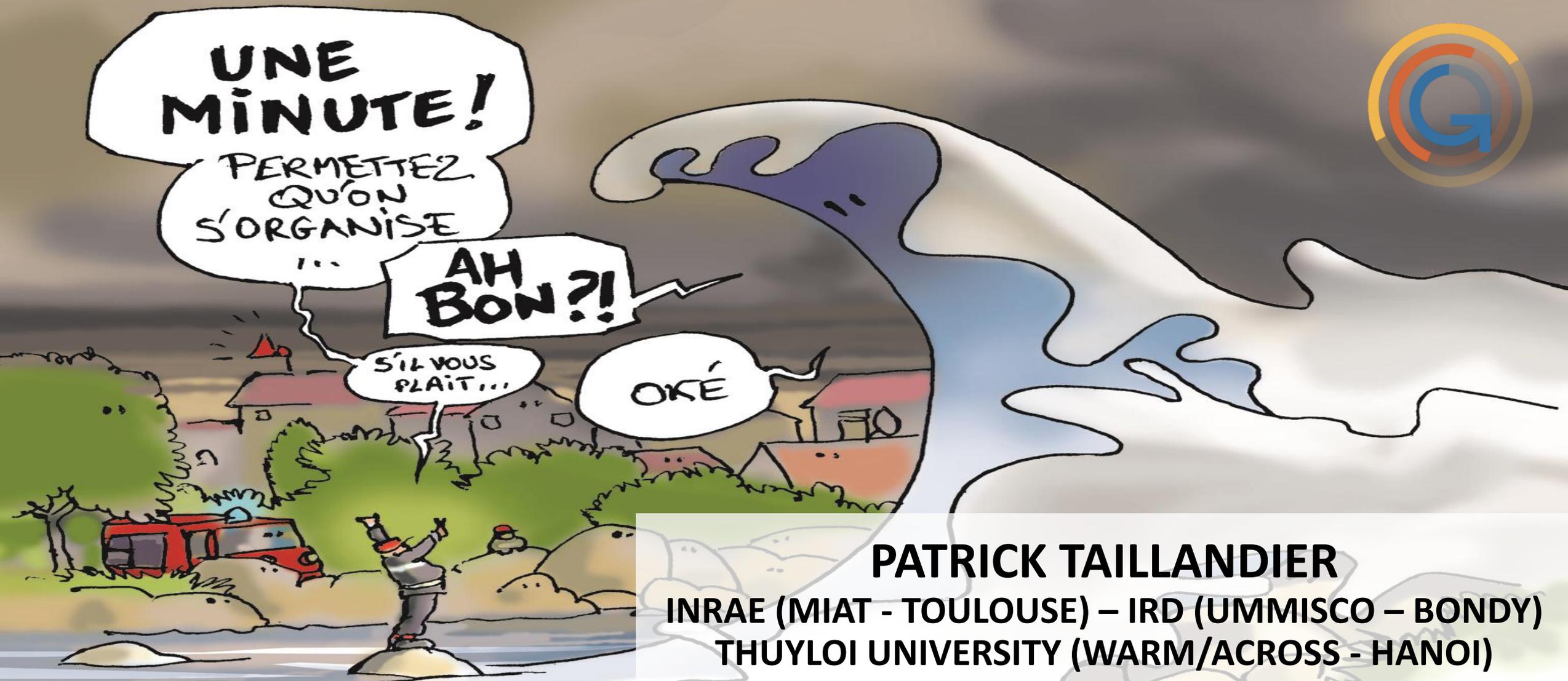


INRAE

MIAT
TOULOUSE

IRD

UMMISCO
UNITE MIXTE INTERNATIONALE



PATRICK TAILLANDIER

**INRAE (MIAT - TOULOUSE) – IRD (UMMISCO – BONDY)
THUYLOI UNIVERSITY (WARM/ACROSS - HANOI)**

Les inondations les plus meurtrières en Europe depuis 20 ans

Alors que l'Allemagne, la Belgique, le Luxembourg et les Pays-Bas subissent des crues meurtrières, ce jeudi 15 juillet, retour sur les plus fortes inondations que le Vieux continent a subi ces vingt dernières années.

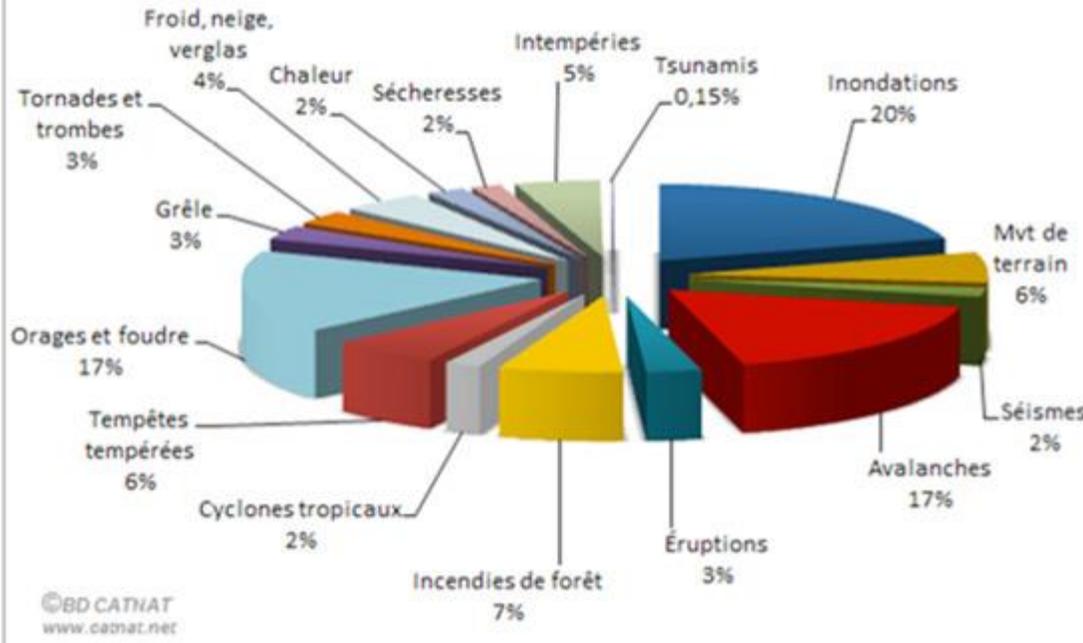


Vietnam : Au moins 111 morts et 20 personnes disparues dans des inondations

CATASTROPHE NATURELLE | Quelques 178.000 maisons ont été submergées
 Publié le 22/10/20 à 12h21 — Mis à jour le 22/10/20 à 12h21



Répartition des catastrophes en France et dans les DOM par type d'aléa entre 2001 et 2010

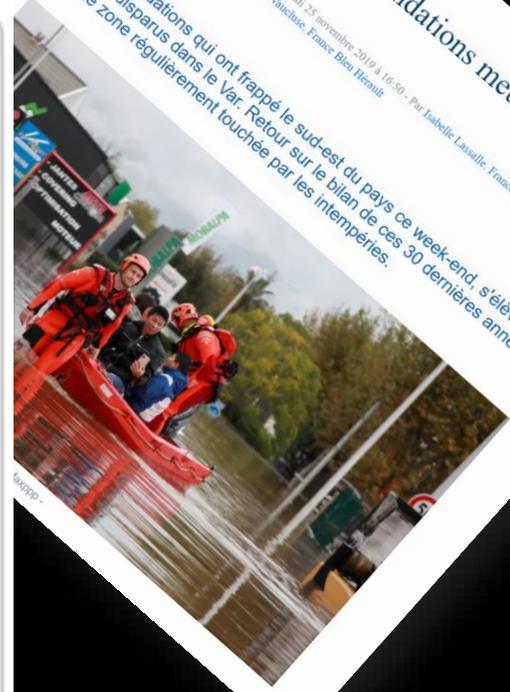


BD CATNAT
www.catnat.net

Intempéries : 30 ans d'inondations meurtrières dans le sud-est de la France

Lundi 25 novembre 2019 à 14:53 — Mis à jour le lundi 25 novembre 2019 à 16:50 - Par Isabelle Lussalle, France Bleu, France Bleu Azur, France Bleu Provence, France Bleu Roussillon, France Bleu Vosges, France Bleu Hérault

Le bilan des inondations qui ont frappé le sud-est du pays ce week-end, s'élève à quatre morts et deux disparus dans le Var. Retour sur le bilan de ces 30 dernières années dans le Sud-Est, une zone régulièrement touchée par les intempéries.



...e Synthia. ...ue

PLUIE-INONDATION



JE M'INFORME
et je reste à l'écoute
des consignes des autorités
dans les médias et sur les
réseaux sociaux en suivant
les comptes officiels



**JE NE PRENDS PAS
MA VOITURE
ET JE REPORTE
MES DÉPLACEMENTS**



**JE ME SOUCIE DES
PERSONNES PROCHES,**
de mes voisins et des
personnes vulnérables



**JE M'ÉLOIGNE
DES COURS D'EAU**
et je ne stationne pas sur
les berges ou sur les ponts



JE NE SORS PAS
Je m'abrite dans un bâtiment
et surtout pas sous un arbre
pour éviter un risque de
foudre



**JE NE DESCENDS PAS
DANS LES SOUS-SOLS
ET JE ME RÉFUGIE
EN HAUTEUR,
EN ÉTAGE**



ROUTE INONDÉE

**JE NE M'ENGAGE NI
EN VOITURE NI À PIED**
Pont submersible, gué, passage
souterrain... Moins de 30 cm d'eau
suffisent pour emporter une voiture



**JE NE VAIS PAS
CHERCHER MES
ENFANTS À L'ÉCOLE,**
ils sont en sécurité

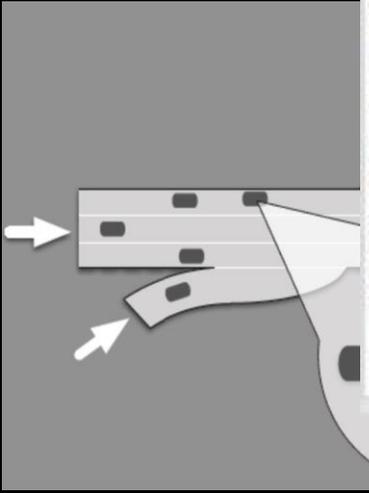
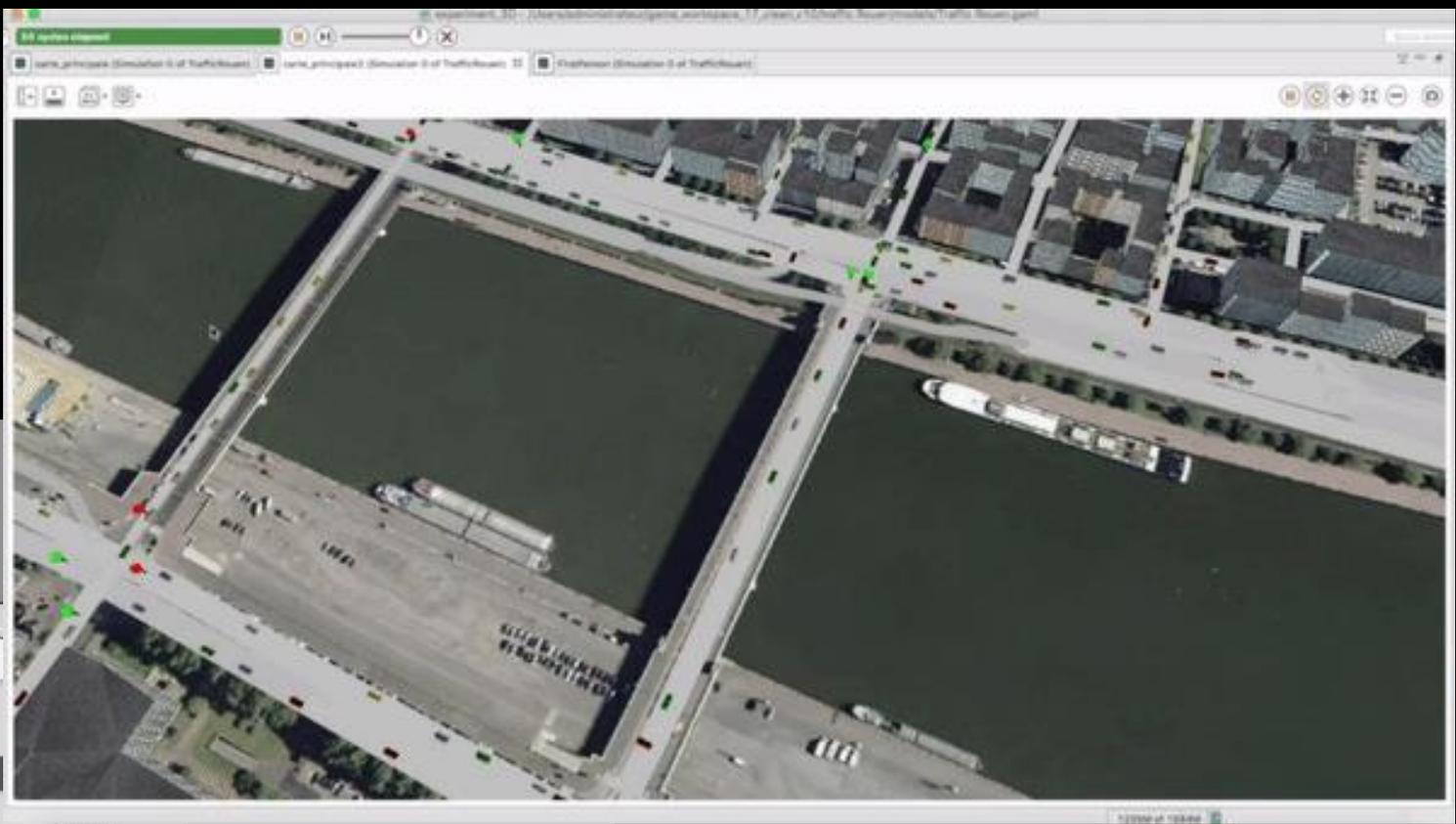
SiFlo : un modèle de simulation d'une inondation prenant en compte le comportement des habitants face à cette inondation



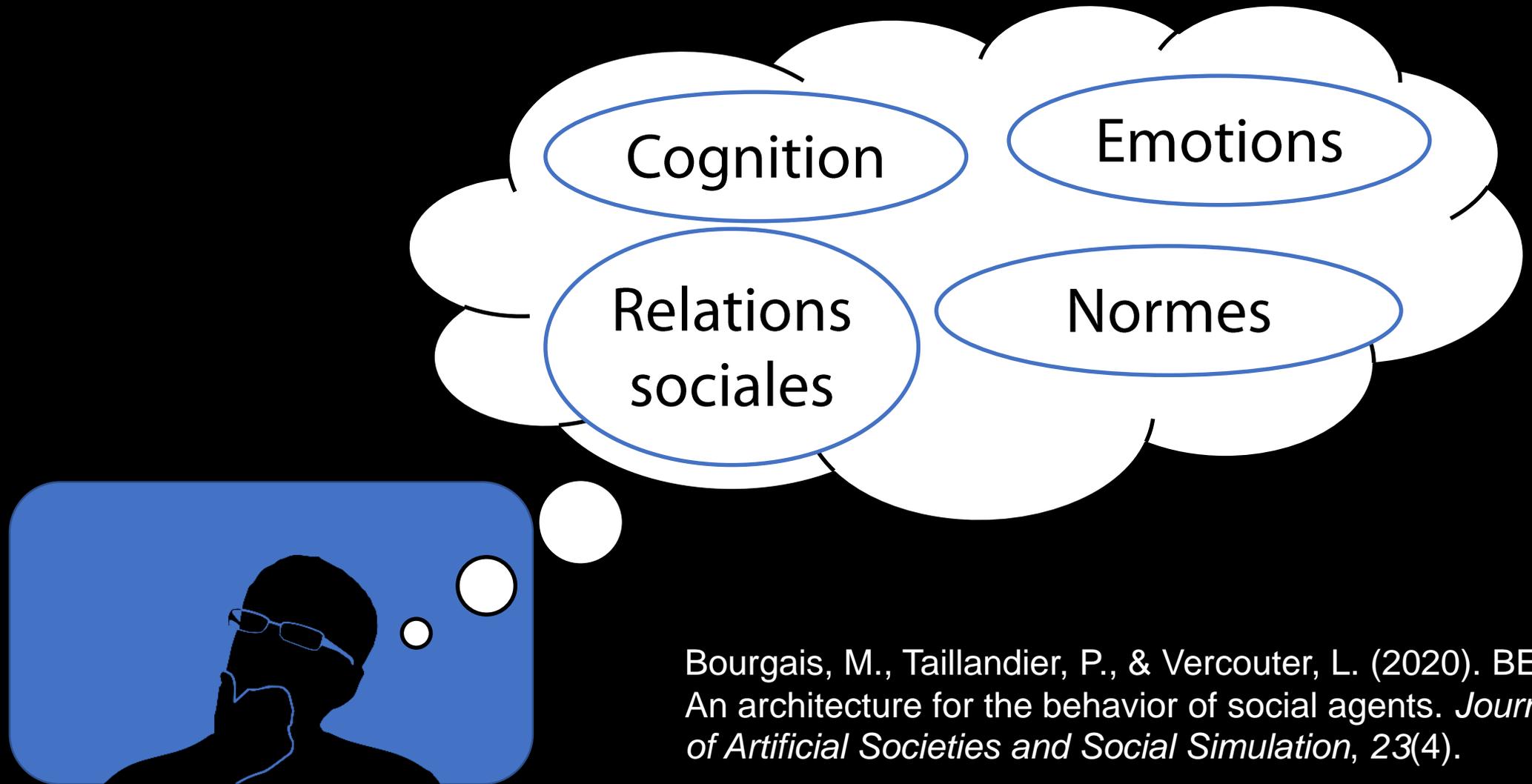
PRINCIPES



SIMULATION À BASE D'AGENTS

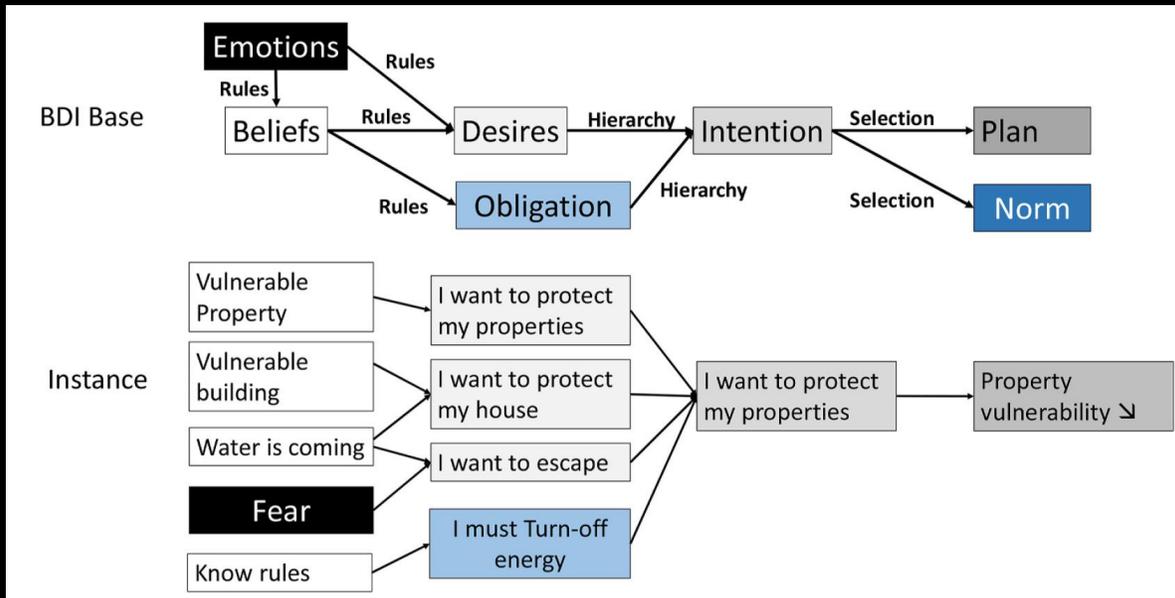


ARCHITECTURE D'AGENTS BEN (Behavior – Emotions – Norms)



Bourgais, M., Taillandier, P., & Vercouter, L. (2020). BEN: An architecture for the behavior of social agents. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 23(4).

DÉFINITION DE COMPORTEMENTS COMPLEXES



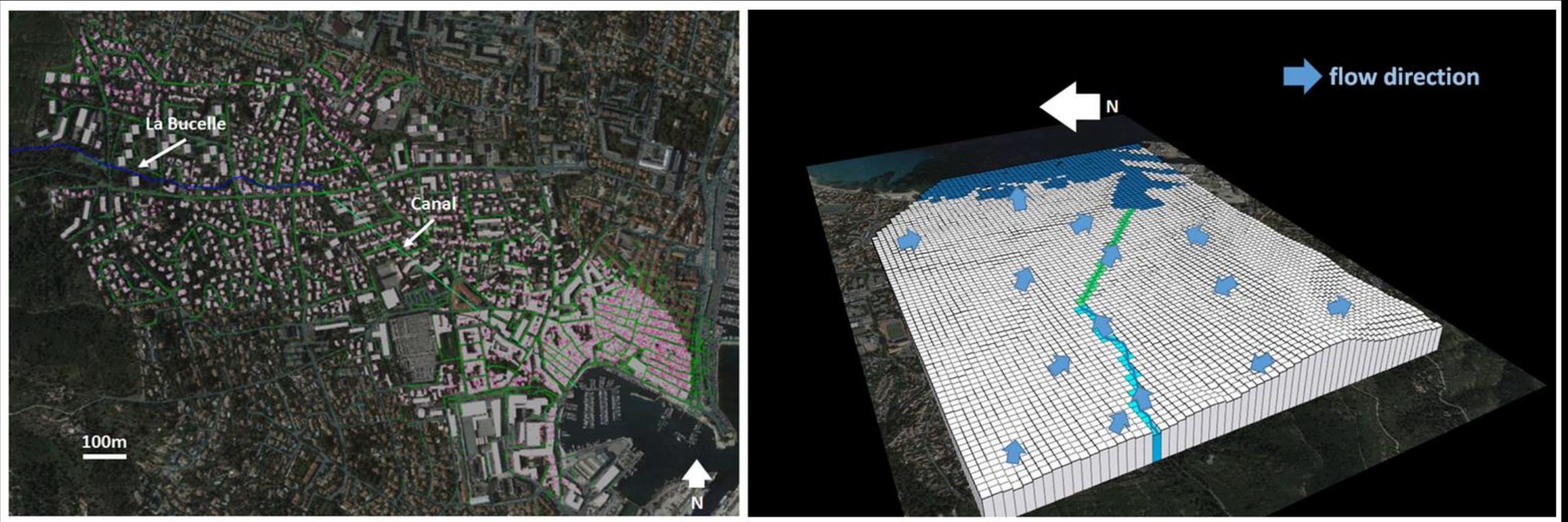
Plan	Trigger	Effect
Do nothing	Default plan, when the agent does not engage in any particular activity related to the flood (and is not outside).	People don't do anything special outside of their usual activities in their homes. This plan has no effect in the simulation
Go outside	Beliefs: "need to go outside" and not "water at my door" or "house flooded"	People take their car to go somewhere (e.g. shop, go at work ...)
Drain-off water	Beliefs: "house flooded" and not "water at my door"	People perform action to drain-off water (or accelerate it)
Evacuate	Emotion: "fear" with an intensity higher than a certain threshold ("threshold_fear_level")	People try to leave the flooded area using roads. If they have a car, they try to use it.
Give information	Beliefs: "water is coming" and there is still at least one person in its social circle who needs to be warned.	People give information to another people in its social circle regarding the flood. each time an agent has given information to another, we consider that its desire to give information to another decreases.
Go upstairs	The agent has not already gone upstairs and there are several floors in its house and Beliefs: "water at my door" or "house flooded" and Emotion: fear with an intensity higher than a certain threshold ("threshold_fear_level")	People go upstairs in their building if it is possible
Inquire information	Beliefs: not "water is coming"	People get information from another people, TV, radio ...
Secure my car	Belief: "vulnerable car" and "water is coming" or "water is here" or "water at my door" or "house flooded"	People try to protect their car (e.g. moving it to a safer position)
Protect my properties	Beliefs: "vulnerable properties" or "water is coming" or "water is here" and not "property protected"	People try to protect their property and belongings.
Weather-strip house	Beliefs: "vulnerable building" or "water is coming" or "water is here" and not "property protected"	People try to limit the permeability of their house
Turn-off energy	Beliefs: "energy is on" and energy is dangerous" and "water at my door" or "house flooded" or "water is coming"	People turn-off electricity and/or gas in order to avoid risk link to them

APPLICATION



APPLICATION

La Ciotat



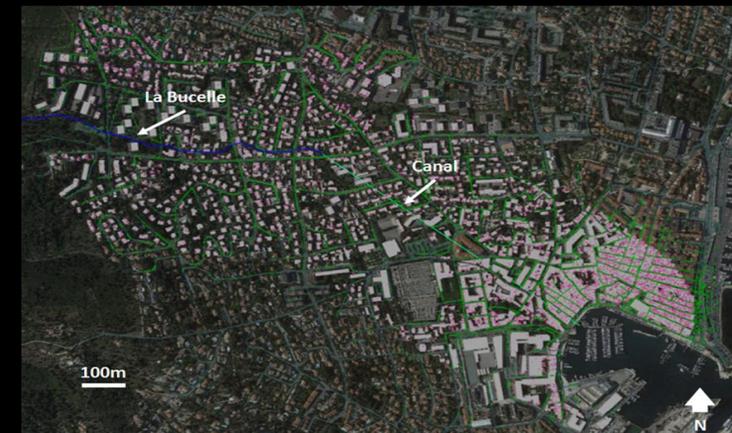
VALIDATION

Il n'y a pas de données disponibles pour comparer des résultats de simulation à des données réelles...

Mais une validation a été effectuée en soumettant le modèle à des experts afin qu'ils puissent évaluer la cohérence des résultats (et des comportements observés)

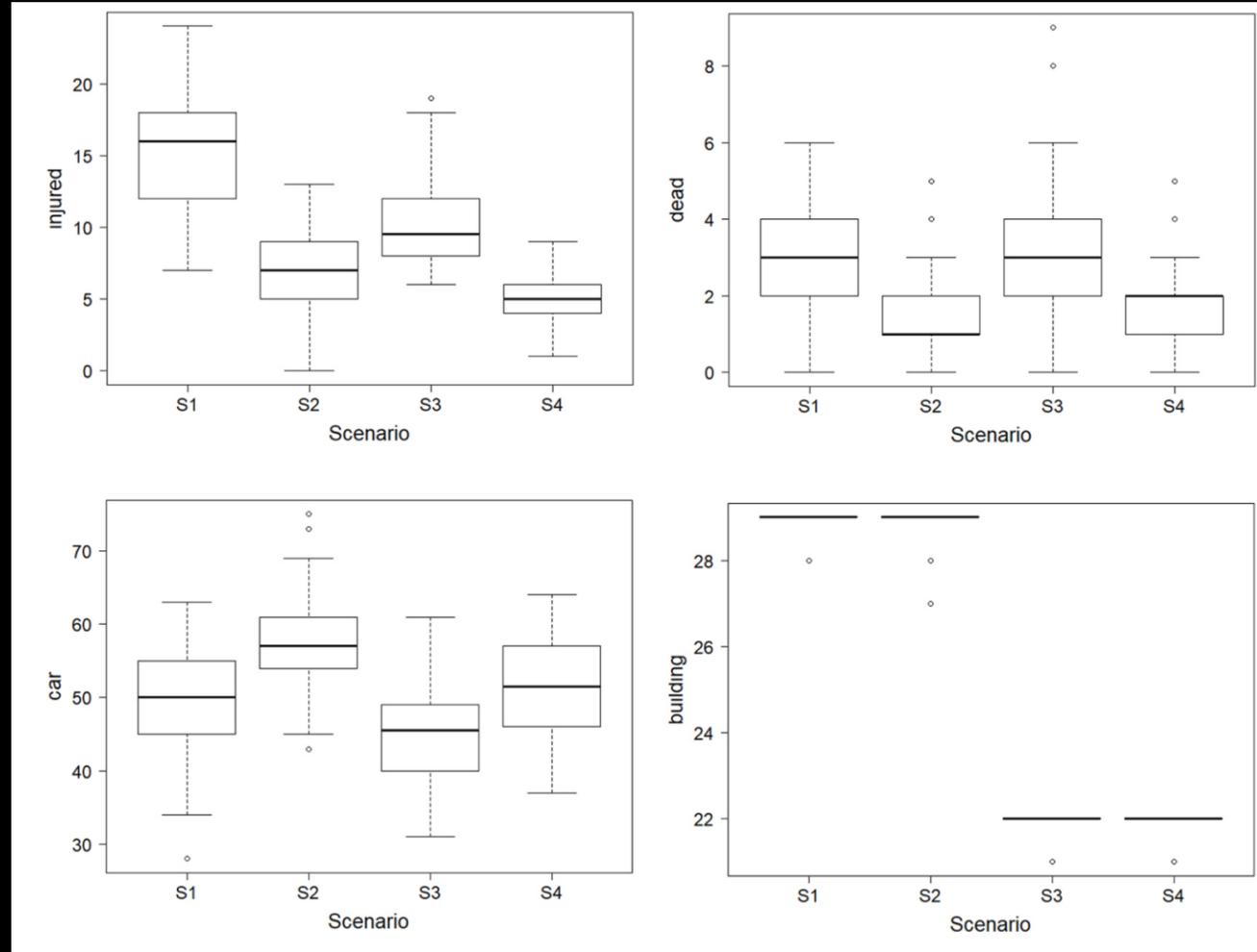
EXPLORATION

- S1 - Situation actuelle : il s'agit d'une simulation de la situation actuelle : une petite partie de la population est consciente du risque d'inondation et des instructions à suivre en cas d'inondation ; le lit de la rivière n'est pas entretenu, avec la présence d'une importante végétation, de nombreux rochers et déchets
- S2 - Personnes informées : tous les habitants connaissent les consignes relatives à la conduite à tenir en cas d'inondation
- S3 - Canal et rivière entretenus : le lit de la rivière est à sa dimension "normale" - l'entrée du canal est complètement nettoyée
- S4 - Combinaison de S2 et S3 : Ce scénario combine les avantages de S2 (personnes informées) et de S3 (canal et rivière entretenus)



EXPLORATION

- S1 - Situation actuelle
- S2 - Personnes informées
- S3 - Canal et rivière entretenus
- S4 - Combinaison de S2 et S3



Valorisation



Taillandier, F., Di Maiolo, P., Taillandier, P., Jacquenod, C., Rauscher-Lauranceau, L., & Mehdizadeh, R. (2021). *An agent-based model to simulate inhabitants' behavior during a flood event.*

International Journal of Disaster Risk Reduction, 102503.

<https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102503>

ET MAINTENANT ?

MANA

fondation
MAIF pour la
recherche

Modéliser pour augmenter
l'Acceptabilité des solutions fondées
sur la **NA**ture

2020 - 2023

Franck Sfiligoï Taillandier
Annabelle Moatty
Corinne Curt
Pascal Di Maiolo
Bruno Beullac
Pénélope Brueder

Un jeu sérieux pour faire
réfléchir les acteurs





ESCAPE

Exploring by Simulation
Cities Awareness on
Population Evacuation



CAS D'ETUDE DE PHUC XA



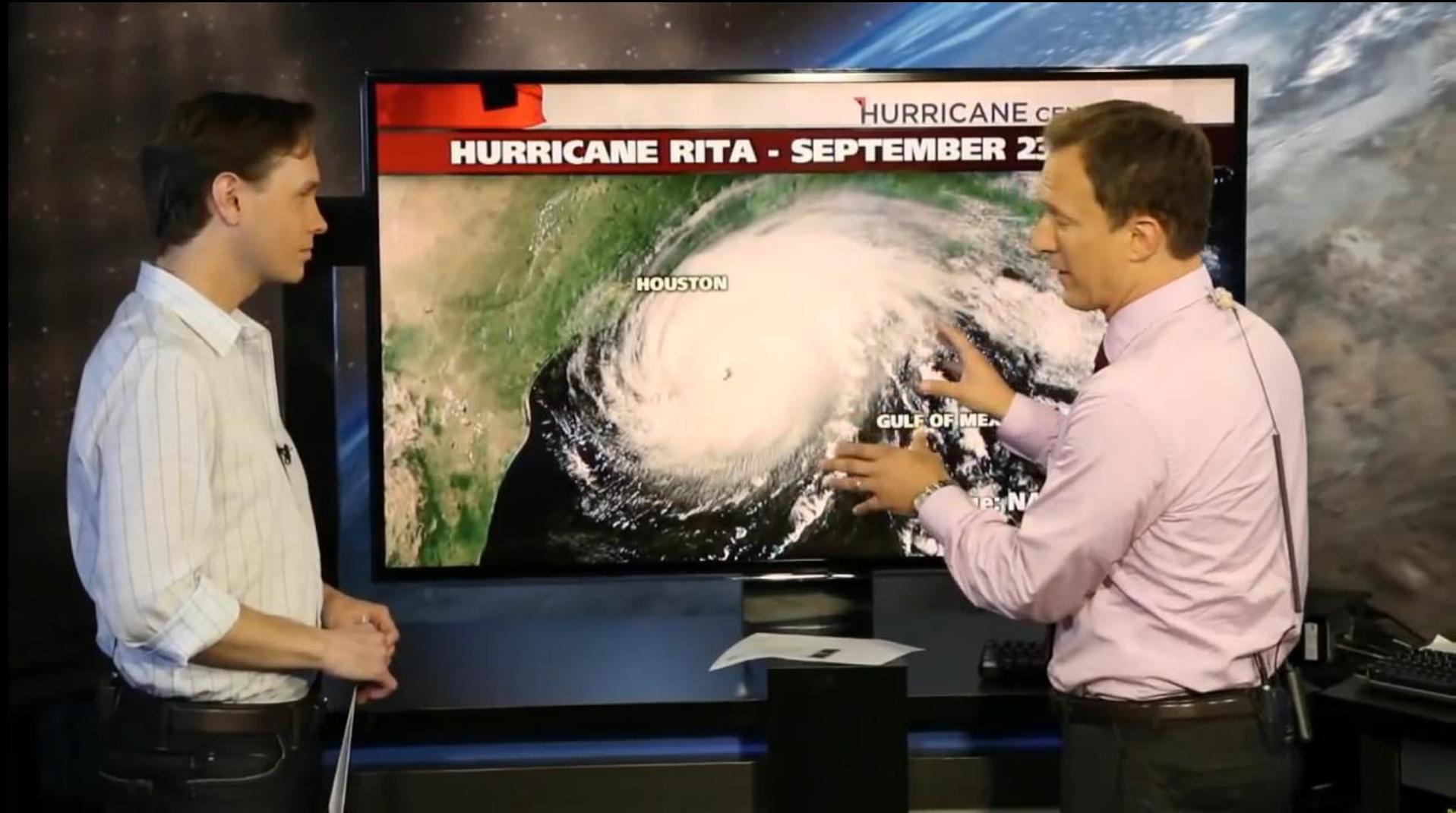
Arthur Brugière, Alexis Drogoul, Minh-Duc Pham, Patrick Taillandier, Jean Daniel Zucker
IRD, Sorbonne Université, UMI UMMISCO



MOBILITES EN SITUATION DE CRISE

The Weather
channel

Hurricane Rita –
septembre 2005



EVACUATION D'UNE VILLE EN CAS DE CATASTROPHE



EVACUATION TROP TARDIVE



LAISSER LES GENS À L'ÉCART
PENDANT L'ÉVACUATION

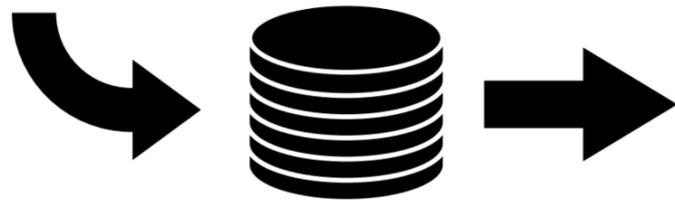
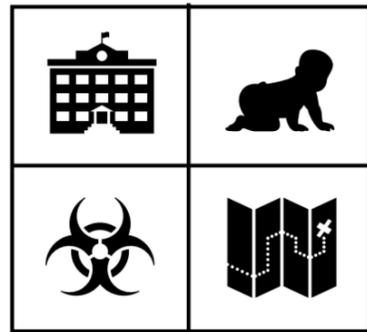
EVACUATION DE TOUT LE MONDE EN
MÊME TEMPS



MOUVEMENT DE FOULES ET PANIQUE



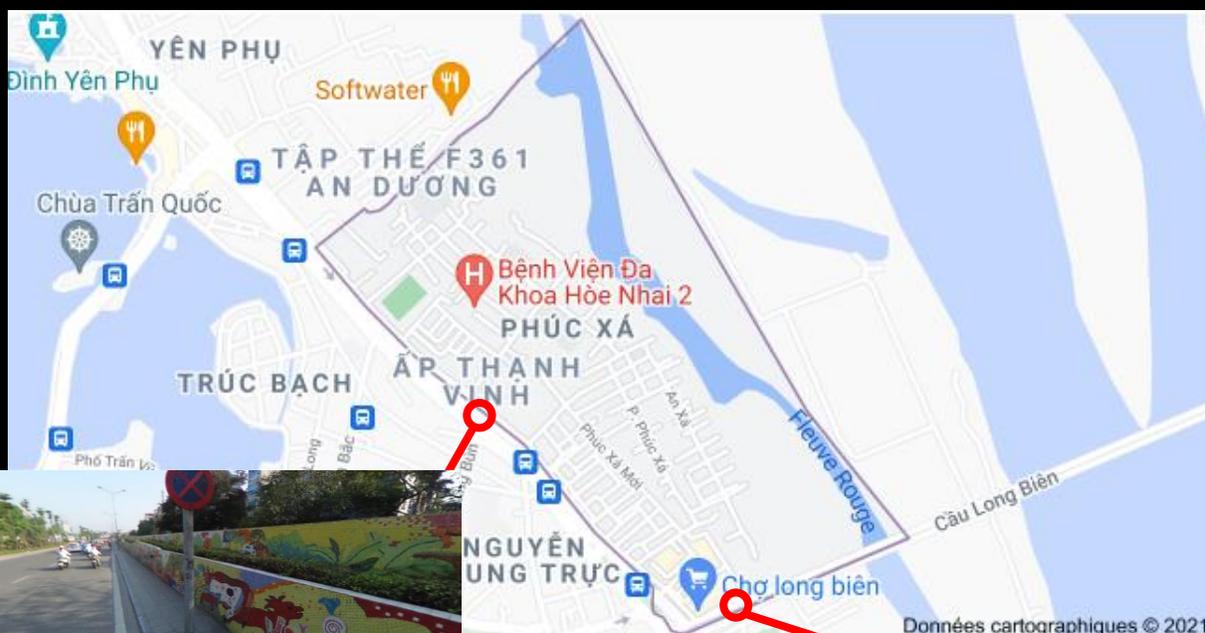
ESCAPE
Exploring by Simulation
Cities Awareness on
Population Evacuation



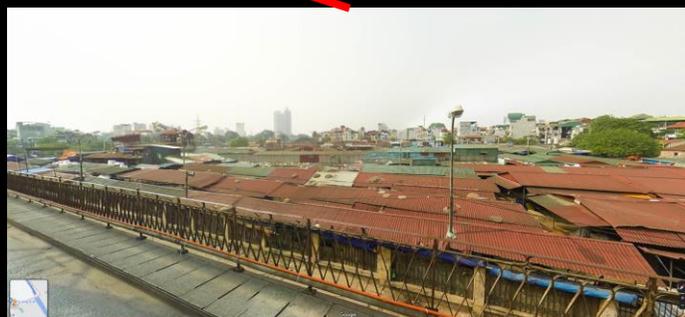
Zone d'étude : le quartier de Phuc Xa à Hanoi, Vietnam



Phuc xa, un quartier sujet au risque inondation

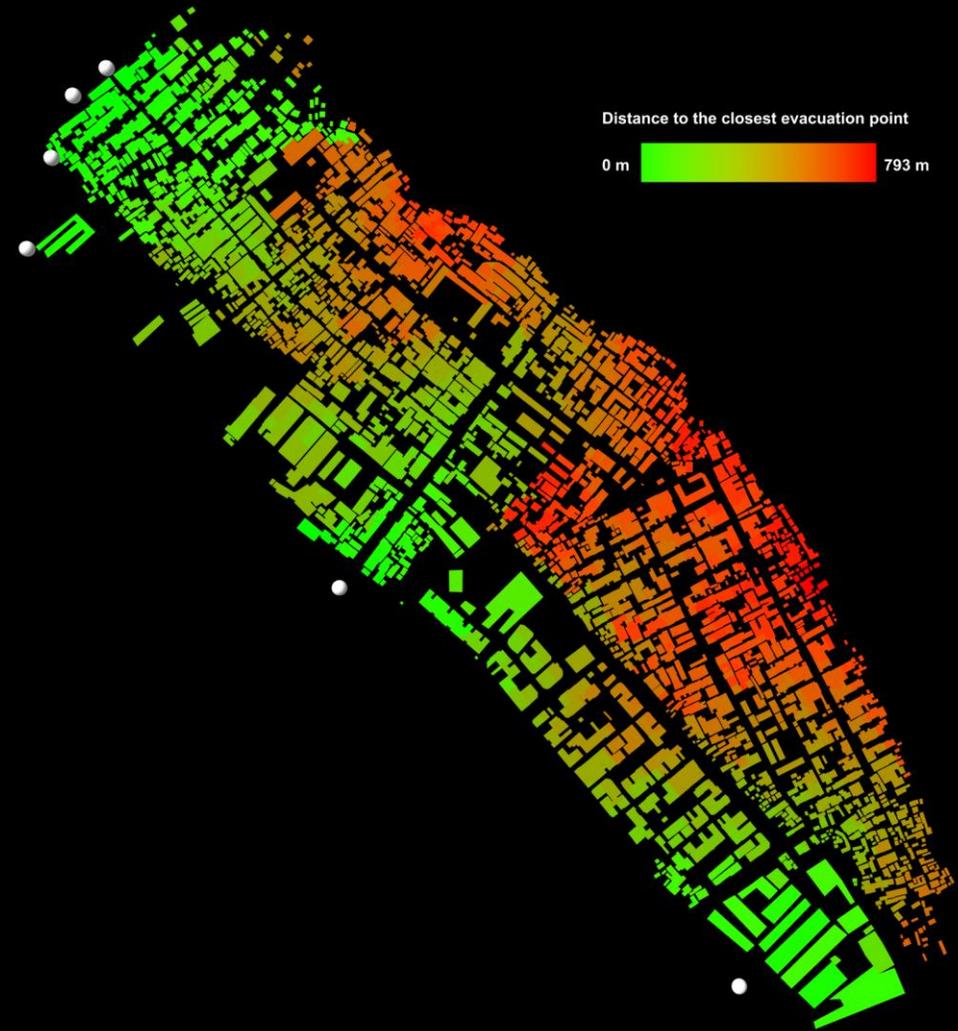


- Quartier de Hanoi enclavé d'environ 1 km² situé dans la "zone inondable"
- Densité de 17.000 hab/km², l'une des plus importantes de la capitale – moyenne autour de 9.300 hab/km².
- Le débit du fleuve Rouge connaît d'importantes fluctuations saisonnières et peut atteindre 30.000 m³/s au moment de la mousson.
- A partir des années 1970, un certain nombre de barrages ont été construits en Chine (province du Yunnan) et au Vietnam.
- Parmi ces ouvrages, deux présentent des risques importants pour les quartiers de Hanoi proches du fleuve, notamment en cas de rupture ou de décharge soudaine : le barrage de Hoa Binh et celui de Thac Ba.



Points d'évacuation possibles

- Points d'évacuation
- Distance au point d'évacuation le plus proche



VERS DES SIMULATIONS DE TRAFIC PLUS RÉALISTES

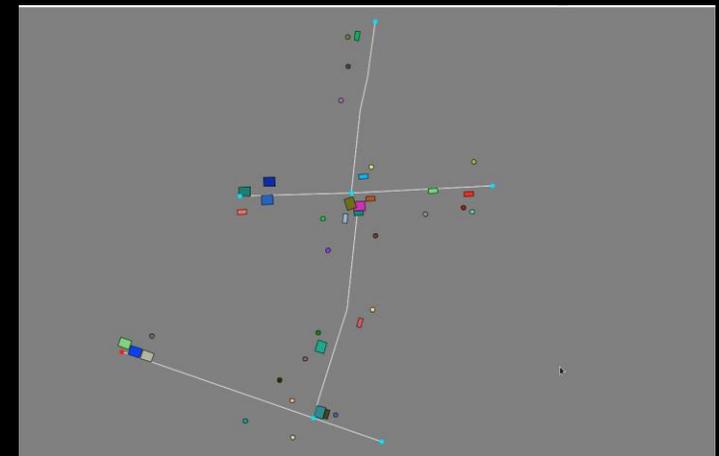
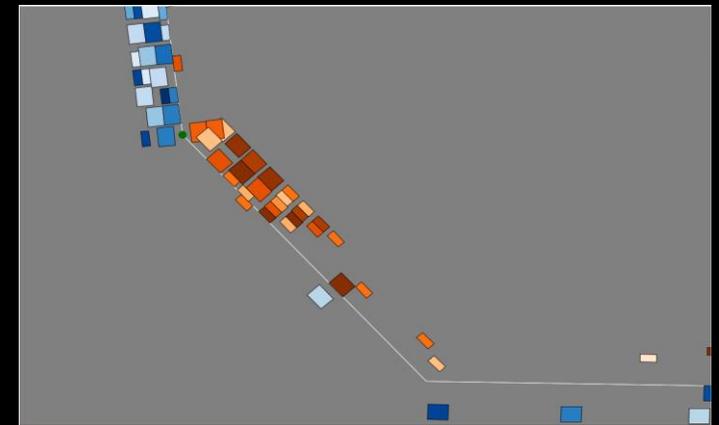
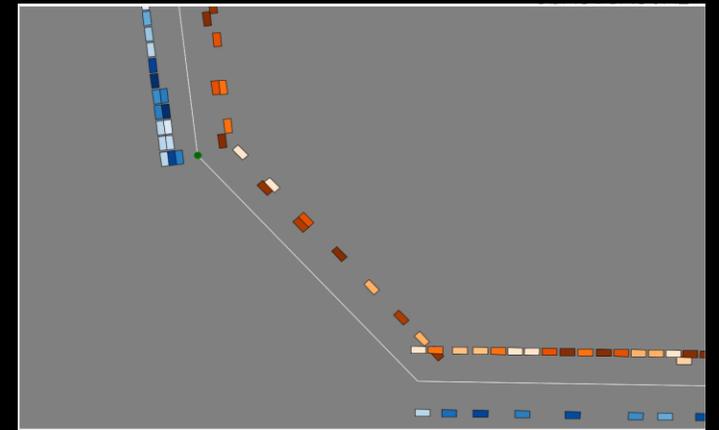


Trafic à HCM/Hanoi
(données 2017) :

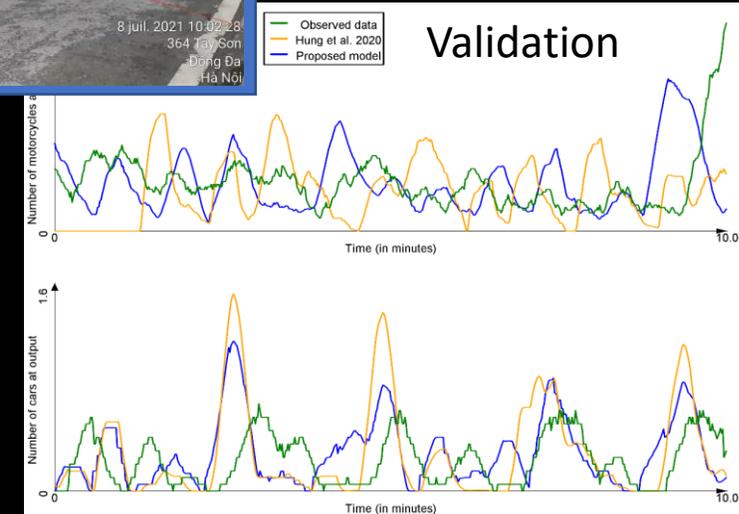
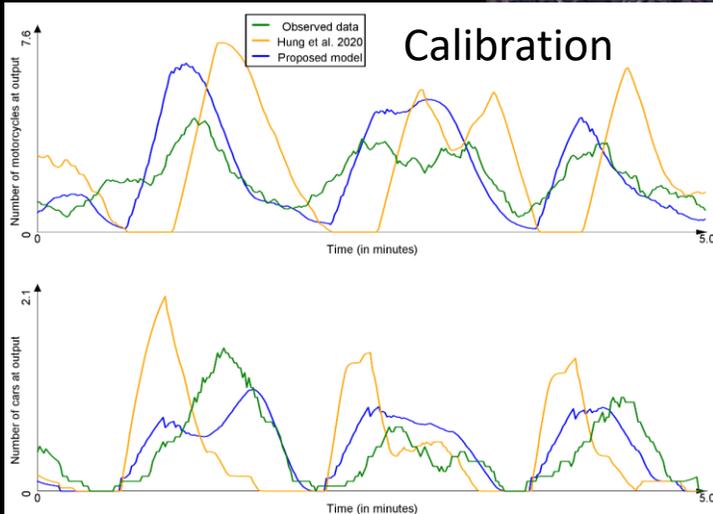
- ✓ 74% de motos
- ✓ 19% de vélos
- ✓ 6% de piétons
- ✓ 1% de voitures

➤ Travail sur la simulation de trafic :

- ✓ Permet de gérer du trafic avec différents types de véhicules (voiture, moto, même piéton).
- ✓ Modèle d'accélération inspiré du IDM
- ✓ Changement de voie utilisant le modèle MOBILE
- ✓ Permet de simuler des dizaines de milliers d'agents



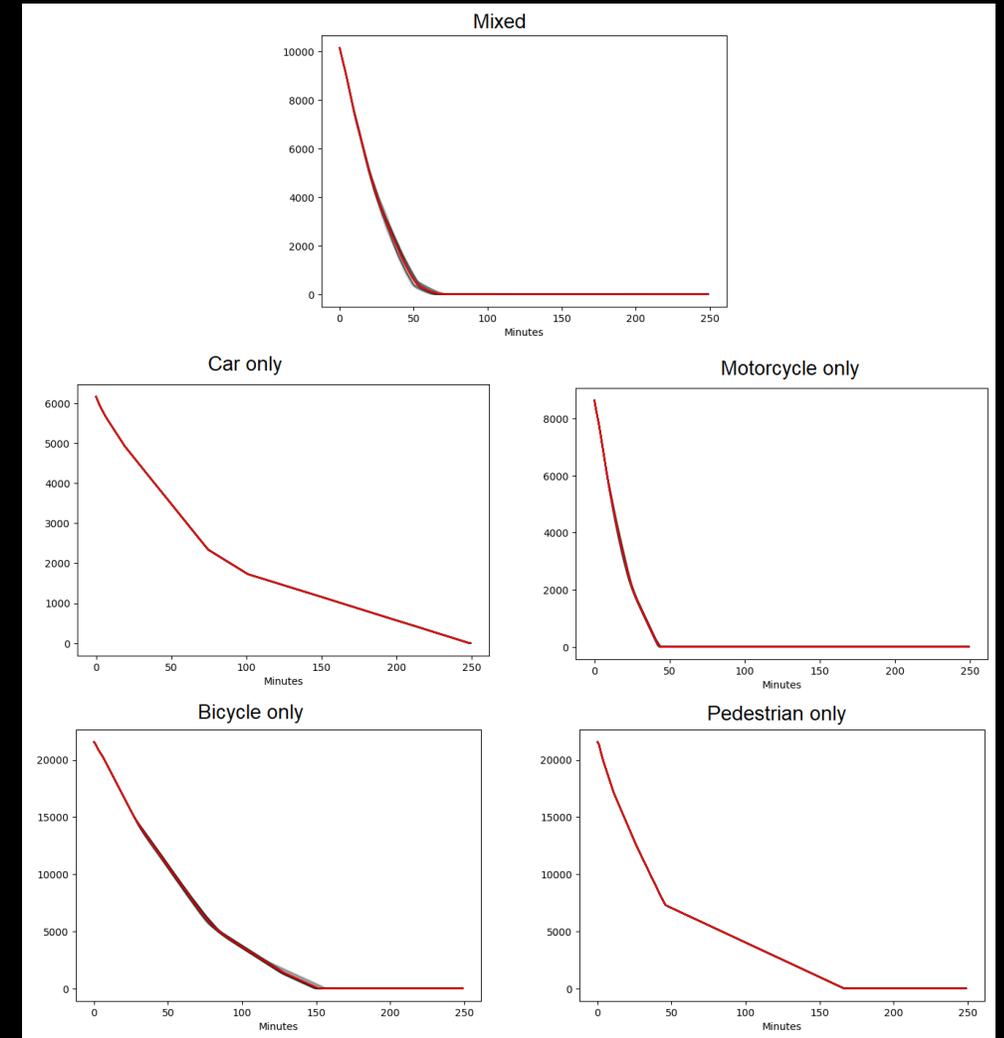
VERS DES SIMULATIONS DE TRAFIC PLUS RÉALISTES – CALIBRATION/VALIDATION



IMPACT DU TYPE DE TRANSPORT



- Evacuation de chaque habitant vers le sortie la plus proche
- Tout le monde essaye d'évacuer en même temps
- 25 répétitions
- Sorties : nombre de véhicules/personnes non encore évacuées



AMÉLIORATION DU RÉSEAU ROUTIER



road perimeter threshold (in m)	evacuation time (in s)	Time spent on the roads (in s)
0	4686 (± 624)	1372 (± 31)
100	3736 (± 550)	1196 (± 22)
500	3643 (± 417)	1178 (± 22)
1000	3307 (± 292)	1132 (± 22)
5000	3383 (± 392)	1090 (± 14)

ET MAINTENANT ?

Escape-SG : Simulation interactive pour la sensibilisation des acteurs de gestion de crise aux enjeux des évacuations de populations.



CONCLUSION

- La simulation à base d'agents permet d'aider à réfléchir à la gestion de crise.
- La mise en place de jeux sérieux peut permettre de mieux impliquer les acteurs de la gestion de crise dans cette réflexion