

## Programmation informatique d'un modèle de mouvement de foule

Quand une foule est rassemblée dans un endroit clos, il est crucial en cas d'incident (incendie, attentat...) que l'évacuation soit rapide et fluide. Ainsi, il est important au moment de la conception d'un bâtiment de disposer de modèles informatiques permettant de simuler une évacuation. L'objectif de mon étude est la mise en place d'un tel modèle.

L'enjeu principal de mon étude est la modélisation du comportement d'une foule dans un milieu composé d'obstacles et de points d'attraction (les sorties). Pour cela, mon modèle se focalise sur les interactions des individus entre eux et avec leur entourage.

### Positionnement thématique (phase 2)

*MATHEMATIQUES (Analyse), INFORMATIQUE (Informatique pratique).*

### Mots-clés (phase 2)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>mouvements de foule</i>	<i>crowd motion</i>
<i>modélisation</i>	<i>modelling</i>
<i>algorithme de Uzawa</i>	<i>uzawa iteration</i>
<i>analyse numérique</i>	<i>numerical analysis</i>
<i>programmation informatique</i>	<i>computer programming</i>

### Bibliographie commentée

Des incidents tels ceux de La Mecque en 2015 où la rencontre de deux foules dans une rue étroite a provoqué la mort de 717 personnes et des blessures de 863 autres, soulignent l'importance de comprendre les mouvements de foule. Au cours des dernières années, de nombreux modèles ont été étudiés. Certains comme [4] utilisent des automates cellulaires, qui permettent d'obtenir une grande efficacité de calcul mais dont le réalisme est limité par la présence d'une grille dans laquelle les individus doivent d'insérer. D'autres comme [5] assimilent la foule à un fluide et peuvent donc utiliser des modèles physiques. De nombreux autres comme [6] traitent les piétons individuellement, en utilisant des modèles de forces basées sur les interactions des individus entre eux et avec leur environnement. J'ai voulu me focaliser sur les situations de paniques où les individus ne prennent pas en compte le comportement des autres, et utiliser un modèle reposant sur des hypothèses simples. Ainsi, celui que nous allons étudier, qui a été proposé par [3], assimile les piétons à des disques ne pouvant se chevaucher et ayant une vitesse souhaitée ne dépendant que de leur position (situation de panique où les individus cherchent coûte que coûte à rejoindre la sortie). Pour déterminer cette vitesse souhaitée, nous utiliseront la méthode de Fast Marching qui a été développée dans [1]. Pour déterminer les vitesses des individus leur permettant de ne pas se chevaucher, et les plus proches des vitesses souhaitées, nous utiliseront l'algorithme de Uzawa dont une description est donnée dans [2].

## Problématique retenue

Le but de mon étude est d'implémenter le modèle en python, et de l'utiliser pour déterminer les configurations géométriques de bâtiments pour optimiser une évacuation.

## Objectifs du TIPE

1. Mettre en pratique le modèle
2. Démontrer la convergence des méthodes utilisées
3. Appliquer le modèle à des exemples pour déterminer empiriquement les configurations de bâtiments permettant l'optimisation d'une évacuation

## Abstract

My goal is to develop and implement an algorithm modelling crowd. I chose to have a microscopic model relying on simple hypotheses about the crowd behavior. Hence, pedestrians are represented by rigid circles who have a desired velocity, depending only on their position and not on others'. To avoid collisions, I consider the set of velocities that don't lead to any overlap, on which I project the desired velocities to obtain the actual velocities. I used Python to implement the method and design a graphic interface.

## Références bibliographiques (phase 2)

- [1] MOHAMED SYLLA, BORIS MEDEN : Méthode de fast marching, calcul numérique de la distance à une interface : [https://www.isima.fr/f4/projets2008/Fast\\_Marching\\_Sylla\\_Meden.pdf](https://www.isima.fr/f4/projets2008/Fast_Marching_Sylla_Meden.pdf)
- [2] P.G. CIARLET : Introduction à l'analyse numérique matricielle et à l'optimisation : *Masson, Paris, 1990*
- [3] BERTRAND MAURY, JULIETTE VENEL : Un modèle de mouvements de foule : <https://www.esaim-proc.org/articles/proc/pdf/2007/03/proc071812.pdf>
- [4] M. RICLERT, K. NAGEL, M. SCHRECKENBERG, A. LATOUR : Two lane traffic simulation using cellular automata : <https://arxiv.org/pdf/cond-mat/9512119.pdf>
- [5] JOANNA BOGDI : Pedestrian-structure synchronisation : application to swaying footbridges : <https://tel.archives-ouvertes.fr/pastel-00004784/document>
- [6] DIRK HELBING, PÉTER MOLNA : Social force model for pedestrian dynamics : <http://vision.cse.psu.edu/courses/Tracking/vlpr12/HelbingSocialForceModel95.pdf>

## DOT

- [1] *Choix d'un modèle de mouvement de foules découvert dans un papier de Bertrand Maury et Juliette Venel*
- [2] *Découverte et implémentation de la méthode de Fast Marching permettant de déterminer les vitesses souhaitées*
- [3] *Etude mathématique de la méthode de Uzawa permettant de déterminer les vitesses réelles*
- [4] *Implémentation de cette méthode et d'une interface graphique*
- [5] *Test du programme sur différentes situations*

