



PICS

Prévision Immédiate Intégrée
des Impacts des Crues Soudaines



Subvention
ANR-17-CE03-0011

Isabelle Ruin, Benoit Gaudou, Delphine Grancher, Galatea Terti



hepex.inrae.fr



HIWeather

<http://www.hiweather.net>



www.hymex.org

Une approche couplée pour la simulation interactive de la gestion du risque humain face aux crues soudaines



INRAE



**Université
Gustave Eiffel**

VIGICRUES

Comment modéliser la complexité du risque de crues soudaines ?

Crues soudaines

- Phénomène distribué dans l'espace (ruissellement)
- Temps de réponse court (qq mn à qq heures)
- Prévision incertaine
- Violence

Vulnérabilités associées

- Exposition variable sur le temps court (mobilités quotidiennes)
- Difficile d'anticiper la localisation des zones de danger
- Nécessite des décisions rapides et adaptées
- Danger pour les personnes en déplacement ou fragiles





Objectifs de modélisation du risque humain face aux crues soudaines

- **Demande du groupe utilisateurs de PICS** : Mieux cerner et anticiper les comportements individuels en réaction aux événements de crue soudaine pour limiter les situations de mise en danger.
- **Questions de recherche** :
 - Quels facteurs sociaux et hydro-météorologiques concourent à la mise en danger des populations exposées aux crues soudaines ?
 - Quels sont les effets des mesures collectives de gestions de crise sur les comportements de protection individuel et les situations de mise en danger ?

Deux options de modélisation

Cartographie dynamique des risques

- Résolution spatiale et temporelle générale (municipalité/quelques km²/heure)
- Application à grande échelle
- Niveaux d'exposition des populations à l'échelle de l'entité administrative choisie
- N'utilise que des données quantitatives
- Cartographie dynamique du risque humain pour différents scénarios événementiels

Simulation sociale ou socio-hydrologique couplée

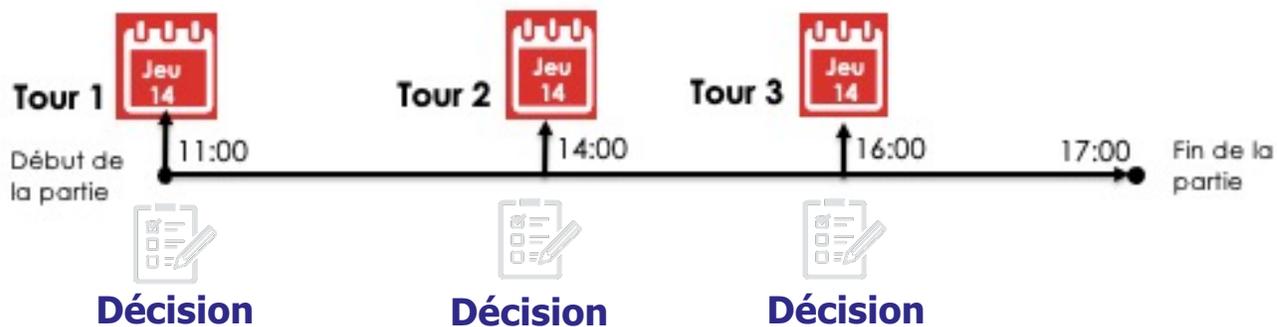
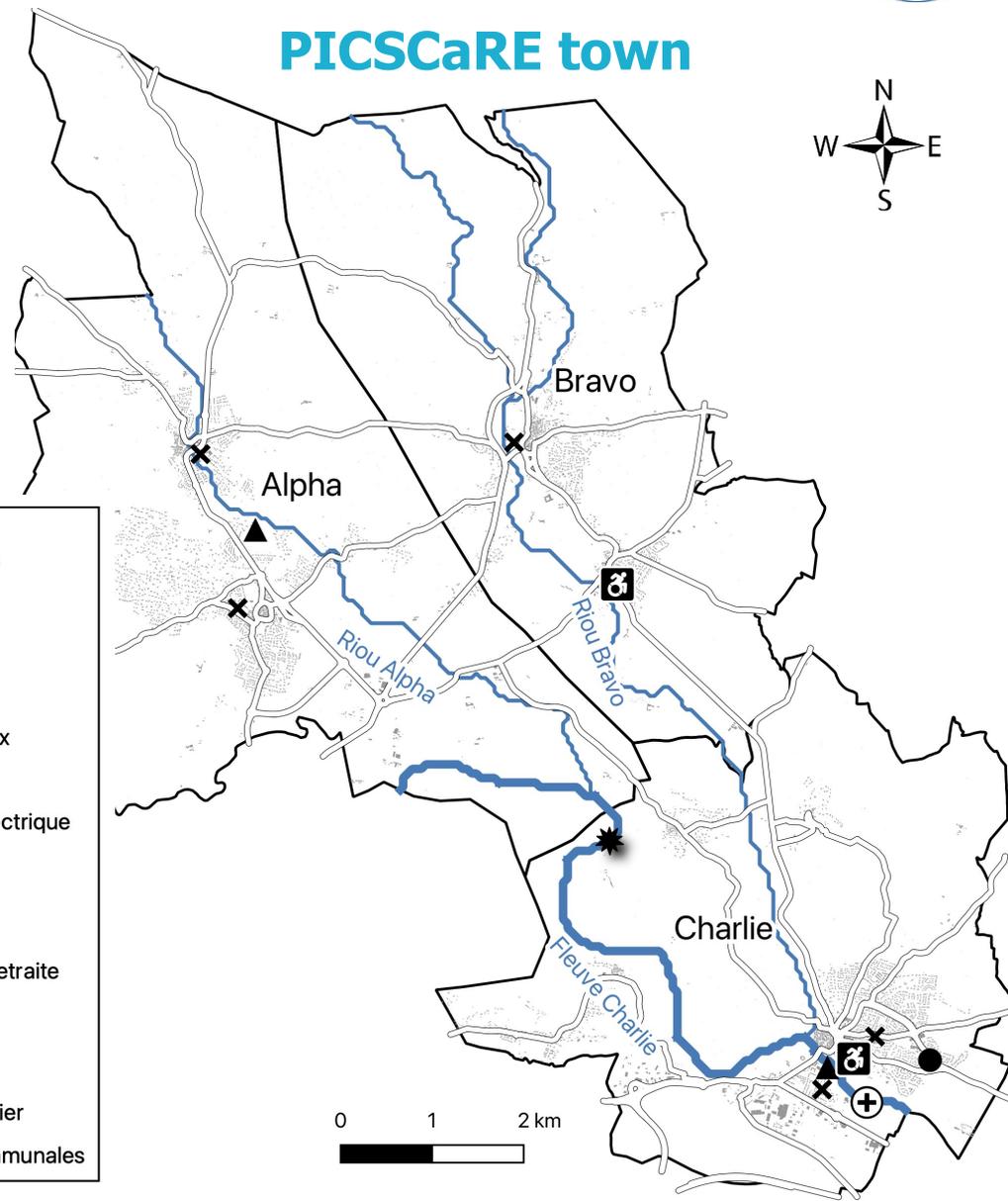
- Résolution spatiale et temporelle fine (mètres/minutes)
- Extension à petite échelle (petite ville ou quartier)
- Modélisation des comportements et interactions entre individus
- Utilise des données qualitatives (règles, témoignages, connaissances expertes) et quantitatives
- Test de l'effet de différentes mesures de prévention, d'alerte et de gestion de crise sur le risque humain
- Construire une connaissance partagée des processus (jeu sérieux)
- Permet la co-construction avec les usagers (facilement modulable)

Option choisie par les membres du groupe utilisateurs du projet

Vers un modèle hybride couplant simulation multi-agents et le jeu de rôle collaboratif PICSCaRE

Le jeu de rôle PICSCaRE

- Un territoire anonymisé : PICSCaRE Town
- Des joueurs pour simuler les prises de décision d'une cellule de crise
- Rejeu d'un événement passé de crues soudaines avec l'apport de prévisions probabilistes
- 3 tours de jeu pour décider des mesures de gestion de crise à mettre en œuvre pour faire face à l'évolution des prévisions et des circonstances



Vers un modèle hybride couplant simulation multi-agents et le jeu de rôle collaboratif PICSCaRE

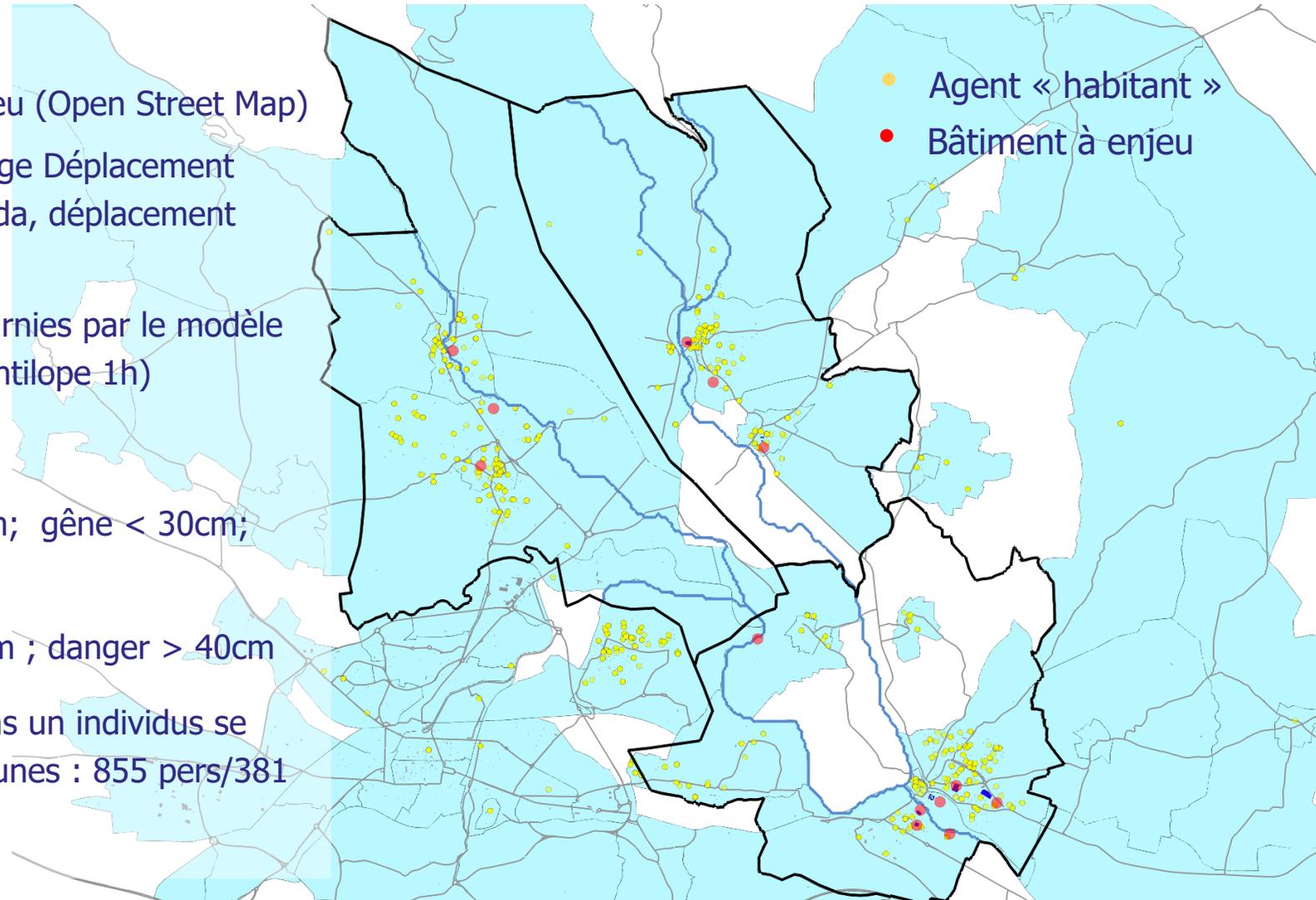
La simulation multi-agents PICSCaRE

Données d'entrée

- Bâtiments (BD topo), Routes et bâtiments à enjeu (Open Street Map)
- **Population et déplacements** : Enquête Ménage Déplacement (EMD de Carcassonne) – individus, foyers, agenda, déplacement entre zones fines
- **Inondation** : Raster Hauteur d'eau au 1/4h fournies par le modèle hydro PICS alimenté par les pluies observées (Antilope 1h)

Traitements

- **Routes** : 3 états possibles : non inondés < 20cm; gêne < 30cm; danger > 50cm
- **Bâtiments** : non inondés < 10cm ; gêne > 10cm ; danger > 40cm
- **Population** : sélection des foyers ayant au moins un individus se déplaçant dans une des zones fines des 3 communes : 855 pers/381 ménages/1718 déplacements



Vers un modèle hybride couplant simulation multi-agents et le jeu de rôle collaboratif PICSCaRE

Dynamique de la simulation multi-agents PICSCaRE

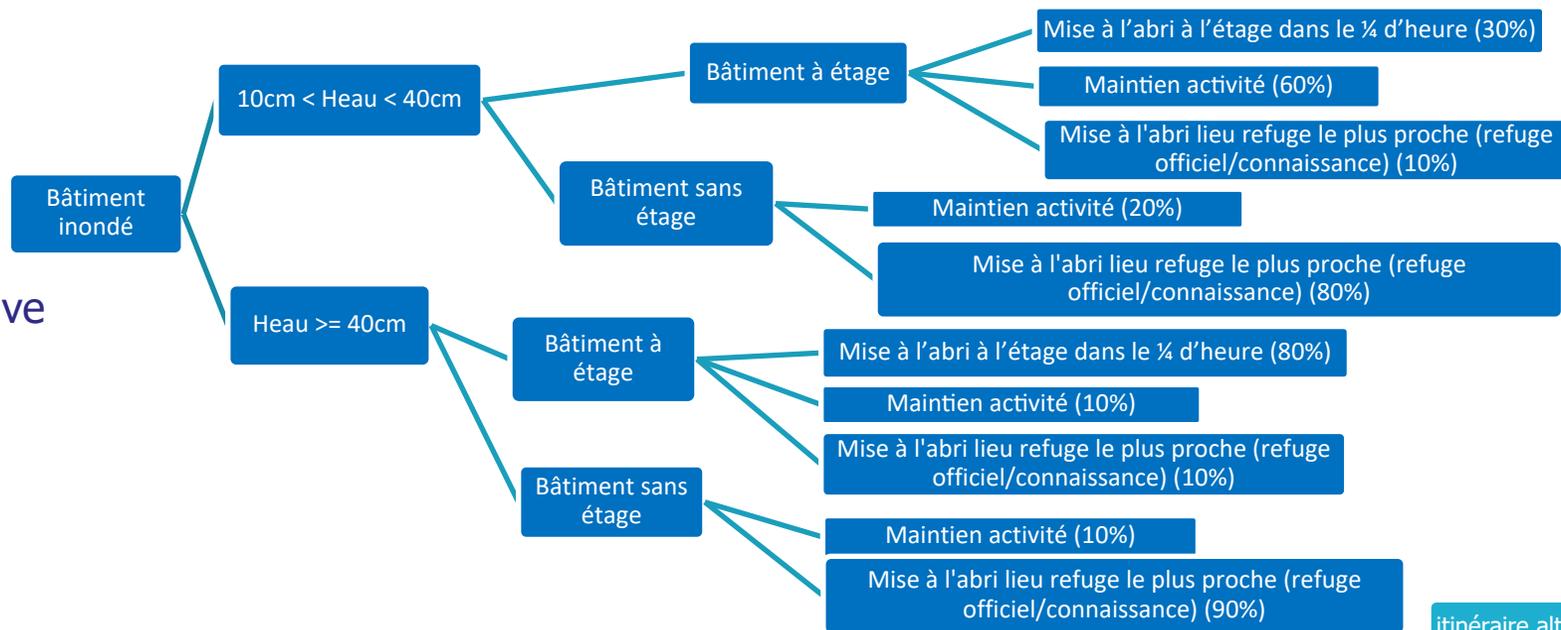
- Début de la simulation : 14 /10/2018 à 6h (début emploi du temps)
- 1 pas de simulation = 1 minute
- horaire inondation calé sur les horaire du jeu PICScare => paramètre modifiable

Dynamique d'exposition des personnes : 3 simulations

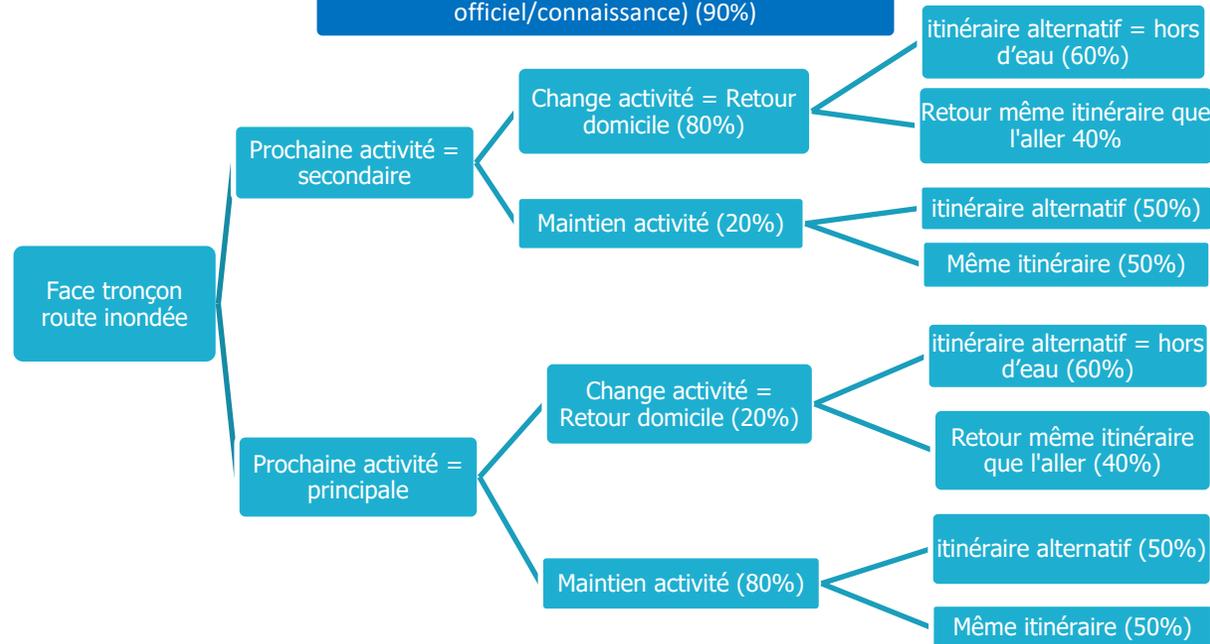
- **Scénario 0** : Pas de crise, les agents vaquent à leurs occupations/déplacements selon leur emploi du temps
- **Scénario 1** : Implémentation des comportements individuels spontanés en réaction à l'inondation des bâtiments et des routes SANS prise en compte des décisions collectives de gestion de crise
- **Scénario 2** : Implémentation des comportements individuels face à la crise AVEC prise en compte des décisions collectives de gestion de crise des Tours de jeu 1, 2 et 3

Scénario 1 : comportements individuels spontanés

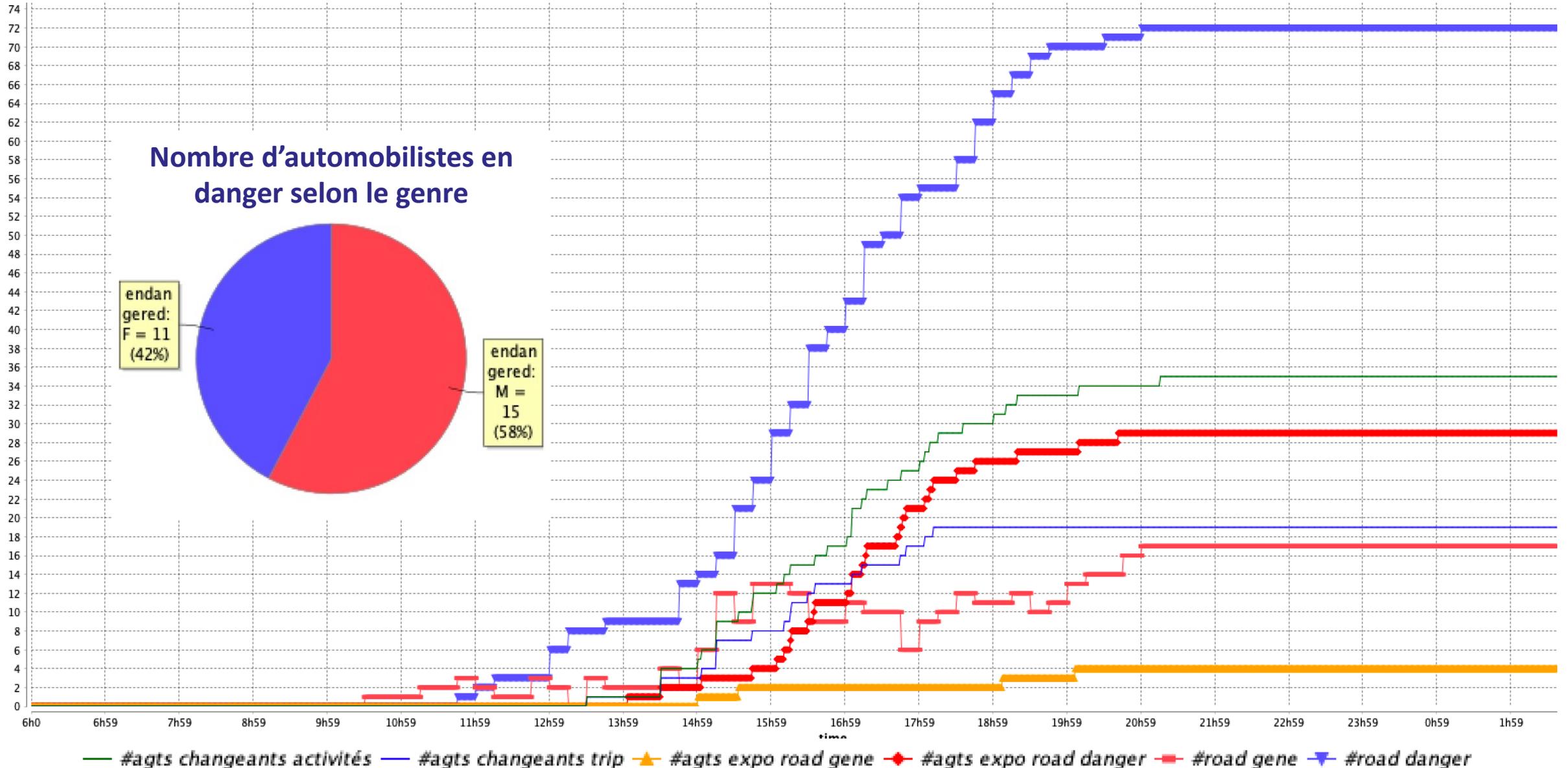
Réaction face à l'inondation du bâtiment où la personne se trouve



Réaction face à l'inondation d'un tronçon de route où la personne circule



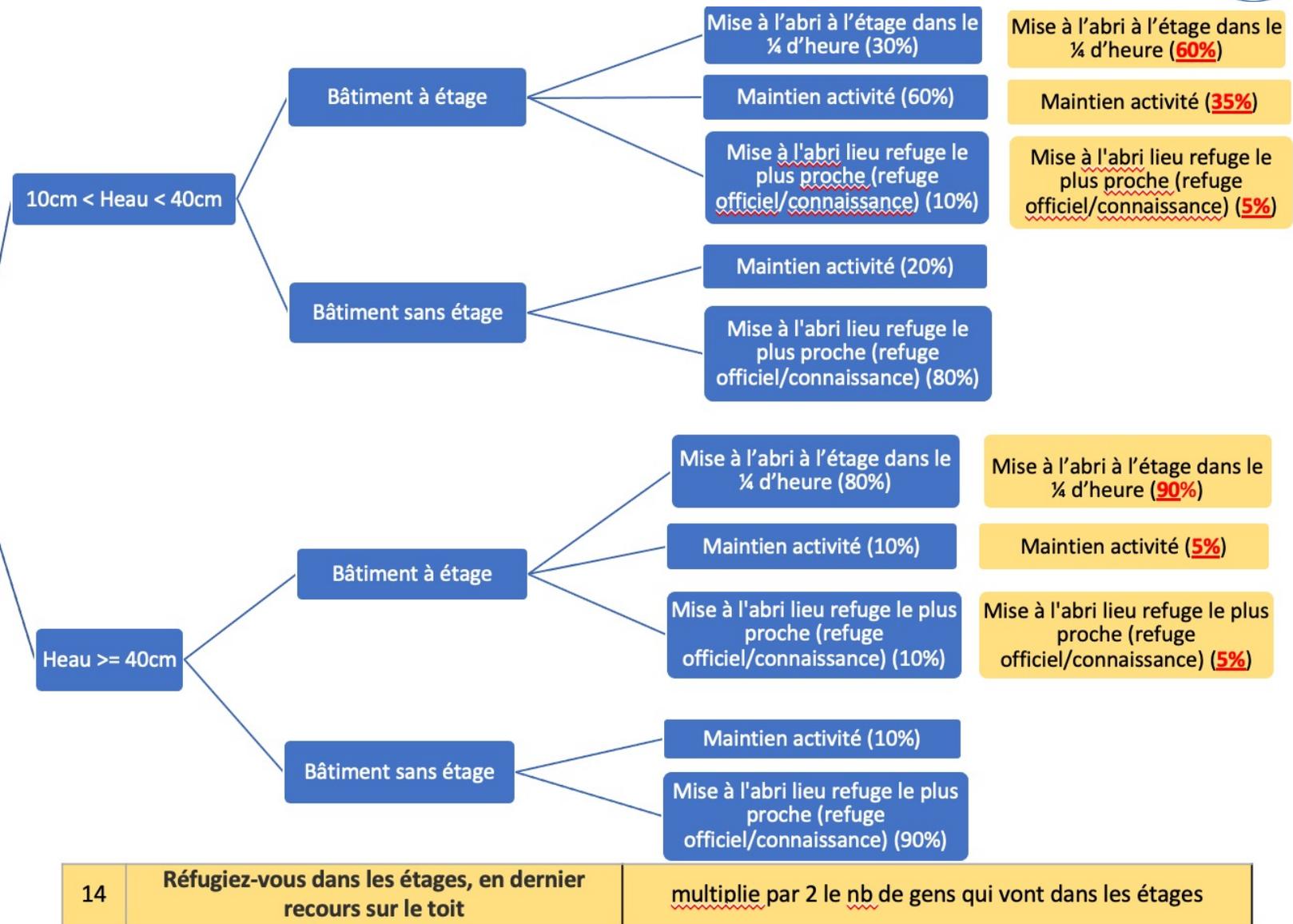
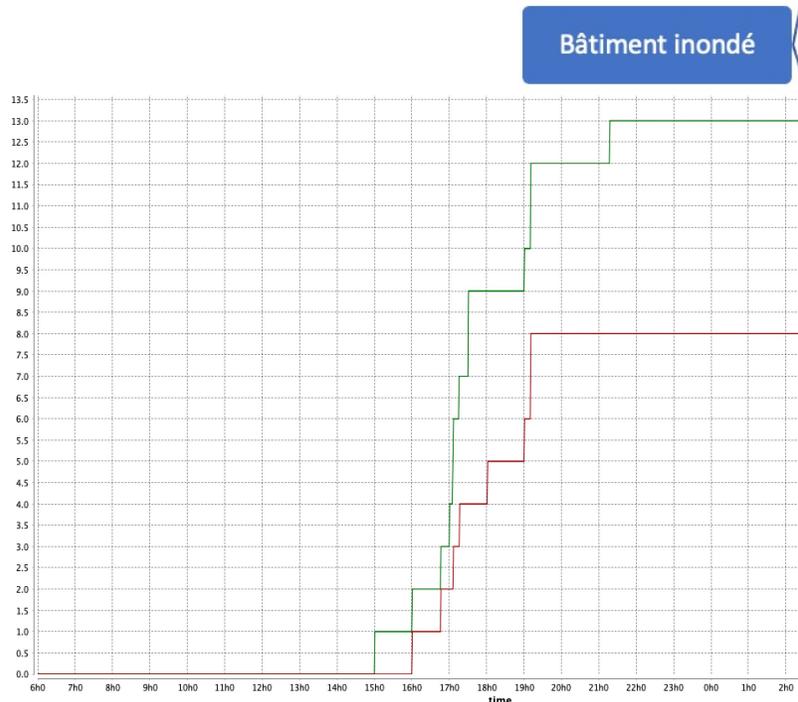
1ers résultats de simulation - scénario 1



Scénario 2 : Exemples d'effets des décisions de la cellule de gestion de crise sur les comportements individuels

Types de décision	Sous-décisions	Types de population impactées	Effet 1	Adhésion	Non-concilants/limites
DECISIONS SCOLAIRES					
	Confinement dans les écoles (Zones A, B ou C, ttes zones)	Parents avec enfants age < 11 ans	50% des ménages délèguent 1 parents pour récupérer les enfants dans l'heure qui suit	Orange = 50%, Rouge = 20%	
		age<11 ans	100% enfants restent dans écoles jusqu'à levée mesure		
	Fermeture établissements scolaires pour l'après-midi et retours anticipés (Zones A, B, C, ttes zones)	Parents avec enfants age < 18 ans	1 parent/ménage (délégué) va chercher la fratrie dans l'heure qui suit		
		age<18 ans	100% des enfants en déplacement avec 1 parent dans l'heure qui suit		
FERMETURES ROUTES					
	Routes inondées	Automobilistes en déplacement	Segments retirés du graph initial	40% en orange, 80% en rouge	actifs vers travail + parent délégué
	Routes coupées/bloquées par FO	Automobilistes en déplacement	Segments retirés du graph initial	100% des agents	

Scénario 2 : Effets de la consigne « Réfugiez vous dans les étages ou sur le toit »



14 Réfugiez-vous dans les étages, en dernier recours sur le toit multiplie par 2 le nb de gens qui vont dans les étages

Scénario 2 : Effets de la consigne « Soyez vigilant, une vigilance pluie-inondation est en cours »



10

Soyez vigilant une vigilance orange pluie-inondation est en cours

20% des personnes ayant prévu un loisir dans la journée annulent cette activité et déplacement associés

=> déplacements loisirs réduits (courbe rouge)

Quelle suite pour ce modèle hybride ?

- Implémenter toutes les décisions de gestion de crise listées dans le jeu PICSCaRE
- Augmenter la taille de la population
- Choisir les paramètres modifiables et les paramètres de sortie en lien avec les utilisateurs
- Débugger
- Intégrer les résultats à chaque de tour du jeu de rôle participatif
- D'autres idées ? À vous de nous dire...

Merci !
Questions ?

Isabelle Ruin

Isabelle.ruin@univ-grenoble-alpes.fr