



Les défis de la ville en transition

Bilan & perspectives
de recherche

24 & 25 septembre 2024

CENTRE DE COLLOQUES
DU CAMPUS CONDORCET
Aubervilliers





Les défis de la ville en transition

Bilan & perspectives de recherche



RGC4



Résilience et Gestion de Crise dans un Contexte de Crue à Cinétique lente

2016-2019

Marc Vuillet, EIVP/Lab'URBA/Univ G. Eiffel

Partenaires



Risque d'une crue majeure de la Seine

Quels enjeux pour le Grand Paris?

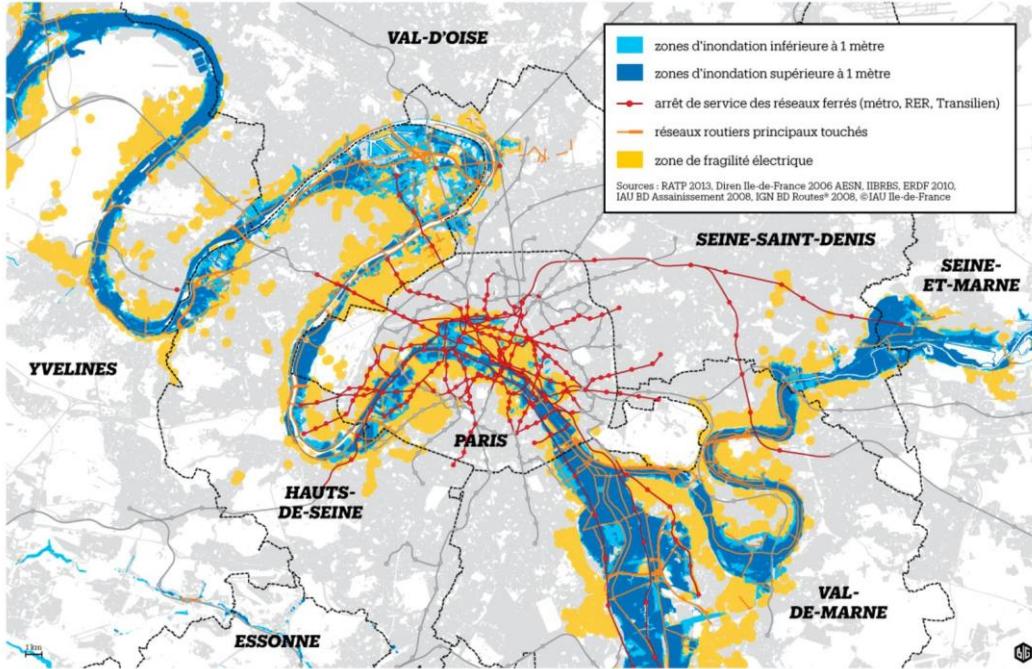
Une nouvelle gestion du risque inondation :
un nouveau territoire de gestion face au Grand Paris

- 12 millions d'habitants (IDF)
- 41 millions de déplacements /jour
- 1/3 du PIB national
- 1/4 de la population active

SGZDS, 2015

- 1,5 Millions de clients privés d'électricité
- 5 Millions d'abonnés privés d'eau potable
- ½ des stations métro/RER fermées
- 5 autoroutes inaccessibles le long de la Seine

Scénario R.1.15, SLGRI, 2016



<https://www.construction21.org/france/articles/h/face-aux-impacts-dinondations-decennales-dans-les-metropoles.html>

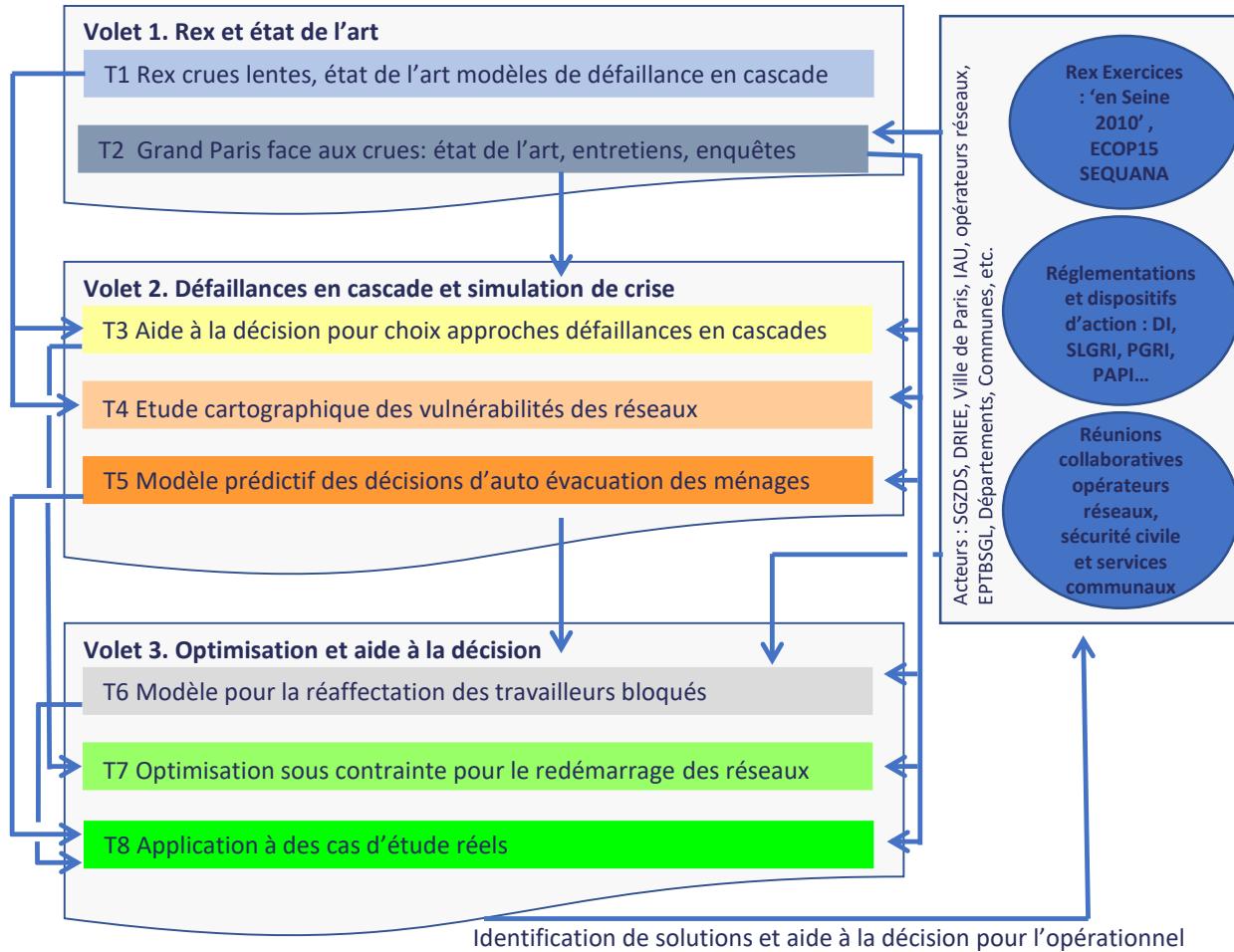


Ville de Paris. 2021. « Paris face au changement climatique ». Coordination : J Roussel, contributeurs : S Emery et Y Françoise. Actualisation de l'étude de vulnérabilités et de robustesses de Paris face au changement climatique et à la raréfaction des ressources. <https://cdn.paris.fr/paris/2021/10/12/7ae6fd13b7fee2507024147aa27365c.pdf>



Les défis de la ville en transition

Bilan & perspectives de recherche





Dr M. Vuillet, EIVP
Sc Ing/Géographie/AD

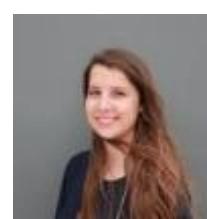
Dr N. Pottier, UVSQ
Géographie/Economie
Politiques publiques

Dr S. Lhomme, UPEC
Sc Ing/Géomatique
Pr O. Deck, MinesN
Sc Ing/GC



Dr G. Del Mondo, InsaR
Sc Ing Informatique

J-M. Cariolet, EIVP
Géographie/Géomatique
Dr R. Medizadeh, MinesN
Sc Ing/Modélisation



Dr AM. Edjossan, MinesN
Sc Ing/Modélisation

M. Bocquentin, EIVP
Sc Ing
Vulnérabilité réseaux

L. Varesano, UVSQ
Géographie des risques

Les défis de la ville en transition

Bilan & perspectives de recherche



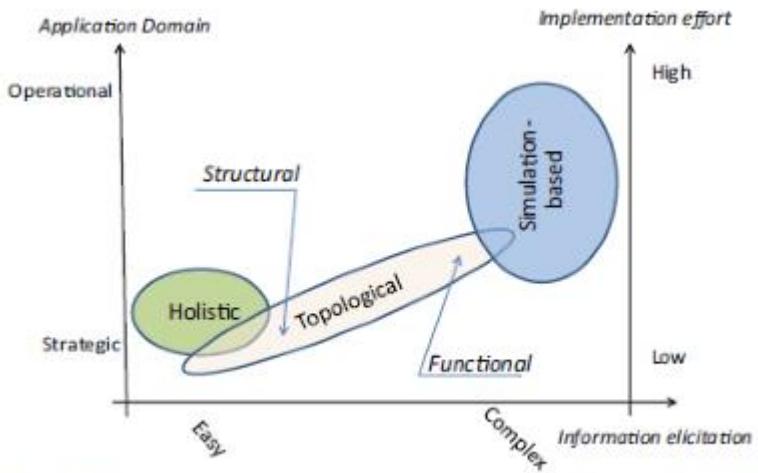


Figure 33 : Taxinomie des approches de modélisation des dépendances. Source: (Setola, 2010).

INTERVIEW 31 : ANALYSE DU SOUTIEN SYSTÈME "SOUTIEN SYSTÈME"				
Interrogatoire	Composante	Problème	Contexte et déroulement de la discussion	Objet(s) d'analyse
Significatifs	Domaine de Signification (Mérite/Crit)	- Mérite et mépris - Mérite des intervenants - Mérité des résultats	Création de l'ordre Création de la place Création de l'espace Création de la place et de l'espace Création de l'espace et de l'ordre	Création de l'ordre et de la place dans le discours de signification Création de la place et de l'espace dans le discours de signification Création de l'espace dans le discours de signification Création de l'espace et de l'ordre dans le discours de signification Création de l'ordre et de l'espace dans le discours de signification
	Domaine de Signification	- Mérite et mépris - Mérite des intervenants - Mérité des résultats - Mérité des résultats et de leur résultat	Création de l'ordre Création de la place Création de l'espace Création de l'ordre et de la place Création de l'ordre et de l'espace Création de l'espace et de la place Création de l'espace et de l'ordre Création de l'ordre, de la place et de l'espace	Création de l'ordre et de la place dans le discours de signification Création de la place et de l'espace dans le discours de signification Création de l'espace dans le discours de signification Création de l'ordre et de la place dans le discours de signification Création de l'ordre et de l'espace dans le discours de signification Création de la place et de l'ordre dans le discours de signification Création de l'espace et de l'ordre dans le discours de signification Création de l'ordre, de la place et de l'espace dans le discours de signification
	Objectifs et finalités	- Mérité des résultats et de leur résultat	Création de l'ordre Création de la place Création de l'espace Création de l'ordre et de la place Création de l'ordre et de l'espace Création de la place et de l'ordre Création de l'espace et de l'ordre Création de l'ordre, de la place et de l'espace	Création de l'ordre et de la place dans le discours de signification Création de la place et de l'espace dans le discours de signification Création de l'espace dans le discours de signification Création de l'ordre et de la place dans le discours de signification Création de l'ordre et de l'espace dans le discours de signification Création de la place et de l'ordre dans le discours de signification Création de l'espace et de l'ordre dans le discours de signification Création de l'ordre, de la place et de l'espace dans le discours de signification
Significatifs	Signification Systeme	- Mérité des résultats et de leur résultat	Création de l'ordre Création de la place Création de l'espace Création de l'ordre et de la place Création de l'ordre et de l'espace Création de la place et de l'ordre Création de l'espace et de l'ordre Création de l'ordre, de la place et de l'espace	Création de l'ordre et de la place dans le discours de signification Création de la place et de l'espace dans le discours de signification Création de l'espace dans le discours de signification Création de l'ordre et de la place dans le discours de signification Création de l'ordre et de l'espace dans le discours de signification Création de la place et de l'ordre dans le discours de signification Création de l'espace et de l'ordre dans le discours de signification Création de l'ordre, de la place et de l'espace dans le discours de signification

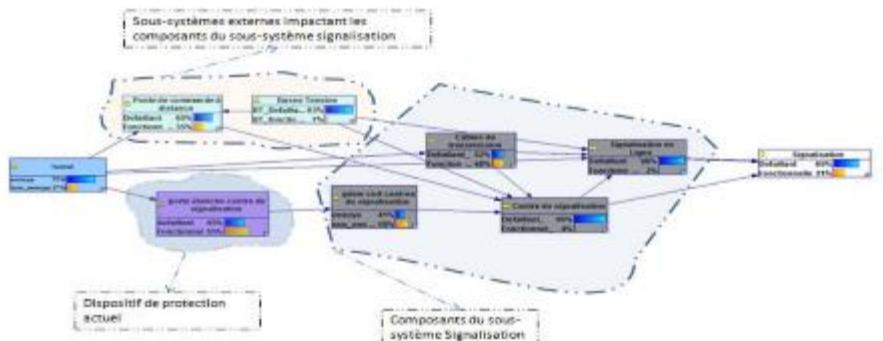


Fig. 4. Tronçonnage du réseau horizonte: flux de défaillance du sous-système « Signification »

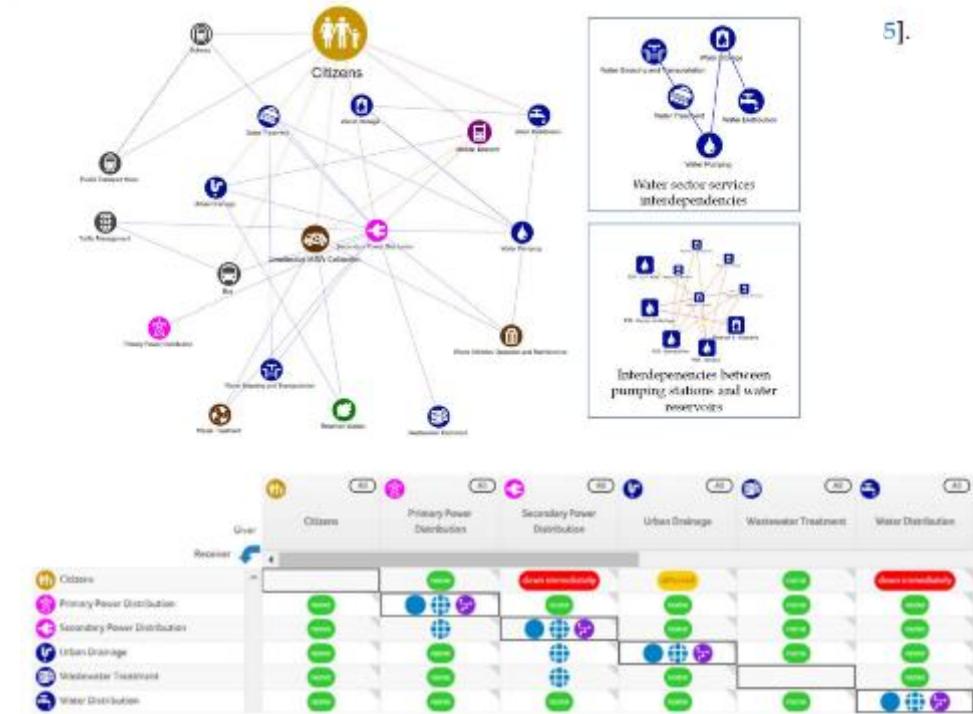


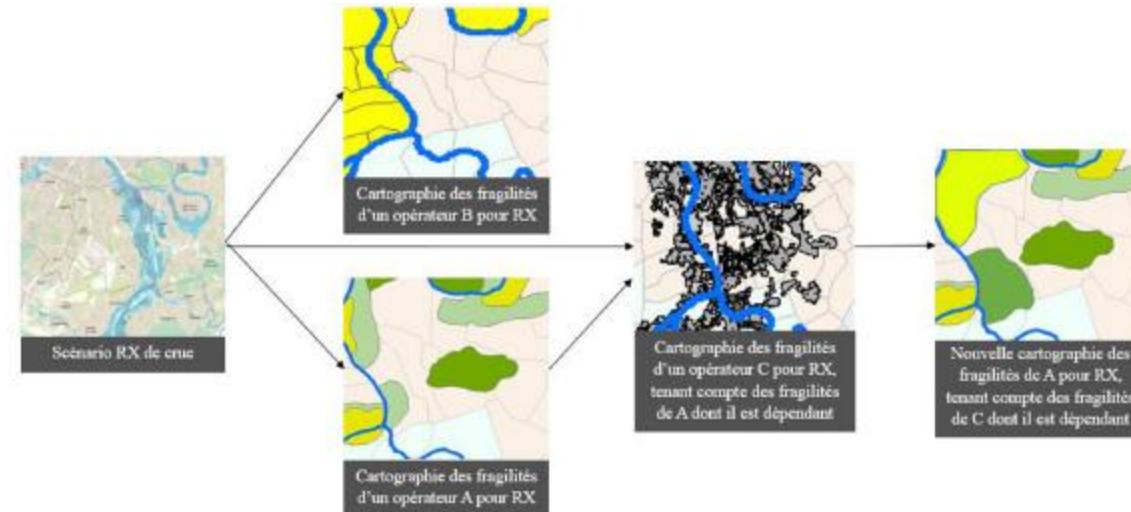
Figure 5. Excerpt of the Interdependencies Matrix for Lisbon at service scale [35].

Les défis de la ville en transition

Bilan & perspectives de recherche

Tableau 1. Les différents niveaux d'analyse des interdépendances et des défaillances en cascade. Source : [Bocquentin *et al.* \(2018b\)](#).

	Analyse qualitative	<ul style="list-style-type: none"> • Granularité : services urbains et enjeux • Entrées : données libres • Sortie : construction de stratégie, identification de zones sensibles 	Couplage faible d'outils sectoriels, indices spatiaux, graphes d'influence...
	Analyse semi-quantitative	<ul style="list-style-type: none"> • Granularité : infrastructures • Entrée : données libres et données opérateurs • Sortie : évaluation de stratégie, identification de points critiques, définition de mesures 	Matrices de cotation, bases de données, graphes...
	Analyse quantitative	<ul style="list-style-type: none"> • Granularité : composants • Entrée : données opérateurs et simulateurs sectoriels • Sortie : simulation de flux, aide à la gestion de crise 	Fédération d'outils de gestion quotidienne, simulateurs physiques...



Enquêtes :

- des ménages des tours de l'ensemble Beaugrenelles
- des ménages impactés par les inondations et coupures de réseaux en 2016 et 2018
- des collectivités sinistrées en 2016 et 2018

Les défis de la ville en transition

Bilan & perspectives de recherche

Printemps 2019

ANR
Agence Nationale de la Recherche
Ecole Nationale d'Ingénierie et de Gestion des Projets
Université de Versailles St-Quentin-en-Yvelines

EIVP
Ecole Internationale de Versailles
Université Paris-Saclay

ENVISAGER L'EVACUATION DES TOURS DU FRONT DE SEINE, ETES-VOUS PRET ?

GRANDE ENQUETE CITOYENNE

POURQUOI Paris que l'évacuation est obligatoire en cas de coupure électrique prolongée (ex. par exemple, à une ou deux exceptions près de la Seine). La coupure entraîne l'arrêt des ascenseurs, et dans l'eau, l'arrêt du tout ce qui nécessite du courant.

IL EST IMPORTANT QUE VOUS REMPLISSIEZ CE QUESTIONNAIRE. Il servira à nouer des renseignements sur votre capacité à évacuer et à vous rendre en lieu sûr.

VOS REPONSES SONT ATTENDUES pour faire des recommandations utiles aux services municipaux, services de secours et/ou gestion de crise pour mieux vous intégrer et vous accompagner dans cette situation. MERCI DE VOTRE PARTICIPATION.

NOM DU PROJET : "RGCA"
RGCA : résilience urbaine et gestion de crise dans un contexte de crues lentes dans le Grand Paris, porteur : Institut des Ingénieurs de la Ville de Paris EIVP, 43 rue Félix 75019 Paris (Institut des Ingénieurs)

FINANCEMENT:
Agence Nationale de la Recherche
Objectif : Projet ANR-15-CE29-0013

PARTENAIRE : responsable de l'enquête et contact:
Mme Virginie Pommier, chargée de recherche
Institut des Ingénieurs RGCA, 47 Bd Victor 75017 Paris

La Mairie du 15e, la Mairie de Paris et la préfecture de Police de Paris sont tenus informés de l'enquête.

COMMENT RETOURNER CE QUESTIONNAIRE ?
Merci de déposer ce questionnaire sous enveloppe jointe dans la boîte de dépôt sur le comptoir d'accès de la tour.
Merci de nous répondre (MAX 10 JRS) jusqu'au 16 juil. 2019 (en cas d'indisponibilité, nous recevrons vos retours jusqu'au 03/08/2019) ou par courriel à l'adresse du porteur (nous vous joindrons si plus tôt pour le faire).

LES REPONSES REÇUES SONT ANONYMES.

GRANDE ENQUETE CITOYENNE 2019



AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE

ANR
Agence Nationale de la Recherche
Ecole Nationale d'Ingénierie et de Gestion des Projets
Université de Versailles St-Quentin-en-Yvelines

EIVP
Ecole Internationale de Versailles
Université Paris-Saclay

Inondations de 2016 et 2018 : mise en sécurité des sinistrés

GRANDE ENQUETE CITOYENNE 2019

Ce questionnaire s'adresse aux personnes touchées par les inondations de 2016 et/ou 2018

Objectifs : Évaluer les réalités locales face à une situation d'évacuation pour fournir des recommandations utiles aux services municipaux, services de secours et de gestion de crise afin de mieux sécuriser et accompagner les résidents en cas d'inondation.

En répondant à ce questionnaire vous augmentez le nombre de retours et les résultats seront ainsi plus représentatifs.

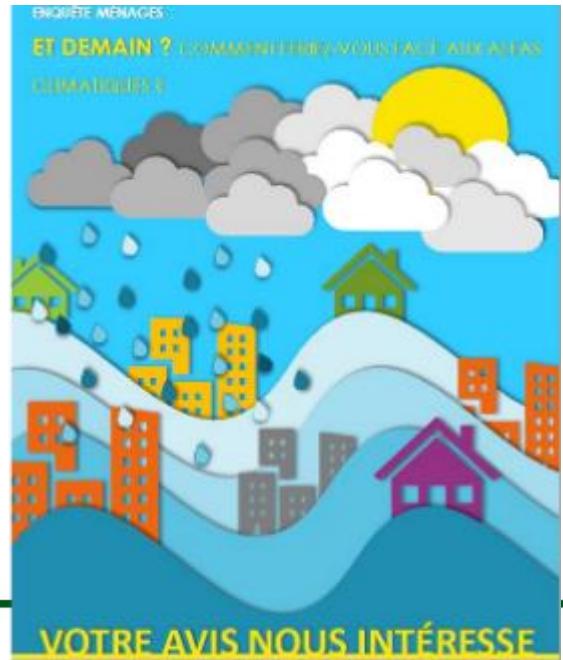
Les réponses sont anonymes.
Le maire est informé de notre démarche.
Merci pour votre participation.

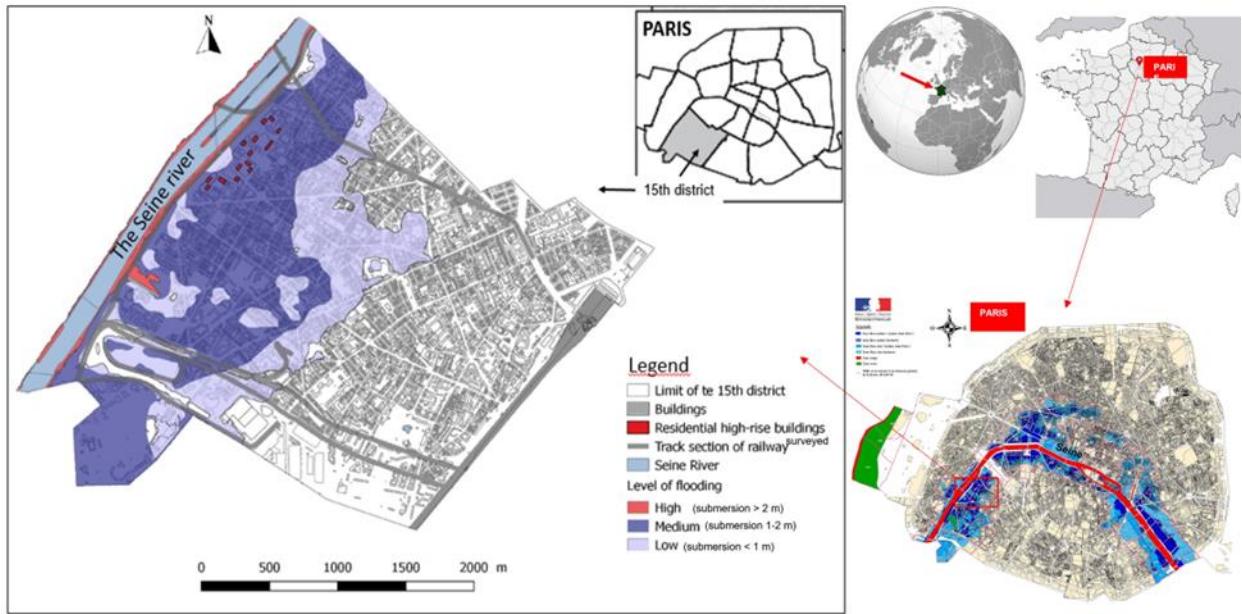
Projet RGCA : Résilience urbaine et gestion de crise dans un contexte de crue à cinétique lente en Ile-de-France

Financement : Agence Nationale de la Recherche

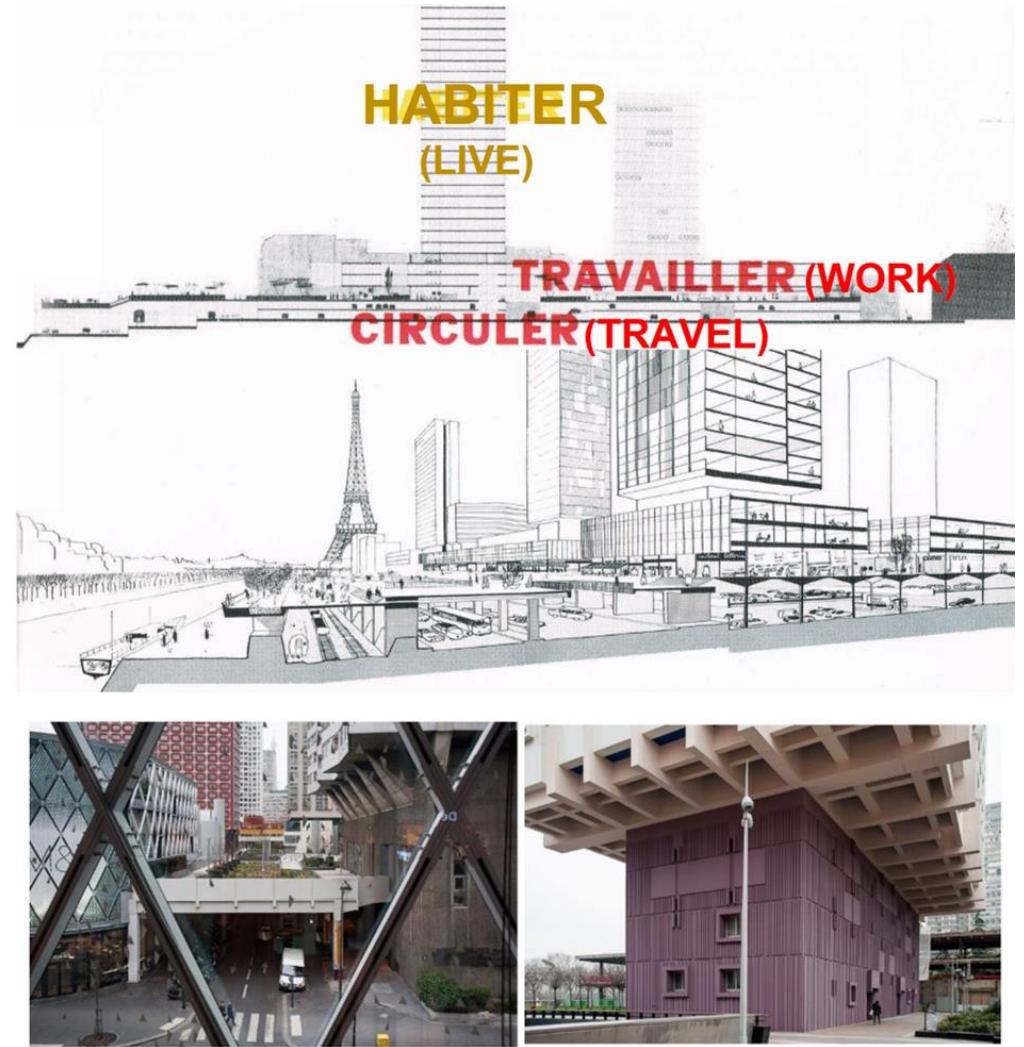
Contact : Mme Vuillet, responsable de l'axe de recherche « Résilience urbaine » et coordinateur du projet RGCA à l'EIVP.
m.vuillet@eivp-paris.fr

Retour par enveloppe postale (via l'enveloppe pré-timbree ci-jointe) avant le 30 juillet 2019





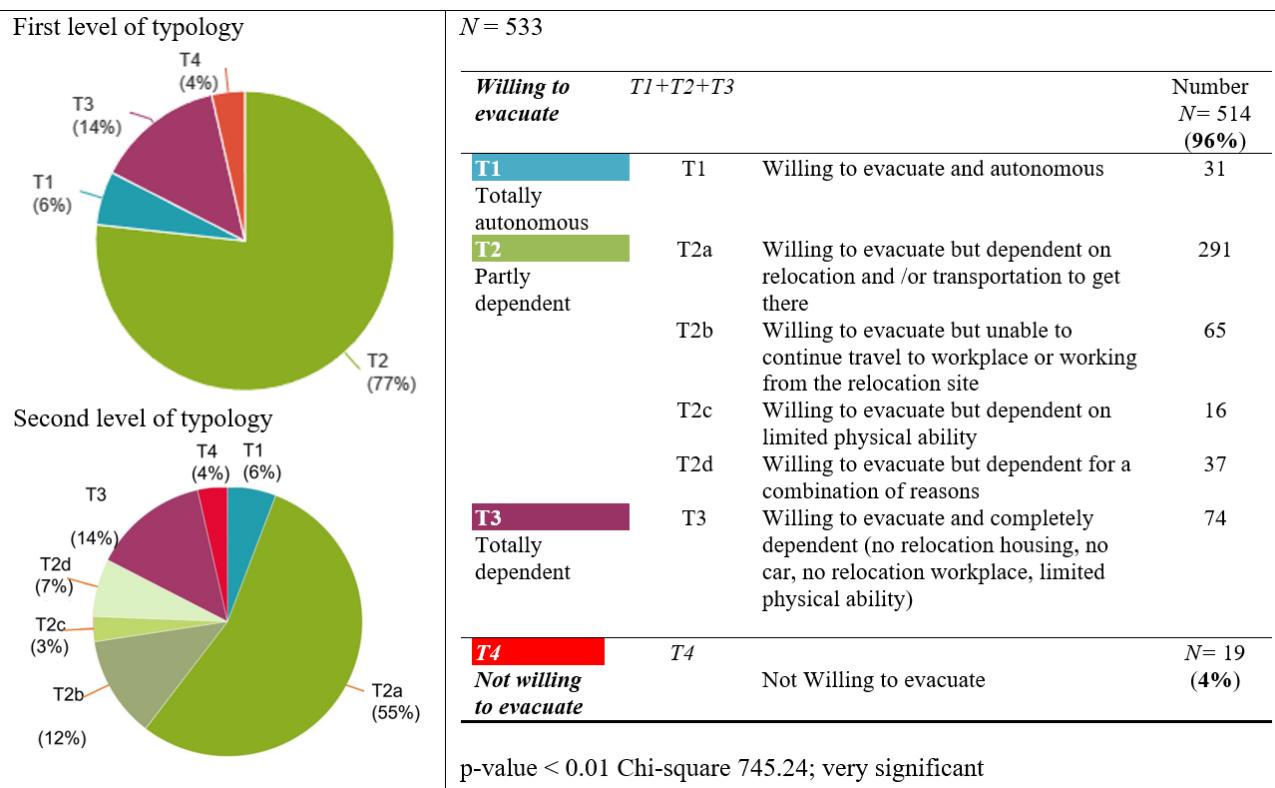
Pottier N., Vuillet M., Rabemalanto N., Edjossan-Sossou A.-M., (2023) Household resilience to slow onset flooding: a study of evacuation decision triggers in high-rise buildings along the Seine in Paris, International Journal of Disaster Risk Reduction, Volume 95, September 2023, <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2023.103858>



<https://souslesjupesdelametropole.wordpress.com/2013/11/22/la-negociation-michel-holley-son-architecture-son-rapport-au-sol/>; pictures: <https://sophiecarles.art/serie/urbanisme-sur-dalle/>.

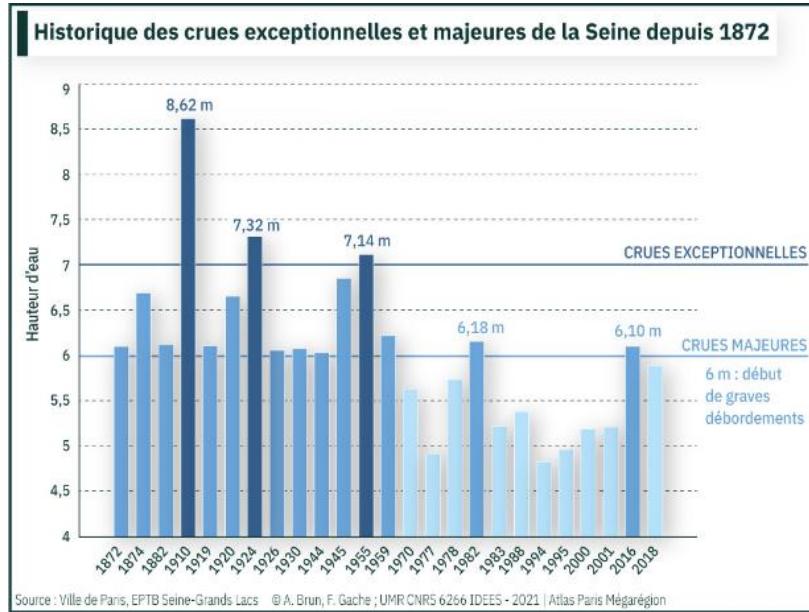
Résultats enquêtes des ménages des tours de l'ensemble Beaugrenelles

High-rise building surveyed	Age building	Nb of stages	Nb of apartments	Nb distributed	Nb of responses	% Obs. responses/total	% Nb Responses/Nb distributed
Beaugrenelle	1979	30	192	190	47	8,8%	24.73%
Espace 2000	1976	31	202	195	42	7,9%	21.53%
Evasion 2000	1971	31	200	39	28	5,3%	71.79%
Keller	1970	29	432	471	151	28,3%	32.05%
Le Village Emeriau	1973	16	180	177	44	8,3%	24.85%
Mars	1974	31	200	220	39	7,3%	17.72%
Panorama	1974	30	200	214	37	6,9%	17.28%
Perspective 1	1973	30	214	225	24	4,5%	10.66%
Perspective 2	1975	30	234	180	25	4,7%	13.88%
Reflets	1977	33	256	172	42	7,9%	24.41%
Rive Gauche	1975	32	200	200	54	10,1%	27.00%
Total/Mean	1974 1970-79	29 (16-33)	2510	2283	533	100%	23.34%



Pottier N., Vuillet M., Rabemalanto N., Edjossan-Sossou A-M., (2023) Household resilience to slow onset flooding: a study of evacuation decision triggers in high-rise buildings along the Seine in Paris, International Journal of Disaster Risk Reduction, Volume 95, September 2023, <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2023.103858>

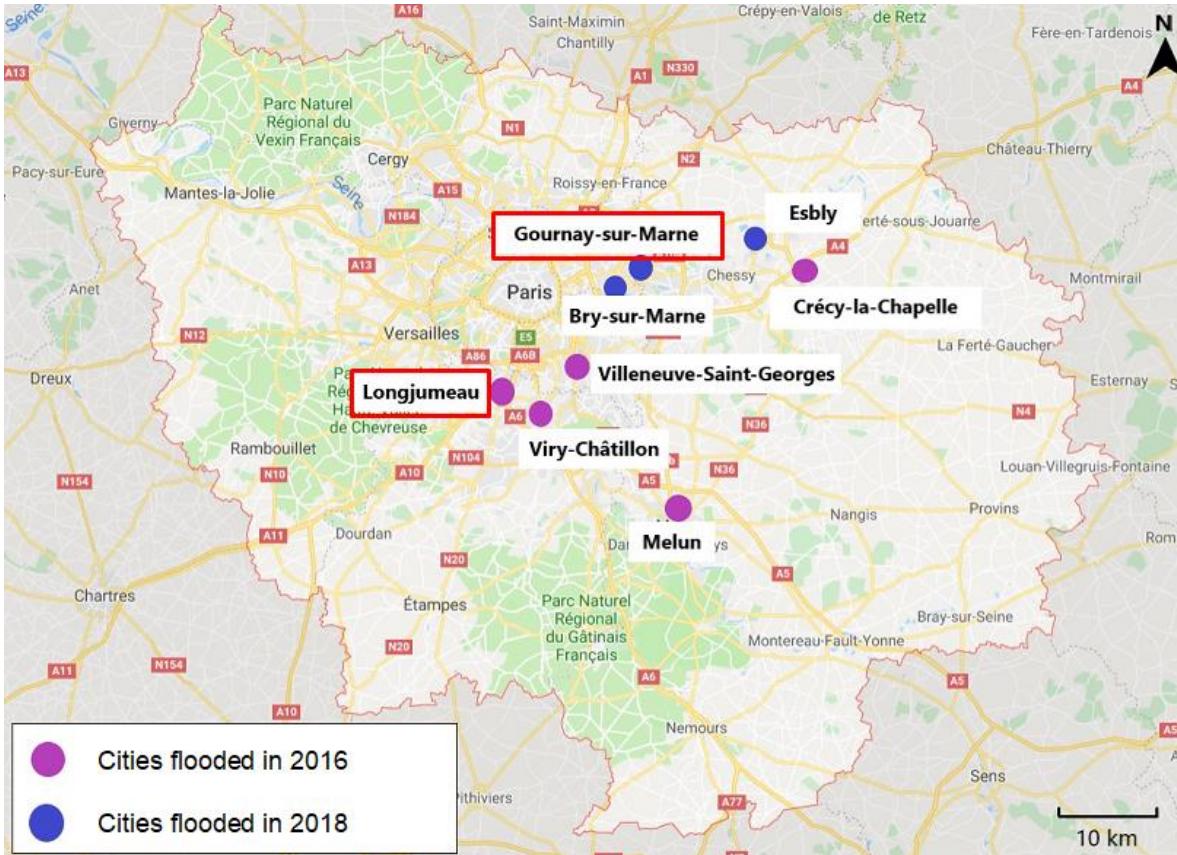
Enquête ménages impactés en 2016 et 2018



Les défis de la ville en transition

Bilan & perspectives de recherche

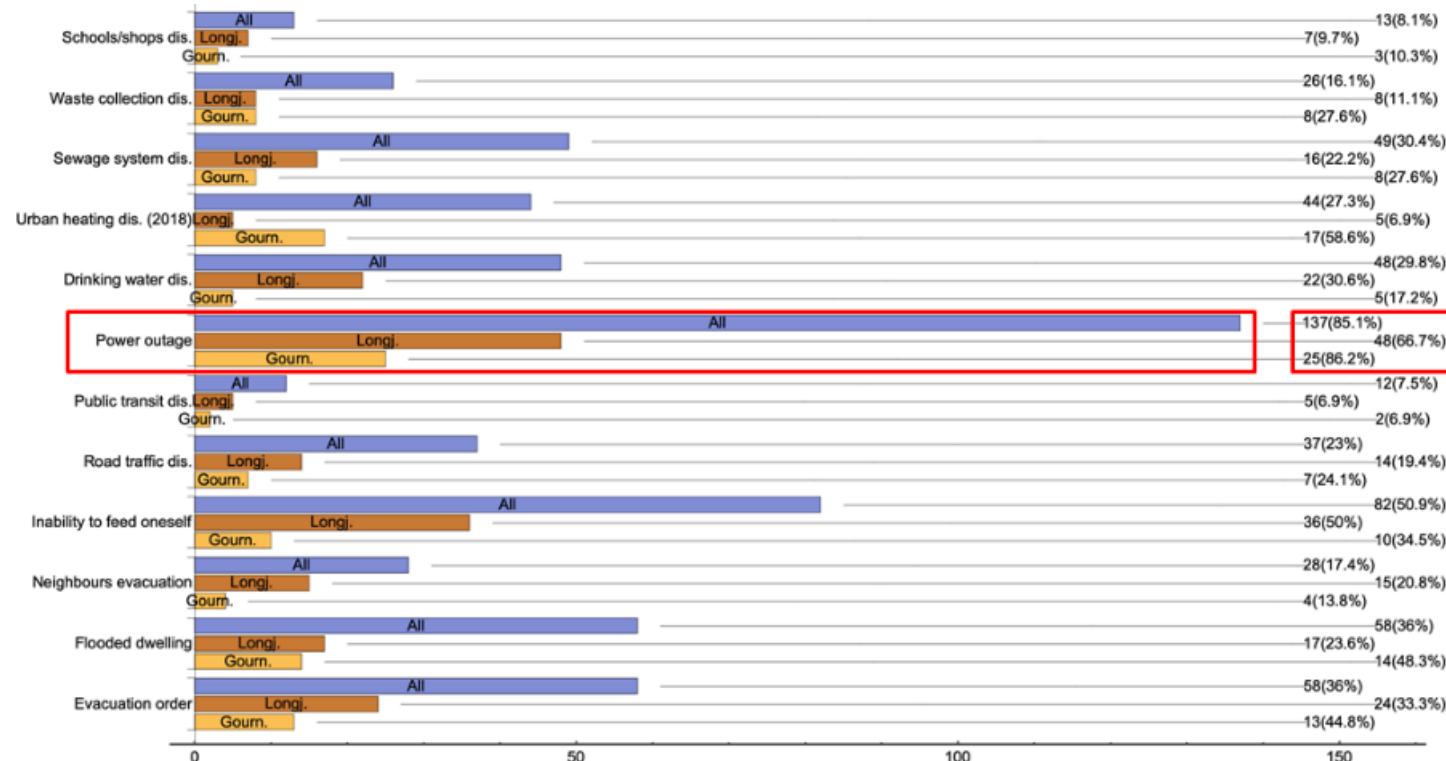
Enquête ménages impactés en 2016 et 2018



Edjossan-Sossou A-M., Hajjar A., Rabemalanto N., Chevalier A., Pidoux J., Pottier N., Deck O., Vuillet M (2022) Modélisation de la décision d'auto-évacuation des ménages face à une défaillance du réseau électrique en situation de crise à partir d'une étude empirique des inondations de 2016 et 2018 en Ile-de-France" 23e Congrès de Maîtrises des Risques et Sécurité de Fonctionnement à u23 EDF Lab Paris Saclay 10-13 octobre 2022

Enquête ménages impactés en 2016 et 2018

Les résultats **confirment le rôle central de l'arrêt de l'électricité** dans les décisions d'évacuation des ménages : 85.1% des ménages justifiant leur évacuation donnent l'électricité.



Edjossan-Sossou A-M., Hajjar A., Rabemalantsoa N., Chevalier A., Pidoux J., Pottier N., Deck O., Vuillet M (2022) Modélisation de la décision d'auto-évacuation des ménages face à une défaillance du réseau électrique en situation de crise à partir d'une étude empirique des inondations de 2016 et 2018 en Ile-de-France" 23e Congrès de Maîtrises des Risques et Sécurité de Fonctionnement à Paris Saclay 10-13 octobre 2022

impossibilité de se nourrir, 50% chauffage, 27%

Variation saisonnière

86.2% des ménages ayant évacué à Gournay ont mentionné l'électricité et 58.6% le chauffage, contre respectivement 66.7% l'électricité et 6.9% chauffage pour Longjumeau.

Les défis de la ville en transition

Bilan & perspectives de recherche



Instantiation of the simulation

T_0
 $P_{0,1} = \{0, \dots, 0\}, P_{0,2} = \{0, \dots, 0\}, P_{0,3} = \{0, \dots, 0\}$

Households characterized by their

- Type (propensity to self-evacuate)
- Size
- Geographical location (tower, Storey)

Definition of the timeslot Δt

Definition of the triggers

Each trigger α is defined as follows:

- Height $H_\alpha = h_\alpha \pm \varepsilon$
- Time of occurrence $T_\alpha = t_\alpha \pm \varepsilon'$
- Evacuation decision probabilities for each type of households

- $\{P_{\alpha,1}(t_n + \Delta t), P_{\alpha,2}(t_n + 2\Delta t), \dots, P_{\alpha,1}(t_n + n\Delta t)\}$
- $\{P_{\alpha,2}(t_n + \Delta t), P_{\alpha,2}(t_n + 2\Delta t), \dots, P_{\alpha,2}(t_n + n\Delta t)\}$
- $\{P_{\alpha,3}(t_n + \Delta t), P_{\alpha,3}(t_n + 2\Delta t), \dots, P_{\alpha,3}(t_n + n\Delta t)\}$

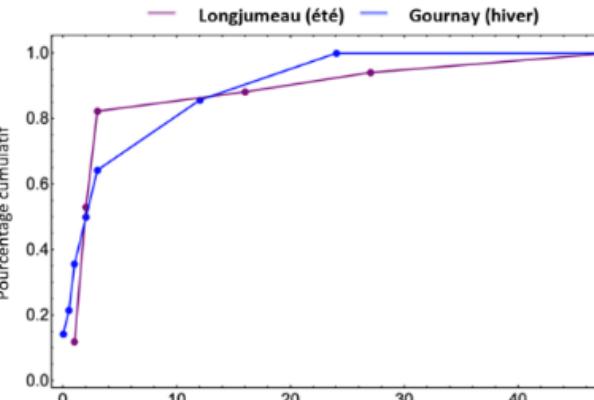
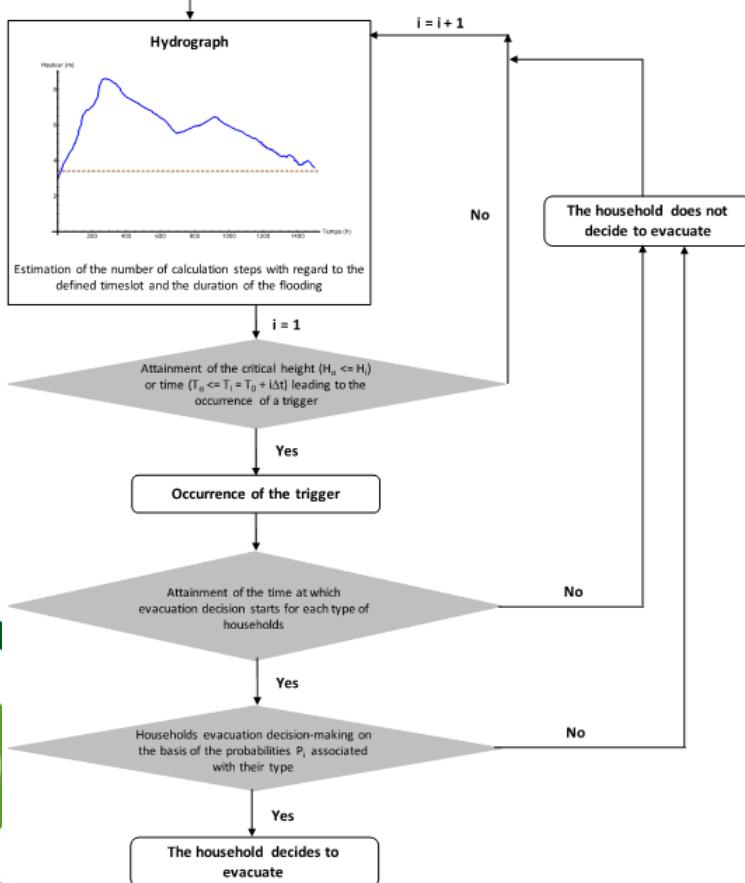


Figure 9 Délais de départ à partir de la coupure d'électricité en heures

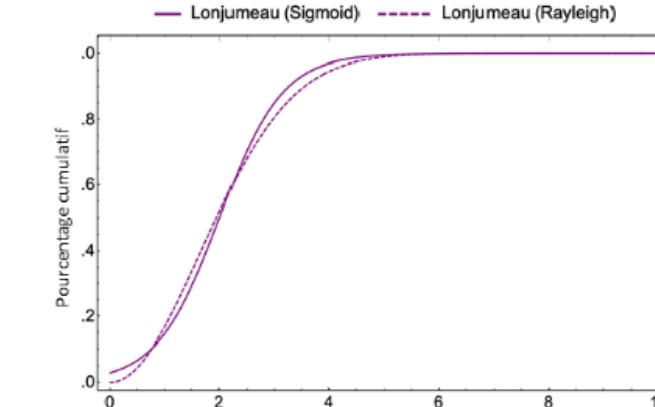
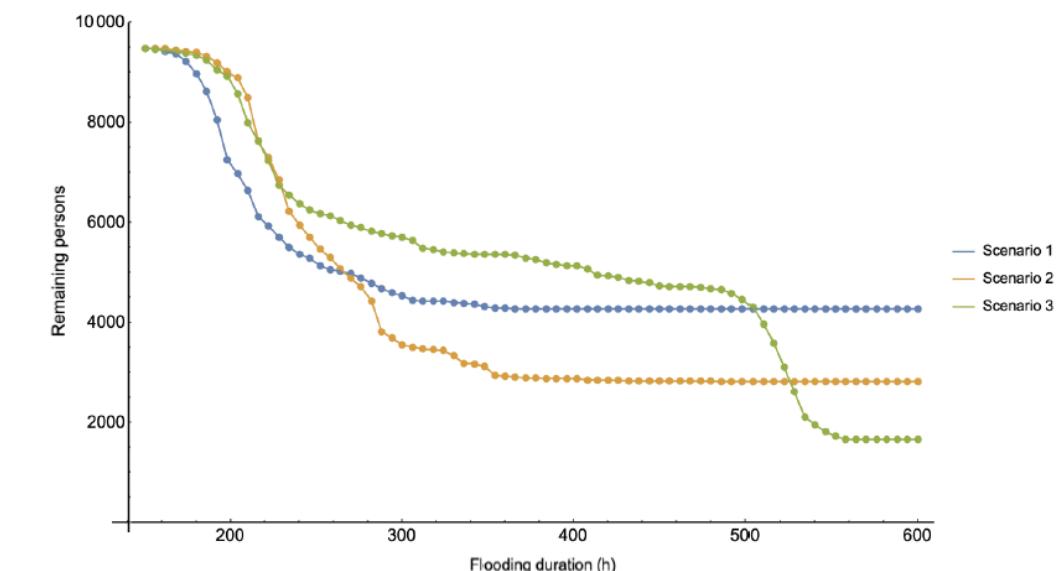


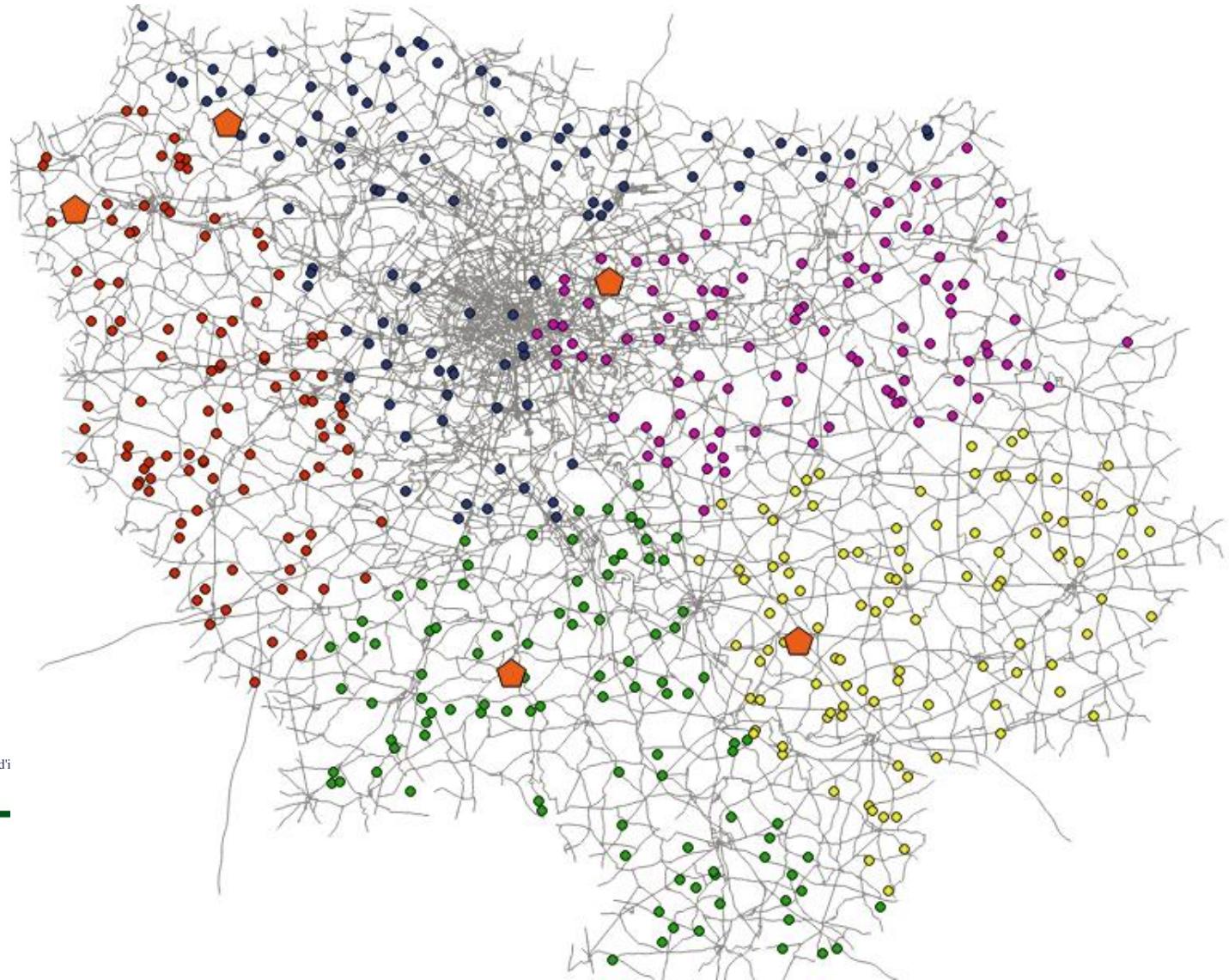
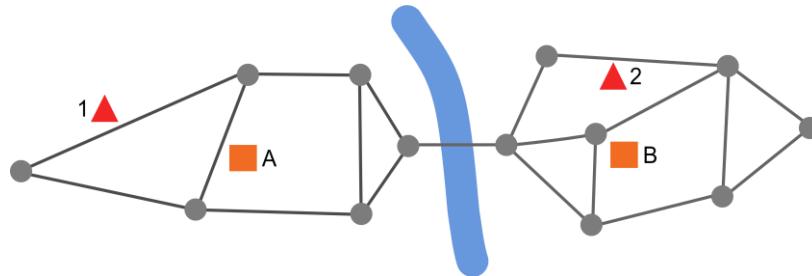
Figure 10 Courbe de réponses générée pour Longjumeau en heures

Itération (1 à nbit)	100
Temps (heures)	600
Temps (jours)	25
Hauteur (m)	6.38394
Mars	57
Evasion 2000	111
Seine	99
Village	43
Avant Seine	168
Totem	201
Reflets	80
Rive Gauche	108
Panorama	111
Perspective 1	178
Beaugrenelle	74
Keller	154
Perspective 2	208
Espace 2000	199
Logements non évacués	1791
Personnes restantes	4980



Edjossan-Sossou A-M., Vuillet M., Mehdizadeh R., Deck O. (2020) "Agent-based model for simulating households' self-evacuation decision in high-rise buildings under critical infrastructures failures induced by a slow-onset flood conditions – A case study in Paris". Journal of Integrated Disaster Risk Management (IDRIM), Vol. 10, Issue 2, pp. 15-45

MOPPI Mobilité du Personnel en Période d'Inondation

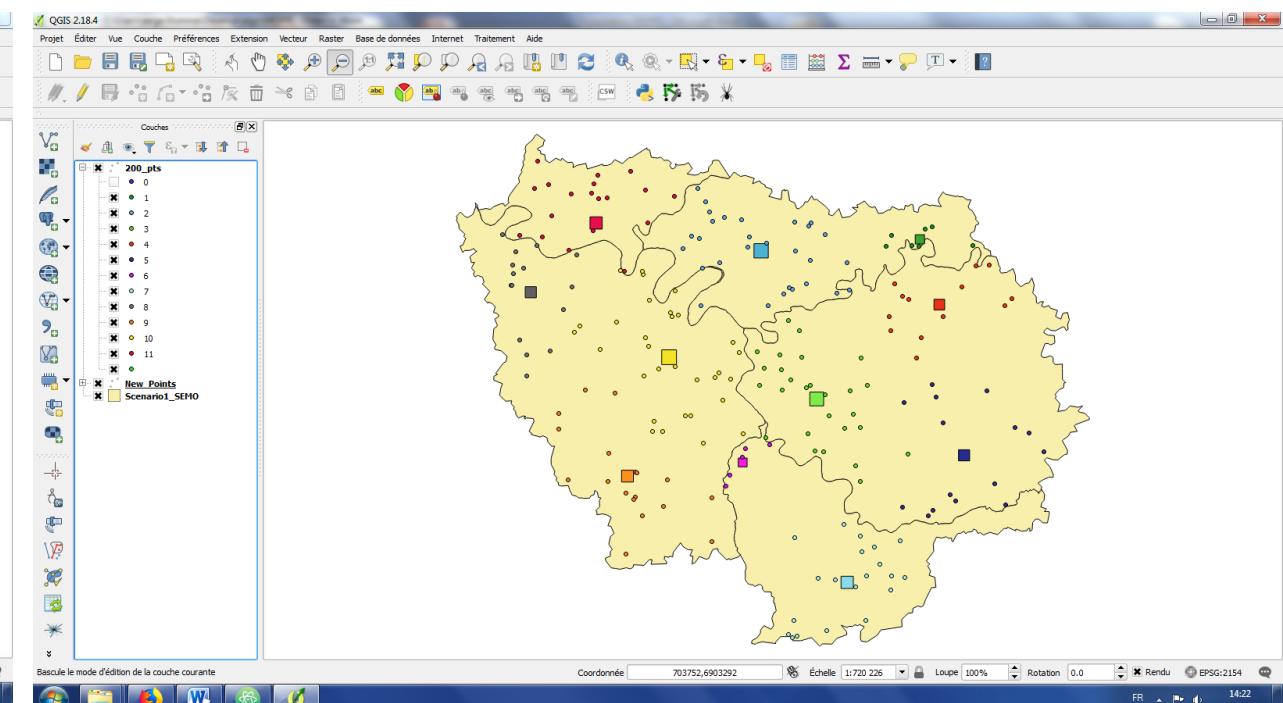
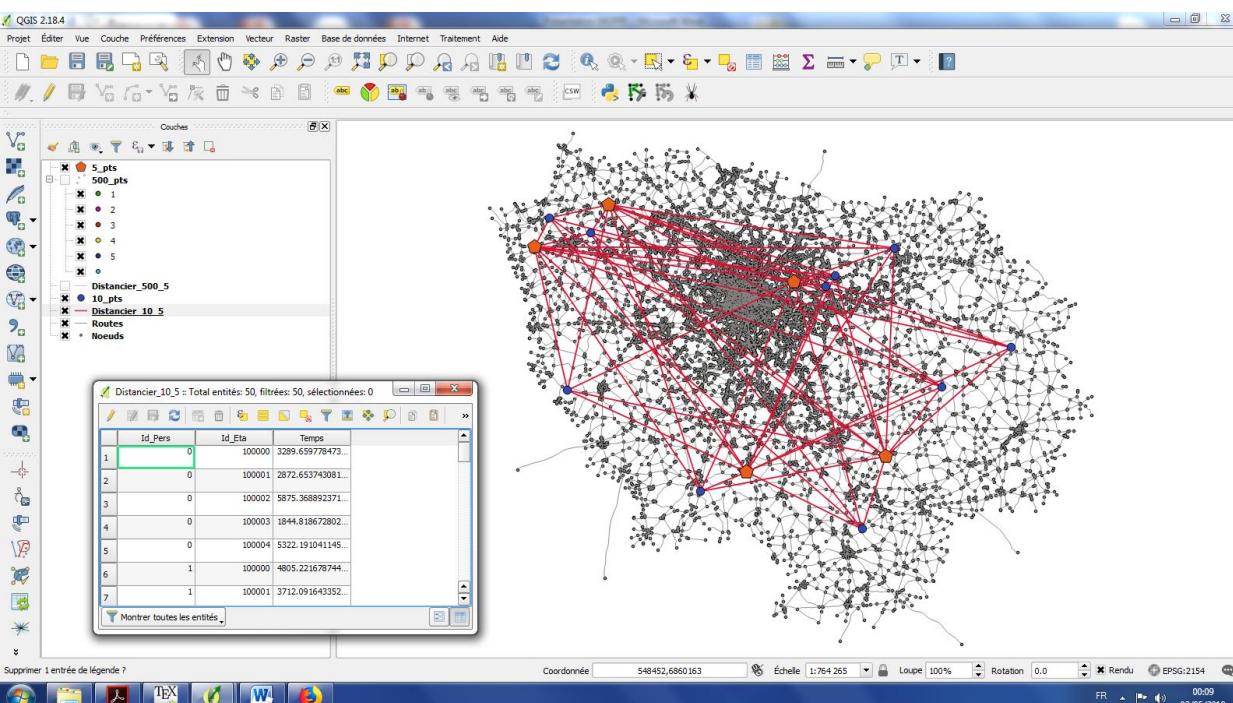


Lhomme S., Vuillet M., Cariolet J-M., Del Mondo G. (2019). "Un outil d'aide à la décision pour la mobilité des personnels en période d'inondation". <https://github.com/sergelhomme/MOPPI?tab=readme-ov-file>

Les défis de la ville en transition

Bilan & perspectives de recherche

MOPPI Mobilité du Personnel en Période d'Inondation



Lhomme S., Vuillet M., Cariolet J.-M., Del Mondo G. (2019). "Un outil d'aide à la décision pour la mobilité des personnels en période d'inondation en Ile-de-France : MOPPI" TheoQuant 2019 Besançon
<https://github.com/sergelhomme/MOPPI?tab=readme-ov-file>

Les défis de la ville en transition
Bilan & perspectives de recherche



anr[®]
agence nationale
de la recherche
AU SERVICE DE LA SCIENCE



Merci

marc.vuillet@eivp-paris.fr

Pottier N., Vuillet M. Rabemalanto N., Edjossan-Sossou A-M, (2023) Household resilience to slow onset flooding: a study of evacuation decision triggers in high-rise buildings along the Seine in Paris, *International Journal of Disaster Risk Reduction, Volume 95*, September 2023, <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2023.103858>

Edjossan-Sossou A-M., Vuillet M., Mehdizadeh R., Deck O. (2020) "An agent-based model for simulating households' self-evacuation decision in high-rise buildings under critical infrastructures failures induced by a slow-onset flood conditions – a case study in Paris" *Journal of Integrated Disaster Risk Management* (2020) 10 (2) ISSN: 2185-8322 DOI10.5595/001c.18160

Bocquentin M., Vuillet M., Cariolet J-M., Lhomme S., Diab Y. (2020) "Vers une meilleure prise en compte des défaillances en cascade au sein des réseaux franciliens interdépendants face aux crues" *Revue La Houille Blanche* n°1:70-78 février 2020 doi.org/10.1051/lhb/2020009

Cariolet J.-M., Vuillet M., Diab Y. (2019) "Mapping urban resilience to disaster –a review", *Sustainable Cities and Society*. Available online 14 August 2019, 101746 doi.org/10.1016/j.scs.2019.101746

Pottier N., Vuillet M., Lhomme S. 2022. "Vulnérabilité et résilience de la zone métropolitaine de Paris face au risque de crue majeure de la Seine. L'apport du projet de recherche "RGC4" (France)", in Atik.M, Pottier N., El Ouahidi A. (dir), "Aléas, vulnérabilités et résilience territoriale. Regards croisés euro-méditerranéens", p. 23-73

Pottier N., Daniel J., Vuillet M., (2019) "Analyse des retours d'expériences d'inondations majeures pour la résilience des réseaux urbains", « Retours d'expériences post-catastrophes naturelles ». Presses Universitaires de la Méditerranée, Actes de la 13ème rencontre annuelle Géorisques, Université de Montpellier 3, 24 janvier 2017, pp. 55-64.

Pottier N., Vuillet M. (2024) Les collectivités locales face aux dysfonctionnements de réseaux techniques urbains lors de crues lentes, retour d'expérience de communes sinistrées des crues de 2016 et 2018 en Ile-de-France. 24e Congrès de Maîtrises des Risques et Sûreté de Fonctionnement μ24, 14 au 17 octobre 2024, INSA Centre Val de Loire

Edjossan-Sossou A-M., Hajjar A., Rabemalanto N., Chevalier A., Pidoux J., Pottier N., Deck O., Vuillet M (2022) Modélisation de la décision d'auto-évacuation des ménages face à une défaillance du réseau électrique en situation de crise à partir d'une étude empirique des inondations de 2016 et 2018 en Ile-de-France" 23e Congrès de Maîtrises des Risques et Sûreté de Fonctionnement μ23 EDF Lab Paris Saclay 10-13 octobre 2022

Lhomme S., Vuillet M., Cariolet J-M., Del Mondo G. (2019). "Un outil d'aide à la décision pour la mobilité des personnels en période d'inondation en Ile-de-France : MOPPI" TheoQuant 2019 Besançon

Bocquentin M., (2020) "Etude et modélisation des phénomènes d'(interdépendances et de défaillances en cascade au sein des réseaux techniques urbains. Vers une aide à la décision pour une application à l'agglomération parisienne face à une crise" Thèse de doctorat, Université Paris Est, Ecole Doctorale Ville Transports Territoires 366 p.