

## LA MODÉLISATION COMME OUTIL DE PRÉVENTION DES RISQUES

**Odile Plattard**, docteure en géographie, architecte spécialisée dans la prévention des risques majeurs, chercheuse associée à l'UMR 8504 Géographie-cités et à l'UMR 5194 Pacte.

**La mise en place de stratégie d'évacuation d'une population sur un territoire urbain est un enjeu majeur en prévention des risques, d'autant plus dans un contexte multirisque. Or, aujourd'hui, les risques sont souvent considérés de manière séparée. C'est en partant de ce constat et de ses conséquences pour la garantie de la mise en sécurité des personnes en cas d'évacuation en contexte urbain face à un tsunami et un séisme que s'est bâti ce travail de recherche.**

### DES TERRITOIRES URBANISÉS LITTORAUX FACE AUX RISQUES

Les deux sites d'études (Saint-Laurent-du-Var (France) et Syracuse (Italie)), très urbanisés et touristiques, sont soumis à un risque de tsunami engendré par un séisme ou un glissement de terrain<sup>1</sup>. Dans le cas présenté ici, le délai d'arrivée du tsunami sur la côte est de 10 à 15 minutes après l'évènement déclencheur ; cela sous-entend une nécessité d'évacuation du front de mer quasi instantanée. La hauteur d'eau envisagée, selon les évènements de référence, est de 3 m avec une vitesse d'environ 20 à 25 km/h (Gailler et al., 2016).

Deux types de plans d'évacuation existent déjà sur le site de Syracuse exposé au tsunami lié à un séisme précurseur. Le premier (figure 1, gauche), situé dans les zones

touristiques, considère uniquement le risque sismique et préconise de s'éloigner des constructions en trouvant refuge dans les parcs et sur le bord de mer. Le second (figure 1, droite) a été réalisé dans le cadre d'Astarte<sup>2</sup> et prend en compte uniquement le risque de tsunami ; afin de s'éloigner du front de mer, des zones refuges sont identifiées dans les terres et au milieu des bâtiments. Cet exemple concret de stratégies d'évacuation à Syracuse illustre de façon éloquente la contradiction des consignes pour les personnes, émanant de la prise en compte de chaque risque de manière isolée. À cela s'ajoute, qu'après un diagnostic de vulnérabilité sismique du bâti de Syracuse et des débris issus des constructions endommagées qui obstrueraient les rues, l'accès aux zones de refuge en cas de tsunami ne peut être garanti en cas de séisme précurseur (Plattard, 2019).

Dans ce contexte multirisque d'évacuation rapide, le contexte urbain prend tout son sens. Deux problématiques principales ont été développées, qui répondent à l'exigence de mise en sécurité des personnes : quelle visibilité des zones refuges dans ce contexte urbain pour les individus tout au long de l'évacuation ? Quelle praticabilité des itinéraires d'évacuation suite à un séisme qui peut avoir endommagé les constructions et

généralisé des débris sur les voiries ?

À travers une démarche novatrice qui considère tsunami et séisme de manière combinée, le modèle STEP (Séisme Tsunami Evacuation Population) a été développé (Plattard, 2019). Cette modélisation intègre les problématiques d'un territoire urbain littoral, tout en modélisant les aléas et les individus en train d'évacuer. La mise en place de modèles informatiques permet la représentation schématique d'une réalité qui peut être soumise à des simulations de scénarios basés sur les données issues d'évènements majeurs passés ou à venir (Haggett, 1965). La modélisation met en avant des processus en fonction du contexte, des connaissances du réel et de la question posée (Banos, 2015).

### LE MODÈLE STEP ET LES RÉSULTATS POUR SAINT-LAURENT-DU-VAR

STEP est constitué de différents éléments qui viennent se superposer tels que l'environnement, le bâti, la population, les zones refuges, les aléas : séisme et tsunami (figure 2).

Le zonage du front de mer de Saint-Laurent-du-Var est le périmètre choisi pour le premier modèle réalisé. Cet environnement est recréé grâce à l'intégration du Modèle numérique de terrain (MNT), pour le relief, ainsi que de la BD Topo (IGN) pour les constructions. Les données de délai d'arrivée sur le front de mer,

<sup>1</sup> Pour rappel : Un tsunami est un ensemble de vagues de grandes longueurs d'onde résultant d'une modification brutale du plancher sous-marin suite à un évènement source tel qu'un séisme (dans plus de 90 % des cas).

<sup>2</sup> Programme Astarte : Assessment, Strategy And Risk Reduction for Tsunamis in Europe. 2013-2016.

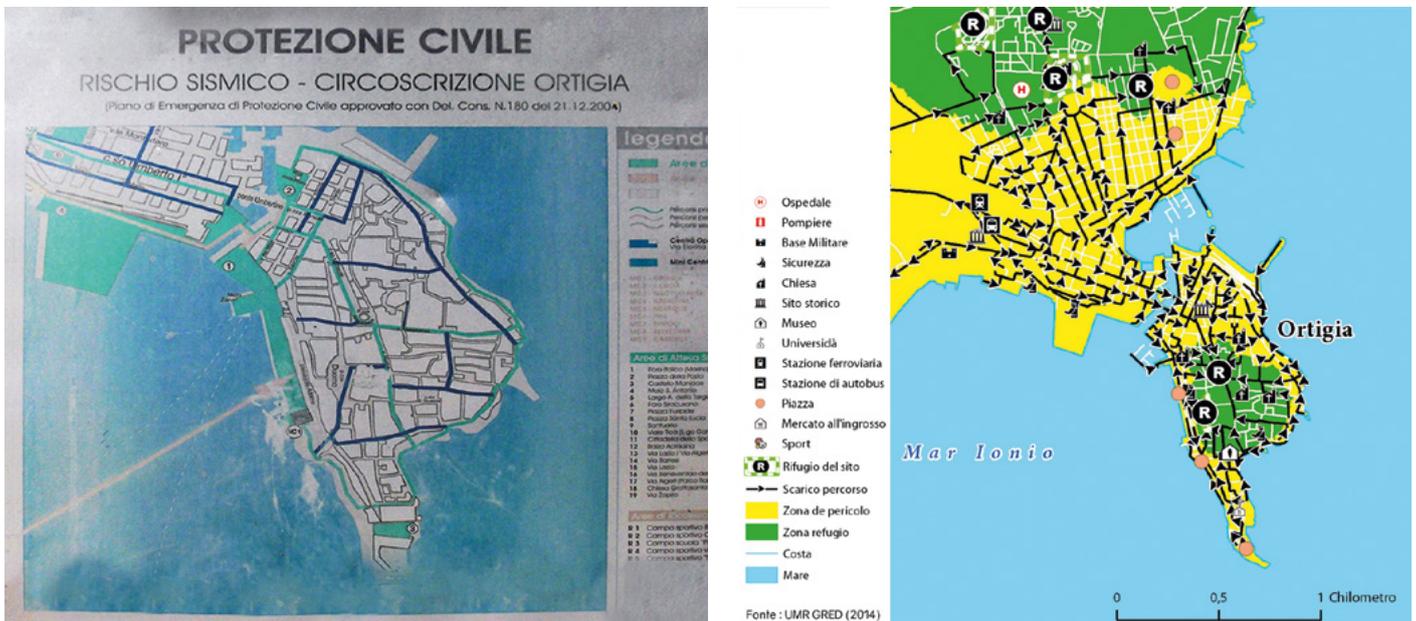


Figure1.jpg » : Plans d'évacuation à Syracuse, en cas de séisme (à gauche, zones refuges en vert), en cas de tsunami (à gauche, zones refuges « R » en noir) © Plattard, O., 2017

de hauteur et de vitesse du tsunami sont tirées du modèle du CEA réalisé pour Astarte (Gailler et al., 2016).

Le séisme est modélisé par un effondrement aléatoire de certains bâtiments qui survient au début de la simulation, qui correspond à une probabilité d'effondrement en fonction de la magnitude choisie. La probabilité d'effondrement du bâti se base sur l'EMS 98 et sur un diagnostic de terrain. Les débris apparaissent autour de la construction impactée et sont infranchissables par un individu, amenant donc à trouver un autre itinéraire jusqu'à la zone refuge.

La population doit évacuer en direction de zones refuges dont le nombre, la hauteur et la localisation sont définis à l'initialisation du modèle. En raison du bâti, les individus n'ont pas toujours la visibilité de la zone refuge la plus proche et ont une plus grande probabilité de chercher leur chemin.

La modélisation permet de tester une variation infinie de scénarios d'évacuation, tandis qu'il serait difficile de procéder à une multitude d'exercices réels d'évacuation de population sur un littoral. La multiplication des simulations d'un même scénario permet d'obtenir des résultats amenant à la compréhension des mécanismes et dysfonctionnements de l'évacuation en contexte multirisque.

## CONCLUSION

Les résultats issus des simulations montrent que la localisation des zones refuge est le paramètre ayant le plus d'influence sur le nombre d'individus ayant réussi à

se mettre en sécurité. Différentes configurations de localisation ont été testées et l'incidence sur leur accessibilité par les personnes est grande. De plus, il est également visible que la prise en compte du séisme précurseur au tsunami a une grande influence sur les résultats puisqu'en fonction des effondrements, des itinéraires d'évacuation jusqu'alors privilégiés sont obstrués, rendant des zones refuge inaccessibles. Ces résultats



figure 2 : Interface de simulation du modèle STEP de Saint-Laurent-du-Var : la mer avant le tsunami (en bleu), les constructions en fonction de leur hauteur (du rose au rouge foncé), effondrement suite au séisme (en orange), zones refuges (cibles vertes) et leur zone de non-visibilité (en gris) et la population à évacuer (en vert) © Odile Plattard, 2018.

mettent en avant la pertinence et l'importance d'une stratégie globale d'évacuation à l'échelle d'un territoire à travers la prise en compte du contexte urbain et multirisque (Plattard, 2019).

STEP est facilement adaptable à différents territoires et à leurs problématiques propres. De plus, le modèle a été présenté dans des événements tels que la Nuit de la

géographie en 2018, et sa facilité de prise en main en fait un outil pédagogique approprié auprès de la population. Enfin, à moyen terme, STEP vise à être un outil adapté d'aide à la décision auprès d'élus et acteurs locaux dans une démarche de mise en place de stratégies de prévention des risques sur leur territoire.

## REFERENCES

- Banos A., Lang C. et Marilleau N., 2015, Simulation spatiale à base d'agents avec Netlogo 1. Introduction et bases. ISTE Editions.
- Gailler A., Monnier A., Fontaine A., Loevenbruck A. et Lavigne F., 2016, Deliverable 10.48 - Lessons learned on the Astarte test sites. EU project Astarte.
- Haggett P., 1965, Locational Analysis in Human Geography. Arnold, Londres.
- Plattard, O., 2019, Repenser l'évacuation d'une population littorale en milieu urbain dans un contexte multi-risques: le modèle STEP (Séisme Tsunami Evacuation Population). Géographie. Université Paris I - Panthéon-Sorbonne.