



PICS

Modélisation des impacts des crues rapides

signature du comportement humain
sur les impacts associés aux
événements pluvieux extrêmes

Galatea Terti (LIG, IGE)

Contributors:

Isabelle Ruin (IGE) - Sandrine Anquetin (IGE)

Julie Dugdale (LIG) - Carole Adam (LIG)



financé par
IDEX Université Grenoble Alpes



02/12/2019

Quels types d'impacts à modéliser ?

Environnement perturbé



Propriétés endommagées



Personnes affectées



Enjeux **statiques** à fine résolution

Dynamique (trajectoire d'exposition
et vulnérabilité comportementale)

les dommages économiques et les pertes humaines

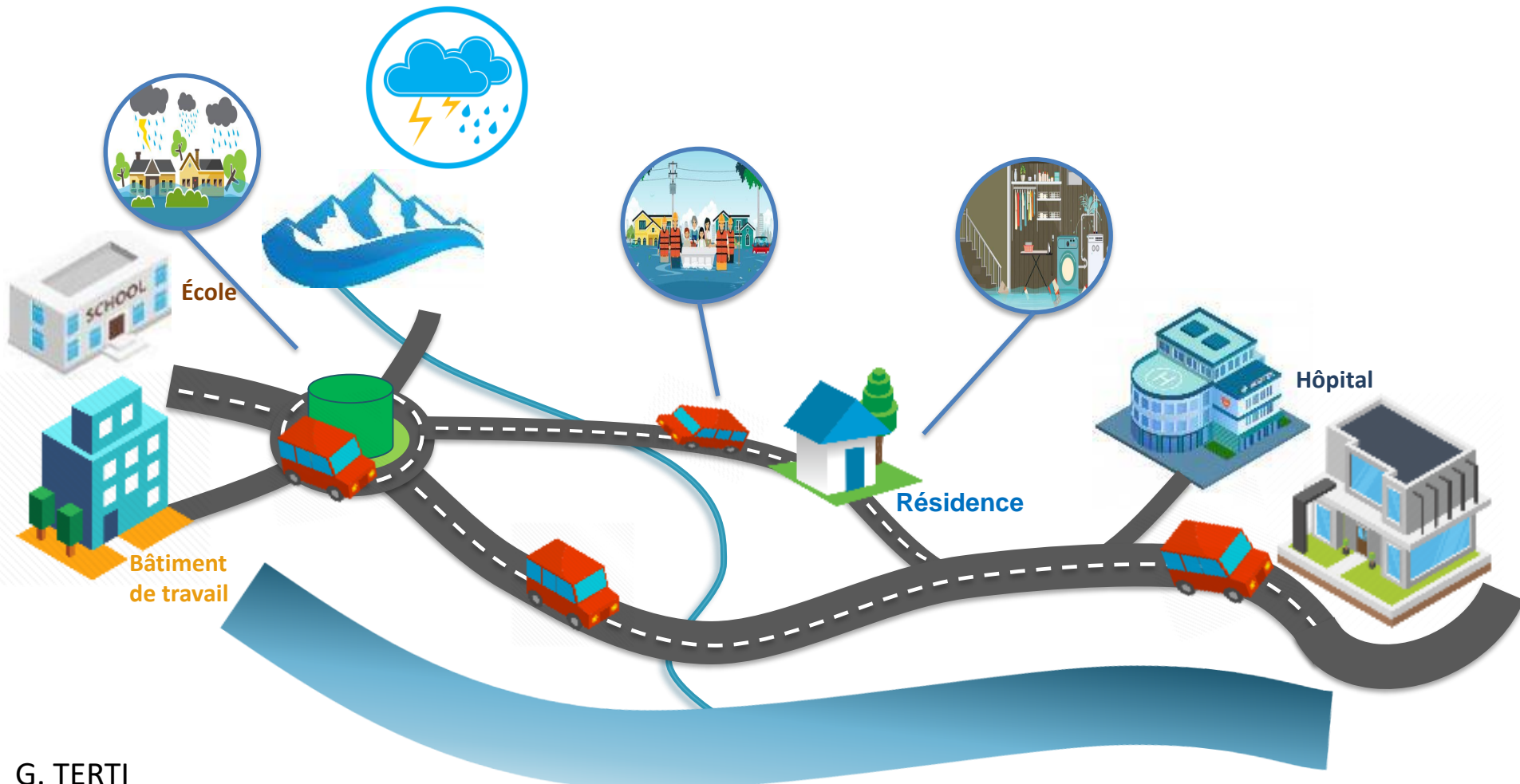
Génération d'impacts: Système physique et social couplé

**Phénomène
hydrométéorologique**



Génération d'impacts: Système physique et social couplé

Phénomène hydrométéorologique



Génération d'impacts: Système physique et social couplé

Phénomène hydrométéorologique



Vulnérabilité physique et sociale

EXPOSITION

Combien de
structures et de
personnes à risque?

SENSIBILITÉ

Structures et
personnes fragiles ?

CAPACITÉ DE RÉACTION

Décisions et comportements
d'urgence pour éviter les
préjudices?



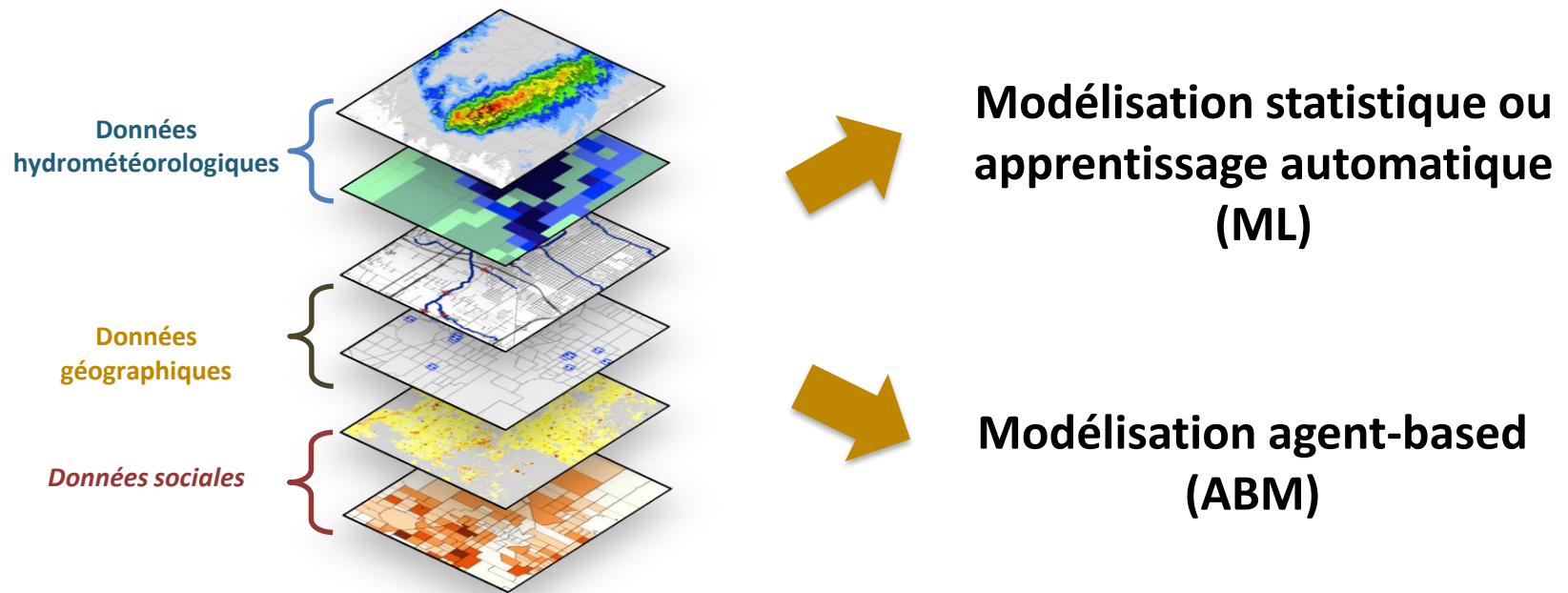
Comment simuler les impacts et développer des outils d'aide à la décision ?

Besoin de **modèles** qui peuvent **coupler les dynamiques spatio-temporelles** représentant **La propagation des pluies-inondations**

L'exposition des enjeux

La vulnérabilité et la capacité de réponse des enjeux en situation d'urgence

Avec une représentation explicite **des besoins des parties prenantes**



Modélisation machine-learning

Input

N=38,106
crues soudaines
(2001-2011)

Données d'impact			Indicateurs/Prédicteurs		
EVENT	Mortalité véhiculaire	à prédire	Proxy 1	...	Proxy p
EVENT 1	2	oui	5.5	...	1,447
EVENT 2	11	oui	26.54	...	1,538
EVENT 3	0	no	1.44	...	172
EVENT 4	0	no	2.63	...	37
EVENT 5	0	no	3.25	...	552
EVENT 6	8	oui	18.89	...	1,131
EVENT 7	0	no	4.92	...	661
...
EVENT N	0	no	3.67	...	405

Extraction d'éléments



Résultat

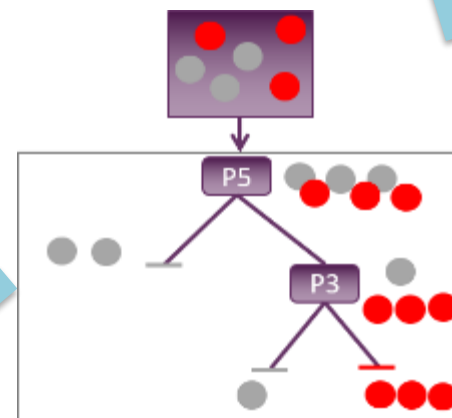


"Prob. accident"



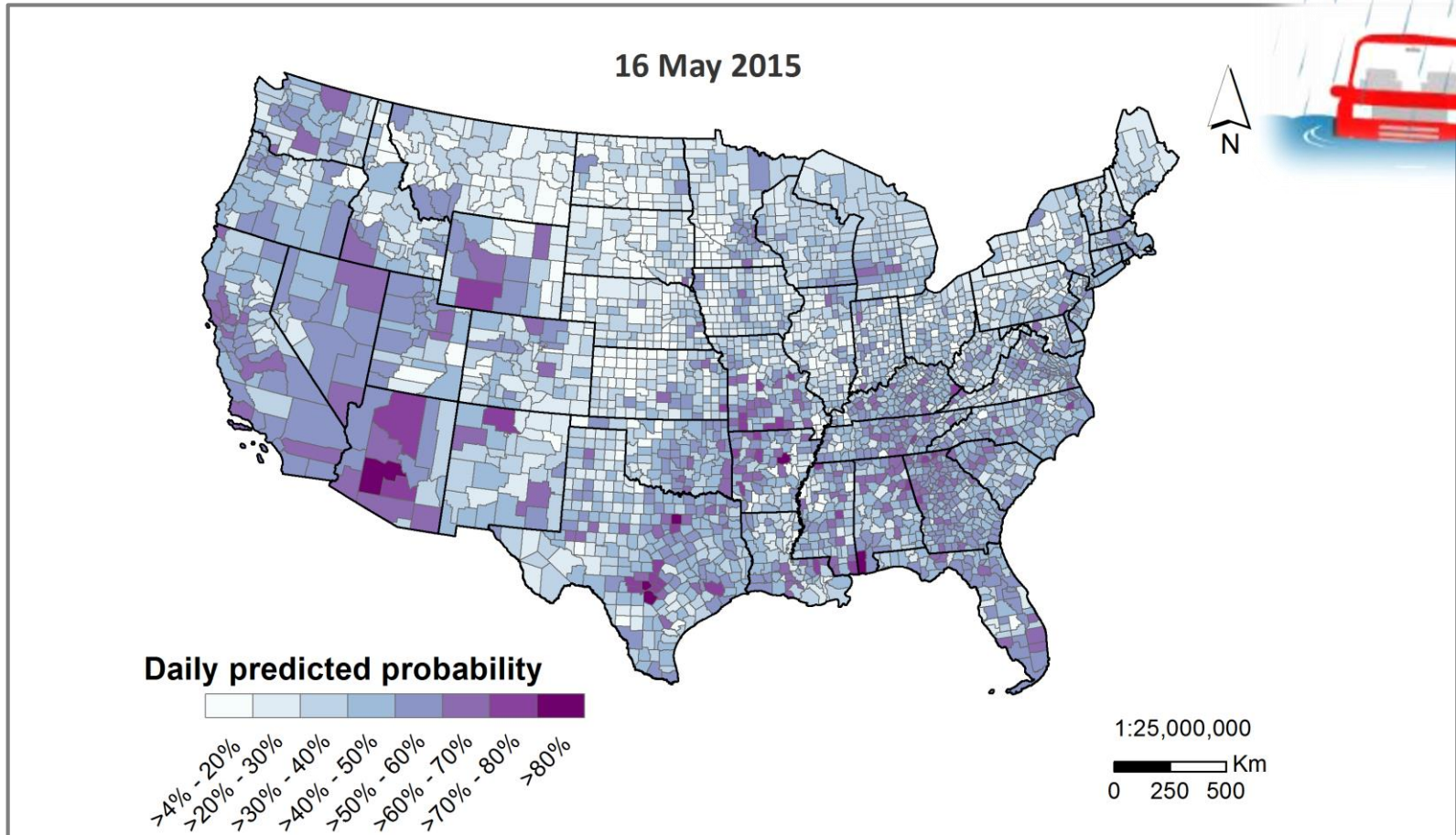
"Prob. pas d'accident"

Classification



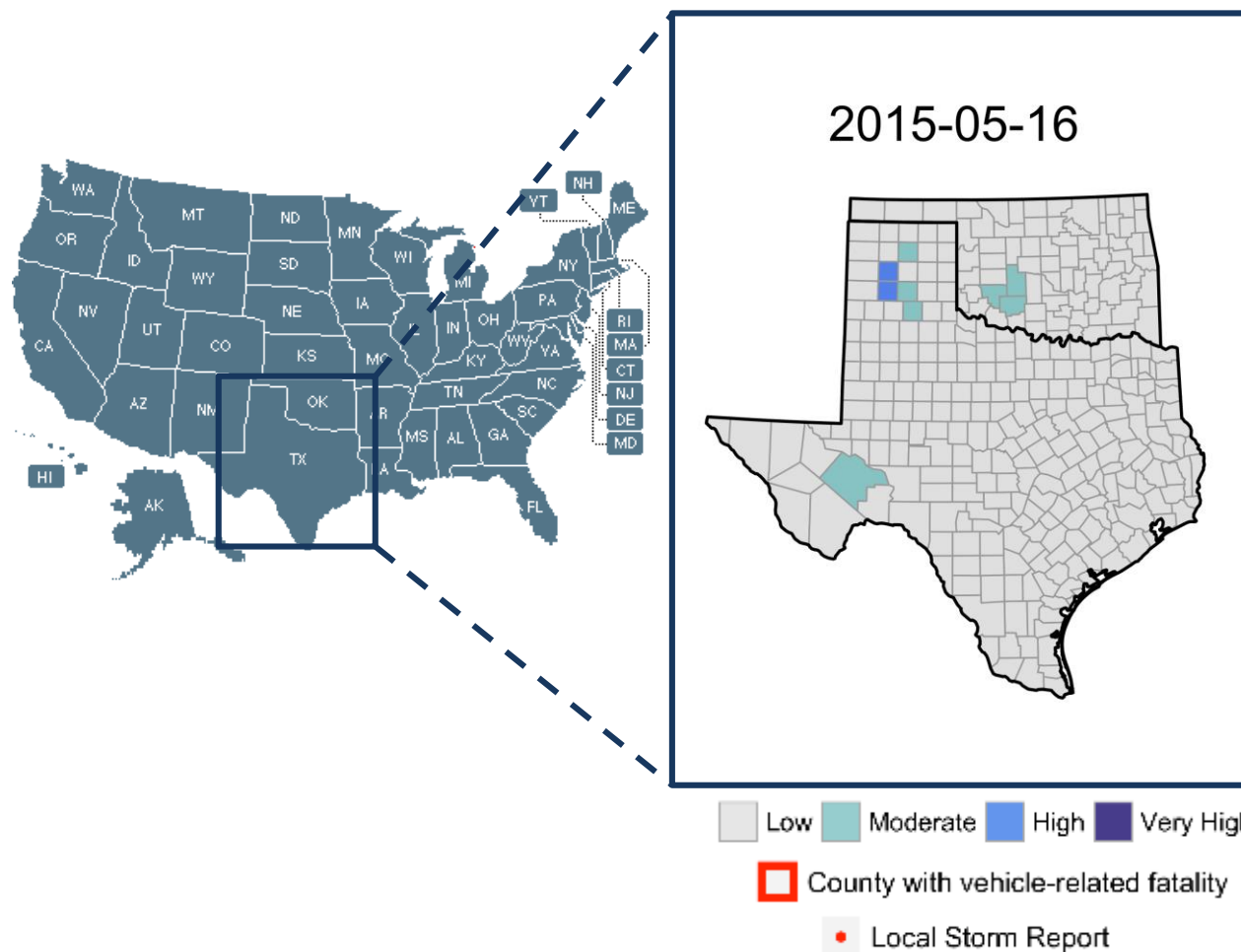
Cartographie dynamique des risques humaines

Probabilité journalière d'accident en raison de l'inondation soudaine



Terti, G., Ruin, I., Gourley, J. J., Kirstetter, P., Flamig, Z., Blanchet, J., ... & Anquetin, S. (2019). Toward probabilistic prediction of flash flood human impacts. *Risk Analysis*, 39(1), 140-161.

Prédictions et comparaison avec les observations



Probabilités également réparties en quatre catégories :

- i) Low : ≤ 0.25 ,
- ii) Moderate : $> 0.25 - \leq 0.50$
- iii) High : $> 0.50 - \leq 0.75$,
- iv) very high : > 0.75

Les comtés dont le débit de pointe unitaire quotidien < 2 ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} \text{km}^{-2}$) sont attribués à la faible probabilité

[Martinaitis et al., 2017]

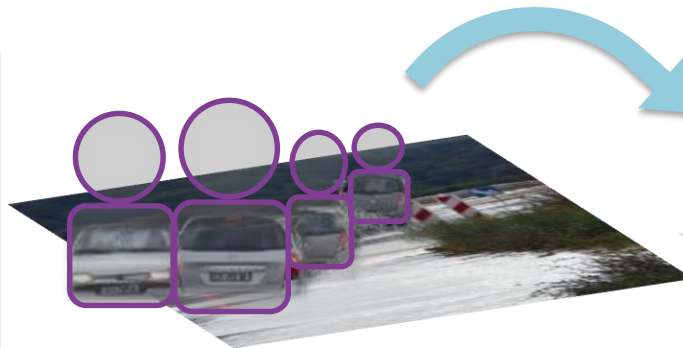
Terti, G., et al. (2019). Toward probabilistic prediction of flash flood human impacts. *Risk Analysis*, 39(1), 140-161.

Modélisation 'Agent-based' (ABM)

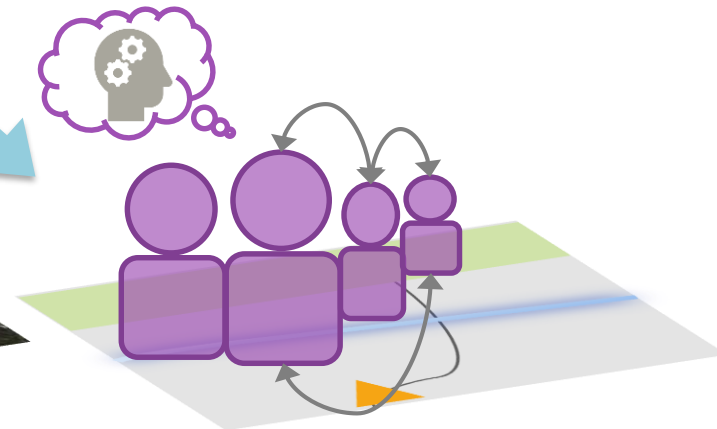
couplé avec des modèles et des données physiques



Système réel



Modélisation en tant qu'agents



Simulation sur ordinateur



Généralisation des **représentations individuelles**



Approche **flexible axée sur les données** (on peut intégrer des données qualitatives/quantitatives)



Approche **intégrative** : tout formalisme peut être utilisé pour exprimer la dynamique des agents. Différentes approches de modélisation peuvent coexister dans un même modèle.



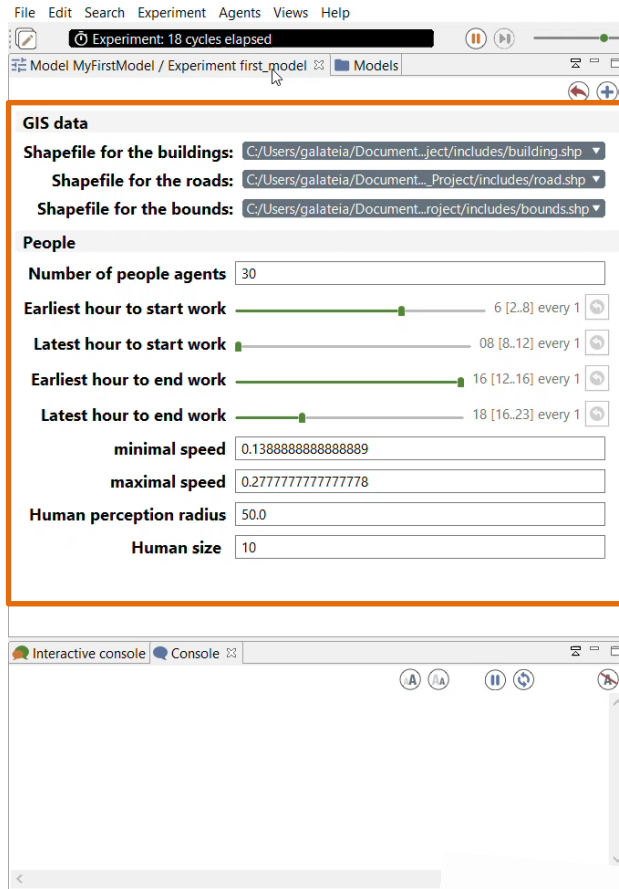
Accepte l'hétérogénéité : les agents peuvent représenter toute entité ou agrégation d'entités, à n'importe quelle échelle temps/espace



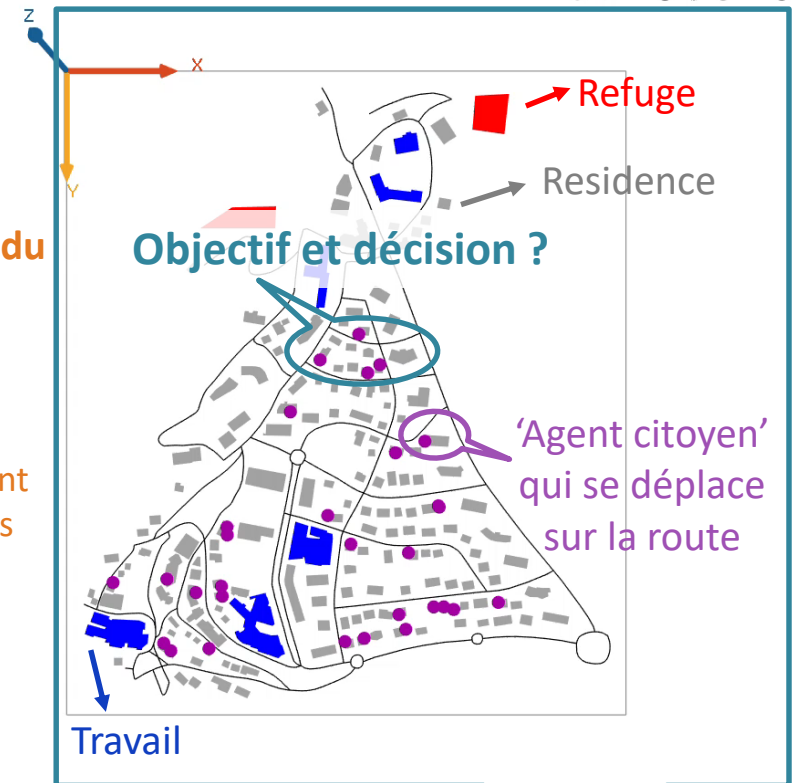
Un moyen puissant pour **engager les parties prenantes**

Drogoul, A., et al. (2013, May). GAMA: a spatially explicit, multi-level, agent-based modeling and simulation platform. In *PRIMA* (pp. 271-274). Springer, Berlin, Heidelberg.

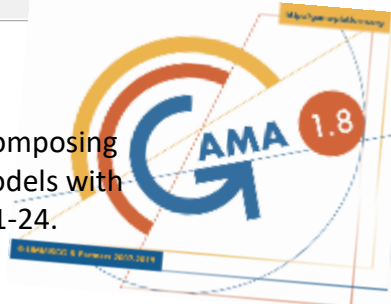
Simulation sociale de crise d'inondation



Paramètres du modèle :
possibilité
d'ajouter /
modifier des
entités pendant
les simulations



Taillandier, P., et al. (2018). Building, composing and experimenting complex spatial models with the GAMA platform. *Geoinformatica*, 1-24.



Expérimentation :

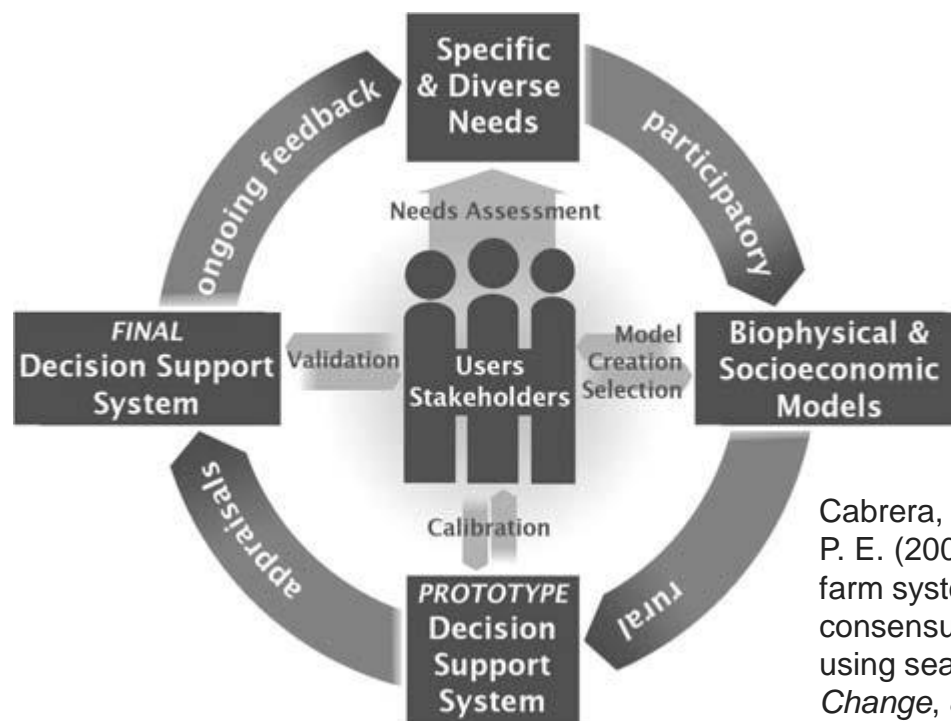
Comment les aspects temporels et spatiaux des alertes affectent les comportements et amènent à des impacts humains ?

Quel type d'information et d'outil répond le mieux à vos besoins ?

Cartographie dynamique des risques (ML)	Simulation sociale ou socio-hydrologique couplée (ABM)
<ul style="list-style-type: none">- 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	<ul style="list-style-type: none">- Résolution spatiale et temporelle fine (mètres/seconde)- 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
<ul style="list-style-type: none">- Cartographie dynamique du risque humain pour différents scénarios événementiels	<ul style="list-style-type: none">- Test de l'effet de différents aspects 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)

Travailler ensemble vers des outils efficaces

Conception et modélisation participatives



Cabrera, V. E., Breuer, N. E., & Hildebrand, P. E. (2008). Participatory modeling in dairy farm systems: a method for building consensual environmental sustainability using seasonal climate forecasts. *Climatic Change*, 89(3-4), 395-409.

Merci de répondre à un court questionnaire