

## Optimisation d'une évacuation

Ce sont les vidéos du chercheur Mehdi Moussaïd qui m'ont poussé à me tourner vers ce sujet. Le comportement des foules m'intéresse beaucoup. Par ailleurs, faire des simulations informatiques avec Python a accru ma motivation et m'a permis de mettre en pratique des apprentissages théoriques.

Les incendies sont des phénomènes courants, pour preuve, en moyenne, un incendie domestique se produit toutes les deux minutes en France. Une évacuation de bâtiment efficace peut sauver des vies, de ce fait, l'optimisation des évacuations est un enjeu sociétal important.

### Positionnement thématique (ETAPE 1)

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

### Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Graphes</i>	<i>Graphs</i>
<i>Algorithme de Dijkstra</i>	<i>Dijkstra's algorithm</i>
<i>Evacuation</i>	<i>Evacuation</i>
<i>Modélisation</i>	<i>Modelization</i>
<i>Géométrie</i>	<i>Geometry</i>

### Bibliographie commentée

La modélisation des foules est délicate du fait de l'imprévisibilité des comportements humains : chaque individu a son propre comportement qui lui-même est peu prédictible [1]. De ce fait, il convient pour la création d'un modèle, de partir d'hypothèses simplistes. Puisque l'objectif ici consiste simplement à déterminer les emplacements stratégiques pour les sorties d'évacuation, on peut en première approximation négliger les interactions entre les personnes. Ces interactions relèvent davantage d'un autre problème : celui de la forme de l'évacuation et de la gestion des pressions entre individus [1][2].

La structure de la modélisation est basée sur les flottants. La forme donnée aux individus est ponctuelle ; ces choix ont été inspirés d'un sujet de concours [5]. Cette forme choisie permet un cadre facilitant l'utilisation de la géométrie euclidienne pour les différents programmes liés à la modélisation. On peut alors facilement orienter les particules dans le plan, créer des obstacles de formes variées ou encore détecter des collisions entre un individu et un obstacle.

En faisant l'hypothèse que les plans d'évacuations sont très précis, et les individus intelligents, on peut alors considérer que chacune des personnes dans la salle suit le trajet le plus optimal : ce qui correspond à un trajet affine par morceaux. Par cette approximation, on limite le nombre de trajets possibles ce qui facilite l'utilisation des graphes.

Ce choix étant fait, il est donc nécessaire de créer un graphe adapté au problème, par le biais d'une

matrice d'adjacence. L'algorithme de Dijkstra [3] permet alors à partir de cette matrice, de déterminer le trajet d'évacuation optimal à suivre pour un individu en déterminant le chemin le plus court entre l'individu et la sortie la plus proche dans ce graphe. La complexité de cet algorithme étant relativement faible, il est alors assez rapide de réaliser une série de tests sur un grand nombre de sorties afin de déterminer les plus efficaces en termes de temps d'évacuation.

La loi impose un minimum de deux dégagements pour une salle recevant un public de plus de cent personnes [4] ainsi qu'une augmentation de la largeur des évacuations proportionnellement aux effectifs. La modélisation ne prenant pas en compte les pressions, cette largeur des portes n'aura pas d'effet notable sur les temps des sorties [2]. Néanmoins, le nombre de sorties est un facteur influant sur les temps d'évacuation du modèle. On peut alors vérifier la pertinence de cette réglementation sur le choix du nombre de sorties minimales dans le cadre du modèle.

## **Problématique retenue**

Comment par le biais de modélisations peut-on déterminer les sorties les plus optimales d'un bâtiment ?

## **Objectifs du TIPE**

La détermination de positions optimales pour des sorties d'évacuation d'un bâtiment n'est pas quelque chose d'intuitif. Il est donc nécessaire de réaliser une étude propre à la structure d'un bâtiment pour déterminer ces emplacements stratégiques.

L'enjeu est ici d'établir une modélisation modulable, tenant compte d'hypothèses simplistes, s'adaptant à la configuration de salles pour en déterminer les sorties les plus efficaces en termes de temps d'évacuation.

## **Références bibliographiques (ETAPE 1)**

[1] BERTRAND MAURY : Modélisation de mouvements de foules :

<http://images.math.cnrs.fr/Modelisation-de-mouvements-de-foules>

[2] MEHDI MOUSSAID : Le dilemme de l'évacuation :

<https://www.youtube.com/watch?v=kB1XuLFzHCI&t=53s>

[3] JULIE PARREAUX : Algorithme de Dijkstra : terminaison, correction et complexité :

[http://perso.eleves.ens-rennes.fr/people/julie.parreaux/fichiers\\_agreg/info\\_dev/Dijkstra.pdf](http://perso.eleves.ens-rennes.fr/people/julie.parreaux/fichiers_agreg/info_dev/Dijkstra.pdf)

[4] RÉPUBLIQUE FRANÇAISE : Article CO 38 :

[https://www.legifrance.gouv.fr/loda/article\\_lc/LEGIARTI000021231086/](https://www.legifrance.gouv.fr/loda/article_lc/LEGIARTI000021231086/)

[5] X PSI-PT 2016 : informatique commune : <https://info-llg.fr/commun-mp/prive/pdf/xpsi2016.enonce.pdf>

## **DOT**

[1] *Octobre / novembre 2020 : fondation du modèle ; génération, déplacement et méthode de convergence des points. Possibilité de faire évacuer les points sans présence d'obstacles.*

- [2] *Janvier 2021 : réflexion sur la gestion des obstacles lors de l'évacuation. Choix de l'utilisation de l'algorithme de Dijkstra.*
- [3] *Février 2021 : création des programmes de matrices d'adjacences adaptées aux configurations d'obstacles.*
- [4] *Mars 2021 : corrections des erreurs et réécritures de certains programmes.*
- [5] *Avril 2021 : implémentation du programme d'itinéraires basé sur l'algorithme de Dijkstra.*
- [6] *Mai/Juin 2021 : finalisation du modèle. Mise en condition dans l'objectif de déterminer les sorties les plus optimales puis interprétation des résultats.*