

Modélisation et étude du mouvement de foule lors d'une évacuation d'un bâtiment dans le cas d'une situation d'urgence

La modélisation informatique de phénomènes sociaux et environnementaux est un domaine qui me passionne. Ayant la perspective de continuer mes études dans cette voie, je me suis intéressé à la conception d'un logiciel de simulation du mouvement des foules qui se veut le plus proche de la réalité.

Dans le cadre d'une évacuation d'un bâtiment, la manière dont les personnes atteignent la sortie doit être optimisée afin de réduire les pertes humaines. L'objectif de notre étude est de parvenir à une modélisation fiable du mouvement des foules dans de telles situations, en prévention à de tels dommages.

Ce TIPE fait l'objet d'un travail de groupe.

Liste des membres du groupe :

- LACOMME Léna

Positionnement thématique (ETAPE 1)

INFORMATIQUE (Informatique pratique), PHYSIQUE (Mécanique).

Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Modélisation</i>	<i>Modelling</i>
<i>Optimisation</i>	<i>Optimisation</i>
<i>Mouvement de foule</i>	<i>Crowd movement</i>
<i>Microscopique</i>	<i>Microscopic</i>
<i>Agents</i>	<i>Agents</i>

Bibliographie commentée

Pour modéliser une évacuation, il faut s'intéresser au comportement d'une foule en général. On peut observer plusieurs phénomènes, comme l'auto-organisation qui est l'émergence spontanée d'une structure globale à partir des interactions locales entre les individus : les bousculades, l'évitement, l'imitation... [1] Dans notre cas, qui est l'évacuation d'un bâtiment en urgence, nous nous intéresserons plutôt au cas de foules à très haute densité, où l'on peut observer des phénomènes comme le stop-and-go, les turbulences ou la panique.

Il existe deux principales approches de modélisation de foule : la modélisation macroscopique [2] et la modélisation microscopique [3]. La première prend en compte la dynamique globale de la foule tandis que la seconde prend en compte chaque individu.

Ainsi, pour la modélisation microscopique, les interactions sociales peuvent être modélisées mathématiquement par des forces dites sociales entre les différents individus de la foule. Chaque agent simulé est évalué comme un acteur indépendant qui navigue en fonction de sa perception de l'environnement, les lois de la physique qui régissent son mouvement, et un ensemble de règles comportementales. Parmi les différents modèles existants pour représenter des déplacements de foules, le modèle de Helbing [3] est celui qui se rapproche le plus de la réalité. Ce modèle détermine une direction et une vitesse désirées pour chaque individu et calcule la vitesse réelle en fonction des différentes forces appliquées à l'individu et exercées par les autres individus ou les objets de la pièce. Cependant, il ne prend pas en compte certains aspects du comportement de la foule comme la panique ou l'évitement. L'approche proposée par le modèle CEPABS [4] propose des ajustements du modèle Helbing pour prendre en compte ces aspects spécifiques.

La modélisation macroscopique quant à elle représente la foule comme une entité en l'assimilant à un fluide. L'une de ces approches est celle de Roudneff [2]. Elle modélise la densité de personnes en calculant la vitesse de chaque individu, qui se base sur les principes du modèle microscopique de Maury et Venel [5]. De plus, elle considère les contraintes de densité maximale, qui tiennent compte de l'impossibilité de chevauchement entre individus, et les contraintes topographiques comme les obstacles, les murs ou les sorties.

L'optimisation de l'évacuation se joue ensuite sur de nombreux paramètres qui peuvent être étudiés à travers un logiciel informatique programmé à partir du modèle choisi. Les facteurs envisagés sont notamment la configuration de la pièce et du bâtiment, le nombre de personnes, les objets présents dans la pièce.

Problématique retenue

Dans l'optique de pouvoir développer un logiciel permettant la modélisation d'une évacuation d'un bâtiment la plus proche de la réalité, nous nous demanderons quels sont les facteurs sur lesquels agir afin d'optimiser cette évacuation.

Objectifs du TIPE

L'objectif principal est d'obtenir, à l'issue du travail, un outil permettant de modéliser de manière adéquate l'évacuation d'un bâtiment. Dans ce cadre, nous adopterons deux approches différentes : nous simulerons l'évacuation d'un point de vue microscopique et macroscopique. Dans un premier temps, je chercherai et comparerai plusieurs modèles microscopiques qui décrivent les déplacements d'agents dans une pièce tandis que mon binôme étudiera les différents modèles macroscopiques. Ensuite, pour analyser les facteurs intervenant dans la sortie des personnes dans un bâtiment, nous programmerons un logiciel de modélisation à partir des modèles choisis.

Références bibliographiques (ETAPE 1)

- [1] MEHDI MOUSSAÏD : Etude expérimentale et modélisation des déplacements collectifs de piétons : <http://mehdimoussaid.com/TheseMoussaid.pdf>
- [2] AUDE ROUDNEFF : Modélisation macroscopique de mouvements de foule : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00678596/document>
- [3] DIRK HEBING, PETER MOLNAR : Social force model for pedestrian dynamics : https://www.researchgate.net/publication/333893439_Social_force_model_for_pedestrian_dynamics
- [4] ERIC LEIJONMARCK, THOMAS OLERGARD : Modelling of panicking pedestrians during emergency evacuation : <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:678432/FULLTEXT01.pdf>
- [5] JULIETTE VENEL : Modélisation mathématique et numérique de mouvement de foule : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00346035/document>

DOT

- [1] *Mai 2021 : Codage du simulateur avec un modèle de déplacement basique*
- [2] *Septembre 2021 : Recherche bibliographique et théorique sur l'évacuation des foules*
- [3] *Novembre 2021 : Programmation du modèle Helbing et premiers tests*
- [4] *Décembre 2021 : Mise en évidence des incohérences dans les résultats obtenus*
- [5] *Février 2022 : Programmation du modèle CEPABS*
- [6] *Mars 2022 : Perfectionnement du modèle CEPABS pour qu'il soit plus représentatif de la réalité*
- [7] *Mai 2022 : Test des facteurs qui modifient la vitesse d'évacuation*