

Un jeu sérieux fondé sur un modèle Agent pour sensibiliser aux Solutions fondées sur la Nature pour gérer les inondations

Annabelle Moatty¹, Franck Taillandier¹

¹ UMR RECOVER (INRAE / Aix-Marseille Université) - 3275 route de Cézanne - CS 40061 – 13182 Aix-en-Provence Cedex 05

RESUME De nombreux travaux (projets, articles, etc.) ont démontré l'intérêt des Solutions fondées sur la Nature (SfN) pour réconcilier prévention et développement durable, en particulier dans un contexte de changement climatique. Cependant, leur mise en œuvre concrète soulève notamment le problème de la réception sociale et de l'appropriation de ces infrastructures par les différents acteurs. Cela induit la nécessité d'inscrire les SfN dans une vision globale, participative et intégrée de la gestion des risques. L'enjeu est donc d'accompagner les différents acteurs dans un processus d'aide à la décision. C'est là le défi que s'est fixé le projet MANA qui vise à concevoir une démarche, un modèle et un outil, permettant de sensibiliser les parties prenantes aux SfN pour gérer le risque inondation. Pour cela, nous proposons la combinaison de deux approches : la modélisation Agent et le jeu sérieux. Le projet MANA donnera lieu à des expérimentations avec différentes collectivités.

Mots-clefs Inondations, Solutions fondées sur la Nature, Modèle Agent, Jeu Sérieux

I. INTRODUCTION

Les sociétés contemporaines sont confrontées à un large éventail de défis liés à la transition environnementale. Parmi ceux-ci se placent les enjeux liés à la gestion des risques "naturels" dans un contexte de changement climatique, induisant une évolution à la fois en termes de fréquence et d'intensité des aléas. Différentes stratégies de prévention structurelles et non structurelles sont envisageables pour faire face aux événements et à leurs conséquences. Les stratégies structurelles classiques sont fondées avant tout sur des actions de protection « dure », c'est-à-dire la construction d'un élément de protection anthropique (digue, paravalanche, etc.) ayant pour objectif de protéger un/des enjeu(x). Cette stratégie pose un double problème : *i*) d'une part, ces structures donnent souvent une impression trompeuse de totale protection aux populations (oubli du risque et développement urbain), *ii*) d'autre part, ces ouvrages ont un fort impact environnemental (dégradation paysagère, etc.). Une solution alternative serait d'avoir recours aux Solutions fondées sur la Nature (SfN). Les SfN sont « *des actions visant à protéger, gérer de manière durable et restaurer des écosystèmes naturels ou modifiés, pour relever directement les enjeux de société de manière efficace et adaptative tout en assurant le bien-être humain et des avantages pour la biodiversité* »

(UICN, 2016). Les SfN peuvent être combinées avec des stratégies structurelles classiques dans le cadre de “solutions hybrides”.

L’objectif du projet MANA (Modéliser pour augmenter l’aceptabilité des solutions fondées sur la Nature) est de concevoir une démarche, un modèle et un outil, permettant d’accompagner et de nourrir une réflexion collective sur la mise en œuvre de SfN et solutions hybrides pour gérer les inondations. Pour ce faire, il est nécessaire d’intégrer tous les acteurs (techniciens, gestionnaires, décideurs, riverains) au processus décisionnel pour leur faire construire collectivement un projet d’aménagement. Nous développons donc une approche couplant la simulation Agent avec un jeu sérieux, qui prend appui sur un support tangible (une maquette 3D). Le territoire reproduit par la maquette est une ville virtuelle (‘la Vita’) qui s’inspire de Vitrolles et de La Ciotat. Ce choix repose sur deux piliers : *i*) la volonté de développer un outil transposable d’un territoire à l’autre, et *ii*) permettre aux joueurs de tester des stratégies « extrêmes » (comme la délocalisation d’enjeux par exemple), plus complexes à expérimenter sur le territoire vécu (Amalric *et al.*, 2017).

II. MODELE

Les modèles Agent sont particulièrement adaptés pour la réalisation de jeux sérieux informatisés. Ces modèles sont composés d’un ensemble d’entités autonomes, appelés agents, dont le comportement individuel répond à des règles lui permettant d’interagir avec les autres agents dans un environnement complexe et dynamique. Chaque agent a sa propre vision du système, capacité de décision et d’action. Leurs objectifs et intérêts peuvent être divergents et il n’y a pas de contrôle global du système. Un des avantages majeurs est de proposer une modélisation et une simulation explicite du comportement des agents, facilitant sa compréhension par les différentes parties prenantes (techniciens, habitants, gestionnaires, etc.). Ils sont particulièrement adaptés pour la modélisation des systèmes sociaux-techniques, et sont souvent couplés à des modèles géographiques permettant d’intégrer ainsi un environnement réaliste (Taillandier *et al.*, 2019).

Nous avons développé dans le cadre du projet MANA un modèle Agent appelé SiFlo (Simulation of Flood) (Taillandier *et al.*, 2021) qui intègre un système d’informations géographiques (SIG) et le modèle cognitif Behaviour Emotions and Norms – BEN (Bourgais *et al.*, 2020) qui permet de simuler les comportements des habitants face à l’inondation (protéger ses biens, s’enfuir, alerter d’autres personnes, etc.). L’intégration native des SIG et la compatibilité du modèle avec des outils de génération de population synthétique (Chapuis *et al.*, 2018) le rend adaptable à tout territoire. SiFlo a été appliqué sur la ville de La Ciotat pour en valider les principes et en mesurer l’intérêt. Ce modèle permet aussi de tester différentes stratégies de gestion du risque en combinant différents types d’actions structurelles, qu’elles soient grises ou SfN. En s’appuyant sur un ensemble d’indicateurs prenant en compte les différentes dimensions de la durabilité (économie, société, environnement), SiFlo permet d’évaluer l’apport et les co-bénéfices des SfN. A travers la simulation de plusieurs scénarios, le modèle rend compte de l’efficacité des différentes actions face à des aléas d’intensités variées, et met en lumière des effets de seuil (une action très efficace jusqu’à un certain niveau d’eau puis ensuite très peu efficace, voire négative).

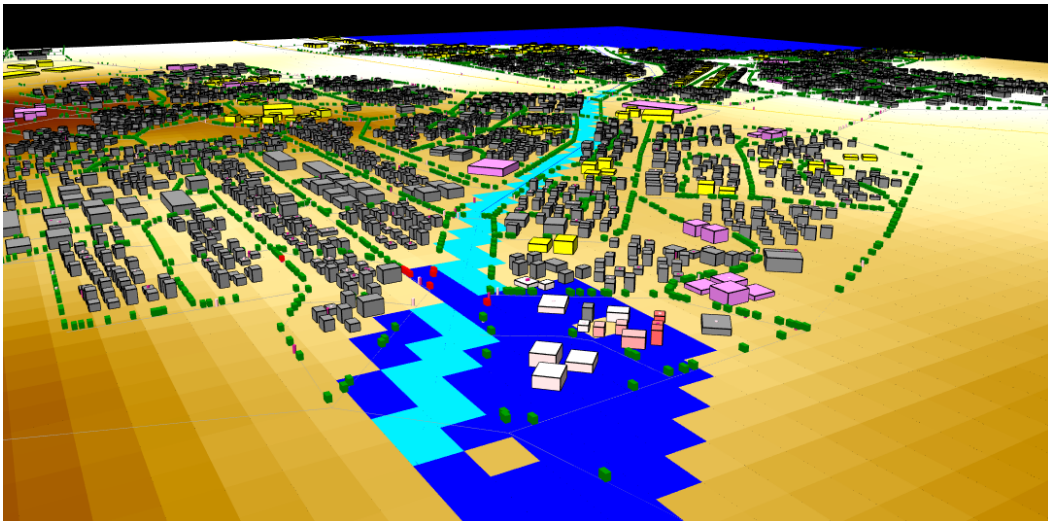


FIGURE 1. Extrait d'une simulation d'inondation à 'La Vita' avec GAMA

III. JEUX SERIEUX

Les modèles Agent peuvent prendre place dans un dispositif de jeu sérieux. Les jeux sérieux qui nous intéressent ont pour objectif de mettre les joueurs en situation de conflit entre des intérêts divergents, qu'ils doivent gérer tout en étant soumis à des règles (Sauve *et al.*, 2007). Ils sont développés à des fins pédagogiques et présentent l'intérêt majeur de créer un espace d'échanges et d'interactions entre les participants, capables de générer des apprentissages sociaux qui facilitent la mise en œuvre d'actions collectives (Becu, 2020). Ces apprentissages sont issus « d'une succession de retours réflexifs » à la fois fournis par les conséquences des décisions et actions des joueurs sur le jeu et la simulation, ainsi que sur les autres joueurs (Amalric *et al.*, 2017). Les jeux de rôles sont des outils qui s'adaptent à différents types d'acteurs et qui permettent, tout comme les modèles Agent, l'exploration de différents scénarios au sein desquels certaines décisions sont à la fois d'origine humaine (les joueurs), et d'origine computationnelle (le modèle Agent).

Dans le jeu Sim-MANA les joueurs incarnent l'un des cinq rôles suivants : Équipe municipale, Services techniques, Syndicat de l'environnement, Représentant des habitants et Représentant des commerces et entreprises. A chaque tour (qui représente une année), les joueurs prennent connaissance de la situation au travers de la maquette 3D et des indicateurs. Selon leurs rôles, les joueurs choisissent les projets qu'ils souhaitent porter parmi un panel de 18 projets différents qui peuvent être des SfN, des solutions grises, mais aussi des actions liées à l'aménagement (densification de l'urbanisation, délocalisations, etc.). Un joueur qui souhaite porter un projet doit le présenter devant les autres au sein du Conseil Municipal, et les projets qui sont sélectionnés sont alors mis en œuvre et implémentés dans la simulation. On simule ensuite un événement d'inondation – projeté sur la maquette – dont l'intensité varie de la crue décennale à centennale. Les indicateurs sont réévalués après l'évènement pour tenir compte de l'évolution de la situation (projets entrepris, déroulement de l'inondation, etc.). Le jeu s'étale ainsi sur quatre tours, permettant aux joueurs de faire évoluer leurs stratégies. Le jeu prend place dans le cadre d'une séance qui se déroule selon trois temps : *i*) une présentation du jeu, du contexte de 'la Vita'

et la distribution des rôles, *ii*) le jeu lui-même et *iii*) le débriefing, moment réflexif qui permet de confronter l'expérience de jeu au vécu dans la réalité (Crookall, 2010).

IV. CONCLUSION

Le projet MANA qui vise à fournir des outils d'aide à la décision aux acteurs d'un territoire, à nourrir une réflexion partagée et à sensibiliser sur les SfN pour faire face aux inondations, associe un dispositif de jeu de rôle, un modèle de simulation de l'aléa et des interfaces tangibles. Le jeu est aujourd'hui en cours de finalisation et les interfaces tangibles sont en phase de conception. Les premières expérimentations devraient avoir lieu en 2022. L'enjeu sera alors d'évaluer le dispositif, sa capacité à faire comprendre, apprendre et réfléchir les différents acteurs. Trois terrains d'études ont été identifiés pour mener à bien ces expérimentations et valider l'approche (Vitrolles, La Ciotat et Auriol).

REFERENCES

- Amalric, M., Anselme, B., Bécu, N., Delay, E., Marilleau, N., Pignon, C. and Rousseaux, F. (2017), "Sensibiliser au risque de submersion marine par le jeu ou faut-il qu'un jeu soit spatialement réaliste pour être efficace?", *Sciences Du Jeu*, No. 8, available at: <https://doi.org/10.4000/sdj.859>.
- Becu, N. (2020), *Les Courants d'influence et La Pratique de La Simulation Participative : Contours, Design et Contributions Aux Changements Sociétaux et Organisationnels Dans Les Territoires*, Habilitation à diriger des recherches, La Rochelle Université, February, available at: <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-02515352> (accessed 19 January 2022).
- Bourgais, M., Taillandier, P. and Vercouter, L. (2020), "BEN: An Architecture for the Behavior of Social Agents", *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Vol. 23 No. 4, p. 12.
- Chapuis, K., Taillandier, P., Renaud, M. and Drogoul, A. (2018), "Gen*: a generic toolkit to generate spatially explicit synthetic populations", *International Journal of Geographical Information Science*, Taylor & Francis, Vol. 32 No. 6, pp. 1194–1210.
- Crookall, D. (2010), "Serious Games, Debriefing, and Simulation/Gaming as a Discipline", *Simulation & Gaming*, Vol. 41 No. 6, pp. 898–920.
- Sauve, L., Renaud, L. and Gauvin, M. (2007), "Une analyse des écrits sur les impacts du jeu sur l'apprentissage", *Rev. Sc. Educ.*, Vol. 33 No. 1, pp. 89–107.
- Taillandier, F., Di Maiolo, P., Taillandier, P., Jacquenod, C., Rauscher-Lauranceau, L. and Mehdizadeh, R. (2021), "An agent-based model to simulate inhabitants' behavior during a flood event", *International Journal of Disaster Risk Reduction*, p. 102503.
- Taillandier, P., Gaudou, B., Grignard, A., Huynh, Q.-N., Marilleau, N., Caillou, P., Philippon, D., et al. (2019), "Building, composing and experimenting complex spatial models with the GAMA platform", *GeoInformatica*, Vol. 23 No. 2, pp. 299–322.
- UICN. (2016), *Définition Des Solutions Fondées Sur La Nature*, available at: <https://portals.iucn.org/congress/fr/motion/077>.