragan Andrew (1992)	Comté de Santa Cruz, Comté de Miami-Dade	-	933 (Santa Cruz), 1078 (Miami-Dade)	Fermetures temporaires (non permanentes)
Lesage et al. (2011)	Ouragan Katrina (2005)	Ville de la Nouvelle-Orléans (NO)	3-12 mois	673	Réouverture des entreprises
Brown et al. (2015)	Séismes (2010-2011)	Région de Canterbury (Nouvelle-Zélande)	2 ans et +	541	Plusieurs indices agrégés rendant compte du retour à l'activité des entreprises
Corey et Deitch (2011)	Ouragan Katrina (2005)	Aire métropolitaine de la NO (E-U)	6-8 mois	183	Retour à l'activité et performance organisationnelle des entreprises
Deitch et Corey (2011)	Ouragan Katrina (2005)	Aire métropolitaine de la NO (E-U)	3 ans et +	186	Performance organisationnelle des entreprises
Lam et al. (2012)	Ouragan Katrina (2005)	Ville de la Nouvelle-Orléans (E-U)	26 mois	1358	Réouverture des entreprises
Tierney (1994)¹³⁶	Inondations du Midwest (1993)	Comté Des Moines-Polk (E-U)	9 mois	1079	Divers
Tierney (1997)¹³⁷	Séisme de Northridge (1994)	Aires métropolitaines de Los Angeles et Santa Monica	16 mois et +	1110	Divers
Xiao et van Zandt (2011)	Ouragan Ike (2008)	Galveston Island (E-U)	7 mois et +	145	Retour à l'activité des entreprises

Tableau 32. Etudes issues de la littérature internationale sur le retour à l'activité des entreprises après une catastrophe naturelle majeure.

2.1.2 Identification des facteurs favorables et des facteurs défavorables au retour à l'activité des entreprises et à leur survie

Malgré ces limites méthodologiques, cinétiques, géographiques, il est possible de tirer certaines conclusions quant aux différents facteurs qui peuvent expliquer les impacts d'une catastrophe naturelle à une échelle micro-économique, du point de vue des entreprises qui maillent le territoire. Ces conclusions sont résumées dans le Tableau 33, qui classe les variables associées à ces impacts : pour chaque variable, sont connues les études porteuses qui ont mis en évidence leur rôle, positif ou négatif sur le retour à l'activité et la survie des entreprises ; et la valeur prédictive de chaque variable, déterminée de façon subjective à la lecture des références identifiées (une variable aura une valeur prédictive forte si elle est citée par plusieurs études, et si les résultats la concernant sont toujours cohérents). Les variables sont regroupées en facteurs,

¹³⁶ Analyse descriptive uniquement (statistiques descriptives).

¹³⁷ Analyse descriptive uniquement (statistiques descriptives).

avec deux types de facteurs identifiables : les facteurs *ex-ante*, liés aux conditions pré-existantes de l'activité de l'entreprise, avant la catastrophe, et les facteurs *ex-post*, liés aux conditions créées par l'occurrence de la catastrophe. Il faut noter cependant que cette distinction est en partie factice, et qu'il n'est pas toujours aisé de distinguer ce qui relève des conséquences de la catastrophe de ce qui relève du statut de l'entreprise (de sa vulnérabilité, pour reprendre la terminologie du risque).

Temporalité	Facteurs	Variables	Impact sur le retour à l'activité	Valeur prédictive	Etudes porteuses
Conditions ex-post	Endommagement de l'entreprise	Endommagement direct (bâti) et intensité de l'aléa	--	Forte	Alesch <i>et al.</i> (2001) ; Corey et Deitch (2011) ; Dahlhamer et Tierney (1996) ; Lam <i>et al.</i> (2012) ; Lesage <i>et al.</i> (2011) ; Xiao et van Zandt (2011)
		Endommagement indirect (arrêt temporaire de l'activité par déficit de salariés, de clients, de fournisseurs, de transport, de réseaux)	--	Forte	Dahlhamer et Tierney (1996) ; Wasileski <i>et al.</i> (2010)
	Facteurs environnementaux (ex-post)	Ré-ouverture des entreprises voisines	+	Faible	Lesage <i>et al.</i> (2011)
		Départ définitif des populations (départ de la base salariale et clientèle)	--	Forte	Corey et Deitch (2011) ; Deitch et Corey (2011) ; Xiao et van Zandt (2011)
Conditions ex-ante	Secteur d'activité	Production de biens et services irremplaçables	+	Faible	Alesch <i>et al.</i> (2001)
		BTP - Construction	++	Forte	Brown <i>et al.</i> (2015) ; Wasileski <i>et al.</i> (2010)
		Commerces	--	Faible	Wasileski <i>et al.</i> (2010)
		Hôtellerie et restauration, Immobilier et location, Services financiers et assurances	+	Faible	Brown <i>et al.</i> (2015)
	Situation démographique	Taille de l'entreprise	+	Faible	Lam <i>et al.</i> (2012) ; Wasileski <i>et al.</i> (2010)
		Entreprise indépendante	-	Faible	Xiao et van Zandt (2011)
	Situation économique	Entreprise propriétaire de ses locaux	+	Faible	Lesage <i>et al.</i> (2011)
		Situation financière stable (avant occurrence de l'aléa)	++	Forte	Alesch <i>et al.</i> (2001) ; Dahlhamer et Tierney (1996)
		Type de clientèle (locale et/ou pauvre)	-	Faible	Lesage <i>et al.</i> (2011)

Tableau 33. Synthèse de la littérature internationale sur les principales variables discriminantes dans le retour à l'activité des entreprises après une catastrophe majeure.

2.1.2.1 Des facteurs ex-post bien identifiés : endommagement et environnement post-crise

Les facteurs *ex-post* identifiés par la littérature relèvent de trois ordres : l'endommagement de l'entreprise, les conditions environnementales créées par la catastrophe et l'assistance extérieure. Les deux premiers facteurs jouent un rôle prééminent dans la capacité de

reconstruction et de survie d'une entreprise donnée, et font l'objet de résultats concordants entre études.

2.1.2.1.1 Endommagement direct et indirect

L'endommagement de l'entreprise est assurément le facteur le plus évident pour prédire d'une éventuelle fermeture ; c'est aussi le facteur le plus étudié, et qui fait l'objet du plus large consensus entre auteurs¹³⁸.

- L'endommagement direct du capital de l'entreprise est la triple conséquence de l'intensité de l'aléa, de la composition du capital de l'entreprise et des mesures de réduction de la vulnérabilité physique et financière de l'entreprise qui ont été prises en amont. Au sens strict, l'endommagement est donc à la fois un facteur *ex-post* et *ex-ante*. Le capital de l'entreprise joue de fait un rôle, en ce sens que les capitaux matériels fixes ont une faible mobilité (capital fixe qui comprend l'établissement de production) et sont donc particulièrement sujets aux dommages directs provoqués par l'aléa ; il en va de même pour le capital circulant, *id est* les stocks. A l'inverse, les capitaux immatériels (brevets par exemple) ne sont *a priori* pas endommageables : la nature des capitaux d'une entreprise influence donc sa propension à être endommagée (Zhang *et al.*, 2009). Les mesures de protection et de prévention peuvent quant à elle inclure : la multi-localisation des établissements, une répartition des stocks entre ces établissements, la création de copies en lieu sûr des serveurs de l'entreprise (Alesch *et al.*, 2001). L'endommagement direct est un facteur qui s'inscrit dans la durée : l'analyse de régression de Lam *et al.* (2012), portant sur la ré-ouverture des entreprises après l'ouragan Katrina, fait ainsi de l'intensité de l'aléa (et donc de l'endommagement direct) la variable au plus fort pouvoir prédictif, à court terme, à moyen terme, et à long terme (la ré-ouverture des entreprises est mesurée à 4 mois, 10 mois et 26 mois après le passage de l'ouragan, au sein de la ville de la Nouvelle-Orléans).
- L'endommagement indirect est causé par l'interruption des réseaux (d'électricité, d'eau, d'assainissement) (Wasileski *et al.*, 2011) ; sans réseaux urbains, l'activité doit généralement cesser, sauf à continuer en mode très dégradé¹³⁹. Les coupures dans le réseau électrique et dans le secteur des télécommunications apparaissent avoir les conséquences les plus néfastes du point de vue des entreprises (Tierney, 1994). Il est également le fait de l'interruption des flux de transport, qui peuvent entraver la venue des employés (interruption des flux pendulaires) mais aussi la logistique (impossibilité d'assurer les flux de marchandises et de services avec les fournisseurs et les clients). Outre les problèmes de transport, l'absentéisme ou la réduction du temps de travail d'un employé pendant l'après-catastrophe peut être causée par le décès, une maladie, une blessure dans le pire des cas, mais aussi par la destruction du logement résidentiel (entraînant départs permanents ou temporaires), par la nécessité enfin pour un employé de s'occuper d'abord de sa famille, de son logement, du retour au quotidien (Zhang *et*

¹³⁸ Parmi l'ensemble des références inventoriées, il n'y a guère que celle de Chang et Falit-Baiamonte (2002) qui tend à minorer le rôle de l'endommagement (en particulier de l'endommagement direct). Cette étude porte sur les suites du séisme de Nisqually à Seattle en 2001 et n'est pas citée dans le tableau de synthèse (car nous n'y avons pas eu accès dans son intégralité).

¹³⁹ Lors des inondations du Midwest en 1993 aux Etats-Unis, la coupure du réseau d'eau potable, et le risque d'incendie associé, ont empêché les 60 000 personnes travaillant dans le centre d'affaires d'aller travailler pendant deux semaines (Xiao, 2011).

al., 2009). L'absentéisme pour raisons personnelles est ainsi la cause la plus citée comme source d'interruption de l'activité, par les entreprises sondées après le séisme de Northridge par l'équipe de Gordon *et al.* (1998). Ici aussi, les mesures de prévention prises en amont peuvent limiter les conséquences de l'endommagement indirect : la mise en œuvre d'un plan de continuité d'activité impliquant, par exemple la collecte des informations d'urgence sur les employés, comme les adresses email personnelles, par exemple la mise en place de formes flexibles d'organisation du travail, comme le télétravail pour les employés ne pouvant se rendre sur le lieu de travail, la mise en œuvre d'heures supplémentaires pour les employés non absents, et le remplacement des employés absents par une embauche supplémentaire.

2.1.2.1.2 Environnement économique

L'environnement économique créé par la catastrophe est également étroitement associé à une éventuelle fermeture de l'entreprise. Il s'agit non seulement de l'environnement local (le territoire sinistré), mais aussi dans les cas de catastrophes majeures, de l'environnement national et international, dégradé dans un contexte post-crise. Toute entreprise partie prenante de cet environnement doit faire face, non seulement à des contraintes internes (endommagement direct et indirect), mais encore à la perte de clients et de fournisseurs, qui eux aussi ont été endommagés. Toutes les entreprises ne sont cependant pas égales face à ce problème : la diversification des fournisseurs et des clients permet de limiter l'ampleur de la catastrophe.

- Au niveau national et international, la dégradation de l'environnement dans un contexte post-crise peut mettre en difficulté une entreprise parfois très éloignée, sur un plan géographique, du territoire sinistré, du fait des difficultés de ses fournisseurs ou de ses clients. A ce titre, l'exemple de l'inondation de Bangkok en 2011 illustre l'impact des interdépendances économiques à une échelle internationale, qui décuplent les effets locaux d'une catastrophe naturelle. Cette inondation en Thaïlande a notamment touché sept grands parcs industriels, comprenant des établissements japonais du secteur manufacturier (équipements automobiles notamment). De ce fait, elle a perturbé, par effet domino, le système de production mondial dans le secteur, avec de nombreux établissements, situés au Japon, en Malaisie et aux Etats-Unis, qui ont perdu plusieurs dizaines de jours d'exploitation du fait de l'arrêt de l'approvisionnement en provenance de ces parcs industriels (Haraguchi et Lall, 2015)¹⁴⁰.
- Au-delà de ces cas d'interdépendances à une échelle mondialisée, l'écrasante majorité des très petites, petites et moyennes entreprises ont leur futur conditionné par la dynamique de leur environnement local : dans un contexte post-crise, les entreprises d'un territoire sinistré ne peuvent se reconstruire qu'à deux conditions *sine qua non* : la réouverture et la reconstruction des entreprises environnantes qui ont pu fermer pendant la phase de gestion de crise¹⁴¹ (Lam *et al.*, 2012) ; et le retour des populations qui ont pu évacuer, car, sans population, la clientèle et le *pool* d'employés disparaissent (Deitch

¹⁴⁰ Malgré les remous provoqués par cette inondation, les entreprises affectées par la défaillance des sous-traitants des parcs industriels inondés n'ont pas pour autant, après le retour à la normale, changé leur modèle d'approvisionnement, et demeurent toujours sous la dépendance de ceux-là (Haraguchi et Lall, 2015 ; Hayakawa *et al.*, 2015).

¹⁴¹ A noter que, de façon ponctuelle cependant, une entreprise donnée peut profiter de la fermeture d'entreprises concurrentes pour exercer un monopole temporaire sur un territoire donné, notamment dans les commerces (Corey et Deitch, 2011).

et Corey, 2011). Corey et Deitch (2011) mettent de fait en évidence le rôle mortifère de la dispersion sans précédent dans l'histoire américaine des populations locales, après l'ouragan Katrina, sur la performance des entreprises.

- Plus largement, le retour à l'activité du *pool* local d'entreprises et le retour au logement des résidents sont des externalités spatiales à associer à la restauration des infrastructures, des services publics, à l'attractivité du territoire (dont l'image est parfois écornée à la suite d'une catastrophe majeure), le tout formant un ensemble systémique interdépendant. Dans la ville de la Nouvelle-Orléans, l'interruption des réseaux critiques et le déficit d'infrastructures en état de fonctionnement, lors des premiers mois qui ont suivi l'ouragan (gaz et électricité non disponibles dans une majeure partie de la ville, eau non potable, communications de transport malaisées), a lourdement pesé sur la performance des entreprises (Corey et Deitch, 2011) ; et a de ce fait hypothéqué la reconstruction de ces dernières : en d'autres termes, la restauration (trop) lente des infrastructures et des réseaux à moyen terme a eu des conséquences sur le redémarrage de l'activité économique à plus long terme. L'ensemble de ces facteurs spatiaux (environnementaux) joue de ce fait un rôle majeur dans la reconstruction d'une entreprise donnée (LeSage *et al.*, 2011), sur le moyen et le long terme.

2.1.2.1.3 Rôle de l'Etat, des assurances, des proches dans la survie des entreprises

Un dernier facteur joue un rôle plus marginal, mais néanmoins reconnu par la littérature : l'assistance extérieure, provenant des autorités publiques, des assurances, des proches enfin dans le cas de petites entreprises familiales.

- L'aide de l'Etat et autres autorités publiques, généralement matérialisée sous une forme financière, peut jouer un rôle à ne pas négliger dans la survie d'une entreprise, notamment en soulageant une trésorerie défaillante, puis dans sa reconstruction, ce que reconnaît notamment l'étude de Deitch et Corey (2011). Néanmoins, dans une étude macro-spatiale sur l'impact économique net de l'ouragan Frédéric en 1979, sur la ville de Mobile en Alabama, Chang (1984) met en évidence le fait que les aides fédérales (cumulées avec les primes d'assurance) n'ont pas été suffisantes pour remplacer les capitaux perdus pendant l'ouragan ; ces aides, pourtant volumineuses, ont en effet été captées par des acteurs extérieurs au territoire sinistré, privant ce dernier des compensations qu'il était censé recevoir. Par ailleurs, à titre paradoxal, dans l'étude de Dahlhamer et Tierney (1996), ce sont les entreprises qui ont le plus fait appel aux aides publiques qui ont eu le plus de mal à se remettre du séisme de Northridge : en cause, le fait que les entreprises faisant appel aux aides sont bien plus susceptibles d'avoir subi de forts dommages et d'être, *a priori*, moins à même de se reconstruire. L'utilisation des aides publiques est alors, non pas un facteur en soi de la survie d'une entreprise, mais un indicateur.
- Outre l'aide de l'Etat, il faut aussi souligner le rôle des assurances, rôle qui tend à souligner des disparités préexistantes : les entreprises les plus fragiles, sur un plan financier, et les plus petites sont les moins susceptibles d'être bien couvertes par une assurance, et d'obtenir rapidement l'aide de ces dernières. Il faut enfin rappeler, dans le cas des très petites entreprises, avec peu ou pas de salariés, le rôle des proches du gérant pour soutenir financièrement une entreprise familiale en difficulté (Zhang *et al.*, 2009). Ces deux variables sont cependant peu explorées dans la littérature.

2.1.2.2 Facteurs ex-ante : caractéristiques individuelles et capacité propre des entreprises à se reconstruire

Les facteurs *ex-ante* retenus par la littérature relèvent essentiellement des caractéristiques individuelles de l'entreprise : son secteur d'activité, sa situation économique, des caractéristiques démographiques, des facteurs comportementaux enfin. Ces facteurs, quand ils ont été explorés par la littérature, n'ont cependant pour la plupart pas nécessairement une forte valeur prédictive, avec de nombreuses contradictions entre auteurs.

2.1.2.2.1 Secteur d'activité et santé économique-financière

Le secteur d'activité d'une entreprise est un facteur souvent exploré dans la capacité d'une entreprise à relancer son activité après une catastrophe. Il s'agit cependant d'un facteur qui joue à moyen terme, plutôt que sur le long terme.

- Les commerces (de gros et de détail) semblent être particulièrement, et négativement affectés, par une catastrophe majeure, et notamment sur la durée.
- D'autres secteurs tendent à moins ressentir les effets négatifs d'une catastrophe, ou à s'en remettre plus rapidement (Brown *et al.*, 2015) : les secteurs financier et immobilier, l'hôtellerie (qui bénéficie de la demande en relogements des personnes sinistrées à moyen terme, mais peut souffrir de l'image écornée du territoire d'un point de vue touristique sur le plus long terme).
- A l'inverse, la construction et le BTP représentent les seuls secteurs qui apparaissent indéniablement profiter sur le moyen terme d'une catastrophe, du fait de la demande de reconstruction des infrastructures et du bâti (Brown *et al.*, 2015 ; Wasileski *et al.*, 2011). Après Katrina, c'est bien le secteur de la construction qui a connu la plus forte croissance de son activité (Corey et Deitch, 2011).

La situation économique regroupe des variables diverses, des variables strictement individuelles d'une part (santé financière, statut propriétaire), ainsi que le type de clientèle de l'entreprise :

- La clientèle d'une entreprise joue dans sa capacité à rebondir après un choc : celle-ci a en effet besoin d'une masse critique de clients pour être rentable (LeSage *et al.*, 2011 ; Xiao et Van Zandt, 2011). Une clientèle locale expose l'entreprise en cas de catastrophe naturelle ; une entreprise avec une clientèle régionale ou internationale n'est à l'inverse pas affectée par l'éventuel départ de populations et d'entreprises locales après une catastrophe, du fait qu'elle n'est pas dépendante d'un réseau territorial de consommateurs. Ce caractère local, ou global, de la clientèle est en lien direct avec ce que l'entreprise produit : la production de biens et services à haute valeur ajoutée attire des clients sur un territoire beaucoup plus large que celle de biens et services quotidiens, comme l'a illustré la théorie de la place centrale de Christaller (Xiao et Van Zandt, 2011). Une clientèle pauvre expose par ailleurs plus une entreprise à une chute de sa demande qu'une clientèle plus fortunée, dans la mesure où la première est plus susceptible d'être durablement affectée par une catastrophe que la seconde (pour des raisons qui sont abordées plus loin). Concernant les entreprises dont la clientèle est locale, celles qui survivent *in fine* sont celles à même d'adapter leur production à une demande nécessairement changeante sur un territoire sinistré : avec des changements de consommation sur les territoires sinistrés (diminution des biens et services de luxe, une

augmentation liée aux biens et services liés à la reconstruction des logements) ; avec des changements démographiques (départ de populations d'origine, arrivée de nouvelles cohortes) qui affectent également les modèles de consommation (Zhang *et al.*, 2009).

- Le statut propriétaire (de son établissement physique) d'une entreprise donnée est peut-être la variable qui a été la plus débattue. L'hypothèse posée est la suivante : le capital loué (bâtiment, équipement loué ou en prêt-bail) nécessite de générer des revenus rapidement afin de payer les charges fixes engendrées par la location ; les entreprises qui ont une faible part de leur capital loué subissent à l'inverse moins de pression financière dans la période post-catastrophe. Cette hypothèse semble cependant trouver peu d'écho dans les observations empiriques. Dans leur étude sur les conséquences du séisme de Christchurch en 2011 en Nouvelle-Zélande, Brown *et al.* (2015) ont des conclusions inverses à cette logique, puisque les entreprises qui louaient leur local se sont remis plus rapidement que celles qui en étaient propriétaires.
- Plus globalement, une situation financière stable (avec un faible endettement et une trésorerie importante) apparaît indispensable pour faire face au choc économique que représente une catastrophe naturelle (Alesch *et al.*, 2001 ; Dahlhamer et Tierney, 1996). Les entreprises avec une faible trésorerie ne peuvent survivre à une chute de leur activité, même temporaire, du fait qu'elles sont dans l'obligation de payer les diverses charges fixes dues. Les entreprises fortement endettées risquent quant à elles d'avoir plus de difficultés à avoir accès aux aides sous forme de prêts qui sont lancées par les autorités après une catastrophe (à l'instar des prêts du *Small Business Administration* dans le cas américain), par peur d'augmenter la part de leur endettement : ces entreprises (souvent familiales) préféreront faire appel à l'épargne personnelle, ou aux prêts et aides des proches (Zhang *et al.*, 2009).

2.1.2.2.2 Variables démographiques et comportementales

A l'inverse de l'état financier d'une entreprise, sa situation démographique est assurément celle qui fait l'objet de moins de consensus entre les auteurs :

La taille de l'entreprise, exprimée généralement en nombre de salariés (plus qu'en chiffre d'affaires), est une des variables les plus citées et les plus décriées. *A priori*, une petite entreprise a moins de moyens à sa disposition pour faire face à une catastrophe naturelle, en particulier une inondation : sur un plan structurel, en termes de moyens financiers notamment (avec une trésorerie limitée), de moyens humains, de capital physique (une petite entreprise qui voit son seul établissement inondé ne peut pas se rabattre sur un autre établissement pour maintenir la continuité d'activité). Parallèlement, sur un plan pratique, les petites entreprises n'ont généralement pas une bonne compréhension des risques naturels, et ne peuvent en conséquence mettre en œuvre des mesures de prévention et de protection adaptées (préparation à la gestion de crise, obtention de matériel et de générateurs électriques d'urgence, etc.) Dahlhamer et Tierney (1996), dans leur étude sur les suites du séisme de Northridge dans l'agglomération de Los Angeles, montrent ainsi que les petites entreprises sont bien plus susceptibles d'être en mauvaise posture 18 mois après le séisme ; mais ils insistent aussi sur la forte corrélation entre la taille de l'entreprise, les mesures de prévention et de protection, et la santé financière *ex-ante*. La taille est donc moins un facteur en soi qu'un indicateur. De même, les petites entreprises ont plus de difficultés à avoir accès aux aides financières, proposées par les autorités publiques ou par les assurances. Dans une

étude qualitative sur les conséquences de Katrina sur les petites villes du golfe du Mexique, en Louisiane et dans le Mississippi, les problèmes rencontrés par les petites entreprises sont notamment associés au manque d'accès au capital pour relancer l'activité, du fait de problèmes pour faire jouer les assurances, mais encore pour obtenir un prêt du SBA (*Small Business Administration*) et des aides de la FEMA (Runyan, 2006). A l'inverse, d'autres auteurs n'ont trouvé aucun impact significatif de la taille sur la survie de l'entreprise (Brown *et al.*, 2015 ; Xiao et Van Zandt, 2011). Les grandes entreprises, si elles ont une masse critique suffisante pour se relever d'une crise telle qu'une inondation, et si elles ont une attache territoriale moindre, ne sont en effet pas pour autant insensibles : une inondation peut entraîner une paralysie de l'activité, avec une double conséquence directe (perte de chiffre d'affaires) et indirecte (perte de marchés) (Alesch *et al.*, 2001).

- L'autre variable démographique est celle relative à l'indépendance de l'entreprise et du statut ou non de filiale ou de franchise d'une maison mère. Pour cette variable encore, les auteurs divergent dans leurs conclusions : *a priori*, une entreprise indépendante ne peut pas compter sur les ressources d'un groupe plus large pour se relever d'une catastrophe naturelle. De fait, Xiao et Van Zandt (2011) ont remarqué un impact négatif significatif du caractère indépendant des entreprises dans leur capacité à se relever d'un ouragan. Cependant, LeSage *et al.* (2011) constatent que, sur le très court terme (3 mois après la catastrophe), le fait d'être une entreprise indépendante peut à l'inverse jouer un rôle positif dans la réouverture rapide de l'établissement. Ces deux observations ne sont d'ailleurs pas contradictoires : à très court terme, une entreprise indépendante doit ré-ouvrir coûte que coûte du fait de sa faible trésorerie et de son besoin vital de maintenir son activité économique, à l'inverse d'une filiale qui peut ne pas faire face à la même urgence, qui peut s'appuyer sur les établissements hors zone d'impact de son entreprise mère pour maintenir son activité ; à plus long terme, en revanche, l'entreprise indépendante risque de subir beaucoup plus fortement que la filiale.

Les facteurs comportementaux ne sont enfin pas à dédaigner, même s'ils demeurent peu explorés dans la littérature, et ne sont pas compris dans le Tableau 33) :

- De façon générale, la résilience des chefs d'entreprise comme des employés, résilience dans son sens original (psychiatrique), peut avoir un rôle sur la bonne tenue de l'entreprise : une inondation est un traumatisme, qui implique l'endommagement du logement, des conditions de vie, de l'estime de soi (Alesch *et al.*, 2001). Ce traumatisme peut conduire certains chefs d'entreprise à ne plus avoir la force de continuer à faire vivre leur entreprise, se traduisant par une baisse de la productivité. Ce facteur joue bien sûr aussi chez les employés (Brown *et al.*, 2015).
- De façon spécifique, la capacité d'adaptation du chef d'entreprise (adaptation à de nouvelles circonstances créées par l'inondation, aux nouveaux besoins du territoire), est aussi un facteur majeur. Alesch *et al.* (2001) considèrent même qu'il s'agit de la variable qui a l'impact le plus significatif sur la survie d'une entreprise après une catastrophe naturelle. Cette capacité d'adaptation se traduit par des modifications dans l'organisation de l'entreprise, qui peuvent impliquer de délocaliser l'établissement, de modifier le cœur de métier de l'entreprise (les biens et services produits), ou même de transmettre l'entreprise à un ou plusieurs héritiers.

Les conclusions de cet état de l'art servent à construire notre cadre méthodologique : certes, les conclusions relatives aux facteurs *ex-ante* font l'objet d'un faible consensus entre auteurs. A l'inverse cependant, les facteurs *ex-post* sont bien documentés. Parmi ceux-ci, il convient d'insister, d'une part sur l'importance de l'exposition vis-à-vis de l'aléa (qui se traduit par un endommagement direct et indirect) ; d'autre part sur les facteurs environnementaux et en particulier l'interdépendance de l'entreprise vis-à-vis du tissu social local. Or, si le tissu social représente un facteur majeur dans le retour à l'activité des entreprises, l'inverse est aussi vrai : le retour des populations sur un territoire sinistré dans la période post-crise, après une évacuation, est associé au retour à l'activité des entreprises. Xiao et Van Zandt (2011) illustrent ainsi le rôle majeur que jouent les entreprises dans le retour des populations, après le passage de l'ouragan Ike sur la ville de Galveston au Texas : de leur point de vue, les populations reviennent si les emplois, les biens et services de première nécessité, facilitant le retour à la normale, sont disponibles. Ce que seules les entreprises produisent en nombre dans une économie de marché. Les impacts sociodémographiques d'une catastrophe naturelle ne peuvent donc se passer d'une analyse des impacts sur le tissu local des entreprises.

2.2 IMPACTS SOCIAUX ET VARIABLES PREDICTIVES A L'ECHELLE DES MENAGES ET DES COLLECTIVITES

L'analyse des impacts sociaux post-crise, dans le cadre d'une inondation francilienne, appelle à s'interroger sur les facteurs, identifiés dans la littérature internationale, qui permettent à une population donnée de se reconstruire après une catastrophe naturelle majeure.

2.2.1 Un inventaire des études sociodémographiques portant sur la reconstruction des ménages après une catastrophe naturelle majeure

A partir de données empiriques, diverses études sociodémographiques ont enquêté sur les variables explicatives de la capacité des populations à se reconstruire (soit reprendre une activité sociale et économique routinière), mais encore à retourner dans leur logement ou leur quartier d'origine, après une catastrophe naturelle. Si le point de vue adopté est bien celui des populations (et des individus qui les constituent), la reconstruction de ces derniers conditionne la capacité des territoires sinistrés à se relever de la catastrophe, et se traduit par des évolutions démographiques observables à l'échelle de ces derniers.

2.2.1.1 Un recensement des principales études

Le Tableau 34 recense (sans exhaustivité) les études quantitatives menées pour comparer diverses variables, environnementales, collectives, individuelles, avec la capacité de reconstruction des populations. Si les études qualitatives ne sont pas incluses dans le tableau, elles servent toutefois à développer le rôle de chaque facteur, variable identifiée dans les études quantitatives.

Auteurs (date)	Aléa	Zone d'étude	Type d'étude	Nombre personnes / ménages sondés (le cas échéant)	Variable dépendante mesurée	Calendrier d'étude
Aldrich (2012)	Séisme de Kobe (1995)	Municipalités de Kobe (Japon)	Analyse macro- démographique	-	Taux de croissance démographique	1990-2008
Bolin et Bolton (1986)	Tornade à Paris, Texas (1982)	Ville de Paris, Texas (E-U)	Sondage ex- post	431	Reconstruction économique des ménages (auto- évaluation qualitative)	8 mois après
Elliott (2010)	Ouragan Katrina (2005)	Quartiers de Lower Ninth Ward et Lakeview, Ville de la Nouvelle- Orléans (E-U)	Sondage ex- post	179	Divers	9-16 mois après
Kamel (2012)	Ouragan Katrina (2005)	Aire métropolitaine de la Nouvelle- Orléans (E-U)	Analyse macro- démographique	-	Taux de repopulation des quartiers	2005-2010
Kamel et Loukaitou- Sideris (2004)	Séisme de Northridge (1994)	Aire métropolitaine de Los Angeles (E- U)	Analyse macro- démographique	-	Accès aux aides institutionnelles	1990-2000
Morrow- Jones et Morrow- Jones (1991)¹⁴²	Divers	Etats-Unis	Analyse macro- démographique	-	Déplacement permanent de populations	1974-1981
Myers et al. (2008)	Ouragans Katrina et Rita (2005)	Comtés du Golfe du Mexique (E- U)	Analyse macro- démographique	-	Taux d'émigration	10 mois après
Shimada (2015)	Aléas divers	Préfectures japonaises	Analyse macro- démographique	-	Taux de croissance démographique	1981-2012
Smith et McCarthy (1996)¹⁴³	Ouragan Andrew (1992)	Comté de Miami-Dade (E-U)	Sondage ex- post	5310	Taux de retour au logement	1-2 ans après
Xiao et van Zandt (2011)¹⁴⁴	Ouragan Ike (2008)	Comté de Galveston (E- U)	Sondage ex- post	980	Taux de retour au logement	7 mois après (l'occurrence de l'aléa)
Zhang 2006)	Ouragan Andrew (1992)	Sud du comté de Miami- Dade (E-U)	Analyse macro- démographique	-	Valeur foncière des logements	1992-1996

Tableau 34. Etudes quantitatives issues de la littérature internationale sur la reconstruction des ménages après une catastrophe majeure.

¹⁴² Analyse descriptive uniquement.

¹⁴³ Analyse descriptive uniquement.

¹⁴⁴ L'étude de Xiao et Van Zandt (2011) comprend un volet « entreprises », vu précédemment, et donc un volet « ménages ».

2.2.1.2 Des disparités méthodologiques notables

De la même façon que les études micro-économiques vues précédemment, il n'est pas aisé de comparer les résultats des études sociodémographiques issues de la littérature. Il faut en effet souligner les différences méthodologiques, en particulier dans le type d'analyse menée dans la variable mesurée, dans le calendrier d'étude, dans le contexte géographique enfin :

Deux types d'études doivent être distingués : (1) celles qui se fondent sur des analyses de données issues de recensements démographiques régionaux ou nationaux ; ces recensements sont menés à intervalles réguliers, et permettent d'observer l'impact d'une catastrophe sur les tendances sociodémographiques à long terme (Kamel, 2012) ; (2) celles qui s'appuient sur des sondages conduits après une catastrophe donnée auprès d'un échantillon de ménages donnés (Elliott, 2010). Ces deux approches sont complémentaires : l'inventaire des deux permet de croiser les échelles d'analyse. Elles sont également similaires : leur finalité (y compris pour les analyses macro-démographiques) demeure la compréhension des variables prédictives de la reconstruction des ménages ; il s'agit également, dans tous les cas, d'une méthodologie empirique, fondée sur des observations du réel et débouchant sur des analyses statistiques (analyses de corrélation et de régression). A ce titre, dans le Tableau 34, seules les études quantitatives sont recensées, aux méthodologies certes différentes mais comparables.

Si toutes les études concernées visent à représenter un phénomène similaire (la reconstruction d'un territoire du point de vue des populations qui le constituent), les variables identifiées pour mesurer ce phénomène sont très diverses : auto-évaluation par les ménages de l'état de leur reconstruction socioéconomique pour les uns (Bolin et Bolton, 1986), retour au logement des populations sur un territoire donné pour les autres (Smith et McCarty, 1996 ; Xiao et Van Zandt, 2011)¹⁴⁵. L'option la plus courante est de représenter la reconstruction sous la forme de tendances démographiques : quelle a été l'évolution démographique du territoire sinistré après la catastrophe ? (Aldrich, 2012 ; Shimada, 2015). Effectivement, l'échec de la reconstruction des ménages, et *in fine* du territoire, se traduit de façon extrême par l'exode des populations.

Le calendrier d'étude varie aussi, ici aussi du moyen terme au très long terme : entre 6 et 12 mois pour les plus études de moyen terme (Bolin et Bolton, 1986 ; Elliott, 2010 ; Myers *et al.*, 2008 ; Xiao et Van Zandt, 2011), plus de 10 ans pour d'autres analyses sociodémographiques de très long terme (Aldrich, 2012). A l'inverse des études micro-économiques, les conséquences d'une catastrophe peuvent ainsi être étudiées à l'échelle d'une génération.

Enfin, du point de vue du contexte géographique, l'état de l'art a été majoritairement centré sur les études portant sur des pays développés : dans les faits, seuls deux pays sont représentés dans les études recensées dans le Tableau 34, le Japon et les Etats-Unis, avec des problématiques géographiques relativement différentes, et non nécessairement transposables à un contexte européen et *a fortiori* français. Ce monolithisme géographique s'explique par l'attention particulière qui a été donnée, d'une part aux séismes japonais et en particulier aux suites du séisme de Kobe de 1995 (les conséquences du séisme de 2011 sont plutôt abordées dans des études d'un autre genre, évoquées dans la suite de ce chapitre), et de l'ouragan Katrina à la Nouvelle-Orléans en 2005.

¹⁴⁵ De fait, l'état de l'art qui suit ne fait pas la distinction entre les facteurs favorables au retour au logement ou dans le quartier d'origine, des déterminants de la reconstruction sociale et économique des ménages. Ces deux dynamiques sont étroitement associées.

2.2.2 L'identification des facteurs prédictifs de la reconstruction des populations

La reconstruction varie selon les populations affectées et, par-delà, selon les territoires sinistrés. L'état de l'art des études sociodémographiques permet d'identifier, au-delà de l'hétérogénéité dans le contexte et la méthode retenue pour chaque analyse, des variables régulièrement citées comme prédictives de la capacité d'un ménage donné à se reconstruire. La logique appliquée dans le Tableau 35) est la même que celle qui prévaut dans le tableau relatif aux variables de survie des entreprises. Ici encore, sont distinguées les conditions préexistantes de l'environnement produit par l'occurrence de la catastrophe¹⁴⁶.

¹⁴⁶ Distinction, faut-il le rappeler une dernière fois, en partie factice.

Temporalité	Facteurs	Variables	Impact sur la reconstruction	Valeur prédictive	Etudes porteuses
Conditions ex ante	Facteurs collectifs (Capital social)	Liens au sein d'un groupe homogène (<i>bonding</i>)	+	Forte	Aldrich (2012) ; Shimada (2015)
		Liens entre groupes hétérogènes (<i>bridging</i>)	++	Forte	Elliott (2010) ; Shimada (2015)
	Urbanisation	Densité de population / de bâti	-	Faible	Myers <i>et al.</i> (2008)
		Habitat collectif	-	Faible	Kamel (2012)
	Facteurs démographiques	Taille du ménage	-	Faible	Bolin et Bolton (1986)
		Age élevé	-	Faible	Morrow-Jones et Morrow-Jones (1991)
		Femme chef de famille	-	Faible	Morrow-Jones et Morrow-Jones (1991)
	Facteurs socio-économiques	Revenus disponibles - quantité et qualité	++	Forte	Aldrich (2012) ; Kamel (2012) ; Kamel et Loukaitou-Sideris (2004) ; Myers <i>et al.</i> (2008) ; Zhang (2006)
		Couverture assurancielle	+	Faible	Bolin et Bolton (1986)
		Education	+	Faible	Morrow-Jones et Morrow-Jones (1991)
		Statut locataire / en logement social	--	Forte	Kamel (2012) ; Zhang (2006)
		Minorité ethnique / raciale	--	Forte	Kamel (2012) ; Kamel et Loukaitou-Sideris (2004) ; Morrow-Jones et Morrow-Jones (1991) ; Zhang (2006)
		Statut immigrant	-	Faible	Kamel et Loukaitou-Sideris (2004)
Conditions ex post	Endommagement	Intensité de l'aléa, endommagement des logements	--	Forte	Kamel (2012) ; Myers <i>et al.</i> (2008) ; Smith et McCarthy (1996)
	Facteurs environnementaux (ex-post)	Ré-ouverture des entreprises du territoire d'origine	+	Faible	Xiao et van Zandt (2011)
		Départ des populations des territoires voisins	-	Faible	Myers <i>et al.</i> (2008)
	Itinéraire personnel post-catastrophe	Evacuation / Nombre de déplacements post-événements	-	Faible	Bolin et Bolton (1986)
		Distance géographique (lieu d'origine - lieu d'hébergement ou de relogement temporaire)	-	Faible	Smith et McCarthy (1996)

Tableau 35. Synthèse de la littérature internationale sur les variables discriminantes de la reconstruction des ménages après une catastrophe majeure.

2.2.2.1 Facteurs collectifs : de l'importance du capital social

A l'inverse des impacts économiques sur les entreprises, les études portant sur les impacts sociodémographiques semblent donner la part belle à la situation préexistante, avant l'occurrence de la catastrophe. Parmi ces facteurs préexistants, il faut citer : d'une part, le capital social, d'autre part, la situation individuelle des ménages, qui semblent pour large partie prédire de la capacité des populations à se reconstruire sur le temps long.

2.2.2.1.1 Capital social : définition et rôle dans la reconstruction

Le capital social apparaît aujourd'hui au centre des recherches sur la reconstruction post-catastrophe, déterminant pour large part l'impact social sur le long terme et le très long terme. Il s'inscrit dans la suite des travaux de Pierre Bourdieu, James Coleman et Robert Putnam au cours des années 1980 et 1990. En résumé, le capital social se définit comme le lien existant entre les individus. En détail, il est constitué de l'ensemble des ressources actuelles ou potentielles liées à la possession d'un réseau durable de relations, à l'appartenance à un groupe (un groupe étant défini comme un ensemble d'agents unis par des liaisons permanentes et utiles) (Bourdieu, 1980). Le volume du capital social d'un agent dépend de l'étendue du réseau de liaisons qu'il peut mobiliser, et du volume du capital, économique, culturel, symbolique, possédé par chaque personne auquel l'agent est lié : le capital social se développe donc en parallèle des ressources financières ou éducatives, et reproduit sinon renforce les inégalités existantes. Il rend de fait compte de la distribution des pouvoirs au sein d'une société. Il est d'usage de distinguer plusieurs formes dans le capital social, en particulier une composante interne – *bonding*, et une composante externe – *bridging*. Le capital social interne tend à renforcer des identités exclusives, et à créer des groupes homogènes d'individus ; cette homogénéité peut se fonder sur des critères géographiques ; l'appartenance et l'attache culturelle à un quartier, à un territoire sont essentielles dans la construction du capital social, et dépend entre autres du temps de résidence passé (Binder *et al.*, 2015). Mais il ne se limite pas pour autant à ce seul critère géographique : des critères ethniques, religieux, et bien sûr socioéconomiques (l'appartenance à des classes sociales différentes) peuvent aussi entrer en jeu. Le capital social externe consiste à créer des liens (des passerelles) entre des groupes hétérogènes, dépassant notamment les clivages sociaux (Elliott, 2010 ; Putnam, 2000).

En cas d'occurrence d'une catastrophe, le capital social joue un double rôle protecteur, à court terme, dans la gestion de crise, mais aussi durant l'après-crise. A court terme, les territoires sinistrés s'organisent d'eux-mêmes pour faire face à l'urgence en organisant la solidarité entre voisins : cette solidarité peut se traduire par de l'aide aux victimes (aide sous la forme de ravitaillement, d'hébergement, voire de secours aux personnes), par l'organisation de patrouilles anti-pillage ; elle débouche sur l'apparition de « groupes émergents » issus de la société civile (Aldrich, 2012 ; Vallance et Carlton, 2015), qui prennent un rôle central en sus des acteurs traditionnels de la sécurité civile. Lors du séisme de Kobe, du fait de l'arrivée tardive des secours en lien avec la coupure des réseaux de transport et d'électricité, les sinistrés se sont organisés spontanément en groupements anti-incendie, pour éteindre les feux qui s'étaient déclarés ; de même, le syndicat mafieux Yamaguchi-gumi a pris momentanément la place laissée vacante par les autorités dans la gestion de l'urgence.

A plus long terme, le capital social permet aux habitants d'un territoire sinistré, de surmonter en leur sein les problèmes collectifs qui émergent nécessairement pendant la période de reconstruction, et de favoriser leur maintien ou leur retour sur le territoire sinistré, du fait d'une

solidarité de groupe (permettant la mutualisation des moyens, donnant une assurance informelle aux individus du groupe) et d'un attachement social et territorial fort. Le capital social permet encore de faire porter la voix des habitants aux échelons supérieurs, auprès des autorités municipales ou nationales, parfois par le biais d'intermédiaires associatifs, afin d'obtenir un soutien de leur part et d'amender selon leurs vœux les projets de reconstruction publiques (Shimada, 2015). De façon similaire, Hernandez (2009) évoque la notion de « *capital de reconstruction* », défini comme la somme des ressources, matérielles, culturelles, sociales, accumulées par un groupe pour rendre plus efficace son processus de reconstruction : chaque individu du groupe (des voisins généralement) partage ces ressources et les acquiert.

Toutefois, à mesure qu'avance la reconstruction et que la routine reprend le dessus, les diverses formes d'engagement civique et collectif, qui émergent après une catastrophe, tendent à se faire plus discrètes (Tatsuki *et al.*, 2005) : en temps de crise (et d'après-crise), le capital social permet de pallier le déficit de capital économique (entreprises endommagées) et la saturation des institutions publiques, et prend un rôle prépondérant, qu'il perd ensuite quand le capital économique et les autorités publiques sont à même de reprendre le dessus. Notons enfin que, si le capital social joue un rôle majeur dans la reconstruction post-catastrophe, l'inverse est aussi vrai : l'existence d'un risque naturel encourage les populations à coopérer en amont, et permet à celles-ci de bâtir un capital social plus important à titre préventif (Yamamura, 2010).

2.2.2.1.2 De fortes disparités géographiques dans le capital social disponible : une reconstruction des populations hétérogène

L'approche du capital social nous interpelle, dans le cadre de la thèse, dans la mesure où elle prend un caractère éminemment territorial, en particulier dans les travaux d'Aldrich (2012) sur le rôle du capital social dans la reconstruction. Ce dernier s'interroge notamment sur les disparités observées localement, entre quartiers, dans une agglomération sinistrée, à Kobe après le séisme de 1995, à la Nouvelle-Orléans également après l'ouragan Katrina. Et il avance le capital social comme explication des disparités observées pendant la reconstruction. Or, la problématique de la thèse est bien de pouvoir caractériser les disparités pouvant émerger en cas d'inondation majeure de l'Ile-de-France. Un haut niveau de capital social permet à un quartier ou une ville de se reconstruire, y compris dans des conditions très difficiles, tandis qu'un déficit en la matière peut avoir des conséquences dévastatrices. Les inégalités face au capital social apparaissent exacerbées avec le temps : elles ont des conséquences plus réduites lors de la phase d'urgence, bien plus importantes lors de la phase d'après-crise, en particulier dans le retour au logement des populations sinistrées (Elliott, 2010).

Un exemple frappant est celui de la Nouvelle-Orléans, entre deux quartiers avec des taux de pauvreté similaires, le Village de l'Est et le Lower Ninth Ward : dans le premier cas, 90% de la population et des entreprises étaient déjà revenues en 2007, deux ans après le passage de l'ouragan, contre 35% de la population pré-Katrina dans le Lower Ninth Ward, avec un paysage urbain encore fortement marqué par la catastrophe des années après la catastrophe (logements laissés à l'état d'épaves, lignes d'eau visibles sur les murs). Cet état de fait est lié à des niveaux de capital social hétérogènes. Dans le Village de l'Est, accueillant une importante communauté d'origine vietnamienne, le capital social a permis à la population, même dispersée, de garder son unité pendant la phase d'évacuation et post-évacuation : divers leaders religieux ont multiplié les visites au sein des centres d'hébergement temporaires où s'étaient réfugiés les ménages du quartier, au Texas, en Arkansas et en Louisiane ; ils y ont rencontré les membres

des églises et plus globalement les membres du quartier ; ils ont pris des photos de chaque individu rencontré, afin de confirmer leur mise en sécurité auprès des familles et proches hébergés dans d'autres villes. C'est ce qui a permis au quartier de conserver des liens en son sein, à l'inverse d'autres habitants perdus et isolés dans des centres d'hébergements loin de la Nouvelle-Orléans. Puis, pendant la phase de reconstruction, ces mêmes leaders ont diffusé en vietnamien à la radio des annonces à destination des évacués d'origine vietnamienne, afin de leur faire part des plans de reconstruction pour le quartier. Quand les habitants ont été autorisés à revenir à la Nouvelle-Orléans, en octobre 2005, les évacués du Village de l'Est sont revenus en masse ; l'église du comté a alors fourni ravitaillement et fournitures permettant la reconstruction des logements (Aldrich, 2012). Autant d'éléments qui n'ont pu être mis en œuvre dans le Lower Ninth Ward (Elliott, 2010).

Un autre exemple est celui de Kobe, et des quartiers de Mano et Mikura, compris dans le district de Nagata-Ku, l'un des plus touchés par le séisme de 1995 avec les districts de Hyogo et Nada. Ces deux quartiers sont relativement similaires : il s'agit de zones denses, à la fois résidentielles et industrielles, avec une population vieillissante et en déclin. Toutefois, le quartier de Mano a fait preuve de hauts niveaux de capital social, à l'inverse de Mikura. Les habitants de Mano ont travaillé de façon coopérative dans des campagnes de dépollution ou sur les plans d'urbanisme de quartier depuis la fin des années 1960. Lors du séisme, les habitants se sont organisés en groupes de sapeurs pompiers afin d'éteindre les incendies. Après le séisme, les habitants ont lancé des projets de reconstruction, comme le *Mano Rehabilitation Machizukuri Office*, la construction du *Machizukuri Center*¹⁴⁷, la création de l'entreprise Manokko afin d'aider au développement du quartier. Ils ont fait signer des pétitions favorisant la construction de logements par l'Etat afin d'accueillir les victimes. De nombreuses associations ont été créées, et ont été animées, après le séisme pour faire face. A l'inverse, une telle activité ne pouvait être constatée à Mikura (Aldrich, 2012).

2.2.2.1.3 Le rôle ambigu du capital social et la distinction entre *bonding* et *bridging*

Contrairement à ce qui pourrait être envisagé *a priori*, le capital social n'agit pas nécessairement comme un facteur favorable à la reconstruction, comme un bien public : c'est à l'inverse une épée à double tranchant, dans la mesure où certaines populations marginalisées peuvent être mises délibérément de côté dans les processus de cohésion et de solidarité qui se mettent en place dans un groupe social donné, lors d'une catastrophe (Aldrich, 2012). Le capital social, en particulier dans sa composante interne (*bonding*), peut en effet mener à des divisions destructives au sein de la société, avec le développement d'identités collectives fondées sur l'exclusion des autres (Putnam, 2000) : c'est, entre autres, le risque de l'entre-soi, qui joue aussi durant les processus en jeu pendant l'après-crise et peut favoriser une reconstruction fondée sur les inégalités sociales et spatiales. Il apparaît d'ailleurs, dans une étude sur les conséquences de catastrophes naturelles au Vietnam, que les communes inégalitaires dans leur structure de revenus connaissent plus de difficultés dans l'après-crise que les communes relativement égalitaires (Arouri *et al.*, 2015).

Dans la reconstruction de la Nouvelle-Orléans, Aldrich (2012) met en évidence le rôle positif du capital social à une échelle locale (pour certains quartiers) et son rôle négatif dans le processus global de reconstruction de la ville. Il s'appuie pour ce faire sur l'exemple de

¹⁴⁷ Les machizukuri sont des organisations de développement urbain créées après le séisme, et reprenant généralement le cadre des associations de quartier (Nakagawa et Shaw, 2004).

l'installation des parcs à mobile home (et autres logements temporaires) au sein de la ville. Ces logements et parcs ont été construits car l'ensemble des acteurs de la ville s'accordaient pour dire que la problématique majeure de la reconstruction après Katrina était le logement, pour dire qu'il fallait avoir les moyens de permettre à la population sinistrée de revenir vivre sur place. Or, si tous les acteurs ont reconnu le besoin de créer des logements temporaires, personne n'en voulait près de chez soi. Aldrich compare de fait le taux de participation aux élections, compris comme un indicateur du capital social, avec le nombre de parcs à mobile home installés par quartier. Or, ce sont les quartiers où le capital social était le plus fort qui ont reçu le moins de parcs : ces quartiers se sont mobilisés collectivement pour contester la décision des autorités de construire ces parcs (par exemple, à Lakewood Estates, dans la section d'Algiers de la Nouvelle-Orléans, les habitants ont créé des chaînes humaines pour bloquer la construction de logements temporaires)¹⁴⁸. En réaction, les autorités se sont donc tournées vers les quartiers où la résistance locale était moins forte, en évitant les zones actives sur un plan politique : ce faisant, elles ont pu ralentir le processus de reconstruction, par des hésitations relatives au choix des sites, par la sélection de sites inappropriés au regard d'autres critères relatifs à la reconstruction même.

Parallèlement, il apparaît aussi que le rôle des liens internes (*bonding*) diffère de celui des liens externes (*bridging*). Les liens internes sont surtout utiles pour faire face à l'immédiateté de la crise (ravitailllement, hébergements), tandis que les liens externes permettent la reconstruction sur le temps long des populations. C'est ce qu'illustrent Hawkins et Maurer (2010), qui ont suivi les trajectoires post-ouragan d'une quarantaine de familles de la Nouvelle-Orléans. C'est aussi l'une des raisons qui expliquent pourquoi, dans cette même ville, le Village de l'Est a réussi sa reconstruction, tandis que le Lower Ninth Ward échouait totalement. En effet, si le Village de l'Est a pu s'appuyer à la fois sur une forte cohésion interne, et sur des relais auprès des autorités locales, ce n'est pas le cas du Lower Ninth Ward : au sein de ce dernier, les habitants avaient, avant Katrina, développé des liens forts entre eux, mais manquaient de contacts auprès d'institutions extérieures au quartier. Cet isolement du quartier a privé les habitants de porte-parole, les a rendus incapables de faire porter leur voix (Aldrich, 2012).

Cette opposition entre liens internes et liens externes se double d'une distinction entre réseaux locaux (*local ties*) et trans-locaux (*translocal ties*), mise en évidence par Elliott (2010) : à court terme, les réseaux locaux (« local ties ») sont très importants, dans la préparation face à l'arrivée du désastre, dans l'information reçue et la préparation de l'évacuation. A plus long terme, les réseaux qui dépassent l'échelle locale prennent une plus grande importance : avec un réseau trans-local, les populations peuvent se tourner vers des proches vivant à l'extérieur de la zone sinistrée pour être hébergés sur le moyen terme puis trouver des solutions de relogement temporaire. Au-delà du cas de la Nouvelle-Orléans, il apparaît dans la littérature sur le capital social que les habitants des quartiers urbains les plus pauvres développent une forte cohésion interne, mais qu'ils manquent gravement de liens externes et trans-locaux, et donc de contacts avec des personnes plus favorisées qui leur permettraient d'accéder à de nouvelles opportunités (Curley, 2008 ; Elliott, 2010). Ces opportunités sont indispensables en cas de catastrophe majeure, quand les solidarités existantes à une échelle locale, permettant d'assurer une certaine sécurité économique à des individus pauvres, sont mises à mal.

¹⁴⁸ Ces parcs sont en effet considérés comme indésirables car ils attirent (ou attireraient, selon les représentations des habitants) le trafic routier, l'utilisation de drogues et la délinquance, car ils entraînent *in fine* une diminution de la valeur foncière et immobilière : c'est le syndrome NIMBY (*Not In My Backyard* – (Dear, 1992)).

2.2.2.2 Facteurs individuels : variables démographiques et socioéconomiques

Outre les facteurs collectifs, le statut individuel des personnes, démographique et socioéconomique, joue aussi un rôle dans la capacité de reconstruction des populations.

2.2.2.2.1 Variables démographiques

Sur un plan démographique, diverses variables ont été identifiées dans la littérature :

- A l'instar de la problématique centrale des évacuations et des hébergements, le genre a aussi un impact sur la situation des ménages. Un ménage avec à sa tête une femme, ou un ménage où seule la femme a un revenu, connaît plus de difficultés, et d'autant plus quand il s'agit d'un ménage pauvre ou issu d'une minorité ethnique. Les inégalités socioéconomiques et raciales apparaissent de la sorte exacerbées du point de vue des femmes. A titre d'exemple, les mères célibataires apparaissent surreprésentées dans les mobile homes mis à la disposition par la FEMA après l'inondation de la Red River en 1997 aux Etats-Unis (Enarson et Fordham, 2001).
- La taille du ménage joue également de façon défavorable dans la reconstruction des populations (Arouri *et al.*, 2015). En effet, les ménages avec familles connaissent de plus fortes contraintes que les ménages sans famille, notamment dans les besoins d'accès aux services publics, en particulier au système scolaire. A la Nouvelle-Orléans, le déficit de services publics a fortement pesé dans la reconstruction, et de façon discriminée : ainsi, surtout au cours des premières années de reconstruction, peu de familles avec enfants sont retournées dans l'agglomération, du fait du déficit d'écoles (Paxson et Rouse, 2008 ; Sastry, 2009).
- L'âge moyen du ménage et la proportion de personnes âgées peuvent encore avoir un rôle plutôt défavorable. A l'inverse, la proportion d'actifs, dans un ménage, est corrélée positivement à la capacité de reconstruction, dans la mesure où ce sont les actifs qui représentent l'essentiel des revenus (Arouri *et al.*, 2015).

Associé aux facteurs démographiques, il faut enfin citer le rôle de l'urbanisation plus largement, de fait distinguer entre milieu rural et milieu urbain, mais aussi en parallèle entre habitat individuel et habitat collectif.

- En effet, la densité de population en milieu urbain a parfois été avancée comme facteur défavorable à une reconstruction rapide. Les zones urbaines et *a fortiori* métropolitaines sont plus denses, plus susceptibles donc de subir des dommages en grande quantité, avec deux conséquences : (1) une saturation de la demande en termes de reconstruction des infrastructures et des logements ; (2) des difficultés pour mettre en place suffisamment de logements temporaires ou permanents pour remplacer les logements détruits.
- De même, l'habitat individuel semble favorisé par rapport à l'habitat collectif, à plusieurs titres (Fothergill et Peek, 2004 ; Kamel, 2012) : (a) l'habitat individuel est favorisé par les politiques de reconstruction, comme nous le verrons dans une prochaine sous-partie. (b) L'habitat individuel est plus souvent occupé par des ménages propriétaires, qui sont mieux à même de se reconstruire (voir infra). Pendant la reconstruction de Punta Gorda (Floride), après le passage de l'ouragan Charley en 2004, les démolitions et reconstructions en table rase ont essentiellement concerné les immeubles, tandis que les habitations individuelles tendaient à être réparées plutôt que démolies ; de même, ces dernières étaient réparées à un rythme beaucoup plus rapide

que les premiers, avec 90% de maisons réparées en deux ans, contre les deux tiers seulement pour les immeubles (Rathfon *et al.*, 2013).

2.2.2.2.2 Variables socioéconomiques

Parmi les facteurs socioéconomiques, trois variables émergent avec un fort pouvoir prédictif. La plus évidente est celle relative aux revenus (et au capital économique), qui fait l'objet du plus grand consensus entre auteurs. Les revenus se mesurent sur un plan quantitatif et qualitatif. Sur un plan quantitatif, d'importants revenus sont généralement associés à une épargne également importante et à une bonne assurance, autant d'éléments indispensables pour avoir accès à un capital et reconstruire rapidement, et par ses propres moyens, son logement (Green *et al.*, 2007 ; Masozera *et al.*, 2007) ou pour en retrouver un autre. En l'absence d'un capital personnel, les ménages propriétaires de leur logement doivent attendre une aide des autorités publiques, qui peut tarder à venir et retarder la reconstruction. Outre la reconstruction du logement *stricto sensu*, de hauts niveaux de revenus et d'épargne permettent de conserver un niveau de consommation identique à ce qu'il était avant crise.

A l'inverse, des ménages pauvres peuvent être bien plus durement touchés dans leur niveau de consommation, car ils n'ont pas les moyens de contracter un prêt, ou de retrouver aisément un emploi ; car, surtout, toute destruction de capital a des conséquences durables sur leur niveau de vie. Carter *et al.* (2007) croise à ce titre la notion de piège de la pauvreté (*poverty trap*) avec celle de catastrophe naturelle : le *poverty trap* représente un seuil de capital (économique) en-deçà duquel les ménages n'ont aucune opportunité pour améliorer leur niveau de vie, aucune perspective économique. L'occurrence d'une catastrophe peut faire basculer des ménages relativement pauvres sous ce seuil : pour un ménage propriétaire à faibles revenus, la destruction du logement conduit à devoir trouver un logement dans le marché locatif et à payer un loyer potentiellement rédhibitoire. La sensibilité des ménages les plus pauvres à l'occurrence d'une catastrophe apparaît de fait beaucoup plus élevée que pour les ménages les plus riches, avec des conséquences plus durables, éventuellement sur plusieurs générations, sur le niveau de vie (Baez et Santos, 2008 ; Carter *et al.*, 2007).

Sur un plan qualitatif, la question de la sécurité des revenus est également essentielle en cas de catastrophe majeure, quand les systèmes de sécurité sociale sont mis à mal : avoir un emploi salarié stable, ou une retraite garantie, apparaît évidemment préférable à un emploi en contrat déterminé ou en intérim ; et bien plus préférable encore que d'être actif sans emploi, et de ce fait économique dépendant de l'aide venue de proches ou des autorités publiques (aide qui peut de fait être remise en cause en cas de crise économique provoquée par une catastrophe). Ainsi, dans l'étude d'Aldrich (2012) sur l'évolution démographique des quartiers après le séisme de Kobe en 1995, la seule variable, outre celle relative au capital social, à être corrélée significativement à l'évolution démographique est le taux de dépendance des ménages aux allocations sociales.

La seconde variable socioéconomique qui fasse l'objet d'un fort consensus entre auteurs est celle relative aux disparités raciales et ethniques (Fothergill *et al.*, 1999) : les populations minoritaires (pour le cas américain, Noirs surtout, Latino-américains dans une moindre mesure) apparaissent moins à même de connaître une reconstruction rapide que les populations majoritaires ; elles apparaissent aussi plus susceptibles de subir des difficultés récurrentes tout au long de la phase d'après-crise, notamment dans l'accessibilité aux solutions de relogement et dans la capacité à retourner dans leur quartier d'origine. Cette variable raciale joue à deux

titres : (1) il s'agit d'abord d'un indicateur indirect des revenus et du capital économique mais aussi social (les populations minoritaires sont en moyenne moins riches) (Arouri *et al.*, 2015) ; (2) ensuite, la race entraîne un ensemble de discriminations intentionnées ou inconscientes entre les ménages et face aux autorités.

Dans les conséquences sociales de l'ouragan Katrina, Logan (2006) prédit avant l'heure une reconstruction discriminante à deux vitesses, du fait notamment des politiques de reconstruction favorisant les propriétaires blancs des villes côtières (l'aire métropolitaine Biloxi-Gulfport par exemple) au détriment des populations locataires majoritairement noires de la Nouvelle-Orléans. Si la catastrophe de Katrina est particulièrement marquée sur un plan racial, ces discriminations se retrouvent pour d'autres événements. A titre d'exemple, à Watsonville (Californie) après le séisme de Loma Prieta en 1989, les populations latino-américaines ont connu plus de difficultés que les populations blanches pour trouver des solutions de relogement temporaire comme définitif : la majeure partie des occupants de mobile homes de la FEMA était latino-américaine. De même, cette population a dû faire face à des problèmes de compréhension linguistique mais aussi de racisme ouvert pour trouver un nouveau logement non temporaire dans le secteur privé (certains propriétaires refusant de louer à des Latino-américains) (Phillips, 1993).

La troisième variable est celle relative au statut de propriétaire. Les ménages propriétaires tendent à mieux s'en sortir que les ménages locataires, *a fortiori* les ménages en logement social, ce pour plusieurs raisons (Peacock *et al.*, 2007 ; Whittle *et al.*, 2010 ; Zhang, 2006 ; Zhang et Peacock, 2009). (1) Les propriétaires ont souvent une aisance économique plus importante que les locataires, et ne doivent pas faire face à des charges de location qui les priveraient d'une part importante de leurs revenus. Cette absence de charges locatives joue d'autant plus quand les ménages en question ne sont pas endettés : des ménages propriétaires et non endettés peuvent, en cas de catastrophe naturelle, emprunter plus aisément pour maintenir un niveau de consommation identique, et pour assurer les besoins de reconstruction du logement le cas échéant (Sawada, 2006 ; Sawada et Shimizutani, 2008). (2) La destruction de logements sur un territoire sinistré entraîne une réduction du parc locatif, et donc, en l'absence de régulations, une augmentation du prix des loyers, qui pèse d'autant plus sur les revenus et la consommation des locataires (Peacock *et al.*, 2007). (3) Les propriétaires sont souvent présents de façon plus durable sur un territoire donné que des locataires, avec une occupation du logement qui s'inscrit sur la longue durée : cet ancrage territorial peut se traduire par une plus grande réticence à partir définitivement, et peut inciter *a contrario* à reconstruire sur place le logement détruit. (4) A cette inégalité de fait s'ajoute une inégalité politique et intentionnelle : de façon empirique, il est établi que les propriétaires sont les ménages les plus favorisés dans les politiques de reconstruction menées. Il faut toutefois prendre avec précaution la corrélation entre statut propriétaire et capacité de reconstruction, notamment dans la capacité à retrouver un emploi – des études économiques contradictoires ont pu voir le jour sur l'impact du statut propriétaire sur la durée du chômage (Brunet et Lesueur, 2004).

Si la politique de reconstruction post-Katrina est un exemple édifiant en la matière, et est de la sorte abordée dans une prochaine sous-partie (Logan, 2006), citons d'abord le cas de Yungai, ville péruvienne détruite par une avalanche massive en 1970 provoquée par un séisme. A cette occasion, 4000 des 4500 habitants de la localité sont tués, tandis que la quasi-totalité du bâti est détruite. Il se trouve que la reconstruction des maisons de Yungai reproduit les inégalités préexistantes, inégalités socioéconomiques et ethniques, les groupes sociaux les plus puissants

s’opposant à toute innovation urbanistique remettant en cause leur pouvoir. La reconstruction des logements permanents commence en mars 1973, avec la livraison des “Casas Rusas”, des chalets russes préfabriqués. La priorisation de l’accès aux chalets favorise les groupes sociaux privilégiés : la priorité est en effet donnée aux propriétaires qui avaient été expropriés pour accueillir l’emplacement de la nouvelle ville de Yungai, puis aux autres sinistrés propriétaires, ensuite aux locataires, enfin aux paysans migrants. Les premiers peuvent alors s’attribuer le meilleur emplacement géographique, au détriment des derniers (Oliver-Smith, 1990).

D’autres variables socioéconomiques peuvent aussi être identifiées dans la littérature, sans avoir un pouvoir prédictif aussi élevé :

- Le niveau d’éducation (Arouri *et al.*, 2015) : un ménage avec un niveau d’éducation plus élevé est mieux armé pour faire face aux conséquences de long terme d’une catastrophe, à retrouver un emploi en cas de perte de celui-ci (Fougère et Bonnal, 1990), à s’intégrer dans un nouvel environnement en cas de départ du territoire sinistré, notamment du fait de réseaux sociaux plus étendus. A l’inverse, un faible niveau d’éducation restreint la capacité à dialoguer avec les administrations et les assurances durant la période de reconstruction, de façon concrète à remplir correctement des formulaires souvent multiples et complexes, en d’autres termes à faire marcher le système d’aide qui se met en place pendant l’après-crise (Fothergill et Peek, 2004). Le facteur éducatif peut toutefois revêtir un rôle ambigu : un ménage plus éduqué est également susceptible d’avoir des opportunités professionnelles loin de son logement d’origine ; cette mobilité professionnelle peut dans certaines conditions défavoriser le retour sur le territoire sinistré (Groen et Polivka, 2010).
- Le fait d’être immigrant est aussi cité comme variable défavorable à la capacité de reconstruction. A cet égard, plusieurs hypothèses peuvent être envisagées : (1) un capital social plus faible, avec une intégration à des réseaux moins développée ; (2) un cumul de facteurs individuels défavorables (revenus et épargne plus limités notamment) (Donner et Rodriguez, 2008) ; (3) un attachement géographique moins important.

2.2.2.3 Conditions ex-post : l’itinéraire des ménages et des territoires sinistrés

2.2.2.3.1 Endommagement et environnement post-catastrophe : un rôle capital dans le retour au logement

Le rythme de reconstruction est dicté par un ensemble de variables environnementales. Parmi celles-ci, les plus évidentes sont bien sûr celles relatives à l’endommagement global du territoire, de ses infrastructures de réseaux, de ses services publics, de ses entreprises, et bien sûr des logements qui le maillent (Paxson et Rouse, 2008). Ces dommages sont essentiellement liés à l’exposition géographique du logement à l’aléa¹⁴⁹, bien que les mesures de protection ou de prévention puissent également jouer un rôle dans la préservation du bâti et de l’environnement physique (à l’instar de la surélévation des planchers prévue dans les zonages PPRI pour le risque inondation en France). L’hypothèse la plus couramment avancée consiste en ce que la capacité de reconstruction est inversement proportionnelle au niveau

¹⁴⁹ Si, dans le tableau de synthèse, l’endommagement du logement est cité comme variable *ex post*, il aurait de fait également sa place dans les variables *ex ante*, l’exposition *a priori* étant la cause de l’endommagement observé *a posteriori*.

d'endommagement : un territoire particulièrement endommagé, avec une large part de son capital physique détruit, aura beaucoup de mal à se reconstruire, et s'il y parvient, il le fera à un rythme plus lent qu'un territoire moins endommagé. Cependant, une catastrophe est aussi l'occasion de faire *tabula rasa* : quand les niveaux d'endommagement sont tels qu'il faut détruire les ruines de l'existant pour tout refaire, il est possible de reconstruire en mieux, en faisant appel à du capital neuf, plus efficient (Aldrich, 2012). A l'inverse, quand les dégâts sont plus modérés, il faut réparer plus que reconstruire, et gérer l'inertie provoquée par l'ancien.

Outre l'endommagement *stricto sensu*, d'autres variables environnementales entrent encore en jeu :

- L'environnement économique post-catastrophe couplé au déficit d'infrastructures de réseaux et de services publics. Cet environnement, nous l'avons d'ailleurs vu dans la sous-partie consacrée aux impacts micro-économiques, ne dépend pas que de l'endommagement mais aussi d'autres facteurs. Un environnement économique altéré limite les opportunités d'emplois, et le déficit de services publics et d'infrastructures contraignent les conditions de vie au quotidien (des actifs ne peuvent pas retourner au travail si les réseaux de transport ne sont pas fonctionnels, s'ils ne peuvent pas mettre leur enfant à l'école pendant la journée) : le tout défavorise le retour des populations. A noter ainsi que le déficit de services publics et de réseaux dans le Lower Ninth Ward, à la Nouvelle-Orléans, a sans doute retardé le retour des habitants ; en août 2006, ces services et réseaux étaient (au moins partiellement) rétablis partout dans la ville, sauf dans le quartier en question (Green *et al.*, 2007). L'inverse est aussi vrai : le non-retour des populations alimente le déficit en infrastructures et services et leur faible rythme de reconstruction (pourquoi reconstruire si personne ne revient ?)
- L'accessibilité du territoire. Une mauvaise accessibilité physique et géographique, créée par les conditions post-catastrophe, peut entamer la capacité des populations à revenir sur place. A titre d'exemple, à la Nouvelle-Orléans, le passage de l'ouragan Rita, après celui de Katrina, a entraîné une brèche dans les colmatages de fortune des digues et une seconde inondation. Ainsi, le sud du Lower Ninth Ward a été inaccessible pendant pas moins de 6 semaines ; la partie au nord de Claiborne Avenue a été déclarée inaccessible pendant trois mois, avant que les autorités n'autorisent les habitants à aller vérifier l'état de leur propriété (*Look and Leave*) (Green *et al.*, 2007).
- L'environnement médiatique et la représentation individuelle et collective du risque post-catastrophe. A la Nouvelle-Orléans, le portrait des quartiers les plus endommagés dressé par les médias a pu décourager le retour des populations sur place, en façonnant la représentation du risque existant. Les médias télévisés ont en effet concentré leur attention sur les quartiers les plus sévèrement endommagés, notamment dans le nord du Lower Ninth Ward sinistré du fait d'une brèche dans la digue de l'Industrial Canal. Ce portrait défavorable a encouragé divers commentateurs politiques, et certains élus, à demander la destruction ou l'abandon total du quartier du Lower Ninth Ward, à questionner l'intérêt de reconstruire un quartier aussi pauvre et visiblement économiquement non viable, et à souhaiter *in fine* le non-retour des habitants d'origine. Ce faisant, ces commentateurs et élus ont encouragé ces mêmes habitants à ne pas revenir (Green *et al.*, 2007). Dans une analyse du retour au logement des populations après l'inondation de Cedar Rapids aux Etats-Unis et l'évacuation de 20 000 personnes, Siebeneck et Cova (2012) montrent l'importance de la perception du risque dans le retour au logement : un ménage évacué quand le niveau de risque lui apparaît

inacceptable, et revient au logement quand ce niveau redevient acceptable. Ce niveau de risque se mesure au prisme de diverses variables : dans le cas d'une inondation, le niveau d'eau, mais aussi l'intégrité physique du logement, l'arrêt du réseau électrique, le déficit d'eau potable, l'absence de structures médicales fonctionnelles, la peur du pillage, des bouchons, des débris sur la route...

- La mise en place de logements temporaires adéquats pour le relogement des personnes sinistrées, abordée plus en détail dans la sous-partie suivante. Ces logements doivent être disponibles à proximité des anciens logements détruits, afin de permettre aux habitants sinistrés de pouvoir revenir dans leur quartier d'origine et de superviser la reconstruction de leur logement. Le rythme de reconstruction différencié entre le Lower et l'Upper Ninth Ward, au profit du second, est notamment à mettre en relation avec le % de logements temporaires installés : plus de 5% des parcelles de l'Upper Ninth Ward étaient pourvues en mobile-homes prêtés par la FEMA, contre moins de 2% dans le Lower Ninth Ward (Green *et al.*, 2007).

2.2.2.3.2 Variable politique : gouvernance post-crise et aides financières

La qualité de la gouvernance est un autre facteur potentiellement utile pour prédire de la reconstruction des territoires. Et, comme souvent, c'est l'ouragan Katrina qui est cité en (contre-)exemple : après l'ouragan, les manquements graves observés dans la gestion de crise et post-crise ont mené à faire blâmer successivement, la FEMA, l'administration fédérale, le maire de la Nouvelle-Orléans, son administration, etc (Aldrich, 2012). Les politiques de reconstruction ont de fait un poids important, en termes de priorisation de financements et de travaux de reconstruction, de législation ou de réglementation, de planification urbaine (zonage de l'occupation des sols) : nous reviendrons d'ailleurs sur les stratégies de reconstruction développées lors de catastrophes passées. De même, les politiques menées et les attentes des populations vis-à-vis de ces politiques peuvent façonner la stratégie adoptée par ces dernières dans les choix qu'elles font pour se reconstruire, pour retourner ou non sur leur territoire d'origine (Chamlee-Wright et Storr, 2010).

Toutefois, d'après Aldrich (2012), le facteur politique est insuffisant pour expliquer les disparités observées dans les processus de reconstruction : s'il suffisait d'un maire incompetent pour déterminer le rythme de reconstruction, tous les quartiers se reconstruiraient au même tempo, ce qui n'est jamais le cas. Au sein d'une zone sinistrée, d'autres facteurs jouent pour expliquer les disparités observées. De même, dans les études sociodémographiques référencées, aucune ne semble mettre clairement en évidence le rôle de la gouvernance dans la capacité de reconstruction des populations : à ce titre, ce n'est pas un facteur cité en tant que tel dans le Tableau 35.

Associé à la question de la gouvernance, le montant des aides distribuées, aux entreprises, aux ménages, aux collectivités locales, est aussi parfois mis en avant, sans qu'aucune étude n'ait pu établir de lien significatif de causalité entre le rythme de reconstruction et l'aide perçue (McDonnell *et al.*, 1995). Les aides peuvent de fait avoir un effet inverse à celui espéré : Aldrich (2012) cite en exemple le séisme de 1972 au Nicaragua : les aides reçues ont alimenté non pas la reconstruction mais la corruption endémique, entraînant le pays en réaction dans une série de révolutions et contre-révolutions.

2.2.2.3.3 Itinéraire personnel post-catastrophe

Enfin, le dernier facteur majeur est celui associé à l'itinéraire des ménages sinistrés pendant l'après-crise, fonction de l'endommagement de leur logement, de leur éventuelle évacuation et de la durée de cette dernière, de la distance géographique du logement temporaire vis-à-vis du logement d'origine. L'itinéraire post-catastrophe d'un ménage est d'abord dicté par les éventuels dommages causés à son logement d'habitation. Un logement fortement exposé, et donc potentiellement détruit ou endommagé lors de l'occurrence de l'aléa, est rendu inutilisable et entraîne l'évacuation et le relogement du ménage qui l'habitait. Or, dans une étude sur le suivi des populations après le passage de l'ouragan Andrew dans le comté de Miami-Dade en Floride (Smith et McCarty, 1996), il apparaît que les sinistrés de la partie sud du comté, où les dommages au logement ont été les plus importants, ont été beaucoup plus nombreux à partir, et sur une plus longue durée ainsi qu'une plus longue distance. A l'inverse, les habitants de la partie nord sont partis du fait de coupures de réseaux et ont pu revenir plus rapidement : 80% des évacués de la partie nord sont revenus au bout d'un mois, contre 39% au bout de six mois pour les évacués de la partie sud.

Dans le retour au logement, la distance géographique n'est pas un facteur à négliger. A titre d'exemple, lors de Katrina, les personnes évacuées des quartiers pauvres de l'Upper et du Lower Ninth Ward ont plus souvent fait appel aux centres d'hébergement collectif que les autres ; or, ces centres se trouvaient très éloignés de la Nouvelle-Orléans. En sus d'un éventuel manque de ressources financières, il y avait donc un obstacle géographique à franchir pour revenir à la Nouvelle-Orléans (Falk *et al.*, 2006 ; Green *et al.*, 2007). Cette tendance se retrouve aussi dans l'après-Andrew, en Floride, avec une corrélation négative entre la distance du déplacement post-ouragan et la susceptibilité de retourner dans son logement d'origine (Smith et McCarty, 1996). En effet, la distance géographique se traduit par des coûts divers (transport, temps, impact psychologique, changement d'environnement, forte incertitude), qui pèsent à l'aller mais aussi au retour (Landry *et al.*, 2007).

En conclusion, il apparaît clairement que si, dans l'immédiateté de la crise, l'évacuation est d'abord un choix individuel, la reconstruction des ménages est à l'inverse un processus collectif, qui donne toute sa place au capital social construit sur un territoire. Dans le cadre de notre construction méthodologique, il faut donc considérer les variables collectives autant que les variables individuelles : parmi les premières, il faut considérer la capacité du territoire étudié, la commune en premier lieu, à créer du lien social ; parmi les secondes, il faut s'attarder sur la richesse des ménages essentiellement. Or, les conséquences relatives à la bonne, ou mauvaise, reconstruction des ménages ne sont pas seulement sociales : ce n'est pas seulement l'évolution des conditions de vie des ménages qui est en jeu, mais encore la capacité du territoire même à faire sens et à conserver un tissu démographique relativement similaire à ce qu'il était précédemment. Sans reconstruction des ménages, le profil sociodémographique du territoire sinistré peut être modifié dramatiquement, au risque, dans le scénario du pire, que le territoire connaisse un vaste exode de sa population. Impacts sociaux, territoriaux, démographiques, ne peuvent de la sorte pas être étudiés séparément : les retours d'expérience de reconstruction à large échelle en témoignent.

2.3 RETOURS D'EXPERIENCE DE RECONSTRUCTION A LARGE ECHELLE : ENJEUX DU RELOGEMENT ET POLITIQUES DE RECONSTRUCTION

Pour terminer cet état de l'art, il apparaît utile de dépasser l'échelle d'analyse locale et individuelle, pour se porter sur une plus large échelle, afin d'appréhender les dynamiques globales qui permettent une reconstruction réussie ou ratée d'une grande agglomération sinistrée, à partir de retours d'expérience détaillés de catastrophes naturelles majeures. *Ces retours d'expérience, fondés sur des événements à caractère massif, sont riches en enseignements pour la compréhension de l'après-crise en cas d'inondation majeure de l'Ile-de-France.* Ils permettent de mettre en avant les enjeux du relogement temporaire de centaines de milliers de personnes ; ils offrent aussi l'occasion d'illustrer l'impact des politiques de reconstruction et de relogement permanent sur la mise en exergue des inégalités : le cas de Katrina est à ce titre riche en enseignements. Ils permettent enfin de mettre en évidence les spécificités, en particulier en ce qui concerne la durée de reconstruction, de l'aléa inondation par rapport aux autres types d'aléas.

2.3.1 Besoins de relogements temporaires et politiques menées

La préoccupation majeure des autorités à la suite d'une catastrophe naturelle, après la gestion des urgences, consiste dans le relogement des populations sinistrées et évacuées. Pour un bref rappel de ce qui a déjà été annoncé dans le chapitre 2, il est possible de distinguer quatre phases dans l'habitat des ménages évacués, identifiées par Quarantelli (1982a) : (1) l'hébergement d'urgence (*emergency sheltering*) ; (2) l'hébergement temporaire (*temporary sheltering*) ; (3) le relogement temporaire (*temporary housing*) ; (4) le relogement permanent (*permanent housing*). Les hébergements d'urgence et temporaire, qui prennent place à court et à moyen terme, sur une échéance de quelques jours à quelques semaines, ont été présentés de façon détaillée au chapitre 2. Dans le cadre de ce chapitre, ce sont les phases de relogement temporaire et permanent qui nous interpellent.

2.3.1.1 Modalités générales du relogement en cas de catastrophe majeure

2.3.1.1.1 De l'hébergement au relogement

La distinction majeure entre l'hébergement et le relogement est le retour à une certaine forme de routine dans le second cas, avec des ménages qui peuvent reprendre leurs responsabilités (familiales, sociales, salariales, etc.) Dans un environnement dégradé, l'hébergement d'urgence peut toutefois s'étaler dans la durée, au point d'être confondu comme une solution de (mal-)relogement (Riad et Norris, 1996).

Une autre distinction possible concerne les besoins de prise en charge par la collectivité de l'hébergement et du relogement : ces besoins apparaissent plus marginaux pour l'hébergement, plus volumineux pour le relogement. Il peut être ici utile de simuler les besoins de prise en charge par la collectivité des hébergements et relogements comme une courbe en U : les besoins en hébergement d'urgence sont élevés les premières nuits qui suivent l'occurrence d'une catastrophe, du fait que les ménages évacués se retrouvent surpris par la tournure des événements et doivent se réfugier dans des centres d'urgence ; ces besoins chutent ensuite rapidement, après quelques nuits en gymnase, du fait que ces mêmes ménages trouvent des solutions de substitution, chez des proches ou des amis. Puis, dans la durée, ces besoins, non

plus d'hébergement mais de relogements, se remettent à augmenter, dans la mesure où les solutions d'hébergement temporaire et la cohabitation qui en résulte, deviennent inacceptables tant pour les hôtes que pour les sinistrés. Subséquemment, une fois les solutions d'hébergement d'urgence épuisées, les besoins en relogements temporaires et permanents apparaissent de la sorte égaux au stock de logements endommagés ou détruits.

Les quatre phases du relogement peuvent être associées directement au processus de reconstruction physique des habitations, comme le font Rathfon *et al.* (2013) dans une étude sur la reconstruction du tissu résidentiel à Punta Gorda, en Floride, après le passage de l'ouragan Charley en août 2004 (Figure 46). Ce processus de reconstruction physique comprend : (1) l'état des lieux de l'endommagement du bâtiment ; (2) la mise en place de protections temporaires ; (3) la démolition ou la réparation du bâtiment ; (4) la reconstruction de ce dernier s'il a été démoli.

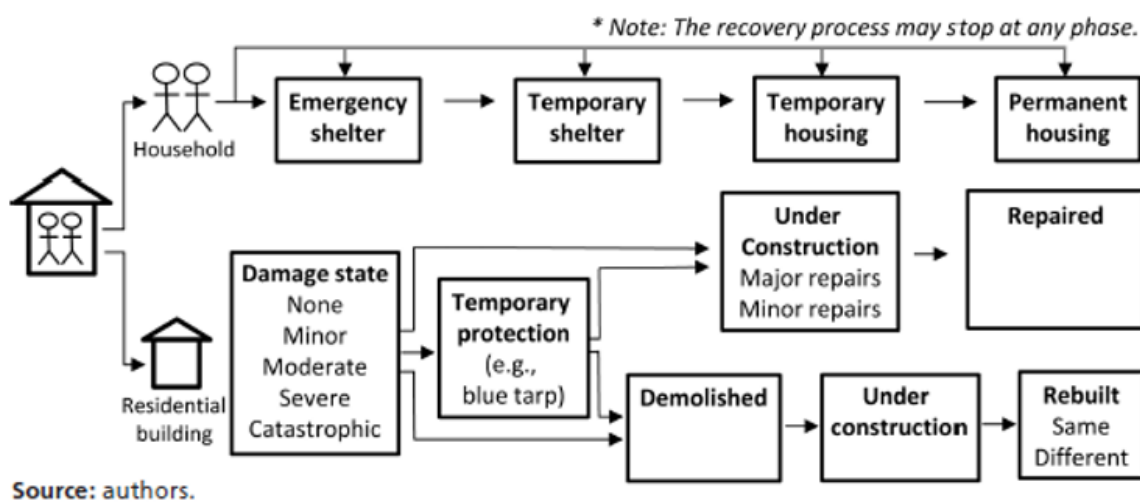


Figure 46. Relogements et reconstruction : une démarche parallèle (Source : Rathfon *et al.*, 2013).

2.3.1.1.2 Les solutions pratiques du relogement

D'un point de vue pratique, le relogement, à l'inverse de l'hébergement, comprend non seulement un toit mais aussi l'accès à divers services, à l'emploi, à des transports, autant de conditions qui donnent aux ménages sinistrés les moyens de retrouver une certaine normalité. Parmi les solutions de relogements, notons :

- Des solutions de relogement collectif, avec la mise en place de parcs ou camps de relogements¹⁵⁰, comprenant des logements préfabriqués ou des mobil-homes et des services associés (comme la mise en place de crèches et de petits commerces). L'accès aux services implique aussi de créer ces camps ou parcs près des agglomérations, afin qu'ils soient reliés rapidement et aisément aux réseaux urbains d'électricité, d'eau, de gaz, d'assainissement.
- Des solutions individuelles, par exemple la location d'une chambre d'hôtel ou un appartement à titre temporaire, dans le secteur privé ou parmi les bailleurs sociaux. Des

¹⁵⁰ L'expression de « camp » est généralement évitée, en particulier au sein des pays développés (Gemenne, 2014) : au Japon, on lui préfère par exemple la notion « d'abri ». Les camps renvoient en effet à une forme de violence : on se réfugie dans un camp après avoir fui la guerre ou un Etat dictatorial.

mobil-homes et caravanes peuvent aussi être loués ou prêtés à titre individuel : c'est souvent la solution choisie par les autorités pour faire face aux besoins de relogement, du fait de sa flexibilité. Après Katrina, une des solutions de relogement proposées a été de prêter des mobil-homes aux sinistrés, mobil-homes qu'ils ont pu installer sur leur parcelle afin de pouvoir vivre au plus près de leur logement d'origine (Mueller *et al.*, 2011). Après les inondations de 2007 à Hull en Angleterre, sur les 6 300 personnes nécessitant un relogement temporaire, plus de 1 400 ont été accueillies dans des caravanes (Coulthard *et al.*, 2007). Après les inondations de la Somme, sur les 450 familles sinistrées, un tiers a choisi d'être relogée à titre temporaire dans des mobil-homes. Ces familles ont d'ailleurs mieux vécu leur relogement que celles ayant été relogées en logements sociaux : dans ce second cas, les démarches administratives auprès des bailleurs, le besoin de meubler le logement, ont été appréciées négativement (Sauzey *et al.*, 2001).

Les solutions de relogement temporaire ne sont pas, leur nom l'indique, faites pour durer : elles sont censées accueillir pour quelques mois à quelques années les personnes sinistrées, avant que ces dernières ne retrouvent une solution définitive de relogement. Les logements temporaires sont ensuite détruits ou reconvertis. Dans certains cas toutefois, les personnes sinistrées s'installent plus durablement dans ces logements temporaires, faute de trouver des solutions durables ; ces logements peuvent être aussi réoccupés par de nouveaux arrivants (non sinistrés), locataires légaux ou squatteurs (Johnson, 2007a). Le cas des logements temporaires de Duzce, en Turquie, après le séisme de 1999 est exemplaire : au bout de deux à trois ans, si la majorité des occupants originels de ces logements étaient partis, de nouveaux immigrants et des tsiganes avaient pris leur place (Johnson, 2007b). De même pour Katrina et ses *trailer parks*, parcs de mobil-homes installés par la FEMA après l'ouragan, où sont restés de nombreuses familles dans l'impossibilité de retrouver un logement moins précaire ; les noms de rues qui ont été donnés aux allées séparant les mobil-homes permettent d'illustrer le caractère finalement durable de ces parcs (Gemenne, 2014).

2.3.1.1.3 Relogements et responsabilités publiques

La prise en charge du relogement est souvent sous la responsabilité des autorités publiques, qui peuvent assister la population sinistrée par l'intermédiaire d'une aide financière et logistique à la location, ou par la création *ex nihilo* de parcs de logements préfabriqués ou de mobil-homes. Elle peut aussi être conduite par les ménages sinistrés eux-mêmes, si ces derniers ne sont pas éligibles ou ne désirent pas accéder aux dispositifs mis en place par l'Etat ; elle peut l'être enfin par le secteur associatif, qui prennent aussi le relais des autorités quand ces dernières apparaissent défaillantes. C'est le cas pour certains déplacés de Katrina, relogés dans des appartements à Austin, qui sont exclus de certaines aides de la FEMA du fait qu'ils ne sont pas solvables¹⁵¹ : le paiement des loyers et des factures est alors assuré par le monde associatif (Mueller *et al.*, 2011). Plus généralement, le relogement associe de nombreux acteurs et de multiples niveaux d'action (ministères, agences publiques, secteur associatif, entreprises

¹⁵¹ Outre le problème de solvabilité, notons aussi la politique de la FEMA, de ne pas diviser les aides qu'elle distribue entre divers membres d'un même ménage : c'est donc le chef de famille qui reçoit l'aide ; sont ainsi exclus du dispositif d'aide les adultes vivant chez des proches à titre gratuit ou informel tout au long de l'année. De façon plus générale, l'attribution des aides dans les processus de relogement et de reconstruction est fondée sur un modèle familial nucléaire (Fothergill et Peek, 2004), ce qui peut pénaliser les ménages qui ne correspondent pas à ce modèle.

privées, élus locaux, propriétaires), qui entraînent divers problèmes de coordination et limitent la possibilité d'avoir une stratégie globale.

Cette absence de stratégie globale est souvent associée à un manque de planification préexistante et à des prises de décision improvisées et précipitées. Elle se traduit en particulier par le fait de privilégier la quantité à la qualité : il faut pouvoir reloger à tout prix un important effectif de personnes (Johnson, 2007a), au détriment souvent des conditions de vie des sinistrés. Théoriquement, il faut éviter de couper les sinistrés de leurs réseaux géographiques, sociaux, familiaux. Bolin (1985) mais aussi Aldrich (2012) recommandent à ce titre le déploiement de solutions de relogement sous forme de clusters, avec des déplacés relogés près de leur logement d'origine et regroupés selon leur appartenance géographique. Toutefois, en pratique, le relogement a lieu dans la précipitation, sans considération pour ces réseaux, avec des déplacés qui se retrouvent parfois très éloignés de leur quartier d'origine. L'isolement social et géographique a des conséquences socioéconomiques, les personnes et ménages isolés de leurs réseaux voient souvent leur situation économique se dégrader : pour retrouver logement et emploi, il faut en effet pouvoir compter sur ses proches (Mueller *et al.*, 2011). L'isolement a également des conséquences physiologiques et psychologiques particulièrement douloureuses pour certaines personnes fragiles : en particulier, les personnes âgées se retrouvent vite coupées de leur réseau social et familial, pourtant indispensable pour faire face à un événement traumatisant. Elles sont placées en effet dans des maisons de retraite et foyers éloignés, ou dans des structures de relogement précaires de type mobile homes, mal adaptées à leur grand âge (Cherry *et al.*, 2010).

2.3.1.2 Retours d'expérience japonais

Pour illustrer davantage les remarques générales qui viennent d'être énoncées, les cas d'étude japonais permettent de mettre en exergue les enjeux du relogement, dans un contexte où les besoins apparaissent massifs et comparables en nombre à ce que serait une inondation majeure en Ile-de-France.

2.3.1.2.1 Solutions de relogements après le séisme de Kobe

Le 17 janvier 1995, un séisme de magnitude 7,3 sur l'échelle de Richter frappe la ville portuaire de Kobe (4 millions d'habitants), tuant 6500 personnes, mettant à mal les différents réseaux urbains, en particulier l'adduction en eau potable, entraînant surtout l'endommagement ou la destruction de 400 000 logements (dont 250 000 considérés comme inhabitables) et l'évacuation de centaines de milliers de personnes (Figure 47) (Aldrich, 2012 ; Horwich, 2000 ; Johnson, 2007a). Ces destructions se concentrent dans le centre densément peuplé de la ville. Ce centre, comprenant de nombreuses structures en bois, est habité par des populations âgées et/ou paupérisées.

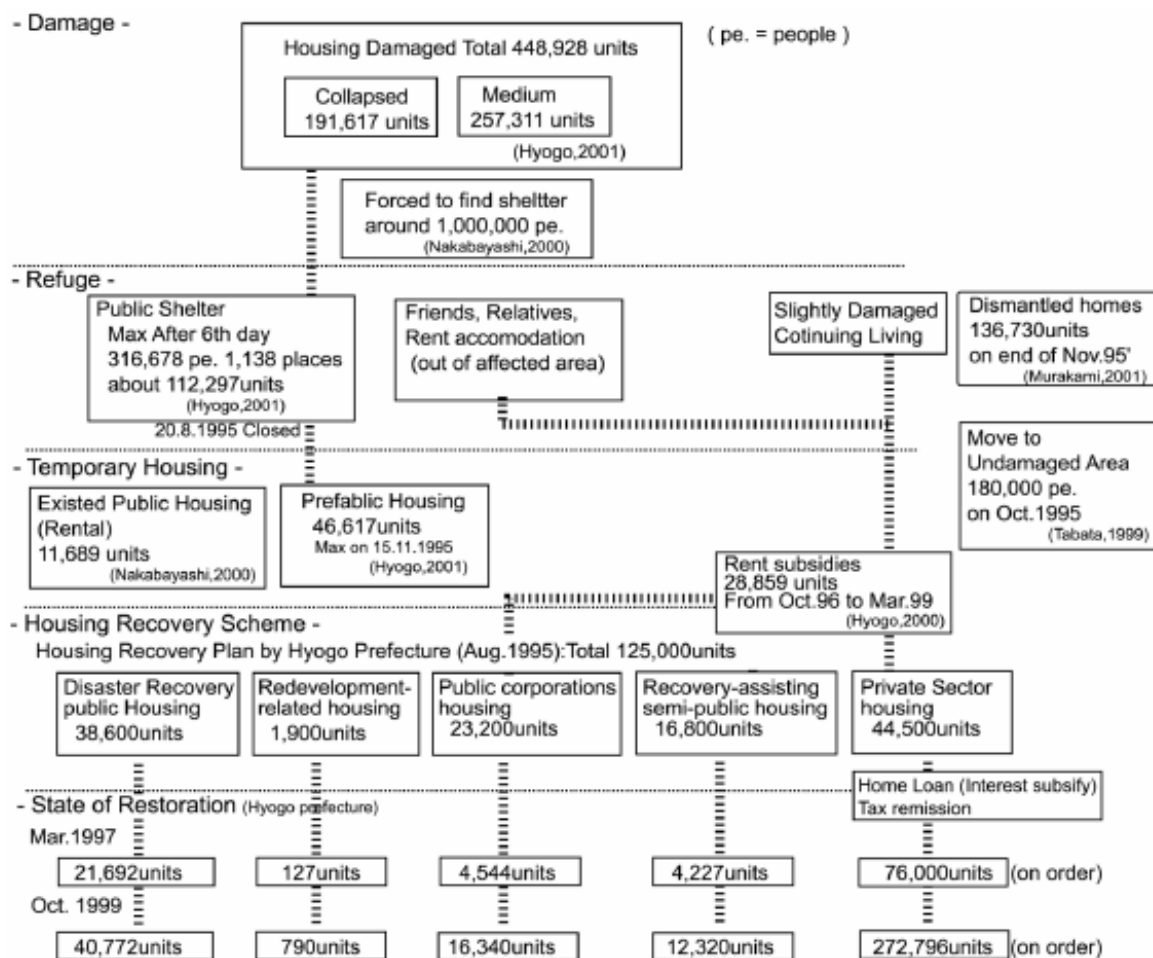


Figure 3. Housing Reconstruction Process After the Hanshin-awaji Earthquake disaster
(ICHIKO, NAKABAYASHI, 2002)

Figure 47. Effectifs pris en charge par les autorités publiques, de l'hébergement d'urgence au relogement temporaire et permanent (Source : Koshiyama et al., 2004).

Du fait de l'ampleur des dommages, l'hébergement d'urgence des sinistrés prend une tournure défavorable : il s'étale ainsi sur une durée qui dépasse six mois pour certains sinistrés (Koshiyama et al., 2004). Il faut attendre sept mois, contre deux prévus initialement, pour que le plan de relogement temporaire, conduit par le gouverneur de la préfecture de Kobe, sous financement national, soit mis en œuvre dans sa globalité (Johnson, 2007a), notamment du fait d'un défaut d'approvisionnement en matériel préfabriqué. Au total, 48 000 logements sont livrés, pour accueillir 100 000 personnes au sein de complexes préfabriqués qui prennent la forme de blocs de logements austères appelés « *danchi* » (Aldrich, 2012). Ces livraisons de logements préfabriqués s'accompagnent de l'octroi de 12 000 places dans le parc existant de logements sociaux et d'une aide au versement des loyers pour 29 000 autres logements loués au sein du parc locatif privé. Au total, l'Etat prend à sa charge le relogement temporaire de 20% des ménages issus de logements détruits ou endommagés (Koshiyama et al., 2004).

Un système de priorisation est mis en place, aux conséquences désastreuses : 70% des personnes relogées sont des personnes âgées, handicapées, ou des familles monoparentales. Ce système entraîne la séparation de ces personnes de leurs réseaux sociaux et familiaux, la

création de communautés de personnes âgées et handicapées, vivant seules et se retrouvant dans l'impossibilité de créer de nouveaux liens de sociabilité. Cet isolement entraîne divers troubles psychologiques et sociaux, dont des suicides, et plus largement une mortalité accrue : ce sont les « *kodoku shi* », décès isolés, avec plus d'une centaine de cas recensés (Aldrich, 2012). L'isolement est d'autant plus marqué que les camps de relogement se retrouvent loin du centre-ville, en banlieue lointaine ou sur l'île d'Awaji-shima. Or, si l'hébergement d'urgence s'est étalé dans la durée, il en est de même pour ces camps de relogement : ces derniers, censés à l'origine ouvrir pour deux ans seulement, le sont finalement pour trois ans, du fait du déficit de logements permanents à prix abordable.

Ce plan de relogement est aussi critiqué, du fait qu'il encourage la ségrégation socio-spatiale : en effet, un ménage ne peut postuler à l'un de ces logements préfabriqués que s'il est passé par un centre d'hébergement d'urgence auparavant ; de même, un ménage ne peut postuler à un logement permanent financé par l'Etat que s'il vit auparavant dans un des logements préfabriqués. L'aide publique en la matière apparaît alors s'adresser exclusivement aux ménages pauvres, en les regroupant par ailleurs sur des territoires restreints, tandis que les autres ménages sont encouragés à faire appel au marché privé de la location, ou mieux à acheter un bien immobilier : un système dual se met alors en place dans le processus de relogement et de reconstruction, avec des conséquences sociogéographiques qui peuvent apparaître malheureuses (Johnson, 2007a).

2.3.1.2.2 Camps de déplacés après le tsunami de 2011 et l'accident nucléaire de Fukushima

Le 11 mars 2011, un séisme de magnitude 9 sur l'échelle de Richter a lieu à 130 km des côtes japonaises de la région du Tohoku. Il se traduit par un tsunami de 30 mètres de haut qui vient dévaster les préfectures d'Iwate, de Miyagi et de Fukushima, entraînant 15 866 décès et 2 946 disparus recensés, la destruction de 130 000 bâtiments résidentiels et l'évacuation de centaines de milliers de personnes. Il entraîne aussi, par effet de cascade, l'accident nucléaire de Fukushima. La centrale Fukushima 1, située dans la préfecture du même nom, connaît ainsi un accident nucléaire de niveau 7 (niveau maximum) sur l'échelle de classement des événements nucléaires (*International Nuclear Event Scale*). Trois des six réacteurs de la centrale s'effondrent, du matériel radioactif est émis dans l'environnement aérien et maritime. Sans que, dans l'immédiat, l'accident ne provoque de décès ni de destructions sur les biens et infrastructures, il conduit néanmoins à l'évacuation de 110 000 personnes (Hayashi, 2012).

Plus de 400 000 personnes sont *in fine* accueillies dans des centres d'hébergement d'urgence (JICA, 2013), avant d'être ensuite relogées. Les personnes relogées le sont soit dans des camps préfabriqués soit dans des appartements payés par les autorités publiques. Les conditions de vie des sinistrés y sont précaires : certaines estimations font d'ailleurs état de 2 700 décès attribuables à l'après-tsunami et aux conditions de vie des personnes évacuées (JICA, 2013). Il faut ici distinguer les personnes sinistrées du tsunami, qui bénéficient d'une prise en charge préparée en amont, avec une évacuation planifiée ; et les personnes sinistrées de l'accident nucléaire, bien moins loties, avec une évacuation en plusieurs temps mise en œuvre dans l'improvisation totale. Il faut aussi distinguer, parmi ces dernières, les personnes comprises dans les zones d'évacuation et qui ont évacué sur ordre de l'Etat, des personnes ayant évacué spontanément, hors zone d'évacuation. Ces dernières, les « *jishuhinansha* » (auto-évacués), sont stigmatisés par le reste de la société civile, qui considère qu'elles ont abandonné le

territoire et ainsi commis un acte antipatriotique. Elles sont surtout délaissées par l'Etat, qui ne reconnaît pas leur statut de déplacés (Gemenne, 2014).

Les camps sont construits au sein ou en banlieue proche de villes. Ils comprennent une salle commune, qui abrite les activités collectives, souvent des garderies, et des maisons préfabriquées de 30 m². A l'origine, la population dans ces camps est socialement mixte : cependant, très vite, les ménages les plus aisés déménagent dans un nouveau logement, sans attendre l'aide de l'Etat. Une ségrégation socio-spatiale s'est donc opérée spontanément, entre ceux qui ont la capacité de partir pour retrouver ailleurs un logement et du travail, et ceux qui doivent rester et survivre sur les aides de l'Etat, souvent des personnes âgées et des chômeurs. Le relogement temporaire prend alors un caractère durable pour ces personnes : en mars 2013, il faut encore compter plus de 310 000 déplacés, dont un tiers dans des camps (Gemenne, 2014). Les personnes qui demeurent dans ces camps n'ont aucun poids politique : la pression qui existait auparavant, au sommet de l'Etat, pour faire fermer ces camps a donc disparu, retardant d'autant la mise en place de solutions alternatives, et permanentes, de relogements.

Pour conclure, les cas d'étude japonais mettent en exergue les processus ségrégatifs qui se mettent en place pendant la phase de relogement temporaire, mais aussi le risque d'isolement géographique et social qui pèse sur les personnes déplacées. Ces effets délétères du relogement temporaire sont d'autant plus susceptibles de se produire en l'absence d'une planification organisée en amont. La mise en œuvre de solutions de relogement par l'Etat dans l'improvisation est à ce titre dangereuse, pour la continuité de la vie sociale des personnes déplacées, et *in fine* la cohésion territoriale. C'est bien ce risque qui pèse sur les zones exposées à une inondation en région Ile-de-France, en l'absence d'une planification post-crise *ad hoc*. A terme, les solutions de relogement temporaire font place à une reconstruction du parc permanent de logements, qui conditionne et est conditionnée par les trajectoires démographiques du territoire sinistré : l'expérience de Katrina offre à cet égard une perspective sur les enjeux de la politique de reconstruction menée.

2.3.2 La Nouvelle-Orléans et les politiques de reconstruction post-Katrina

La Nouvelle-Orléans, nous l'avons vu, a subi de plein fouet le passage de l'ouragan Katrina en août 2005, comme rarement dans l'histoire contemporaine des catastrophes naturelles. Les évolutions démographiques, économiques, depuis le passage de l'ouragan, ont été aggravées par les politiques de reconstruction telles qu'elles ont été menées, et qui nous intéressent au premier lieu.

2.3.2.1 Trajectoires pré-Katrina : le long déclin de la Nouvelle-Orléans

La Nouvelle-Orléans a connu son expansion historique dans la première moitié du XIXe siècle, du fait de sa position géographique, à l'embouchure du Mississippi, au point d'apparaître comme la 2^e ville la plus peuplée des Etats-Unis. La guerre de sécession, le déclin du transport fluvial au profit du transport ferroviaire, l'incapacité à reconvertir ses activités portuaires en centre industriel ont entraîné son déclin. La part relative de la population de la Nouvelle-Orléans dans la population totale décroche alors dans la seconde moitié du XIXe siècle et la première moitié du XXe ; les effectifs absolus croissent encore mais à un rythme faible : si le centre (la ville de la Nouvelle-Orléans, identifiée à l'Orleans Parish sur un plan administratif) stagne déjà en valeur absolue, la croissance continue dans les banlieues de la ville (aire métropolitaine de la Nouvelle-Orléans – Figure 48), qui se développent à partir des années 1920 au détriment des

zones humides basses le long des rives du fleuve. A partir des années 1960, la ville-centre (Orleans Parish) commence à perdre des habitants au profit de sa banlieue ; à partir des années 1980, c'est l'ensemble de l'aire métropolitaine qui stagne en valeur absolue, perdant même des effectifs sur certaines années (Vigdor, 2008). De la même façon que la Nouvelle-Orléans rate à la fin du XIXe siècle la 2nde révolution industrielle, elle rate aussi celle des nouvelles technologies (informatique, biotechnologies) ; l'activité économique est dégradée, tournée uniquement vers l'activité touristique et portuaire, avec des emplois à bas salaire, un fort taux de chômage, un faible taux d'activité et une grande pauvreté.

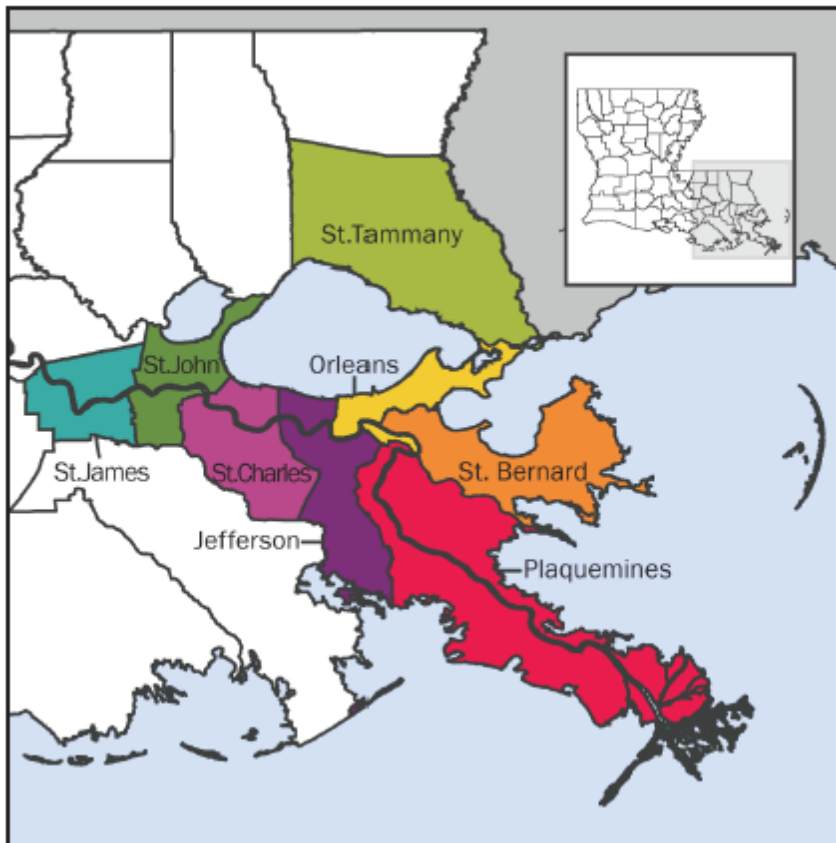


Figure 48. Aire métropolitaine de la Nouvelle-Orléans et découpage en comtés (parish)
(Source : Plyer et al., 2015).

La situation dégradée de l'économie de la Nouvelle-Orléans trouve ses origines, du moins d'après Gotham et Greenberg (2014), dans la mise en place d'une politique libérale à partir des années 1970, qui contribue à accentuer les disparités sociales et géographiques. Cette politique se traduit par des restrictions budgétaires sur les dépenses municipales, couplées à la mise en œuvre d'incitations fiscales à destination des entreprises. A partir des années 1980, elle se traduit aussi par l'attention donnée à l'image de la ville et par la mise en place de politiques de marketing territorial : ces politiques visent à développer l'économie touristique ; de fait, elles permettent une multiplication du nombre de touristes, du chiffre d'affaires du secteur touristique. La ville se spécialise notamment dans l'accueil des conventions et des expositions, avec en point d'orgue la construction du *Riverfront Mall* et l'accueil de l'exposition internationale de Louisiane en 1984. Toutefois, cette économie fondée sur le tourisme ne crée pas autant d'emplois que le nombre d'emplois industriels qu'elle est censée remplacer : entre 1979 et 1998, le nombre d'emplois diminue de 12%, la part des emplois dans les secteurs

manufacturier et du transport chute de 22% à 12%. Les nouveaux emplois créés sont très inégaux, avec des emplois à haut salaire et de nombreux emplois à bas salaire, sans emplois intermédiaires : subséquemment, les disparités sociales s'accroissent très fortement, le taux de pauvreté aussi. Il touche spécifiquement les populations noires et les populations les plus jeunes. Ces disparités sont aussi géographiques, au détriment d'une ville-centre paupérisée, vidée de ses classes moyennes et aisées, qui sont allées s'installer dans les périphéries de l'aire métropolitaine, encouragées par les programmes d'urbanisation des zones humides. Dans l'Orleans Parish, en 1999, le taux de pauvreté est le double de la moyenne nationale, à 28% de la population active, le revenu médian de 27 000 \$ contre 42 000 \$ à l'échelle nationale (Vigdor, 2008).

2.3.2.2 Evolutions démographiques et économiques post-Katrina

Le passage de l'ouragan Katrina, fin août 2005, vient frapper la ville de la Nouvelle-Orléans et son aire métropolitaine, mais aussi d'autres comtés côtiers de Louisiane et du Mississippi, comme l'agglomération Gulfport-Biloxi : rappelons ici qu'aux vents sévères et aux pluies records qui accompagnent le passage de l'ouragan, vient s'ajouter l'effondrement des digues et l'inondation de 80% de la ville de la Nouvelle-Orléans, avec des hauteurs d'eau atteignant cinq mètres dans certaines rues. Cette inondation s'étale sur plusieurs semaines, réalimentée par le passage des pluies de l'ouragan Rita, quelques jours après Katrina (Kates *et al.*, 2006). La FEMA estime que presque 650 000 personnes sont comprises dans la zone endommagée, identifiée comme ayant été inondée ou gravement endommagée par le passage de l'ouragan, dans l'aire métropolitaine de la Nouvelle-Orléans et l'agglomération Gulfport-Biloxi. 44% de la population de l'aire métropolitaine vit dans une zone endommagée, 73% dans la seule ville-centre (Orleans Parish) de la Nouvelle-Orléans. La violence des impacts sociaux peut étonner, d'autant plus que l'aléa lui-même est d'une intensité inférieure à d'autres ouragans ayant précédemment frappé l'agglomération (ouragans Betsy et Camille dans les années 1960) (Hernandez, 2010) : la fragilité du tissu social apparaît ici comme l'élément clé des évolutions démographiques et économiques post-ouragan.

2.3.2.2.1 Evolutions démographiques

Katrina ayant vidé la ville de ses habitants à la suite de l'évacuation massive menée avant et après son passage, le retour des populations et le rebond démographique ont lieu à un rythme très lent. En juillet 2006, presque un an après le passage de l'ouragan, l'aire métropolitaine n'a retrouvé que 75% à 80% de sa population d'origine. Mais c'est bien la ville centrale qui connaît le plus de difficultés : en janvier 2006, les premières estimations fiables de la population de l'Orleans Parish donnent un total de 158 000 habitants, soit 1/3 du total pré-ouragan (455 000 habitants) ; au milieu de l'année, ce total remonte à 223 000 habitants, soit la moitié du total ; fin 2007, on en compte 320 000, soit 70% du total (Sastry, 2009). A plus long terme, en 2010, la ville-centre retrouve 78% de sa population pré-Katrina (Liu et Plyer, 2010). Ces pertes sont plus modestes hors de la ville-centre, certains comtés périphériques situés le long du lac Pontchartrain ou en aval de la Nouvelle-Orléans profitant même du départ des populations de la ville pour gagner en effectifs. En 2010, l'aire métropolitaine retrouve ainsi plus de 90% de sa population pré-Katrina. Ce lent retour s'accompagne d'une évolution de la composition de la population, avec une baisse de la part des Noirs dans la population de la ville-centre, une augmentation des personnes âgées, une augmentation de la taille des ménages. Les populations pauvres et noires des quartiers les plus endommagés préfèrent partir, en l'absence

d'opportunités économiques mais aussi de logements (les logements loués et les logements sociaux étant moins susceptibles d'être reconstruits que les logements propriétaires : la part des logements sociaux est d'ailleurs déjà en diminution durant les années qui précèdent Katrina) (Falk *et al.*, 2006).

L'augmentation de la taille des ménages est quant à elle mécanique, du fait de la réduction du stock de logement, entraînant une cohabitation forcée des personnes au sein des logements encore debout (Vigdor, 2008). De fait, au sein de la ville-centre, la plus touchée par les inondations, le stock de logements chute de 215 000 en 2000 à 72 000 en 2006 (en décomptant les logements détruits et les logements vacants car inhabitables), soit une chute de 2/3. Cette destruction est moins marquée hors de la ville-centre, avec un déficit inférieur dans le reste de l'aire métropolitaine (62 000 logements détruits ou vacants), et dans l'agglomération de Gulfport-Biloxi la perte de 15 000 logements. Outre l'augmentation de la taille des ménages, cette réduction du stock de logements se traduit par une flambée des prix de la location immobilière, avec une augmentation du coût médian de la location de 48% au sein de la ville-centre entre 2004 et 2006. Cette inflation immobilière s'accompagne, après quelques premiers mois d'atonie, d'une forte volatilité du marché, avec des achats et ventes en forte croissance (Liu *et al.*, 2006a), qu'on retrouve dans d'autres événements (Zhang et Peacock, 2009). Elle se traduit aussi par une multiplication des émissions de permis de démolir et de construire, qui s'intensifie durant la première année de reconstruction. A plus long terme, la tension sur l'immobilier apparaît toujours aussi forte et pèse sur les dépenses des locataires : 58% des locataires utilisent plus de 35% de leurs revenus avant taxation pour payer leur loyer, contre 41% à l'échelle nationale (Liu et Plyer, 2010).

2.3.2.2.2 Tendances économiques

Ce décrochage démographique s'accompagne d'un lourd choc économique, moins marqué et moins durable toutefois. Sur le marché du travail, les destructions d'emplois sont gigantesques : entre 150 000 et plus de 200 000 emplois ont ainsi été détruits le mois qui a suivi l'ouragan en Louisiane, soit entre 24% et 34% du total pour cet Etat (Garber *et al.*, 2006). Le Mississippi, l'autre Etat affecté par Katrina, subit des effets beaucoup plus marginaux (-1,2% de l'emploi). Cette destruction s'accompagne de façon mécanique d'une augmentation brutale du taux de chômage dans les deux zones après le passage de l'ouragan Katrina (Bureau of Labor Statistics, 2006) : le taux de chômage, de 5% dans l'aire de la Nouvelle-Orléans avant Katrina, grimpe à 18% en septembre 2005, puis décroît progressivement, pour revenir à 7% en juin 2006. Dans l'aire de Gulfport-Biloxi, l'accroissement initial est plus brutal encore (22% en septembre 2005), et la décrue plus limitée (taux de chômage de 12% encore en juin 2006). Il faut cependant nuancer ici le propos. Si le taux de chômage décroît si rapidement, c'est aussi, dans le cas de la Nouvelle-Orléans, du fait d'une chute du nombre d'actifs, plus importante que le nombre d'emplois détruits (Vigdor, 2008) : ce déséquilibre entre offre et demande de travail, notamment dans le secteur demandeur en main d'œuvre du BTP, appelle à une augmentation conséquente des salaires moyens et une inflation des prix.

Le rattrapage économique continue les années suivantes : du fait des activités de reconstruction et de l'importance des industries pétrolières et gazières, mais aussi du fait d'un effet de rattrapage, l'aire métropolitaine de la Nouvelle-Orléans semble mieux résister à la récession de 2008 que le reste des Etats-Unis, avec une perte d'emplois de 1,4% seulement contre 4,3% à l'échelle nationale. En parallèle, les salaires moyens rattrapent les salaires observés à l'échelle

nationale, du fait d'une croissance des emplois à forte valeur ajoutée, et d'une chute des emplois à bas salaire dans les secteurs du tourisme et de l'hébergement. Cette croissance des salaires se cumule avec une diminution du taux de pauvreté inédite depuis trente ans, qui chute à 23% en 2010 (Liu et Plyer, 2010).

A très long terme toutefois, au sein de la ville de la Nouvelle-Orléans, la situation économique semble de plus en plus clivée, avec une différenciation économique aggravée entre ménages blancs et ménages noirs, avec une montée en puissance des inégalités raciales qui se cumule avec les inégalités sociales : en 2015, le taux d'emploi des hommes blancs est de 77%, soit la moyenne nationale, contre 57% pour les hommes noirs. Si le revenu médian des ménages blancs se situe au niveau de la moyenne nationale pour ces mêmes ménages, le revenu médian des ménages noirs de la Nouvelle-Orléans est inférieur de 20% à la moyenne nationale des ménages noirs, illustrant une plus forte disparité raciale et sociale au sein de la Nouvelle-Orléans. De même, après avoir baissé dans un premier temps, le taux de pauvreté remonte pour retrouver ses niveaux pré-ouragan (27%). Plus largement, il apparaît que l'après-Katrina a conduit les ménages riches à s'enrichir, les ménages pauvres (et noirs) à s'appauvrir (Plyer *et al.*, 2015).

2.3.2.3 Politiques de reconstruction : un impact aggravant

Les politiques publiques ont eu un impact aggravant sur les tendances démographiques observées durant la période post-Katrina. Elles ont aussi conduit à accentuer les disparités géographiques et sociales observées *a priori*.

2.3.2.3.1 Conduite et aides publiques : une multiplicité d'acteurs et de dispositifs

Les aides publiques sont mises en place de façon incrémentale, et non de façon massive, à mesure que les autorités publiques prennent conscience de l'ampleur des dommages (Kamel, 2012). La conduite de la reconstruction apparaît ainsi relativement désordonnée. Elle implique différents niveaux d'acteurs, l'Etat fédéral, l'Etat fédéré de Louisiane, les autorités municipales et locales, ce qui implique divers problèmes de coordination, des coûts supplémentaires et des gaspillages, et retarde la mise en œuvre opérationnelle de la reconstruction (Comfort *et al.*, 2010).

A l'échelle locale et municipale, un premier plan de reconstruction, approuvé par le maire Ray nagin, sort trois mois après le passage de l'ouragan, suivi d'un second plan de même facture (*Bring New Orleans Back Commission Plan*) ; ces deux plans sont issus d'une réflexion *top-down*, à l'échelle des autorités municipales, et sont très critiqués du fait de leur caractère fortement discriminant. En réaction, diverses réflexions issues de la société civile, associant notamment des ONG et des universités, débouchent sur d'autres plans de reconstruction : à l'échelle de l'Etat fédéré, le *Louisiana Speaks Plan* ; à l'échelle de la Nouvelle-Orléans, avec les plans Lambert (*Neighborhood Rebuilding Plans*) et l'*Unified New Orleans Plan*, décliné en 16 plans locaux ; à l'échelle de quartiers de la Nouvelle-Orléans, des initiatives plus locales comme l'*ACORN Plan* pour le Lower Ninth Ward. L'intégration de ces initiatives locales au sein des plans officiels de reconstruction de la municipalité est contrastée (Comfort *et al.*, 2010) :

- Le *Hazard Mitigation Plan*, approuvé en mars 2006, prend peu en compte ces initiatives. C'est pourtant un plan essentiel car il conditionne l'accès aux fonds fédéraux du *Hazard*

Mitigation Grant Program (HMGP), gérés à l'origine par la FEMA et débloqués après les ouragans Katrina et Rita.

- A l'inverse, le *Recovery Implementation Plan*, développé par les autorités municipales, intègre la cartographie des zones prioritaires de la ville de la Nouvelle-Orléans mise en œuvre par l'*Unified Orleans Plan*. Ce plan de reconstruction permet à des zones considérées comme prioritaires d'avoir accès à des fonds fédéraux, les *Community Development Block Grants* (CDBG).

A cette profusion d'initiatives locales, il faut rajouter les différentes aides et actions fédérales de reconstruction : cohabitent les plans de reconstruction des ouvrages de protection par l'*US Army Corps of Engineers (Louisiana Coastal Protection et Restoration)* ; le programme d'assurances *National Flood Insurance Program* ; les prêts accordés aux entreprises et aux particuliers par le *Small Business Administration* ; le financement du *Road Home Program* dans le cadre des CDBG déjà cités, qui offre des aides financières aux ménages propriétaires pour qu'ils reconstruisent leur logement ; le développement d'une *Gulf Opportunity Zone* (Go Zone) qui permet des exemptions d'impôts aux ménages et entreprises résidents (Comfort *et al.*, 2010; Gotham, 2015). Cette multiplicité d'acteurs se traduit par l'émission tous azimuts de dispositifs de reconstruction par différentes autorités (Figure 49) :

Table 1 Formal Post-Katrina Planning Efforts in New Orleans and the Gulf Coast

Urban Land Institute's Strategy for Rebuilding New Orleans (2005)
Mayor Ray Nagin's Bring New Orleans Back Commission Plan (2006)
City Council's New Orleans Neighborhoods Rebuilding (Lambert) Plans (2006)
FEMA's ESF-14 Plan (2006)
New Orleans City-Assisted Evacuation Plan (2006)
Orleans Parish Hazard Mitigation Plan (2006)
Redevelopment Plan for Broadmoor (2006)
ACORN People's Plan for Rebuilding the Lower Ninth Ward (2007)
Louisiana Speaks Regional Plan (2007)
Unified New Orleans Plan (2007)
Office of Recovery Management's Citywide Recovery Implementation Strategy (2007)
New Orleans Strategic Recovery and Redevelopment Plan (2007)
GreenOLA Strategy for a Sustainable New Orleans (2008)
Louisiana Comprehensive Plan for a Sustainable Coast (2007)
New Orleans Long-Term Community Recovery Plan (2007)
Army Corps Interagency Performance Evaluation Task Force Report (2008)
Army Corps Louisiana Coastal Protection and Restoration Plan (2008)
New Orleans Master Plan (2008–present)
New Orleans Multi-Hazard Mitigation Plan Update (2009–present)

Figure 49. Liste des plans de reconstruction émis entre 2005 et 2010 (Source : Comfort *et al.*, 2010).

Cette multiplicité d'acteurs et de plans de reconstruction a par ailleurs lieu dans un contexte législatif évolutif : les problèmes rencontrés pendant la crise puis la reconstruction par l'Etat fédéral et ses supplétifs (la FEMA en premier lieu) ont donné lieu à diverses réformes, dont le *Post-Katrina Act* qui réforme le fonctionnement de la FEMA (Comfort *et al.*, 2010).

2.3.2.3.2 Une reconstruction favorisant le *statu quo* et l'exclusion des plus pauvres

La conduite opérationnelle de la reconstruction donne le primat aux secteur privé et associatif : par le biais de subventions à ce dernier, de délégations de services publics au secteur privé, en

confiant aussi à ce dernier la gestion de certaines aides publiques, les autorités encouragent la décentralisation et la privatisation du processus de reconstruction mais aussi du fonctionnement courant des services publics (Gotham et Greenberg, 2014). Le problème demeure que l'action privée et les orientations du marché tendent à favoriser les quartiers riches (comme le French Quarter) au détriment des quartiers pauvres (et noirs), dans la mesure où les plus riches ont les moyens d'attirer les investissements privés pour répondre aux besoins de la reconstruction.

Associée à cette conduite de la reconstruction par le privé, l'orientation des financements publics tend aussi à accroître les inégalités créées par les effets de marché. Pour corriger ces inégalités, il faut pouvoir cibler strictement dans l'octroi des aides financières les quartiers les plus pauvres (Baade *et al.*, 2007) : c'est loin d'être le cas, et ces financements tendent plutôt à encourager les disparités pré-existantes. Gotham et Greenberg (2014) évoquent même une dépossession des habitants les plus pauvres de leurs capitaux et de leurs droits. Citons pour exemple :

- Les prêts octroyés aux particuliers et aux entreprises par la Small Business Administration (SBA), qui excluent de leur périmètre les ménages à bas revenus, du fait de leur faible solvabilité. Il en est de même pour d'autres aides de la FEMA, qui sont souvent débloquées à la condition d'être éligible aux prêts de la SBA (Mueller *et al.*, 2011). La philosophie qui dicte l'octroi de ces aides est en cause : celles-ci visent à compenser des pertes, non à répondre à des besoins ; elles favorisent donc les plus riches, qui ont perdu plus en valeur absolue, et permettent de restaurer un *statu quo* (Kamel, 2012).
- L'abrogation du Davis-Bacon Act dans les zones affectées par l'ouragan, qui lui aussi a des conséquences malheureuses : cette loi prévoit que les entreprises travaillant sur des contrats fédéraux paient leurs salariés *a minima* au salaire médian. En abrogeant cette loi, l'objectif est de créer des emplois supplémentaires. Le problème demeure qu'une des difficultés économiques de la Nouvelle-Orléans relève justement du grand nombre de travailleurs à bas salaires : une telle décision ne peut donc que favoriser ce développement du travail à bas coût et *in fine* de la pauvreté endémique de la ville (Masozera *et al.*, 2007).
- Cette distribution inégale des aides fédérales par rapport aux besoins est exacerbée dans le cas de Katrina, mais se retrouve dans d'autres événements, par exemple après le séisme de Northridge à Los Angeles (Kamel et Loukaitou-Sideris, 2004).

2.3.2.3.3 Les ménages propriétaires ciblés

Un autre aspect des politiques de reconstruction de l'après-Katrina est la priorité donnée aux ménages propriétaires, notamment du fait du programme *Road Home*.

Ce dernier cible à l'origine strictement les ménages propriétaires en leur octroyant des aides financières pour réparer des dommages non assurés ou non compensés. Subséquemment, entre 2004 et 2006, le stock de logements en location chute de sept points de plus que le stock de logements propriétaires dans la ville de la Nouvelle-Orléans. Si le programme comprend un volet locataires à partir de décembre 2007 (*Small Rental Property Program*), il est largement sous-exploité (Vigdor, 2008). Or, cette différenciation propriétaires-locataires se traduit par des discriminations géographiques fortes : la ville de la Nouvelle-Orléans apparaît ainsi désavantagée par rapport au reste de son aire métropolitaine et par rapport à l'agglomération voisine de Gulfport-Biloxi ; de même au sein de la ville de la Nouvelle-Orléans, les différents

quartiers ne sont pas égaux face à cette question. Elle se traduit aussi par des discriminations raciales, la part de Noirs propriétaires étant inférieure à la part de Blancs propriétaires (Logan, 2006). Elle se traduit enfin par des discriminations sociales : d'une part, les ménages propriétaires sont susceptibles d'être plus aisés que les ménages locataires ; d'autre part, les ménages propriétaires de logements faiblement valorisés sur un plan foncier sont également défavorisés par les modalités du programme *Road Home* : en effet, le montant de l'aide accordée est égal au coût des réparations, ou à la valeur du logement avant Katrina, si cette valeur est inférieure au coût des réparations (Gotham, 2015). Cette préférence donnée à la reconstruction des propriétaires, au détriment du parc locatif, se retrouve dans d'autres contextes, en Turquie par exemple après les séismes de 1999 (Johnson, 2007b).

Il faut toutefois nuancer cette préférence donnée aux ménages propriétaires : Finch *et al.* (2010) mettent en avant l'impact limité des aides du programme *Road Home* sur le taux de retour des populations. Ils soulignent aussi le fait que ce sont les quartiers avec un haut niveau d'endommagement, mais un niveau médian de vulnérabilité, qui connaissent le plus faible taux de retour (comme le Pontchartrain Park), à savoir des quartiers comprenant une part importante de populations propriétaires en maison individuelle, issues des classes ouvrières et de la petite classe moyenne noire. Les populations de ces quartiers ne sont pas assez riches pour se reconstruire sur leurs propres deniers, ni pour être correctement assurées. A l'inverse, elles peuvent ne pas être suffisamment pauvres pour postuler à certaines aides fédérales. Finch *et al.* (2010) considèrent qu'il s'agit des « *oubliés de Katrina* », sur qui pèsent l'essentiel des impacts à long terme de la catastrophe.

2.3.2.3.4 La reconstruction freinée des quartiers les plus endommagés

Les politiques publiques ont également découragé la reconstruction des quartiers les plus fortement endommagés, parfois sciemment, parfois à titre involontaire.

D'abord, de façon volontaire : le premier plan de reconstruction du maire Nagin, puis les travaux de la *Bring New Orleans Back Commission* visent à favoriser les quartiers les moins endommagés, appelés *Immediate Opportunity Areas*, au détriment des quartiers plus endommagés, *Neighborhood Planning Areas* (Logan, 2006). Ces quartiers plus endommagés doivent faire la preuve de leur viabilité par la préparation de plans de développement locaux, au risque sinon d'être convertis en espaces verts potentiels (Green *et al.*, 2007). Or, ces quartiers fortement endommagés concentrent la plus forte proportion de Noirs, des populations locataires pauvres. L'objectif de la municipalité est ici d'utiliser le processus de reconstruction pour faire table rase, de profiter de l'espace libéré, entre autres choses pour développer les infrastructures touristiques : toute une rhétorique se développe de fait autour du développement touristique et culturel de la ville, pendant l'après-Katrina (Gotham et Greenberg, 2014).

Involontairement, ces mêmes politiques ont aussi favorisé les territoires moins endommagés, en particulier par le biais de la GO Zone : cette politique de franchise fiscale cible sans discrimination de nombreux territoires situés le long du Golfe du Mexique. Les entreprises des territoires les moins endommagés ont pu faire des demandes de franchise très rapidement, accentuant leur attractivité, au détriment des entreprises et des territoires plus lourdement affectés. Alors que la ville-centre de la Nouvelle-Orléans concentre la moitié du stock de logements détruits, elle a reçu moins de 4% des aides fournies par la GO Zone ! Certains quartiers, comme le très pauvre et très endommagé Lower Ninth Ward, n'ont même rien reçu. A cette inégalité territoriale s'est de plus surajoutée une inégalité organisationnelle, les grandes

entreprises de la pétrochimie concentrant les aides fiscales, au détriment des PME (Gotham, 2015).

Aussi, la reconstruction des services publics et des infrastructures apparaît lente au sein de la ville de la Nouvelle-Orléans, du fait d'une aide fédérale lente à venir pour pallier la base fiscale de la ville rabotée par le départ des contribuables, du fait aussi du départ des usagers (Liu *et al.*, 2006a). Mi-2006, les services publics fonctionnent à moins de la moitié de leur capacité pré-ouragan. Du point de vue des réseaux, 17% des bus sont en fonction, le réseau de gaz alimente 41% des clients qu'il alimentait avant l'ouragan, taux qui monte à 60% pour le réseau électrique, avec toutefois de vastes zones de Lakeview et du Lower Ninth Ward qui demeurent dans l'obscurité. Les services sociaux et éducatifs ne sont pas en meilleur état : la moitié seulement des hôpitaux est fonctionnelle, 34% des écoles et 23% des crèches ouvertes, essentiellement dans les quartiers peu endommagés (Uptown, Garden District, Algiers). En décembre 2006, l'état des lieux est à peine meilleur : 49% des écoles sont ouvertes, 30% des crèches, 64% des hôpitaux ; les réseaux d'électricité et de gaz demeurent en revanche dans le même état (Liu *et al.*, 2006b).

L'expérience de la Nouvelle-Orléans nous interroge dans le cas de la Seine : un scénario d'inondation R1 ou R115 apparaîtrait, en termes de dommages exprimés sur l'infrastructure ou le logement, similaire en volumes à ce que fut l'ouragan Katrina, comme nous le verrons dans la partie résultats. Une politique de reconstruction telle qu'observée pour la Nouvelle-Orléans ne pourrait qu'aggraver les inégalités sociales et spatiales fortes qui tissent le territoire francilien. Inversement, d'un point de vue démographique, le cas francilien s'éloigne de l'expérience de Katrina : au vu des spécificités de la Nouvelle-Orléans, notamment de son lent déclin démographique, le choc démographique causé par Katrina n'est pas susceptible de se reproduire en Ile-de-France, du moins pas à l'échelle de l'agglomération et de l'aire métropolitaine prise dans son ensemble : ce qui ne signifie pas, pour autant, que ce risque n'existe pas à une échelle plus locale, au sein de certains quartiers fragiles.

2.3.3 Spécificités de l'aléa inondation et retours d'expérience applicables

Si les retours d'expérience de catastrophes massives permettent d'avoir un aperçu des enjeux extraordinaires de la reconstruction de la région francilienne, en cas d'inondation majeure, il faut relever que ces retours d'expérience apparaissent relativement éloignés, en termes de cinétique, de notre cas d'étude : certes, la cinétique joue un rôle moins évident dans la reconstruction qu'elle ne le fait pendant la gestion de crise et l'évacuation ; toutefois, il est possible d'identifier au moins une spécificité de l'inondation de plaine, la longue durée de reconstruction.

2.3.3.1 Un rôle moins évident de la cinétique dans la reconstruction

Si les retours d'expérience les plus étudiés, notamment l'aléa sismique, relèvent d'une cinétique bien différente de celle d'une inondation, cette cinétique ne semble pas jouer un rôle primordial dans la gestion de l'après-crise, à l'inverse de la gestion de l'urgence. La cinétique joue ainsi un rôle absolument primordial dans le processus d'évacuation. Ce qui explique, à titre annexe, que les événements à cinétique immédiate aient été écartés de l'état de l'art du chapitre 2 et non du chapitre 4, où peuvent être inclus tornades (Bolin et Bolton, 1986) et surtout séismes (Kamel et Loukaitou-Sideris, 2004). Ainsi, pour ces derniers événements, la gestion de l'urgence implique des évacuations post-catastrophe, et non des évacuations préventives, qui sont censées

prévaloir en cas de crue majeure de la Seine (au moins pour une partie de la population). De même, la violence de l'aléa, inouïe dans le contexte d'un séisme, entraîne des destructions massives sur le bâti qui sont sans commune mesure avec les autres événements d'origine naturelle. Ces destructions prennent par ailleurs un caractère soudain, et l'immédiateté de la catastrophe, conduit les personnes, d'une minute à l'autre sans abri, à se tourner en masse vers les hébergements d'urgence en collectivité. A l'inverse, lors d'un événement à cinétique plus lente, les populations ont le temps de trouver une solution alternative chez des proches ; de même, la proportion de sans abri est généralement beaucoup plus faible. Le tout conduit à des taux d'hébergement en collectivité incomparables entre des séismes et d'autres types d'événements. L'importance du contexte cinétique apparaît de fait moins crucial dans le contexte post-crise de reconstruction, qui donne le primat au contexte sociodémographique dans lequel la catastrophe prend place.

2.3.3.2 La longue reconstruction post-inondation : une période post-crise proportionnelle à la longue durée de la crise

Il est toutefois possible d'identifier certaines spécificités propres à l'inondation, dans les impacts sociaux de long terme, à partir des retours d'expérience à notre disposition – des événements qui revêtent certes rarement un caractère aussi massif que les séismes de Kobe ou du Tohoku au sein des pays développés. La seule exception pourrait être, de façon étonnante, la catastrophe de Katrina : cette dernière relève en effet, non seulement du passage de l'ouragan, mais aussi de l'inondation provoquée en cascade par les ruptures de digues, ayant provoqué l'essentiel des dégâts. Ces spécificités permettent d'entrevoir les contours d'une reconstruction hypothétique de la région Ile-de-France après une crue majeure.

Les conséquences d'une inondation apparaissent avoir un caractère particulièrement durable, en comparaison d'autres événements d'origine climatique. Dans une étude sur l'impact de catastrophes naturelles sur le bien-être subjectif en Allemagne entre 2000 et 2011, les conséquences négatives des inondations revêtent un caractère bien plus durable que les tempêtes, qui se dissipent à l'inverse rapidement (von Möllendorff et Hirschfeld, 2016). Ce caractère plus durable est à mettre en relation avec la cinétique de l'inondation, en particulier de l'inondation de plaine, qui peut s'étaler sur de longues semaines. Or, il existe une relation observée empiriquement entre la durée de la crise, la phase de restauration et la phase de reconstruction. Cette relation a été mise en évidence à partir de divers retours d'expérience, américains, italiens, nicaraguayens : la phase de restauration s'étale sur une durée égale à dix fois le temps de la crise, la phase de reconstruction dix fois le temps de restauration (Kates *et al.*, 2006 ; Kates et Pijawka, 1977), soit un rapport de 1 à 100 entre le temps de la gestion de crise et le temps de la reconstruction. Cette relation peut certes apparaître caricaturale : les différentes phases se recoupent partiellement ; il est difficile de déterminer l'événement qui précipite la fin de la crise et le début de l'après-crise (retour du cours d'eau dans son lit mineur, drainage complet des rues, fermeture des centres d'hébergement d'urgence ?), de même qu'il est malaisé de distinguer ce qui relève de la reconstruction des opérations de développement urbain (Moatty, 2015 : 151). Il n'en demeure pas moins qu'un événement à cinétique lente tend à allonger la durée de la crise. Kates *et al.* (2006) prédisent ainsi avant l'heure, dans le cas de la Nouvelle-Orléans, un temps très long de reconstruction en raison d'une durée de crise également importante (Figure 50). Du fait des inondations provoquées par les ruptures de digues, la durée de crise a été longue, *a minima* égale à six semaines, la fin de ce délai marquant la fin du drainage des rues inondées de la ville. Avec six semaines de crise, il faut compter 40

à 60 semaines de restauration et huit à onze ans de reconstruction. Or, ces six semaines de crise correspondent plus ou moins à la durée d'une crue majeure de la Seine, en cas de scénario d'inondation égal ou supérieur à R1 (100% du débit atteint en janvier 1910, ou plus).

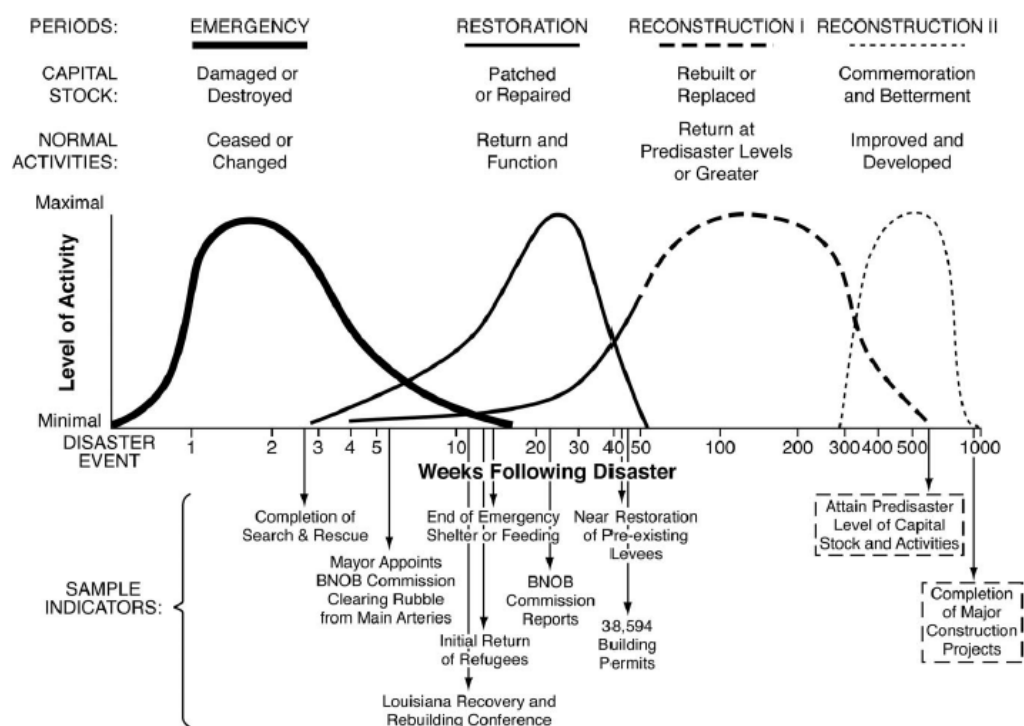


Fig. 2. The sequence and timing of reconstruction after Katrina in New Orleans with actual experience (solid lines) and sample indicators for the first year along a logarithmic time line of weeks after the disaster. The long-term projections (dashed lines) are based on an emergency period of 6 weeks, a restoration period of 45 weeks, and a 10-fold historical experience for reconstruction.

Figure 50. Chronologie estimée de la reconstruction de la Nouvelle-Orléans selon la fonction empirique du temps de reconstruction sur le temps de gestion de crise (Source : Kates et al., 2006).

Le cas des inondations des plaines du Midwest en 1993, aux Etats-Unis, permet encore d'illustrer la spécificité de l'aléa. S'il s'agit d'une catastrophe au caractère bien moins massif que ne le serait une inondation francilienne, il permet néanmoins d'illustrer les conséquences durables d'une très longue crue de plaine. L'ancien maire de la localité de Valmeyer (Illinois) relate dans un article la reconstruction de sa collectivité (Knobloch, 2005). Après six mois d'une lente montée des eaux du Mississippi, le niveau dépasse celui de la digue de protection le 1^{er} août 1993, avant que les eaux ne s'écoulent dans la localité puis dans la plaine alentour : le niveau élevé de l'eau dans certains quartiers (plus de 5 mètres d'eau dans certaines rues), les courants rapides, les va-et-vient de l'eau sapent les bâtiments et leurs fondations. Après deux mois d'inondation, plus de 90% des bâtiments apparaissent gravement endommagés, d'après la classification de la FEMA. Le processus de reconstruction est enclenché rapidement, du moins du point de vue de la réflexion : avant même le reflux de l'eau, plusieurs comités citoyens se mettent en place pour réfléchir au futur de la localité. En novembre 1993, ces comités transmettent un plan de relocalisation du bourg sur une parcelle située hors zone inondable, à deux kilomètres de sa localisation originale. Il faut toutefois attendre avril 1994 avant d'obtenir les aides nécessaires des bailleurs de fonds (bailleurs venus de l'Etat fédéral, de l'Illinois, de l'échelle locale) pour construire les infrastructures sur la nouvelle parcelle et racheter les propriétés inondées. Parallèlement, les habitants vivent dans des mobile-homes fournis par la

FEMA dans un camp situé dans une ville à proximité de l'ancienne Valmeyer. *In fine*, la multiplication des bailleurs de fonds ralentit la reconstruction : il faut attendre fin 1995 avant que ne soient livrées les infrastructures de base, et avril 1996 avant que ne s'ouvrent les premières classes d'école, avec le retour dans la même période de 60% des habitants d'origine, mais de 25% seulement des entreprises. Le délai, supérieur à deux ans, est ici rédhibitoire pour ces dernières, forcées de fermer ou de se relocaliser dans les villes alentour. A cette date (soit 2 ans et demi après l'occurrence de la crue), la reconstruction n'est donc qu'à grand peine entamée.

Pour conclure, ces retours d'expérience permettent de mettre en évidence certains risques d'ordre social qui pèsent pendant les phases de relogement et de reconstruction. Ces risques consistent, entre autres, en une aggravation des inégalités sociales, raciales, géographiques préexistantes. Ils sont d'autant plus élevés quand la période de reconstruction s'étale dans la durée, ce qui serait nécessairement le cas pour une vaste inondation de plaine de l'agglomération francilienne.

En guise de conclusion à cette seconde partie, l'état de l'art a permis d'identifier les variables clés prédictives de la capacité de reconstruction des entreprises comme des ménages. Certaines peuvent apparaître évidentes : le rôle de l'exposition bien sûr et les facteurs environnementaux *largo sensu* ; l'interdépendance entre le tissu économique et le tissu social, et l'importance des variables relatives au capital économique et financier et aux revenus, dans le cas des entreprises mais surtout des ménages. D'autres peuvent en revanche être sous-estimées, en premier lieu le caractère collectif de la reconstruction : cette dernière donne toute sa place au capital social, à la capacité d'une collectivité à faire corps et à créer un réseau autour d'elle. Les retours d'expérience développés, au Japon, à la Nouvelle-Orléans, viennent renforcer cet état des lieux, et illustrent les risques qui se posent pendant les phases de relogement et de reconstruction, en termes de décrochage démographique mais surtout de montée en puissance des inégalités sociales et géographiques. Ce sont ces inégalités qu'il convient de représenter, dans le développement d'une méthodologie *ad hoc* appliquée à la région francilienne.

3 METHODOLOGIE : CALCUL DE L'ENDOMMAGEMENT TERRITORIAL ET D'UN INDICE DE DESTABILISATION SOCIALE

Dans cette troisième partie est développée la méthodologie d'étude appliquée à la représentation des impacts sociaux post-crise au sein de la région Ile-de-France et à la capacité de reconstruction des populations. Elle s'appuie sur des objectifs ciblés et répond à un intérêt scientifique identifié ; elle mène au calcul d'un endommagement territorial et d'un indice de déstabilisation sociale.

3.1 OBJECTIFS ET INTERET SCIENTIFIQUE

La méthodologie développée dans ce chapitre vise à répondre aux enjeux posés par l'état de l'art, par le biais d'objectifs scientifiques et opérationnels ciblés : l'état de l'art permet d'identifier des variables potentiellement prédictives de la capacité de reconstruction des ménages ; la méthodologie développée ici vise à représenter sur un plan cartographique ces variables. Elle permet de ce fait de pallier certaines lacunes identifiées par la recherche internationale, dans le développement d'outils cartographiques opérationnels.

3.1.1 Objectifs scientifiques et opérationnels

La méthodologie présentée dans le cadre de ce chapitre vise à identifier, dans l'espace, la capacité de reconstruction des populations, à l'échelle communale. Elle s'appuie sur le calcul d'un ratio d'indisponibilité et d'endommagement territorial, représentant l'altération des services et infrastructures de base nécessaires à la vie quotidienne des populations. Ce ratio est ensuite croisé à un indice de déstabilisation sociale (IDS), représentant la susceptibilité d'une population d'une commune donnée à subir sur le long terme les conséquences négatives d'une inondation majeure de la région Ile-de-France – assimilée à sa capacité de reconstruction. C'est le cumul des deux qui permet de déterminer les territoires qui apparaissent les plus susceptibles d'être fortement déstabilisés dans leur tissu social et démographique : parmi les communes les plus endommagées, celles avec le profil social présentant le plus de risque sont à surveiller spécifiquement.

Pour reprendre les conclusions de notre état de l'art relatif aux facteurs favorables à la reconstruction des populations, l'endommagement territorial permet de représenter l'environnement post-crise dégradé, qui défavorise le retour au logement des ménages ; l'indice de déstabilisation sociale permet de souligner le rôle intrinsèque des caractéristiques individuelles et collectives des populations, existant *a priori*, dans la reconstruction de ces dernières. La distinction méthodologique entre conditions environnementales d'une part, et tissu social d'autre part, suit la même logique que la distinction faite dans la méthodologie d'estimation des besoins en cas d'évacuation massive.

3.1.2 Intérêt scientifique

D'un point de vue scientifique, cette méthode se justifie, et vise à apporter une plus-value à la recherche existante sur la capacité de reconstruction des populations, leur représentation opérationnelle, la mise en évidence des disparités territoriales à cet égard. Deux justifications complémentaires peuvent être avancées : (1) une approche combinatoire innovante ; (2) le besoin de faire face au déficit de méthodes d'évaluation cartographique et statistique de la capacité de reconstruction des populations.

- (1) D'abord, notre méthode combine une double approche, environnementale et sociale, de la même manière que dans le chapitre 2 ; elle nous permet de prendre en considération :
 - (a) l'exposition du territoire à l'aléa par le calcul de ce que nous appelons l'endommagement territorial, (b) les caractéristiques sociales et démographiques de la population, par le calcul d'un indice de déstabilisation sociale ; le tout en distinguant d'un point de vue conceptuel ces deux dimensions, territoriale et sociale.

- (2) Les méthodes existantes d'évaluation cartographique et statistique de la capacité de reconstruction n'apparaissent pas convenir à notre cas d'étude, que ce soit les méthodes d'évaluation des dommages ou les indices de vulnérabilité ou de résilience dédiés à représenter la capacité de reconstruction :

En ce qui concerne la représentation de l'endommagement territorial, les méthodes d'évaluation sous SIG des dommages physiques des inondations sont nombreuses. Elles ont cependant une logique souvent assurancielle, visant à exprimer un dommage, direct ou indirect, sous une forme monétaire (IIBRBS, 1998 ; Merz *et al.*, 2010 ; Hammond, 2014 ; de Moel *et al.*, 2015 ; Torterotot, 1993) ; elles ont par ailleurs une logique probabiliste, travaillant sur la probabilité annuelle d'un lieu à être inondé. A l'inverse, peu de méthodes ont une approche fonctionnelle, qui permettent de mettre en évidence l'endommagement spécifique des structures et infrastructures indispensables au maintien et au retour des populations sinistrée – et ce pour un scénario donné, sans considération de la probabilité d'occurrence. Surtout, il est rare de travailler sur l'endommagement physique de bâtiments à une échelle aussi large que celle d'une région, comme c'est notre cas : cette échelle d'analyse appelle à certains choix méthodologiques, à une représentation simplifiée et synthétique de l'endommagement physique du bâti.

En ce qui concerne le développement d'indices *ad hoc*, il existe peu de méthodes pour évaluer *a priori* le risque sociodémographique de non reconstruction, ou de mal reconstruction, des populations, sur un territoire exposé à une catastrophe naturelle. Celles qui existent ont une approche généraliste (Finch *et al.*, 2010 ; Myers *et al.*, 2008), qu'on retrouve aussi dans les méthodes évaluant la propension des populations à évacuer ou à trouver un hébergement par leurs propres moyens (voir dans le chapitre 2 la sous-partie sur l'application de la méthode de Chakraborty *et al.* (2005)). Ces méthodes s'appuient sur un état de l'art portant sur la vulnérabilité ou la résilience des populations, mais peinent à prendre en compte la spécificité de la reconstruction et des impacts sociaux sur le temps long.

Notons cependant deux exceptions innovantes :

- Le développement d'un indice de risque de déplacement (Indice DRI – *Displacement Risk Index*) par Esnard *et al.* (2011). Cet indice vise à représenter les disparités géographiques, entre les comtés du sud-est des Etats-Unis, dans la susceptibilité de chacun d'eux à connaître des déplacements de populations sur le temps long, dans l'hypothèse du passage d'un ouragan dévastateur. L'approche est intéressante et inspire nos propres travaux : elle présente cependant, elle aussi, l'inconvénient d'utiliser de préférence des variables issues de réflexions générales sur la vulnérabilité sociale et physique et la résilience, tendant à délaissier les variables spécifiques au déplacement de populations tirées des retours d'expérience.
- Les travaux de De Bruijn (2005), qui intègrent le développement de divers indicateurs de résilience, dont un indicateur dédié à l'estimation d'un rythme de retour à la normale (*recovery rate*) : cet indicateur est construit à partir de trois facteurs (facteurs physiques, liés au temps de ressuyage et de drainage, facteurs économiques, facteurs sociaux), notés sur une échelle de 0 à 10. Cet indicateur ne convient toutefois pas à notre propre étude, du fait qu'il se fonde sur une évaluation qualitative peu opérationnelle, qu'il n'est pas spatialisé, et qu'il ne prend pas suffisamment en compte les facteurs spécifiques de la reconstruction.

L'objet de notre méthode est justement de pouvoir afficher sous SIG la capacité de reconstruction des populations, en s'appuyant sur un état de l'art *ad hoc* qui mette en exergue les disparités territoriales face à cette problématique. Cet état de l'art s'appuie strictement sur des données empiriques de catastrophes naturelles passées, traitées par analyse de régression, disponibles dans la littérature internationale, afin de représenter la reconstruction des populations sur le temps long. Cette approche permet d'en renforcer l'intérêt opérationnel.

3.2 INDISPONIBILITE ET ENDOMMAGEMENT TERRITORIAL

La méthodologie s'appuie d'abord sur le calcul d'un ratio d'indisponibilité et d'endommagement territorial ; ce ratio permet d'estimer la dégradation des services et infrastructures de base nécessaires à la vie quotidienne des populations. Il conditionne le retour de ces dernières dans leur logement ou, à défaut, dans leur quartier d'origine. Il se calcule à partir de données géolocalisées ponctuelles qui représentent ces services et infrastructures de base ; ces données sont ensuite croisées aux zonages relatifs à l'aléa et aux impacts de l'aléa sur les réseaux d'eau et d'électricité. Elles sont enfin agrégées à l'échelle communale, afin d'obtenir les ratios d'indisponibilité et d'endommagement.

3.2.1 Identification des variables favorables au retour des populations sur un territoire sinistré

L'identification des structures et infrastructures nécessaires à la vie quotidienne des populations est indispensable pour rendre compte des variables environnementales qui structurent et conditionnent le maintien sur place, et sur le temps long, des populations sur un territoire sinistré et leur retour en cas d'évacuation préventive.

3.2.1.1 Conclusions de l'état de l'art : retour au logement et environnement post-crise

Ce travail s'appuie sur l'état de l'art mis en œuvre précédemment, portant tant sur les entreprises que sur les ménages :

- L'état de l'art sur les entreprises a mis en évidence l'importance de l'exposition des organisations vis-à-vis de l'aléa, qui conditionne l'endommagement de ces dernières ; il a également mis en exergue l'interdépendance entre le tissu social local et le tissu économique : le retour des populations sur un territoire sinistré est conditionné par le retour à l'activité des entreprises, lui-même lié à l'endommagement de ces dernières (Xiao et Van Zandt, 2011). Le tissu d'entreprises et son endommagement constitue donc l'un des facteurs environnementaux à surveiller.
- L'état de l'art sur les ménages nous intéresse en particulier en ce qu'il nous renseigne sur les conditions précises du retour au logement et/ou au quartier des populations, du point de vue de l'environnement géographique immédiat de ces derniers. Outre la disponibilité des entreprises, il faut citer parmi les facteurs environnementaux les plus cruciaux :
 - (1) La disponibilité en logements. De façon évidente, un ménage ne peut revenir sur un territoire que s'il dispose d'un endroit où vivre et habiter : (a) il peut s'agir de son logement d'origine s'il est habitable et fonctionnel. Un logement est inhabitable s'il a subi des dommages structurels et s'il présente subséquemment des problèmes de sécurité. Un logement n'est pas fonctionnel si l'accès aux réseaux, d'électricité, d'eau,

n'est pas garanti (Wright et Johnston, 2010). (b) Il peut s'agir aussi d'un autre logement, temporaire si les autorités en mettent à disposition (mobil-homes, maisons et appartements préfabriqués), ou permanent, loué sur le marché privé ou auprès des bailleurs sociaux, ou bien reconstruit *a posteriori*.

- (2) La disponibilité en services publics. Après l'ouragan Ike, le principal problème rencontré par les personnes sondées dans l'étude de Siebeneck *et al.* (2013) est le déficit de services publics. Parmi ceux-ci, citons les écoles et autres établissements scolaires, les hôpitaux, les crèches et autres centres d'accueil de la petite enfance, les bibliothèques (Groen et Polivka, 2010). Les écoles en particulier représentent la clé de voûte essentielle de la vie d'un quartier : la réouverture des écoles permet aux parents de reprendre un emploi pendant les heures ouvrées ; de ce fait, elle autorise les ménages à retrouver une certaine routine, améliorant non seulement leur condition financière, mais aussi de diminuer le stress qu'entraîne la perte de repères consécutive à une catastrophe majeure (Wright et Johnston, 2010)¹⁵².
- (3) L'accessibilité territoriale et la disponibilité en transports publics : les transports en commun permettent d'aller au travail, de couvrir ses besoins sanitaires, sociaux et commerciaux quotidiens (acquérir les biens de première nécessité, visiter les structures médicales, voir ses amis et sa famille) (Wright et Johnston, 2010). Plus globalement, le transport, qu'il soit routier, ferroviaire, aérien, ou maritime, est la ligne de vie (*lifeline*) de la société : une interruption massive de celui-ci pèse lourdement sur la capacité de la société à se reconstruire (Comes et Van de Walle, 2014 ; Madhusudan et Ganapathy, 2011).

L'état de l'art permet de ce fait d'identifier des structures et infrastructures, constitutives de l'environnement post-crise, indispensables au retour au logement ou au quartier des populations sinistrées.

3.2.1.2 Bases de données mobilisables et faisabilité méthodologique

L'application opérationnelle de ces conclusions est toutefois contrainte par certains obstacles méthodologiques. Les bases de données mobilisables pour représenter les structures et infrastructures essentielles sont *in fine* relativement limitées. Trois bases de données sont utilisées : la BD TOPO de l'IGN, déjà utilisée dans le cadre du chapitre 2 pour représenter la disponibilité en logements ; la Base Permanente des Equipements (BPE) de l'INSEE pour représenter entreprises et services publics ; la base de données du Syndicat des Transports d'Ile-de-France (STIF) pour représenter les infrastructures de transport en commun. Au sujet du choix de ces bases de données et des variables afférentes, plusieurs commentaires doivent être faits :

- (1) Pour représenter le tissu d'entreprises, les bases de données sont limitées, tant en qualité qu'en quantité ; elles le sont d'autant plus si l'on veut se limiter à des données publiques, géolocalisées, standardisées et à vocation exhaustive. Les bases de données privées mobilisables, comme les plateformes ASTREE-DIANE, sont utiles mais limitées dans leur accès. Concernant les bases de données publiques, il faut se tourner vers l'INSEE

¹⁵² Wright et Johnston (2010) ont développé un arbre de décision appliqué aux besoins en hébergements : cet arbre permet d'explicitier les facteurs qui conditionnent la capacité d'un ménage à demeurer sur place après un séisme. Toutefois, le raisonnement peut être inversé, et les conclusions de l'article appliquées aux facteurs explicatifs du retour au logement.

qui synthétise des données issues des dispositifs CLAP (Connaissance Locale de l'Appareil Productif, avec des informations sur les effectifs salariés au lieu de travail), DADS (Déclaration Annuelle des Données Sociales, remplie par les employeurs), SIRENE (Système national d'Identification et de Répertoire des Entreprises et de leurs Etablissements). Ces données, certes riches en information, sont lacunaires sur certains points (par exemple sur la santé financière des entreprises). Elles sont surtout agrégées à une échelle communale ou supra-communale¹⁵³. Or, il est indispensable de pouvoir géolocaliser les établissements, afin d'établir s'ils sont ou non endommagés pour un scénario d'inondation donné¹⁵⁴.

- (2) Pour obtenir des informations géolocalisées, du moins pour certains secteurs économiques, il faut se tourner auprès d'une autre base de données agrégée à partir de nombreuses sources : la Base Permanente des Equipements. Celle-ci s'enrichit d'années en années en informations géolocalisées : elle comprend notamment les coordonnées des commerces alimentaires et super et hyper-marchés généralistes ou spécialisés¹⁵⁵ ; avec une qualité de géolocalisation intéressante (qualité bonne ou acceptable de 94% de l'ensemble des équipements géolocalisés en 2014). La restriction de l'analyse du tissu économique au commerce se justifie, en ce sens que le tissu commercial forme le cœur de vie d'un quartier, qu'il permet d'approvisionner en biens de première nécessité les ménages et représente le service privé de proximité.
- (3) Parmi les services publics - la question a déjà été évoquée - les écoles primaires et maternelles ont un rôle à part, essentiel et spécifique dans la vie communale. En effet, ce sont les communes qui en sont responsables ; il y a une obligation d'accueil des enfants scolarisés en école élémentaire, à l'inverse de l'enseignement du second degré ; pour un ménage donné, il faut pouvoir mettre ses enfants en bas âge à l'école pour aller travailler, au contraire des plus grands. Les écoles représentent le service public de proximité de référence, et doivent être situées au plus près du logement au contraire d'autres services publics. Pour mettre en évidence ce caractère si particulier, seul l'enseignement du premier degré (écoles maternelles et primaires) est représenté parmi l'ensemble des services publics : nous utilisons ici aussi la BD BPE de l'INSEE à cette fin¹⁵⁶.

In fine, quatre types de structures et infrastructures ont été identifiés comme jouant un rôle primordial dans le retour au logement ou au quartier des populations. Il faut ici remarquer la nécessité de limiter le nombre de variables utilisées afin d'assurer la lisibilité de notre méthodologie. En voici la liste :

- Les logements.
- Les écoles.
- Les commerces alimentaires et les surfaces de vente de grande distribution.
- Les gares et stations de desserte du réseau ferré : métro, tramway, RER, transilien, grandes lignes extra-régionales (TGV – TER – Intercités).

¹⁵³ Les données SIRENE sont disponibles librement depuis janvier 2017 sous une forme non agrégée.

¹⁵⁴ Ce n'est qu'une fois géolocalisées et croisées avec les cartes d'inondation et d'impact réseau que ces données peuvent être agrégées à une échelle communale : voir plus bas.

¹⁵⁵ Pour de plus amples détails, voir l'URL : http://www.insee.fr/fr/themes/detail.asp?reg_id=99&ref_id=fd-bpe15&page=fichiers_detail/bpe15/doc/listequipbpe15.htm. Les codes des équipements intégrés dans le tissu économique étudié sont les suivants : B101, B102, B201, B202, B203, B204, B205, B206.

¹⁵⁶ Les codes des équipements représentés sont les suivants (même URL) : C101, C102, C103, C104, C105.

3.2.2 Identification et application sous SIG des seuils d'endommagement

Une fois les structures et infrastructures nécessaires au retour des populations identifiées, il faut pouvoir estimer leur éventuel endommagement, en fonction de seuils liés aux impacts physiques et réseaux de l'inondation. Ces seuils sont déterminés à partir des travaux existants sur la vulnérabilité du bâti, notamment ceux du CEPRI, qui a développé un guide d'évaluation du bâti face au risque inondation (CEPRI, 2012). Ces travaux s'appuient sur des observations et des expérimentations, permettant d'identifier un ensemble de variables, relatives à l'aléa inondation (exposition) et au bâtiment (vulnérabilité physique), qui conditionnent l'endommagement.

3.2.2.1 *Impacts physiques de l'inondation et variables clés de l'aléa inondation sur l'endommagement du bâti*

3.2.2.1.1 Inventaire succinct des impacts de l'eau sur le bâti

En cas d'inondation, diverses menaces pèsent sur le bâti, qu'il soit en maçonnerie, métal ou bois. On peut distinguer l'impact du contact prolongé de l'eau sur les matériaux du bâtiment (effet de capillarité), et les effets statiques (hauteur d'eau) et dynamiques (vitesse d'écoulement, chocs d'objets flottants dans l'eau) de l'eau sur les ouvrages de bâtiment (Salagnac *et al.*, 2014 ; Torterotot, 1993).

- En cas d'inondation, les matériaux de construction immergés s'imprègnent de l'eau par capillarité. La capillarité peut jouer, y compris pour des matériaux situés juste au-dessus du niveau des eaux : le guide du CEPRI (2012) définit ainsi le « hors d'eau » comme tout espace situé 30 centimètres au-dessus des plus hautes eaux connues. De même, les ouvrages du bâtiment (murs, planchers et cloisons) sont des assemblages de matériaux très vulnérables au passage de l'eau : si un des matériaux est insensible à l'eau, les autres risquent de ne pas l'être. Après l'inondation, il faut parfois remplacer à neuf les matériaux, voire reconstruire les murs ; il faut aussi désinfecter en surface les parois souillées mais qui peuvent être conservées.
- Les ouvrages de bâtiments sont soumis à différents effets statiques et dynamiques de l'eau également, dont le plus important est l'effet hydrostatique : c'est la poussée d'Archimède, qui peut faire s'effondrer un mur maçonné si la différence de hauteur d'eau entre l'extérieur du bâtiment et l'intérieur est trop importante.

Il faut ici noter que l'eau pénètre dans un bâtiment de différentes façons : non seulement par les inondations de surface, mais aussi par percolation depuis le sous-sol, et par les réseaux d'évacuation : quand les installations de traitements des eaux usées, individuelles comme collectives, sont inondées, elles refoulent par les lavabos, les WC, les douches et autres équipements sanitaires (refoulement qui peut être limité par les dispositifs type clapet anti-retour) (Direction Générale de l'Urbanisme, de l'Habitat et de la Construction, 2005).

3.2.2.1.2 Variables relatives à l'aléa sur l'endommagement du bâti : de l'importance de la hauteur d'eau et de la durée de submersion

L'endommagement du bâti varie bien sûr selon diverses variables relatives à l'aléa : la hauteur d'eau, la durée de submersion, la vitesse de submersion, la turbidité – pollution de l'eau (CEPRI, 2012) :

- La hauteur d'eau représente le paramètre clé (Torterotot, 1993) : la fonction d'endommagement selon la hauteur d'eau n'est pas linéaire, mais est au contraire soumise à des seuils ; trois seuils de hauteur d'eau peuvent être identifiés. De façon générale, l'endommagement est déjà substantiel quand la hauteur d'eau dépasse celle de l'allège (partie du mur comprise entre le plancher et l'appui des fenêtres). Il devient critique, sinon dangereux, quand la hauteur d'eau atteint 1 mètre au-dessus du plancher, du fait de l'effet hydrostatique (Salagnac *et al.*, 2014) : au-delà de ce seuil, mieux vaut laisser l'eau entrer dans le bâtiment, afin d'équilibrer les niveaux d'eau entre l'extérieur et l'intérieur de celui-ci, afin d'éviter de déstabiliser la structure. Le dernier seuil est de 2,5 mètres au-dessus du plancher, dans la mesure où le premier étage peut alors être également durablement endommagé.
- La durée d'inondation représente le second paramètre clé : une longue inondation favorise la diffusion de l'humidité par capillarité, la dégradation des matériaux des murs par hydrolyse et par gonflement. Deux seuils de durée peuvent aussi être identifiés : le seuil de 48h, qui rend caduque les mesures de type « Résister » (*id est* les batardeaux, voir ci-dessous) ; le seuil de 72h, au-delà duquel l'endommagement est maximal (CEPRI, 2012).
- La vitesse de submersion est encore à prendre en compte quand elle dépasse 1 m/s : au-delà de ce seuil, les éléments extérieurs du bâti sont particulièrement exposés au passage de l'eau.
- La turbidité et la pollution de l'eau aggravent enfin les conséquences des autres paramètres.

3.2.2.2 Des mesures de protection et de prévention du bâti face à l'inondation : de l'impossibilité de les modéliser

3.2.2.2.1 « Eviter », « Résister », « Céder » face à l'inondation

Trois types de mesures peuvent être prises face à l'inondation à l'échelle d'un bâtiment : éviter (faire en sorte que l'eau n'atteigne pas la partie occupée d'un bâtiment), résister (faire en sorte que l'eau ne pénètre pas dans le bâtiment), céder (laisser l'eau entrer et protéger les biens indispensables à la restauration du bâti) (Kreibich *et al.*, 2005 ; Salagnac *et al.*, 2014).

- Les mesures « Eviter » comprennent : la surélévation des bâtiments (plateforme surélevée, pilotis), la création d'une zone refuge (étage élevé du bâtiment, plancher abrité), la construction d'un bâtiment amphibie (cas d'un bâtiment sur flotteurs). Il s'agit de mesures coûteuses, qui doivent être mises en œuvre en amont, dans la conception même du bâtiment.
- Les mesures « Résister » comprennent : des barrières périphériques (sacs remplis de sables, polymères gonflant au contact de l'eau, barrières dépliables, barrières poids,

murs verticaux, dièdres), des batardeaux. Ces derniers tiennent un double rôle, d'une part limiter la pénétration d'eau, d'autre part agir comme un filtre et retenir les débris grossiers charriés par l'eau. Ils visent à occulter les ouvertures afin de présenter une certaine étanchéité, par exemple l'emboîtement de planches en aluminium ou en PVC.

- Les mesures « Céder » consistent à laisser l'eau entrer librement dans le bâtiment et à préserver de l'eau certains équipements (électriques surtout), par exemple en les surélevant, afin d'accélérer la restauration du bâtiment et le retour à la normale (Figure 51).

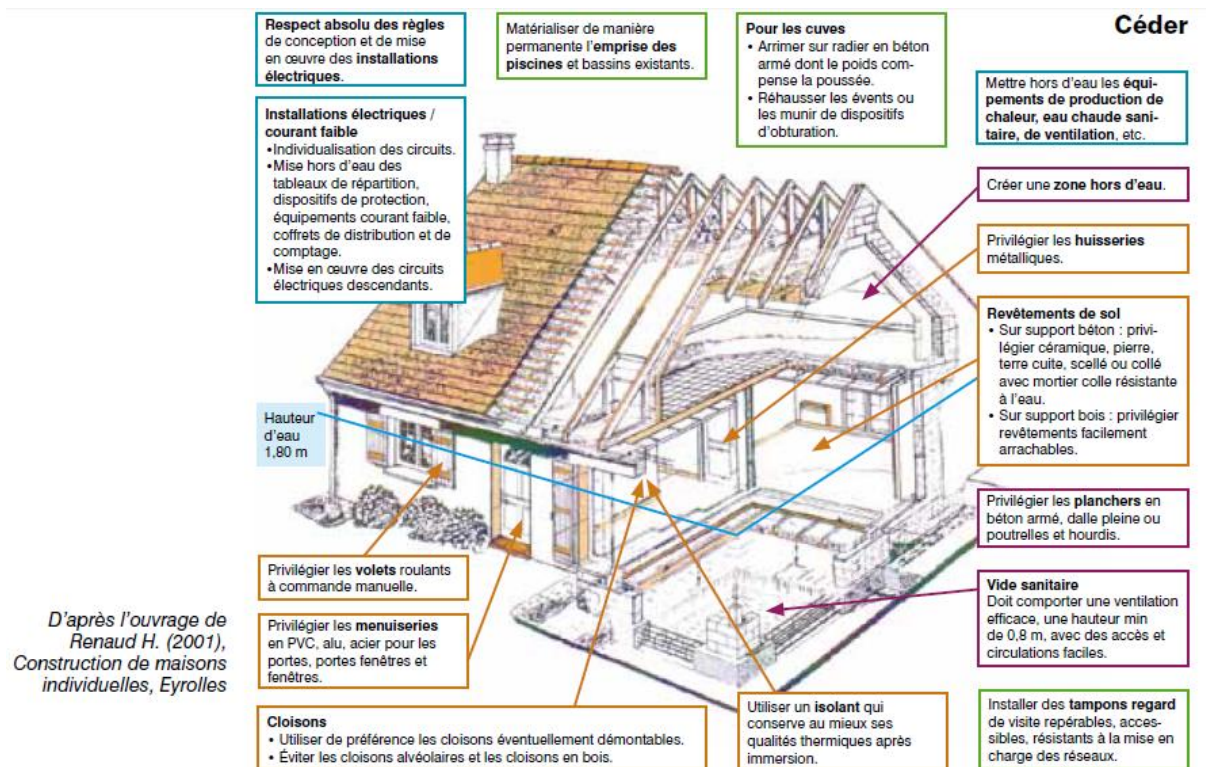


Figure 51. Exemples de mesures de type "Céder". Source : CEPRI, 2012.

3.2.2.2.2 Délais de restauration et de reconstruction : de l'importance du séchage

De ces mesures de prévention et de protection dépend le délai de restauration du bâtiment et le cas échéant de reconstruction. En sus, bien sûr, des variables relatives à l'aléa (hauteur d'eau et durée de submersion essentiellement) et de l'environnement post-crise, évoqué dans une sous-partie précédente, les délais de passation de marché, la disponibilité des entreprises de BTP, les délais de rétablissement des services publics et des réseaux pèsent aussi sur la restauration et la reconstruction d'un bâtiment donné (CEPRI, 2012). Ce délai comprend le temps de nettoyage et de séchage des locaux, du mobilier, des matériels qui peuvent être conservés et de la durée des travaux de remise en état des locaux si nécessaire, en particulier les travaux de reconstruction du second œuvre : les parements des sols, les cloisons intérieures, les réseaux électriques doivent parfois être démolis et remplacés entièrement (SEPIA, 2014).

Le processus de séchage peut être long : après les inondations de 2007 en Angleterre, 50% des bâtiments inondés n'avaient pas encore été séchés au bout de trois mois, 18% au bout de six

mois (Pitt, 2008 *in* Kidd *et al.*, 2010). En effet, il demande, à titre préliminaire, non seulement d'extraire l'eau stagnante après la fin de l'inondation et l'accès sécurisé au bâtiment, par le biais de pompes notamment, mais encore d'enlever les matériels non récupérables. Le séchage *stricto sensu* peut ensuite commencer, ce qui implique aussi d'avoir un taux d'humidité relative de l'air plus bas que le taux d'humidité de la surface des matériaux des différentes pièces inondées, afin d'assurer le processus d'évaporation. Plusieurs méthodes existent pour ce faire : (1) la ventilation (par le biais de ventilateurs éventuellement), qui est le moyen le plus lent disponible, conditionné en outre par les conditions atmosphériques ; (2) le chauffage du bâtiment combiné à la ventilation ; (3) l'utilisation de déshumidificateurs, qui doivent être utilisés dans un environnement clos afin de créer une atmosphère artificiellement sèche (Kidd *et al.*, 2010).

3.2.2.3 Identification et application des seuils d'endommagement dans le cadre de notre méthodologie

3.2.2.3.1 Ratio d'indisponibilité et d'endommagement territorial

Dans le cadre de notre méthodologie, les résultats issus de ces travaux sont simplifiés, dans la mesure où nous ne pouvons évidemment pas évaluer individuellement chaque bâtiment : il faut en lieu et place s'appuyer sur des données disponibles à une échelle agrégée et géolocalisable. Trois seuils d'endommagement sont identifiés, applicables pour un scénario donné et un bâtiment donné (représentant une structure physique ou infrastructure). Ces seuils sont fonction de trois variables uniquement, la hauteur d'eau en zone inondable, la durée d'inondation et le zonage de fragilité des réseaux ; ce dernier concerne la fragilité électrique et la fragilité de l'adduction d'eau potable (AEP), considérés comme les deux réseaux structurants pour la population (Chatterjee et Mozumder, 2015).

- (1) Endommagement insignifiant : le bâtiment est hors d'eau et hors zone d'impact réseau.
- (2) Endommagement faible ou indisponibilité temporaire : le bâtiment est dans une zone d'impact réseau, ou dans une zone inondée pour une durée inférieure à 72h et pour une hauteur d'eau inférieure à 1m. Le retour à la normale pour ce bâtiment doit avoir lieu rapidement, sous une échéance de quelques heures à quelques semaines. Notons cependant que les incertitudes sur ces délais sont nombreuses, en particulier dans l'hypothèse d'un scénario dépassant celui de la crue de 1910 (Toubin, 2014).
- (3) Endommagement fort : le bâtiment est dans une zone inondée, avec une hauteur d'eau élevée (1m minimum) ou une durée d'inondation de 72h minimum. Le retour à la normale ne peut pas avoir lieu à une échéance rapide : il est besoin de reconstruire le bâtiment, si ce n'est le gros œuvre *a minima* le second œuvre. Il faut compter à cette fin plusieurs mois à plusieurs années.

Il faut noter qu'il est impossible de prendre en compte les mesures de protection et de prévention dans le calcul de l'endommagement territorial. Le postulat de notre méthodologie repose sur l'absence de telles mesures : de fait, les mesures de type « Céder » n'ont pas d'impact majeur sur la destruction du second œuvre ; et les mesures de type « Résister » ne sont plus utiles, sinon dangereuses, au-delà de 72h d'inondation. Dans le cas d'une inondation à large échelle de la Seine, la stratégie « Résister » apparaît non viable (CEPRI, 2012). Les mesures de type « Eviter » peuvent avoir localement un rôle important, notamment dans les nouvelles zones urbanisées construites sous normes PPRI (surélévation des planchers au-dessus des plus hautes eaux connues), mais pas seulement : ainsi, lors des inondations de l'Yerres en juin 2016, à

Crosne, des pavillons construits dans les années 1930, avec une structure surélevée, ont été épargnés par la crue, tandis que d'autres pavillons, construits dans les années 1970 au ras du sol, ont été inondés. Ces mesures demeurent cependant largement minoritaires, les normes PPRI ne concernent par exemple que les bâtiments les plus récents. Il n'est d'ailleurs pas possible de connaître l'âge de construction du bâti sur l'ensemble de la région Ile-de-France, à partir des données à notre disposition. Il est de ce fait considéré que la hauteur d'eau du premier plancher est égale à la hauteur d'eau sur la chaussée, représentant une lourde simplification de la réalité, et une limitation de notre modèle. De ce fait-là, il faut considérer les résultats obtenus comme maximisant plutôt que minimisant les impacts potentiels de l'inondation.

3.2.2.3.2 Application des seuils sous SIG

L'application de ces seuils a lieu sous SIG, en trois temps :

- (1) Les données ponctuelles relatives aux structures et infrastructures de la région Ile-de-France sont croisées aux données surfaciques représentant la hauteur d'eau et les impacts sur le réseau électrique et AEP¹⁵⁷. Ces données surfaciques sont tirées de deux scénarios de référence, R1 et R1,15 ; il s'agit des deux scénarii déjà utilisés dans le cadre de la méthodologie relative à l'estimation des besoins en cas d'évacuation massive (voir le chapitre 2 pour connaître les détails relatifs à l'application de ces deux scénarios et de leurs zonages respectifs sous SIG).
- (2) La durée d'inondation applicable à chaque structure et infrastructure, pour les deux scénarii, est connue par le biais de la modélisation de l'EPTB Seine-Grands Lacs (voir le chapitre 2 pour l'application sous SIG).
- (3) A partir de ces deux types de variables, spatiales et temporelles, il est aisé d'en déduire le type d'endommagement (insignifiant, faible, fort) applicable pour chaque bâti d'Ile-de-France et pour les deux scénarii de référence.

3.2.2.3.3 Agrégation des données à l'échelle communale et calcul des ratios d'indisponibilité et d'endommagement territorial

Ces données ponctuelles, une fois traitées, sont agrégées sous tableur à l'échelle de la commune (ou de l'arrondissement pour Paris), notre unité d'analyse. Les résultats sont alors exprimés sous forme d'un ratio, divisant le nombre de structures et infrastructures endommagées par commune par le nombre total des structures et infrastructures recensées. Deux types de ratios sont distingués :

- (1) Le *ratio d'endommagement* ne comprend que les structures et infrastructures fortement endommagées
- (2) Le *ratio d'indisponibilité* comprend ces dernières, mais aussi celles qui sont faiblement endommagées.

¹⁵⁷ Comme signalé, déjà, dans le chapitre 2, tous les tronçons hydrométriques de la région Ile-de-France ne sont pas nécessairement synchrones entre eux ni affectés à un niveau similaire pour un même scénario de référence (niveau exprimé en % du débit de la crue de janvier 1910). Certains tronçons (Meaux et Isle-Adam) peuvent être affectés à un niveau inférieur, d'autres à un niveau supérieur (Mantes la Jolie), dans la modélisation de l'EPTB Seine Grands Lacs qui sert à notre méthodologie. Ce différentiel d'impact est bien pris en compte dans les données de hauteur d'eau utilisées. En revanche, il ne l'est pas dans les données relatives aux impacts réseaux, pour des raisons de faisabilité méthodologique. Certaines imprécisions peuvent donc être constatées dans le calcul l'endommagement faible (ou indisponibilité), qui ne concerne en revanche pas le calcul de l'endommagement fort.

Les ratios des quatre types de structures et infrastructures recensées précédemment (logements, gares, commerces, écoles) sont calculés séparément¹⁵⁸. Les quatre ratios obtenus sont ensuite résumés sous la forme d'une moyenne non pondérée. Du fait de l'importance prééminente des logements dans la capacité des populations à revenir sur place, le ratio d'endommagement des logements et les besoins de relogements sont aussi présentés de façon séparée.

Notre échelle d'étude, communale, s'explique pour trois raisons principales : (1) la commune est l'échelon de référence territorial au niveau local, relativement immuable dans ses frontières depuis ses origines révolutionnaires, elles-mêmes héritées du découpage paroissial d'ancien régime, et malgré les tentatives de regroupement (loi Marcellin de 1971) et le développement de l'intercommunalité. La commune demeure l'échelon qui permet à un territoire de faire sens du point de vue de l'identité des populations : c'est essentiel, compte tenu du rôle du capital social et de la capacité des populations à faire corps lors de la reconstruction. (2) La commune est l'échelon de la gestion de crise, le maire dirigeant les opérations de secours dans sa commune. C'est aussi assurément l'échelon de la reconstruction. (3) D'un point de vue pratique enfin, le nombre d'indicateurs disponibles à l'échelle de la commune est bien plus élevé qu'à une échelle infra-communale. Or, l'objet de notre méthodologie ne se limite pas à un calcul de l'endommagement territorial : l'endommagement est de fait croisé à diverses variables sociodémographiques, qu'il faut pouvoir recueillir sur l'ensemble de la région Ile-de-France.

3.3 INDICE DE DESTABILISATION SOCIALE (IDS)

Si les ratios d'indisponibilité et d'endommagement permettent d'estimer la capacité « physique » des populations à retourner dans leur logement ou leur quartier d'origine, le calcul d'un Indice de Destabilisation Sociale (IDS) permet d'identifier la capacité intrinsèque de ces mêmes populations à se reconstruire. La création de l'IDS se fonde sur l'état de l'art précédemment mené pour identifier des variables adaptées, avant de faire l'objet de tests statistiques afin de vérifier sa robustesse et sa cohérence. Notons ici que les principes énoncés ci-dessous reprennent ceux déjà présentés au cours du chapitre 2, dans le développement de l'indice ISSAH.

3.3.1 Identification des variables potentielles constitutives de l'indice : des méthodes pour estimer le capital social

3.3.1.1 Modalités du choix des variables potentielles de l'IDS

L'IDS se constitue d'un ensemble de variables agrégées à une échelle communale, à l'instar des ratios d'indisponibilité et d'endommagement. Le choix de ces variables est dicté par des orientations d'ordre scientifique et pratique :

- (1) Sur un plan scientifique, ne sont prises en compte que les variables individuelles et collectives, d'ordre socioéconomique ou démographique, qui ont été identifiées par la littérature comme ayant un rôle sur la capacité de reconstruction des populations, dans le cadre des analyses *ex-post* menées après des catastrophes naturelles majeures (voir la

¹⁵⁸ Toutes les structures et infrastructures hors logements sont considérées comme situées en rez-de-chaussée : c'est un postulat méthodologique insurmontable. Pour les logements, le niveau est en revanche pris en compte, ce qui implique de prendre en considération le seuil de hauteur d'eau de 2,5 mètres évoqué précédemment : au-delà de ce seuil, les logements au premier étage sont également menacés.

sous-partie 2.2). Pour chaque variable identifiée dans l'état de l'art, l'objectif est d'avoir *a minima* deux indicateurs qui puissent la représenter : par exemple, la variable éducation est représentée par deux indicateurs complémentaires, la part d'adultes avec un diplôme de l'enseignement supérieur long (bac +4 / +5 et plus), et la part d'adultes non diplômés.

- (2) Sur un plan pratique, il faut trouver des indicateurs statistiques qui puissent représenter ces variables, et donc des sources de données *ad hoc*, ayant pour unité géographique les communes, et exhaustives à l'échelle francilienne. A ce titre, certaines variables ne peuvent pas être représentées de façon satisfaisante, comme la couverture assurancielle. Il faut veiller à ce que les sources de nos données soient récentes et comprises dans un intervalle de temps court. Il est aussi préférable de limiter la multiplication des sources, afin d'éviter les contraintes liées à l'hétérogénéité de celles-ci et les problèmes de compatibilité méthodologique : pour ce faire, sont privilégiées les sources accumulées par l'INSEE (Recensement Général de la Population – RGP, Revenus Fiscaux Localisés – RFL, Déclaration Annuelle des Données Sociales – DADS).

3.3.1.2 Spécificités de la représentation du capital social

A l'inverse des indices relatifs à la propension à évacuer ou à trouver un hébergement par ses propres moyens, qui donnaient la part belle aux variables individuelles, l'IDS accorde une place importante aux variables collectives : comme l'état de l'art le met en évidence, la capacité d'un ménage à se reconstruire ne dépend pas que de ses capacités individuelles, mais surtout de la dynamique collective et spécifiquement du capital social. Or, la représentation du capital social est à ce titre malaisée, en ce sens qu'il n'est jamais mesuré directement, à l'inverse des variables individuelles : en l'absence de sondages ou d'expérimentations de terrain, la mesure du capital social à une échelle agrégée ne peut être qu'indirecte (Shimada, 2015). Plusieurs indicateurs ont été identifiés dans la littérature, en distinguant liens internes (*bonding*) et liens externes (*bridging*). Parmi les indicateurs de liens internes, citons :

- Le ratio du nombre d'associations créées sur le nombre d'habitants d'un territoire donné. Dans l'étude d'Aldrich (2012) sur Kobe, ce ratio est corrélé de façon significative avec le taux de croissance démographique dans les différents quartiers de Kobe après le séisme de 1995.
- Le temps de résidence passé dans le quartier : un temps de résidence plus long permet une meilleure structuration des réseaux sociaux ; cette structuration assure une coordination et une diffusion de l'information plus efficiente entre voisins, permet la continuité de la mémoire collective, évite de laisser la gestion de l'agenda local à une poignée de leaders au profit d'une approche *bottom-up* de celle-ci (Aldrich, 2012).
- Le taux de suicide est utilisé par Shimada (2015) dans son étude macro-scalaire sur les conséquences démographiques des catastrophes au Japon, car il est censé être inversement proportionnel à l'intégration sociale : en effet, il apparaît élevé dans la littérature quand les liens sociaux sont faibles.
- L'homogénéité des revenus enfin sur un territoire donné (soit l'inverse de la mixité sociale) : cette homogénéité tend à renforcer la cohésion interne, au détriment cependant des liens externes.

Les indicateurs de liens externes sont également multiples :

- Le pourcentage de participation aux élections politiques également, utilisé encore par Aldrich (2012) pour la Nouvelle-Orléans, et qui illustre la capacité des habitants à être actif sur un plan politique, et de ce fait à faire entendre leur voix auprès des autorités publiques et des élus ; de la sorte, ces habitants ont la capacité d'amender les politiques de reconstruction et de relogement qui sont mises en œuvre durant l'après-crise.
- Le taux de criminalité, enfin, est également utilisé par Shimada (2015) comme indicateur du capital social.

3.3.1.3 Identification des variables potentielles de l'IDS

A partir de l'ensemble de ces considérations, sur les modalités de choix des variables, modalités générales à la construction de notre indice et spécifiques à la représentation du capital social, ont été listés divers indicateurs opérationnels pouvant être intégrés dans l'indice (Tableau 36) :

Facteurs	Variables	Indicateurs [Code Indicateur]	Impact sur la capacité de reconstruction	Source
Capital social	Liens au sein d'un groupe homogène ¹⁵⁹	Indice de GINI pondéré par unité de consommation [GINI]	-	RFL 2011
		Temps de résidence supérieur ou égal à 5 ans [LOG_AN5]	+	RGP 2012
	Liens entre groupes hétérogènes	Taux d'abstention aux élections municipales - 1er tour (2014) [ABST_MUN]	-	Ministère de l'intérieur (Diffuseur : data.gouv.fr)
		Taux d'abstention aux élections présidentielles - 1er tour (2012) [ABST_PREZ] ¹⁶⁰	-	Ministère de l'intérieur (Diffuseur : data.gouv.fr)
		Population en capacité de voter (pop. inscrite en 2012 / pop. totale de 18 ans et plus en 2012) [CAP_VOTE] ¹⁶¹	+	Ministère de l'intérieur (Diffuseur : data.gouv.fr) ; RGP 2011
		Taux de violences aux personnes [VIOLENCE] ¹⁶²	-	Observatoire National de la Délinquance et des Réponses Pénales 2013 (diffuseur : l'Express)
Urbanisation	Densité de population / de bâti	Nombre d'habitants / km ² [HAB]	-	RGP 2012
		Nombre de logements occupés / km ² [LOGOCC]	-	RGP 2012
	Habitat collectif	% de ménages en immeuble [IMMEUBLE]	-	RGP 2012
Conditions démographiques	Taille du ménage	% de familles nombreuses (3 enfants et +) [FAMNOMB]	-	RGP 2012
	Age élevé	% de personnes âgées (75 ans +) [PERSAGE]	-	RGP 2012

¹⁵⁹ Un indicateur pertinent pour représenter le capital social interne est le ratio d'associations créées : il est cependant difficile d'avoir accès à de telles données à une échelle communale. Il en est de même pour le taux de suicide.

¹⁶⁰ L'élection présidentielle représente l'élection avec la participation la plus élevée. L'élection municipale représente quant à elle l'élection locale par excellence, d'autant plus utile pour le calcul de l'IDS qu'il est appliqué à l'échelle communale.

¹⁶¹ Cet indicateur est adapté d'un des indicateurs utilisés par Bourdeau-Lepage et Tovar (2013) dans leur construction d'un indice spatialisé du bien-être : ces derniers estiment la proportion de la population disposant du droit de vote en considérant qu'elle est égale à la part des individus de 18 ans ou plus ayant la nationalité française. Notre approche consiste plutôt à prendre en considération l'ensemble de la population adulte non inscrite, un effectif plus large que la population sans droit de vote, non redondant avec la part de personnes étrangères et permettant de représenter au mieux la capacité à peser sur la vie politique et sociale.

¹⁶² Ces données sont les seules qui ne sont pas disponibles à une échelle communale, mais par zone police / zone gendarmerie : ces données sont redistribuées par commune, en postulant une répartition égale du taux de délinquance sur un plan géographique.

Conditions socioéconomiques	Femme chef de famille	% population ménages femmes seules [FEMSEUL]	-	RGP 2012
		% de familles monoparentales (femme chef de famille) [FEMCHEF]		RGP 2012
	Revenus disponibles - quantité et qualité	Revenu fiscal médian par UC [REVENU]	+	RFL 2011
		Salaire net horaire moyen [SALAIRE]	+	DADS 2012
		Taux d'activité (pop 15-64 ans) [ACTIVITE]	+	RGP 2012
		Taux de chômage [CHOMAGE]	-	RGP 2012
		Part de l'emploi stable (CDI, fonction publique) parmi les salariés [CDI]	+	RGP 2012
		Part des actifs occupés à temps partiel [PARTIEL]	-	RGP 2012
	Statut propriétaire / locataire	% de locataires [LOCAT]	-	RGP 2012
		% de personnes en logement social ou logées gratuitement [LOGSOC]	-	RGP 2012
	Minorité ethnique	% d'étrangers [ETRANGER]	-	RGP 2012
	Statut immigrant	% d'immigrés [IMMIGRE]	-	RGP 2012
	Education	% de diplômés du supérieur [DIPLSUP]	+	RGP 2012
		% de personnes non diplômées (ou avec CEP, brevet des collèges, BEPC) [NNDIPL]	-	RGP 2012

Tableau 36. Inventaire des 25 variables potentielles constitutives de l'IDS.

3.3.2 Finalisation de l'indice : tests statistiques

Il faut ensuite tester la cohérence statistique de l'indice créé et l'affiner en fonction. La cohérence conceptuelle de l'indice est quant à elle assurée par l'état de l'art qui a été dressé pour le constituer, et par la distinction méthodologique entre un indice à orientation sociale (IDS), représentant les conditions individuelles et collectives préexistantes à la catastrophe, et le calcul de ratios d'indisponibilité et d'endommagement visant à représenter l'environnement post-catastrophe.

3.3.2.1 Préparation des données et élimination des variables redondantes

Cet affinage statistique, qui a lieu sous tableur et logiciel d'analyse statistique (R Project), comprend plusieurs étapes.

La première de ces étapes est la rationalisation et la normalisation des différentes variables utilisées. La rationalisation consiste à transformer des variables absolues (effectifs) en variables relatives, exprimées en % et en fonctions de densité. Elle permet de comparer des communes hétérogènes, tant en superficie qu'en population (Cutter *et al.*, 2010). La normalisation permet de comparer les variables entre elles, en faisant fi des unités de mesure initiales. Cette normalisation est nécessaire pour agréger les variables et constituer un indice synthétique. Plusieurs méthodes ont été recensées par l'OCDE, dans le manuel que l'organisation a mis à disposition pour construire des indices composites, parmi lesquelles (OECD, 2008) :

- (1) La méthode de classement : les différents individus sont classés selon la valeur qu'ils prennent pour chaque variable. Les individus (dans notre cas les communes) sont classés de façon relative les uns par rapport aux autres, et non de façon absolue. Cette méthode permet d'éliminer l'impact des valeurs extrêmes sur la normalisation.
- (2) La méthode Min-Max : on soustrait à la valeur initiale la valeur minimale observée pour une variable donnée, puis on divise le tout par l'étendue de la variable. Les différents

individus prennent alors une valeur comprise entre 0 et 1. Cette méthode met en valeur les valeurs extrêmes.

- (3) La standardisation (ou z-score) : dans cette dernière méthode, on soustrait à la valeur initiale la moyenne de la variable étudiée, puis on divise le tout par l'écart-type de cette dernière. En d'autres termes, les différents individus sont classés sur une nouvelle échelle de valeurs, ayant pour moyenne 0 et pour écart-type 1. A l'instar de l'ISSAH, c'est cette dernière méthode qui a été retenue. Dans notre application, la standardisation a lieu de telle sorte qu'une valeur positive dans la variable normalisée représente un impact négatif pour la capacité de reconstruction (il s'agit d'un indice de *déstabilisation*), et inversement : ceci a lieu par le biais d'un simple changement de signe.

La deuxième consiste à gérer les données manquantes dans notre matrice de données. Les variables issues du RFL (GINI, REVENU, SALAIRE) ne sont en effet disponibles, pour des raisons de confidentialité, qu'au sein des communes de 2000 habitants au moins pour les variables GINI et SALAIRE, et des communes de 50 habitants et plus pour la variable REVENU. Dans l'application des tests statistiques suivants, toutes les données manquantes sont remplacées par la moyenne de la variable, soit la valeur de 0. Une analyse de sensibilité simple illustre un impact limité de cette manipulation des données¹⁶³. D'autres méthodes existent pour estimer des données manquantes, présentant également divers problèmes méthodologiques (OECD, 2008).

La troisième étape vise à éliminer les variables redondantes par le biais d'un test de corrélation de Pearson. Cette élimination a un double intérêt : d'une part, celui de supprimer des doublons qui, s'ils demeuraient en place, entraîneraient une surreprésentation d'un phénomène donné dans l'indice synthétique ; d'autre part, de limiter le nombre de variables en jeu, dans un souci de transparence méthodologique (OECD, 2008). A l'instar de ce qui a été choisi pour l'ISSAH, nous retenons ici le seuil de 0,9 pour éliminer les variables redondantes.

La matrice de corrélation est appliquée aux 25 variables identifiées précédemment (Tableau 36). Trois variables sont trop fortement redondantes avec d'autres et ne sont pas retenues :

- La variable LOGOCC, corrélée à la variable HAB ($R = 0,98$).
- La variable LOCAT, corrélée à IMMEUBLE ($R = 0,90$) et à LOGSOC ($0,90$). Les variables IMMEUBLE et LOGSOC sont en revanche moins fortement corrélées entre elles ($0,82$).
- La variable ETRANGER, corrélée à IMMIGRE ($R = 0,97$).

3.3.2.2 Création de sous-indices : une double approche logique et statistique

La lecture des résultats d'un indice constitué de nombreuses variables, à l'instar de l'IDS, est rarement aisée : pour comprendre pourquoi tel ou tel individu (commune) présente un indice élevé ou faible, il faut pouvoir analyser la structure sous-jacente de l'indice. En d'autres termes, il faut pouvoir diviser l'indice en sous-indices, ou dimensions (OECD, 2008) : les valeurs prises par un individu pour chaque sous-indice permettent de comprendre la signification de la valeur de l'indice synthétique. Pour rappel, il est possible de distinguer deux approches, développées

¹⁶³ Celle-ci consiste à supprimer de notre analyse les communes comprenant des données manquantes, et à comparer les résultats avec ceux obtenus en intégrant ces communes.

dans la littérature, pour construire des indices synthétiques : une approche logique et déductive, et une logique statistique et inductive.

3.3.2.2.1 Création de sous-indices selon l'approche déductive

L'approche logique et déductive consiste à créer des sous-indices *a priori*, sans analyse de la structure de la donnée, mais en s'appuyant inversement et strictement sur un raisonnement logique et déductif à partir de l'état de l'art. Cette approche présente le grand avantage d'être lisible et aisée à reproduire. Elle a le désavantage de reposer sur une appréciation personnelle de l'indice et de sa structure interne.

Dans notre cas, il est possible d'adapter le tableau récapitulatif des variables potentielles constitutives de l'IDS, en équilibrant les différents facteurs afin qu'ils comprennent un nombre similaire de variables. Une proposition possible est celle-ci (Tableau 37) :

Sous-indice (code sous-indice)		Code variable
Capital social (6 var.) (IDS_CC1)		GINI
		LOG_AN5
		ABST_MUN
		ABST_PREZ
		CAP_VOTE
		VIOLENCE
Facteurs démographiques (5 var.) (IDS_CC2)		HAB
		PERSAGE
		FAMNOMB
		FEMSEUL
		FEMCHEF
Facteurs socio-économiques	Revenus et emploi (6 var.) (IDS_CC3)	REVENU
		SALAIRE
		ACTIVITE
		CHOMAGE
		CDI
	Capacité d'insertion et capital humain et culturel (5 var.) (IDS_CC4)	PARTIEL
		DIPLSUP
		NNDIPL
		IMMEUBLE
		LOGSOC
		IMMIGRE

Tableau 37. Sous-indices d'après l'approche déductive (IDS_CC).

A la lecture de ce tableau, il faut constater, dans la sélection et le traitement des variables, le poids modéré donné aux variables relatives au revenu, permettant de ne pas associer trop étroitement capacité de reconstruction et condition socioéconomique, et de mettre à l'inverse en exergue le rôle spécifique du capital social. Les quatre sous-indices (notés IDS_CC1, IDS_CC2, etc.) créés de la sorte sont calculés par une moyenne non pondérée des différentes variables qui les constituent. L'indice synthétique (noté IDS_CC) est égal à la moyenne non pondérée des quatre sous-indices.

Il est envisageable de tester la cohérence interne de chaque sous-indice créé de cette façon, par le biais du calcul d'un alpha de Cronbach allant de 0 à 1. Ce dernier est à l'origine une mesure psychométrique, toutefois utilisée également dans la construction d'indices synthétiques d'origine statistique (Cutter *et al.*, 2010 ; Havard *et al.*, 2006 ; OECD, 2008). La cohérence interne représente l'homogénéité d'une échelle de mesure : le calcul de l'alpha de Cronbach, associé à l'analyse des corrélations entre variables, permet de vérifier si l'ensemble des

variables constitutives du sous-indice tendent à représenter un même phénomène. Il faut cependant prendre ce calcul avec précaution, dans la mesure où il tend à sous-estimer la cohérence interne quand le nombre de variables est faible et, à l'inverse, à la sur-estimer quand le nombre de variables est élevé (Tavakol et Dennick, 2011).

De la sorte, les résultats tirés du calcul de l'alpha de Cronbach semblent relativement contre-intuitifs. Il apparaît ainsi très élevé quand il est calculé pour l'ensemble des 22 variables constitutives de l'indice synthétique (IDS_CC), censées brassées des indicateurs relativement divers : avec un alpha de 0,88, le seuil de 0,7 recommandé par exemple chez Cutter *et al.* (2010) est largement dépassé donc. Il est à l'inverse un peu plus faible quand il est calculé pour chaque sous-indice, censé pourtant regrouper des indicateurs similaires dans ce qu'ils mesurent : 0,79 pour l'IDS_CC1 ; 0,55 pour l'IDS_CC2 ; 0,60 pour l'IDS_CC3 ; 0,70 pour l'IDS_CC4. Ces valeurs, plus basses tout en demeurant acceptables, sont à mettre en relation avec le faible nombre de variables disponibles pour chaque sous-indice. L'alpha élevé pour le 1^{er} sous-indice est de bon augure quant à la capacité des indicateurs utilisés à représenter le capital social, malgré le fait qu'il s'agit d'indicateurs indirects.

3.3.2.2.2 Création de sous-indices selon l'approche inductive

L'approche statistique et inductive consiste à s'appuyer sur l'analyse statistique des données pour déterminer des sous-indices. L'Analyse en Composantes Principales (ACP) est ici une méthode d'analyse adaptée pour regrouper les variables les plus corrélées entre elles et créer à partir de ces regroupements de nouvelles variables dé-corrélées les unes des autres (appelées « composantes principales »). Cette méthode présente toutefois certaines limites présentées dans le manuel de l'OCDE (OECD, 2008 : 26). Ce sont ces composantes principales qui servent à construire des sous-indices.

L'application d'une ACP demande *a priori* de vérifier que les variables peuvent être regroupées (clustérisées), par le biais de deux tests, notamment utilisés chez Wolf et McGregor (2013) dans la création d'un indice de vulnérabilité appliqué aux vagues de chaleur.

(1) Le test de sphéricité de Bartlett permet de réfuter l'hypothèse nulle selon laquelle il n'y a pas de relations observées entre les variables de la matrice de données, en comparant la matrice de corrélation à une matrice d'identité. Ce test, réussi dans le cas de notre matrice, est cependant peu utile quand le nombre d'observations est relativement important, ce qui est le cas ici avec 1300 communes.

(2) Le test de mesure de précision de l'échantillonnage Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) permet de comparer, sous la forme d'un indice allant de 0 à 1, la magnitude des corrélations observées avec celles des corrélations partielles ; de façon opérationnelle, il permet de vérifier que les variables peuvent être clustérisées, et qu'en conséquence des composantes principales peuvent émerger de l'ACP. Par ce test, il est possible d'éliminer les variables isolées du reste de la matrice, non corrélées à d'autres variables de cette dernière. Le test KMO peut en effet être calculé pour chaque variable et pour l'ensemble de la matrice. L'OCDE recommande de supprimer les variables avec le KMO le plus faible, jusqu'à atteindre un KMO global de 0,8 (OECD, 2008). Dans la création de l'IDS, il nous a fallu écarter les variables PERSAGE et ACTIVITE pour obtenir un KMO élevé (de 0,89) : la variable PERSAGE en particulier paraît peu corrélée à d'autres variables, et donc difficile à intégrer au sein d'un indice synthétique, comme nous l'avons déjà observé dans le calcul de l'ISSAH.

L'ACP est ensuite menée à terme, à partir de cette nouvelle matrice réduite à 20 variables. La première composante principale explique 38,9% de la variance totale de la matrice ; la seconde composante 19,0%. Chaque composante principale constitue un nouveau sous-indice de l'IDS, en ne retenant que les composantes avec une valeur propre (*eigen value*) supérieure à 1, comme le recommandent Cutter *et al.* (2003). Dans notre cas, 4 composantes principales sont retenues, expliquant 70% de la variance totale. Une procédure de rotation varimax de ces 4 composantes est alors mise en œuvre : cette rotation varimax (Cutter *et al.*, 2003 ; Su *et al.*, 2015) permet d'accroître l'indépendance des composantes principales, en maximisant la corrélation des variables avec une composante et en minimisant la corrélation avec les autres composantes.

Ci-dessous, dans le Tableau 38, sont décrites les quatre composantes principales et les variables les plus corrélées positivement à ces composantes. Les coordonnées des composantes principales (soit les sous-indices, notés IDS_ACP1, IDS_ACP2, etc.) sont calculées pour chaque individu. La moyenne des composantes principales, pondérée selon la part de variance qu'elles expliquent comme le font certains auteurs (Myers *et al.*, 2008), permet *in fine* d'obtenir l'indice synthétique selon l'approche inductive (noté IDS_ACP).

Composante principale (Code CP)	Code variable
Capital social – Situation familiale et démographique (IDS_ACP1)	ABST_MUN
	ABST_PREZ
	CAP_VOTE
	VIOLENCE
	FAMNOMB
	FEMCHEF
	IMMEUBLE
	CHOMAGE
	LOGSOC
	IMMIGRE
Salaires et revenus (IDS_ACP2)	REVENU
	SALAIRE
	DIPLSUP
Conditions de travail (IDS_ACP3)	NNDIPL
	PARTIEL
Milieu urbain et inégalités socioéconomiques (IDS_ACP4)	CDI
	HAB
	GINI
	LOG_AN5
	FEMSEUL

Tableau 38. Sous-indices d'après l'approche inductive (IDS_ACP).

Pour les mêmes raisons que celles données pour l'ISSAH, le primat dans la présentation des résultats est donné à l'approche inductive, et d'autant plus que la matrice de données semble mieux s'y prêter, avec des variables plus fortement clustérisées (KMO global élevé).

Pour conclure sur notre méthodologie, celle-ci se constitue donc de deux objets : (1) le calcul de ratios d'indisponibilité et d'endommagement ; (2) le calcul d'un indice de déstabilisation sociale. Les communes qui cumulent de forts ratios et un indice élevé apparaissent à ce titre à surveiller, dans la confection des plans de reconstruction et la mise en œuvre de ces derniers. Les résultats qui suivent permettent de mettre en évidence ces *hotspots*.

4 RESULTATS : L'IDENTIFICATION DE *HOT SPOTS* POUR LA RECONSTRUCTION

Une fois décrit le contexte technique et administratif de l'après-catastrophe en région francilienne, les résultats sont présentés en deux temps : l'estimation de l'indisponibilité et de l'endommagement territoriaux, avec un accent mis sur les besoins de reconstruction en logements ; l'identification de besoins prioritaires à partir du croisement de variables sociodémographiques, de l'IDS et de l'endommagement territorial.

4.1 CADRE TECHNIQUE ET ADMINISTRATIF DE L'APRES-CATASTROPHE : DE LA RESTAURATION A LA RECONSTRUCTION EN REGION FRANCILIENNE

Avant de présenter et de commenter les résultats issus de notre modèle, il faut appréhender les conditions, techniques et administratives, dans lesquelles pourraient s'inscrire les dynamiques de restauration et de reconstruction en région francilienne¹⁶⁴. Nos résultats peuvent ainsi être contextualisés, à la lumière de l'état de l'art mis en œuvre dans ce chapitre, sur les retours d'expérience étrangers et nationaux, ainsi que des données recueillies et analysées au cours du chapitre précédent. Dans l'étude de ce contexte post-catastrophe, il faut pouvoir distinguer, comme nous l'avons fait dans la partie introductive de ce chapitre, la phase de restauration de la phase de reconstruction : les deux impliquent des acteurs, des temporalités, des enjeux différents.

4.1.1 Pilotage de l'après-catastrophe : « *Quand la crue sera terminée, tous les problèmes vont commencer* » (J.-P. Kihl, ancien préfet SGZDS)

4.1.1.1 Principes généraux et planification post-crise

L'après-catastrophe donne lieu à une interrogation centrale : celle du pilotage. En théorie, la gestion de crise est censée être pilotée par la Préfecture de Police, tandis que la gestion post-crise est censée l'être par le préfet de région. Ce dernier peut alors s'appuyer sur ses différentes directions : DRIEE, DRIEA¹⁶⁵, DRIHL¹⁶⁶, chacune dans son domaine de compétences. La distinction entre crise et post-crise est loin d'être arrêtée : une représentante de la DRIEE interrogée met en avant notamment la notion de « *sortie de crise* » pour distinguer les deux domaines (notion présente dans la DSI). La sortie de crise, sous pilotage de la Préfecture de Police et des préfets de département, consiste à assurer le pompage des eaux et le déblaiement des axes de circulation, ainsi que le redémarrage des réseaux structurants à un niveau minimal. Ce niveau minimal est indispensable pour entamer les activités de reprise d'activité (comprenant le redémarrage des services publics) et de reconstruction, qui sont - elles - pilotées par la préfecture de région et par la DRIEE.

La planification post-crise est encore balbutiante. La SLGRI (objectif 8) vise justement à identifier des axes de travail en la matière, en identifiant une gouvernance appropriée, des

¹⁶⁴ Le conditionnel est de rigueur car, plus encore que pour la gestion de crise et l'évacuation des populations, la gestion post-catastrophe est malaisée à anticiper.

¹⁶⁵ DRIEA : Direction Régionale et Interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement.

¹⁶⁶ DRIHL : Direction Régionale et Interdépartementale de l'Hébergement et du Logement.

domaines clés, des moyens de coordination. Pour accompagner ce processus de planification, une déclaration d'intention a été signée en avril 2016, liant l'Etat, les collectivités et les opérateurs de réseaux : cette déclaration vise, d'abord à faire partager les diagnostics de vulnérabilité des réseaux auprès des collectivités, ensuite à mettre en évidence l'interdépendance des réseaux afin que les opérateurs puissent intégrer, dans leur diagnostic, cette interdépendance, et proposer *in fine* des plans de réduction de vulnérabilité. Les freins à la planification post-crise sont multiples : l'incertitude sur l'aléa, ses impacts, notamment sur les temps de rétablissement des réseaux, abordés plus loin ; mais aussi la complexité politico-administrative de la gestion post-crise. La planification de la reconstruction, en amont de la crise, est pourtant essentielle, afin de réduire ces délais de reconstruction, en identifiant des responsabilités, des compétences, des bonnes pratiques (Lindell, 2013 ; Wu et Lindell, 2004)

4.1.1.2 Pilotage sur les enjeux spécifiques : l'exemple des déchets et de l'assainissement

Le pilotage de la gestion post-crise est complexe, du fait du nombre d'acteurs impliqués et de l'absence d'un chef d'orchestre tout puissant (comme c'est le cas en gestion de crise avec le préfet de département). Ce pilotage varie aussi selon les enjeux considérés, certains étant plus difficiles à traiter que d'autres : peuvent ainsi être opposés la gestion des déchets à celle de l'assainissement, tous deux centraux dans le rétablissement de conditions de vie acceptables pour les populations résidentes.

La répartition des responsabilités dans la gestion des déchets apparaît relativement simple. Il faut ici distinguer deux volets :

- (1) La continuité de service public des déchets quotidiens. Ici, la DRIEE est responsable, sous l'autorité compétente des préfets de département et du Préfet de Police.
- (2) Le traitement des déchets post-catastrophe. Ici, le conseil régional est pilote, et doit intégrer dans sa planification des déchets exceptionnels la problématique des déchets post-catastrophe (décret 2011-828 du 11 juillet 2011 relatif à la prévention et à la gestion des déchets) (Chance et Chotard, 2013).

Les déchets post-catastrophe se définissent comme des biens meubles rendus impropres à la consommation, inutilisables, susceptibles d'avoir un impact sur l'environnement ou la santé des personnes suite à une catastrophe (CEPRI, 2013). Ils comprennent les déchets d'urgence (créés par la gestion de crise, comme les couvertures et bouteilles d'eau données aux sinistrés, les déchets de nettoyage (déchets créés par l'inondation, des meubles aux équipements électronique), des déchets de déconstruction-reconstruction (déchets liés à l'impact de l'inondation sur les bâtiments) (Beraud, 2013). Le volume des déchets produit peut être très élevé : lors de la tempête Xynthia, les déchets produits par la catastrophe représentent ainsi douze années de déchets en temps normal, sur certaines communes. Lors de la crue de juin 2016, le SMIRTOM¹⁶⁷ de Montargis a dû traiter cinq fois plus d'encombrants qu'en temps normal¹⁶⁸. La collecte des déchets peut être menée de deux façons : (a) par la création de points d'apport volontaire, avec la mise à disposition de bennes et de déchèteries ; (b) par la collecte des déchets auprès des particuliers, avec la mise en place de camions en porte-à-porte ; ces deux méthodes ont été appliquées par exemple dans la Seine-et-Marne lors de la crue de juin 2016. Une mauvaise gestion des déchets peut à l'inverse provoquer l'exaspération des populations,

¹⁶⁷ SMIRTOM : Syndicat Mixte de Ramassage et de Traitement des Ordures Ménagères.

¹⁶⁸ Observation d'H. Béraud.

entre brûlage sauvage des déchets, vidage de caves sur la voie publique, déversements dans les cours d'eau, comme ce fut observé à Nemours, conduisant la mairie à faire appel aux forces de l'ordre¹⁶⁹.

A l'inverse, dans la gestion de l'assainissement, la complexité l'emporte dans la répartition des responsabilités. D'une part, les systèmes d'assainissement ne sont pas les mêmes selon les lieux : il faut ainsi distinguer des systèmes gravitaires, non dépendants de l'électricité (à Paris par exemple), et des systèmes par pompes de relevage, dépendants du réseau électrique, avec des enjeux de gestion donc fort différents. D'autre part et surtout les responsabilités se superposent, comme nous l'avons déjà signalé, entre la commune, les structures intercommunales et le SIAAP. La gestion de l'assainissement apparaît de ce fait comme un enjeu central pour nombre d'acteurs publics, toutes échelles confondues, de la zone de défense et la préfecture de région jusqu'aux municipalités. Ces dernières craignent de se retrouver seules, en l'absence d'interlocuteur unique, pour gérer l'assainissement, en l'absence en particulier d'un préfet de département qui n'est plus compétent en situation post-crise pour réunir l'ensemble des acteurs concernés, ou pour procéder à des réquisitions afin d'accélérer la remise en service du réseau (remarque formulée à plusieurs reprises, qu'il faut toutefois nuancer, au regard notamment des retours d'expérience nationaux abordés plus loin).

4.1.1.3 Dispositifs légaux

Cette difficulté à planifier est d'autant plus marquée que, sur un plan légal et réglementaire, la question de la reconstruction en France est peu traitée, à l'exception des enjeux d'indemnisation et de recherche de responsabilités (Moatty, 2015). Citons surtout (Chance et Chotard, 2013 ; Chance et Noury, 2011) :

- (1) L'indemnisation assurancielle assurée par le dispositif « *Cat-Nat* » (loi du 13 juillet 1982, renforcée par la loi Barnier et la loi Bachelot)¹⁷⁰. Ce dispositif est un système mixte d'assurance et de solidarité nationale (Diniz, 2007). Il permet de faire en sorte que tous les contrats d'assurance dommage aux habitations et aux véhicules donnent droit à la garantie contre les impacts des catastrophes naturelles, dès lors que l'état de catastrophe naturelle est déclaré par arrêté ministériel. Il est financé par le biais d'une surprime, applicable pour tous les contrats d'assurance dommage (Pigeon, 2007), sans modulation selon le niveau d'exposition face au risque naturel (Soumastre, 2007). Le dispositif est géré par la Caisse Centrale de Réassurance, et comprend des réserves évaluées à 5,7 milliards d'euros. Au-delà de ce montant, la garantie d'Etat est activée, et le remboursement assuranciel est assuré par les finances publiques. En cas d'inondation majeure, les finances de l'Etat seraient donc largement mises à contribution (OCDE, 2014). Sans être une exception française, notons toutefois que de nombreux autres pays n'offrent pas de telles garanties de la part de l'Etat (Crichton, 2008).
- (2) L'acquisition de biens trop fortement exposés ou endommagés, à l'amiable ou par expropriation, par le biais du fonds Barnier (Code de l'Environnement – Art. L561-1 à L561-5). Ce dernier permet aussi de financer le relogement des personnes ainsi délogées.

¹⁶⁹ Observation d'H. Béraud.

¹⁷⁰ Code des Assurances – Art. L125-1.

- (3) Les travaux d'urgence menés par l'Etat et par les collectivités, en particulier sur la voirie : en cas d'urgence, les appels d'offre peuvent être limités (délais réduits, absence de publicité, absence de mise en concurrence) (Code des Marchés Publics – Art. 35).
- (4) Le relogement des personnes, par le biais du Fonds d'Aide pour le Relogement d'Urgence (FARU), déjà évoqué au cours du chapitre 3 (CGCT – Art. L2335-15). Le FARU permet d'accorder une aide financière aux communes ou à des intercommunalités afin d'assurer le relogement temporaire, pour une durée de six mois maximum, de personnes occupant des logements impropres pour leur santé ou leur sécurité. Le maire, en particulier, est en effet responsable du relogement de ces personnes, du fait qu'il doit veiller à la sécurité et à la salubrité publiques. C'est au même titre qu'il est responsable des travaux de sécurisation des logements sinistrés après l'occurrence d'une catastrophe.

4.1.1.4 Politiques de reconstruction et retours d'expérience nationaux

Pour éclairer sur la gestion post-catastrophe en région francilienne, il est utile de s'appuyer sur les retours d'expérience menés à l'échelle nationale (catastrophe AZF à Toulouse en 2001, inondations dans l'Aube en 1999, dans le Var en 2010, tempête Xynthia), et sur les dispositifs mis en place dans les politiques de reconstruction (Chance et Chotard, 2013 ; Moatty, 2015).

La reconstruction donne généralement lieu à la formation d'une cellule interministérielle de reconstruction, pilotée par le préfet de département et dotée d'un fonctionnaire détaché. Cette cellule permet de coordonner l'ensemble des acteurs de la gestion post-catastrophe, très nombreux (Chance et Chotard, 2013), de mettre en place une doctrine locale unifiée. Cette cellule veille aussi à la mise en place de guichets uniques pour les demandes d'aide, des particuliers, des entreprises, des collectivités. La cellule interministérielle comprend un comité de programmation et un comité technique : le comité technique prépare les dossiers, et le comité de programmation les valide selon les subventions accordées par les organismes financeurs (ministères, conseils régional et départemental, entre autres). Le préfet représente ici l'acteur central de la gestion de la reconstruction, de pilotage et de coordination des instances des organismes financeurs ; le maire, quant à lui, veille à l'accompagnement de ses administrés dans la reconstruction, en s'adressant à ces organismes et au préfet.

A partir de ses observations, Moatty (2015) formule plusieurs remarques sur les modalités de la reconstruction en France, entre autres :

- La reconstruction a généralement lieu à l'identique, du fait du moindre coût et du gain de temps, par opposition à des logiques de *Build Back Better*, promues notamment par le cadre onusien. En Ile-de-France, la SLGRI vise à promouvoir cette logique de *Build Back Better*, mais se heurte au scepticisme de certains acteurs. Ainsi, lors de l'exercice Sequana, l'opérateur Orange a testé la faisabilité d'un projet de reconstruction fondé sur le remplacement du réseau cuivre de téléphonie fixe (particulièrement vulnérable au contact prolongé avec l'eau) en réseau de fibre optique, sur Gennevilliers. Or, divers problèmes ont émergé, en particulier relatifs aux verrous réglementaires.
- De même, la reconstruction a lieu sur place : la délocalisation d'habitations est un cas rare, pour plusieurs raisons. D'abord, il existe un droit à reconstruire, par la loi relative à la solidarité et au renouvellement urbains (Art. L111-3 du code de l'urbanisme). Ensuite, c'est un processus complexe et coûteux financièrement. Lors des inondations de l'Aude en 1999, des jeunes couples de communes sinistrées sont allées s'installer

dans des communes voisines ; ces dernières ont dû faire face au dilemme : soit s'endetter sur plusieurs décennies pour redimensionner les infrastructures afin de faire face à cet afflux de nouveaux arrivants, soit refuser l'arrivée de ces derniers et se priver de la possibilité de se développer. Enfin, en ce qui concerne les biens les plus exposés, que l'Etat cherche à détruire, le processus de rachat à l'amiable ou d'expropriation est également coûteux et long.

- Reconstruction et relogement sont par ailleurs intimement liés, comme l'illustre Moatty (2015) à partir d'un troisième cas d'étude, sur la reconstruction de la commune de Hautmont et de communes adjacentes (département du Nord), touchées par une tornade ayant détruit ou endommagé 1600 logements en 2008. A Hautmont, 50% des foyers sinistrés sont retournés dans leur logement d'origine ou ont été relogés ailleurs de façon durable. La majorité des relogements temporaires a lieu sur la commune même, du fait de la volonté des personnes de suivre l'avancement des travaux de reconstruction. Le taux de retour au logement et de relogement permanent monte à 75% au bout d'un an et demi, 90% au bout de deux ans, 98% au bout de quatre ans : les 2% restants sont ceux faisant l'objet d'un conflit avec les assurances, ralentissant donc la reconstruction de leur logement.

4.1.2 Orientations stratégiques : de la sauvegarde des populations à la reconstruction du capital physique et économique

Si le processus de planification est encore balbutiant à l'échelle francilienne, il est toutefois possible d'émettre quelques hypothèses sur la stratégie attendue de l'Etat et des collectivités dans la gestion post-catastrophe. En matière de priorisation des enjeux, des aspirations contradictoires se font en effet jour : d'une part, entre la gestion de l'urgence et les objectifs de restauration, la priorité pourrait être donnée à la sauvegarde de la population au détriment de la protection des infrastructures. D'autre part, dans la phase de restauration puis de reconstruction, la priorité pourrait être accordée aux enjeux économiques devant les enjeux sociaux, et à la quantité plutôt qu'à la qualité.

4.1.2.1 Gestion de crise vs. Anticipation post-catastrophe

En premier lieu, dans l'arbitrage entre la gestion de crise et la gestion post-catastrophe, l'orientation semblerait se tourner vers la priorisation de l'urgence plutôt que le redémarrage des activités. Remarquons en effet que les choix (ou non-choix) faits pendant la gestion de crise ont une répercussion sur l'après-crise : ils doivent donc être pensés en fonction de différentes temporalités. C'est le cas par exemple de l'évacuation (encore une fois !) Il peut en effet apparaître contradictoire d'inciter à l'auto-évacuation d'une majorité de personnes, si l'objectif est aussi d'assurer le maintien et le redémarrage rapide de l'activité économique. Cet arbitrage relève notamment d'un bon partage (ou confrontation) des champs de compétence et de responsabilité, notamment entre la Préfecture de Police, en charge de la gestion de crise, et la préfecture de région, en charge de l'après-catastrophe et du retour à la normale. La Préfecture de Police, par ses missions, doit d'abord veiller à la sauvegarde de la population à court terme, pendant la durée de l'inondation. La préfecture de région est à l'inverse orientée vers les problématiques d'économie et d'aménagement.

Les différentes discussions avec les acteurs régionaux tendent à penser que la gestion de crise pourrait être privilégiée au détriment des enjeux de retour à la normale. La raison principale

tient en ce que la gestion de l'urgence conditionne la sauvegarde des populations : les conditions sanitaires de ces dernières, la limitation de la surmortalité, apparaissent bien sûr comme des enjeux prioritaires, notamment par rapport à la protection des infrastructures de réseaux, qui sont elles indispensables au retour à la normale. Ces infrastructures de réseaux doivent faire l'objet d'arrêts de fonctionnement, voire d'ennoiements volontaires, à titre préventif, afin d'éviter de causer des dommages trop importants. Le problème tient dans les temporalités souvent contradictoires des différents objectifs de gestion de crise et post-crise. Ces contradictions sont exacerbées en raison du fait qu'il n'est pas possible d'anticiper sur la crue au-delà de trois jours. Or, les grands opérateurs, ENEDIS mais aussi la RATP et la SNCF ont besoin de plus de temps pour, d'une part procéder à des coupures préventives, d'autre part pour mettre à l'abri leur matériel. Il faudrait ainsi, d'après un acteur de la zone de défense, sept jours pour fermer et isoler le réseau du RER C. Ce besoin d'anticipation dans la protection des infrastructures pourrait se heurter à la volonté des autorités de maximiser le taux d'évacuation afin de limiter le nombre d'évacuations d'urgence *a posteriori*. Ceci implique de donner aux populations la possibilité d'évacuer sur la plus longue durée possible – éventuellement jusqu'aux dernières heures précédant l'arrivée de la lame de crue. Les autorités seraient d'autant moins susceptibles de fermer les réseaux à titre préventif que le risque politique d'une coupure massive, en cas de crue d'ampleur moindre qu'attendue, serait terriblement élevé, à l'instar de l'évacuation massive.

Outre la nécessité de procéder aux évacuations, les services de l'Etat pourraient préférer maintenir les réseaux en fonctionnement en mode dégradé, plutôt que de les fermer, afin d'assurer le maintien, hors zones évacuées, de l'activité sociale et économique. L'exemple de l'adduction en eau potable a été cité : les entreprises en charge de l'alimentation en eau potable se verraient interdites de fermer leur réseau. Elles seraient instruites de maintenir le fonctionnement de ce dernier avec une eau de qualité dégradée et polluée, afin d'assurer la continuité du réseau d'assainissement ; afin encore de pourvoir à la sécurité contre le risque incendie. A l'inverse, il est considéré que l'absence d'eau potable peut être surmontée, par la mise en place de points d'alimentation et de distribution de l'eau en bouteille. Le problème demeure qu'un réseau d'adduction pollué nécessite au moins un à deux ans pour être nettoyé et remis en état, et peut être à l'inverse remis en fonction immédiatement ou dans un délai très court s'il est fermé préventivement et donc non pollué.

Ici, les orientations de l'Etat peuvent se confronter aux orientations prises par les opérateurs de réseaux. Ces derniers ont en effet des stratégies de gestion de crise très variables, certains privilégiant très clairement le temps de rétablissement du réseau à la continuité de service pendant la gestion de crise (Toubin, 2014 - Figure 52). Comme l'observe Lagadec (2002), la conduite de la gestion de crise par les opérateurs de réseaux n'est plus tournée vers une logique de services publics, mais fondée sur une logique économique de restauration de leurs capacités opérationnelles. ENEDIS annonce ainsi un temps de retour à la normale du réseau électrique en cinq jours au sein de la Ville de Paris, ce qui se fait bien sûr au détriment de la continuité de service, impliquant en effet la dépose et l'arrêt des installations électriques. *In fine*, les arbitrages entre les impératifs de la gestion de crise et la logique de retour à la normale dépendent de la bonne coordination (ou de la confrontation) entre les services de l'Etat et les opérateurs de réseaux.

Service	Hypothèses
ERDF	Le réseau est progressivement arrêté avec l'inondation des transformateurs ; certaines zones peuvent être réalimentées mais les puissances peuvent être réduites sur l'ensemble des zones alimentées.
GRDF	Le réseau est progressivement arrêté avec la dépose des détendeurs ; le service est normal dans les zones desservies.
CPCU	Données confidentielles
Climespace	Si la production est maintenue, l'eau froide est transportée jusqu'au branchement client.
Eau de Paris	La production est maintenue et l'eau potable est distribuée jusqu'à 20 m de hauteur dans les immeubles.
SAP	Le réseau gravitaire évacue les eaux usées ; les usines de crue peuvent rejeter les eaux en Seine en cas de niveaux trop élevés.
SIAAP	Le réseau gravitaire évacue les eaux usées ; les ouvrages peuvent rejeter les eaux en Seine si les capacités de traitement sont dépassées.
Propreté	Le service est assuré sur l'ensemble du territoire grâce à la réorganisation des services, éventuellement avec des moyens réduits.
SYCTOM	L'organisation modifie l'exutoire des déchets en fonction des équipements impactés pour assurer l'évacuation des déchets.
IP13	L'usine de traitement est arrêtée pour assurer la protection des équipements sensibles.
Voirie	Le débordement est empêché par la mise en place de protections locales ; certaines voies sont coupées ; les déplacements sont difficiles sur les axes restants, du fait de la perte de la régulation de trafic et de l'éclairage notamment.
RATP métro	Le service est interrompu sur de nombreuses lignes du fait de la protection des stations contre les entrées d'eau ; le service peut être dégradé sur les lignes en fonctionnement du fait de la perte du pilotage ou du manque d'électricité.
Orange	Les équipements sensibles sont déposés, interrompant le service des abonnés concernés ; le service de téléphonie mobile est dégradé, limité à l'outdoor.

Figure 52. Extrait de la thèse de Toubin (2014), sur l'impact des stratégies des opérateurs sur la continuité de service dans la Ville de Paris.

4.1.2.2 Priorités de l'après-catastrophe et relance économique

Du point de vue des services régionaux de l'Etat, la priorité majeure dans l'après-catastrophe, identifiée notamment par le comité économique de la SLGRI « Métropole francilienne », est de relancer l'activité. Le redémarrage économique pourrait se fonder notamment sur l'assouplissement des règles légales et la mise en place de dérogations réglementaires, afin de permettre à l'Etat et au système assurantiel « Cat-Nat » de financer directement les entreprises sinistrées, comme ce fut le cas lors de l'ouragan Sandy¹⁷¹. Cette aide en urgence permettrait d'alimenter la trésorerie des entreprises, afin que ces dernières puissent continuer à verser des salaires, qu'elles puissent déménager leurs outils de production, voire qu'elles aient les moyens de changer d'activité économique. De même, au-delà de l'aspect financier, la priorité pourrait être donnée à la reconstruction du capital physique – et en particulier à la remise en état des réseaux. L'objectif est d'éviter un effondrement du système socioéconomique, comme ce fut observé lors de l'ouragan Katrina. L'image d'un Paris « ville-musée », avec le risque d'un déclin économique et d'une désertification du territoire, a ainsi été évoquée par plusieurs acteurs. Implicitement, le poids donné au secteur économique sous-tend une priorité moindre donnée à la population et au tissu social. Il est donc considéré que c'est la reprise économique qui conditionne le retour des populations, et non l'inverse. Que la reconstruction du capital physique prime sur celle du capital social.

¹⁷¹ Observation de N. Bauduceau (CEPRI).

Plusieurs éléments tendent à confirmer cette hypothèse :

- (1) Notons d'abord que l'OCDE a développé une étude sur les impacts économiques, et non sur les impacts sociaux.
- (2) Les travaux préparatoires à la SLGRI témoignent aussi de cette préférence donnée à la sphère économique : ces travaux comprennent un comité économique mais aussi des groupes de travail sur les réseaux ; à l'inverse, pas de comité « social ». De la même façon, il faut noter l'existence d'un groupe de travail dédié aux quartiers résilients, qui est nettement orienté vers les problématiques physiques, non sociales. Dans le contenu de la stratégie locale approuvée en 2016 après ces travaux préparatoires, la prise en charge des populations n'est de fait pas un axe de travail mis en avant, à l'exception des guichets uniques (Robert et Montoya, 2016). Ces guichets uniques sont censés servir aux entreprises et aux particuliers pour faciliter leurs demandes d'aide et leur indemnisation assurancielle. Notons ici que le principe des guichets uniques a été cité à de nombreuses reprises lors des observations de thèse, apparaissant peut-être comme la panacée aux yeux de certains.
- (3) Plus globalement, la réflexion sur la reconstruction porte essentiellement sur le volet physique, et non organisationnel : la question de la coordination dans la gestion post-crise est largement ignorée, à l'instar de celle de la distribution et de la mutualisation des moyens entre les territoires.

Certes, il ne s'agit que d'une hypothèse ici formulée, qui n'est pas explicitée et ne pourra jamais l'être. Certes, c'est la sphère politique, la tête de l'Etat, qui donnera les grandes orientations de la reconstruction. Toutefois, cette hypothèse doit être questionnée. Les autorités franciliennes apparaissent particulièrement sensibles au retour d'expérience de Sandy, comparé au cas de Katrina : le premier apparaît comme une belle réussite, le second comme un échec total de gestion de crise et d'après-crise. Le contexte – social et économique – semble toutefois être occulté : New York, ville mondiale, capitale économique des Etats-Unis, ayant des ressources extraordinairement supérieures à celle d'une ville de province, en déclin démographique depuis presque un siècle, à la situation économique particulièrement dégradée, la Nouvelle-Orléans. Au cours de ce chapitre, nous avons vu en quoi les chaînes de causalité entre redémarrage économique et retour des populations sur les territoires sinistrés sont complexes à appréhender.

La priorité donnée à la sphère économique et à la reconstruction du capital physique peut avoir des conséquences particulièrement néfastes sur le tissu social. A l'échelle internationale, c'est généralement le choix fait par les autorités (Aldrich, 2012 ; Cheng *et al.*, 2015), la reconstruction du tissu social étant laissée à la charge des collectivités locales et du secteur associatif. La littérature internationale recommande pourtant de mettre autant l'accent sur le tissu social que sur l'infrastructure physique (Berke et Campanella, 2006). Par des politiques inappropriées, les autorités peuvent même mettre en péril le capital social et ses réseaux, comme Aldrich l'observe dans le cas de Kobe :

- (a) Les personnes évacuées sont dirigées de façon aléatoire vers des logements temporaires, déstructurant les liens sociaux entre voisins.
- (b) L'accès au logement est donné en priorité aux personnes âgées et handicapées. Si ce choix peut apparaître évident et pertinent, il a des conséquences perverses. Ces personnes, souvent isolées, sont regroupées au sein de complexes de logements

temporaires de grande échelle (« *danchi* »), de sorte que ces personnes sont dans l'incapacité de nouer de nouvelles relations, de renouveler leur capital social.

- (c) Les autorités empêchent, volontairement ou non, des groupes de personnes issus d'un même quartier de reconstruire ensemble leurs logements sur leur territoire d'origine, par des interdictions de permis de construire par exemple. Ainsi, des zones entières comme le quartier de *Rokkomochi* ont été repeuplées par des nouveaux arrivants, excluant les habitants d'origine, déracinés.

4.1.3 Temps de restauration et de reconstruction et retour au logement

La préférence attendue donnée à la reconstruction physique s'explique notamment par les délais de restauration et de reconstruction, en particulier des logements, qui peuvent apparaître particulièrement longs. Ces délais conditionnent le retour au logement des populations évacuées, ou de retour à des conditions de vie acceptables pour les populations demeurées sur place. Il faut ici distinguer les zones inondées des zones non inondées.

Au sein des zones non inondées, les délais de retour au logement sont conditionnés par la remise en service des réseaux. Une synthèse des estimations de délais de remise en service des réseaux est proposée par Toubin (2014), pour la ville de Paris. Pour une crue similaire à celle de 1910, et dans l'hypothèse d'un scénario « *idéal* », où les protections des infrastructures ne seraient pas mises en défaut, les délais de remise en service sont immédiats ou quasi-immédiats pour le réseau ENEDIS, Eau de Paris, SIAAP, de quelques jours seulement pour le SYCTOM, les réseaux de télécommunications comme Orange, et surtout pour la RATP. Dans l'hypothèse d'une gestion plus difficile de la crue, jugée plus probable, la protection par batardeaux est défailante, avec des inondations superficielles dans Paris donc, en même temps que des inondations par remontée de nappe ont lieu. Les temps de remise en service sont dès lors plus longs : plusieurs jours pour la RATP et pour Eau de Paris, plusieurs semaines pour Orange, la SIAAP, ENEDIS, GRDF. Dans l'hypothèse d'une crue supérieure à 1910, les stratégies de protection des infrastructures deviennent caduques, rallongeant considérablement les temps de remise en service : il faut alors prévoir un délai de remise en service de plusieurs mois, voire peut-être d'années dans le cas de la RATP, avec potentiellement l'abandon de l'exploitation certaines lignes.

Au sein des zones inondées, les délais de retour au logement sont d'abord dépendants du temps de décrue et de ressuyage de la chaussée et des bâtiments. Les temps de décrue peuvent être accrus par l'occurrence de plusieurs lames de crue, comme lors de précédentes inondations (1924, 1955) ; les temps de ressuyage sont aussi difficiles à estimer, variant selon la nature du terrain. Un élu d'Alfortville estime ainsi que le terrain argileux de sa commune est particulièrement défavorable à un ressuyage rapide. Les délais de retour au logement sont ensuite conditionnés par les délais de remise en état puis en service des réseaux endommagés. Ces délais de restauration, dans les zones inondées, peuvent être beaucoup plus longs qu'en zone non sinistrée, bien sûr : l'EPTB, dont le siège social est situé en rive droite de la Seine, à proximité de la gare de Lyon, estime de neuf à douze mois l'indisponibilité de ses locaux en cas d'inondation. Ces délais varient selon divers facteurs : citons notamment la nature du réseau, et entre autres exemples la différence entre les réseaux de basse et de moyenne pression de gaz. En moyenne pression, les conduites sont considérées comme étanches, ce qui limite l'endommagement et favorise une remise en service rapide. En basse pression, les conduites sont poreuses, l'endommagement donc plus élevé, la remise en état beaucoup plus longue. Or,

les communes ne sont pas exposées de la même façon, certaines étant maillées de basse pression plus que de moyenne : le cas de certains quartiers de Vigneux-sur-Seine et du centre-ville de Corbeil-Essonnes a ainsi été cité lors d'une réunion au sein de la préfecture de l'Essonne.

Les délais varient enfin selon qu'il s'agisse de logements endommagés ou non endommagés.

- (1) Dans les logements non endommagés (donc situés au-dessus du niveau atteint par les effets de capillarité), les facteurs sont d'abord techniques : il faut en effet s'assurer, à l'échelle du logement, de la stabilité des bâtiments, notamment par un examen visuel (pas de fissuration extérieure, de déformation des fondations visibles) (CEPRI, 2014). Il faut aussi s'assurer du bon fonctionnement des réseaux au sein des logements. A ce titre, il est nécessaire d'avoir une expertise avant retour au logement, d'ENEDIS et de GRDF par exemple pour attester de la conformité des installations électriques et gazières (attestations émises par le CONSUEL – Comité National pour la Sécurité des Usagers de l'Electricité – pour les installations électriques par exemple). Notons aussi une inconnue sur les consignes de retour au logement après évacuation, sur la valeur légale et prescriptive de ces dernières, et sur l'éventuelle responsabilité des préfets de département en la matière. Cette responsabilité n'est pas la même selon qu'il y ait eu ou non un ordre d'évacuation. Elle s'applique également aux maires des communes, qui doivent s'assurer de la sécurité et de la salubrité publiques, au titre de leurs pouvoirs de police (CGCT – Art. L2212-2) (CEPRI, 2014). Notons enfin que nombre d'habitants sont certainement amenés à rentrer dans leur logement malgré l'absence de certains réseaux fonctionnels, malgré des installations défectueuses, non expertisées, sans respect des consignes données par les autorités, comme on a pu le constater lors d'autres catastrophes (Siebeneck et Cova, 2012 ; Stallings, 1991).
- (2) Dans les logements endommagés, le retour au logement est conditionné par la reconstruction du second œuvre, voire de l'ensemble du logement dans le cas où les dommages sont trop élevés ; dans ce second cas, la reconstruction du logement peut avoir lieu sur place, ou donner lieu à une délocalisation. En situation post-catastrophe, les goulets d'étranglement sont multiples, du fait de la très forte demande : pénurie de ressources, inflation des prix, interruption des chaînes de production (Chang *et al.*, 2010).

4.2 ESTIMATION DE L'ENDOMMAGEMENT ET DE L'INDISPONIBILITE TERRITORIAUX

Le contexte technique et administratif de la reconstruction ayant été posé, il faut dès lors présenter les résultats issus de notre méthodologie : sont d'abord proposées des estimations de l'endommagement et de l'indisponibilité territoriaux, ces derniers conditionnant *a priori* les efforts de reconstruction des territoires après l'inondation. Cette sous-partie se divise en deux temps : (a) d'abord, il est procédé à une présentation, chiffrée et cartographiée, de l'endommagement territorial global, en d'autres termes de l'endommagement des structures et infrastructures nécessaires au maintien et au retour des populations sur un territoire donné. (b) Puis, un intérêt particulier est donné à l'estimation de l'endommagement des seuls logements des ménages.

Notons ici que, dans ce chapitre, nous nous interrogeons essentiellement sur les processus de reconstruction, et non de restauration : l'attention est donc d'abord donnée aux estimations relatives à l'endommagement ; celles relatives à l'indisponibilité sont présentées de façon

limitée, et d'autant plus succinctement qu'elles sont en partie redondantes avec les informations relatives au maintien en vie dégradée présentées dans le cadre du chapitre 2 sur les évacuations massives.

4.2.1 Endommagement et indisponibilité : synthèse et cartographie

Les résultats issus de l'estimation de l'endommagement et de l'indisponibilité sont présentés, de façon complémentaire, sous une forme chiffrée et sur un plan cartographique.

4.2.1.1 Synthèse chiffrée

La Figure 53 présente de façon synthétique la part des structures et infrastructures de base endommagées par l'inondation, par département et pour les scénarios R1 et R1,15. A l'échelle régionale, l'endommagement territorial atteint 2,3% pour un scénario R1, et double pour un scénario R1,15 (4,6%). Les disparités entre département sont bien sûr élevées, à l'instar de ce qui a pu être observé (avec des nuances remarquables toutefois) pour la problématique des évacuations : pour un scénario R1, le Val-de-Marne se détache nettement des autres départements franciliens (presque 8% d'endommagement contre moins de 3% pour les autres). Pour un scénario R1,15, le Val-de-Marne demeure le département le plus affecté (12%), mais les Hauts-de-Seine s'approchent de ses niveaux d'endommagement (9%). L'Essonne arrive en troisième position (4%) devant les autres départements de grande couronne (Seine-et-Marne et Yvelines) et Paris, avec environ 3% d'endommagement. La Seine-Saint-Denis et le Val d'Oise ferment la marche (moins de 2% d'endommagement).

L'effet de seuil entre les scénarios R1 et R1,15, s'il est très marqué à l'échelle régionale, connaît de fortes variations selon les départements : Paris, les Hauts-de-Seine, le Val d'Oise se caractérisent par des effets de seuil extraordinairement élevés (avec un multiplicateur compris entre 3 et 4 !) Les autres départements présentent à l'inverse un effet de seuil plus faible, avec un multiplicateur inférieur à 2. Remarquons en particulier l'opposition entre les deux départements les plus affectés de la région francilienne, le Val-de-Marne et les Hauts-de-Seine : le premier connaît de lourds impacts dès le scénario R1, avec un effet de seuil relativement limité au-delà (multiplicateur de 1,6) ; à l'inverse, les Hauts-de-Seine se caractérisent par un impact relativement limité pour le scénario R1, mais avec des dégâts exponentiels au-delà (multiplicateur de 3,3). Alors que les deux départements sont exposés de façon relativement égale face à la submersion dans l'hypothèse d'un scénario d'inondation R1, et que le nombre de personnes à évacuer est aussi comparable, comme l'a illustré le chapitre 2, le Val-de-Marne est largement plus affecté par l'endommagement que les Hauts-de-Seine. En cause, une exposition précoce au risque d'inondation, avec des durées de submersion potentiellement plus longues, dans le Val-de-Marne.

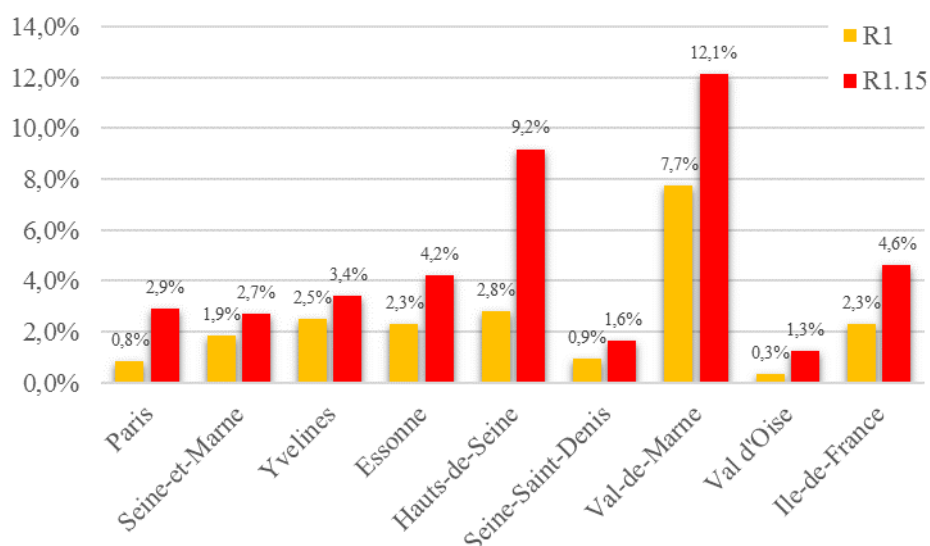


Figure 53. Synthèse de l'endommagement territorial par département (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS, STIF).

Les disparités entre département sont en grande partie lissées quand est considérée, plus largement, l'indisponibilité territoriale (Figure 54). Pour le scénario R1, la Seine-et-Marne, les Hauts-de-Seine et le Val-de-Marne comprennent environ 40% de leur population en zone d'indisponibilité, contre une moyenne régionale de 23%. Pour le scénario R1,15, deux tiers de la population régionale est en zone d'indisponibilité, avec cinq départements dépassant ou approchant des 80%, trois même atteignant ou approchant les 100%, du fait de la rupture généralisée du réseau d'adduction d'eau potable.

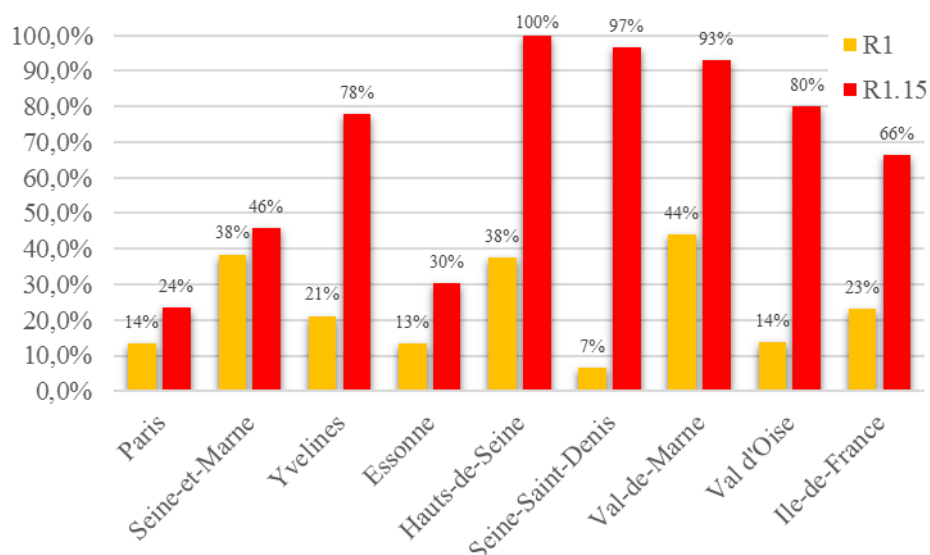


Figure 54. Synthèse de l'indisponibilité territoriale par département (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS, STIF).

4.2.1.2 Cartographie à l'échelon communal

Ces chiffres résumés à l'échelle départementale cachent cependant une réalité communale complexe : la cartographie de l'endommagement territorial, par commune, est disponible en

Figure 55. Notons ici que la cartographie insiste sur les valeurs relatives, et non absolues, de telle sorte que les petites communes lourdement affectées apparaissent de façon plus flagrante que les grandes.

Pour le scénario R1, il faut ainsi observer que les communes les plus lourdement endommagées (>30%) se situent essentiellement en grande couronne, et comprennent des municipalités de petite taille, en aval notamment, à la sortie de la région et après la confluence Seine-Oise. En petite couronne, les communes de Villeuneuve-la-Garenne et de l'Ile-Saint-Denis en aval, d'Alfortville, de Villeuneuve-le-Roi et d'Ablon-sur-Seine en amont dans le Val-de-Marne, de Gournay-sur-Marne en Seine-Saint-Denis, dépassent le seuil de 30%.

Dans l'hypothèse d'un scénario d'inondation de type R1,15, les communes lourdement endommagées sont beaucoup plus nombreuses, et plus dispersées. En grande couronne, aux zones déjà citées, il faut rajouter certaines communes de Seine-et-Marne, riveraines de la Marne et à la confluence du Loing et de la Seine, ainsi que deux communes de l'Essonne (Viry-Châtillon et Juvisy-sur-Orge). En petite couronne, dans les communes endommagées au-dessus du seuil de 30%, il faut rajouter, à celles déjà citées, Gennevilliers et Asnières-sur-Seine en aval, Villeuneuve-Saint-Georges et Bry-sur-Marne dans le Val-de-Marne, Neuilly-Plaisance en Seine-Saint-Denis. Paris ne comprend à l'inverse aucun arrondissement dépassant 15% d'endommagement.

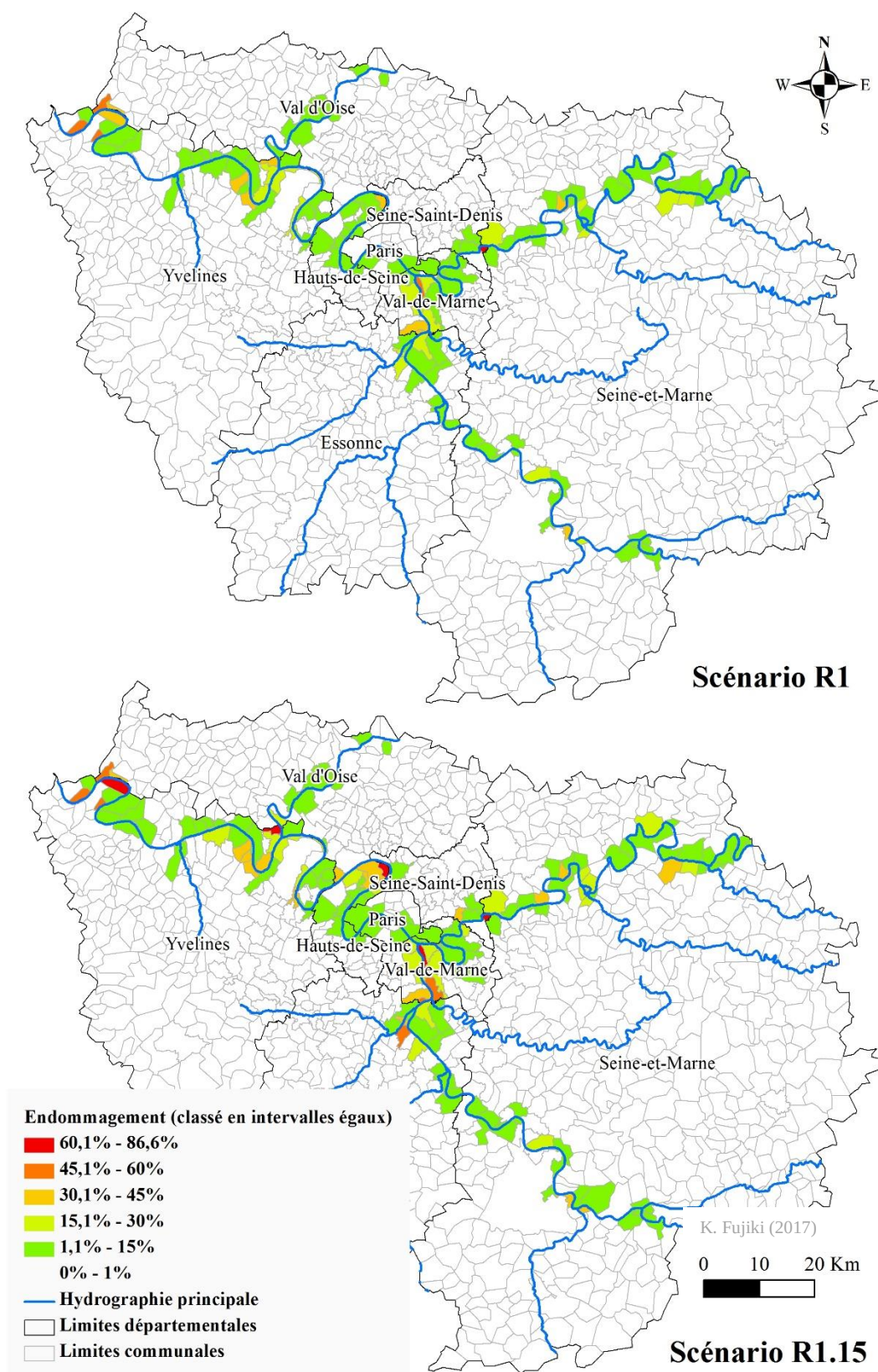


Figure 55. Cartographie de l'endommagement territorial par commune à l'échelle régionale (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS, STIF).

4.2.1.3 Evolution de l'endommagement communal entre le scénario R1 et R1,15

Le tableau qui suit permet de classer les communes endommagées, en ne retenant que celles dépassant le seuil de 5%, quel que soit le scénario d'inondation, R1 ou R1.15. Il confirme notre lecture cartographique, en mettant l'accent sur les communes de petite taille, voire de très petite taille, de grande couronne francilienne, dans les Yvelines et le Val d'Oise tout particulièrement : seules deux communes (du Val-de-Marne) dépassent dix mille habitants sur les dix communes les plus endommagées pour un scénario R1, trois ont moins de mille habitants. Il faut ici remarquer que, si ces deux départements sont relativement épargnés à grande échelle, ils comprennent des municipalités qui risquent de se retrouver dans une situation très handicapante. Ces dernières ont cependant, pour elles, le bénéfice de pouvoir potentiellement bénéficier de la solidarité départementale (puisque le reste du département est épargné par l'inondation), à l'inverse des communes de petite couronne francilienne, ou de l'Essonne.

Rang	Nom de la commune	Dép.	Pop.	R1	R1.15	Rang	Nom de la commune	Dép.	Pop.	R1	R1.15
1	GOURNAY-SUR-MARNE	93	6434	64,9%	73,1%	53	NANTEUIL-SUR-MARNE	77	652	8,1%	8,4%
2	ALFORTVILLE	94	44174	59,9%	61,7%	54	MEZY-SUR-SEINE	78	2474	7,3%	7,4%
3	BENNECOURT	78	1704	57,0%	57,7%	55	VAIRES-SUR-MARNE	77	12726	7,2%	9,1%
4	LA ROCHE-GUYON	95	637	56,7%	57,7%	56	LE PERREUX-SUR-MARNE	94	32899	7,2%	14,7%
5	MERICOURT	78	321	53,0%	55,1%	57	FOLLAINVILLE-DENNEMONT	78	1505	6,9%	7,9%
6	VILLENNES-SUR-SEINE	78	4930	42,9%	43,1%	58	MORSANG-SUR-SEINE	91	997	6,8%	9,0%
7	PRECY-SUR-MARNE	77	573	42,1%	43,5%	59	MONTEREAU-FAULT-YONNE	77	16236	6,8%	14,0%
8	VILLENEUVE-LE-ROI	94	18322	39,8%	42,9%	60	VERNEUIL-SUR-SEINE	78	15366	6,4%	6,5%
9	ABLON-SUR-SEINE	94	5193	39,2%	49,5%	61	CORBEIL-ESSONNES	91	43451	6,2%	11,6%
10	MAURECOURT	78	4243	34,6%	60,6%	62	VALENTON	94	11582	5,9%	19,4%
11	MOISSON	78	1765	33,6%	86,6%	63	EPONE	78	6424	5,8%	6,3%
12	VERNOUILLET	78	9068	33,6%	34,2%	64	SAINT-MAUR-DES-FOSSES	94	73962	5,7%	13,5%
13	HAUTE-ISLE	95	292	33,4%	35,3%	65	JOINVILLE-LE-PONT	94	17795	5,3%	13,2%
14	VILLENEUVE-LA-GARENNE	92	25339	32,3%	74,7%	66	CROSNE	91	8974	5,3%	9,8%
15	L'ILE-SAINT-DENIS	93	7058	31,9%	50,5%	67	DRAVEIL	91	27794	5,3%	9,4%
16	THOMERY	77	3050	31,6%	43,9%	68	MEULAN-EN-YVELINES	78	8702	5,3%	5,7%
17	JUVISY-SUR-ORGE	91	14838	29,1%	38,5%	69	BOUGIVAL	78	8522	5,2%	5,7%
18	MONTRY	77	2825	26,2%	26,2%	70	MARY-SUR-MARNE	77	929	5,1%	5,9%
19	VILLENEUVE-SAINT-GEORGES	94	31944	24,9%	50,0%	71	BUTRY-SUR-OISE	95	1246	5,1%	6,2%
20	SAINT-MAMMES	77	2668	24,3%	32,0%	72	POMPONNE	77	3411	5,0%	5,8%
21	LE PECQ	78	16615	24,0%	37,3%	73	PARIS 15E ARRONDISSEMENT	75	233888	4,9%	14,3%
22	LE MESNIL-LE-ROI	78	6249	23,9%	24,2%	74	MEDAN	78	1530	4,7%	38,3%
23	VIGNEUX-SUR-SEINE	91	27780	22,6%	29,4%	75	GERMIGNY-L'EVEQUE	77	1623	4,5%	5,1%
24	LE PORT-MARLY	78	4552	21,8%	40,8%	79	CHARENTON-LE-PONT	94	29530	4,4%	8,1%
25	ACHERES	78	19439	21,2%	27,3%	81	BOISSETTES	77	414	4,3%	8,1%
26	VIGNELY	77	359	21,0%	29,6%	82	PONTOISE	95	28737	4,0%	5,3%
27	CHELLES	77	52677	20,8%	28,9%	84	RIS-ORANGIS	91	26710	3,9%	18,2%
28	CARRIERES-SOUS-POISSY	78	14842	20,5%	30,5%	86	VARENNES-SUR-SEINE	77	2677	3,5%	9,5%
29	VIRY-CHATILLON	91	30567	20,4%	51,7%	91	FRESNES-SUR-MARNE	77	611	3,4%	5,3%
30	SAINT-JEAN-LES-DEUX- JUMEAUX	77	980	19,9%	37,1%	92	PARIS 12E ARRONDISSEMENT	75	140325	3,4%	9,3%
31	VITRY-SUR-SEINE	94	84619	18,3%	26,8%	95	CROISSY-SUR-SEINE	78	9889	3,3%	5,1%
32	SAMMERON	77	751	17,9%	18,0%	96	ISSY-LES-MOULINEAUX	92	63465	2,7%	14,6%
33	CHOISY-LE-ROI	94	40925	16,7%	17,2%	97	NEUILLY-SUR-SEINE	92	61798	2,7%	6,4%
34	ANDRESY	78	11805	16,4%	22,6%	98	BOULOGNE-BILLANCOURT	92	114308	2,7%	12,7%
35	CHARTRETTES	77	2495	16,1%	16,9%	101	SAINT-MARTIN-LA- GARENNE	78	1520	2,4%	5,5%
36	MAISONS-ALFORT	94	52539	16,0%	27,4%	104	CRETEIL	94	89084	2,3%	15,1%
37	GENNEVILLIERS	92	40521	14,8%	44,0%	109	ASNIERES-SUR-SEINE	92	82427	2,0%	31,0%
38	ISLES-LES-VILLENOY	77	1240	14,7%	16,5%	115	NEUVILLE-SUR-OISE	95	2759	1,8%	17,8%
39	IVRY-SUR-SEINE	94	56071	14,5%	26,3%	145	CONGIS-SUR-THEROUANNE	77	1387	0,9%	21,9%
40	BRY-SUR-MARNE	94	15618	14,0%	16,6%	150	SAINT-AURICE	94	14232	0,8%	13,9%
41	ESBLY	77	5783	13,9%	16,5%	151	BEZONS	95	27792	0,8%	31,0%
42	ATHIS-MONS	91	29363	13,2%	13,7%	163	VERNOU-LA-CELLE-SUR- SEINE	77	2167	0,5%	9,0%
43	NEUILLY-PLAISANCE	93	20527	12,6%	41,7%	204	LEVALLOIS-PERRET	92	65015	0,1%	7,8%
44	LES MUREAUX	78	29886	12,5%	16,0%	209	CLICHY	92	59055	0,1%	15,4%
45	THORIGNY-SUR-MARNE	77	8993	10,2%	37,5%	-	PARIS 4E ARRONDISSEMENT	75	27284	0,0%	5,2%
46	HARDRICOURT	78	1666	10,1%	10,5%	-	PARIS 8E ARRONDISSEMENT	75	39791	0,0%	8,0%
47	LAGNY-SUR-MARNE	77	20182	9,6%	12,3%						
48	COLOMBES	92	83934	9,2%	21,2%						
49	TRILBARDOU	77	688	9,1%	9,4%						
50	RUEIL-MALMAISON	92	78834	9,0%	12,2%						
51	GAGNY	93	39082	8,9%	9,1%						
52	SAINT-CLOUD	92	28800	8,8%	9,8%						

Tableau 39. Pourcentage d'endommagement territorial pour les scénarios d'inondation R1 et R1.15. Classement des communes par ordre décroissant d'endommagement (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS, STIF).

Ce tableau demeure toutefois peu lisible, du fait du nombre élevé de communes concernées : le choix a donc été fait d'exclure de l'analyse les municipalités de petite taille, pour concentrer

notre étude sur les municipalités de 10 000 habitants ou plus. La région francilienne en compte plus de 260 communes. Parmi celles-ci, 52 subissent un endommagement territorial supérieur ou égal à 5%. Le Tableau 40 classe ces communes, selon leur endommagement pour les scénarios R1 et R1.15.

Les municipalités de grande couronne, en aval de Paris, s'effacent alors derrière des municipalités de petite couronne et de la boucle de la Seine en Essonne. Il faut souligner deux points :

- (1) Localement, des pourcentages d'endommagement extrêmement élevés : pour un scénario R1,15, Villeneuve-la-Garenne atteint ainsi 75% de ses structures et infrastructures endommagées, Alfortville 62%, Viry-Châtillon 52%, Villeneuve-Saint-Georges 50%.
- (2) Des effets de seuil entre le scénario R1 et R1,15 très marqués pour certaines municipalités, qui entraînent des modifications profondes dans les priorités géographiques de reconstruction. L'endommagement est ainsi plus que doublé pour Villeneuve-la-Garenne (classée 3^e pour le scénario R1, mais 1^{ère} pour le scénario R1,15), Viry-Châtillon (11^e puis 3^e), Villeneuve-Saint-Georges (5^e puis 4^e), Gennevilliers (16^e puis 5^e), Neuilly-Plaisance (20^e puis 7^e), Bezons (72^e puis 10^e, lié à l'inondation sous plus de 50 cm de la gare de Bezons dans l'hypothèse d'un scénario R1,15). Certaines communes, à l'inverse, sont déjà lourdement affectées pour le scénario R1, et ne connaissent pas cet effet de seuil (elles reculent donc dans la hiérarchie des municipalités les plus endommagées). Il s'agit surtout de communes situées dans le Val-de-Marne : Alfortville (classée 1^{ère} pour le scénario R1, 2^{nde} pour le scénario R1,15), qui est de fait déjà entièrement submergée dans le premier scénario, Villeneuve-le-Roi (rétrogradée de 2^{nde} à 6^e), Choisy-le-Roi (13^e à 23^e). Citons aussi Juvisy-sur-Orge en Essonne (4^e à 8^e), qui comprend une partie de son bâti dans le lit majeur, et une autre partie à l'abri sur un plateau.

Nom des communes	Dép.	Population communale	Scénario R1		Scénario R1.15		Augment. en %
			% endommgmt.	Rang	% endommgmt.	Rang	
VILLENEUVE-LA-GARENNE	92	25339	32,3%	3	74,7%	1	131%
ALFORTVILLE	94	44174	59,9%	1	61,7%	2	3%
VIRY-CHATILLON	91	30567	20,4%	11	51,7%	3	153%
VILLENEUVE-SAINT-GEORGES	94	31944	24,9%	5	50,0%	4	101%
GENNEVILLIERS	92	40521	14,8%	16	44,0%	5	198%
VILLENEUVE-LE-ROI	94	18322	39,8%	2	42,9%	6	8%
NEUILLY-PLAISANCE	93	20527	12,6%	20	41,7%	7	230%
JUVISY-SUR-ORGE	91	14838	29,1%	4	38,5%	8	32%
LE PECQ	78	16615	24,0%	6	37,3%	9	55%
BEZONS	95	27792	0,8%	72	31,0%	10	3940%
ASNIERES-SUR-SEINE	92	82427	2,0%	50	31,0%	11	1477%
CARRIERES-SOUS-POISSY	78	14842	20,5%	10	30,5%	12	49%
VIGNEUX-SUR-SEINE	91	27780	22,6%	7	29,4%	13	30%
CHELLES	77	52677	20,8%	9	28,9%	14	39%
MAISONS-ALFORT	94	52539	16,0%	15	27,4%	15	71%
ACHERES	78	19439	21,2%	8	27,3%	16	29%
VITRY-SUR-SEINE	94	84619	18,3%	12	26,8%	17	47%
IVRY-SUR-SEINE	94	56071	14,5%	17	26,3%	18	82%
ANDRESY	78	11805	16,4%	14	22,6%	19	38%
COLOMBES	92	83934	9,2%	23	21,2%	20	130%
VALENTON	94	11582	5,9%	32	19,4%	21	229%
RIS-ORANGIS	91	26710	3,9%	41	18,2%	22	367%
CHOISY-LE-ROI	94	40925	16,7%	13	17,2%	23	3%
BRY-SUR-MARNE	94	15618	14,0%	18	16,6%	24	19%
LES MUREAUX	78	29886	12,5%	21	16,0%	25	29%
CLICHY	92	59055	0,1%	92	15,4%	26	21503%
CRETEIL	94	89084	2,3%	47	15,1%	27	562%
LE PERREUX-SUR-MARNE	94	32899	7,2%	28	14,7%	28	105%
ISSY-LES-MOULINEAUX	92	63465	2,7%	43	14,6%	29	434%
PARIS 15E ARRONDISSEMENT	75	233888	4,9%	36	14,3%	30	191%
MONTEREAU-FAULT-YONNE	77	16236	6,8%	29	14,0%	31	108%
SAINT-AURICE	94	14232	0,8%	71	13,9%	32	1687%
ATHIS-MONS	91	29363	13,2%	19	13,7%	33	3%
SAINT-AUR-DES-FOSSES	94	73962	5,7%	33	13,5%	34	137%
JOINVILLE-LE-PONT	94	17795	5,3%	34	13,2%	35	147%
BOULOGNE-BILLANCOURT	92	114308	2,7%	45	12,7%	36	369%
LAGNY-SUR-MARNE	77	20182	9,6%	22	12,3%	37	28%
RUEIL-MALMAISON	92	78834	9,0%	24	12,2%	38	36%
CORBEIL-ESSONNES	91	43451	6,2%	31	11,6%	39	87%
SAINT-CLOUD	92	28800	8,8%	26	9,8%	40	11%
DRAVEIL	91	27794	5,3%	35	9,4%	41	77%
PARIS 12E ARRONDISSEMENT	75	140325	3,4%	42	9,3%	42	177%
GAGNY	93	39082	8,9%	25	9,1%	43	2%
VAIRES-SUR-MARNE	77	12726	7,2%	27	9,1%	44	26%
CHARENTON-LE-PONT	94	29530	4,4%	38	8,1%	45	84%
PARIS 8E ARRONDISSEMENT	75	39791	0,0%	140	8,0%	46	-
LEVALLOIS-PERRET	92	65015	0,1%	89	7,8%	47	7650%
VERNEUIL-SUR-SEINE	78	15366	6,4%	30	6,5%	48	2%
NEUILLY-SUR-SEINE	92	61798	2,7%	44	6,4%	49	135%
PONTOISE	95	28737	4,0%	40	5,3%	50	34%
PARIS 4E ARRONDISSEMENT	75	27284	0,0%	171	5,2%	51	-
SAINT-OUEN-L'AUMONE	95	22851	2,4%	46	4,4%	52	86%

Tableau 40. Classement des communes de 10 000 habitants et plus, selon l'endommagement territorial (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS, STIF).

4.2.2 Besoins de relogements en région Ile-de-France

Le calcul de l'endommagement territorial est utile pour identifier l'altération des services indispensables au maintien ou au retour des populations sur un territoire donné. Ces dernières sont cependant d'abord tributaires de l'état de leur propre logement : il faut donc aussi s'interroger, plus précisément, sur l'endommagement du tissu résidentiel. Ce dernier conditionne les besoins en relogement des populations.

Avant de présenter ces résultats, mettons bien en évidence le fait que ces estimations sont avant tout destinées à obtenir des ordres de grandeur, et ne doivent être considérées qu'au regard des nombreuses incertitudes, relatives aux paramètres de l'aléa, aux scénarios d'inondation retenus, aux choix méthodologiques faits, à l'échelle d'analyse choisie. Ces estimations sont par ailleurs maximisantes plutôt que minimisantes, du fait qu'elles ne prennent pas en considération les mesures, structurelles ou non, de protection et de prévention du bâti.

4.2.2.1 Synthèse régionale et départementale

Le Tableau 41 présente, en effectifs et en % de la population totale, les personnes comprises dans les logements endommagés, pour les scénarios R1 et R1,15. A l'échelle régionale, presque 250 000 personnes sont comprises dans des logements potentiellement endommagés, pour un scénario R1, et 370 000 pour un scénario R1,15 (soit 50% d'augmentation entre les deux scénarios). L'effet de seuil est moins marqué que face à l'endommagement global, à l'exception notable de la Ville de Paris (plus de 200% d'augmentation entre les deux scénarios).

Les disparités observées pour l'endommagement global se retrouvent dans la problématique des logements, avec des nuances marquées toutefois. Le Val-de-Marne représente toujours le département le plus affecté, dans les deux scénarios (presque 100 000 en R1, plus de 135 000 personnes en R1,15). Pour le scénario R1, la grande couronne francilienne et les Hauts-de-Seine comprennent un nombre comparable de personnes dont le logement est endommagé (environ 30 000 dans chaque département) ; Paris et le Val d'Oise arrivent loin derrière (6 000 personnes dans chacune des deux entités). Pour le scénario R1,15, les Hauts-de-Seine se détachent des autres départements de grande couronne (66 000 contre environ 40 000 personnes), mais ne représentent toujours que la moitié des effectifs du Val-de-Marne. Paris, la Seine-Saint-Denis, le Val d'Oise, comprennent chacun moins de 20 000 personnes dont le logement est endommagé.

Département	Scénario R1		Scénario R1.15		Coefficient d'évolution
	Effectifs de population	% de personnes en logements endommagés	Effectifs de population	% de personnes en logements endommagés	
Paris	6120	0,3%	18761	0,9%	3,1
Seine-et-Marne	32120	2,5%	40345	3,1%	1,3
Yvelines	31598	2,3%	41122	3,0%	1,3
Essonne	29131	2,4%	39423	3,3%	1,4
Hauts-de-Seine	28949	1,9%	66306	4,3%	2,3
Seine-Saint-Denis	15209	1,0%	18147	1,2%	1,2
Val-de-Marne	98604	7,5%	136663	10,4%	1,4
Val d'Oise	5461	0,5%	10480	0,9%	1,9
Ile-de-France	247192	2,1%	371247	3,2%	1,5

Tableau 41. Effectifs et % de populations dont le logement est endommagé ou détruit par l'inondation. Synthèse par département (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).

4.2.2.2 Cartographie à l'échelle communale

A l'échelle communale, les disparités sont plus marquées encore. Les Figure 56 et Figure 57 résument la part de la population municipale résidant dans un logement potentiellement endommagé, pour les scénarios R1 et R1,15. La Figure 56 s'attache à l'ensemble de la région francilienne, la Figure 57 à l'agglomération parisienne. La seconde figure illustre, par ailleurs, non seulement des valeurs relatives mais aussi les effectifs des populations concernées.

Les tendances observées pour l'endommagement global se retrouvent dans l'endommagement des seuls logements. Dans l'hypothèse d'un scénario R1, la majorité des communes qui comprennent plus de 20% de leur population résidant dans des logements endommagés se situe dans le Val d'Oise, les Yvelines et la Seine-et-Marne. Il s'agit surtout de petites communes en couronne périurbaine. Les communes du Val-de-Marne se distinguent aussi par le nombre de communes affectées, et par la présence de communes de grande taille lourdement endommagées (au-dessus du seuil de 40% pour Alfortville et Villeneuve-le-Roi). Dans l'hypothèse d'un scénario R1,15, aux communes déjà citées, il faut rajouter celles des Hauts-de-Seine : si ces dernières sont moins endommagées en valeur relative que celles, par exemple du Val-de-Marne, elles comprennent toutefois des effectifs élevés de populations nécessitant la reconstruction de leur logement. Dans les arrondissements parisiens, seul le XVe comprend un nombre significatif de personnes dont le logement est endommagé, du fait de l'extension de la zone inondable dans ce quartier.

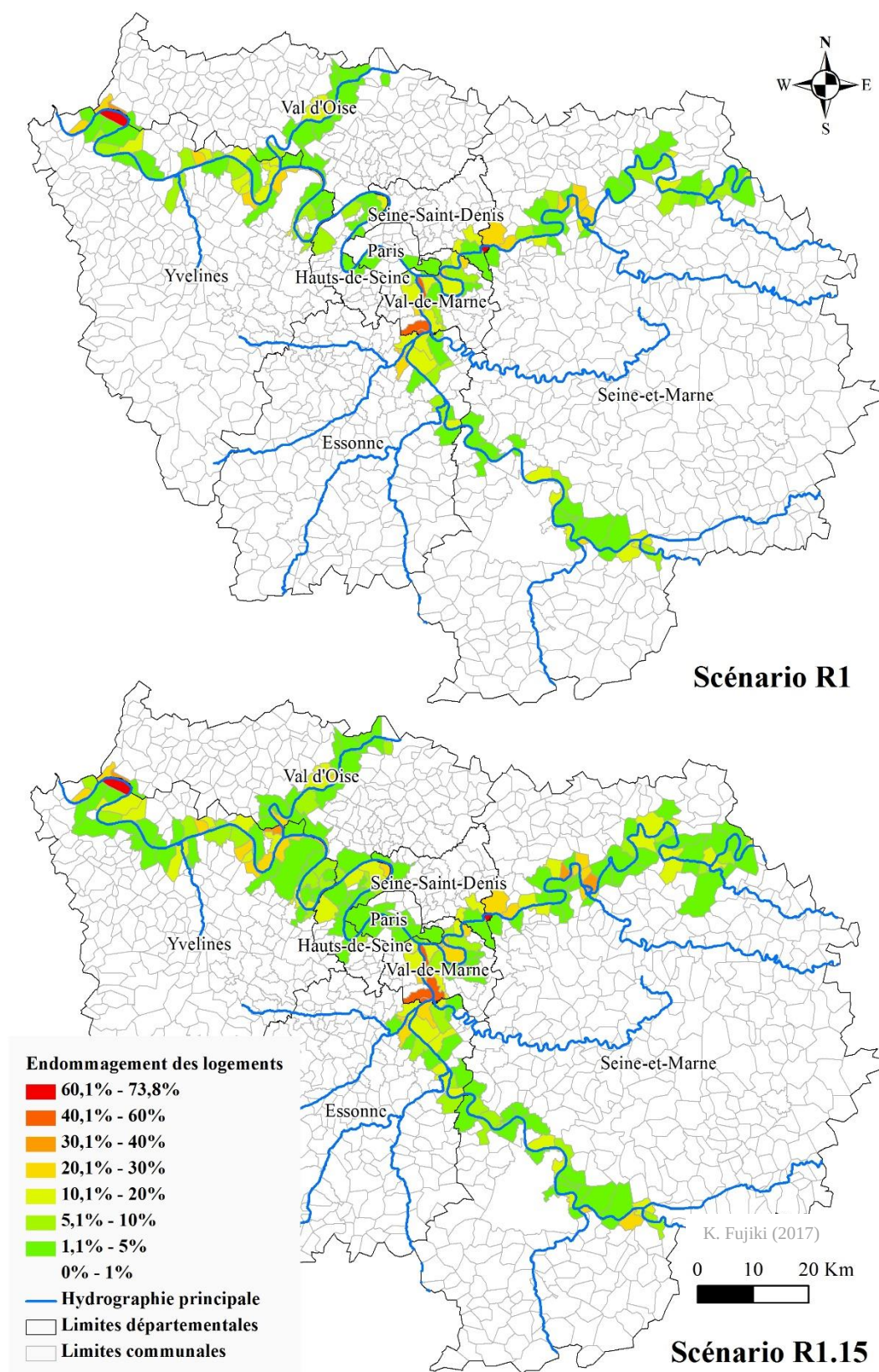


Figure 56. Part de la population communale avec un logement endommagé, à l'échelle de la région francilienne, pour les deux scénarios d'inondation R1 et R1.15 (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).

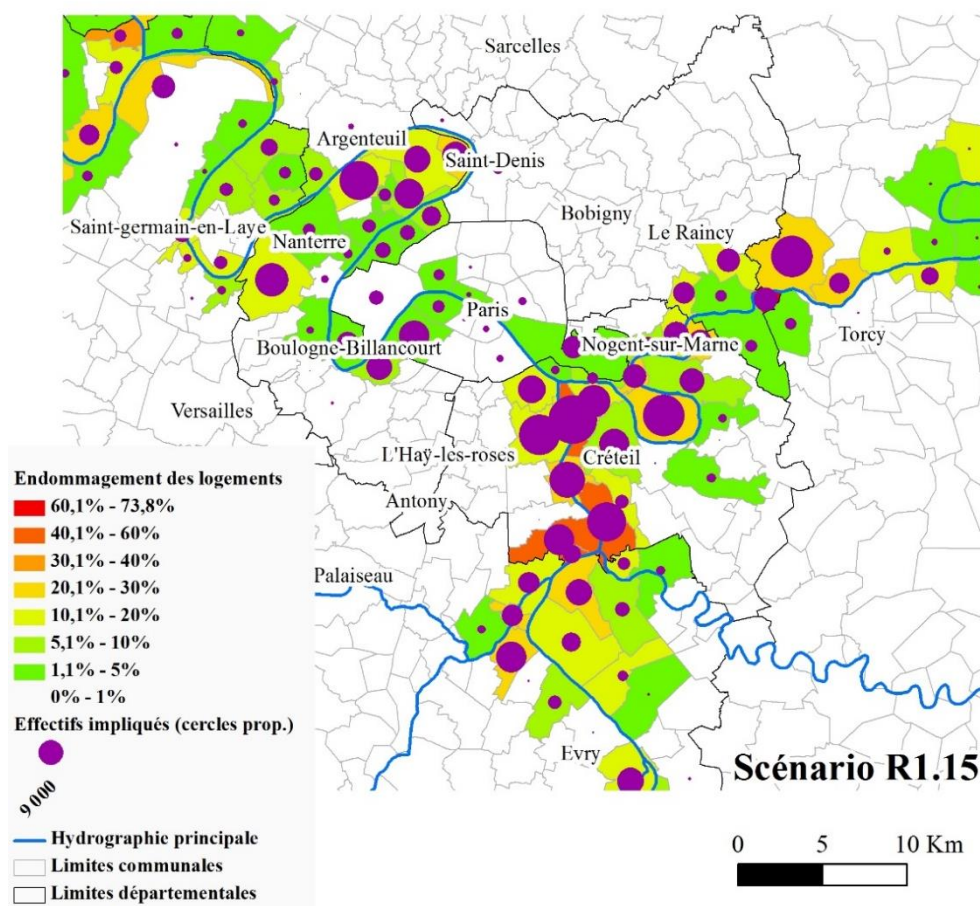
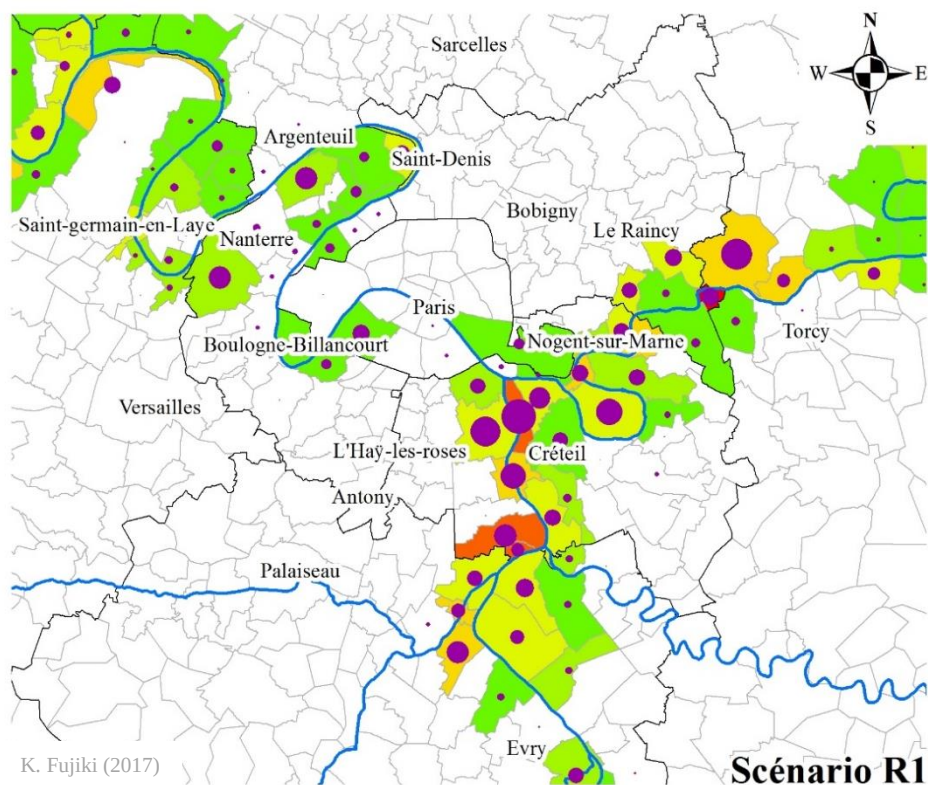


Figure 57. Part et effectif de la population communale avec un logement endommagé, dans le centre de l'agglomération francilienne, pour les deux scénarios d'inondation R1 et R1.15 (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).

4.3 STRATEGIES DE RECONSTRUCTION : BESOINS ET ENJEUX PRIORITAIRES

Les estimations relatives à l'endommagement territorial sont certes utiles en soi, mais prennent tout leur sens quand elles sont croisées à des variables sociales, exprimant la capacité de reconstruction des populations. Ce sont les territoires qui cumulent un fort endommagement et une faible capacité de reconstruction qui doivent faire l'objet de la plus grande vigilance des autorités, et bénéficier en premier lieu de la solidarité nationale. L'indice de déstabilisation sociale (IDS) est présenté et cartographié, dans un premier temps ; il est ensuite croisé aux données relatives à l'endommagement territorial, dans un second temps.

4.3.1 Cartographie de l'indice de déstabilisation sociale à l'échelle régionale

4.3.1.1 Cartographie synthétique

La cartographie de l'IDS est disponible en Figure 58¹⁷². Deux types de contrastes peuvent être observés : d'abord à l'échelle régionale, entre la banlieue périurbaine et l'agglomération parisienne, au détriment de la seconde ; ensuite, à l'échelle de l'agglomération, entre le centre-ville et l'ouest aisé et les quartiers de grands ensembles. Les valeurs les plus péjorantes (couleur rouge) se retrouvent dans le nord de l'agglomération (autour des communes de Saint-Denis et d'Aubervilliers). La banlieue sud (Val-de-Marne puis Essonne autour de la ville nouvelle d'Evry) est un peu moins mal lotie, à l'exception notable de la municipalité de Grigny. La capacité de reconstruction apparaît donc la plus faible sur ces territoires.

¹⁷² Contrairement à l'ISSAH (chapitre 2), les valeurs concernant l'IDS sont présentées sous la forme de classes d'intervalles égaux. Ce choix de discrétisation s'explique pour diverses raisons, de lisibilité en particulier. En conclusion générale, nous revenons sur ce choix et ses conséquences.

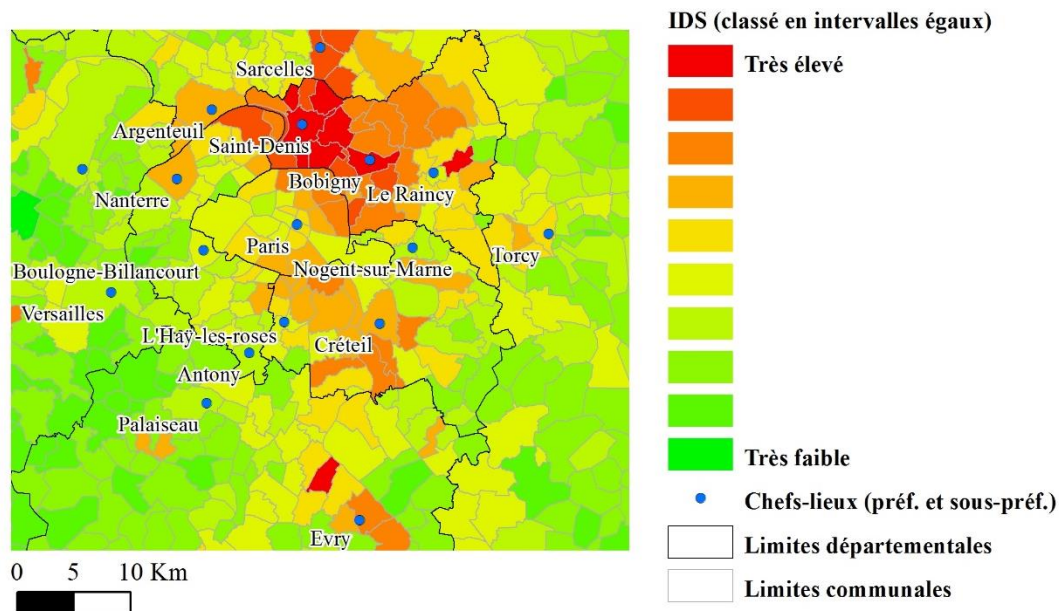
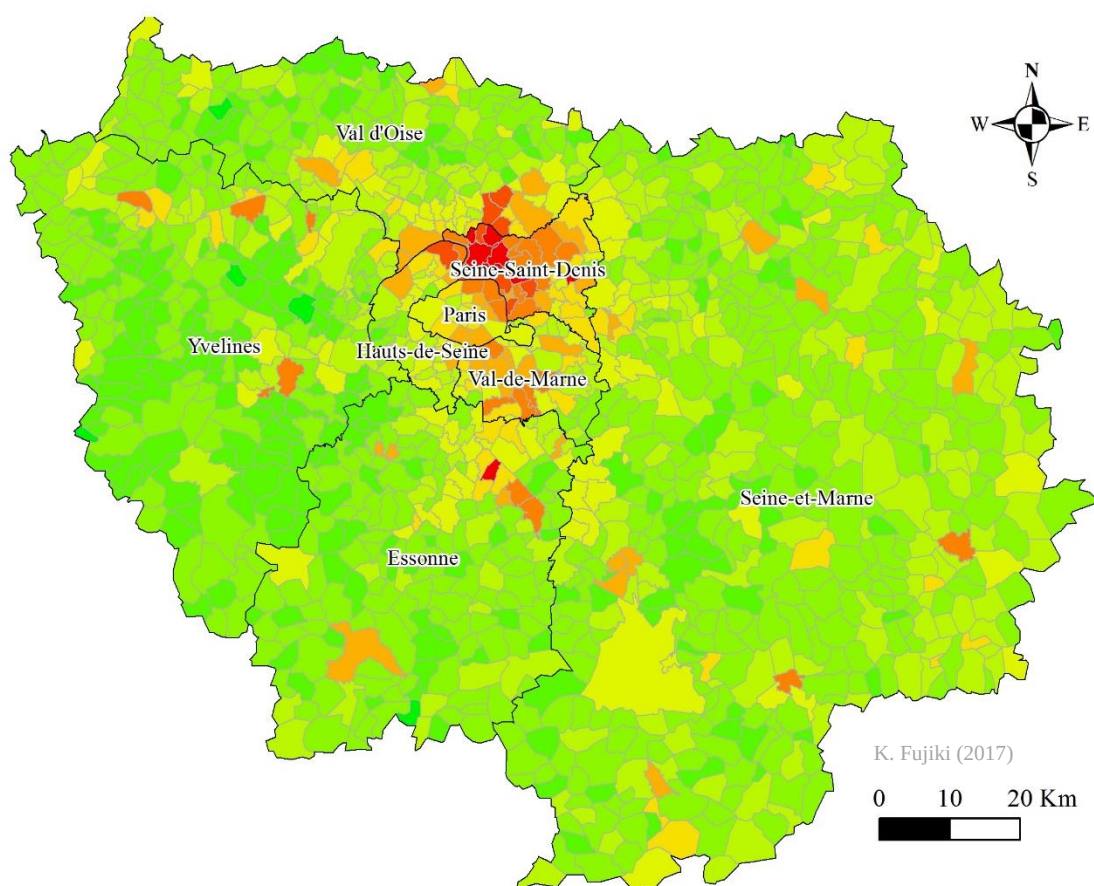


Figure 58. Cartographie de l'indice de déstabilisation sociale à l'échelle francilienne. Discretisation par intervalles égaux (Données : IGN, INSEE, Ministère de l'intérieur, ONDRP).

4.3.1.2 Statistiques d'autocorrélation spatiale

La lecture cartographique est confirmée par une analyse de l'autocorrélation spatiale (Figure 59). Celle-ci est menée, à l'instar de l'ISSAH dans le chapitre 2, selon la règle de la contiguïté. A l'échelle régionale, l'indice I de Moran donne un résultat significatif : l'autocorrélation

spatiale est positive, avec des valeurs regroupées en clusters. Le calcul des mesures locales de l'autocorrélation met en évidence le contraste entre l'agglomération (en particulier la banlieue nord de celle-ci) et des communes périurbaines de l'ouest francilien, dans les Yvelines en particulier.

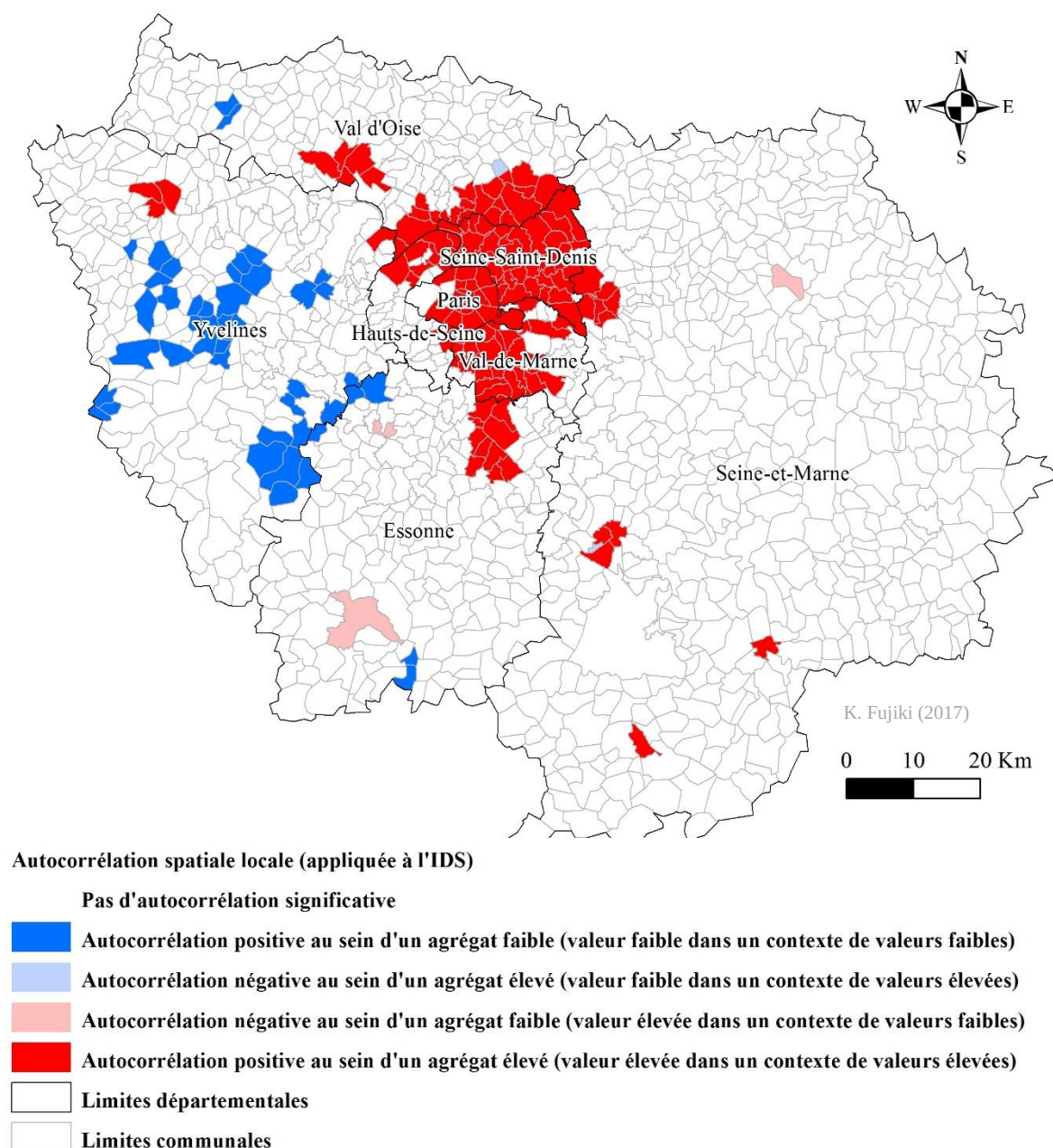


Figure 59. Analyse d'auto-corrélation spatiale appliquée à l'indice de déstabilisation sociale (Données : IGN, INSEE, Ministère de l'intérieur, ONDRP).

4.3.1.3 Composantes principales de l'IDS

La décomposition de l'IDS en composantes principales permet enfin de donner des clés d'explication aux disparités spatiales observées dans la distribution de l'IDS. Des cartes sont disponibles en Figure 60, pour chaque composante principale de l'indice : elles se limitent, pour des raisons de lisibilité, à la seule agglomération parisienne.

- La carte relative au capital social et à la situation familiale et démographique met en évidence une situation relativement favorable dans la Ville de Paris et dans certaines communes périurbaines de grande couronne, et à l'inverse des départements de petite couronne. Les valeurs les plus élevées (impact négatif sur la capacité de reconstruction) se retrouvent en banlieue nord, autour de Saint-Denis, et en banlieue sud (Grigny, avec le quartier de la Grande Borne, et Fleury-Mérogis).
- La carte relative aux salaires et revenus illustre le contraste traditionnel entre l'ouest et l'est francilien, au détriment du second. Les valeurs les plus élevées se retrouvent essentiellement en Seine-Saint-Denis, entre Aubervilliers et Bobigny. En banlieue sud, Grigny se distingue aussi par sa situation très défavorable.
- La troisième carte, relative aux conditions de travail, exprime des disparités spatiales plus lissées. Remarquons cependant la position encore une fois défavorable, encore que ce soit de façon moins marquée que pour les deux premiers facteurs, de la Seine-Saint-Denis.
- La dernière carte, exprimant des variables relatives à l'urbanisation et aux inégalités socioéconomiques, met en évidence un très fort effet de centralité, au détriment de la Ville de Paris et des communes directement adjacentes.

Cette lecture cartographique permet de dépasser la seule explication sociale : les revenus et salaires ne sont en effet qu'une des raisons qui expliquent pourquoi la capacité de reconstruction est si faible dans le nord de l'agglomération ; d'autres facteurs permettent ainsi de différencier des communes dont le profil social est pourtant relativement similaire, entre la banlieue nord par exemple (qui cumule les difficultés) et la banlieue sud (également en situation socioéconomique défavorable, mais avec un contexte moins désavantageux en termes de capital social, de situation familiale et démographique, de conditions de travail).

De prime abord, la concentration des valeurs les plus élevées hors des zones directement endommagées, hors du lit majeur de la Seine, semble être plutôt rassurant. Il faut toutefois nuancer ce propos : les communes faiblement endommagées mais avec une très faible capacité de reconstruction, à l'instar de Grigny dans l'Essonne, doivent faire l'objet d'une attention particulière car elles risquent d'être complètement écartées et oubliées des autorités publiques et de la sphère politique et médiatique dans le processus de reconstruction, du fait précisément de leur faible endommagement. Or, ces communes risquent d'être mises en difficulté par les conséquences indirectes de l'inondation, décrites par exemple par l'OCDE (2014) sur le décrochage du PIB, une restriction des dépenses publiques à l'échelle nationale, sur les pertes d'emplois et les difficultés de transport à l'échelle régionale. Le risque est alors d'une paupérisation d'une partie de leur population, occultée par les dynamiques de reconstruction qui auront lieu sur d'autres territoires plus directement touchés.

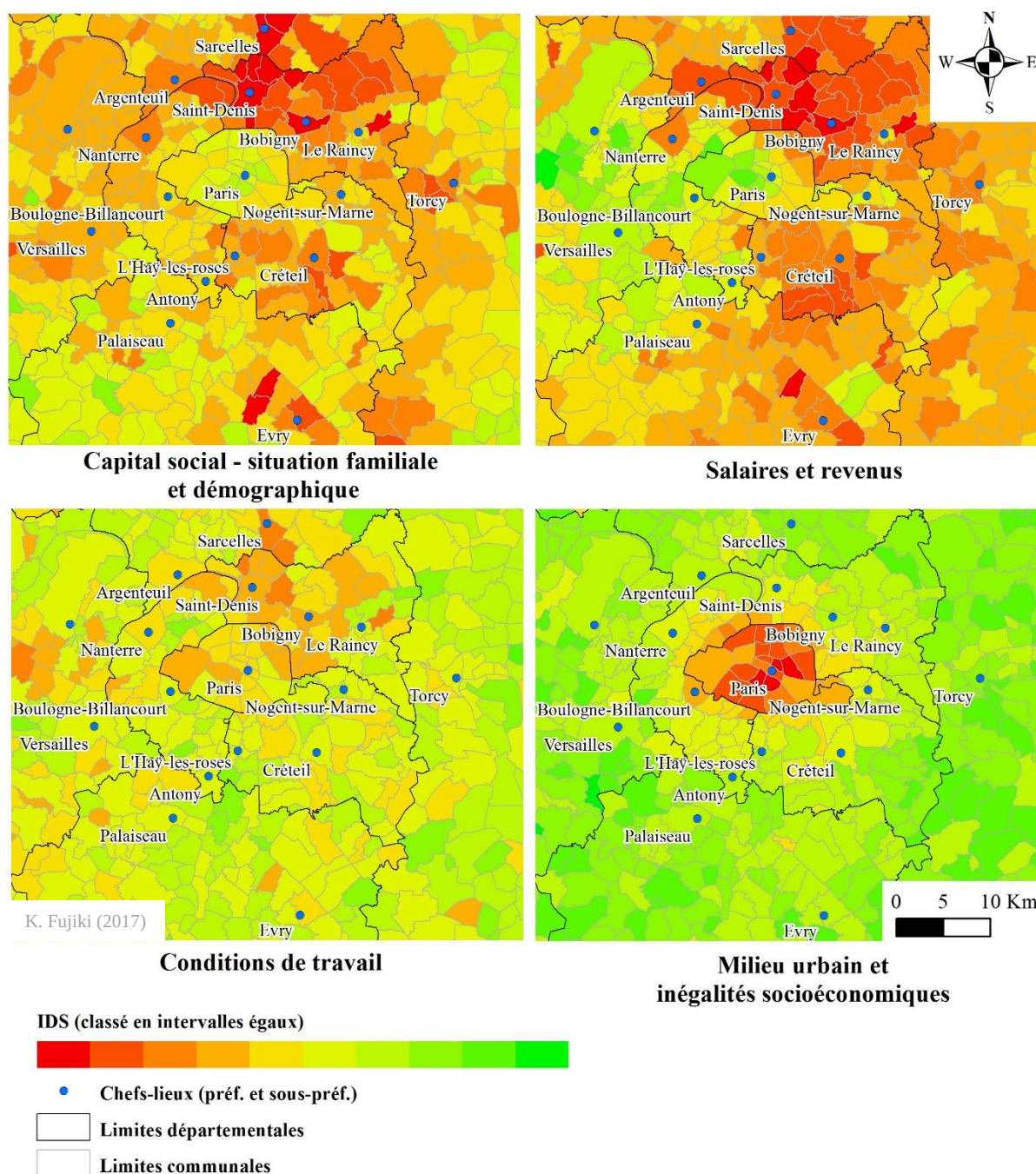


Figure 60. Cartographie de l'IDS décomposé en facteurs principaux, à l'échelle du centre de l'agglomération francilienne (Données : IGN, INSEE, Ministère de l'intérieur, ONDRP).

4.3.2 Identification de zones prioritaires pour la reconstruction régionale : croisement de l'endommagement territorial et de l'indice de déstabilisation sociale

L'IDS est utile pour cartographier les fractures socio-spatiales qui traversent la région francilienne. Il prend toutefois tout son sens quand il est croisé aux données issues du calcul de l'endommagement territorial, en permettant d'identifier les communes qui cumulent des besoins élevés en reconstruction et une faible capacité, précisément, à se reconstruire.

Notons ici que le croisement des deux approches – l'approche environnementale (endommagement) et l'approche sociale (IDS) – est loin d'être aisé. Deux méthodes

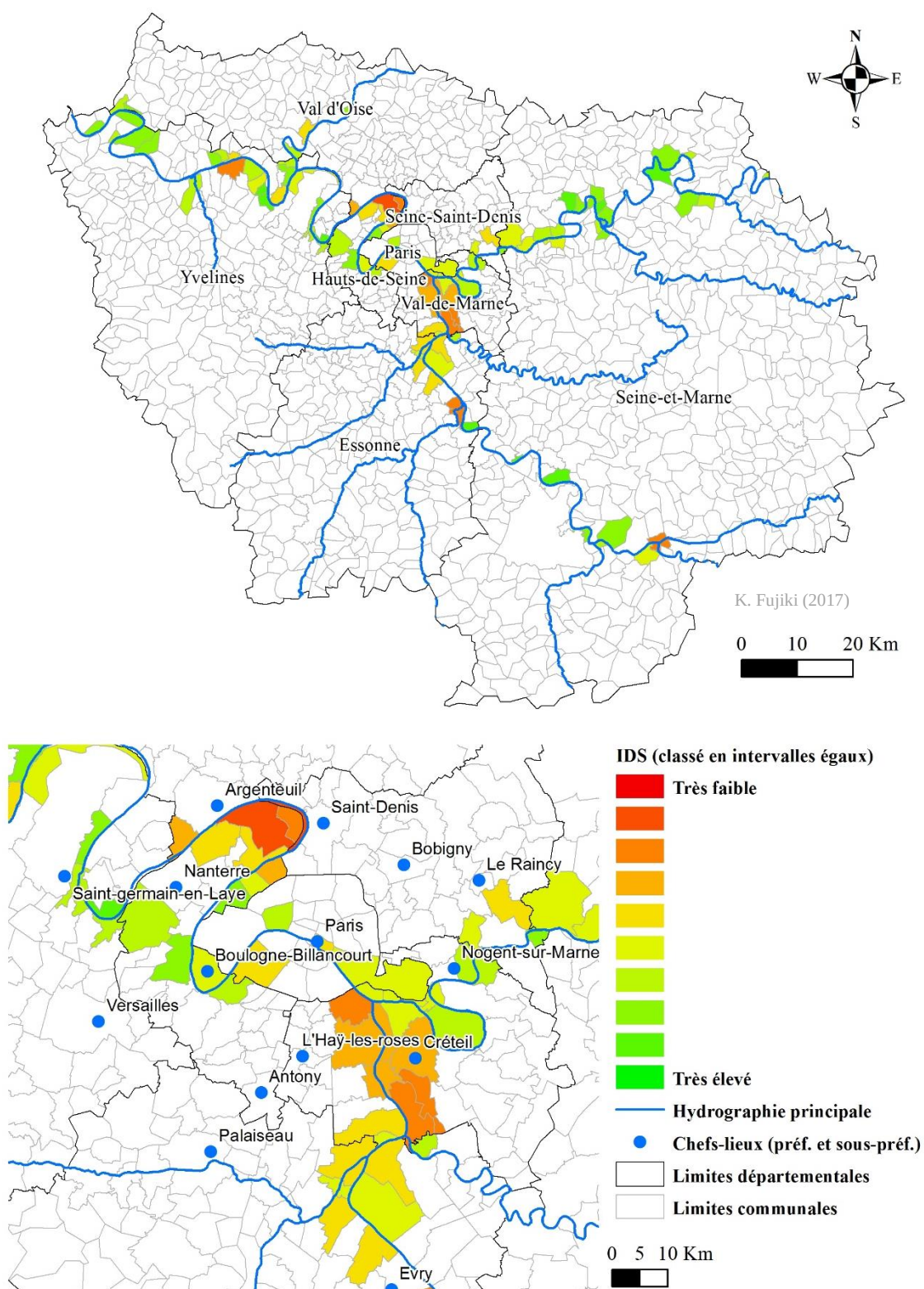
complémentaires ont été utilisées : (1) une méthode fondée sur la notion de seuil ; (2) une autre fondée sur le classement des communes par rang. Ces deux méthodes sont développées dans les paragraphes qui suivent.

4.3.2.1 Une cartographie de la déstabilisation sociale restreinte aux communes endommagées

La première méthode envisagée pour croiser nos données se fonde sur la notion de seuil : en l'occurrence, ne sont représentées dans la cartographie de l'IDS que les communes qui dépassent un seuil d'endommagement égal à 5% du total des structures et infrastructures identifiées, pour le scénario R1,15 (Figure 61). Comme nous l'avons dit précédemment, les valeurs les plus élevées de l'IDS ne se retrouvent pas dans les territoires les plus endommagés, à l'exception d'une commune, lourdement endommagée, dont le profil sociodémographique se rapproche des municipalités précédemment citées : celle de Gennevilliers, qui apparaît très clairement en rouge-orange dans la cartographie.

D'autres municipalités endommagées présentent une capacité de reconstruction faible, sans être dans une situation sociodémographique aussi défavorable que les communes de banlieue nord : elles se concentrent dans la petite couronne francilienne, et en particulier dans le Val-de-Marne (Ivry-sur-Seine, Vitry-sur-Seine, Alfortville, Valenton, Villeneuve-Saint-Georges), dans une moindre mesure dans les Hauts-de-Seine (Villeneuve-la-Garenne, Clichy-la-Garenne). En grande couronne, les valeurs élevées de l'IDS sont éparses, réparties sur quelques communes isolées : citons notamment, en amont, Montereau à la confluence Seine-Yonne, Corbeil-Essonnes à la confluence Seine-Essonne, en aval les Mureaux.

A l'inverse, d'autres communes endommagées présentent une forte capacité de reconstruction. Il s'agit pour beaucoup de communes périurbaines : on remarque ainsi de faibles valeurs, dans la distribution de l'IDS, en Seine-et-Marne (que ce soit des communes riveraines de la Seine ou de la Marne), dans le Val d'Oise, dans les Yvelines. En grande couronne francilienne, seule l'Essonne fait exception, avec une capacité de reconstruction médiocre à relativement faible selon les municipalités (notons cependant qu'il ne s'agit pas de communes périurbaines, mais de la banlieue sud de l'agglomération). En petite couronne parisienne, la moitié sud des Hauts-de-Seine et la partie Marne du Val-de-Marne présentent des valeurs relativement élevées.



4.3.2.2 *Classement des communes selon l'endommagement et l'indice de déstabilisation sociale*

La seconde méthode de croisement des données se fonde sur un classement par rang. Le tableau suivant classe les communes de plus de 10 000 habitants selon leur endommagement et leur indice de déstabilisation sociale, de façon séparée puis de façon combinée. Seules les communes dépassant les 5% d'endommagement territorial sont considérées¹⁷³.

Le rang moyen, calculé à partir du rang IDS et du rang endommagement, permet d'identifier les communes qui combinent fort endommagement et faible capacité de reconstruction. L'utilisation de la notion de rang permet de confronter et de hiérarchiser entre eux les besoins des communes. A la lecture de ce tableau, plusieurs observations peuvent être formulées :

- Certaines municipalités se détachent nettement du reste de l'agglomération. Quatre communes en particulier semblent à prioriser : Villeneuve-la-Garenne (classée 1^{ère} pour le scénario R1,15), Gennevilliers (2^e), Villeneuve-Saint-Georges (3^e), Alfortville (4^e). Dans les dix premières municipalités, notons la prédominance de celles issues du Val-de-Marne (six sur dix).
- Les municipalités se retrouvent en tête des besoins pour des raisons différentes : certaines, du fait de leur endommagement très élevé (Villeneuve-la-Garenne, Alfortville, Viry-Châtillon), d'autres, du fait de leur IDS élevé (Gennevilliers se détache ici nettement des autres grandes municipalités endommagées).
- L'effet de seuil, entre le scénario R1 et le scénario R1,15, varie très fortement selon les communes. Certaines ne le connaissent pas, ou peu, et rétrogradent donc dans la hiérarchie des besoins : Alfortville (passe du rang 3 au rang 4), Villeneuve-le-Roi (5 au 6), Vitry-sur-Seine (6 au 9), les Mureaux (7 au 11), Vigneux-sur-Seine (7 au 12), Choisy-le-Roi (10 au 16), Juvisy-sur-Orge (13 au 16). D'autres, à l'inverse, assistent à une croissance exponentielle des dommages : Gennevilliers (passe du rang 4 au rang 2), Viry-Châtillon (11 au 5), Bezons (passe du rang 31 au rang 6 !) Notons ici, bien sûr, que les municipalités avec une très faible capacité de reconstruction, à l'instar de Gennevilliers, sont moins sensibles à cet effet de seuil : que ces communes soient moyennement, fortement, ou très sensiblement endommagées, elles doivent dans tous les cas faire face à des difficultés très lourdes dans le processus de reconstruction, du fait de leur profil sociodémographique.

¹⁷³ Le second tableau ne s'interroge que sur l'endommagement des logements, mais les communes listées sont celles qui ont un endommagement territorial « global » supérieur à 5%, afin de pouvoir comparer les mêmes communes entre les deux tableaux.

Nom de la commune	Pop.	IDS		Endommagement - scénario R1		Endommagement - scénario R1.15		Rang moyen (IDS et Endommagement)	
		Valeur	Rang (croissant)	%	Rang (décroissant)	%	Rang (décroissant)	R1	R1.15
VILLENEUVE-LA-GARENNE	25339	1,64	4	32,3%	3	74,7%	1	1	1
GENNEVILLIERS	40521	1,78	1	14,8%	16	44,0%	5	4	2
VILLENEUVE-SAINT- GEORGES	31944	1,60	5	24,9%	5	50,0%	4	2	3
ALFORTVILLE	44174	1,19	11	59,9%	1	61,7%	2	3	4
VIRY-CHATILLON	30567	0,80	20	20,4%	11	51,7%	3	11	5
VILLENEUVE-LE-ROI	18322	0,88	19	39,8%	2	42,9%	6	5	6
IVRY-SUR-SEINE	56071	1,50	7	14,5%	17	26,3%	18	7	6
BEZONS	27792	1,09	14	0,8%	47	31,0%	11	31	6
VITRY-SUR-SEINE	84619	1,33	10	18,3%	12	26,8%	17	6	9
VALENTON	11582	1,53	6	5,9%	32	19,4%	21	15	9
LES MUREAUX	29886	1,65	3	12,5%	21	16,0%	25	7	11
VIGNEUX-SUR-SEINE	27780	0,96	17	22,6%	7	29,4%	13	7	12
MONTEREAU-FAULT- YONNE	16236	1,72	2	6,8%	29	14,0%	31	11	13
ASNIERES-SUR-SEINE	82427	0,73	23	2,0%	45	31,0%	10	36	13
CLICHY	59055	1,34	9	0,1%	48	15,4%	26	27	15
CHOISY-LE-ROI	40925	1,10	13	16,7%	13	17,2%	23	10	16
JUVISY-SUR-ORGE	14838	0,65	28	29,1%	4	38,5%	8	13	16
COLOMBES	83934	0,98	16	9,2%	23	21,2%	20	18	16
CARRIERES-SOUS-POISSY	14842	0,69	25	20,5%	10	30,5%	12	14	19
NEUILLY-PLAISANCE	20527	0,52	31	12,6%	20	41,7%	7	24	20
CRETEIL	89084	1,14	12	2,3%	44	15,1%	27	26	21
RIS-ORANGIS	26710	0,92	18	3,9%	39	18,2%	22	27	22
CHELLES	52677	0,57	29	20,8%	9	28,9%	14	15	23
ACHERES	19439	0,56	30	21,2%	8	27,3%	16	15	24
CORBEIL-ESSONNES	43451	1,43	8	6,2%	31	11,6%	39	18	25
MAISONS-ALFORT	52539	0,50	32	16,0%	15	27,4%	15	22	25
LE PECQ	16615	0,17	44	24,0%	6	37,3%	9	23	27
PARIS 15E ARRONDISSEMENT	233888	0,70	24	4,9%	36	14,3%	30	30	28
ATHIS-MONS	29363	0,68	26	13,2%	19	13,7%	33	20	29
GAGNY	39082	0,77	21	8,9%	25	9,1%	43	21	30
PONTOISE	28737	1,01	15	4,0%	38	5,3%	50	25	31
SAINT-MAURICE	14232	0,46	36	0,8%	46	13,9%	32	47	32
JOINVILLE-LE-PONT	17795	0,48	34	5,3%	34	13,2%	35	36	33
PARIS 12E ARRONDISSEMENT	140325	0,65	27	3,4%	40	9,3%	42	35	33
ANDRESY	11805	-0,11	50	16,4%	14	22,6%	19	32	33
ISSY-LES-MOULINEAUX	63465	0,25	41	2,7%	41	14,6%	29	47	36
BRY-SUR-MARNE	15618	-0,01	47	14,0%	18	16,6%	24	34	37
LE PERREUX-SUR-MARNE	32899	0,19	43	7,2%	28	14,7%	28	40	37
LAGNY-SUR-MARNE	20182	0,47	35	9,6%	22	12,3%	37	27	39
PARIS 4E ARRONDISSEMENT	27284	0,75	22	0,0%	51	5,2%	51	41	40
BOULOGNE-BILLANCOURT	114308	0,43	38	2,7%	42	12,7%	36	46	41
CHARENTON-LE-PONT	29530	0,50	33	4,4%	37	8,1%	45	38	42
SAINT-MAUR-DES-FOSSES	73962	0,12	45	5,7%	33	13,5%	34	44	43
DRAVEIL	27794	0,38	39	5,3%	35	9,4%	41	42	44
VAIRES-SUR-MARNE	12726	0,44	37	7,2%	27	9,1%	44	32	45
RUEIL-MALMAISON	78834	0,00	46	9,0%	24	12,2%	38	38	46
LEVALLOIS-PERRET	65015	0,36	40	0,1%	49	7,8%	47	49	47
PARIS 8E ARRONDISSEMENT	39791	0,25	42	0,0%	50	8,0%	46	50	48
SAINT-CLOUD	28800	-0,18	51	8,8%	26	9,8%	40	43	49
VERNEUIL-SUR-SEINE	15366	-0,02	48	6,4%	30	6,5%	48	44	50
NEUILLY-SUR-SEINE	61798	-0,05	49	2,7%	43	6,4%	49	50	51

Tableau 42. Classement des communes de plus de 10 000 habitants soumises à un endommagement supérieur à 5% pour un scénario R1 ou R1.15. Croisement de l'IDS avec l'endommagement territorial (Données : DRIEE, IGN, INSEE, Ministère de l'intérieur, ONDRP, SGZDS, STIF).

En résumé, l'analyse de nos résultats met en évidence un taux moyen d'endommagement territorial, des structures et infrastructures nécessaires au maintien et au retour des populations, de 2,3% pour un scénario R1, de 4,6% pour un scénario R1,15. En matière d'habitat, il faut compter 250 000 personnes résidant dans des logements potentiellement endommagés, pour un scénario R1, 370 000 pour un scénario R1,15. Le croisement de ces données d'endommagement avec le calcul de l'indice de déstabilisation sociale permet d'identifier des zones cumulant un fort endommagement, par nature très discriminant sur un plan spatial, et une capacité de reconstruction faible ou médiocre. Peuvent ainsi être identifiés des départements et des communes aux besoins prioritaires : les municipalités du Val-de-Marne apparaissent ici majoritairement à prioriser, avec quelques communes des Hauts-de-Seine – Gennevilliers en particulier, marquée par sa très faible capacité de reconstruction –, et de grande couronne francilienne. Au vu de son profil social et économique, et de la force de frappe de sa municipalité, Paris apparaît à l'inverse en second plan dans la hiérarchisation des besoins sociaux dans le processus de reconstruction post-catastrophe.

Pour conclure, ce chapitre a été l'occasion d'identifier spatialement les conséquences à long terme d'une inondation majeure sur la population, à l'échelon communal. Après une définition de l'après-catastrophe, l'état de l'art a mis en évidence les variables prédictives de la capacité de reconstruction et de retour sur leur territoire d'origine des populations. Cet état de l'art a servi à développer une méthodologie adéquate pour représenter les impacts sociaux de long terme de l'inondation. L'application de cette méthodologie, sur notre cas d'étude francilien, a mis en œuvre le caractère discriminant du processus de reconstruction.

Si l'effondrement général de l'agglomération francilienne, à la suite d'une inondation même supérieure à celle de 1910, semble peu probable, il est en revanche certain que, localement, des municipalités verront leur profil social et démographique pleinement bouleversé par les suites de la catastrophe, en premier lieu certaines communes plutôt pauvres de la petite couronne francilienne, de Villeneuve-Saint-Georges à Gennevilliers. La stratégie de reconstruction post-catastrophe, pilotée dans notre cas d'étude par la préfecture de région à l'échelle de l'Ile-de-France, doit intégrer ces dynamiques inégalitaires dans sa planification, afin de les atténuer, ou d'accompagner les populations qui en sont victimes. Les retours d'expérience étrangers tendent cependant à démontrer l'incapacité des autorités à contrecarrer ces processus discriminants. Elles ont au contraire tendance, de façon volontaire ou involontaire, à encourager ces dynamiques de reconstruction qui ont lieu au détriment des populations les plus fragiles.

Chapitre 5.

Conclusion générale.

Au cours de notre recherche relative à l'étude prospective des impacts sociaux d'une inondation majeure en région francilienne, l'accent a été mis sur l'identification des disparités sociospatiales, dans la prise en charge des ménages, de la phase d'évacuation à la phase de reconstruction. Après une introduction générale, le travail a été conduit en trois temps : l'estimation des besoins de prise en charge des populations en cas d'évacuation massive (chapitre 2) ; l'évaluation géographique de la prise en charge des populations par les autorités publiques (chapitre 3) ; l'identification des disparités spatiales des territoires franciliens face aux impacts sociaux post-catastrophe (chapitre 4). Pour répondre à ces objectifs, une méthodologie mixte, intégrant l'analyse géomatique et statistique d'une part, et l'interprétation de données qualitatives d'autre part, a été mise en œuvre : en particulier, ont été développés deux modèles sous SIG, l'un permettant d'estimer les besoins en cas d'évacuation (chapitre 2), l'autre de représenter sur un plan spatial les impacts sociaux post-catastrophe (chapitre 4).

Cette conclusion se présente en deux parties : dans un premier temps, une synthèse de la recherche débouchant sur des recommandations mais aussi sur la mise en exergue des limites de notre travail ; dans un second temps, une réflexion sur nos problématiques transversales.

1 SYNTHÈSE DE LA RECHERCHE

Dans cette première partie, les résultats sont synthétisés et analysés ; les limites de nos travaux, et donc des résultats qui en sont issus, sont ensuite commentées.

1.1 RESULTATS & RECOMMANDATIONS

Cette thèse de géographie a permis d'explorer les besoins des ménages en cas d'inondation majeure de la région francilienne, du court terme – l'évacuation massive et l'hébergement – au long terme – le relogement et la reconstruction. Ces besoins ont été confrontés aux moyens et dispositifs de gestion de crise, planifiés et mis en œuvre par les autorités locales et régionales.

1.1.1 Besoins des populations

Les besoins des populations ont été identifiés et quantifiés, pour la gestion de crise et la gestion post-catastrophe :

- (1) La phase d'évacuation massive et d'hébergement. Dans l'hypothèse d'une stricte application de la doctrine zonale, telle qu'est formulée actuellement, 700 000 personnes sont comprises en zone d'évacuation, presque deux millions en zone de maintien en vie dégradée, pour le scénario R1. Dans l'effectif de personnes à évacuer, 120 000 doivent être prises en charge dans des centres d'hébergement d'urgence. Pour le scénario R1,15, 1,1 million de personnes sont en zone d'évacuation, 6,5 millions en zone de maintien en vie dégradée. 200 000 personnes doivent alors être prises en charge dans ces centres d'hébergement d'urgence.
- (2) La phase de relogements et de reconstruction. Les structures et infrastructures nécessaires au maintien et au retour des populations, sur un territoire donné, sont endommagées à hauteur de 2,3% du total régional pour un scénario R1, de 4,6% pour un scénario R1,15. Ce chiffre global, apparemment modeste, occulte des taux

d'endommagement particulièrement élevés à l'échelle locale : douze municipalités de plus de dix mille habitants dépassent ainsi le seuil de 30% dans leur taux d'endommagement, dans l'hypothèse d'un scénario R1,15, tout en présentant pour certaines une capacité de reconstruction modeste, voire faible. En matière d'habitat, les estimations, maximalistes, donnent jusqu'à 250 000 personnes nécessitant un relogement temporaire ou définitif de longue durée, pour un scénario R1, 370 000 pour un scénario R1,15.

Il faut ici remarquer l'effet de seuil existant entre le scénario R1 et le scénario R1,15, qui illustre une croissance exponentielle des besoins. A long terme, les dommages sur les structures et infrastructures de base sont doublés entre le scénario d'inondation R1 et le scénario R1,15. A court terme, en intégrant populations nécessitant une évacuation et celles pouvant être maintenues en vie dégradée, le nombre de personnes affectées est même triplé entre les deux scénarios d'inondation. A ce titre, nos résultats se rapprochent de ceux de l'OCDE (2014) : les effets de seuil sociaux, que nous rapportons, sont similaires aux effets de seuil économiques étudiés par l'organisation. Entre les scénarios R1 et R1,15¹⁷⁴, les destructions de capital s'élèvent de 14 à presque 30 milliards d'euros, les pertes d'exploitation de 6 à 15 milliards d'euros (soit un effet multiplicateur compris entre 2 et 2,5). En prenant en compte le nombre d'emplois détruits et l'impact sur le PIB, l'effet de seuil économique apparaît supérieur à l'effet de seuil social : sur un an, 116 000 emplois sont détruits pour un scénario R1, mais 433 000 pour un scénario R1,15 ; sur un an, la perte en PIB est de 14 milliards d'euros pour un scénario R1, mais de 50 milliards pour un scénario R1,15. Elle est même de 60 milliards sur cinq ans (soit un coefficient multiplicateur supérieur à 4 !)

Par l'estimation de ces besoins, cette thèse permet d'apporter un éclairage nouveau sur l'impact de la crue. Les résultats de notre recherche peuvent être mobilisés par les autorités régionales et locales dans leur processus de planification. *A fortiori*, ils peuvent servir à renouveler l'argumentaire développé par les acteurs franciliens pour mobiliser les opinions sur le risque d'inondation : si les difficultés relatives aux impacts de la crue sur le réseau – et le réseau ferré et métropolitain en particulier – ont été mises en avant, si les impacts économiques sont également connus par l'étude de l'OCDE, les chiffres disponibles jusque là peuvent être difficiles à utiliser pour mobiliser les esprits : avoir conscience qu'une crue peut provoquer 30 milliards d'euros de dommages directs n'a pas d'intérêt immédiat pour un maire ni même pour les services de gestion de crise de l'Etat. C'est ici que les résultats de cette thèse peuvent avoir leur pertinence, car ils portent non pas sur des dommages monétaires ou techniques, mais sur l'impact de la crue sur les populations : or, le rôle premier de l'Etat comme du maire, en cas de crise, est de veiller à la sauvegarde des populations. Savoir qu'il faut pouvoir évacuer plus d'un million de personnes, trouver 200 000 places d'hébergements d'urgence, réparer ou reconstruire des logements pour plus de 350 000 personnes, sont autant d'enjeux cruciaux pour l'Etat. De même, la mise à disposition de ces chiffres à l'échelle communale peut être un moyen utile pour mobiliser les élus dans la gestion des risques.

1.1.2 Dispositifs de gestion de crise et post-crise : des enjeux à prioriser

Pour faire face à ces besoins, des efforts de planification en amont ont été entrepris, par la Préfecture de Police et la DRIEE à l'échelon zonal, par les préfectures à l'échelon

¹⁷⁴ Scénario S2 et S3 dans la terminologie retenue par l'OCDE.

départemental, en lien avec les conseils départementaux, enfin par les municipalités elles-mêmes. Ces efforts de planification présentent toutefois certaines insuffisances chroniques : en matière d'intégration et de coordination des différentes échelles ; de difficulté pour les autorités, toutes échelles confondues, à arbitrer dans une situation d'incertitude ; de sous-dimensionnement des moyens à la disposition des municipalités, des départements les plus affectés par l'inondation, et de l'échelon zonal, pour faire face à une inondation exceptionnelle ; enfin de déficit majeur de planification post-catastrophe.

Face à ces insuffisances, et à la lecture des résultats de thèse, des pistes de réflexion peuvent être envisagées, dans les orientations que la planification locale et zonale pourraient prendre : sur la stratégie d'évacuation et d'hébergement, sur le choix des scénarios de travail, sur les priorités géographiques, sur le développement de la concertation dans les processus de planification.

- (1) La stratégie d'évacuation et d'hébergement souffre de multiples lacunes, soulignées dans le chapitre 3, à commencer par un manque de définition de ladite stratégie. Or, cette dernière conditionne l'ensemble de la conduite de la gestion de crise francilienne. La définition de cette stratégie, associant l'ensemble des échelons décisionnels, du niveau interministériel au niveau municipal, doit apparaître comme la priorité n°1 des efforts de planification. En particulier, il faut insister sur le besoin d'arbitrer en amont entre une stratégie d'évacuation systématique et celle du choix d'un maintien en vie dégradée de la majeure partie de la population. Une stratégie fondée sur des principes simples est de ce fait indispensable : l'arbre de décision d'évacuation, tel que présenté dans la DSI actuelle, apparaît difficile à mettre en œuvre du fait de sa relative complexité, et pose de lourds problèmes en termes d'informations auprès des populations. A la lecture des résultats issus de notre modèle enfin, deux derniers points doivent être signalés : d'abord, les besoins en hébergement d'urgence apparaissent relativement modérés par rapport à l'ensemble de la population à évacuer. Il apparaît de ce fait possible d'assurer la majorité de ces besoins au sein de la région francilienne, ou à proximité immédiate. C'est non seulement possible, mais surtout souhaitable : en effet, une telle proximité permet de limiter les impacts négatifs de l'évacuation qui, rappelons-le, est une solution « *draconienne* », déstructurant le tissu social et économique (Beaulieu et Marchand, 2001). Les pistes de réflexion portant sur une répartition nationale des évacués doivent de ce fait être prises avec grande prudence. Ensuite, au vu des impacts négatifs de l'évacuation, mais aussi à la lecture des retours d'expérience, qui mettent en exergue les réticences des populations à évacuer, l'évacuation doit être limitée le plus possible sur un plan géographique. Hors zones inondables, il pourrait être préférable de mettre en œuvre tous les moyens pour privilégier le maintien en vie dégradée des populations.
- (2) Fixer des limites aux zones d'évacuation est d'autant plus nécessaire que les impacts de l'inondation ne sont pas linéaires mais exponentiels, selon l'ampleur de l'inondation. Au vu des effets de seuil identifiés, entre le scénario R1 et le scénario R1,15, il apparaît ainsi indispensable, pour les autorités régionales, d'être capable d'anticiper sur la possibilité d'un scénario du pire. La Préfecture de Police semble s'acheminer vers un scénario de travail égal à R1,15, et non pas à R1, pour pouvoir prendre en considération cet effet de seuil. C'est préférable, mais il faut aussi envisager ce qu'il peut survenir au-delà : dans cette thèse, nous n'avons effectivement pas travaillé sur le scénario R1,4, correspondant plus ou moins à la crue de fréquence millénale, dont les dommages

seraient plus élevés encore, en particulier au sein de la Ville de Paris, comme en témoigne la cartographie issue de l'application de la Directive Inondation¹⁷⁵.

- (3) Ces effets de seuil se traduisent par ailleurs par des priorités géographiques différenciées, la géographie des impacts sociaux variant selon le scénario d'inondation. En l'occurrence, les priorités géographiques demeurent aujourd'hui un non-sujet, non abordé en tant que tel à l'échelle de la zone de défense. C'est pourtant une problématique majeure, que cette thèse a cherché à mettre en exergue, que ce soit pendant la phase de gestion de crise ou post-catastrophe : en fonction des scénarios, des thématiques et des besoins géographiques différenciés se font jour, en particulier dans les besoins de prise en charge des populations. Ces besoins se différencient entre les territoires de façon quantitative (dans le nombre de personnes à prendre en charge) mais aussi de façon qualitative (en distinguant, en matière d'évacuation, les besoins de populations non motorisées, de personnes fragiles et isolées, de personnes « à risque »). Or, il n'est pas possible d'assurer une répartition juste des moyens si la problématique des priorités géographiques demeure un non-dit dans le processus de planification. C'est une problématique d'autant plus cruciale que les priorités des autorités risquent de ne pas correspondre, dans les faits, aux besoins spatialisés tels que nous les avons identifiés, en raison par exemple du poids prééminent de la Ville de Paris dans le fonctionnement de la vie politique et économique nationale. La question des priorités géographiques se pose en gestion de crise, dans la mise à disposition de moyens pour assurer l'évacuation et l'hébergement des populations par exemple, mais aussi et surtout en gestion post-catastrophe. Les populations ne sont en effet pas égales dans leur capacité à se reconstruire. Or, ces inégalités sont généralement ignorées dans les politiques post-catastrophe, qui favorisent généralement la reconstruction du capital physique sans s'interroger, ni sur la reconstruction du capital social, ni sur les difficultés des populations les plus pauvres. Ignorer ces inégalités, d'ordre socio-spatial, peut avoir des effets délétères sur les populations et les territoires les plus fragiles.
- (4) La problématique des priorités géographiques pose celle de la coordination entre les acteurs, afin d'assurer une répartition des moyens entre les territoires qui en ont en surplus, et ceux qui voient leurs besoins dépasser les moyens à leur disposition. Le développement de la concertation dans le processus de planification apparaît ici indispensable. Deux points peuvent être ici signalés : (a) la solidarité intercommunale doit être développée pour favoriser l'accueil des populations évacuées dans les municipalités non sinistrées. Or, en la matière, l'échelon intercommunal n'a pour l'instant qu'un rôle très restreint en gestion de crise. Il pourrait pourtant représenter un échelon très utile dans l'organisation de cette solidarité, qu'il s'agisse des EPT de la MGP ou des syndicats de rivière, peut-être plus adaptés que l'échelon préfectoral. (b) Il faut aussi assurer la coordination des efforts de planification en gestion de crise avec ceux faits en gestion post-catastrophe, ces derniers demeurant encore balbutiants. Les choix faits en gestion de crise ont en effet une forte incidence sur la gestion post-catastrophe : mettons par exemple en avant le poids de la doctrine d'évacuation sur les processus de retour à la normale. Celui-ci risque d'être ralenti en cas de dispersion dans l'espace d'une part importante de la population francilienne, du fait de l'évacuation massive de la région. Il faut aussi rappeler le rôle crucial à venir, des arbitrages à faire

¹⁷⁵ URL : http://webissimo.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Atlas_IDF_Tome_2_cle191ddc-1.pdf

entre la protection des infrastructures, favorisant le retour à la normale, et la sauvegarde des populations, en gestion de crise.

1.2 LIMITES DE LA RECHERCHE

Les travaux de thèse présentent toutefois certaines limites, sur un plan thématique et sur un plan méthodologique.

1.2.1 Approfondissements thématiques envisageables

Sur un plan thématique, l'étude des impacts sociaux est insuffisante à plusieurs titres. Elle est d'abord insuffisante en ce sens qu'elle est limitée sur un plan géographique à la région francilienne. Or, l'impact direct et indirect de la crue de la Seine et de ses affluents dépasse très largement les seules limites régionales. En termes d'impact direct, notons évidemment que la crue de la Seine submerge aussi bien l'amont que l'aval de l'Ile-de-France. La spécificité de cette dernière tient dans son caractère métropolitain et l'urbanisation particulièrement dense de son lit majeur, cependant le bassin versant de la Seine comprend de nombreuses autres agglomérations situées en zone inondable. Les Territoires à Risque Important d'inondation intègrent ainsi¹⁷⁶ : en amont de Paris, l'agglomération d'Auxerre dans le sous-bassin de l'Yonne, celle de Troyes traversée par la Seine, Saint Dizier et Chalons en Champagne dans le bassin de la Marne, Chauny-Tergnier-La Fere, Compiègne et Creil dans celui de l'Oise. En aval de Paris, on retrouve l'agglomération de Rouen puis du Havre. En termes d'impact indirect, rappelons que les effets de l'inondation dépassent largement les seules zones submergées, avec des conséquences sur l'ensemble du territoire national et même au-delà, du fait entre autres des interconnexions de réseaux, des interdépendances économiques, des impacts de la catastrophe sur l'économie nationale et les dépenses de l'Etat (OCDE, 2014).

Par ailleurs, seuls certains impacts sociaux ont été identifiés et analysés. L'attention a été donnée aux besoins les plus stricts des ménages : besoins d'assistance dans l'évacuation, dans la prise en charge de l'hébergement, du relogement et de la reconstruction. A l'inverse et pour donner un exemple parmi d'autres, l'impact de la crue sur l'ordre n'a pas été envisagée : or, la catastrophe est par nature un événement qui bouleverse l'ordre – l'ordre légal, l'ordre social, l'ordre public. « *Toutes les règles explosent* », pour citer un acteur interrogé. Les dérogations légales se multiplient à cette occasion, de même que peut se développer l'insécurité – encore qu'il s'agisse d'une réalité fantasmée beaucoup plus qu'observée. Le renversement des cadres existants pose ainsi de nombreuses incertitudes, en particulier sur une période aussi longue que celle d'une crue de la Seine. De même, l'impact de la crue n'a été envisagé que par le biais des besoins des ménages : la population hors ménage est à peine considérée.

Enfin, l'étude des impacts sociaux est loin de se suffire à elle-même : elle amène en particulier à interroger la question des impacts politiques de la crue, et des relations entre impacts sociaux et politiques. Il faut par exemple s'interroger sur l'impact des politiques de relogement sur le long terme sur la sphère politique : si les politiques de reconstruction amènent à la mise en place de camps de relogement, comme lors du tsunami de 2011 au Japon, quelle sera l'acceptabilité sociale des populations à cette occasion ? De même, face à la paralysie d'une partie du réseau

¹⁷⁶ URL : http://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Carte_TRI_arrete_PCB_27_11_2012_cle6b8ae2-1.pdf

de transports en commun, non pas sur plusieurs semaines ou mois mais sur plusieurs années, quelle sera la réaction des populations face à l'impuissance supposée du politique ? Inversement, face à l'augmentation des dépenses publiques de reconstruction, l'accroissement de la dette donnera-t-il lieu en réaction à une augmentation des impôts ou à des coupes dans les dépenses sociales ? Les crues de 1856, sur la Loire notamment, avaient amené l'Etat à faire voter un nouvel impôt. *In fine*, comment la gestion – plus ou moins réussie, plus ou moins ratée – de la crise et de l'après-catastrophe par la sphère politique influencera-t-elle cette dernière, par exemple lors des élections ? Cette gestion serait-elle différente lors d'une année électorale ? Remarquons par exemple que l'ouragan Sandy s'est produit une semaine avant la réélection de B. Obama à la présidence des Etats-Unis¹⁷⁷.

1.2.2 Modèles d'endommagement et incertitudes

Les méthodes développées pour estimer les besoins en cas d'évacuation massive et représenter sur un plan spatial les impacts sociaux post-catastrophe (donc les besoins de reconstruction) présentent des limites sur lesquelles il faut revenir. Celles-ci sont liées à une des originalités de nos travaux, à savoir l'hybridation d'une approche environnementale et d'une approche sociale du risque, par la combinaison d'indices sociaux (IDS, ISSE, ISSAH) et de modèles d'endommagement environnementaux (ITE, endommagement territorial). Ces deux approches présentent chacune des limites, qui s'additionnent donc dans l'application de ces travaux. Ces limites ont déjà été, succinctement, présentées dans le chapitre introductif ; elles sont ici reprises et commentées à partir de notre propre cas d'application.

Les modèles d'endommagement ont été appliqués et adaptés à notre cas d'étude, dans le calcul de l'indice territorial d'exposition (synthétisant les variables environnementales qui résument la doctrine zonale d'évacuation), et dans le calcul de l'endommagement territorial (synthétisant les variables de l'endommagement des structures et infrastructures « de base »). Or, ces modèles d'endommagement font face, de façon générale, à de multiples incertitudes (Gaume *et al.*, 2000), en particulier sur les paramètres de l'aléa et sur l'information socio-économique. Nous retrouvons ces incertitudes dans nos propres modèles d'endommagement.

Ces incertitudes sont difficilement réductibles, dans la mesure où les résultats du modèle ne peuvent être comparés à des données empiriques, et donc ne peuvent être calés ou validés par la confrontation au réel. En effet, les données issues de retours d'expérience, relatives aux problématiques d'évacuation, d'hébergements, de reconstruction, n'ont pas la résolution nécessaire pour être applicables à nos propres cas d'études : même l'estimation globale de taux d'évacuation ou d'hébergement pour un événement donné apparaît souvent compliquée (y compris, dans notre propre cas d'étude, pour la crue de juin 2016). Dans le cas de l'endommagement territorial, les données disponibles portent sur des notions de coûts (pour une hauteur d'eau et une durée de submersion donnée, et pour un type de bâti précisé, à quel coût monétaire, relatif ou absolu, peut-on s'attendre¹⁷⁸ ?) Elles ne sont donc pas adaptées à notre propre modèle, fondé sur une logique fonctionnelle et non monétaire, et d'autant moins qu'elles sont aussi soumises à de très fortes incertitudes méthodologiques. Quand bien même elles

¹⁷⁷ Remarques de N. Bauduceau (CEPRI).

¹⁷⁸ Le modèle ALPHEE et l'étude de l'OCDE s'appuient par exemple sur les données d'endommagement de l'habitat issues de la crue de 1982.

seraient adaptées, notre échelle d'application – régionale – nous interdit l'accès à des données précises sur la structure et le matériau du bâti exposé au risque.

Dans le cas francilien, le retour d'expérience de la crue de juin 2016 est utile pour illustrer la mise en œuvre opérationnelle des dispositifs de gestion de crise, mais nous apprend peu sur l'estimation des besoins de prise en charge des populations, et ne peut donc servir à caler nos propres modèles. L'événement est en effet très différent de notre scénario d'étude, avec une cinétique beaucoup plus courte, une inondation très localisée, un fort impact d'affluents non modélisés dans les cartographies de crue existantes.

A l'inverse des modèles hydrologiques et hydrauliques par exemple, les modèles ne peuvent donc être jugés que sur leurs caractéristiques propres. Torterotot (1993) préconise ainsi d'appliquer certains principes pour le développement de ces modèles : une utilisation maximale des données à notre disposition, l'explicitation des hypothèses qui sous-tendent le modèle, la possibilité d'intégrer des scénarios d'évolution des zones inondables, l'identification des sources d'incertitudes et l'estimation des marges d'erreur induites sur les résultats. Insistons ici sur l'identification des sources d'incertitude, qui comptent parmi elles :

- (1) L'information relative au bâti. Pour ce dernier, nous sommes d'abord dépendants des tables de données à notre disposition (pour rappel, il s'agit d'un croisement de données de l'IGN et de l'Iau-Idf) : celles-ci sont datées, et peuvent ne pas correspondre pleinement à la réalité actuelle ; elles sont aussi déficientes pour certaines informations, relatives aux mesures de prévention et de protection du bâti, du fait notamment de l'absence de données sur l'ancienneté du bâti. Ces mesures ne sont donc pas intégrées dans nos calculs d'endommagement, de même que la hauteur d'eau sur chaussée est considérée comme égale à celle en habitation.
- (2) Les paramètres de l'aléa. Les deux principaux paramètres sont la hauteur et la durée d'inondation. Pour le calcul de la seconde, il a déjà été fait remarquer que l'absence d'un modèle en 3d est très pénalisante, et les méthodes de substitution utilisées pour estimer la durée de submersion sont critiquables (mais on ne peut s'en dispenser). Pour le calcul du paramètre de hauteur, les cartographies à notre disposition sont multiples : celle utilisée (la cartographie des ZIP-ZICH) se caractérise par une précision horizontale appréciable, mais présente aussi certaines lacunes, dans les intervalles de hauteur d'eau proposés, dans l'absence de cartographie de nombreux affluents. De même, les phénomènes de remontées de nappes, de réseaux d'adduction d'eau et d'assainissement, de ruissellement urbain, ne sont pas appréhendés, donc ignorés. Les paramètres de l'aléa sont par ailleurs conditionnés par le choix du scénario d'inondation utilisé : le fait de pouvoir s'appuyer sur des scénarios fondés sur des hauteurs d'eau en station, et non sur des fréquences de retour, est très utile, car il permet d'éviter les problèmes relatifs au calcul de ces fréquences de retour. Dans le cas francilien, l'impact des barrages-réservoirs complique en effet la donne. Toutefois, le choix des scénarios utilisés (R1 et R1,15) peut encore être critiqué : des scénarios inférieurs ont en effet un impact, certes plus localisé, mais majeur sur certaines municipalités ; des scénarios supérieurs permettent quant à eux d'envisager l'hypothèse d'une situation toujours plus « catastrophique » à l'échelle régionale. Notons enfin que, dans le calcul des paramètres de l'aléa, le choix a été fait d'avoir une approche maximaliste plutôt que minimaliste : citons par exemple le fait de retenir, entre deux enveloppes d'inondation, celle qui est la plus large ; dans un intervalle de hauteur d'eau, de choisir le seuil supérieur.

- (3) Dans le modèle d'estimation des besoins en cas d'évacuation massive, une troisième source d'incertitude peut être signalée : c'est l'incertitude politico-technique, liée aux choix faits en matière d'évacuation, qui peuvent ne pas correspondre aux paramètres retenus pour calculer l'indice territorial d'exposition.

1.2.3 Sensibilité des indices sociaux

Les modalités de construction des indices sociaux, inspirés des indices de vulnérabilité, impliquent aussi une forte sensibilité à certains choix méthodologiques, qu'il faut pouvoir identifier. Les principes développés par Torterotot pour les modèles d'endommagement peuvent d'ailleurs s'appliquer, en grande partie, pour la création des indices sociaux : non seulement dans l'identification des sources d'incertitudes, mais aussi et surtout dans l'explicitation des hypothèses et postulats sous-jacents. Insistons ici sur trois étapes successives dans le développement des indices :

- (1) Le choix des variables : ce choix est par définition subjectif. Dans notre cas, la justification des variables s'appuie sur un état de l'art ciblé sur une thématique spécifique – évacuation, hébergement, reconstruction – plutôt que sur une thématique globale, à l'instar de la vulnérabilité *large sensu*.
- (2) L'agrégation des variables : l'agrégation des variables, nous l'avons vu dans les chapitres 2 et 4, peut être conduite selon des approches inductive et déductive. La première a été privilégiée, pour sa robustesse statistique : toutefois, la seconde présente aussi un intérêt, avec des résultats différents de la première, du fait de sa robustesse conceptuelle.
- (3) La présentation des résultats : les choix de discrétisation en matière cartographique, les méthodes de combinaison des indices sociaux avec les modèles d'endommagement présentés, sont multiples et ont des conséquences sur nos résultats.

Pour illustrer l'impact de ces choix sur la création des indices, figurent ci-dessous des cartographies alternatives de l'indice de déstabilisation sociale (Figure 62) : la cartographie du haut présente une méthode de discrétisation différente de celle présentée dans le chapitre 4 ; celle du bas présente l'indice de déstabilisation sociale, tel qu'il apparaîtrait si l'approche déductive était préférée à l'approche inductive :

- La cartographie du haut, quand elle est comparée à la figure équivalente de l'IDS dans le chapitre 4 (Figure 58), montre que la discrétisation par effectifs égaux, dans ce cas, tend à accroître très fortement les contrastes spatiaux, écrase même les nuances au sein de la petite couronne francilienne entre les communes les moins à même de se reconstruire et celles en position intermédiaire. C'est la raison pour laquelle cette méthode n'a pas été retenue, mais elle a des conséquences visuelles fortes, qu'il faut reconnaître.
- Les différences entre la cartographie du bas, et la cartographie originale de l'IDS, est moins flagrante d'un point de vue visuel. Sans entrer dans les détails, il faut toutefois remarquer des nuances remarquables dans certains des secteurs comprenant la plus faible capacité de reconstruction : observons ainsi la situation un peu moins défavorable de la commune de Gennevilliers dans cette cartographie alternative.

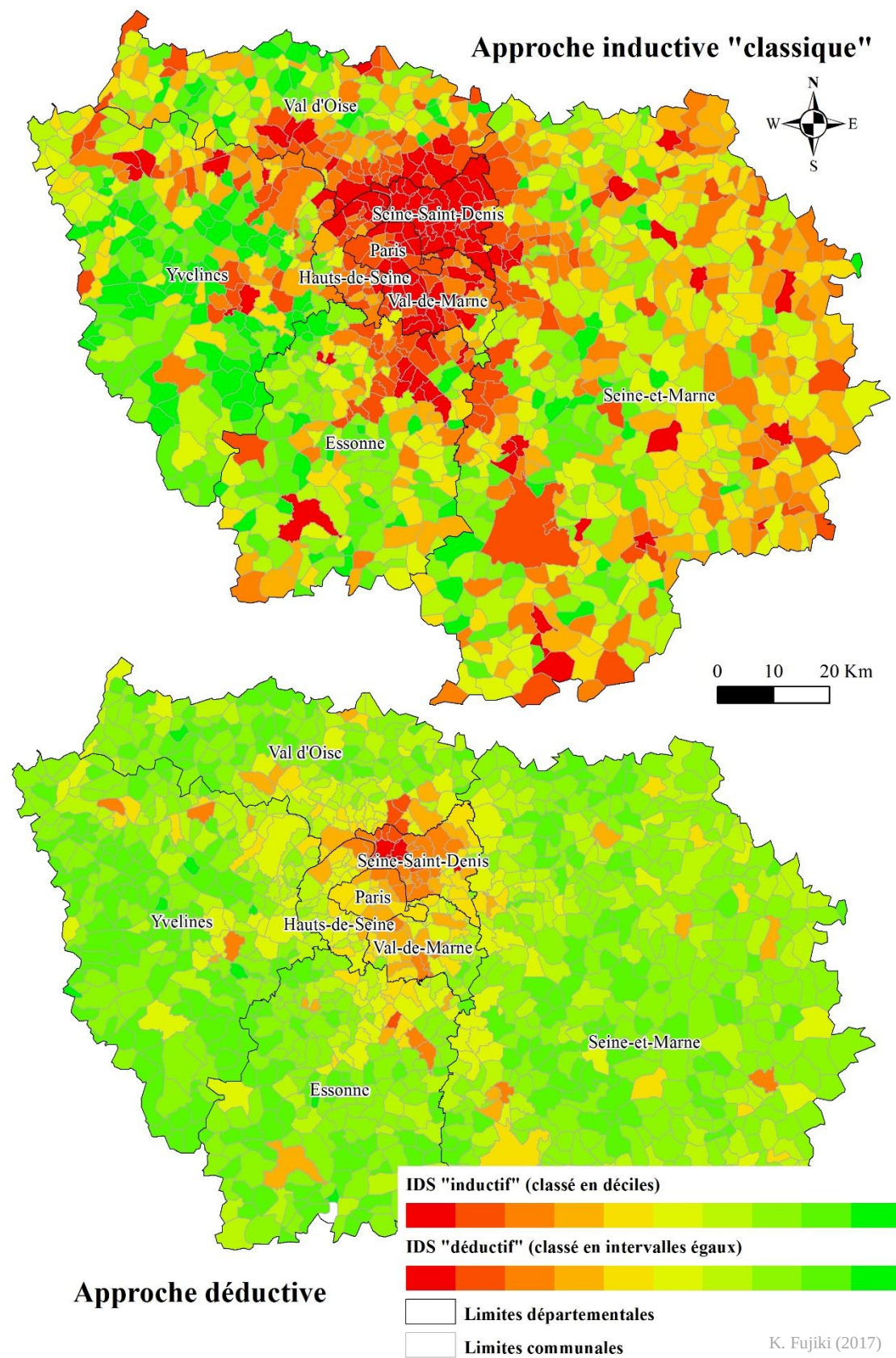


Figure 62. Cartographie alternative de l'indice de déstabilisation sociale (Données : IGN, INSEE, Ministère de l'intérieur, ONDRP).

Les résultats de notre recherche ne peuvent donc être commentés qu'à la lumière des choix méthodologiques faits et de l'incertitude qui en résulte. Le développement des indices sociaux amène à s'interroger sur la définition de la vulnérabilité et sa représentation cartographique.

2 REPONSES AUX PROBLEMATIQUES DE RECHERCHE : PRIORITES GEOGRAPHIQUES ET VULNERABILITES DIFFERENCIEES

Deux problématiques de recherche transversales ont structuré cette thèse : d'une part, la mise en évidence des disparités socio-spatiales en région francilienne, dans la gestion des impacts sociaux de l'inondation ; d'autre part, la confrontation d'indices sectoriels, ceux développés dans le cadre de la thèse, et d'indices généraux de la vulnérabilité, disponibles en grand nombre dans la littérature.

2.1 DES INDICES SECTORIELS POUR DES VULNERABILITES DIFFERENCIEES

Les indices généralistes de vulnérabilité ont un intérêt à multiples égards ; ils n'ont toutefois qu'une application limitée dans un cas d'étude comme le nôtre, fondé sur l'étude prospective d'impacts sociaux.

La recherche de thèse a permis de développer des indices sectoriels de vulnérabilité, pour plusieurs thématiques de gestion de crise et post-catastrophe : un indice social de susceptibilité à l'évacuation ; un indice social de susceptibilité à l'auto-hébergement ; un indice de déstabilisation sociale. Ces différents indices ont été construits à partir d'états de l'art variés, fondés sur des études empiriques menées *a posteriori* sur des thématiques spécifiques : l'évacuation, l'hébergement, la reconstruction. Les variables choisies pour chaque indice intègrent les particularités de chacune de ces thématiques. Les impacts sociaux de l'inondation affectent en effet des populations, des territoires qui ne sont pas nécessairement les mêmes, qui comprennent des temporalités également variables, selon les thématiques abordées.

Les facteurs prédictifs de la capacité d'un ménage à évacuer ne sont en effet pas les mêmes que les facteurs prédictifs de la capacité du même ménage à trouver un hébergement par des moyens propres, à trouver un logement, à se reconstruire sur le temps long. C'est ce qu'illustre le Tableau 43, qui résume l'impact (positif ou négatif) des principales variables identifiées dans les états de l'art successifs, menés au cours des chapitres 2 et 4, sur la vulnérabilité, selon la thématique de gestion de crise ou post-crise. Si les facteurs environnementaux jouent toujours dans le même sens, d'autres facteurs individuels ont en revanche un rôle beaucoup plus ambigu. Dans le statut socio-économique, les revenus comme le niveau d'éducation tendent à diminuer les besoins, assimilés au niveau de vulnérabilité ; le statut de propriétaire est en revanche un statut à double tranchant : favorable à moyen et à long terme, dans la capacité à trouver un hébergement par des moyens propres, puis à se reconstruire, il est défavorable à très court terme dans la susceptibilité à évacuer. Mais c'est dans le statut démographique que se retrouvent les plus grandes ambiguïtés : en effet, seul l'âge élevé apparaît comme une variable uniforme, accroissant les besoins en évacuation, en hébergement, en reconstruction. A l'inverse, la taille du ménage comme le genre sont des variables à double tranchant, positives dans certaines

conditions, négatives dans d'autres. Par ailleurs, il faut rappeler qu'outre le rôle positif ou négatif de chaque variable, l'importance de cette dernière varie selon la thématique abordée : en matière d'évacuations, le statut démographique prime ; en matière d'hébergements, c'est le statut socio-économique ; en matière de reconstruction, le niveau de capital social vient s'ajouter au statut socio-économique des individus.

Facteurs	Variables	Besoins en évacuation	Besoins en hébergement	Besoins en reconstruction
Facteurs environnementaux	Exposition à l'aléa - Endommagement	+	NC ¹⁷⁹	+
	Densité, urbanisation & habitat collectif	NC	+	+
Facteurs collectifs	Capital social externe	NC	NC	-
	Capital social interne	NC	NC	-
Statut démographique	Taille du ménage & nombre d'enfants	-	NC	+
	Animaux domestiques	+	-	NC
	Age élevé	+	+	+
	Présence de femmes & femme chef de famille	-	-	+
	Revenus	-	-	-
Statut socio-économique	Education	NC	-	-
	Propriétaire	+	-	-
	Minorité raciale ou ethnique	+	+	+
Perception & Représentations	Perception et connaissance du risque	-	NC	NC
	Expérience précédente	-	NC	NC

Tableau 43. Synthèse des états de l'art sur les besoins en évacuation, hébergement et reconstruction.

En résumé, la vulnérabilité ne peut être considérée comme un tout uniforme. Elle est par nature différenciée. Notre thèse confirme donc, par le biais d'une étude appliquée, les travaux de Rufat *et al.* (2015) qui, dans une méta-analyse sur des études empiriques d'inondations, identifient des facteurs de vulnérabilité variables selon la temporalité de la catastrophe. Elle permet aussi d'illustrer l'intérêt d'une représentation cartographique sectorielle de la vulnérabilité. Chaque indice social développé peut en effet être considéré comme un indice de vulnérabilité, répondant à un objectif opérationnel précis – à l'inverse, donc, de la représentation globale et synthétique du risque, sous la forme d'un indice multidimensionnel, qui apparaît comme un objet majeur d'attention dans la littérature internationale du risque depuis une quinzaine d'années.

2.2 IDENTIFICATION DE PRIORITES GEOGRAPHIQUES D'ACTION

Ces vulnérabilités différenciées, selon la temporalité de la catastrophe, ont des conséquences sur les disparités géographiques face à la gestion de cette dernière. En effet, de l'évacuation jusqu'à la reconstruction, cette thèse a permis de démontrer des besoins spatialisés à géométrie variable.

2.2.1 Priorités départementales

A l'échelle départementale, les impacts spatialisés de l'inondation recouvrent en effet des réalités diverses selon leur nature. Certes, les deux départements de petite couronne, Val-de-Marne et Hauts-de-Seine, arrivent en tête des besoins quelle que soit la nature des impacts, de

¹⁷⁹ NC : Non Cité (ne signifie pas nécessairement l'absence d'impact de la variable, mais l'absence de corrélation significative dans l'état de l'art).

l'évacuation à la reconstruction, avec cependant certaines nuances remarquables selon la phase de gestion de crise et le scénario d'inondation retenu. Face à un scénario R1, le Val-de-Marne arrive en tête en matière d'évacuation (230 000 personnes en zone d'évacuation totale, contre 190 000 pour les Hauts-de-Seine), d'hébergement (47 000 contre 33 000), de besoins en reconstruction (9% de structures et infrastructures endommagées contre 3%). Face à un scénario R1,15, les impacts sociaux de court terme comprennent de façon relativement égale les deux départements (presque 350 000 personnes à évacuer dans les Hauts-de-Seine, 300 000 dans le Val-de-Marne, 60 000 personnes à héberger dans chacun des deux départements). En revanche, les impacts sociaux de long terme demeurent toujours beaucoup plus marqués dans le Val-de-Marne (12% d'endommagement territorial contre 9%).

Entre les autres départements, la hiérarchie spatiale est fortement marquée par la nature des impacts considérés. En ne prenant en compte que le scénario R1,15, Paris apparaît largement devant les départements de grande couronne face aux besoins de l'évacuation (presque 160 000 personnes en zone d'évacuation totale, contre 60 000 à 80 000 dans les départements de grande couronne, 90 000 en Seine-Saint-Denis). En revanche, en matière d'hébergements, la Seine-Saint-Denis et l'Essonne (18 000 à 21 000 personnes à héberger dans des centres d'hébergement d'urgence) arrivent loin devant Paris, la Seine-et-Marne, les Yvelines (12 000 personnes dans chaque département, Paris se distinguant par un très faible taux d'hébergement collectif). Face aux impacts sociaux de plus long terme, l'endommagement territorial atteint 4,2% en Essonne, 3,4% dans les Yvelines, moins de 3% à Paris et en Seine-et-Marne, entre 1% et 2% en Seine-Saint-Denis et dans le Val d'Oise. Les disparités géographiques s'expriment par ailleurs, non seulement d'un point de vue quantitatif, mais aussi qualitatif : face aux besoins spécifiques de prise en charge des populations, il faut dénoter l'opposition entre la Ville de Paris d'une part, et la grande couronne d'autre part, au détriment de la première, que ce soit dans la part de la population fragile et isolée, de la population non motorisée, ou de la part de la population à risque, dans les effectifs de personnes évacuées. 64% de la population à évacuer dans la Ville de Paris est ainsi considérée comme non autonome ou à risque.

2.2.2 Disparités communales

Face à l'inondation, les disparités géographiques sont donc non seulement marquées, mais variables selon la nature des impacts envisagés, du fait de variables démographiques, socio-économiques, collectives, disparates sur un plan spatial. A l'échelle communale, ces disparités et cette variabilité sont bien plus marquées encore. Le Tableau 44 permet de comparer les communes franciliennes d'au moins dix mille habitants les plus affectées par l'inondation, en confrontant les besoins relatifs aux impacts sociaux de court terme, dans la part de la population évacuée et hébergée, aux impacts de long terme, dans la part d'endommagement territorial et dans la capacité de reconstruction. Le classement par rang des communes inventoriées permet de prioriser les municipalités les unes par rapport aux autres, selon qu'il s'agisse d'un impact de court ou de long terme. Il permet aussi d'estimer la façon dont la hiérarchie entre communes évolue selon les impacts identifiés (colonne « différentiel »). Il permet enfin de classer les communes, tous impacts confondus (colonne « tous impacts »).

A la lecture du tableau, les communes les plus affectées, tous impacts confondus, se retrouvent dans le Val-de-Marne, dans les Hauts-de-Seine, et en Essonne. De la 10^e commune la plus affectée à la 1^{ère}, se retrouvent ainsi : Vigneux-sur-Seine (91), Choisy-le-Roi (94), Juvisy-sur-Orge (91), Viry-Châtillon (91), Clichy-la-Garenne (92), Ivry-sur-Seine (94), Villeneuve-Saint-

Georges (94), Alfortville (94), Gennevilliers (92), Villeneuve-la-Garenne (92). Certaines communes, parmi les dix premières et celles qui suivent, se remarquent par le très fort différentiel dans leur exposition aux impacts de court terme et à ceux de long terme : Clichy-la-Garenne est ainsi beaucoup plus exposée aux impacts de court terme que de long terme (classée 6^e pour ceux de court terme, contre 14^e pour ceux de long terme), à l'instar d'Achères (6^e contre 25^e) ou Juvisy-sur-Orge (5^e contre 18^e), dans une moindre mesure Alfortville (1^{er} à 4^e). D'autres municipalités se retrouvent dans une situation inverse : Valenton (31^e à 6^e), Vitry-sur-Seine (19^e à 7^e), Ivry-sur-Seine (9^e à 5^e), notamment du fait d'une faible capacité de reconstruction (IDS).

Les deux municipalités qui apparaissent en tête des priorités, Villeneuve-la-Garenne et Gennevilliers, apparaissent enfin relever de dynamiques relativement divergentes : Villeneuve-la-Garenne est la municipalité de grande taille la plus lourdement affectée par les impacts de court terme, devant Gennevilliers (qui se situe deux rangs derrière) ; à l'inverse, cette dernière rejoint la première, dans les impacts de long terme, non pas du fait de l'endommagement de ses structures et infrastructures (classée 5^e contre 1^{ère} pour Villeneuve), mais du fait de sa très faible capacité de reconstruction (classée 3^e contre 7^e pour Villeneuve). Ces disparités nécessitent de ce fait une approche différenciée de la part des autorités, tant sur un plan temporel que spatial.

Nom Commune	Dép.	Impacts de court terme			Impacts de long terme			Tous impacts	Différentiel de rang entre impacts court terme - long terme
		Pop. évacuée	Pop. hébergée	Moy.	Endommgmt.	IDS	Moy.		
VILLENEUVE-LA-GARENNE	92	2	1	1	1	7	1	1	0
GENNEVILLIERS	92	3	3	3	5	3	1	2	2
ALFORTVILLE	94	1	2	1	2	16	4	3	3
VILLENEUVE-SAINT-GEORGES	94	4	4	4	4	8	3	4	1
IVRY-SUR-SEINE	94	14	7	9	18	10	5	5	4
CLICHY	92	11	6	6	26	13	14	6	8
VIRY-CHATILLON	91	13	12	12	3	29	10	7	2
JUVISY-SUR-ORGE	91	6	5	5	8	37	18	8	13
CHOISY-LE-ROI	94	9	9	8	23	19	16	9	8
VIGNEUX-SUR-SEINE	91	16	8	11	13	23	13	10	2
VILLENEUVE-LE-ROI	94	5	23	14	6	27	11	11	3
VITRY-SUR-SEINE	94	23	15	19	17	14	7	12	12
MONTEREAU-FAULT-YONNE	77	22	14	18	31	4	12	13	6
ACHERES	78	7	10	6	16	40	25	14	19
COLOMBES	92	18	13	16	20	22	16	15	0
ASNIERES-SUR-SEINE	92	19	16	17	10	31	15	15	2
CHELLES	77	10	11	9	14	39	24	17	15
VALENTON	94	39	28	31	21	9	6	18	25
CRETEIL	94	21	20	20	27	18	18	19	2
MAISONS-ALFORT	94	8	19	13	15	43	26	20	13
CARRIERES-SOUS-POISSY	78	25	17	22	12	34	20	21	2
LE PECQ	78	12	18	15	9	63	32	22	17
RIS-ORANGIS	91	38	27	30	22	25	21	23	9
NEUILLY-PLAISANCE	93	34	30	29	7	41	22	23	7
GRIGNY	91	27	21	24	64	2	28	25	4
CORBEIL-ESSONNES	91	42	29	33	39	11	23	26	10
EPINAY-SUR-SEINE	93	31	24	26	66	5	31	27	5
JOINVILLE-LE-PONT	94	15	26	20	35	45	38	28	18
LES MUREAUX	78	60	42	51	25	6	7	28	44
BONNEUIL-SUR-MARNE	94	29	22	25	67	12	36	30	11
BEZONS	95	62	47	56	11	20	7	31	49
ATHIS-MONS	91	40	38	37	33	35	29	32	8
SAINT-MAURICE	94	28	45	34	32	47	36	33	2
BOULOGNE-BILLANCOURT	92	24	34	27	36	50	44	34	17
ISSY-LES-MOULINEAUX	92	17	41	27	29	58	45	35	18
VAIRES-SUR-MARNE	77	20	25	23	43	48	49	35	26
BOBIGNY	93	49	32	43	68	1	30	37	13
PARIS 15E ARRONDISSEMENT	75	35	62	49	30	33	27	38	22
NANTERRE	92	46	33	39	65	15	38	39	1
NEUILLY-SUR-MARNE	93	45	35	40	56	24	38	40	2
BRY-SUR-MARNE	94	26	49	35	24	67	49	41	14
PARIS 12E ARRONDISSEMENT	75	41	60	50	42	36	35	42	15
CHAMPIGNY-SUR-MARNE	94	61	44	53	51	21	32	42	21
PUTEAUX	92	37	31	32	53	42	53	42	21
LAGNY-SUR-MARNE	77	48	39	45	37	46	42	45	3
CHARENTON-LE-PONT	94	36	48	44	45	44	46	46	2
SAINT-MAUR-DES-FOSSES	94	32	46	37	34	64	55	47	18
GAGNY	93	56	57	58	44	30	34	47	24
RUEIL-MALMAISON	92	33	43	36	38	66	58	49	22
LE PERREUX-SUR-MARNE	94	43	52	48	28	62	48	50	0
ANDRESY	78	47	55	51	19	70	46	51	5
LEVALLOIS-PERRET	92	30	50	40	47	57	58	52	18
MALAKOFF	92	54	40	46	68	26	52	52	6
POISSY	78	57	37	46	63	38	56	54	10
SAINT-OUEN-L'AUMONE	95	67	58	63	54	28	41	55	22
LES LILAS	93	65	54	61	68	17	43	55	18
DRAVEIL	91	55	51	54	41	56	54	57	0

CHATILLON	92	44	36	40	68	60	71	58	31
COURBEVOIE	92	52	56	55	55	51	61	59	6
PARIS 8E ARRONDISSEMENT	75	51	59	57	46	59	60	60	3
SARTROUVILLE	78	72	65	69	61	32	51	61	18
BOIS-COLOMBES	92	64	53	60	62	49	63	62	3
MONTGERON	91	69	61	66	50	52	57	62	9
SAINT-CLOUD	92	53	67	62	40	71	63	64	1
NEUILLY-SUR-SEINE	92	50	63	58	49	69	68	65	10
PARIS 7E ARRONDISSEMENT	75	58	68	65	57	53	62	66	3
PARIS 16E ARRONDISSEMENT	75	66	64	66	60	54	66	67	0
VANVES	92	59	66	63	68	55	69	67	6
NOGENT-SUR-MARNE	94	63	69	68	52	61	65	69	3
VERNEUIL-SUR-SEINE	78	71	72	72	48	68	67	70	5
CARRIERES-SUR-SEINE	78	70	71	71	59	65	70	71	1
MONTESSON	78	68	70	70	58	72	72	72	2

Tableau 44. Classement des communes de plus de 10 000 hab., exposées à un endommagement territorial supérieur à 5% ou à l'évacuation d'au moins 10% de la population communale, pour un scénario R1.15. Rang des communes établi à partir des valeurs relatives des impacts sociaux de court terme (% pop. évacuée, % pop. hébergée) et de long terme (% endommagement territorial, indice de déstabilisation sociale) (Données : DRIEE, IGN, INSEE, Ministère de l'intérieur, ONDRP, SGZDS, STIF).

Pour conclure, rappelons que le risque comme la catastrophe présentent un caractère éminemment spatialisé (Metzger *et al.*, 2013) : l'endommagement direct des logements, réseaux, activités modifie la répartition des biens, des populations, des activités, des flux ; de même, la gestion de la situation de crise elle-même provoque l'intervention de nouveaux acteurs, engendre des actions et des objectifs exceptionnels de l'action publique, qui transforment les flux et les centralités du territoire. En tant qu'événement à caractère spatial, l'analyse des impacts sociaux de l'inondation justifie pleinement une étude s'inscrivant dans la discipline de la géographie.

En conséquence, l'objet premier de cette thèse est bien l'identification des disparités géographiques face au risque – plus précisément, dans les besoins et moyens de prise en charge des populations en cas d'inondation majeure de la Seine et de ses affluents. Ces disparités sont apparues à géométrie variable, selon les thématiques abordées : elles dépassent le seul critère de l'exposition au risque de submersion, et se fondent sur des critères divers, parfois démographiques, parfois collectifs, souvent sociaux. Mais, en toutes situations, de la phase d'alerte et d'évacuation au temps de la reconstruction, elles structurent la gestion de crise et post-crise. C'est peut-être là le risque le plus sensible d'une inondation majeure de la région francilienne : ignorer ces disparités géographiques, dans la conduite de la crise et la priorisation des moyens, au seul profit de critères techniques et économiques.

BIBLIOGRAPHIE

- Adger, W., 2006. Vulnerability. *Global Environmental Change* 16, pp. 268–281.
- Adrot, A., Garreau, L., 2010. Interagir pour improviser en situation de crise. Le cas de la canicule de 2003. *Revue française de gestion* 2010/4, pp. 119–131.
- Ahern, M., Kovats, R.S., Wilkinson, P., Few, R., Matthies, F., 2005. Global Health Impacts of Floods: Epidemiologic Evidence. *Epidemiologic Reviews* 27, pp. 36–46.
- Aldrich, D., 2012. Building resilience. Social capital in post-disaster recovery. The University of Chicago Press, Chicago, London, 232p.
- Alesch, D., Holly, J., Mittler, E., Nagy, R., 2001. Organizations at risk: what happens when small business and not-for-profits encounter natural disasters (Small Organizations Natural Hazards Project. First Year Technical Report). University of Wisconsin-Green Bay, Center for Organizational Studies, Public Entity Risk Institute, Fairfax, 105p.
- Alexander, D., 2005. Towards the development of a standard in emergency planning. *Disaster Prevention and Management: An International Journal* 14, pp. 158–175.
- Alexander, D., 2001. Confronting catastrophe. New perspectives on natural disasters. Oxford University Press, Oxford, 290p.
- Allouche, A., Nicolas, L., Tourment, R., 2012. Approche socio-anthropologique pour l'évaluation de la vulnérabilité sociale des zones protégées par les digues fluviales du Rhône aval. In : Congrès SHF Événements Extrêmes Fluviaux et Maritimes, Paris.
- Alwang, J., Siegel, P., Jorgensen, S., 2001. Vulnerability: a view from different disciplines (Social protection discussion paper series No. 0115). Social Protection Unit. Human Development Network. The World Bank, Washington DC, 42p.
- Andrieu, D., Chesneau, E., Douvinet, J., Graillot, D., Paran, F., Servain-Courant, S., 2014. Associer la géomatique, les analyses multicritères et les cartographies interactives afin d'améliorer la prévention du risque inondation. Etude de cas sur le bassin de la Loire. In : Colloque International de Géomatique : Une Vision Prospective Des Territoires, Orléans.
- Anselin, L., 1995. Local Indicators of Spatial Association - LISA. *Geographical Analysis* 27, pp. 93–115.
- Arbizzi, S., 2012. Réflexion sur les conditions de maintien sur place des populations en cas de crues lentes... des perspectives pour une urbanisation résiliente ? In : Journée technique. Comment améliorer notre dispositif de gestion de crise inondation ?, CETE Méditerranée, Nice.
- Arbizzi, S., Villatte, A., Ochodnický, A., Chanal, A., 2015. Vers un urbanisme résilient ? Crues lentes et maintien sur place des populations : retours d'expérience et enseignements. CEREMA - Direction Territoriale Méditerranée, Aix-en-Provence, 68p.
- ARIA, 2007. Incendie dans un entrepôt d'engrais. Le 29 octobre 1987. Nantes - Loire-Atlantique. France (Rapport No. 5009). Ministère chargé de l'environnement - DPPR / SEI / BARPI, Paris, 8p.
- Arlikatti, S., Lindell, M., Prater, C., Zhang, Y., 2006. Risk area accuracy and hurricane evacuation expectations of coastal residents. *Environment and Behavior* 38, pp. 226–247.
- Armas, I., 2008. Social vulnerability and seismic risk perception. Case study: the historic center of the Bucharest Municipality/Romania. *Natural Hazards* 47, pp. 397–410.
- Arouri, M., Nguyen, C., Ben Youssef, A., 2015. Natural disasters, household welfare, and resilience: evidence from rural Vietnam. *World Development* 70, pp. 59–77.

- Ast, J.-P., 2008. Etude sur la vulnérabilité des territoires essonniers face au risque inondation (Travail de Fin d'Etude. Cycle des Ingénieurs diplômés de 3ème année). Ecole Nationale des Sciences Géographiques, Champs sur Marne, 80p.
- Atelier Castro Denissot Casi, Nexity, 2013. Vivre le fleuve. Les chemins de l'urbanité. Nexity, Nanterre, 51p.
- Ayral, P.-A., Ferry, G., Garcia, S., Laforgue, P., Piatyszek, E., Saint-Pierre, L., Schmidt, I., 2015. Elaboration du plan communal de sauvegarde multirisques de la ville d'Alès : retours d'expérience. In : Plans Communaux de Sauvegarde et Outils de Gestion de Crise, Géorisques. Presses Universitaires de la Méditerranée, Montpellier, pp. 49–54.
- Baade, R., Baumann, R., Matheson, V., 2007. Estimating the economic impact of natural and social disasters, with an application to hurricane Katrina. *Urban Studies* 44, pp. 2061–2076.
- Badri, S., Asgary, A., Eftekhari, A., Levy, J., 2006. Post-disaster resettlement, development and change: a case study of the 1990 Manjil earthquake in Iran. *Disasters* 30, pp. 451–468.
- Baez, J., Santos, I., 2008. On shaky ground: the effects of earthquakes on household income and poverty (Draft Paper. RPP LAC - MDGs and Poverty No. 02/2008). Regional Bureau for Latin America and the Caribbean, UNDP, New York, 38p.
- Baker, E., 1991. Hurricane Evacuation Behavior. *International Journal of Mass Emergencies and Disasters* 9, pp. 287–310.
- Balloy, G., Wolf, E., Ianni, P., Desgranges, C., 2011. La planification d'une crise liée à une inondation de la Seine en Ile-de-France. *La Houille Blanche* 2011–2, pp. 42–45.
- Barbat, A., 2003. Detailed application of the holistic approach for seismic risk evaluation in an urban center using relative indices. Universidad Nacional de Colombia. Information and Indicators Program for Disaster Risk Management, Manizales, 21p.
- Barczak, A., Grivault, C., 2007. Système d'information géographique pour l'évaluation de la vulnérabilité au risque de ruissellement urbain. In : 6th International Conference on Sustainable Techniques and Strategies in Urban Water Management, Novatech, Lyon.
- Barredo, J., 2009. Normalised flood losses in Europe: 1970-2006. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 9, pp. 97–104.
- Barroca, B., Bernardara, P., Mouchel, J.-M., Hubert, G., 2006. Indicators for identification of urban flooding vulnerability. *Natural Hazards and Earth System Science* 6, pp. 553–561.
- Barroca, B., Hubert, G., 2008. Urbaniser les zones inondables, est-ce concevable ? Développement durable et territoires [En ligne] 11. URL : <http://developpementdurable.revues.org/7413> (mis en ligne le 06/11/2008, consulté le 24/12/2014).
- Barroca, B., Pottier, N., Lefort, E., 2005. Analyse et évaluation de la vulnérabilité aux inondations du bassin de l'Orge aval. In: 7èmes Rencontres de Théo Quant, Besançon.
- Barrows, H., 1923. Geography as human ecology. *Annals of the Association of American Geographers* 13, pp. 1–14.
- Bateman, J., 2002. Gender and evacuation: a closer look at why women are more likely to evacuate for hurricanes. *Natural Hazards Review* 3, pp. 107–117.
- Bates, F., Peacock, W., 1992. Measuring disaster impact on household living conditions: the domestic assets approach. *International Journal of Mass Emergencies and Disasters* 10, pp. 133–160.
- Batica, J., Gourbesville, P., 2014. Methodology for flood resilience index. In : 11th International Conference on Hydroinformatics HIC 2014, New York.
- Batica, J., Gourbesville, P., Hu, F.-Y., 2013. Methodology for flood resilience index. Presented at the International Conference on Flood Resilience: Experiences in Asia and Europe, Exeter.

- Beaulieu, P., Marchand, J.-F., 2001. Guide de planification stratégique des opérations d'évacuation en milieu hautement urbanisé. Bureau de la protection des infrastructures essentielles et de la protection civile, Gouvernement du Canada, Ottawa, 109p.
- Becerra, S., 2012. Vulnérabilité, risques et environnement : l'itinéraire chaotique d'un paradigme sociologique contemporain. *Vertigo, la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne] 12. URL : <http://vertigo.revues.org/11988> (mis en ligne le 25 juin 2012, consulté le 06 octobre 2014).
- Beck, U., 2001. La société du risque. Sur la voie d'une autre modernité. Aubier, Paris, 521p.
- Belasen, A., Polachek, S., 2008. How hurricanes affect employment and wages in local labor markets. *American Economic Review* 98, pp. 49–53.
- Belcher, J., Bates, F., 1983. Aftermath of natural disasters: coping through residential mobility. *Disasters* 7, pp. 118–128.
- Belgrand, M., 1872. La Seine. Etudes hydrologiques. Régime de la pluie, des sources, des eaux courantes. Applications à l'agriculture. Dunod, Paris, 622p.
- Bell, H., Tobin, G., 2007. Efficient and effective? The 100-year flood in the communication and perception of flood risk. *Environmental Hazards* 7, pp. 302–311.
- Beraud, H., 2013. Initier la résilience du service de gestion des déchets aux catastrophes naturelles : le cas des territoires urbains de l'inondation (Thèse d'Aménagement et d'Urbanisme). Université Paris-Est, Marne-la-Vallée, 447p.
- Berke, P., Campanella, T., 2006. Planning for postdisaster resiliency. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science* 604, pp. 192–207.
- Beucher, S., 2007. Le risque d'inondation dans le Val-de-Marne : une territorialisation impossible ? *Annales de géographie* 2007/5, pp. 470–492.
- Beucher, S., 2006. Risque d'inondation et dynamiques territoriales des espaces de renouvellement urbain : les cas de Seine-Amont et de l'Est londonien (Thèse de Géographie). Université Paris X - Nanterre, Nanterre, 542p.
- Beucher, S., Reghezza-Zitt, M., 2008. Gérer le risque dans une métropole : le système français face à l'inondation dans l'agglomération parisienne. *Environnement Urbain* 2, pp. 1–10.
- Billet, P., 2007. Les dispositifs d'intervention en vue de la réduction de l'exposition aux risques naturels et de la réparation des dommages liés à ces risques. In : Colloque national de la Société Française pour le Droit de l'Environnement, Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer, Biarritz.
- Binder, S., Baker, C., Barile, J., 2015. Rebuild or Relocate? Resilience and Postdisaster Decision-Making After Hurricane Sandy. *American Journal of Community Psychology* 56, pp. 180–196.
- Birkmann, J., 2007. Risk and vulnerability indicators at different scales: Applicability, usefulness and policy implications. *Environmental Hazards* 7, pp. 20–31.
- Birkmann, J., Wisner, B., 2006. Measuring the un-measurable, the challenge of vulnerability (Source No. 5/2006). UNU-EHS, 62p.
- Blanchet, A., Ghiglione, R., Massonnat, J., Trognon, A., 1987. Les techniques d'enquête en sciences sociales. Bordas, Paris, 197p.
- Board on Natural Disasters, 1999. Mitigation emerges as major strategy for reducing losses caused by natural disasters. *Science* 284, pp. 1943–1947.
- Bogardi, J., 2004. Hazards, risks and vulnerabilities in a changing environment : the unexpected onslaught on human security? *Global Environmental Change* 14, pp. 361–365.
- Bohle, H.-G., 2007. Living with vulnerability. Livelihoods and human security in risky environments (Inter-Sections No. 6). UNU-EHS, 32p.

- Boin, A., McConnell, A., 2007. Preparing for critical infrastructure breakdowns: the limits of crisis management and the need for resilience. *Journal of Contingencies and Crisis Management* 15, pp. 50–59.
- Bolin, R., 1985. Disasters and long-term recovery policy: a focus on housing and families. *Review of Policy Research* 4, pp. 709–715.
- Bolin, R., Bolton, P., 1986. Race, religion, and ethnicity in disaster recovery (FMHI Publications No. 88). Louis de la Parte Florida Mental Health Institute (FMHI). University of South Florida, Tampa, 265p.
- Bolin, R., Stanford, L., 1991. Shelter, housing and recovery: a comparison of US disasters. *Disasters* 15, pp. 24–34.
- Bonanno, G., Brewin, C., Kaniasty, K., La Greca, A., 2010. Weighing the costs of disaster: consequences, risks, and resilience in individuals, families, and communities. *Psychological Science in the Public Interest* 11, pp. 1–49.
- Bordin, P., 2006. Méthode d’observation multi-niveaux pour le suivi de phénomènes géographiques avec un SIG (Thèse en Sciences de l’Information Géographique). Université Marne La Vallée, Champs-sur-Marne, 283p.
- Boudou, M., 2015. Approche multidisciplinaire pour la caractérisation d’inondations remarquables : enseignements tirés de neuf événements en France (1910-2010) (Thèse de Géographie). Université Montpellier - Paul-Valéry, Montpellier, 462p.
- Bourdeau-Lepage, L., 2013. Introduction. *Grand Paris : projet pour une métropole globale. Revue d’économie régionale et urbaine* 2013/3, pp. 403–436.
- Bourdeau-Lepage, L., Tovar, E., 2013. Quelle fracture socio-spatiale à l’heure du Grand Paris ? Le coeur de l’Ile-de-France à la dérive. *Revue d’économie régionale et urbaine* 2013/3, pp. 491–521.
- Bourdieu, P., 1980. Le capital social. *Actes de la recherche en sciences sociales* 31, pp. 2–3.
- Bourdin, A., 2013. Note de recherche. Le Grand Paris : ver une problématique de l’action métropolitaine. *Revue d’économie régionale et urbaine* 2013/3, pp. 613–632.
- Brémond, P., Grelot, F., Agenais, A.-L., 2013. Review Article: Economic evaluation of flood damage to agriculture – review and analysis of existing methods. *Natural Hazards and Earth System Science* 13, pp. 2493–2512.
- Briguglio, L., 2003. Methodological and practical considerations for constructing socio-economic indicators to evaluate disaster risk. *Universidad Nacional de Colombia. Information and Indicators Program for Disaster Risk Management, Manizales*, 15p.
- Brodie, M., Weltzien, E., Altman, D., Blendon, R., Benson, J., 2006. Experiences of hurricane Katrina evacuees in houston shelters: implications for future planning. *American Journal of Public Health* 96, pp. 1402–1408.
- Brooks, N., 2003. Vulnerability, risk and adaptation: a conceptual framework (Working Paper No. 38). Tyndall Centre for Climate Change Research, Norwich, 16p.
- Brown, C., Stevenson, J., Giovinnazzi, S., Seville, E., Vargo, J., 2015. Factors influencing impacts on and recovery trends of organisations: evidence from the 2010/2011 Canterbury earthquakes. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 14, pp. 56–72.
- Brown, S., Parton, H., 2014. Evacuation in New York City during hurricanes Irene and Sandy (Epi Data Brief No. 51). New York City Department of Health and Mental Hygiene, New York, 2p.
- Brown, S., Parton, H., Driver, C., Norman, C., 2016. Evacuation During Hurricane Sandy: Data from a Rapid Community Assessment. *PLoS Currents Disasters*. URL : <http://currents.plos.org/disasters/?p=25173> (consulté le 29 mars 2016).

- Brun, A., 2010. L'aménagement des zones inondables en Ile-de-France. Regards croisés de praticiens. Institution Interdépartementale des Barrages-Réservoirs du Bassin de la Seine, Paris, 41p.
- Brun, A., Gache, F., 2013. Risque inondation dans le Grand Paris : la résilience est-elle un concept opératoire ? *Vertigo*, la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne], Regards / Terrain. URL : <http://vertigo.revues.org/14339> (mis en ligne le 31 décembre 2013, consulté le 31 mars 2014).
- Bruneau, M., Chang, S., Eguchi, R., Lee, G., O'Rourke, T., Reinhorn, A., Shinozuka, M., Tierney, K., Wallace, W., Von Winterfeldt, D., 2003. A framework to quantitatively assess and enhance the seismic resilience of communities. *Earthquake Spectra* 19, pp. 733–752.
- Brunelle, J., Dubois, J.-M., Mognol, J., 2013. Directive n°2007/60/CE relative l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation. Cartographie des zones inondables et des risques d'inondation du TRI Ile-de-France. Atlas cartographique. Document principal. DRIEE, Paris. URL : http://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Atlas_IDF_Document_principal_cle57b11a-1.pdf (consulté le 3 janvier 2016).
- Brunet, C., Lesueur, J.-Y., 2004. Le statut résidentiel affecte-t-il la durée de chômage ? *Revue économique* 55, pp. 569–578.
- Bubeck, P., Kreibich, H., 2011. Natural hazards: direct costs and losses due to the disruption of production processes (WP1 Final Report). Costs of Natural Hazards (CONHAZ) Project Consortium, Potsdam, 68p.
- Bubeck, P., Kreibich, H., Penning-Rowsell, E.C., Botzen, W.J.W., de Moel, H., Klijn, F., 2015. Explaining differences in flood management approaches in Europe and in the USA - a comparative analysis: Differences in flood management approaches. *Journal of Flood Risk Management, Early View* (before inclusion in an issue). URL : <http://doi.wiley.com/10.1111/jfr3.12151> (consulté le 17 février 2016).
- Bureau of Labor Statistics, 2006. The labor market impact of hurricane Katrina: an overview. *Monthly Labor Review* 129, pp. 3–10.
- Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie, 2015. Annexe 1 du PLFSS 2016 - PQE "Dépendance". Partie I Données de cadrage. Paris.
- Callens, S., 2015. Ulrich Beck (1944-2015) et la société mondiale du risque. *Développement durable et territoires* [En ligne] 6. URL : <http://developpementdurable.revues.org/10785> (mis en ligne le 31 mars 2015, consulté le 15 mai 2015).
- Cans, R., 2002. Crues : les facteurs aggravants. In : *Colloque Inondations En France*. Agropolis, Montpellier.
- Cardona, O., 2003. The need for rethinking the concepts of vulnerability and risk from a holistic perspective: a necessary review and criticism for effective risk management. In : *Mapping Vulnerability: Disasters, Development and People*. Earthscan, Londres, pp. 37–51.
- Cardona, O., Carreno, M., 2011. Updating the indicators of disaster risk and risk management for the Americas. *Journal of Integrated Disaster Risk Management* 1, pp. 27–47.
- Carré, C., 2006. Les évolutions en France dans la théorie et les pratiques d'une gestion territoriale du risque : l'application au cas des inondations. *Annales de géographie* 115, pp. 133–153.
- Carreno, M., Cardona, O., Barbat, A., 2007. A disaster risk management performance index. *Natural Hazards* 41, pp. 1–20.
- Carreno, M., Cardona, O., Marulanda, M., Barbat, A., 2009. Holistic urban seismic risk evaluation of megacities: application and robustness. In : *The 1755 Lisbon Earthquake Revisited.*, Geotechnical, Geological and Earthquake Engineering. Springer and Business Media B.V., Berlin, pp. 25–42.

- Carter, M., Little, P., Mogues, T., 2007. Poverty traps and natural disasters in Ethiopia and Honduras. *World Development* 35, pp. 835–856.
- Cauvin, M., 2015. Les personnes âgées et la prévention du risque d'inondation sur le territoire francilien : état des lieux, préconisations et mises en oeuvre concrètes (Mémoire de mastère spécialisé "Gestion des risques sur les territoires"). Ecole Internationale des Sciences du Traitement de l'Information, Cergy, Pau, 72p.
- Cavallo, E., Noy, I., 2010. The economics of natural disasters: a survey (IDB Working Paper Series No. IDB-WP-124). Inter-American Development Bank, Washington DC, 50p.
- CEPRI, 2014. L'évacuation massive des populations. Les territoires face à l'inondation (Les guides du CEPRI). Orléans, 98p.
- CEPRI, 2013. Les collectivités territoriales face aux déchets des inondations : des pistes de solutions. Guide de sensibilisation (Les guides du CEPRI). Orléans, 78p.
- CEPRI, 2012. Le bâtiment face à l'inondation. Diagnostiquer et réduire sa vulnérabilité (Les guides du CEPRI). Orléans, 53p.
- Cernea, M., 1998. La sociologie des déplacements forcés : un modèle théorique. *Autrepart* 5, pp. 11–28.
- Chakraborty, J., Tobin, G., Montz, B., 2005. Population evacuation: assessing spatial variability in Geophysical risk and social vulnerability to natural hazards. *Natural Hazards Review* 6, pp. 23–33.
- Chamlee-Wright, E., Storr, V.H., 2010. Expectations of government's response to disaster. *Public Choice* 144, pp. 253–274.
- Chance, H., Chotard, A., 2013. La gestion de la post-catastrophe. Bilan des retours d'expériences des événements passés (Les dossiers de l'Institut des Risques Majeurs). Institut des Risques Majeurs, Grenoble, 123p.
- Chance, H., Noury, M., 2011. La gestion de la post catastrophe. L'approche française et la stratégie internationale (Les dossiers de l'Institut des Risques Majeurs). Institut des Risques Majeurs. Région Rhône-Alpes. IEP Grenoble, Grenoble, 135p.
- Chang, S., 1984. Do disaster areas benefit from disasters? *Growth and Change* 15, pp. 24–31.
- Chang, S., Falit-Baiamonte, A., 2002. Disaster vulnerability of businesses in the 2001 Nisqually earthquake. *Disaster vulnerability of businesses in the 2001 Nisqually earthquake* 4, pp. 59–71.
- Chang, S., Shinozuka, M., 2004. Measuring Improvements in the Disaster Resilience of Communities. *Earthquake Spectra* 20, pp. 739–755.
- Chang, Y., Wilkinson, S., Potangaroa, R., Seville, E., 2010. Resourcing challenges for post-disaster housing reconstruction: a comparative analysis. *Building Research and Information* 38, pp. 247–264.
- Chatterjee, C., Mozumder, P., 2015. Hurricane Wilma, utility disruption, and household wellbeing. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 14, pp. 395–402.
- Chauviteau, C., Vinet, F., 2006. La vulnérabilité des établissements recevant du public et des entreprises face aux inondations : une méthode d'analyse appliquée dans le bassin de l'Orb (Hérault). *Ingénieries* 46, pp. 15–33.
- Chen, X., Meaker, J., Zhan, F., 2006. Agent-based modeling and analysis of hurricane evacuation procedures for the Florida Keys. *Natural Hazards* 38, pp. 321–338.
- Cheng, J., Mitomo, H., Otsuka, T., Jeon, S., 2016. Cultivation effects of mass and social media on perceptions and behavioural intentions in post-disaster recovery - The case of the 2011 Great East Japan Earthquake. *Telematics and Informatics* 33, pp. 753–772.
- Cheng, J., Mitomo, H., Otsuka, T., Jeon, S., 2015. The effects of ICT and mass media in post-disaster recovery - A two model case study of the Great East Japan Earthquake. *Telecommunications Policy* 39, pp. 515–532.

- Cherry, K., Allen, P., Galea, S., 2010. Older adults and natural disasters. Lessons learned from Hurricanes Katrina and Rita. In : Crisis and Disaster Counseling. Lessons Learned from Hurricane Katrina and Other Disasters. SAGE Publications, New York, pp. 115–130.
- Chocat, B., 1997. Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement. Lavoisier, Paris, 1124p.
- Christin, D., 2002. Processus et procédures stratégiques pour une amélioration de la prise en charge des risques naturels (liés aux inondations...). In : Colloque Inondations En France. Agropolis, Montpellier.
- Cimellaro, G., Reinhorn, A., Bruneau, M., 2010. Framework for analytical quantification of disaster resilience. Engineering Structures 32, pp. 3639–3649.
- Comes, T., Van de Walle, B., 2014. Measuring Disaster Resilience: The Impact of Hurricane Sandy on Critical Infrastructure Systems. In: Proceedings of the 11th International ISCRAM Conference, State College.
- Comfort, L., 2006. Cities at risk. Hurricane Katrina and the drowning of New Orleans. Urban Affairs Review 20, pp. 1–16.
- Comfort, L., Birkland, T., Cigler, B., Nance, E., 2010. Retrospectives and prospectives on hurricane Katrina: five years and counting. Public Administration Review Septembre-Octobre 2010, pp. 669–678.
- Commissariat général au développement durable, Service de l'Observation et des Statistiques, 2012. Méthodes d'estimation de population et de logements en zone inondable (Rapport - Développement durable). Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie, Paris, 23p.
- Commission Européenne, Global Monitoring for Environment and Security, 2011. Mapping Guide for a European Urban Atlas. Commission Européenne, Bruxelles, 30p.
- Corey, C., Deitch, E., 2011. Factors affecting business recovery immediately after Hurricane Katrina. Journal of Contingencies and Crisis Management 19, pp. 169–181.
- Cornélis, B., Billen, R., 2001. La cartographie des risques et les risques de la cartographie. In : Risque et Systèmes Complexes : Les Enjeux de La Communication. Peter Lang, Bruxelles, pp. 207–222.
- Cotelle, P., 2014. Une géographie de l'insécurité urbaine post catastrophe : le cas de la Nouvelle-Orléans et du cyclone Katrina (USA, 2000-2010) (Thèse d'Histoire). Université Paul Valéry – Montpellier III, Montpellier, 676p.
- Coulthard, T., Frostick, L., Hardcastle, H., Jones, K., Rogers, D., Scott, M., Bankoff, G., 2007. The June 2007 floods in Hull (Final Report by the Independent Review Body). 68p.
- Créton-Cazanave, L., Westrich, J.-M., 2017. CRISORSEC à l'épreuve de Sequana. In : La Gestion de Crise à l'épreuve de l'exercice EU SEQUANA. La Documentation Française, Paris, pp. 59–64, 115–118, 163–166.
- Crichton, D., 2008. Role of insurance in reducing flood risk. The Geneva Papers 33, pp. 117–132.
- Cross, J., 2001. Megacities and small towns: different perspectives on hazard vulnerability. Environmental Hazards 3, pp. 63–80.
- Curley, A., 2008. A new place, a new network? Social capital effects of residential relocation for poor women. In: Networked Urbanism: Social Capital in the City. Ashgate, Burlington, pp. 85–104.
- Cutter, S., 2003a. The vulnerability of science and the science of vulnerability. Annals of the Association of American Geographers 93, pp. 1–12.
- Cutter, S., 2003b. Review Article. GI Science, disasters, and emergency management. Transactions in GIS 7, pp. 439–445.
- Cutter, S., 1996. Vulnerability to environmental hazards. Progress in Human Geography 20, pp. 529–539.

- Cutter, S., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E., Webb, J., 2008. A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global Environmental Change* 18, pp. 598–606.
- Cutter, S., Boruff, B., Shirley, W., 2003. Social vulnerability to environmental hazards. *Social Science Quarterly* 84, pp. 242–261.
- Cutter, S., Burton, C., Emrich, C., 2010. Disaster resilience indicators for benchmarking baseline conditions. *Journal of Homeland Security and Emergency Management* 7, pp. 51–51.
- Cutter, S., Finch, C., 2008. Temporal and spatial changes in social vulnerability to natural hazards. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America* 105, pp. 2301–2306.
- Cutter, S., Mitchell, J., Scott, M., 2000. Revealing the vulnerability of people and places: a case study of Georgetown County, South Carolina. *Annals of the Association of American Geographers* 90, pp. 713–737.
- Cutter, S.L., Ash, K.D., Emrich, C.T., 2014. The geographies of community disaster resilience. *Global Environmental Change* 29, pp. 65–77.
- Dahlhamer, J., Tierney, K., 1996. Winners and losers: predicting business disaster recovery outcomes following the Northridge earthquake (Preliminary paper No. 243). *Disaster Research Center - University of Delaware, Newark*, 20p.
- Dark, S., Bram, D., 2007. The modifiable areal unit problem (MAUP) in physical geography. *Progress in physical geography* 31, pp. 471–479.
- Dash, N., Gladwin, H., 2007. Evacuation decision making and behavioral responses: individual and household. *Natural Hazards Review* 8, pp. 69–77.
- Dash, N., Morrow, B., 2001. Return delays and evacuation order compliance: the case of Hurricane Georges and the Florida Keys. *Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards* 2, pp. 119–128.
- Dauphiné, A., Provitolo, D., 2013. Risques et catastrophes : observer, spatialiser, comprendre, gérer. Armand Collin, Paris, 416p.
- Dauphiné, A., Provitolo, D., 2007. La résilience : un concept pour la gestion des risques. *Annales de géographie* 2007/2, pp. 115–125.
- Dautun, C., Maraisse, S., Damicis, A., 2017. Le scénario d'exercice EU Sequana : une méthodologie spécifique pour un travail partenarial. In : *La Gestion de Crise à l'épreuve de l'exercice EU SEQUANA*. La Documentation Française, Paris, pp. 47–54, 101–104, 153–158.
- Davidson, C., Johnson, C., Lizarralde, G., Dikmen, N., Sliwinski, A., 2007. Truths and myths about community participation in post-disaster housing projects. *Habitat International* 31, pp. 100–115.
- De Bovis, C., 2009. D'une prévention des risques classique à des organisations à haute fiabilité. *Management et Avenir* 2009/7, pp. 241–259.
- De Bruijn, K., 2005. Resilience and flood risk management, a systems approach applied to lowland rivers (Thèse en Ingénierie agronomique). Université Technologique de Delft, Delft, 210p.
- De Choudens, H., 2008. Guide d'évaluation de la démarche Plan Communal de Sauvegarde. "Grille d'audit" et spécifications techniques. Institut des Risques Majeurs, Région Rhône-Alpes, Grenoble, 22p.
- De Mel, S., McKenzie, D., Woodruff, C., 2011. Enterprise recovery following natural disasters. *The Economic Journal* 122, pp. 64–91.
- De Moel, H., Jongman, B., Kreibich, H., Merz, B., Penning-Rowsell, E., Ward, P.J., 2015. Flood risk assessments at different spatial scales. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 20, pp. 865–890.

- De Préaudeau, M., Lefébure de Fourcy, M., Lemoine, M., 1884. Manuel hydrologique du bassin de la Seine. Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris, 120p.
- Dear, M., 1992. Understanding and overcoming the NIMBY Syndrome. *Journal of the American Planning Association* 58, pp. 288–300.
- Deitch, E., Corey, C., 2011. Predicting long-term business recovery four years after hurricane Katrina. *Management Research Review* 34, pp. 311–324.
- Demotier, S., Aunay, S., 2015. OSIRIS-Multirisques : une méthodologie et un outil support pour l'élaboration et le suivi des plans communaux de sauvegarde. In : *Plans Communaux de Sauvegarde et Outils de Gestion de Crise, Géorisques*. Presses Universitaires de la Méditerranée, Montpellier, pp. 15–22.
- D'Ercole, R., 1998. Approches de la vulnérabilité et perspectives pour une meilleure logique de réduction des risques. *Pangea Juin/Décembre 1998*, pp. 20–28.
- D'Ercole, R., 1996. Représentations cartographiques des facteurs de vulnérabilité des populations exposées à une menace volcanique. *Bulletin de l'institut français des études andines* 25, pp. 479–507.
- D'Ercole, R., Metzger, P., 2009. La vulnérabilité territoriale : une nouvelle approche des risques en milieu urbain. *Cybergeo : European Journal of Geography [En ligne] Dossiers*. URL : <http://journals.openedition.org/cybergeo/22022> (mis en ligne le 31 mars 2009).
- D'Ercole, R., Thouret, J.-C., Dollfus, O., Asté, J.-P., 1994. Les vulnérabilités des sociétés et des espaces urbanisés : concepts, typologie, modes d'analyse. *Revue de géographie alpine* 82, pp. 87–96.
- Diniz, I., 2007. La responsabilité administrative et pénale dans le domaine des risques naturels majeurs. In : *Colloque national de la Société Française pour le Droit de l'Environnement*, Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer, Biarritz.
- Direction Générale de l'Urbanisme, de l'Habitat et de la Construction, 2005. Inondations. Guide d'évaluation de la vulnérabilité des bâtiments vis-à-vis de l'inondation (Les outils). Ministère de l'Emploi, de la Cohésion Sociale et du Logement, Paris, 31p.
- Donner, W., Rodriguez, H., 2008. Population composition, migration and inequality: the influence of demographic changes on disaster risk and vulnerability. *Social Forces* 87, pp. 1089–1114.
- Dourlens, C., 2003. La question des inondations. Le prisme des sciences sociales. Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, Paris, 105p.
- Douvinet, J., Defossez, S., Anselme, A., Denolle, A.-S., 2011. Les maires face aux plans de prévention du risque inondation (PPRI). *L'espace géographique* 40, pp. 31–46.
- Douvinet, J., Pallares, R., Genre-Grandpierre, C., Grapois, M., Rode, S., Servain-Courant, S., 2013. L'information sur les risques majeurs à l'échelle communale. Occurrence et facteurs explicatifs du DICRIM, un outil préventif sous-utilisé. *Cybergeo : European Journal of Geography [En ligne] Espace, Société, Territoire*. URL : <http://cybergeo.revues.org/26112> (mis en ligne le 4 décembre 2013, consulté le 22 juin 2015).
- Drabek, T., Boggs, K., 1968. Families in disaster: reactions and relatives. *Journal of Marriage and Family* 30, pp. 443–451.
- DRIEE, Délégation de bassin Seine-Normandie, 2015. Plan de Gestion des Risques d'Inondation 2016-2021. Bassin Seine-Normandie. Paris, 151p.
- DRIEE, SGZDS-Paris, 2015. Tableau récapitulatif des modélisations de zones inondables. Zones Inondées Potentielles. URL : http://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ZIP-ZICH_V2.pdf (consulté le 31 août 2017).
- Ducharne, A., Sauquet, E., Habets, F., Deque, M., Gascoin, S., Hachour, A., Martin, E., Oudin, L., Page, C., Terray, L., Thiery, D., Viennot, P., 2011. Evolution potentielle du régime

- des crues de la Seine sous changement climatique. *La Houille Blanche* 2011/1, pp. 51–57.
- Duenas-Orsorio, L., 2005. Interdependent response of networked systems to natural hazards and intentional disruptions (Thèse de Génie civil et environnemental). Georgia Institute of Technology, Atlanta, 199p.
- Dunn, C., Newton, D., 1992. Optimal routes in GIS and Emergency Planning Applications. *Area* 24, pp. 259–267.
- Dwyer, A., Zoppou, C., Nielsen, O., Day, S., Roberts, S., 2004. Quantifying social vulnerability: a methodology for identifying those at risk to natural hazards, *Spatial Information for the Nation*. Department of Industry, Tourism and Resources (Australia). Geoscience Australia, Canberra, 92p.
- Ebert, A., Kerle, N., Stein, A., 2009. Urban social vulnerability assessment with physical proxies and spatial metrics derived from air- and spaceborne imagery and GIS data. *Natural Hazards* 48, pp. 275–294.
- Eleuterio, J., Payraudeau, S., Rozan, A., 2008. Sensibilité de l'évaluation des dommages associés aux inondations en fonction de la caractérisation de la vulnérabilité des bâtiments. *Ingénieries* 55–56, pp. 29–44.
- El-Jabi, N., Rousselle, J., 1987. A Flood Damage Model for Flood Plain Studies. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association* 23, pp. 179–187.
- Elliott, J., 2010. Limits to social capital: comparing network assistance in two New Orleans neighborhoods devastated by hurricane Katrina. *The Sociological Quarterly* 51, pp. 624–648.
- Elliott, J., Pais, J., 2006. Race, class, and Hurricane Katrina: Social differences in human responses to disaster. *Social Science Research* 35, pp. 295–321.
- Emergency Management Australia, 2005. Evacuation planning (Australian Emergency Manual Series No. 11). Commonwealth of Australia, Canberra, 30p.
- Enarson, E., Fordham, M., 2001. Line that divide, ties that bind: Race, class, and gender in women's flood recovery in the US and UK. *The Australian Journal of Emergency Management* 15, pp. 43–53.
- EPTB SGL, 2014. Programme d'actions de prévention des inondations de la Seine et de la Marne Franciliennes (PAPI). Synthèse. Hauts-de-Seine, Seine-Saint-Denis, Val de Marne, Mairie de Paris, Paris, 24p.
- EPTB SGL, 2016a. Crue de mai-juin 2016. Bilan de la crue et de la gestion des ouvrages. Direction Hydrologie et Bassée, Paris, 30p.
- EPTB SGL, 2016b. PAPI de la Seine et de la Marne franciliennes. Rapprochement - révision à mi-parcours. Paris, 136p.
- Esnard, A.-M., Sapat, A., Mitsova, D., 2011. An index of relative displacement risk to hurricanes. *Natural Hazards* 59, pp. 833–859.
- Ewing, B., Kruse, J., Thompson, M., 2005. Empirical Examination of the Corpus Christi Unemployment Rate and Hurricane Bret. *Natural Hazards Review* 6, pp. 191–196.
- Faburel, G., 2008. Les inégalités environnementales comme inégalités de moyens des habitants et des acteurs territoriaux. *Espace populations sociétés* 2008/1, pp. 111–126.
- Falk, W., Hunt, M., Hunt, L., 2006. Hurricane Katrina and new Orleanians' sense of place. *Du Bois Review* 3, pp. 115–128.
- Fayeton, J., Portier, S., 2017. Ceci n'est pas une crue. In : *La Gestion de Crise à l'épreuve de l'exercice EU SEQUANA*. La Documentation Française, Paris, pp. 43–46, 95–100, 159–162.
- Fayeton, J., *à paraître*. Jouer la crise : les exercices de gestion de crise en Ile-de-France (Thèse en Sociologie). Université Paris Est, Champs-sur-Marne.

- Faytre, L., 2011. Urbanisation et zones inondables : les risques encourus (Note rapide - Territoires No. 557). Iau-Idf, Paris, 6p.
- Fedeski, M., Gwilliam, J., 2007. Urban sustainability in the presence of flood and geological hazards: The development of a GIS-based vulnerability and risk assessment methodology. *Landscape and Urban Planning* 83, pp. 50–61.
- Fekete, A., 2009. Validation of a social vulnerability index in context to river-floods in Germany. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 9, pp. 393–403.
- Finch, C., Emrich, C., Cutter, S., 2010. Disaster disparities and differential recovery in New Orleans. *Population and Environment* 31, pp. 179–202.
- Flanagan, B., Gregory, E., Hallisey, E., Heitgerd, J., Lewis, B., 2011. A social vulnerability index for disaster management. *Journal of Homeland Security and Emergency Management* 8, pp. 3–3.
- Flaus, J.-M., Berthelie, E., Giannoccaro, F., 2010. Modélisation de systèmes organisationnels pour l'analyse des défaillances : application au plan de sauvegarde communal. In : *Evaluation et Optimisation Des Systèmes Innovants de Production de Biens et de Services*. 8^{ème} Conférence Internationale de MOdélisation et SIMulation MOSIM'10, Hammamet.
- Fothergill, A., Maestas, E., DeRouen Darlington, J., 1999. Race, Ethnicity and Disasters in the United States: a review of the literature. *Disasters* 23, pp. 156–173.
- Fothergill, A., Peek, L., 2004. Poverty and disasters in the United States: a review of recent sociological findings. *Natural Hazards* 32, pp. 89–110.
- Fougère, D., Bonnal, L., 1990. Les déterminants individuels de la durée du chômage. *Economie et prévision* 96, pp. 45–82.
- Freedly, J., Saladin, M., Kilpatrick, D., Resnick, H., Saunders, B., 1994. Understanding acute psychological distress following natural disaster. *Journal of Traumatic Stress* 7, pp. 257–273.
- French, S., Feser, E., Peacock, W., 2008. Quantitative models of the social and economic consequences of earthquakes and other natural hazards (Final Report). Mid-America Earthquake Center. Project SE-2, Urbana-Champaign, 50p.
- Funtowicz, S., Ravetz, J., 1993. Science for the post-normal age. *Futures* 25, 739–755.
- Gache, F., 2014. Impacts envisageables d'une crue majeure de la Seine dans l'agglomération francilienne sur les droits de l'homme. In : *Désastres et Droits Fondamentaux*. CADHOM, Paris.
- Gall, M., 2004. Where to go? Strategic modelling of access to emergency shelters in Mozambique. *Disasters* 28, pp. 82–97.
- Garber, M., White, J., Unger, L., Wohlford, L., 2006. Hurricane Katrina's effects on industry employment and wages. *Monthly Labor Review* 129, pp. 22–39.
- Garry, G., 1994. Evolution et rôle de la cartographie dans la gestion des zones inondables en France. *Mappemonde* 4/1994, pp. 10–16.
- Gaume, E., Hubert, G., Torterotot, J.-P., 2000. La prise en compte des incertitudes dans l'estimation du coût des dommages dus aux inondations. *La Houille Blanche* 3/4, 76–82.
- Gemenne, F., 2014. Après Fukushima, la vie préfabriquée. In : *Un Monde de Camps*. Editions La Découverte, Paris, pp. 277–288.
- Getis, A., Ord, J., 1992. The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics. *Geographical Analysis* 24 / 3, 189–206.
- Gilli, F., 2014. Grand Paris. L'émergence d'une métropole. Presses de Sciences Po, Paris, 316p.
- Gladwin, C., Gladwin, H., Peacock, W., 2001. Modeling hurricane evacuation decisions with ethnographic methods. *International Journal of Mass Emergencies and Disasters* 19, pp. 117–143.

- Gladwin, H., Peacock, W., 1997. Warning and evacuation. A night for hard houses, in: Hurricane Andrew: Ethnicity, Gender, and the Sociology of Disasters. Routledge, Londres, pp. 52–74.
- Gordon, P., Richardson, H., Davis, B., 1998. Transport-related impacts of the Northridge earthquake. *Journal of Transportation and Statistics* 1, pp. 21–36.
- Gotham, K., 2015. Limitations, Legacies, and Lessons: Post-Katrina Rebuilding in Retrospect and Prospect. *American Behavioral Scientist* 59, pp. 1314–1326.
- Gotham, K., Greenberg, M., 2014. *Crisis Cities. Disaster and Redevelopment in New York and New Orleans*. Oxford University Press, Oxford, 325p.
- Goudie, D., 2007. Transportation and evacuation planning, in: *Communities Living with Hazards*. Center for Disaster Studies, James Cook University, Townsville, pp. 48–62.
- Gralepois, M., 2008. Le Plan Communal de Sauvegarde. Une approche territoriale de la sécurité civile à travers l'enquête des conditions de mise en place dans les communes françaises (GT5 - 5ème Commission "Risques Industriels - Transports"). Conseil National de la Protection Civile, Paris, 74p.
- Gralepois, M., Douvinet, J., 2015. Au secours des maires ? Réflexions sur les facteurs de blocage institutionnel et de mobilisation d'acteurs dans la mise en place des plans communaux de sauvegarde. In : *Plans Communaux de Sauvegarde et Outils de Gestion de Crise, Géorisques*. Presses Universitaires de la Méditerranée, Montpellier, pp. 37–48.
- Grasland, C., 1997. L'analyse des discontinuités territoriales : l'exemple de la structure par âge des régions européennes vers 1980. *Espace géographique* 26, pp. 309–326.
- Green, R., Bates, L., Smyth, A., 2007. Impediments to recovery in New Orleans' Upper and Lower Ninth Ward: one year after hurricane Katrina. *Disasters* 31, pp. 311–335.
- Greiving, S., Fleischhauer, M., Luckenkotter, J., 2006. A methodology for an integrated risk assessment of spatially relevant hazards. *Journal of Environmental Planning and Management* 49, pp. 1–19.
- Grelot, F., 2009. L'évaluation économique du risque. In : *Risque Inondation : Quels défis pour la recherche en appui à l'action publique ? Colloque national MEEDDM/CEMAGREF*, Lyon.
- Groen, J., Polivka, A., 2010. Going home after hurricane Katrina: determinants of return migration and changes in affected areas. *Demography* 47, pp. 821–844.
- Grothmann, T., Reusswig, F., 2006. People at risk of flooding: why some residents take precautionary action while others do not. *Natural Hazards* 38, pp. 101–120.
- Grünthal, G., Thieken, A.H., Schwarz, J., Radtke, K.S., Smolka, A., Merz, B., 2006. Comparative Risk Assessments for the City of Cologne – Storms, Floods, Earthquakes. *Natural Hazards* 38, pp. 21–44.
- Guéso, B., 2007. Vulnérabilité urbaine : état des lieux dans une perspective européenne. In : *Colloque national de la Société Française pour le Droit de l'Environnement, Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer, Biarritz*.
- Guimaraes, P., Hefner, F., Woodward, D., 1993. Wealth and income effects of natural disasters: an econometric analysis of hurricane Hugo. *The Review of Regional Studies* 23, pp. 97–114.
- Gunderson, L., Holling, C., 2002. *Panarchy. Understanding transformations in human and natural systems*. Kluwer Academic, New York, 330p.
- Hackbarth, M., Pavkov, T., Wetchler, J., Flannery, M., 2012. Natural disasters: an assessment of family resiliency following hurricane Katrina. *Journal of Marital and Family Therapy* 38, pp. 340–351.
- Haddad, E., Teixeira, E., 2015. Economic impacts of natural disasters in megacities: the case of floods in Sao Paulo, Brazil. *Habitat International* 45, pp. 106–113.

- Hadfield, P., 1991. Sixty seconds that will change the world: coming Tokyo Earthquake. Sidgwick and Jackson Ltd, Londres, 224p.
- Hahn, H., 2003. Indicators and other instruments for local risk management for communities and local governments. Inter-American Development Bank. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Eschborn, 34p.
- Hammond, M., 2014. Flood impact assessment literature review (Project Report - FP7 Collaborative research on flood resilience in urban areas). European Community Seventh Framework Programme, Exeter, 73p.
- Haraguchi, M., Lall, U., 2015. Flood risks and impacts: a case study of Thailand's floods in 2011 and research questions for supply chain decision making. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 14, pp. 256–272.
- Haut Comité Français pour la Défense Civile, 2013. RETEX suite à l'ouragan Sandy. Secrétariat Général de la Défense et de la Sécurité Nationale, Paris, 91p.
- Havard, S., Bodin, J., Deguen, S., Laurent, O., Bard, D., 2006. Cartographie des inégalités socio-économiques à partir d'un indice composite de défaveur : application à la Communauté Urbaine de Strasbourg. In : *Journées de Veille Sanitaire, InVS*, Paris.
- Hawkins, R., Maurer, K., 2010. Bonding, bridging and linking: how social capital operated in New Orleans following Hurricane Katrina. *British Journal of Social Work* 40, pp. 1777–1793.
- Hayakawa, K., Matsuura, T., Okubo, F., 2015. Firm-level impacts of natural disasters on production networks: evidence from a flood in Thailand. *Journal of the Japanese and International Economies* 38, pp. 244–259.
- Hayashi, T., 2012. Japan's post-disaster economic reconstruction: from Kobe to Tohoku. *Asian Economic Journal* 26, pp. 189–210.
- Heath, R., 1998. Looking for answers: suggestions for improving how we evaluate crisis management. *Safety Science* 30, pp. 151–163.
- Heath, S., Kass, P., Beck, A., Glickman, L., 2001. Human and pet-related risk factors for household evacuation failure during a natural disaster. *American Journal of Epidemiology* 153, pp. 659–665.
- Henry, J., 2013. Return or relocate? An inductive analysis of decision-making in a disaster. *Disasters* 37, pp/ 293–316.
- Hernandez, J., 2010. ReNew Orleans? : Résilience urbaine, mobilisation civique et création d'un "capital de reconstruction" à la Nouvelle-Orléans après Katrina (Thèse de Géographie). Université Paris X - Nanterre, Paris, 504p.
- Hernandez, J., 2009. The Long Way Home : une catastrophe qui se prolonge à La Nouvelle-Orléans, trois ans après le passage de l'ouragan Katrina. *L'Espace géographique* 38, pp. 124–138.
- Hiete, M., Merz, M., Comes, T., Schultmann, F., 2012. Trapezoidal fuzzy DEMATEL method to analyze and correct for relations between variables in a composite indicator for disaster resilience. *OR Spectrum* 34, pp. 971–995.
- Hissel, F., Morel, G., Pescaroli, G., Graaff, H., Felts, D., Pietrantoni, L., 2014. Early warning and mass evacuation in coastal cities. *Coastal Engineering* 87, pp. 193–204.
- Holling, C., 1973. Resilience and stability of ecological systems. *Annual review of Ecology and Systematics* 4, pp. 1–23.
- Hori, M., Schafer, M., 2010. Social costs of displacement in Louisiana after Hurricanes Katrina and Rita. *Population and Environment* 31, pp. 64–86.
- Horney, J., MacDonald, P., Van Willigen, M., Kaufman, J., 2012. The importance of effect measure modification when using demographic variables to predict evacuation. *Risk, Hazards & Crisis in Public Policy* 3, pp. 1–19.

- Horwich, G., 2000. Economic lessons of the Kobe earthquake. *Economic Development and Cultural Change* 48, pp. 521–543.
- Hubert, G., Deroubaix, J.-F., 2015. Projet TERIME (Les territoires de l'eau et la gestion métropolitaine du risque d'inondation : du bassin amont de la Seine au Grand Paris. In : *Colloque Eaux et Territoires*, Paris.
- Hubert, G., Ledoux, B., 1999. Le coût du risque... : l'évaluation des impacts socio-économiques des inondations. Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris, 232p.
- Hufschmidt, G., 2011. A comparative analysis of several vulnerability concepts. *Natural Hazards* 58, pp. 621–643.
- Hulné, A., 2006. VI. Sécurité publique. *Annuaire des collectivités locales* 26, pp. 543–549.
- Huttenlau, M., Stötter, J., Stiefelmeyer, H., 2010. Risk-based damage potential and loss estimation of extreme flooding scenarios in the Austrian federal province of Tyrol. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 10, pp. 2451–2473.
- IGN, 2015. BD TOPO (Version 2.1. Descriptif de contenu). Saint-Mandé, 204p.
- IIBRBS, 1998. Evaluation des dommages liés aux crues en région Ile-de-France. Hydratec. Société d'Ingénierie pour l'Eau et l'Environnement. Territoires Conseil, Paris.
- INHESJ, 2011. Maîtrise des risques et des crises : une réflexion croisée. Groupe de Travail Partenarial Public-Privé (GT-3P), Paris, 63p.
- INSEE, 2015. IRIS. URL : <http://www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=definitions/iris.htm> (consulté le 26 novembre 2015).
- INSEE, 2014a. Recensement de la population. Conseils d'utilisation - Synthèse. Paris, 18p.
- INSEE, 2014b. Revenus fiscaux localisés des ménages (RFL) (Sources et méthodes). Paris, 25p.
- INSEE, 2013. Documentation complète sur les données carroyées à 200 mètres. Paris, 32p.
- Institut des Risques Majeurs (IRMA), 2012. Comment garantir le caractère opérationnel du Plan Communal de Sauvegarde ? (Risques infos - Bulletin de liaison No. 29). Grenoble, 28p/
- Jenkins, P., Renne, J., Kiefer, J., 2009. Gender differences in self-reported evacuation experiences. Analysis of the city assisted evacuation program during Hurricane Gustav. In : 4th International Conference on Women's Issues in Transportation, Irvine, Californie.
- JICA, 2013. The study of reconstruction processes from large-scale disasters - JICA's support for reconstruction (Final Report). Japan International Cooperation Agency (JICA). Capital Region Comprehensive Planning Institute Co. Regional Planning International Co., Tokyo, 373p.
- Johnson, C., 2007a. Strategic planning for post-disaster temporary housing. *Disasters* 31, pp. 435–458.
- Johnson, C., 2007b. Impacts of prefabricated temporary housing after disasters: 1999 earthquakes in Turkey. *Habitat International* 31, pp. 36–52.
- Jonkman, S., 2007. Loss of life estimation in flood risk assessment. Theory and applications (Thèse de doctorat en ingénierie civile). Delft University of Technology, Delft, 354p.
- Jonkman, S., Bočkarjova, M., Kok, M., Bernardini, P., 2008. Integrated hydrodynamic and economic modelling of flood damage in the Netherlands. *Ecological Economics* 66, pp. 77–90.
- Kamel, N., 2012. Social Marginalisation, Federal Assistance and Repopulation Patterns in the New Orleans Metropolitan Area following Hurricane Katrina. *Urban Studies* 49, pp. 3211–3231.
- Kamel, N., Loukaitou-Sideris, A., 2004. Residential assistance and recovery following the Northridge earthquake. *Urban Studies* 41, pp. 533–562.

- Kang, J., Lindell, M., Prater, C., 2007. Hurricane evacuation expectations and actual behavior in hurricane Lili. *Journal of Applied Social Psychology* 37, pp. 887–903.
- Kappes, M., Papathoma-Kohle, M., Keiler, M., 2012. Assessing physical vulnerability for multi-hazards using an indicator-based methodology. *Applied Geography* 32, pp. 577–590.
- Kar, B., Hodgson, M., 2008. A GIS-based model to determine site suitability of emergency evacuation shelters. *Transactions in GIS* 12, pp. 227–248.
- Kasperson, R., Renn, O., Slovic, P., Brown, H., Emel, J., Goble, R., Kasperson, J., Ratick, S., 1988. The social amplification of risk: a conceptual framework. *Risk Analysis* 8, pp. 177–187.
- Kates, R., Colten, C., Laska, S., Leatherman, S., 2006. Reconstruction of New Orleans after Hurricane Katrina: a research perspective. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America* 103, pp. 14653–14660.
- Kates, R., Pijawka, D., 1977. From rubble to monument: The pace of reconstruction. In: *Reconstruction Following Disaster*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, pp. 1–23.
- Kemmelmeier, M., Broadus, A., Padilla, J., 2008. Inter-group aggression in New Orleans in the immediate aftermath of Hurricane Katrina. *Analyses of Social Issues and Public Policy* 8, pp. 211–245.
- Kennedy, J., Ashmore, J., Babister, E., Kelman, I., 2008. The Meaning of “Build Back Better”: Evidence from post-tsunami Aceh and Sri Lanka. *Journal of Contingencies and Crisis Management* 16, pp. 24–36.
- Khazai, B., Bessel, T., Möhrle, S., Dittrich, A., Schröter, K., Mühr, B., Elmer, F., Kunz-Plapp, T., Trieselmann, W., Kunz, M., 2013. June 2013 flood in Central Europe - Focus Germany (CEDIM Report on the 2013 June floods in Central Europe No. 2 (Update 1: Impact and Management)). CEDIM Forensic Disaster Analysis Group (FDA), Karlsruhe, 22p.
- Kidd, B., Tagg, A., Lamond, J., Proverbs, D., 2010. Guidance and standards for drying flood damaged buildings (Signposting current guidance No. BD2760). UK Department for Communities and Local Government, Londres, 128p.
- Kienzler, S., Pech, I., Kreibich, H., Müller, M., Thieken, A.H., 2015. After the extreme flood in 2002: changes in preparedness, response and recovery of flood-affected residents in Germany between 2005 and 2011. *Natural Hazards and Earth System Science* 15, pp. 505–526.
- King, D., 2001. Uses and limitations of socioeconomic indicators of community vulnerability to natural hazards: data and disasters in Northern Australia. *Natural Hazards* 24, pp. 147–156.
- Knobloch, D., 2005. Moving a Community in the Aftermath of the Great 1993 Midwest Flood: Moving a Community. *Journal of Contemporary Water Research & Education* 130, pp. 41–45.
- Koks, E., Jongman, B., Husby, T., Botzen, W., 2015. Combining hazard, exposure and social vulnerability to provide lessons for flood risk management. *Environmental Science and Policy* 47, pp. 42–52.
- Kongsomsaksakul, S., Yang, C., Chen, A., 2005. Shelter location-allocation model for flood evacuation planning. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies* 6, pp. 4237–4252.
- Koshiyama, K., Murosaki, Y., Kobayashi, I., Tatsuki, S., 2004. Public housing provision after the Hanshin-Awaji earthquake disaster. In : *13th World Conference on Earthquake Engineering*, Vancouver.

- Kreibich, H., Seifert, I., Merz, B., Thielen, A., 2010. Development of FLEMOcs - a new model for the estimation of flood losses in the commercial sector. *Hydrological Sciences Journal* 55, pp. 1302–1314.
- Kreibich, H., Thielen, A.H., Petrow, T., Müller, M., Merz, B., 2005. Flood loss reduction of private households due to building precautionary measures – lessons learned from the Elbe flood in August 2002. *Natural Hazards and Earth System Science* 5, pp. 117–126.
- Kruks-Wisner, G., 2011. Seeking the local state: gender, caste, and the pursuit of public services in post-tsunami India. *World Development* 39, pp. 1143–1154.
- Kurosaki, T., 2013. Vulnerability of household consumption to floods and droughts in developing countries: evidence from Pakistan (Working Paper No. 2012–10). Center for Economic Institutions, Institute of Economic Research, Hitotsubashi University, Tokyo, 34p.
- Lagadec, P., 2012. Risques, catastrophes, crises : vers d'autres logiciels. In : *Gestion Des Risques Naturels - Leçons de La Tempête Xynthia*. Editions Quae, Versailles, pp. 255–260.
- Lagadec, P., 2009. La question des plans. Entre points d'appui et pièges stratégiques (Cahier de recherche No. 2009–40). Ecole polytechnique. CNRS, Palaiseau, 72p.
- Lagadec, P., 2002. Crisis management in France: trends, shifts et perspectives. *Journal of Contingencies and Crisis Management* 10, pp. 159–172.
- Lam, N., Arenas, H., Pace, K., LeSage, J., Campanella, R., 2012. Predictors of business return in New Orleans after hurricane Katrina. *PLoS ONE* 7, e47935.
- Lamé, A., 2013. Modélisation hydrogéologique des aquifères de Paris et impacts des aménagements du sous-sol sur les écoulements souterrains (Thèse en Sciences de la Terre). Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, Paris, 212p.
- Landry, C., Bin, O., Hindsley, P., Whitehead, J., Wilson, K., 2007. Going home: evacuation-migration decisions of hurricane Katrina survivors. *Southern Economic Journal* 74, pp. 326–343.
- Lane, L., Tobin, G., Whiteford, L., 2003. Volcanic hazard or economic destitution: hard choices in Banos, Ecuador. *Environmental Hazards* 5, pp. 23–34.
- Lang, M., Chastan, B., Grelot, F., 2009. La méthode Inondabilité : appropriation par les hydrologues de la vulnérabilité dans le diagnostic sur le risque d'inondation. In : *Risques et Environnement : Recherches Interdisciplinaires Sur La Vulnérabilité Des Sociétés*. L'Harmattan, Paris, pp. 244–255.
- Laska, S., 1990. Homeowner adaptation to flooding: an application of the general hazards coping theory. *Environment and Behavior* 22, pp. 320–357.
- Le Masurier, J., Rotimi, J., Wilkinson, S., 2006. A comparison between routine construction and post-disaster reconstruction with case studies from New Zealand. In : *22nd ARCOM Conference on Current Advances in Construction Management Research*, Association of Researchers in Construction management (ARCOM), Birmingham.
- Lee, Y.-J., 2014. Social vulnerability indicators as a sustainable planning tool. *Environmental Impact Assessment Review* 44, pp. 31–42.
- Leon, G., 2004. Overview of the psychosocial impact of disasters. *Prehospital and disaster medicine* 19, pp. 4–9.
- Léone, F., Ledoux, B., 2002. Demande sociale et orientations scientifiques sur le thème des inondations en France. In : *Colloque Inondations En France*. Agropolis, Montpellier.
- Leone, F., Vinet, F., 2007. La vulnérabilité, un concept fondamental au coeur des méthodes d'évaluation des risques naturels. In : *La Vulnérabilité Des Sociétés et Des Territoires Face Aux Menaces Naturelles*. Analyses Géographiques, Collection "Géorisques". Publications de l'université Montpellier 3, Montpellier, pp. 9–26.

- Leone, F., Péroche, M., Gutton, R., 2014. Le risque tsunami en Martinique : planifier une évacuation préventive en optimisant l'accessibilité de sites refuges. *Vertigo, la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne] 14. URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/15046> (mis en ligne le 16 septembre 2014).
- LeSage, J., Pace, K., Lam, N., Campanella, R., Liu, X., 2011. New Orleans business recovery in the aftermath of Hurricane Katrina: Business Recovery in the Aftermath of Hurricane Katrina. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)* 174, pp. 1007–1027.
- Lhomme, S., Serre, D., Diab, Y., Laganier, R., 2010. Les réseaux techniques face aux inondations ou comment définir des indicateurs de performance de ces réseaux pour évaluer la résilience urbaine. *Bulletin de l'Association de géographes français - Géographies* 2010–4, pp. 487–502.
- Lim, H., Lim, M., Piantanakulchai, M., 2013. A review of recent studies on flood evacuation planning. In : *Proceedings of the 10th International Conference of Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Taipei.
- Lindell, M., 2013. Recovery and reconstruction after disaster. In : *Encyclopedia of Natural Hazards*. Springer and Business Media B.V., Berlin, pp. 812–824.
- Lindell, M., Jing-Chein, L., Prater, C., 2005. Household decision making and evacuation in response to hurricane Lili. *Natural Hazards Review* 6, pp. 171–179.
- Lindell, M., Perry, R., 1980. Evaluation criteria for emergency response plans in radiological transportation. *Journal of Hazardous Materials* 3, pp. 335–348.
- Liu, A., Fellowes, M., Mabanta, M., 2006a. Special edition of the Katrina index: a one-year review of key indicators of recovery in post-storm New Orleans (Special Analysis in Metropolitan Policy). The Brookings Institution. Metropolitan Policy Program, Washington DC, 15p.
- Liu, A., Mabanta, M., Fellowes, M., 2006b. Katrina index. Tracking variables of post-Katrina recovery. The Brookings Institution. Metropolitan Policy Program, Washington DC, 83p.
- Liu, A., Plyer, A., 2010. The New Orleans Index at Five. An overview of Greater New Orleans: from recovery to transformation. The Brookings Institution. Greater New Orleans Community Data Center, Washington DC, 20p.
- Logan, J., 2006. The impact of Katrina: race and class in storm-damaged neighborhoods. Brown University, Providence, 16p.
- Lumbroso, D., Gaume, E., Logtmeijer, C., Mens, M., Van der Vat, M., 2007. Developing methodological foundations for GIS-based multicriteria evaluation of flood damage and risk. Executive summary (Floodsite Project Report No. T17-07-06). FloodSite Consortium, Wallingford, 21p.
- Lumbroso, D., Leclerc, J.-R., 2015. Une évaluation des plans de gestion de crise “inondations” en Angleterre, en France et aux Pays-Bas. In : *Plans Communaux de Sauvegarde et Outils de Gestion de Crise, Géorisques*. Presses Universitaires de la Méditerranée, Montpellier, pp. 31–36.
- Lumbroso, D., Leclerc, J.-R., 2011. Une évaluation des plans de gestion de crise “inondations” en Angleterre, en France et aux Pays-Bas. In : *Géorisque, 7ème édition. "Plan communal de sauvegarde. Retour d'expérience et bilan et outils de gestion de crise*, Montpellier.
- Lumbroso, D., Stone, K., Vinet, F., 2011. An assessment of flood emergency plans in England and Wales, France and the Netherlands. *Natural Hazards* 58, pp. 341–363.
- Lumbroso, D., Vinet, F., 2012. Tools to improve the production of emergency plans for floods: are they being used by the people that need them? *Journal of Contingencies and Crisis Management* 20, pp. 149–165.

- Maclaren, V., 1996. Urban sustainability reporting. *Journal of the American Planning Association* 62, pp. 184–202.
- Madhusudan, C., Ganapathy, G., 2011. Disaster resilience of transportation infrastructure and ports - an overview. *International Journal of Geomatics and Geosciences* 2, pp. 443–455.
- Manche, Y., 1997. Propositions pour la prise en compte de la vulnérabilité dans la cartographie des risques naturels prévisibles. *Revue de géographie alpine* 85, pp. 49–62.
- Marin, A., Bodin, O., Gelcich, S., Crona, B., 2015. Social capital in post-disaster recovery trajectories: insights from a longitudinal study of tsunami-impacted small-scale fisher organizations in Chile. *Global Environmental Change* 35, pp. 450–462.
- Martini, F., 2009. La directive européenne sur les inondations : quels enjeux pour la France et quelle application ? In : *Risque Inondation : Quels défis pour la recherche en appui à l'action publique ? Colloque national MEEDDM/CEMAGREF*, Lyon.
- Marzocchi, W., Mastellone, M., Di Ruocco, A., 2009. Principles of multi-risk assessment: interactions amongst natural and man-induced risks. *Commission Européenne*, Bruxelles, 72p.
- Masozera, M., Bailey, M., Kerchner, C., 2007. Distribution of impacts of natural disasters across income groups: a case study of New Orleans. *Ecological Economics* 63, pp. 299–306.
- Masson-Planchon, S., Reghezza-Zitt, M., 2017. La planification au défi de l'incertitude. Faire face à l'inimaginable. In : *La Gestion de Crise à l'épreuve de l'exercice EU SEQUANA. La Documentation Française*, Paris, pp. 37–41, 145–148, 179–183.
- Masuya, A., Dewan, A., Corner, R., 2015. Population evacuation: evaluating spatial distribution of flood shelters and vulnerable residential units in Dhaka with geographic information systems. *Natural Hazards* 78, pp. 1859–1859.
- Mathieu, P., 2009. Gestion des situations d'urgence et prévention des crises par les services de l'Etat. In : *Risque Inondation : Quels défis pour la recherche en appui à l'action publique ? Colloque national MEEDDM/CEMAGREF*, Lyon.
- Matsubayashi, T., Sawada, Y., Ueda, M., 2013. Natural disasters and suicide: evidence from Japan. *Social Science & Medicine* 82, pp. 126–133.
- Mayunga, J., 2007. Understanding and applying the concept of community disaster resilience: a capital-based approach. In : *Summer Academy for Social Vulnerability and Resilience Building. United Nations University, Institute for Environment and Human Security*, Munich.
- McConnell, A., 2011. Success? Failure? Something in-between? A framework for evaluating crisis management. *Policy and Society* 30, pp. 63–76.
- McDonnell, S., Troiano, R., Barker, N., Noji, E., Hlady, G., Hopkins, R., 1995. Evaluation of long-term community recovery from hurricane Andrew: sources of assistance received by population sub-groups. *Disasters* 19, pp. 338–347.
- Meloux-Marbeuf, S., 2012. Les scénarios de crue en région Ile-de-France. Notice d'utilisation. DRIEE. Service de la prévention des risques et des nuisances. Pôle connaissance et prévision des aléas naturels, Paris, 22p.
- Mercier, D., Chadenas, C., 2012. La tempête Xynthia et la cartographie des “zones noires” sur le littoral français : analyse critique ? partir de l'exemple de La Faute-sur-Mer (Vendée). *Noréis* 222, pp. 45–60.
- Merz, B., Kreibich, H., Schwarze, R., Thielen, A., 2010. Review article “Assessment of economic flood damage.” *Natural Hazards and Earth System Sciences* 10, pp. 1697–1724.

- Meschinet de Richemond, N., 2010. Le risque inondation en ville : une impossible territorialisation ? (Urban flood risk : an impossible territorialization ?). *Bulletin de l'Association de géographes français* 87, pp. 438–451.
- Meschinet de Richemond, N., Reghezza, M., 2010. La gestion du risque en France : contre ou avec le territoire ? *Annales de géographie* 673, pp. 248–267.
- Metzger, P., Robert, J., Sierra, A., D'Ercole, R., Hardy, S., Gluski, P., 2013. Dimensions spatiales et territoriales de la gestion de crise : les ressources de décision et d'intervention à Lima et Callao. *Revue Géographique de l'Est* [En ligne] 53. URL : <http://rge.revues.org/4576> (mis en ligne le 31 août 2013, consulté le 06 octobre 2014).
- Mileti, D., Sorensen, J., O'Brien, P., 1992. Toward an explanation of mass care shelter use in evacuations. *International Journal of Mass Emergencies and Disasters* 10, pp. 25–42.
- Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, 2012. L'évaluation préliminaire des risques d'inondation 2011. Bassin Seine-Normandie. Paris, 544p.
- Mioc, D., Anton, F., Liang, G., 2008. On-line street network analysis for flood evacuation planning. In : *Remote Sensing and GIS Technologies for Monitoring and Prediction of Disasters*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, pp. 219–242.
- Mitchell, J., Devine, N., Jagger, K., 1989. A contextual model of natural hazard. *Geographical Review* 79, pp. 391–409.
- Moatty, A., 2015. Pour une géographie des reconstructions post-catastrophe : risques - sociétés - territoires (Thèse de Géographie). Université Montpellier - Paul-Valéry, Montpellier, 489p.
- Moatty, A., Vinet, F., 2016. Post-disaster recovery: the challenge of anticipation. In : *FLOODrisk 2016 - 3rd European Conference on Flood Risk Management*, Lyon.
- Mongin, O., 2016. Retour à la ville capitale. Du Grand Paris au Petit Paris. *Tous urbains 2016/2*, pp. 46–50.
- Montz, B., Tobin, G., 2011. Natural hazards: an evolving tradition in applied geography. *Applied Geography* 31, pp. 1–4.
- Morel, G., Hissel, F., Jia, X., Bouchrit, F., 2015. Aide à la planification des évacuations de masse en cas d'inondation ou de submersion majeure. In : *Plans Communaux de Sauvegarde et Outils de Gestion de Crise, Géorisques*. Presses Universitaires de la Méditerranée, Montpellier, pp. 77–83.
- Morrow, B., 1999. Identifying and mapping community vulnerability. *Disasters* 23, pp. 1–18.
- Morrow-Jones, H., Morrow-Jones, C., 1991. Mobility Due to Natural Disaster: Theoretical Considerations and Preliminary Analyses. *Disasters* 15, pp. 126–132.
- Moucoulon, D., Desarthe, J., 2014. La crue de la Seine en Ile-de-France. Etude historique de la crue de 1910. Modélisation de scénarios de référence. Caisse Centrale de Réassurance (CCR), Paris, 19p.
- Mueller, E., Bell, H., Chang, B., Henneberger, J., 2011. Looking for Home after Katrina: Postdisaster Housing Policy and Low-Income Survivors. *Journal of Planning Education and Research* 31, pp. 291–307.
- Munasinghe, M., 2007. The importance of social capital: comparing the impacts of the 2004 Asian tsunami on Sri Lanka, and hurricane Katrina 2005 on New Orleans. *Ecological Economics* 64, pp. 9–11.
- Murray-Tuite, P., Wolshon, B., 2013. Evacuation transportation modeling: an overview of research, development, and practice. *Transportation Research Part C* 27, pp. 25–45.
- Myers, C., Slack, T., Singelmann, J., 2008. Social vulnerability and migration in the wake of disaster: the case of Hurricanes Katrina and Rita. *Population and Environment* 29, pp. 271–291.

- Nakagawa, Y., Shaw, R., 2004. Social capital: a missing link to disaster recovery. *International Journal of Mass Emergencies and Disasters* 22, pp. 5–34.
- Nakanishi, H., Matsuo, K., Blach, J., 2013. Transportation planning methodologies for post-disaster recovery in regional communities: the East Japan Earthquake and tsunami 2011. *Journal of Transport Geography* 31, pp. 181–191.
- Ng, M., Behr, J., Diaz, R., 2014. Unraveling the evacuation behavior of the medically fragile population: findings from hurricane Irene. *Transportation Research Part A* 64, pp. 122–134.
- Ng, M., Diaz, R., Behr, J., 2016. Inter- and intra-regional evacuation behavior during Hurricane Irene. *Travel Behaviour and Society* 3, pp. 21–28.
- Normandin, J., Therrien, M., Tanguay, G., 2009. City strength in times of turbulence: strategic resilience indicators. In : *Joint Conference on City Futures*. Madrid.
- November, V., 2006. Le risque comme objet géographique. *Cahiers de géographie du Québec* 50, pp. 286–296.
- November, V., 2002. Les territoires du Risque. Le risque comme objet de réflexion géographique. Peter Lang, Berne, 332p.
- November, V., Créton-Cazanave, L., 2017. La gestion de crise à l'épreuve de l'exercice EU SEQUANA. La Documentation Française, Paris, 237p.
- November, V., Kihl, J.-P., 2017. La fabrique de l'exercice EU Sequana. In : *La Gestion de Crise à l'épreuve de l'exercice EU SEQUANA*. La Documentation Française, Paris, pp. 29–35, 91–94, 151–152.
- Noy, I., 2009. The macroeconomic consequences of disasters. *Journal of Development Economics* 88, pp. 221–231.
- Nussbaum, R., 2007. Conventions, accords et programmes internationaux pour la prévention des catastrophes naturelles. In : *Colloque national de la Société Française pour le Droit de l'Environnement*, Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer, Biarritz.
- OCDE, 2014. Etude de l'OCDE sur la gestion des risques d'inondation. La Seine en Ile-de-France, Editions OCDE, Paris, 216p.
- OECD, 2006. Japan earthquakes (OECD Studies in Risk Management). OECD Publications, Paris, 59p.
- OECD, 2008. Handbook on constructing composite indicators. Methodology and user guide. OECD Publications, Paris, 158p.
- Oliveau, S., 2010. Autocorrélation spatiale : leçons du changement d'échelle. *L'espace géographique* 39, pp. 51–64.
- Oliver-Smith, A., 1991. Successes and failures in post-disaster resettlement. *Disasters* 15, pp. 12–23.
- Oliver-Smith, A., 1990. Post-disaster housing reconstruction and social inequality: a challenge to policy and practice. *Disasters* 14, pp. 7–19.
- Openshaw, S., 1984. Ecological fallacies and the analysis of areal census data. *Environment and Planning A* 16, pp. 17–31.
- Opper, S., Cinque, P., Davies, B., 2010. Timeline modelling of flood evacuation operations. *Procedia Engineering* 3, pp. 175–187.
- Ord, J.K., Getis, A., 1995. Local Spatial Autocorrelation Statistics: Distributional Issues and an Application. *Geographical Analysis* 27, pp. 286–306.
- Palm, R., 1990. Natural hazards: an integrative framework for research and planning. Johns Hopkins University Press, Baltimore, 184p.
- Panerai, P., 2016. L'art des complications inutiles. *Tous urbains* 2016/2, pp. 42–45.
- Paxson, C., Rouse, C., 2008. Returning to New Orleans after hurricane Katrina. *American Economic Review* 98, pp. 38–42.

- Peacock, W., Dash, N., Zhang, Y., 2007. Sheltering and Housing Recovery Following Disaster. In : *Handbook of Disaster Research*. Springer New York, New York, pp. 258–274.
- Perry, R., 1979. Evacuation decision-making in natural disasters. *Mass Emergencies* 4, pp. 25–38.
- Phillips, B., 1993. Cultural diversity in disasters: sheltering, housing, and long term recovery. *International Journal of Mass Emergencies* 11, pp. 99–110.
- Picard, A., 1910. *Rapport général (Rapport parlementaire)*. Paris, 87p.
- Pielke Jr., R., Gratz, J., Landsea, C., Collins, D., Saunders, M., Musulin, R., 2008. Normalized hurricane damage in the United States: 1900–2005. *Natural Hazards Review* 9, pp. 29–42.
- Pigeon, P., 2012. Apports de la résilience à la géographie des risques : l'exemple de La Faut-sur-Mer (Vendée, France). *Vertigo, la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne]* 12. URL : <http://vertigo.revues.org/12031> (mis en ligne le 25 juin 2012, consulté le 13 février 2015).
- Pigeon, P., 2007. Les Plans de Prévention des Risques (PPR) : essai d'interprétation géographique. *Géocarrefour* 82, pp. 27–34.
- Pigeon, P., 1998. Représentation cartographique du risque et vulnérabilité liée à la pression foncière touristique (Taconnaz, Les Houches et Vers-le-Nant, Chamonix). *Revue de géographie alpine* 86, pp. 101–113.
- Pitt, M., 2008. *Learning lessons from the 2007 floods (The Pitt Review)*. Cabinet Office, London, 505p.
- Plate, E., 2011. Consequences of the Central European flood of August 2002 with emphasis on the Elbe river in Germany. In : *Large-Scale Floods Report. Lessons Learned and Best Practices for Flood Disaster Managers and Policy Makers*, ICHARM Book Series. International Center for Water hazard and Risk Management (ICHARM). International Flood Initiative, Tsukuba, pp. 54–89.
- Plyer, A., Shrinath, N., Mack, V., 2015. The New Orleans Index at Ten. Measuring Greater New Orleans' progress toward prosperity. The Data Center, New Orleans, 71p.
- Puech, C., Raclot, D., Maurel, P., 2002. Images à très haute résolution spatiale et risque d'inondation. In : *Colloque Inondations En France*. Agropolis, Montpellier.
- Puente, S., 1999. Social vulnerability to disasters in Mexico City: an assessment method. In : *Crucibles of Hazard: Mega-Cities and Disasters in Transition*. United Nations University Press, New York, pp. 295–335.
- Putnam, R., 2000. *Bowling alone: the collapse and revival of American community*. Simon and Schuster, New York, 541p.
- Quarantelli, E., 2006. Catastrophes are Different from Disasters: Some Implications for Crisis Planning and Managing Drawn from Katrina. In : *Understanding Katrina. Perspectives from the Social Sciences*. URL : <http://understandingkatrina.ssrc.org/Quarantelli/> (mis en ligne le 11 juin 2006, consulté le 06 décembre 2016).
- Quarantelli, E., 1982a. General and particular observations on sheltering and housing in American disasters. *Disasters* 6, pp. 277–281.
- Quarantelli, E., 1982b. Principles of planning for industrial and business disaster. In : *Business and Industry Conference of Emergency and Disaster Planning*, New York.
- Rasid, H., Haider, W., Hunt, L., 2000. Post-flood assessment of emergency evacuation policies in the Red River basin, Southern Manitoba. *The Canadian Geographer / Le Géographe canadien* 44, pp. 369–386.
- Rathfon, D., Davidson, R., Bevington, J., Vicini, A., Hill, A., 2013. Quantitative assessment of post-disaster housing recovery: a case study of Punta Gorda, Florida, after Hurricane Charley. *Disasters* 37, pp. 333–355.

- Reed, D., Kapur, K., Christie, R., 2009. Methodology for assessing the resilience of networked infrastructure. *IEEE Systems Journal* 3, pp. 174–180.
- Reghezza, M., 2006. *Réflexions autour de la vulnérabilité métropolitaine : la métropole parisienne face au risque de crue centennale* (Thèse de Géographie). Université Paris X – Nanterre, 382p.
- Reghezza-Zitt, M., 2015. Territorialiser ou ne pas territorialiser le risque et l’incertitude. La gestion territorialisée à l’épreuve du risque d’inondation en Île-de-France. *L’Espace Politique* [En ligne] 26. URL : <http://espacepolitique.revues.org/3543> (mis en ligne le 24 juillet 15, consulté le 06/03/2017).
- Région Ile-de-France, 2014. Mode d’occupation du sol (MOS) en 11 postes en 2012. URL : <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/mode-d-occupation-du-sol-mos-en-11-postes-en-2012-idf/> (consulté le 30 novembre 2015).
- Renard, F., 2010. Le risque pluvial en milieu urbain. De la caractérisation de l’aléa à l’évaluation de la vulnérabilité : le cas du Grand Lyon (Thèse de Géographie). Université Jean Moulin Lyon III, Lyon, 528p.
- Renard, F., Chapon, P.-M., 2010. Une méthode d’évaluation de la vulnérabilité urbaine appliquée à l’agglomération lyonnaise. *L’Espace Géographique* 39, pp. 35–50.
- Renne, J., Sanchez, T., Litman, T., 2011. Carless and special needs evacuation planning: a literature review. *Journal of Planning Literature* 26, pp. 420–431.
- Riad, J., Norris, F., 1996. The influence of relocation on the environmental, social, and psychological stress experienced by disaster victims. *Environment and Behavior* 28, pp. 163–182.
- Riad, J., Norris, F., Ruback, B., 1999. Predicting evacuation in two major disasters: risk perception, social influence, and access to resources. *Journal of Applied Social Psychology* 29, pp. 918–934.
- Richter, S., Huber, R., Lechner, U., 2009. The Elbe flood 2002. A case study on C2 systems and inter-organisational coordination (Prepared for the NATO SAS-065 Research Task Group). Universität der Bundeswehr München, ITIS, Munich, 53p.
- Robert, S., Montoya, B., 2016. *Stratégie locale de gestion des risques d’inondation. TRI “Métropole francilienne”* (Version 2). Service Prévention des risques et des nuisances, DRIEE. Bureau de la Planification du SGZDS, Préfecture de Police de Paris, Paris, 99p.
- Rochet, C., Keramidas, O., Bout, L., 2008. La crise comme stratégie de changement dans les organisations publiques. *Revue internationale des sciences administratives* 74, pp. 71–85.
- Rodriguez-Oreggia, E., Fuente, A., Torre, R., Moreno, H., 2012. Natural disasters, human development and poverty at the municipal level in Mexico. *The journal of development studies* 49, pp. 442–455.
- Rose, A., Liao, S.-Y., 2005. Modeling regional economic resilience to disasters: a computable general equilibrium analysis of water service disruptions. *Journal of Regional Science* 45, pp. 75–112.
- Roux, J.-M., 2016. Du Grand Paris à la MGP. *Tous urbains* 2016/2, pp. 34–41.
- Roux, J.-M., Mongin, O., 2016. Introduction. *Tous urbains* 2016/2, pp. 32–33.
- Rufat, S., 2007. L’estimation de la vulnérabilité urbaine, un outil pour la gestion du risque. *Géocarrefour* 82, pp. 7–16.
- Rufat, S., Tate, E., Burton, C., Maroof, A.S., 2015. Social vulnerability to floods: review of case studies and implications for measurement. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 14, pp. 470–486.
- Runyan, R., 2006. Small business in the face of crisis: identifying barriers to recovery from a natural disaster. *Journal of Contingencies and Crisis Management* 14, pp. 12–26.

- Rygel, L., O'Sullivan, D., Yarnal, B., 2006. A method for constructing a social vulnerability index: an application to hurricane storm surges in a developed country. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 11, pp. 741–764.
- Saaty, T., 1994. Highlights and critical points in the theory and application of the Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research* 74, 426–447.
- Saaty, T., 1980. *The Analytic Hierarchy Process*. Mc Graw-Hill, New York, 287p.
- Salagnac, J.-L., Marchand, D., Florence, C., Delpech, P., Axès, J.-M., 2014. Impacts des inondations sur le cadre bâti et ses usagers (Rapport final). Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Champs-sur-Marne, 46p.
- Santoni, V., Audoin, L., 2017. De l'urgence d'un outil cartographique de gestion de crise au centre de crise zonal. In : *La Gestion de Crise à l'épreuve de l'exercice EU SEQUANA*. La Documentation Française, Paris, pp. 69–72, 119–124, 167–170.
- Sanyal, J., Lu, X., 2009. Ideal location for flood shelter: a geographic information system approach. *Journal of flood risk management* 2, pp. 262–271.
- Sapat, A., Esnard, A.-M., 2012. Displacement and Disaster Recovery: Transnational Governance and Socio-legal Issues Following the 2010 Haiti Earthquake. *Risk, Hazards & Crisis in Public Policy* 3, pp. 1–24.
- Sassen, S., 2005. The Global City: Introducing a Concept. *The Brown Journal of World Affairs* 11, pp. 27–43.
- Sastry, N., 2009. Tracing the effects of hurricane Katrina on the population of New Orleans. *Sociological Methods & Research* 38, pp. 171–196.
- Sattler, D., Sattler, J., Kaiser, C., Hamby, B., Adams, M., Love, L., Winkler, J., Abu-Ukkaz, C., Watts, B., Beatty, A., 1995. Hurricane Andrew: psychological distress among shelter victims. *International Journal of Stress Management* 2, pp. 133–143.
- Sauzey, P., Monadier, P., Renoux, J.-P., Lefrou, C., Verrel, J.-L., Hornus, H., 2001. Rapport sur la mission d'expertise sur les crues d'avril 2001 du bassin de la Somme. Ministère de l'Intérieur. Ministère de l'Équipement, du Logement et des Transports. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Paris, 79p.
- Sawada, Y., 2006. The impact of natural and manmade disasters on household welfare. In : *International Association of Agricultural Economists Conference, Gold Coast (Australie)*.
- Sawada, Y., Shimizutani, S., 2008. How do people cope with natural disasters? Evidence from the Great Hanshin-Awaji (Kobe) earthquake in 1995. *Journal of Money, Credit and Banking* 40, pp. 463–488.
- Schmitt, D., 2013. *Enquête Globale Transport. Motorisation et usage de la voiture en Ile-de-France*. DRIEA, STIF, Paris, 28p.
- Sen, A., 1984. *Resources, Values and Development*. Blackwell, Oxford, 547p.
- Sen, A., 1981. Ingredients of famine analysis: availability and entitlements. *Quarterly Journal of Economics* 96, pp. 433–464.
- SEPIA, 2014. Diagnostic de la vulnérabilité du patrimoine départemental vis-à-vis des inondations (Rapport provisoire de synthèse de fin de phase 2). Conseil Général de l'Essonne, Paris, 27p.
- Sergent, P., 2009. Incertitudes dans la modélisation et la cartographie du risque. In : *Risque Inondation : Quels défis pour la recherche en appui à l'action publique ? Colloque national MEEDDM/CEMAGREF*, Lyon.
- Serre, D., Barroca, B., 2013. Preface “Natural hazard resilient cities”. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 13, pp. 2675–2678.
- Serre, D., 2015. Concevoir la résilience urbaine : un défi face à des complexités. In : *Complexité et désordre. Éléments de réflexion*. EDP Sciences, Les Ulis, pp. 120–124.

- Serre, D., Douvinet, J., Lhomme, S., Balsells, M., Barroca, B., 2016. Résilience des territoires. Articuler les méthodes et disciplines pour proposer des améliorations stratégiques. In : 3^e colloque international du CIST, En quête de territoire(s) ? Grenoble.
- Shaw, D., Albores, P., Anson, S., Kailiponi, P., Nagarajan, M., Tissington, P., Hart, T., 2011. Evacuation responsiveness by government organisations (ERGO): Final report. The challenges of mass evacuation. Aston Crisis Center, Aston University Business School, Birmingham, 122p.
- Sherali, H., Carter, T., 1991. A location-allocation model and algorithm for evacuation planning under hurricane/flood conditions. *Transportation Research Part B: Methodological* 25, pp. 439–452.
- Shimada, G., 2015. The role of social capital after disasters: an empirical study of Japan based on Time-Series-Cross-Section (TSCS) data from 1981 to 2012. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 14, pp. 388–394.
- Siebeneck, L., Cova, T., 2012. Spatial and temporal variation in evacuee risk perception throughout the evacuation and return-entry process. *Risk Analysis* 32, pp. 1468–1480.
- Siebeneck, L., Cova, T., 2008. An assessment of the return-entry process for hurricane Rita 2005. *International Journal of Mass Emergencies and Disasters* 26, pp. 91–111.
- Siebeneck, L., Lindell, M., Prater, C., Wu, H.-C., Huang, S.-K., 2013. Evacuees' reentry concerns and experiences in the aftermath of Hurricane Ike. *Natural Hazards* 65, pp. 2267–2286.
- Simonovic, S., Ahmad, S., 2005. Computer-based model for flood evacuation emergency planning. *Natural Hazards* 34, pp. 25–51.
- Skidmore, M., Toya, H., 2002. Do natural disasters promote long-run growth? *Economic Inquiry* 40, pp. 664–687.
- Slomp, R., Kolen, B., Van der Schaaf, J., 2015. Renewed tools for crisis management of floods in Netherlands. In : *Plans Communaux de Sauvegarde et Outils de Gestion de Crise, Géorisques*. Presses Universitaires de la Méditerranée, Montpellier, pp. 105–111.
- Smith, K., 2004. *Environmental hazards. Assessing risk and reducing disaster*. Routledge, London, New York, 306p.
- Smith, S., McCarty, C., 2009. Fleeing the storm(s): an examination of evacuation behavior during Florida's 2004 hurricane season. *Demography* 46, pp. 127–145.
- Smith, S., McCarty, C., 1996. Demographic effects of natural disasters: a case study of hurricane Andrew. *Demography* 33, pp. 265–275.
- Solis, D., Thomas, M., Letson, D., 2009. Determinants of household hurricane evacuation choice in Florida. In : *Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting*. Atlanta.
- Sorensen, J., 2000. Hazard warning systems: review of 20 years of progress. *Natural Hazards Review* 1, pp. 119–125.
- Sorensen, J., Vogt Sorensen, B., 2007. Community processes: warning and evacuation. In : *Handbook of Disaster Research*. Springer New York, New York, pp. 183–199.
- Soto, D., Renard, F., 2014. Evaluation spatiale du risque d'inondation par croisement de l'aléa et de la vulnérabilité des enjeux : application aux inondations du Grand Lyon. In : *Journées Doctorales En Hydrologie Urbaine*, Lyon.
- Soumastre, S., 2007. Bilan et nouvelles frontières du droit des risques naturels dans le contexte international et européen. In : *Colloque national de la Société Française pour le Droit de l'Environnement*, Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, Biarritz.
- Sperenza, C., Wiesmann, U., Rist, S., 2014. An indicator framework for assessing livelihood resilience in the context of social-ecological dynamics. *Global Environmental Change* 28, pp. 109–119.

- Stallings, R., 1991. Ending evacuations. *International Journal of Mass Emergencies and Disasters* 9, pp. 183–200.
- Stuyt, L.C.P.M., Reinders, J.E.A., Van Der Hoek, E.E., Hermans, E.G.M., De Keizer, M.M., Icke, J., 2007. The Environmental Impact of Flooding of The Dutch ‘Delta-Metropole’. In : *Flood Risk Management in Europe*. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 107–129.
- Su, S., Pi, J., Wan, C., Li, H., Xiao, R., Li, B., 2015. Categorizing social vulnerability patterns in Chinese coastal cities. *Ocean & Coastal Management* 116, pp. 1–8.
- Susman, P., O’Keefe, P., Wisner, B., 1984. Global disasters: a radical interpretation. In : *Interpretations of Calamity from the Viewpoint of Human Ecology*. Allen and Unwin, Boston, pp. 264–283.
- Tate, E., 2012. Social vulnerability indices: a comparative assessment using uncertainty and sensitivity analysis. *Natural Hazards* 63, pp. 325–347.
- Tatsuki, S., Hayashi, H., Yamori, K., Noda, T., Tamura, K., Kimura, R., 2005. Long-term life recovery processes of the survivors of the 1995 Kobe earthquake: causal modeling analysis of the Hyogo Prefecture life recovery panel survey data. In : *1st International Conference on Urban Disaster Reduction*, Kobe.
- Tavakol, M., Dennick, R., 2011. Making sense of Cronbach’s alpha. *International Journal of Medical Education* 2, pp. 53–55.
- Texier, P., 2009. Vulnérabilité et réduction des risques liés à l’eau dans les quartiers informels de Jakarta. Réponses sociales, institutionnelles et non institutionnelles (Thèse de Géographie). Université Paris VII - Diderot, Paris, 460p.
- Thieken, A.H., Bessel, T., Kienzler, S., Kreibich, H., Müller, M., Pisi, S., Schröter, K., 2016. The flood of June 2013 in Germany: how much do we know about its impacts. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 16, pp. 1519–1540.
- Thomas, S., Reghezza-Zitt, M., Piqueret, C., 2017. Promouvoir une culture du risque par la communication autour de l’exercice EU Sequana 2016. In : *La Gestion de Crise à l’épreuve de l’exercice EU SEQUANA*. La Documentation Française, Paris, pp. 73–78, 125–128, 171–174.
- Tierney, K., 1997. Business impacts of the Northridge earthquake. *Journal of Contingencies and Crisis Management* 5, pp. 87–97.
- Tierney, K., 1994. Business vulnerability and disruption: data from the 1993 Midwest floods. In : *41st North American Meetings of the Regional Science Association International*, Niagara Falls.
- Torterotot, J.-P., 1993. Le coût des dommages dus aux inondations : estimation et analyse des incertitudes (Thèse de doctorat en Sciences et Techniques de l’Environnement). Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris, 284p.
- Toubin, M., 2014. Améliorer la résilience urbaine par un diagnostic collaboratif. L’exemple des services urbains parisiens face à l’inondation (Thèse de Géographie). Université Paris-Diderot, Paris, 407p.
- Toubin, M., Lhomme, S., Diab, Y., Serre, D., Laganier, R., 2012. La résilience urbaine : un nouveau concept opérationnel vecteur de durabilité urbaine ? Développement durable et territoires [En ligne] 3. URL : <http://developpementdurable.revues.org/9208> (mis en ligne le 11 juin 2012, consulté le 31 août 2017).
- Trémeur, M., Lancznar, V., 2006. Communes et agglomérations face aux risques naturels et technologiques. Prévenir, gérer, réparer. Editions du Papyrus, Montreuil, 350p.
- Turner, B., 2010. Vulnerability and resilience: coalescing or paralleling approaches for sustainability science. *Global Environmental Change* 20, pp. 570–576.
- Uitto, J., 1998. The geography of disaster vulnerability in megacities. A theoretical framework. *Applied Geography* 18, pp. 7–16.

- Unen, H., 2012. Developing a framework for a social vulnerability and consequence-based post-disaster behavior analysis methodology. In : 9th International ISCRAM Conference. Vancouver.
- Uno, K., Kashiyama, K., 2008. Development of simulation system for the disaster evacuation based on multi-agent model using GIS. *Tsinghua Science and Technology* 13, pp. 348–353.
- Uscher-Pines, L., 2009. Health effects of relocation following disaster: a systematic review of the literature. *Disasters* 33, pp. 1–22.
- Vallance, S., Carlton, S., 2015. First to respond, last to leave: communities' roles and resilience across the "4Rs." *International Journal of Disaster Risk Reduction* 14, pp. 27–36.
- Vasterman, P., Yzermans, C., Dirkzwager, A., 2005. The role of the media and media hype in the aftermath of disasters. *Epidemiologic Reviews* 27, pp. 107–114.
- Vecere, A., Monteiro, R., Ammann, W., Giovinazzi, S., Melo Santos, R., 2017. Predictive models for post disaster shelter needs assessment. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 21, pp. 44–62.
- Veyret, Y., Reghezza, M., 2005. Aléas et risques dans l'analyse géographique. *Annales des Mines. Responsabilité et environnement* 40, pp. 61–69.
- Vidal, R., Harbour, T., Jorda, L., 2011. Getting stronger by benefiting from both worlds: a cross comparison between France and the US. In : 5th International Wildland Fire Conference, Sun City (Afrique du Sud).
- Vigdor, J., 2008. The economic aftermath of hurricane Katrina. *Journal of Economic* 22, pp. 135–154.
- Villagran de Leon, J.-C., 2006. Vulnerability: a conceptual and methodological review (Source No. 4/2006). UNU-EHS, 64p.
- Vogt, B., Sorenson, J., 1992. Evacuation research: a reassessment. Oak Ridge National Laboratory. US Department of Energy, Oak Ridge, 73p.
- Von Möllendorff, C., Hirschfeld, J., 2016. Measuring impacts of extreme weather events using the life satisfaction approach. *Ecological Economics* 121, pp. 108–116.
- Vraie, B., Audoin, L., 2017. La coproduction public-privé de continuité d'activité comme nécessité absolue dans la réponse à apporter à la problématique de la crue de la Seine. In : *La Gestion de Crise à l'épreuve de l'exercice EU SEQUANA. La Documentation Française*, Paris, pp. 209–220.
- Wasileski, G., Rodríguez, H., Diaz, W., 2011. Business closure and relocation: a comparative analysis of the Loma Prieta earthquake and hurricane Andrew. *Disasters* 35, pp. 102–129.
- White, G., 1945. Human adjustment to floods: a geographical approach to the flood problem in the United States (Research Paper No. 29). University of Chicago Press, Chicago, 225p.
- White, G., Kates, R., Burton, I., 2001. Knowing better and losing even more: the use of knowledge in hazards management. *Environmental Hazards* 3, pp. 81–92.
- Whitehead, J., Edwards, B., Van Willigen, M., Maiolo, J., Wilson, K., Smith, K., 2000. Heading for higher ground: factors affecting real and hypothetical hurricane evacuation behavior. *Environmental Hazards* 2 2, pp. 133–142.
- Whitman, R., Vanmarcke, E., De Neufville, R., Brennan, J., Allin Cornell, C., Biggs, J., 1975. Seismic design decision analysis. *Journal of the Structural Division* 101, pp. 1067–1084.
- Whittle, R., Medd, W., Deeming, H., Kashefi, E., Mort, M., Twigger Ross, C., Walker, G., Watson, N., 2010. After the rain - learning the lessons from flood recovery in Hull. Final Project Report (Flood, Vulnerability and Urban Resilience: a real-time study of local recovery following the floods of June 2007 in Hull). Lancaster University, Lancaster, 171p.

- Wilmot, C., Mei, B., 2004. Comparison of alternative trip generation models for hurricane evacuation. *Natural Hazards Review* 5, pp. 170–178.
- Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T., Ian, D., 2003. *At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters*. Routledge, New York, 471p.
- Wolf, T., McGregor, G., 2013. The development of a heat wave vulnerability index for London, United Kingdom. *Weather and Climate Extremes* 1, pp. 59–68.
- Wolshon, B., 2009. Transportation's role in emergency evacuation and reentry (National Cooperative Highway Research Program – NCHRP Synthesis No. 392). Transportation Research Board, Washington DC, 129p.
- World Bank, 2012. Thai Flood 2011. Rapid assessment for resilient recovery and reconstruction planning. World Bank. Ministry of Finance of the Royal Thai Government, Bangkok, 256p.
- Wright, K., Johnston, D., 2010. Post-earthquake sheltering needs; how loss of structures and services affects decision making for evacuation. In : *New Zealand Society of Earthquake Engineering Conference*, Wellington.
- Wu, J.Y., Lindell, M.K., 2004. Housing Reconstruction After Two Major Earthquakes: The 1994 Northridge Earthquake in the United States and the 1999 Chi-Chi Earthquake in Taiwan. *Disasters* 28, pp. 63–81.
- Xiao, Y., 2011. Local economic impacts of natural disasters. *Journal of Regional Science* 51, pp. 804–820.
- Xiao, Y., Van Zandt, S., 2011. Building community resiliency: spatial links between household and business post-disaster return. *Urban Studies*. URL : <http://usj.sagepub.com/content/early/2011/12/22/0042098011428178> (mis en ligne le 22 décembre 2011, consulté le 09 mars 2015).
- Yamamura, E., 2010. Effects of Interactions among Social Capital, Income and Learning from Experiences of Natural Disasters: A Case Study from Japan. *Regional Studies* 44, pp. 1019–1032.
- Zahran, S., Brody, S., Peacock, W., Vedlitz, A., Grover, H., 2008. Social vulnerability and the natural and built environment: a model of flood casualties in Texas. *Disasters* 32, pp. 537–560.
- Zerger, A., 2002. Examining GIS decision utility for natural hazard risk modelling. *Environmental Modelling and Software* 17, pp. 287–294.
- Zhai, G., Ikeda, S., 2006. Flood risk acceptability and economic value of evacuation. *Risk Analysis* 26, pp. 683–694.
- Zhang, Y., 2006. Modeling single family housing recovery after hurricane Andrew in Miami-Dade County, FL (Thèse de Sciences urbaines et régionales). Texas A&M University, College Station, 123p.
- Zhang, Y., Lindell, M., Prater, C., 2009. Vulnerability of community businesses to environmental disasters. *Disasters* 33, pp. 38–57.
- Zhang, Y., Peacock, W., 2009. Planning for housing recovery? Lessons learned from hurricane Andrew. *Journal of the American Planning Association* 76, pp. 5–24.
- Zhang, Y., Prater, C., Lindell, M., 2004. Risk area accuracy and evacuation from hurricane Bret. *Natural Hazards Review* 5, pp. 115–120.

ABBREVIATIONS

AAH. Allocation Adulte Handicapé.

ACP. Analyse en Composantes Principales.

ACTP. Allocation Compensatrice pour Tierce Personne.

AEEH. Allocation d'Education de l'Enfant Handicapé.

AEP. Adduction d'Eau Potable.

AFTRP : Grand Paris Aménagement (ex-Agence Foncière et Technique de la Région Parisienne).

AGGIR. Autonomie Gérontologique Groupes Iso-Ressources.

AMF. Association des Maires de France.

APA. Allocation Personnalisée d'Autonomie.

AP-HP. Assistance Publique – Hôpitaux de Paris.

BMPM. Bataillon de Marins-Pompiers de Marseille.

BPE. Base Permanente des Equipements.

BSPP. Brigade des Sapeurs-Pompiers de Paris.

CAF. Caisse des Allocations Familiales.

CASVP. Centre d'Action Sociale de la Ville de Paris.

CCAS. Centre Communal d'Action Sociale.

CCC. Cellule Centrale de Crise.

CD. Conseil Départemental (ex-Conseil Général).

CDPS. Centre Départemental de Prévention et de Santé.

CEPRI. Centre Européen de Prévention des Risques d'Inondation.

CEREMA. Centre d'Etudes et d'expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement.

CGCT. Code Général des Collectivités Territoriales.

CIC. Centre Interministériel de Crise.

CLAP. Connaissance Locale de l'Appareil Productif.

CLIC. Centre Local d'Information et de Coordination gérontologique.

CNAF. Caisse Nationale des Allocations Familiales.

COD. Centre Opérationnel Départemental.

CODIS. Centre Opérationnel Départemental d'Incendie et de Secours.

COGIC. Centre Opérationnel de Gestion Interministérielle des Crises.

CONSUEL. Comité National pour la Sécurité des Usagers de l'Electricité.

COS. Commandant des Opérations de Secours.

COTRIM. Contrat Territorial de Réponse aux Menaces et aux Risques.

COZ. Centre Opérationnel Zonal.

CPCU. Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain.

CPMI. Centre de Protection Maternelle et Infantile.

CVO. Centre de Veille Opérationnelle.

DA. Direction de l'Autonomie.

DADS. Déclaration Annuelle des Données Sociales.

DDASS. Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales.

DDCSPP. Direction Départementale de la Cohésion Sociale et de la Protection des Populations.

DDS. Direction du Développement Social.

DDT. Direction Départementale des Territoires.

DGAS. Direction Générale Adjointe des Solidarités.

DGS. Directeur Général des Services.

DGSCGC. Direction Générale de la Sécurité Civile et de la Gestion des Crises.

DGST. Directeur Général des Services Techniques.

DI. Directive Inondation.

DIE. Direction de l'Insertion et de l'Emploi.

DIRIF. Direction Interdépartementale des Routes d'Ile-de-France.

DNS. Directive Nationale de Sécurité.

DOS. Directeur des Opérations de Secours.

DPMI. Direction de la Protection Maternelle et Infantile et de la santé.

DPPE. Direction de la Prévention et de la Protection de l'Enfance.

DREES. Direction de la Recherche, des Etudes, de l'Evaluation et des Statistiques.

DRIEA. Direction Régionale et Interdépartementale de l'Equipeement et de l'Aménagement.

DRIEE. Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie.

DSDEN. Direction des Services Départementaux de l'Education Nationale.

EGT. Enquête Global Transport.

EHPAD. Etablissement d'Hébergement pour Personnes Agées Dépendantes.

EM DAT. Emergency Events Database.

EPRI. Evaluation Préliminaire du Risque d'Inondation.

EPT. Etablissement Public Territorial (intercommunalité constitutive de la MGP).

EPTB. Etablissement Public Territorial de Bassin (EPTB SGL : Seine Grands Lacs).

ERCC. Centre de Coordination des Interventions d'Urgence

ERP. Etablissement Recevant du Public.

EURIDICE. Equipe Universitaire sur les Risques, Dispositifs de Gestion de Crise et des Evénements Majeurs.

FARU. Fonds d'Aide au Relogement d'Urgence.

FEMA. Federal Emergency Management Agency.

FPRNM. Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs (fonds « Barnier »).

GEMAPI. Gestion des Milieux Aquatiques et de Prévention des Inondations.

IDS. Indice de Déstabilisation Sociale.

IFFORME. Institut Français des Formateurs Risques Majeurs et protection de l'Environnement.

IGH. Immeuble de Grande Hauteur.

IGN. Institut National de l'information Géographique et forestière française.

IIBRBS. Institution Interdépartementale des Barrages-Réservoirs du Bassin de la Seine.

INHESJ. Institut National des Hautes Etudes de la Sécurité et de la Justice.

INSEE. Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques.

IRMA. Institut des Risques Majeurs.

ISSAH. Indice Social de Susceptibilité à l'Auto-Hébergement.

ISSE. Indice Social de Susceptibilité à l'Evacuation.

KMO. Test de Kaiser-Meyer-Olkin.

MDS. Maison Départementale des Solidarités.

MECS. Maison d'Enfants à Caractère Social.

MGP. Métropole du Grand Paris.

MHRV. Maladie à Haut Risque Vital.

MP-AT. (Rente) Maladie Professionnelle – Accident du Travail.

MSGU. Média Social en Gestion d'Urgence.

NGF. Nivellement Général de la France.

NRBC. Risque Nucléaire, Radiologique, Biologique, ou Chimique.

OCDE. Organisation de Coopération et de Développement Economiques.

ONDRP. Observatoire National de la Délinquance et des Réponses Pénales.

ORSAN. Organisation de la Réponse du Système de Santé.

ORSEC. Organisation de la Réponse de Sécurité Civile.

OIV. Opérateur d'Importance Vitale.

PADD. Projet d'Aménagement et de Développement Durable.

PAPI. Programme d'Action et de Prévention des Inondations.

PCA. Plan de Continuité d'Activité.

PCC. Poste de Commandement Communal.

PCH. Prestation de Compensation du Handicap.

PCO. Poste de Commandement Opérationnel.

PCS. Plan Communal de Sauvegarde.

PER. Plan d'Exposition aux Risques.

PGRI. Plan de Gestion des Risques d'Inondation.

PHEC. Plus Hautes Eaux Connues.

PIB. Produit Intérieur Brut.

PLFSS. Projet de Loi de Finances de la Sécurité Sociale.

PLU. Plan Local d'Urbanisme.

PP. Préfecture de Police.

PPI. Plan Particulier d'Intervention.

PPRI. Plan de Prévention du Risque Inondation.

PSO. Plan de Sécurité d'Opérateur.

PSS. Plan de Surfaces Submersibles.

PZSIF. Plan de Zones Sensibles aux Incendies de Forêt.

RAC. Responsable des Actions Communales.

RATH. Retraite Anticipée pour les Personnes Handicapées.

RATP. Régie Autonome des Transports Parisiens.

RER. Réseau Express Régional.

RETEX. Retour d'Expérience.

RFL. Revenus Fiscaux Localisés.

RGP. Recensement Général de la Population.

RO. Règlement Opérationnel.

RSA. Revenu de Solidarité Active.

SAIV. Secteur d'Activité d'Importance Vitale.

SBA. Small Business Administration.

SCOT. Schéma de Cohérence Territoriale.

SDACR. Schéma Départemental d'Analyse et de Couverture des Risques.

SDAGE. Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux.

SDIS. Service Départemental d'Incendie et de Secours.

SDRIF. Schéma Directeur de la Région Ile-de-France.

SEDIF. Syndicat des Eaux d'Ile-de-France.

SGDSN. Secrétariat Général à la Défense et à la Sécurité Nationale.

SGZDS. Secrétariat Général à la Zone de Défense et de Sécurité.

SIAAP. Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne.

SIACED-PC. Service Interministériel des Affaires Civiles et Economiques de Défense et de Protection Civile.

SID-PC. Service Interministériel de Défense et de Protection Civile.

SIG. Système d'Information Géographique.

SIRENE. Système national d'Identification et de Répertoire des Entreprises et de leurs Etablissements.

SIVOA. Syndicat Intercommunal de la Vallée de l'Orge Aval.

SLGRI. Stratégie Locale de Gestion des Risques d'Inondation.

SNCF. Société Nationale des Chemins de fer Français.

SNGRI. Stratégie Nationale de Gestion des Risques d'Inondation.

SPC. Service de Prévision des Crues.

STIF. Syndicat des Transports d'Ile-de-France.

SVEAI. Social Vulnerability Evacuation Assessment Index.

SYAGE. Syndicat mixte pour l'Aménagement et la Gestion des Eaux du bassin versant de l'Yerres.

SYCTOM. Agence métropolitaine des déchets ménagers (ex-Syndicat Intercommunal de Traitement des Déchets Ménagers).

TER. Train Express Régional.

TGV. Train à Grande Vitesse.

TRI. Territoire à Risque Important d'inondation.

VISOV. Volontaires Internationaux de Soutien Opérationnel Virtuel.

VNF. Voies Navigables de France.

ZAC. Zone d'Aménagement Concerté.

TABLE DES MATIERES

Chapitre 1. Introduction générale.

Remerciements.....	3
Résumé.....	5
Abstract	7
Sommaire	9
1 Objet de recherche & contexte géographique	13
1.1 Définition du sujet et des objectifs de recherche	13
1.1.1 Définition du sujet de thèse	13
1.1.2 Objectifs de recherche : des travaux en trois temps	17
1.2 Contexte géographique et cinétique : l'inondation en région francilienne.....	18
1.2.1 L'échelle d'analyse de la thèse : la région Ile-de-France, dominée par l'agglomération parisienne	19
1.2.2 L'aléa inondation en région francilienne	22
1.2.3 Gestion du risque inondation et gestion de crise en région francilienne.....	27
2 Le risque et les notions associées : de la vulnérabilité à la catastrophe	34
2.1 Définition du risque	34
2.1.1 Le risque, un savoir incertain	34
2.1.2 Une définition du risque parmi d'autres	35
2.2 Les approches complémentaires de la vulnérabilité	36
2.2.1 Vulnérabilité biophysique et vulnérabilité sociale	36
2.2.2 La vulnérabilité : un objet discriminant sur un plan spatial et temporel	38
2.2.3 De la résilience à l'amplification sociale du risque.....	41
2.3 Du risque à la catastrophe.....	44
2.3.1 La crise	44
2.3.2 Désastres et catastrophes	45
2.3.3 Apports de l'état de l'art.....	46
3 Les méthodes d'évaluation du risque	47
3.1 Historique des études de risque	47
3.1.1 Vulnérabilité biophysique vs. vulnérabilité sociale	47
3.1.2 L'émergence des méthodes mixtes en études de risque.....	48
3.2 Les modèles d'endommagement face aux inondations	48
3.2.1 Typologie des dommages.....	49
3.2.2 La suprématie des modèles d'endommagement direct	49

3.2.3	Modèles alternatifs et incertitudes méthodologiques	51
3.3	L'évaluation de la vulnérabilité sous forme d'indices.....	52
3.3.1	Principes généraux des indices synthétiques et incertitudes méthodologiques..	52
3.3.2	Typologie synthétique des méthodes développées.....	53
4	Principes méthodologiques	56
4.1	Une approche pluri-méthodologique	56
4.1.1	Une approche normative du risque.....	56
4.1.2	Analyse cartographique et statistique de données de recensement	58
4.1.3	Interprétation de données qualitatives et cas d'étude illustratifs.....	61
4.2	Une recherche partenariale	63
4.2.1	La co-construction du savoir	63
4.2.2	Les réseaux d'acteurs mobilisés	63
4.3	Intérêt et légitimité de la recherche	64
4.3.1	Un intérêt à l'échelle de la région Ile-de-France	65
4.3.2	Une recherche qui s'inscrit dans la bibliographie internationale	66

Chapitre 2. La planification des évacuations, un enjeu majeur de l'inondation francilienne : estimation sous SIG des besoins de prise en charge des populations.

1	L'évacuation massive en Ile-de-France : d'une définition à l'expression de besoins scientifiques et opérationnels	70
1.1	L'évacuation massive en cas de catastrophe : définition, principes, chronologie.....	71
1.1.1	Définitions de l'évacuation	71
1.1.2	L'évacuation, "solution draconienne" : des impacts tous azimuts.....	72
1.1.3	Chronologie succincte du processus d'une évacuation.....	73
1.2	Les besoins d'une recherche fondée sur les évacuations	75
1.2.1	Un approfondissement nécessaire des travaux existants et des besoins spécifiques à la région Ile-de-France	75
1.2.2	Les orientations passées et présentes de la recherche	77
2	Etat de l'art sur la problématique des évacuations massives	79
2.1	De l'intérêt de la modélisation et de la simulation des évacuations.....	79
2.1.1	L'objectif des modèles d'évacuation : la simulation du trafic routier à différentes échelles géographiques.....	79
2.1.2	La validité des modèles conditionnée par les postulats posés pour estimer le comportement des populations évacuées	81
2.2	L'estimation des taux d'auto-évacuation et d'auto-hébergement et l'identification des facteurs associés	82

2.2.1	Des taux d'évacuation variables selon les événements.....	82
2.2.2	L'identification malaisée des variables discriminantes de l'évacuation et de l'auto- évacuation.....	88
2.2.3	Les taux et les facteurs de l'auto-hébergement.....	99
3	Developpement d'une méthode d'évaluation des besoins de prise en charge des populations évacuées : processus de construction et limites méthodologiques	106
3.1	Objectifs et intérêt de la méthodologie.....	106
3.1.1	Un double objectif.....	106
3.1.2	Intérêt et légitimité d'un point de vue scientifique et opérationnel.....	106
3.1.3	Outils d'aide à la décision tirés de la littérature	107
3.1.4	Application de la méthodologie Chakraborty <i>et al.</i> (2005) au cas d'étude francilien 109	
3.2	Une méthodologie en quatre temps	114
3.2.1	L'unité géographique : le bâti	115
3.2.2	L'identification des populations résidentes par bâti et la création d'un indice social de susceptibilité à l'évacuation	118
3.2.3	La création d'un Indice Social de Susceptibilité à l'Auto-Hébergement (ISSAH) 130	
3.2.4	L'application d'un arbre de décision logique d'évacuation et le développement d'un indice territorial d'exposition.....	138
4	Resultats	148
4.1	Zonage de l'évacuation et besoins de prise en charge des populations.....	148
4.1.1	Propos liminaire sur l'exposition des populations en zones inondables	148
4.1.2	Cartographie des zones d'évacuation.....	149
4.1.3	Besoins de prise en charge pendant l'évacuation à l'échelle zonale et départementale : population totale, population non autonome, population à risque.....	154
4.1.4	Besoins de prise en charge et disparités à l'échelle communale.....	161
4.2	Besoins en hébergements d'urgence.....	165
4.2.1	Description statistique et cartographique de l'ISSAH	165
4.2.2	Besoins cartographiés et quantifiés en hébergements collectifs	170
4.2.3	De l'évacuation à l'hébergement, des priorités géographiques différenciées à l'échelle communale	175

Chapitre 3. Evaluation géographique de la prise en charge des populations par les autorités
publiques locales et régionales : objectifs, moyens, besoins.

1	Methodologie & Etat de l'art	182
1.1	Introduction méthodologique	183

1.1.1	Originalité & Intérêt scientifique	183
1.1.2	Méthodologie	184
1.2	Principes généraux de la gestion de crise et de sa planification à l'échelle locale et régionale.....	191
1.2.1	La conduite de la gestion de crise en France et en Ile-de-France.....	191
1.2.2	Spécificités et limites de la gestion de crise en France	198
1.2.3	Les principes de la planification.....	200
1.2.4	Outils méthodologiques d'aide à la planification : l'exemple des évaluations des PCS à l'échelle locale.....	206
2	Scénarios d'étude : de l'exercice Sequana à la crue de printemps.....	208
2.1	L'exercice Sequana : un outil de mobilisation efficace.....	209
2.1.1	Principes de l'exercice	209
2.1.2	Impacts sur la sensibilisation et la mobilisation face au risque inondation et à la gestion de crise	210
2.2	La crue de juin 2016 : répétition générale	211
2.2.1	Contexte hydrologique et météorologique	212
2.2.2	Etude diachronique de la crue de juin 2016 : inventaire des impacts sociaux .	214
2.2.3	Impacts sur la planification	217
3	Stratégies de gestion de crise à l'échelle régionale et départementale : des difficultés à mener à bien une stratégie cohérente en situation d'incertitude	218
3.1	La grande inconnue : fondements, cohérence et faisabilité de la doctrine d'évacuation	218
3.1.1	Construction de la stratégie d'évacuation	218
3.1.2	Discussions sur la faisabilité de la doctrine	222
3.1.3	Stratégies alternatives d'évacuation	227
3.1.4	Retours d'expérience régionaux sur la problématique des évacuations : des stratégies improvisées sans cohérence régionale.....	232
3.2	Une hiérarchisation difficile des priorités dans la prise en charge des populations	235
3.2.1	Propos liminaires : conduite et coordination de la crise aux échelons nationaux et régionaux	236
3.2.2	Problématiques sociales et populations prioritaires	238
3.2.3	La non-question des priorités géographiques	244
3.3	Continuité d'activité et gestion des ressources humaines : cas d'étude départemental (Essonne).....	250
3.3.1	Contexte géographique et organisationnel	251
3.3.2	Exposition des ressources humaines	257

4	Etudes de cas communales : des moyens raccourcis, une planification balbutiante pour faire face à la crise.....	267
4.1	Planification de la gestion de crise et prise en charge de populations : des difficultés tous azimuts.....	268
4.1.1	Les difficultés structurelles et conjoncturelles d'une commune à concevoir une stratégie cohérente de gestion de crise	268
4.1.2	Les rapports ambigus entre Etat et collectivités.....	272
4.1.3	Diagnostics de vulnérabilité, recensements des enjeux et difficultés logistiques	275
4.2	La commune, acteur de proximité dans la prise en charge des populations : étude de la structure communale de gestion de crise à Juvisy-sur-Orge et dans les municipalités franciliennes	277
4.2.1	Contexte géographique, cinétique, organisationnel	277
4.2.2	Anticipations sur l'évacuation : stratégies de prise en charge des populations, applications locales de la doctrine zonale et coordinations inter-scalaires	282
4.2.3	Retours sur la crue de juin 2016 à Juvisy-sur-Orge : impacts, besoins et moyens affectés à la prise en charge des populations.....	295
4.3	Gestion de crise, évacuations et politiques d'urbanisme : l'exemple de Vigneux-sur-Seine	301
4.3.1	Contexte géographique, cinétique, organisationnel	301
4.3.2	Impact d'un projet urbanistique sur l'évacuation des populations.....	306

Chapitre 4. Représentations cartographiques de la reconstruction : étude des disparités spatiales face aux impacts sociaux post-crise.

1	Impacts sociaux post-crise : définitions, enjeux, intérêt scientifique.....	312
1.1	Définition du post-crise et des enjeux sociaux d'une catastrophe naturelle sur le temps long	313
1.1.1	Définition de l'après-crise	313
1.1.2	De la restauration à la reconstruction	313
1.2	Typologie succincte des impacts post-crise.....	314
1.2.1	Les impacts sociaux : impacts sur les populations, leur état sanitaire, leurs conditions de vie.....	314
1.2.2	Les impacts économiques sur les entreprises	317
1.2.3	Les impacts démographiques sur les territoires affectés : une accélération des tendances pré-existantes.....	319
1.3	Un sujet de recherche à approfondir : des besoins scientifiques de cartographie identifiés	321
1.3.1	Les études économiques dans la littérature internationale	321

1.3.2	Les études sociodémographiques dans la littérature internationale	323
1.3.3	Les besoins exprimés à l'échelle francilienne	325
2	Etat de l'art : identification des facteurs de déstabilisation du territoire en cas de crise majeure	326
2.1	Impacts économiques et variables prédictives à l'échelle des entreprises	327
2.1.1	Une synthèse des études micro-économiques <i>ex-post</i> : des limites méthodologiques aux comparaisons inter-auteurs	327
2.1.2	Identification des facteurs favorables et des facteurs défavorables au retour à l'activité des entreprises et à leur survie	329
2.2	Impacts sociaux et variables prédictives à l'échelle des ménages et des collectivités	337
2.2.1	Un inventaire des études sociodémographiques portant sur la reconstruction des ménages après une catastrophe naturelle majeure.....	337
2.2.2	L'identification des facteurs prédictifs de la reconstruction des populations ..	340
2.3	Retours d'expérience de reconstruction à large échelle : enjeux du relogement et politiques de reconstruction	353
2.3.1	Besoins de relogements temporaires et politiques menées	353
2.3.2	La Nouvelle-Orléans et les politiques de reconstruction post-Katrina.....	359
2.3.3	Spécificités de l'aléa inondation et retours d'expérience applicables.....	367
3	Methodologie : calcul de l'endommagement territorial et d'un indice de déstabilisation sociale.....	370
3.1	Objectifs et intérêt scientifique	371
3.1.1	Objectifs scientifiques et opérationnels.....	371
3.1.2	Intérêt scientifique	371
3.2	Indisponibilité et endommagement territorial	373
3.2.1	Identification des variables favorables au retour des populations sur un territoire sinistré	373
3.2.2	Identification et application sous SIG des seuils d'endommagement.....	376
3.3	Indice de déstabilisation sociale (IDS)	381
3.3.1	Identification des variables potentielles constitutives de l'indice : des méthodes pour estimer le capital social	381
3.3.2	Finalisation de l'indice : tests statistiques	384
4	Resultats : l'identification de <i>hot spots</i> pour la reconstruction	389
4.1	Cadre technique et administratif de l'après-catastrophe : de la restauration à la reconstruction en région francilienne	389
4.1.1	Pilotage de l'après-catastrophe : « <i>Quand la crue sera terminée, tous les problèmes vont commencer</i> » (J.-P. Kihl, ancien préfet SGZDS).....	389

4.1.2	Orientations stratégiques : de la sauvegarde des populations à la reconstruction du capital physique et économique	393
4.1.3	Temps de restauration et de reconstruction et retour au logement.....	397
4.2	Estimation de l'endommagement et de l'indisponibilité territoriaux	398
4.2.1	Endommagement et indisponibilité : synthèse et cartographie	399
4.2.2	Besoins de relogements en région Ile-de-France	407
4.3	Stratégies de reconstruction : besoins et enjeux prioritaires.....	411
4.3.1	Cartographie de l'indice de déstabilisation sociale à l'échelle régionale.....	411
4.3.2	Identification de zones prioritaires pour la reconstruction régionale : croisement de l'endommagement territorial et de l'indice de déstabilisation sociale	415

Chapitre 5. Conclusion générale.		
1	Synthèse de la recherche	422
1.1	Résultats & recommandations	422
1.1.1	Besoins des populations	422
1.1.2	Dispositifs de gestion de crise et post-crise : des enjeux à prioriser	423
1.2	Limites de la recherche	426
1.2.1	Approfondissements thématiques envisageables	426
1.2.2	Modèles d'endommagement et incertitudes	427
1.2.3	Sensibilité des indices sociaux	429
2	Réponses aux problématiques de recherche : priorités géographiques et vulnérabilités différenciées	431
2.1	Des indices sectoriels pour des vulnérabilités différenciées.....	431
2.2	Identification de priorités géographiques d'action	432
2.2.1	Priorités départementales	432
2.2.2	Disparités communales	433
	Bibliographie	437
	Abbreviations	465
	Table des illustrations.....	478
	Liste des tableaux	481
	Résumé.....	485

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1a. Carte de localisation : région francilienne (Données : Iau-Idf, IGN).	25
Figure 2. Modèle de vulnérabilité Hazards of Place (Source : Cutter, 1996 ; Cutter et al., 2003).	39
Figure 3. Chronologie succincte du processus d'évacuation.	74
Figure 4. Echelles d'application des modèles de simulation du trafic (Lumbroso et al., 2007)	81
Figure 5. Un modèle conceptuel de comportement des ménages en cas d'évacuation (Source : Laska, 1990 in Simonovic et Ahmad, 2005)	97
Figure 6. Première partie du modèle ethnographique de Gladwin et al. (2001). Les individus représentés (cases) sont ceux qui ont servi au test du modèle.	98
Figure 7. Cartographie de l'indice SVEAI à l'échelle de l'agglomération francilienne (Données : CNAF, IGN, INSEE)	111
Figure 8. Cartographie des scénarios de crue du TRI « Métropole francilienne » (Données : DRIEE, IGN).....	112
Figure 9. Combinaison de l'indice SVEAI et de l'indice de risque géophysique à l'échelle du TRI « Métropole francilienne » (Données : DRIEE, IGN, INSEE).....	113
Figure 10. Les deux axes du processus d'évacuation d'un ménage : la volonté (axe horizontal) et la capacité (axe vertical) (Source : Wolshon, 2009).....	120
Figure 11. Analyse en Composantes Principales : corrélations des variables avec les facteurs principaux après rotation varimax.....	136
Figure 12. Arbre de décision logique d'évacuation (Données : SGZDS).....	140
Figure 13. Cartographie comparée de l'enveloppe d'inondation pour un scénario centennal (Données : DRIEE, SGZDS, IGN).....	144
Figure 14. Cartographie ZIP-ZICH de l'Ile-de-France pour un scénario R1.15 : une division en sections hydrométriques (Données : DRIEE, IGN, SGZDS).....	147
Figure 15. Cartographie des zones d'évacuation en région francilienne et dans le centre de l'agglomération, pour un scénario d'inondation R1 (Données : DRIEE, IGN, SGZDS).	151
Figure 16. Cartographie des zones d'évacuation en région francilienne et dans le centre de l'agglomération, pour un scénario d'inondation R1.15 (Données : DRIEE, IGN, SGZDS). .	153
Figure 17. Part de la population en zone rouge par département, pour les scénarios d'inondation R1 et R1.15 (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).	159
Figure 18. Part de la population cumulée en zones rouge, orange et jaune, par département, pour un scénario R1.15 (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).	160
Figure 19. Population à risque et population non autonome en zone rouge : % de la population évacuée par département. Scénario R1.15 (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).....	161
Figure 20. Populations en zone rouge (zone d'évacuation) : effectifs et % de la population évacuée par commune, au sein de l'agglomération francilienne. Cartographie pour les scénarios d'inondation R1 et R1.15 (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).....	163
Figure 21. Populations non autonomes et population à risque au sein de l'agglomération francilienne. Analyse des communes comprenant au moins 5% de leur population en zone d'évacuation pour un scénario R1.15 (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).....	164
Figure 22. Cartographie de l'ISSAH à l'échelle régionale et à l'échelle de l'agglomération francilienne (Données : IGN, INSEE).....	166
Figure 23. Cartographie de l'autocorrélation spatiale locale appliquée à l'ISSAH (Données : IGN, INSEE).	168

Figure 24. Cartographie de l'ISSAH décomposé en facteurs principaux, à l'échelle du centre de l'agglomération francilienne (Données : IGN, INSEE).....	170
Figure 25. Populations en zone rouge nécessitant un hébergement collectif : effectifs et % de la population par commune, au sein de l'agglomération francilienne. Cartographie pour les scénarios d'inondation R1 et R1.15 (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).....	174
Figure 26. Photographie du CCZ lors de l'exercice Sequana. Vue sur les animateurs de l'exercice (Source : auteur).	193
Figure 27. Extrait du bulletin de vigilance du SPC émis pour le bassin de la Seine moyenne, du Loing et de l'Yonne, le 3 juin 2016 à 20h21 (Source : DRIEE-SPC).	196
Figure 28. Evolution des hauteurs d'eau sur les stations hydrométriques d'Ile-de-France. Hauteur d'eau relative fixée à 0 le 30 mai à 0h (avant le début de la crue) (Données : DRIEE-SPC).	215
Figure 29. Comparaison des effectifs de populations en zone rouge par département, selon le seuil « immeuble haut » retenu pour un scénario d'inondation R1.15.....	222
Figure 30. Proposition d'une doctrine alternative d'évacuation : cartographie à l'échelle régionale et à l'échelle de l'agglomération francilienne, pour un scénario d'inondation R1.15 (Données : DRIEE, IGN, SGZDS).....	230
Figure 31. Comparaison des effectifs de population compris en zones d'évacuation, entre la doctrine officielle et la proposition alternative, pour un scénario d'inondation R1.15 (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).....	232
Figure 32. Endiguement en petite couronne francilienne (Source : OCDE, 2014).....	246
Figure 33. Exposition du département de l'Essonne, en val de Seine, au risque inondation (Données : DRIEE, IGN, SGZDS).....	252
Figure 34. Cartographie de l'exposition des bénéficiaires de la PCH ou de l'APA à domicile, sous la responsabilité du CD-91 (Données : CD-91, DRIEE, IGN, SGZDS).....	256
Figure 35. Cartographie du personnel du CD-91 géolocalisé à son logement : exposition au risque inondation. Scénario R1 (Données : CD-91, DRIEE, IGN, SGZDS)	263
Figure 36. Cartographie du personnel du CD-91 géolocalisé à son logement : exposition au risque inondation. Scénario R1,15 (Données : CD-91, DRIEE, IGN, SGZDS).	264
Figure 37. Extrait du Plan de Sécurité Municipal - fiche réflexe "inondations" (Source : Juvisy-sur-Orge).	270
Figure 38. Juvisy-sur-Orge face au risque inondation (Données : DRIEE, IGN, Juvisy, SGZDS).	279
Figure 39. Photographie du PCC de repli de Gennevilliers (locaux du Centre Technique Municipal), lors de l'exercice Sequana, avec la présence de l'adjointe au maire agissant en tant que DOS (Source : auteur).	281
Figure 40. Photographie du COD de l'Essonne, pendant l'exercice Sequana. Vue sur la salle "interservices", avec des agents du CD-91, de la DSDEN, de la Gendarmerie et de la Police Nationale, entre autres (Source : auteur).	285
Figure 41. Zones inondables à Gennevilliers (partie sup.) et à Alfortville (partie inf.) (Données : DRIEE, IGN, SGZDS).	293
Figure 42. Photographie du PCC, à l'hôtel de ville de Juvisy-sur-Orge, le 2 juin 2016 (Source : C. Blin, Juvisy-sur-Orge).	297
Figure 43. Photographie du quai Gambetta inondé, le 2 juin 2016 (Source : C. Blin, Juvisy-sur-Orge).....	298
Figure 44. Vigneux-sur-Seine et situation de la ZAC "Gare" face au risque (Données : DRIEE, IGN, SGZDS, Vigneux-sur-Seine).....	305

Figure 45. Extrait du plan d'évacuation de la ZAC Gare (Source : Vigneux-sur-Seine). Nota Bene : les hauteurs d'eau lisibles sur les colonnes de droite sont exprimées en mètres à partir de l'échelle NGF (Nivellement Général de la France).	308
Figure 46. Relogements et reconstruction : une démarche parallèle (Source : Rathfon et al., 2013).....	354
Figure 47. Effectifs pris en charge par les autorités publiques, de l'hébergement d'urgence au relogement temporaire et permanent (Source : Koshiyama et al., 2004).	357
Figure 48. Aire métropolitaine de la Nouvelle-Orléans et découpage en comtés (parish) (Source : Plyer et al., 2015).	360
Figure 49. Liste des plans de reconstruction émis entre 2005 et 2010 (Source : Comfort et al., 2010).....	364
Figure 50. Chronologie estimée de la reconstruction de la Nouvelle-Orléans selon la fonction empirique du temps de reconstruction sur le temps de gestion de crise (Source : Kates et al., 2006).....	369
Figure 51. Exemples de mesures de type "Céder". Source : CEPRI, 2012.....	378
Figure 52. Extrait de la thèse de Toubin (2014), sur l'impact des stratégies des opérateurs sur la continuité de service dans la Ville de Paris.....	395
Figure 53. Synthèse de l'endommagement territorial par département (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS, STIF).	400
Figure 54. Synthèse de l'indisponibilité territoriale par département (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS, STIF).	400
Figure 55. Cartographie de l'endommagement territorial par commune à l'échelle régionale (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS, STIF).	402
Figure 56. Part de la population communale avec un logement endommagé, à l'échelle de la région francilienne, pour les deux scénarios d'inondation R1 et R1.15 (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).....	409
Figure 57. Part et effectif de la population communale avec un logement endommagé, dans le centre de l'agglomération francilienne, pour les deux scénarios d'inondation R1 et R1.15 (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).	410
Figure 58. Cartographie de l'indice de déstabilisation sociale à l'échelle francilienne. Discrétisation par intervalles égaux (Données : IGN, INSEE, Ministère de l'intérieur, ONDRP).	412
Figure 59. Analyse d'auto-corrélation spatiale appliquée à l'indice de déstabilisation sociale (Données : IGN, INSEE, Ministère de l'intérieur, ONDRP).	413
Figure 60. Cartographie de l'IDS décomposé en facteurs principaux, à l'échelle du centre de l'agglomération francilienne (Données : IGN, INSEE, Ministère de l'intérieur, ONDRP). ..	415
Figure 61. Cartographie de l'IDS pour les communes au-dessus du seuil d'endommagement de 5%. Scénario d'inondation R1.15 (Données : DRIEE, IGN, INSEE, Ministère de l'intérieur, ONDRP, SGZDS, STIF).	417
Figure 62. Cartographie alternative de l'indice de déstabilisation sociale (Données : IGN, INSEE, Ministère de l'intérieur, ONDRP).....	430

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Estimations de taux d'évacuation dans la littérature internationale.....	86
Tableau 2. Taux et effectifs d'évacuation : comptages effectués lors d'inondations en Europe et en France.	88
Tableau 3. Synthèse de la littérature sur les variables discriminantes en cas d'évacuation.	95
Tableau 4. Synthèse de la littérature sur les choix d'hébergement temporaire après évacuation, à court et à moyen terme.	100
Tableau 5. Taux d'hébergement collectif lors des inondations de l'Elbe et du Danube en juin 2013 (Données : Khazai et al., 2013).....	101
Tableau 6. Estimation du taux de prise en charge en hébergement temporaire par les autorités en Europe occidentale. Synthèse tirée du guide du CEPRI (2014).	101
Tableau 7. Facteurs favorables et défavorables à l'hébergement en collectivité, au sein de la littérature.	105
Tableau 8. Adaptation des indicateurs du SVEAI au cas francilien	110
Tableau 9. Estimation du nombre de personnes handicapées ou dépendantes. Tableau adapté des données de cadrage PQE "dépendance" du PLFSS 2016 (Données : CNSA, 2015 ; INSEE, 2014).....	124
Tableau 10. Variables potentielles constitutives de l'ISSAH.	131
Tableau 11. Sous-indices d'après l'approche déductive (ISSAH_CC).	134
Tableau 12. Sous-indices d'après l'approche inductive (ISSAH_ACP).	137
Tableau 13. Hypothèses relatives au taux d'hébergement collectif.....	138
Tableau 14. Extrait de la table de correspondance de la cartographie ZIP-ZICH (Source : DRIEE).	147
Tableau 15. Exposition des populations : estimation du nombre de personnes en zone inondable par scénario de crue (analyse géomatique personnelle, à partir des données issues des organismes suivants : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).	149
Tableau 16. Distribution des populations par zone d'évacuation et par département. Scénario R1 (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).....	155
Tableau 17. Distribution des populations par zone d'évacuation et par département. Scénario R1.15 (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).....	156
Tableau 18. Population nécessitant un hébergement collectif (effectifs et pourcentage de la population en zone rouge), par département, par hypothèse et pour les scénarios d'inondation R1 et R1.15 (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).....	172
Tableau 19. Population nécessitant un hébergement collectif pour un scénario R1.15 : comparaison entre les besoins de prise en charge des seules personnes en zone rouge, et les besoins de prise en charge étendus aux zones orange et jaune (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).	173
Tableau 20. Classement des communes selon les effectifs de populations à évacuer et à héberger, pour les scénarios d'inondation R1 et R1.15. Analyse restreinte aux communes de plus de 10 000 habitants (avec 10% au moins de la population communale en zone d'évacuation pour un des scénarios étudiés) (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).	176
Tableau 21. Classement des communes selon le % de population à évacuer et à héberger rapporté à la population communale, pour les scénarios d'inondation R1 et R1.15. Analyse restreinte aux communes de plus de 10 000 habitants (avec 10% au moins de la population	

communale en zone d'évacuation pour un des scénarios étudiés) (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).....	178
Tableau 22. Extrait de la fiche d'identité (Source : Fayeton, à paraître).	186
Tableau 23. Grille d'entretiens semi-directifs.	187
Tableau 24. Grille de lecture et d'analyse des sources de données qualitatives.....	190
Tableau 25. Exposition des populations bénéficiaires de l'APA à domicile ou de la PCH, sous la responsabilité du CD-91 (Données : CD-91, DRIEE, SGZDS).....	255
Tableau 26. Estimation du taux d'absence potentiel du personnel du CD-91 en cas d'inondation majeure (Données : CD-91, DRIEE, SGZDS).	262
Tableau 27. Personnel du CD-91 et variables d'exposition (Données : CD-91, DRIEE, SGZDS).	265
Tableau 28. Exposition chiffrée de la population de Juvisy-sur-Orge face au risque inondation (Données : DRIEE, INSEE, SGZDS).	278
Tableau 29. Extrait du PCS de Juvisy-sur-Orge : composition du PCC (Source : PCS de Juvisy-sur-Orge).	282
Tableau 30. Exposition chiffrée des populations de Gennevilliers et d'Alfortville face au risque inondation (Données : DRIEE, INSEE, SGZDS).	295
Tableau 31. Exposition chiffrée de la population de Vigneux-sur-Seine (Données : DRIEE, INSEE, SGZDS).....	303
Tableau 32. Etudes issues de la littérature internationale sur le retour à l'activité des entreprises après une catastrophe naturelle majeure.....	329
Tableau 33. Synthèse de la littérature internationale sur les principales variables discriminantes dans le retour à l'activité des entreprises après une catastrophe majeure.....	330
Tableau 34. Etudes quantitatives issues de la littérature internationale sur la reconstruction des ménages après une catastrophe majeure.....	338
Tableau 35. Synthèse de la littérature internationale sur les variables discriminantes de la reconstruction des ménages après une catastrophe majeure.	341
Tableau 36. Inventaire des 25 variables potentielles constitutives de l'IDS.	384
Tableau 37. Sous-indices d'après l'approche déductive (IDS_CC).....	386
Tableau 38. Sous-indices d'après l'approche inductive (IDS_ACP).	388
Tableau 39. Pourcentage d'endommagement territorial pour les scénarios d'inondation R1 et R1.15. Classement des communes par ordre décroissant d'endommagement (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS, STIF).	404
Tableau 40. Classement des communes de 10 000 habitants et plus, selon l'endommagement territorial (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS, STIF).	406
Tableau 41. Effectifs et % de populations dont le logement est endommagé ou détruit par l'inondation. Synthèse par département (Données : DRIEE, IGN, INSEE, SGZDS).	408
Tableau 42. Classement des communes de plus de 10 000 habitants soumises à un endommagement supérieur à 5% pour un scénario R1 ou R1.15. Croisement de l'IDS avec l'endommagement territorial (Données : DRIEE, IGN, INSEE, Ministère de l'intérieur, ONDRP, SGZDS, STIF).	419
Tableau 43. Synthèse des états de l'art sur les besoins en évacuation, hébergement et reconstruction.	432
Tableau 44. Classement des communes de plus de 10 000 hab., exposées à un endommagement territorial supérieur à 5% ou à l'évacuation d'au moins 10% de la population communale, pour un scénario R1.15. Rang des communes établi à partir des valeurs relatives des impacts sociaux de court terme (% pop. évacuée, % pop. hébergée) et de long terme (% endommagement	

territorial, indice de déstabilisation sociale) (Données : DRIEE, IGN, INSEE, Ministère de l'intérieur, ONDRP, SGZDS, STIF).	436

RESUME

Cette thèse de doctorat, en géographie-aménagement du territoire, porte sur l'étude des impacts sociaux d'une inondation majeure en région francilienne. Les impacts sociaux sont compris, dans ces travaux, comme les effets de l'inondation sur la population, ses conditions et moyens d'existence. Elle comprend trois objectifs de recherche complémentaires : (1) l'évaluation par modélisation sous SIG des besoins sociaux en cas d'évacuation massive ; (2) l'étude qualitative de la prise en charge des populations en gestion de crise par les autorités ; (3) la cartographie des impacts sociaux post-catastrophe, et la modélisation des besoins de reconstruction.

La méthodologie élaborée comprend une approche mixte, fondée sur le croisement d'analyses statistiques et géomatiques d'une part, et d'analyses qualitatives d'autre part. Les premières s'appuient sur le traitement de données de recensement, permettant d'identifier sur un plan sociodémographique les populations et de caractériser leurs besoins dans les différentes phases d'une inondation, à court terme dans l'évacuation et l'hébergement d'urgence, à long terme dans le relogement et la reconstruction. A ce titre, les travaux se fondent sur la littérature internationale, qui est interrogée de près sur les retours d'expérience de catastrophes passées afin d'identifier les facteurs prédictifs du comportement des populations dans un contexte de crise puis de reconstruction. Ces analyses donnent notamment lieu au développement d'indices synthétiques cartographiés, permettant de représenter la capacité des populations à évacuer et à trouver un hébergement d'urgence, d'une part, et d'autre part leur capacité à se reconstruire. Ces indices sont ensuite croisés aux données d'exposition face à l'aléa, pour des scénarios d'inondation d'ampleur catastrophique. Les secondes consistent dans des études descriptives et interprétatives de données qualitatives de sources diverses : documentation écrite, observations, entretiens semi-directifs. Ces sources permettent de caractériser les dispositifs de prise en charge des populations en cas d'inondation massive, par les autorités responsables, de l'échelle communale à l'échelle régionale. L'analyse qualitative permet donc d'identifier des moyens, les analyses statistiques des besoins sociaux : la confrontation des deux permet de caractériser les impacts sociaux de l'inondation.

Les résultats sont présentés dans le cadre d'une approche résolument géographique, à travers un corpus de cartes disponible jusqu'à l'échelle communale. A court terme, face aux enjeux de l'évacuation massive, jusqu'à 700 000 personnes pourraient être évacuées pour un scénario d'inondation similaire à celui de la crue de référence de janvier 1910, 1,1 million pour une crue d'ampleur supérieure. 120 000 personnes devraient être prises en charge dans des centres d'hébergement d'urgence dans la première hypothèse, 200 000 dans la seconde. A plus long terme, nombre de structures et infrastructures nécessaires au maintien et au retour des populations sur un territoire donné pourraient être endommagées, avec des disparités spatiales particulièrement marquées : une douzaine de municipalités de plus de dix mille habitants pourraient dépasser le seuil d'endommagement de 30% de leurs structures et infrastructures, alors même qu'elles présentent pour certaines une faible ou médiocre capacité de reconstruction. Les résultats mettent aussi en avant le caractère temporel de la vulnérabilité, qui n'apparaît plus comme un tout uniforme : les populations vulnérables dans la phase d'évacuation ne sont pas nécessairement les mêmes que celles qui le sont pendant la phase d'hébergement, *a fortiori* de reconstruction. De la même façon, les disparités géographiques observées, entre départements, entre communes, varient de façon marquée selon les enjeux, des besoins de prise en charge face à l'évacuation massive jusqu'à la reconstruction.