

Escape-SG : un jeu sérieux pour mieux préparer les évacuations de masse

Arnaud Saval^a
arnaud.saval@univ-rouen.fr

Mathieu Bourgeois^b
mathieu.bourgeois@insa-rouen.fr

Éric Daudé^b
eric.daude@cnrs.fr

Pierrick Tranouez^a
pierrick.tranouez@univ-rouen.fr

^aUniversité de Rouen Normandie, EA LITIS

^bCNRS, Normandie Université, UMR 6266 IDEES

Résumé

Le jeu sérieux Escape-SG a pour objectif de proposer des outils de simulation lors de la formation à la gestion de crise pour des situations d'évacuation massives de zones urbaines. Pour cela, il est nécessaire de proposer un ensemble de simulations crédibles des situations étudiées et de les intégrer dans une interface permettant de reproduire les interactions réelles d'une cellule de gestion de crise. Le jeu sérieux Escape-SG propose ainsi de coupler une simulation de trafic urbain s'appuyant sur les travaux du projet ESCAPE avec une interface offrant une visualisation en direct des événements simulés tout en proposant des actions d'intervention mimant les actions possibles dans un cas réel de gestion de crise.

Mots-clés : Jeu sérieux, simulation à base d'agents, évacuation

Abstract

The objective of the Escape-SG serious game is to propose simulation tools for crisis management training in the context of mass evacuation situations in urban areas. To do so, it is necessary to propose a set of credible simulations of the studied situations and to integrate them in an interface allowing to reproduce the real interactions of a crisis management cell. The serious game Escape-SG thus proposes to couple an urban traffic simulation based on the ESCAPE project with an interface offering a live visualisation of the simulated events while proposing intervention actions mimicking those possible in a real crisis management case.

Keywords: Serious Game, Agent Based Simulation, Evacuation

1 Introduction

Les territoires soumis à d'importants risques, qu'ils soient naturels ou technologiques, ont la nécessité de se préparer pour pouvoir y faire face efficacement en temps voulu. Cette préparation prend la forme de séances d'entraînements et de formations grandeur réelle pour les différentes personnes composant les cellules de crises où des scénarios pré-définis sont rejoués pour étudier les comportements et prises de décisions de chaque participant. Ces séances d'entraînement prennent la forme de jeux sérieux [6] où chaque participant incarne un rôle et où l'entièreté d'un scénario est déroulé, avec la possibilité de rejouer certaines scènes précises.

Ces situations de crise impliquant des zones urbaines de grande taille s'accompagnent, lors de cas réels, d'une gestion de la population subissant l'aléa. La réponse comportementale de cette population n'est pas nécessairement évidente à prédire et peut néanmoins influencer de façon importante sur les décisions prises par la cellule de crise. L'utilisation de simulations à base d'agents permet d'intégrer ces dynamiques sociales sans pour autant réaliser un exercice grandeur réelle impliquant des milliers de personnes [8].

Le projet Escape-SG [5] a pour objectif de proposer des outils de jeux sérieux avec interface de visualisation et d'interaction en temps réel pour la réalisation d'entraînements à des situations d'évacuation de population lors d'aléas naturels ou technologiques. Escape-SG s'appuie sur le programme de recherche ESCAPE [4] qui utilise différents systèmes d'information géographique avec des modélisations multi-échelle à base d'agents et des méthodes d'exploration de simulations. Le but est alors d'inclure ces systèmes de simulations d'évacuation dans un jeu sérieux qui puisse être au centre d'une session d'entraînement d'une cellule de crise.

La Section 2 propose une revue de la littérature sur les systèmes d'étude de gestion de crise, des systèmes de simulation jusqu'aux jeux sérieux. La Section 3 présente plus en détails les hypothèses sélectionnées pour le modèle de simulation de trafic routier et la Section 4 discute des actions de transformation d'une simulation de trafic routier en situation de crise vers un jeu sérieux. Enfin, la Section 5 propose une conclusion et évoque les pistes d'amélioration envisagées pour la poursuite du système.

2 État de l'art

L'aide à la formation de cellules de gestion de crise se fait par le biais de différents outils. La simulation numérique, notamment à base d'agents lorsqu'il convient de simuler des acteurs humains, permet de reproduire une situation d'entraînement à moindre coût [8]. D'autre part, la réalisation de ces formations sous l'angle du jeu sérieux apporte de la dynamique aux exercices pour l'ensemble des participants [6].

2.1 Gestion de crise par simulation

Les simulations à base d'agents sont utilisées depuis plus de dix ans pour aider à étudier les situations de crise à large échelle géographique [8]. Cela permet de reproduire dans un environnement contrôlé des phénomènes qui impactent une population importante, que ce soit la propagation d'une épidémie, l'évacuation d'un bâtiment en feu ou encore la mise à l'abri d'une ville soumise à un risque technologique [4]. Il existe notamment un nombre important de systèmes qui permettent la simulation plus particulière de la gestion de crise à l'échelle d'une population face à des cas d'inondation [2].

En parallèle, des systèmes de simulations ont été mis au point pour reproduire le comportement d'automobilistes se déplaçant dans un milieu urbain [14]. Une fois le comportement en situation habituelle correctement reproduit il est possible de le simuler face à une crise ce qui est au centre du projet de recherche ESCAPE [3]. ESCAPE inclut aussi différentes modalités de transport (piéton, voiture, bus) et la possibilité pour les acteurs simulés de changer de modalité pendant la simulation, modélisant de façon plus réaliste l'évacuation d'une zone urbaine en situation de crise.

2.2 Jeux sérieux et gestion de crise

Il existe un grand nombre de jeux sérieux traitant de la problématique de la gestion de crise au sens large [12]. Ces jeux peuvent prendre l'apparence de jeux de cartes, de jeux de plateau, de jeux de rôle ou encore de jeux vidéo. Leur rôle est d'assister la cellule de crise dans sa formation en proposant de dérouler un scénario adaptatif aux actions entreprises par les stagiaires/apprenants.

Plus spécifiquement, il existe déjà des jeux sérieux numériques traitant de la gestion de l'évacuation de population sur de larges zones que ce soit pour des incendies de brousse [1] ou pour des inondations [10] [13]. Ces jeux sont créés autour de cas géographique précis et proposent d'observer et d'interagir avec la situation en ne prenant qu'un seul point de vue, celui de la personne morale disposant du plus de responsabilité.

Avec Escape-SG, nous souhaitons mettre au point une plateforme permettant de connecter un jeu sérieux avec une simulation de comportement de population sans être spécifiquement attaché à un cas précis d'utilisation, que ce soit pour la zone géographique étudiée ou le risque au centre de la situation.

3 Modélisation du trafic routier et crise

Escape-SG se découpe en deux parties majeures : une simulation à base d'agents déployée sur un serveur et une interface qui sert de client. Cette section évoque la simulation du trafic routier utilisée et son adaptation à Escape-SG.

3.1 Modèle ESCAPE initial

Le modèle ESCAPE [3] qui sert de base à la simulation utilisée dans Escape-SG repose sur les éléments suivants :

- **Environnement** : la zone géographique est modélisée d'après les données OpenStreet-Map [11] disponibles, que ce soit pour les routes ou pour l'emplacement des bâtiments.
- **Piétons** : les agents piétons partagent initialement un bâtiment avec leur ménage. Ensuite, ils se déplacent le long des routes et peuvent rentrer dans des bâtiments (résidentiels ou non).
- **Véhicules** : différentes modalités de véhicules sont proposées (voiture et bus), chaque véhicule suivant le plus court chemin vers sa destination.

Chaque agent dispose de son propre agenda quotidien dans une situation normale, issu des données de l'enquête ménages déplacements, et adapte son comportement lors d'une situation exceptionnelle de crise. Cela peut amener les agents à changer de modalité de transport pour se mettre à l'abri, chercher leur famille ou fuir, selon un comportement personnalisé [7].

3.2 Adaptations pour Escape SG

Afin d'assurer un fonctionnement en temps raisonnable, le modèle ESCAPE a été adapté pour fonctionner en configuration Escape-SG. Le moteur de simulation a été modifié pour intégrer SUMO [9] qui est spécialisé dans les simulations de trafic.

Le comportement des agents est partiellement simplifié. En condition normale, chaque agent conserve son agenda, se déplaçant d'une point à un autre et patientant dans des bâtiments entre ces deux déplacements. Lorsque la situation de crise est déclenchée, une nouvelle destination est imposée à chaque agent, les amenant à fuir ou se mettre à l'abri. Par ailleurs, les agents peuvent toujours changer de modalité, notamment commencer comme piéton et décider d'attendre à un arrêt de bus pour être évacué en transport en commun.

La zone simulée est aussi réduite au centre-ville avec quelques centaines d'agents simulés. La limitation de la zone simulée ainsi que l'optimisation des comportements des agents, au détriment d'une part du réalisme initialement présent dans le modèle ESCAPE, rendent possible une simulation en temps réel nécessaire pour l'interaction avec les utilisateurs.

4 De la simulation au jeu sérieux

La composante d'interface du projet Escape-SG agit comme un client vis à vis de la simulation qui fonctionne sur un serveur. C'est cette interface qui crée le jeu sérieux avec lequel les utilisateurs vont pouvoir interagir.

4.1 Interface graphique

Dans le cas d'une évacuation de masse, il est nécessaire pour les utilisateurs d'avoir une visualisation graphique de la situation simulée, afin de mieux comprendre la situation globale à chaque instant. La figure 1 montre le rendu graphique de la région étudiée avec des bâtiments reconstruits en trois dimensions.



FIGURE 1 – Interface de visualisation et d'interaction du projet Escape SG

En plus de pouvoir visualiser la simulation, les utilisateurs peuvent interagir en direct pour par exemple fermer des routes, lancer des norias de bus ou transformer des bâtiments en refuges. Pour cela, les joueurs disposent d'une série de boutons qui vont alors modifier l'environnement de la simulation, amenant à une mise à jour du comportement des agents.

4.2 Scénarios de jeu

L'utilisateur de l'interface du projet Escape-SG peut se connecter à la simulation sous-jacente en prenant différents rôles. Chacun de ces rôles représente un niveau de responsabilités et un accès différencié aux outils, suivant que l'on incarne la préfecture, le gestionnaire du réseau électrique ou le chef des services de secours pour prendre quelques exemples. Tous ces utilisateurs disposent alors d'un chat leur permettant de communiquer ensemble pendant l'exercice.

Un utilisateur peut aussi se connecter avec le rôle spécial de manager. Cette personne peut alors dérouler des scénarios pré-écrits concernant l'aléa, que ce soit son déclenchement, son évolution ou sa fin. Tous les joueurs sont donc connectés à la même simulation, chacun disposant en direct de sa propre interface d'interaction.

5 Conclusion

Cet article présente le jeu sérieux Escape-SG qui propose d'utiliser une simulation à base d'agents dans un contexte d'entraînement à l'évacuation de population lors d'une situation de gestion de crise. Pour cela, nous avons développé une plateforme connectant une simulation de trafic routier en milieu urbain, proposant notamment des comportements en situation de crise pour les acteurs simulés, avec une interface de visualisation en trois dimensions et d'interaction en

direct. Ainsi, Escape-SG peut être inclus dans des sessions de formation pour des cellules de gestion de crise en s'adaptant aux différents rôles des apprenants tout en proposant des scénarios qui peuvent s'adapter dynamiquement aux choix réalisés en direct.

Par la suite, nous projetons d'implémenter différentes options de scénarios pour à la fois rejouer des cas de crises déjà connus mais aussi permettre la création simplifiée de cas inédits. La suite du développement impliquera aussi d'améliorer l'interface de façon globale en offrant plus d'actions possibles aux différents rôles proposés lors des sessions de formation tout en assurant une meilleure optimisation de l'affichage. Enfin, une série de tests du jeu sérieux avec différents publics sera programmée pour avoir des retours d'utilisateurs et améliorer l'ensemble de l'expérience autour du jeu sérieux Escape-SG.

Remerciements

Projet soutenu par la Région Normandie dans le cadre des dispositifs « Réseaux d'Intérêt Normands » RIN-Tremplin 2019.

Références

- [1] Carole Adam, Charles Bailly, and Julie Dugdale. Communication during bushfires, towards a serious game for a serious matter : communication during bushfires. In *Research Anthology on Managing Crisis and Risk Communications*, pages 100–130. IGI Global, 2023.
- [2] Anshuka Anshuka, Floris F van Ogtrop, David Sanderson, and Simone Z Leao. A systematic review of agent-based model for flood risk management and assessment using the odd protocol. *Natural Hazards*, 112(3) :2739–2771, 2022.
- [3] Kevin Chapuis, Patrick Taillandier, Benoit Gaudou, Alexis Drogoul, and Eric Daudé. A multi-modal urban traffic agent-based framework to study individual response to catastrophic events. In *PRIMA 2018*, pages 440–448. Springer, 2018.
- [4] Eric Daudé, Kevin Chapuis, Patrick Taillandier, Pierrick Tranouez, Clément Caron, Alexis Drogoul, Benoit Gaudou, Sebastien Rey-Coyrehourcq, Arnaud Saval, and Jean-Daniel Zucker. Escape : exploring by simulation cities awareness on population evacuation. In *ISCRAM 2019*, 2019.
- [5] Éric Daudé and Pierrick Tranouez. Escape-sg : un simulateur d'évacuation massive de population pour la formation des acteurs à la gestion de crise. *Netcom. Réseaux, communication et territoires*, (34-3/4), 2020.
- [6] Ines Di Loreto, Simone Mora, and Monica Divitini. Collaborative serious games for crisis management : an overview. In *21st International Workshop on Enabling Technologies : Infrastructure for Collaborative Enterprises*, pages 352–357, 2012.
- [7] Justine Fenet and Éric Daudé. La population, grande oubliée des politiques de prévention et de gestion territoriales des risques industriels : le cas de l'agglomération rouennaise. *Cybergeo : European Journal of Geography*, 2020.
- [8] Glenn I Hawe, Graham Coates, Duncan T Wilson, and Roger S Crouch. Agent-based simulation for large-scale emergency response : A survey of usage and implementation. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 45(1) :1–51, 2012.
- [9] Daniel Krajzewicz, Jakob Erdmann, Michael Behrisch, and Laura Bieker. Recent development and applications of SUMO - Simulation of Urban MObility. *International Journal On Advances in Systems and Measurements*, 5(3&4) :128–138, 2012.
- [10] Annabelle Moatty and Franck Sfiligoï Taillandier. Un jeu sérieux fondé sur un modèle agent pour sensibiliser aux solutions fondées sur la nature pour gérer les inondations. *Academic Journal of Civil Engineering*, 40(1) :1–4, 2022.
- [11] OpenStreetMap contributors. Planet dump retrieved from <https://planet.osm.org>. <https://www.openstreetmap.org>, 2023.
- [12] Aleksandra Solinska-Nowak, Piotr Magnuszewski, Margot Curl, Adam French, Adriana Keating, Junko Mochizuki, Wei Liu, Reinhard Mechler, Michalina Kulakowska, and Lukasz Jarzabek. An overview of serious games for disaster risk management—prospects and limitations for informing actions to arrest increasing risk. *International journal of disaster risk reduction*, 31 :1013–1029, 2018.
- [13] Franck Taillandier and Carole Adam. Games ready to use : A serious game for teaching natural risk management. *Simulation & Gaming*, 49(4) :441–470, 2018.
- [14] Pierrick Tranouez, Eric Daudé, and Patrice Langlois. A multiagent urban traffic simulation. *Journal of Nonlinear Systems and Applications*, pages 98–106, 2010.