**Modélisation informatique de foule pour optimiser les évacuations d’urgences**

La dynamique des foules implique des défis théoriques et réels majeurs. Avec les récentes avancées de modélisation et de simulation, son étude devient plus précise.

L’étude des évacuations d’urgences, couplé à la modélisation informatique, permet de répondre à des problématiques concrètes et actuelles, tel que l’optimisation des bâtiments afin de minimiser le temps d’évacuation d’une foule en cas d’incident.

**Positionnement thématique :**

*Informatique (Informatique Pratique)*

**Mots-Clés :**

**Mots-Clés (en français) Mots-Clés (en anglais)**

*Modélisation de foule Crowd Modelisation*

*Optimisation Optimization*

*Evacuation d’urgence Emergency Evacuation*

*Comportement de la Foule Crowd Behaviour*

*Optimisation par Essaims Particulaires Particle Swarm Optimization*

**Bibliographie commentée**

Une évacuation d’urgence est le fait que des individus doivent quitter un lieu en un minimum de temps afin de fuir un danger imminent ou présent. Elles sont à différencié des fuites, car elles sont organisés, comme dans le cas d’un incendie dans un établissement recevant du public (ERP),où il convient d’avoir un protocole mis en place pour les évacuations en cas d’urgence. En France, on dénombre 460 morts par incendie chaque an dont 85 décès dans des incendies d’entreprise ou de ERP.[1]

Un exemple commun est l’évacuation du 11 Septembre, de par sa spectacularité et son retentissement. L’attentat dénombre 2977 morts et plus de 6000 blessées. Le projet HEED a durant 3 ans et demi, travaillé sur cet attentat, en interrogant 300 survivants, ils ont pu produire une base de données sur le ressentiment de cette expérience, tout en les rendant accessibles à quiconque dans le but de mettre en place des normes de sécurité dans les bâtiments et un modèle de logiciel pour les évacuation de bâtiments. Ceci dans le but d’éviter de nombreux morts lors de tels évènements.[2]

Les avancés dans l’étude de foule, permettent des modélisation de plus en plus sophistiqués, passant des Boids de Craig Reynolds au logiciel de simulation de foule comme Massive, Miarmy, 3DS Max ou Goalem s’inspirant de modèles plus abouti. [3]

L’algorithme d’intelligence distribuée Particle Swarm Optimization ou Optimisation par essaims particulaire est un algorithme d’optimisation locale. Il s’inspire de l’algorithme de déplacement d’oiseaux de Craig Reynolds pour simuler le déplacement d’un essaim qui explore une fonction souhaitée.[3][4]

L’algorithme d’optimisation locale a pour objectif de trouver la valeur minimisant ou maximisant une fonction. Ainsi en définissant les minimums comme étant les sorties de notre bâtiment, nous pouvons obtenir un essaim de particules se dirigeant vers les sorties.[4][5]

L’étude de ces évacuations a déjà mis en évidence certains phénomènes, comme l’effet « Faster is Slower » montrant qu’en s’empressant de sortir, les individus finissent fatalement par ralentir le groupe. Un phénomène atténuable si l’on positionne un obstacle devant la sortie, ce qui peut paraître contradictoire et qui est encore débattu dans la pratique. [7][8]

**Problématique retenue**

Le comportement des foules lors d’une évacuation d’urgence est régi par de nombreux paramètres, il est nécessaire de les comprendre et de les retranscrire numériquement pour minimiser le temps d’évacuation lors de danger.

L’enjeu est d’établir une modélisation satisfaisante afin d’analyser les évacuations d’urgence en détails.

**Objectifs du TIPE**

Mon objectif est de mettre en place une modélisation numérique d’une foule, concordant avec les recherches déjà effectués sur le comportement et la dynamique de ces dernières.

A l’aide de cette modélisation, il sera alors possible d’estimer quels comportement sociaux et quelles infrastructures permettent des évacuations optimales.

**Abstract**

The emergency evacuation are the cause of many deaths, especially during tragic events. This phenomenon is difficult to approach because experiment about it will be non-ethical. In that way, numeric model is a solution to observe crowd evacuation without injuries peoples. This will permit to find strategy and optimize the infrastructures to save the most people possible.

**Références bibliographiques**

**[1]** Ministère chargé de l'urbanisme : Normes évacuation pour les ERP : [**https://entreprendre.service-public.fr/vosdroits/F31684#:~:text=Les%20%C3%A9tablissements%20recevant%20du%20public,admises%2C%20en%20plus%20du%20personnel**](https://entreprendre.service-public.fr/vosdroits/F31684#:~:text=Les%20%C3%A9tablissements%20recevant%20du%20public,admises%2C%20en%20plus%20du%20personnel)**.**

**[2]**Edwin R.Galea, The UK WTC 9/11 evacuation study: An overview of findings derived from first-hand interview data and computer modelling: [**https://www.csap.cam.ac.uk/media/uploads/files/1/galea-et-al-2012-wtc-evac.pdf**](https://www.csap.cam.ac.uk/media/uploads/files/1/galea-et-al-2012-wtc-evac.pdf)

## [3] Craig W. Reynolds : Flocks, Herds, and Schools: A Distributed Behavioral Model :<http://www.cs.toronto.edu/~dt/siggraph97-course/cwr87/>

## [4] Particle Swarm Optimization James Kennedy' and Russell Eberhart2 <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/488968>

## [5] Complex systems and AI : Essaim de particules

## <https://complex-systems-ai.com/algorithmes-dessaims/>

**[7]** A Garcimartin, I.Zuriguel Experimental evidence of the “Faster Is Slower” effect :

[**https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2352146514001215?token=6F99D6528487008D47035AF24FC5A0281CEC010618001CC6FF1ECAA1D3EC342E2DD52A05CFDB49602D8B45C30FB2D4B1&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220217162511**](https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2352146514001215?token=6F99D6528487008D47035AF24FC5A0281CEC010618001CC6FF1ECAA1D3EC342E2DD52A05CFDB49602D8B45C30FB2D4B1&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220217162511)

# **[8]** Nirajan Shiwakoti : A review on the performance of an obstacle near an exit on pedestrian crowd evacuation [**https://www.researchgate.net/publication/329076088\_A\_review\_on\_the\_performance\_of\_an\_obstacle\_near\_an\_exit\_on\_pedestrian\_crowd\_evacuation**](https://www.researchgate.net/publication/329076088_A_review_on_the_performance_of_an_obstacle_near_an_exit_on_pedestrian_crowd_evacuation)