

## La modélisation des mouvements de foule en ville

L'étude des mouvements de foule peut à première vue paraître imprévisible par la science.

Cependant à l'aide de modèles, on peut réussir à comprendre et appréhender certaines notions sur ces mouvements qui sont parfois contre-intuitifs mais qui représentent plutôt bien la réalité.

C'est dans le cadre particulier de la ville et des foules humaines que l'on se concentre en étudiant la véracité de certains modèles à l'aide de simulations/expériences, en comparant les résultats aux normes établies lors d'études/observations extérieures.

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

**Liste des membres du groupe :**

- ROUINA Yacine

### Positionnement thématique (ETAPE 1)

*PHYSIQUE (Mécanique), INFORMATIQUE (Informatique pratique).*

### Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Mouvement de foule</i>	<i>Crowd movement</i>
<i>Modèle granulaire</i>	<i>Granular model</i>
<i>Mécanique classique</i>	<i>Classical mechanics</i>
<i>Automate cellulaire</i>	<i>Cellular automaton</i>
	<i>"Slower is faster effect"</i>

### Bibliographie commentée

Les mouvements de foule sont des phénomènes complexes qui peuvent être difficiles à comprendre et à prédire. Pour y parvenir, différentes approches de modélisation informatique peuvent être utilisées, notamment à l'aide de deux instruments de modélisations : (3)

**-Les automates cellulaires** sont des modèles mathématiques qui décrivent l'évolution d'un système à travers le temps en utilisant des règles simples qui s'appliquent à chaque cellule occupée du système : la vitesse souhaitée ; le chemin le plus court pour aller à la sortie ; et une probabilité de non-déplacement en cas de dispute de cellule entre deux individus. De plus, la présence d'un obstacle en amont de la sortie optimisera le temps d'évacuation. (3)(4)

**-Les représentations granulaires**, quant à elles, utilisent des concepts de physique granulaire pour décrire les mouvements de foule. Elles considèrent les individus comme des particules qui peuvent se déplacer et interagir les unes avec les autres. Ces modèles peuvent également prendre en compte des facteurs tels que la densité de la foule, la vitesse des individus et les forces extérieures qui peuvent influencer les mouvements de foule. Ainsi, il suffira d'appliquer le principe fondamental de la dynamique à chacune des particules à chaque instant pour déterminer la vitesse moyenne de

chaque individu afin de la comparer aux valeurs attendues lors de regroupements de masse/foules. Certains phénomènes seront mis en valeur comme le « faster is slower effect » : cet effet apparaît lorsque les personnes encombrées se pressent pour sortir par une issue lors d'une situation d'urgence. (1)

Enfin, la modélisation des mouvements de foule est un domaine en constante évolution, et de nombreuses théories et modèles différents ont été proposés au fil des ans (par exemple l'assimilation de la foule à un fluide au 21ème siècle) . Il n'y a pas de solution unique pour résoudre tous les problèmes liés aux mouvements de foule, mais chaque modèle s'accommode le mieux à un type de foule (ex: le modèle granulaire devient moins cohérent que celui d'un fluide lorsque la population s'agrandit et que la densité augmente). Il est important de continuer à explorer et à améliorer les différentes approches de modélisation pour mieux comprendre et prédire ces phénomènes complexes.(3)(5)

## Problématique retenue

De nos jours, les mouvements de foule sont très dangereux, il est donc primordial d'y adapter son environnement pour la sécurité de tous.

Comment la modélisation des mouvements de foule peut-elle nous nous guider vers une structuration de l'espace urbain adapté à ces mouvements dans le cadre d'évacuations ?

## Objectifs du TIPE

Je me propose :

- **d'établir** une modélisation informatique d'une évacuation via un automate cellulaire permettant de se donner une idée de l'allure de ces mouvements selon des paramètres choisis.
- de produire** un modèle informatique du modèle granulaire utilisant la mécanique classique, pour notamment expliciter le "Slower is faster effect" : l'effet comme quoi ralentir la vitesse individuelle via par exemple des obstacles, augmente la vitesse totale de la foule, et ainsi tester différentes configurations qui permettrait d'optimiser la vitesse du flux de personne.
- d'élaborer** une expérience physique, représentant un modèle granulaire que l'on confrontera au modèle informatique.

## Références bibliographiques (ETAPE 1)

- [1] DENIS BARTOLO : Dynamic response and hydrodynamics of polarized crowds
- [2] B.MAURY ET S.FAURE : Crowds in equations
- [3] M.MOUSSAID : Foulescopie : Ce que la foule dit de nous
- [4] AUDE ROUDNEFF : Modelisation macroscopique de mouvements de foule :  
<https://theses.hal.science/tel-00678596/>
- [5] JUAN ZHANG,WOLFRAM KLINGSCH, ARMIN SEYFRIED : High precision analysis of unidirectional pedestrian flow within the Hermes Project
- [6] MATHIEU CARON - JAMES CROSS JONATHAN GAUTHIER - MAXIME LOIL GUILLAUME MIANNÉ - RÉMY PERRON : PSC DYNAMIQUE DES PIÉTONS GROUPE PHY 13 – RAPPORT FINAL :  
[https://pperso.ijclab.in2p3.fr/page\\_perso/Appert/Perce-Foule/Rapport\\_PHY13.pdf](https://pperso.ijclab.in2p3.fr/page_perso/Appert/Perce-Foule/Rapport_PHY13.pdf)

