

UNIVERSITÉ NATIONALE DU VIETNAM À HANOÏ
INSTITUT FRANCOPHONE INTERNATIONALE



Option : Systèmes Intelligents et Multimédia (SIM)

Promotion : XXII

Modélisation et simulation des système complexes

Rapport Final

SIMULATION DU COMPORTEMENT DE LA FOULE LORS D'UNE CRISE(cas d'incendie en milieu scolaire).

Rédigé par :

Mohamadou Aminou OUMAROU ALTINE

Enseignant :

DR. MANH HUNG NGUYEN

Année académique 2017-2018

Table des matières

1	INTRODUCTION ET CONTEXTE	4
2	ANALYSE DU SUJET	5
2.1	Problématique	5
2.2	Objectif	5
2.3	Résultats attendus	5
3	Solution proposée	5
3.0.1	le comportement des foules	6
3.0.2	Présentation de la plate-forme « GAMA »	7
3.0.3	Présentation du langage « GAML »	7
3.0.4	Exemple de scénarios d'évacuation	7
3.0.5	Plan de simulation	8
4	MODÉLISATION	9
4.1	Hypothèses	9
4.1.1	- Hypothèse 1 (nature des foyers de danger)	9
4.1.2	- Hypothèse 2 (champ de visualisation)	9
4.2	L'environnement	9
4.3	Extraction des différents agents du système	9
4.3.1	Agent principale	10
4.3.2	Agent non moins important :	10
4.4	Diagramme de classe du système	14
4.5	Diagramme d'activité	15
4.6	Diagramme d'interactions	15
5	SIMULATION ET EXPÉRIMENTATION DES RÉSULTATS	16
5.1	Configuration et Description des bâtiments	16
5.1.1	configuration de bâtiment	16
5.1.2	Description du bâtiment	16
5.1.3	Simulation des différents scénarios d'évacuation et Résultats	17
6	CONCLUSION	20

Liste des tableaux

2 Diagramme d'interaction 15

Table des figures

1	Panique d'une foule et bâtiments en feu	4
2	Tableau récapitulatif des différents agents du système	13
3	Diagramme de classe	14
4	Diagramme d'activité	15
5	modèle de bâtiment avec 100 agents	16
6	pendant l'évacuation	17
7	après l'évacuation	17
8	Les paramètres d'entrer du système	17
9	A l'état initial	18
10	Pendant la simulation	18
11	A la fin de la simulation	18
12	Le temps moyen	19
13	Variation de la vitesse	19

1 INTRODUCTION ET CONTEXTE

L'histoire humaine dénombre malheureusement de nombreux mouvements de foule meurtrière qui se produisent généralement suite à des perturbations environnementales, d'origine humaine voire même imaginaire. En effet les catastrophes naturelles telles que les tremblements de terre, les tsunamis les vents violents causent d'énormes pertes en vies humaines et matérielles, ainsi que ceux-ci liés aux avancées technologiques causant de plus en plus des dégâts à l'échelle mondiale. Ces crises poussent l'homme à adopter certains comportements.

En juillet 1990 par exemple, une violente bousculade se produit dans un tunnel de Mina, au sud de La Mecque, faisant 1426 morts. En août 1994, à Brazzaville, au moins 150 personnes, en majorité des enfants meurent, piétinés ou étouffés dans un mouvement de panique à la fin d'une séance d'évangélisation dans une église. En 2009 en Chine un incendie dans une discothèque à Shenzhen a fait 43 morts et 88 blessés.



FIGURE 1 – *Panique d'une foule et bâtiments en feu*

Ces différentes raisons ont poussé la conception d'un outil de simulation dans divers domaines entourant les forces naturelles (incendie, vent, tremblement de terre et même évacuation d'urgence) sur des modèles numériques de constructions de l'homme sont aujourd'hui massivement utilisés afin de mettre en exergue leurs faiblesses de conception avant même leur édification.

Ainsi, il est nécessaire de faire une modélisation de simulation qui prend en compte tous les détails liés à l'évacuation lors d'une catastrophe notamment les incendies, qui sera un outil très important pour prendre des mesures de prévention et de contrôle dans des situations pareilles. C'est dans ce contexte que s'inscrit notre projet dont le but est de construire et modéliser un système à base d'agents afin de simuler le comportement et l'évacuation de la foule lors d'un incendie en milieu scolaire.

2 ANALYSE DU SUJET

L'analyse du sujet constitue une étape cruciale puisqu'il permet de connaître de plus en plus le fond du sujet. C'est-à-dire les domaines qui l'entoure, les problématiques, l'objectif à atteindre et enfin les résultats attendus.

2.1 Problématique

Il existe plusieurs études qui ont été menées à fin de comprendre la nature, le comportement de l'homme à travers certaine situation c'est le cas notamment des travaux de Ta et al, Mark et al etc... ainsi notre travail consistera à montrer sur un plan **théorique** :

- le comportement des êtres vivants face à une menace et de montré les enjeux ainsi que les perspectives pouvant provoqué ces comportements ;
- comment comprendre les systèmes de performance en cas d'évacuation en de situation de crise. Sur le plan **pratique** :
- montré à l'aide un modèle, différents scénarios d'une foule en des situation de crise.

2.2 Objectif

L'objectif de notre projet consiste à réaliser un modèle, un système multi-agent prenant en compte tous les détails liés à l'évacuation d'incendie en milieu scolaire. Qui enfin sera un outil très utile d'aide à la décision. Le but que nous nous somme fixé est :

- La conception d'un modèle proche de la réalité,
- L'identification de différentes méthodes de scénarios existant en vue d'améliorer une nouvelle perspectives pouvant apporter une solution approprier aux différents problème.

2.3 Résultats attendus

Comme résultats attendu, nous devons appliqué notre modèle dans le monde réel et également de contribué au développement des nouvelles méthodes permettant de mieux comprendre le comportement et l'évacuation de foule en cas de crise et en prévoir des solutions.

3 Solution proposée

On remarque que dans les situations extrêmes de crise chaque individu exprime ses émotions de manières très différentes. Ainsi les données qui permettent de calibrer le modèle sont très rares et se contredisent parfois. De ce fait on peut distinguer deux groupes de données quantitatives à savoir celles relatives aux pourcentages de personnes adoptant un certain type de comportement et celles relative à la durée du comportement.

De prime abord on lors d'une crise, dans un contexte bien définie on remarque les différents individus qui composent cette foule prennent soit la fuite en cherchant les issues des secours leur permettant rapidement de vidé les lieux en évitant les obstacles sur leur chemins. Subsidaire-

ment, on constate parfois la présence des personnes qui peuvent souvent apporter des assistances aux autres en vue de sauver le maximum de personnes possibles.[2]

3.0.1 le comportement des foules

La compréhension des comportements des foules dans des situations d'urgence est indispensables avant la mise au point d'un scénario de simulation. En vue de trouver des bonnes réponses quand aux comportements des foules nous allons examiner le phénomène à trois niveaux différents mais qui sont intimement liés les uns des autres.

1. **L'individu** : Du point de vue psychologique cognitive humaine, les comportements d'un individu peuvent être considérés comme les résultats de son processus de prise de décision. Un aspect important dans le déplacement des individus, est l'orientation spatiale dans l'environnement ce que désigne le terme anglais **way-finding**. Cet aspect est capital lors de l'évacuation puisqu'il assure la recherche d'un itinéraire susceptible de conduire la personne vers la sortie ou l'abri le plus proche. C'est un processus cognitif dépendant de divers paramètres psychologiques, sociaux et culturels et par conséquent sensible aux soudaines perturbations de l'environnement.
2. **Les interactions entre les individus** : Du point de vue de l'interaction sociale, sont façonnées par les structures sociales des comportements sociaux d'un individu en suivant les identités sociales. D'autres facteurs cruciaux qui influencent également fortement l'interaction sociale humaine incluent le respect de l'espace personnel et le principe de la preuve sociale.
3. **Le Groupe** : En regardant une foule ou un groupe au sein d'une foule comme une entité, nous pouvons identifier de nombreux facteurs importants qui peuvent contribuer à des comportements de foule. Des exemples de tels facteurs peuvent inclure : la densité de la foule, les contraintes environnementales et les contraintes mentales imposées par les pairs.
4. **Récapitulatif de comportement possible d'individus dans une catastrophe**

Mode de prise de connaissance de la catastrophe	Action entreprise
Sentir puis voir la fumée	Fuite
Entendre un bruit et sentir une chaleur	Quitter le local
Porte de sortie bloquée	Sortir par la fenêtre
Sentir des secousses	Quitter la maison
Croire que l'immeuble va s'écrouler	Quitter l'immeuble

3.0.2 Présentation de la plate-forme « GAMA »

GAMA (Gis Agent-based Modelling Architecture) est une plate-forme libre de modélisation et de simulation à base d'agents développée en 2007. Elle permet de construire un modèle très simple ou complexe selon la complexité du système. Sa particularité est qu'elle offre un Environnement de Développement Intégré complet et qui est très efficace dans la gestion des espaces.

3.0.3 Présentation du langage « GAML »

GAML est un langage orienté agent. En d'autres termes il permet de décrire et d'implémenter un agent à partir d'un modèle dans la plate-forme de simulation GAMA.

Nous savons qu'au moment d'une crise dans un environnement bien donné, et en vue de mieux gérer cette situation remarquons ces éléments combien important :

leader : est un agent clé, en ce sens qu'il est considéré comme étant l'agent qui connaît mieux les plans de l'évacuation. Cet agent est censé rassembler le plus important possible d'évacués avant d'atteindre le point de sortie.

Personne : c'est un agent simple qui a la capacité d'aller vers la sortie ou de se perdre.

3.0.4 Exemple de scénarios d'évacuation

Notre modèle propose plusieurs scénarios possibles en tenant en compte plusieurs facteurs : savoir la fumée, les panneaux de signalisation, etc...

Pour les différents modèles de scénarios nous allons choisir un bâtiment grand public qui nous permettra de trouver plusieurs réponses possibles quand aux différents tests que nous allons mener.

Scénario A : C'est un bâtiment scolaire qui dispose de deux sorties principales, avec peu d'obstacles. Lorsque le feu se déclenche, et que la fumée se propage alors les personnes essaient d'emprunter les voies de sortie. Parmi ces personnes il y a celles qui sont tentées par la curiosité et essaient d'attendre pour voir la gravité avant de décider de sortir. Il y a également celles qui sont hantées par la panique par conséquent elles n'arrivent pas à emprunter les voies de sortie d'elles-mêmes.

D'autres par contre continuent à faire des vas-et-viens jusqu'à trouver les panneaux qui indiquent les sorties.

Scénario B : Pour ce cas suivant l'évacuation est basée sur différents agents qui peuvent s'y trouver sur place. De ce fait nous distinguons deux principaux agents qui sont : **leader** et les agents **normaux (agent_lamda)**. Le leader simulé est en mesure de trouver ceux qui ne bougent pas et les encourager à le faire, identifier et avertir verbalement ceux qui se dirigent dans la mauvaise direction, et se joindre à un groupe de personnes évacuées à leur sortie une fois qu'il est déterminé que tout le monde évacue correctement. Dans le scénario pour les dirigeants en utilisant le « Suivez-moi la méthode, » le leader a également

diverses capacités, y compris la capacité d'identifier les personnes évacuées les plus proche de lui au début de la période de sortie et les conduire à la sortie, attendre jusqu'à ce que ceux qui sont tombés derrière récupèrent avant de poursuivre vers les sorties.

3.0.5 Plan de simulation

En vue de tester notre modèle, nous allons simuler une situation d'incendie qui va être implémentée à l'aide de la plate-forme GAMA. De ce fait nous avons choisi un environnement d'incendie puis effectuer les tâches ci-après :

1. Créer l'environnement de simulation,
2. Créer des agents caractérisés par un certain nombre de paramètres de manière à avoir une population différenciée,
3. ensuite lancé des simulations d'après le modèle implémenté avec différents scénarios prédéfinis.

4 MODÉLISATION

La modélisation par définition est une méthode qui consiste à construire des modèles. Donc, c'est l'une des deux principales composantes, avec l'expérimentation et la simulation, de la démarche scientifique.

Le modèle est une construction abstraite nous permettant de comprendre le fonctionnement général d'un système de référence en répondant à une question qui le concerne. Représentation simplifiée de ce système, un modèle s'appuie sur une théorie générale et est exprimé dans un langage spécifique appelé langage de modélisation.

De prime abord dans cette section il est préférable avant l'implémentation en question de formuler quelques hypothèse sur lesquels sont basé la simulation. Il s'agit entre autres :

4.1 Hypothèses

4.1.1 - Hypothèse 1 (nature des foyers de danger)

Ici nous considérons les foyers de dangers comme étant la nature de l'incendies en question susceptible de causé des éventuels dommage.

4.1.2 - Hypothèse 2 (champ de visualisation)

Considérons le champs de la visualisation d'un humain à 360 ,de ce fait nous pouvons émettre l'hypothèse que si un agent perçoit le feu a une distance bien donné ,alors l'agent est censé l'éviter par divers moyens.

4.2 L'environnement

L'environnement présente dans notre modèle est inspiré par les travaux mené par[Alginahi, Yasser M and Mudassar, Mohammed and Kabir, Muhammad Nomani and Tayan, Omar] [1]. En effet ce environnement nous convient bien en se sens qu'il nous permet d'étudier le comportement de la foule en période de crise ainsi que l'évolution de son degré en fonction des différents agents que compose ce modèle et ce grâce aux différentes configuration que nous avons cité haut (*nombre, la taille, la position du feux etc..*). L'environnement présenté dans ce modèle a une taille de 313 m par 356 m et contient par conséquent plusieurs type d'agents.*feux, personnes, leader, agent lambda ...*

4.3 Extraction des différents agents du système

Ici nous présentons les différents agent qui interviennent dans notre modèle ainsi que leur rôles respectifs.

4.3.1 Agent principale

Se sont les agents les plus importants voir indispensables dans le modèle de simulation que nous présentons, il s'agit de :

- **People (personne)** : Est l'ensemble des personnes qui se trouvent dans l'immeuble pendant l'incendie.
- **Feu** : Déclenche l'incendie, il peut tué les personnes et il crée aussi les fumées.
- **Fumee** : Empoisonne les personnes.
- **Panneau** : indique le chemin de sorti aux personnes.
- **Alarme** : Détecte le feux et les fumées et alerte les personnes.
- **Leader** : Sont les agents qui aident les autres qui ne parviennent pas à retrouver la sortie de sortir.
- **Agent lamda** : se sont des agents qui sont repérables par soit leurs possibilité de trouver les chemins de sortis d'eux même ou soit au cas ou ils n'arrivent pas a trouver le chemin, suivant les agents **leader** afin de sortir idem du danger.

4.3.2 Agent non moins important :

Se sont les agents qui ne sont pas indispensable dans le modèle mais dont leur présence apporte une signification toute particulière.

- **Exit** : l'endroit vers lesquels les agents empruntent pour évacuer le bâtiment.
- **Wall** : Les murs qui limitent le bâtiment de façon générale.

Dans le tableau suivant, nous présentons de façon détaillée les attributs et les différents agents ainsi que le fonctionnement dans le système.

AGENTS	ATTRIBUTS	COMPORTEMENT / REFLEX / ACTIONS
People	<p>+ size (type : float) : C'est l'attribut qui spécifie la taille de l'agent en question.</p> <p>+ acceleration (type : float) : C'est l'attribut qui montre l'accélération de l'agent une fois danger vue.</p> <p>+ puissance (type : int) : Donne la puissance que possède l'agent.</p> <p>+ vitesse (type : float) : Représente la vitesse de déplacement l'agent.</p> <p>+ color (type : rgb) : C'est l'attribut qui montre la couleur des agents et qui se manifeste de façon aleatoire color <- rnd_color(255)</p>	<p>Skills : Moving</p> <p>evacuation () : Lorsque l'alarme sonne les agents évacuent l'endroit</p> <p>die () : Ce reflex est activé lorsque l'agent est atteint par le feu a un degré ou il ne peut plus sortir.</p> <p>move () : Permet à l'agent de se déplacer et se diriger vers les portes de sortie. La condition pour qu'elle s'exécute, <i>target</i> doit être différent de nil. Donc une destination doit exister obligatoirement.</p> <p>accélérer () : Permet à l'agent d'accélérer lorsqu'il perçoit le feu.</p>
Feux	<p>+size_feux (type : float) : définit la taille du feu.</p> <p>+vitesse (type : float) : Définit la vitesse à laquelle le feu se propage</p> <p>+backflip (type : bool) : Cet attribut permet une variation du feu lorsque les paramètres de ce dernier change.</p> <p>+speed (type : float) : Permet de donner une vitesse de considérable à l'agent</p>	<p>creation_fumée () : C'est un reflex qui se produit lorsque le feu commence à se propager à un certain moment.</p> <p>brule_personne () : ce reflexe spécifie la nature de la personne qui est atteint par le feu. Ce reflexe intervient lorsque l'agent personne se trouve à une certaine distance du danger.</p> <p>propager () : Spécifie la variation du changement d'état du feu suivant certaine condition.</p>

<p>Leader</p>	<p>+size (type : float) : C'est l'attribut qui spécifie la taille de l'agent en question.</p> <p>+acceleration (type : float) : c'est l'attribut qui montre l'accélération de l'agent une fois danger vue.</p> <p>+puissance (type : int) : Donne la puissance que possède l'agent.</p> <p>+vitesse_leader (type : float) : Il représente la vitesse à laquelle l'agent se déplace.</p> <p>+color (type : rgb) : C'est l'attribut qui représente la couleur des agents et qui se manifeste <code>color <- #black</code></p>	<p>normal () : Ce reflex montre l'état normal de l'agent lorsque l'alarme n'est pas activée et que l'agent se trouve dans le bâtiment.</p> <p>Skills : Moving evacuation () : Lorsque l'alarme sonne les agents évacuent l'endroit en aidant les <i>agent_lambda</i> à retrouver les sorties les plus proches.</p> <p>die () : Ce reflex est activé lorsque l'agent Leader est atteint par le feu à un degré où il ne peut plus sortir.</p> <p>move () : Permet à l'agent de se déplacer et se diriger vers les portes de sortie. La condition pour qu'elle s'exécute, <i>target</i> doit être différent de nil. Donc une destination doit exister obligatoirement.</p> <p>Accélérer () : Permet à l'agent d'accélérer lorsqu'il perçoit le feu.</p>
<p>Fumée</p>	<p>+size (type : float) : la taille de la fumée</p> <p>+location (type : point): Qui prend par défaut comme paramètre (nil)</p>	<p>Mouvement () : C'est le reflex qui spécifie le mouvement de la fumée</p> <p>empoisonne_personne () : Lorsque le feu se déclare, la fumée apparaît et se propage dans le bâtiment. si un agent se trouve dans le périmètre de cette fumée alors elle empoisonne l'agent automatiquement.</p> <p>wander () : L'état de la fumée. C'est à dire déplacement en cascade.</p>

agent_lambda	<p>+size (type : float) : C'est l'attribut qui spécifie la taille de l'agent en question.</p> <p>+acceleration (type : float) : c'est l'attribut qui montre l'accélération de l'agent une fois danger vue.</p> <p>+puissance (type : int) : Donne la puissance que possède l'agent.</p> <p>+vitesse_lambda (type : float) : Il représente la vitesse à laquelle l'agent se déplace.</p> <p>+color (type : rgb) : C'est l'attribut qui représente la couleur des agents et qui se manifeste <code>color <- #black</code></p>	<p>Skills : Moving</p> <p>evacuation () : Lorsque l'alarme sonne les agents évacuent l'endroit</p> <p>die () : Ce reflex est activé lorsque l'agent est atteint par le feu a un degré ou il ne peut plus sortir.</p> <p>move () : Permet à l'agent de se déplacer et se diriger vers les portes de sortie. La condition pour qu'elle s'exécute, <i>target</i> doit être différent de nil. Donc une destination doit exister obligatoirement.</p> <p>accélérer () : Permet à l'agent d'accélérer lorsqu'il perçoit le feu.</p>
Wall	<p>Cet agent est construit à partir des données provenant de notre fichier GIS représentant le bâtiment</p> <p>+color (type : #green)</p>	<p>display_shape () : Représente la géométrie du bâtiment.</p> <p>color : couleur du bâtiment</p>
Exit	<p>Cet agent est construit à partir des données provenant de notre fichier GIS représentant les sorties du bâtiment</p> <p>+color (type : #green)</p>	<p>display_shape () : Représente la géométrie de la sortie.</p> <p>color : couleur du bâtiment</p>
Panneau	<p>Cet agent est construit à partir des données provenant de notre fichier GIS représentant les indications de sorties du bâtiment.</p> <p>+color (type : #green)</p>	<p>display_shape ()</p> <p>color : couleur du bâtiment</p>

FIGURE 2 – Tableau récapitulatif des différents agents du système

4.4 Diagramme de classe du système

Ci-dessous nous allons montré le diagramme de classe du système qui permet à cet effet une implementation du modèle sur n'importe quelle plate forme de simulation.

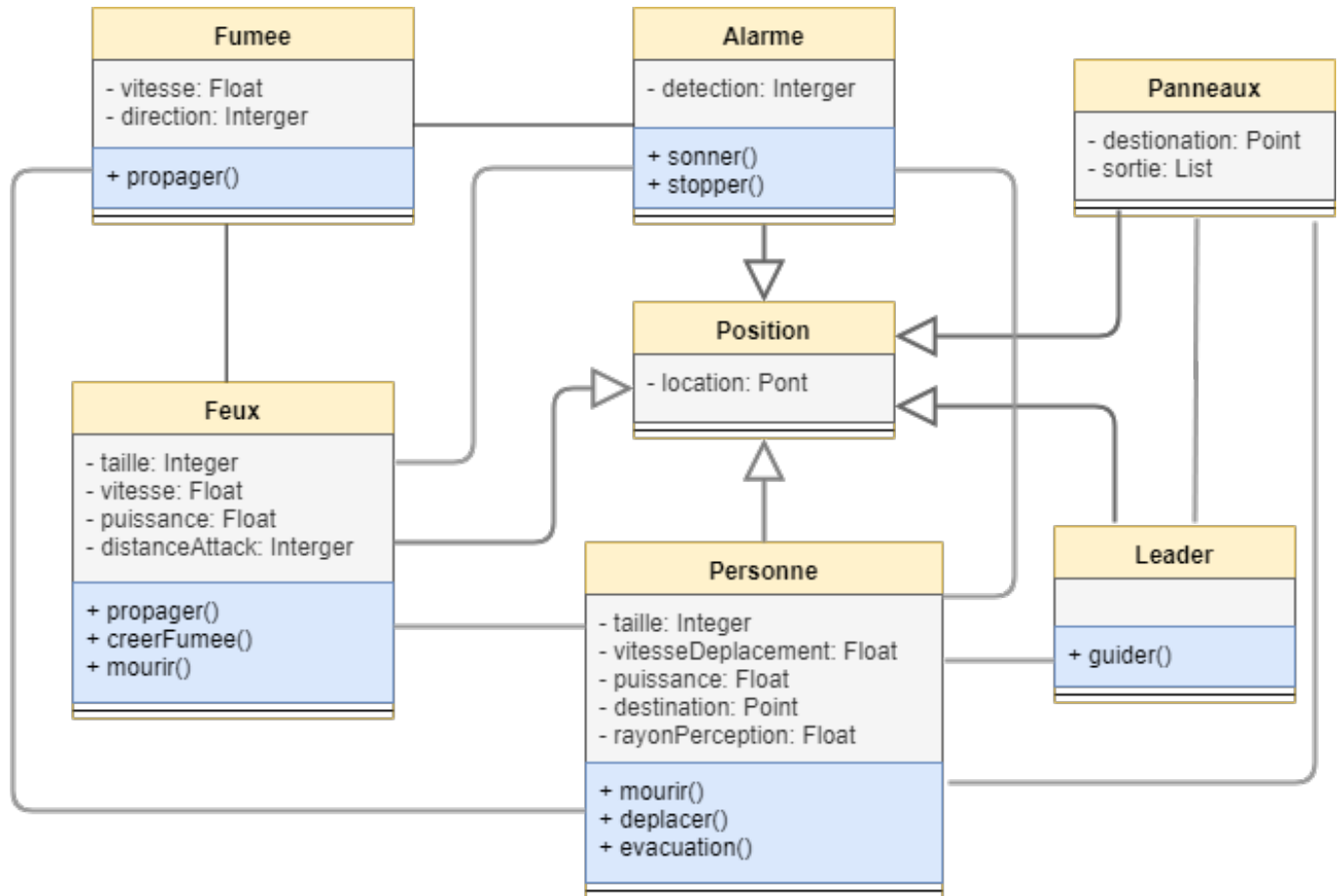


FIGURE 3 – Diagramme de classe

4.5 Diagramme d'activité

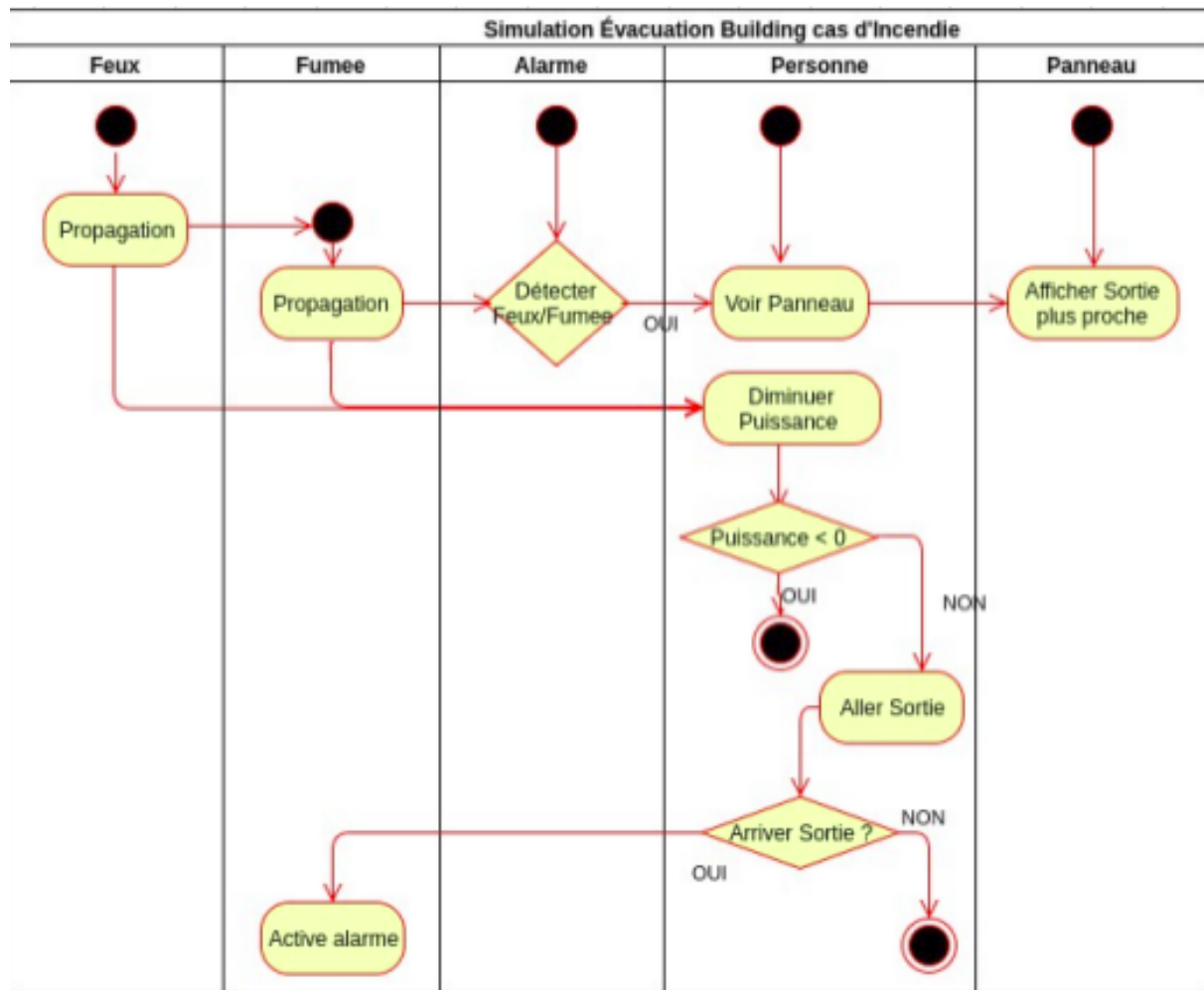


FIGURE 4 – Diagramme d'activité

4.6 Diagramme d'interactions

	personne	feux	fumee	alarme	panneau	lambda
personne	-	-	-	-	-	-
feux	Diminution puissance	Creation de fumee	-	-	-	Diminution puissance
fumee	Diminution puissance	-	-	-	-	Diminution puissance
alarme	évacuation	Activé l'alarme	Activé l'alarme	-	-	évacuation
panneau	Indiquation de sortie	-	-	-	-	-
lambda	-	-	-	-	-	-

TABLE 2 – Diagramme d'interaction

5 SIMULATION ET EXPÉRIMENTATION DES RÉSULTATS

La simulation a pour but de Valider le modèle, Comprendre et Visualiser les résultats afin de Contrôler une crise notamment une crise d'incendie déclenchée dans un bâtiment et de Prendre des décisions préventives. L'expérimentation a été réalisée sur une machine Medion Akoya E6234 de 64 bits, 8gb RAM, le système d'exploitation utilisé est Linux (Ubuntu version 18.04), et nous avons utilise la plate-forme GAMA, version 1.6.1 ainsi que le langage de programmation GAML. Nous avons utilise OpenstreetMap et OpenJump version 1.11-r5434-PLUS pour extraire et modifier des fichiers shapefile de batiment. Les diagrammes sont construits a partir de la plateforme en ligne draw.io.

5.1 Configuration et Description des bâtiments

5.1.1 configuration de bâtiment

Pour définir l'efficacité du modèle proposé, plusieurs configuration des bâtiments ont été implémenté avec bien sur des mesures proches de la réalité. Nous avons de cet fait construit ces bâtiments avec une légère différence quand au disposition des sorties. Ces bâtiment ont été réalisé par l'outil **OpenJump** qui donne une configuration réel .

5.1.2 Description du bâtiment

En ce qui concerne le bâtiment1, il comporte deux portes de sorties avec comme mesure 20 metres sur 35 metres comportant des minis portes de sortie pour venir au portes principales. Ci-dessous l'images du bâtiment :

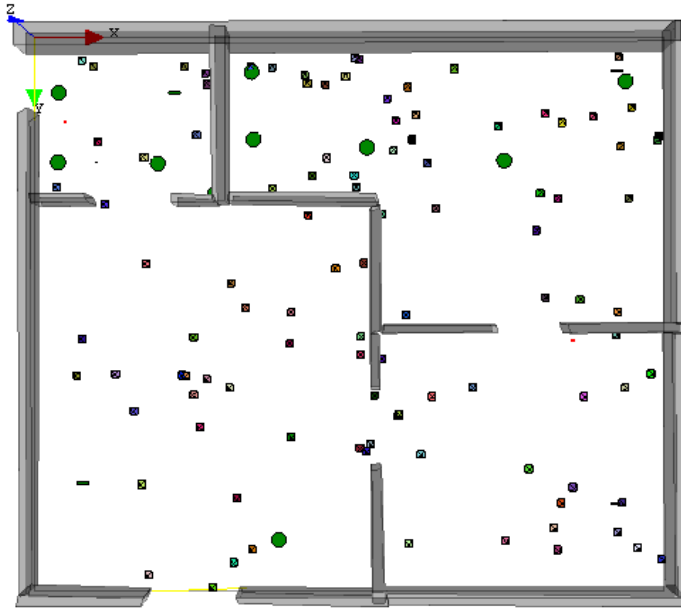


FIGURE 5 – modèle de bâtiment avec 100 agents

5.1.3 Simulation des différents scénarios d'évacuation et Résultats

1. scénarios avec deux portes : Pendant l'évacuation nous constatons que lors de l'ap-

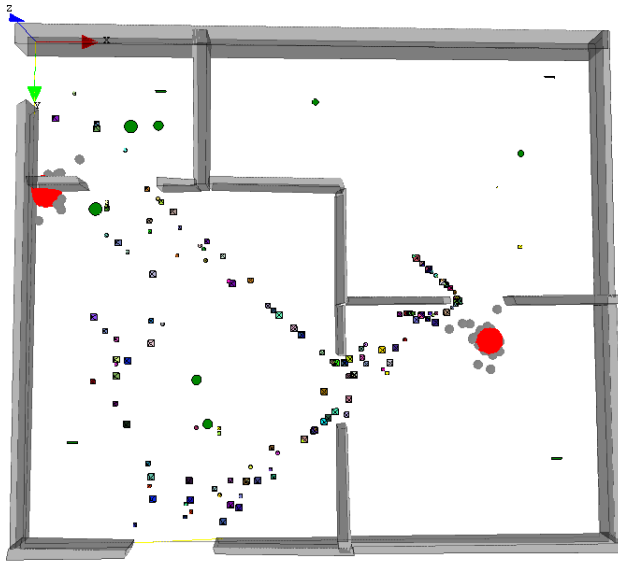


FIGURE 6 – pendant l'évacuation

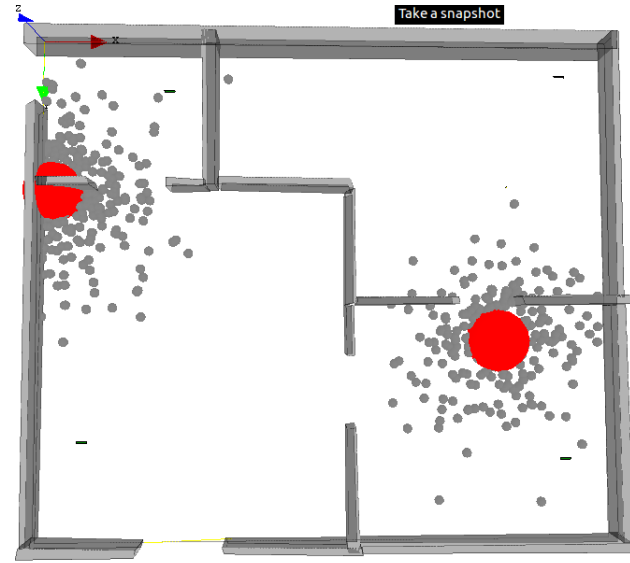


FIGURE 7 – après l'évacuation

parition du feu, les habitants du bâtiment se dirigent vers les sorties en vue d'évacuer le bâtiment. après nous constatons qu'il ne reste plus aucune personne visiblement dans le bâtiment sauf l'agent feu et la fumée qui continue à se propager jusqu'à un certain niveau. Dans la figure ci-dessous, nous présentons les entrées du système. Ils sont modifiables et peuvent être ajustés afin de faire varier les différents résultats de la simulation.

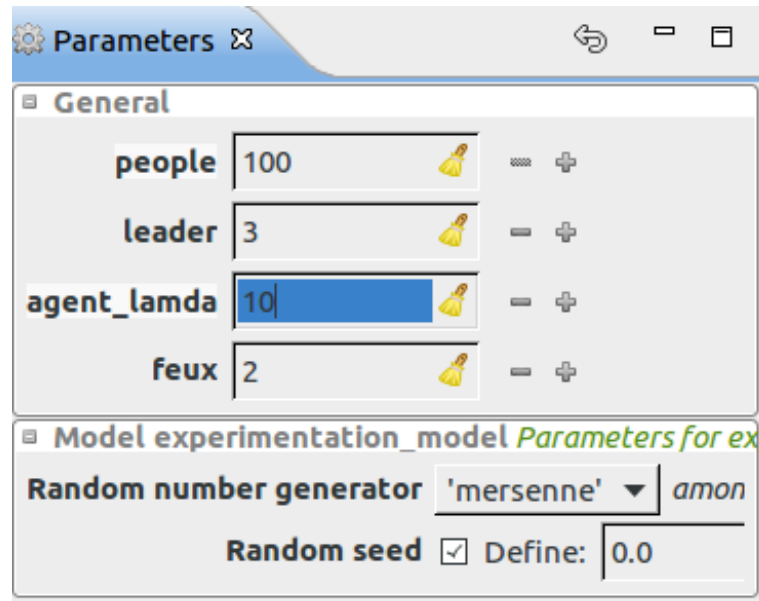


FIGURE 8 – Les paramètres d'entrée du système

La figure ci-dessous présente le graphe avec les pourcentages et les valeurs variantes tout au cours de la simulation avec 113 individus.

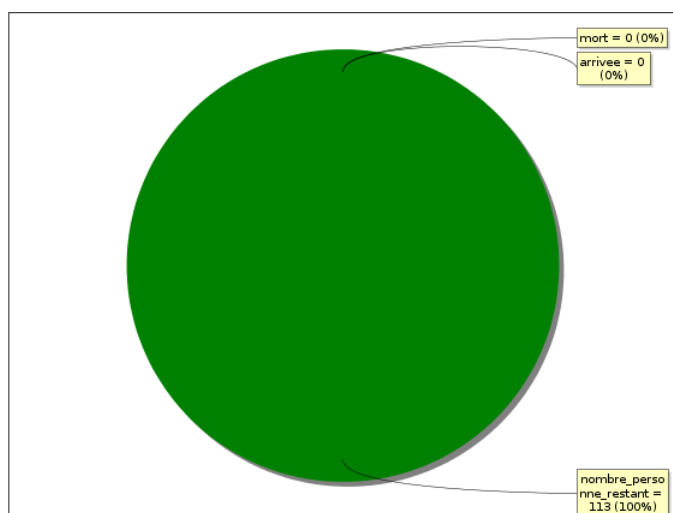


FIGURE 9 – A l'état initial

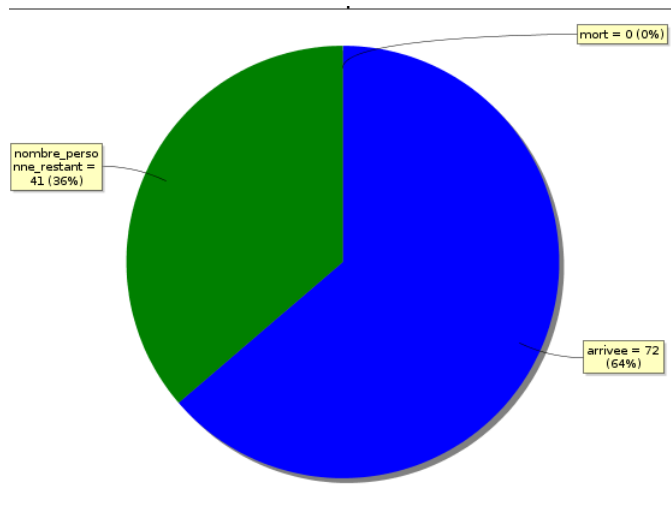


FIGURE 10 – Pendant la simulation

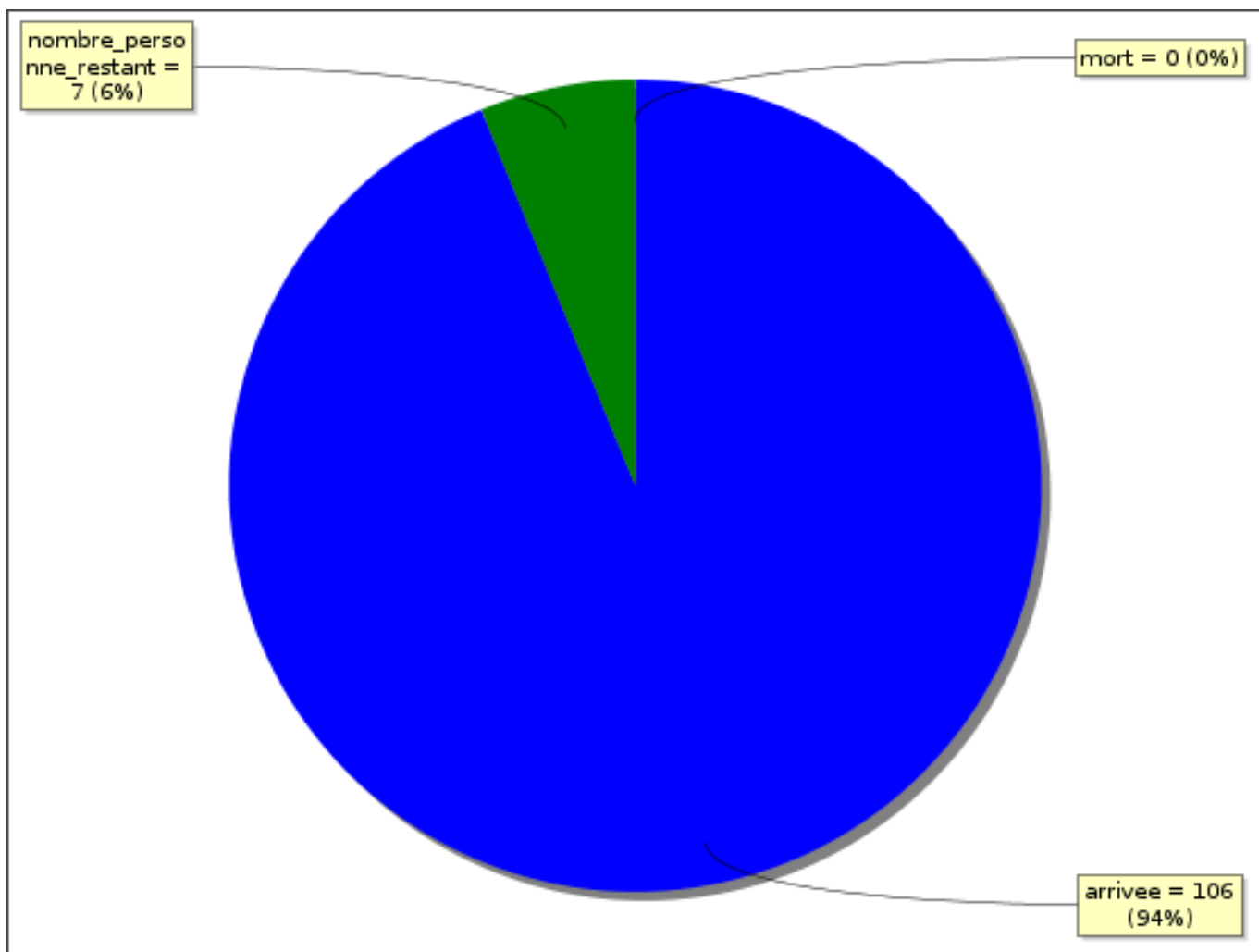


FIGURE 11 – A la fin de la simulation

Les figures ci-dessous nous permet d'observer le temps moyen d'évacuation et la vitesse de sortie lors de la simulation.

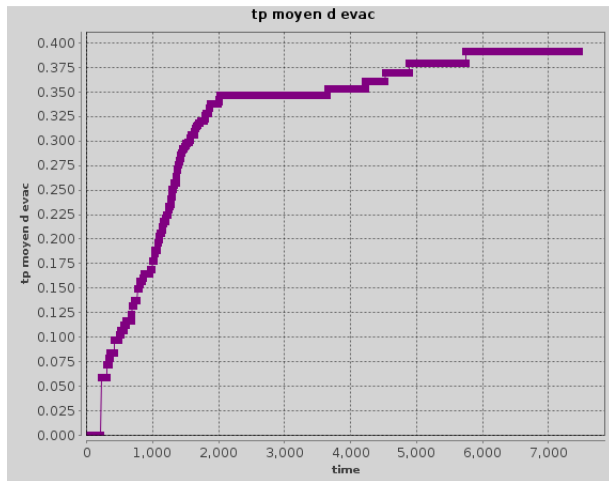


FIGURE 12 – Le temps moyen

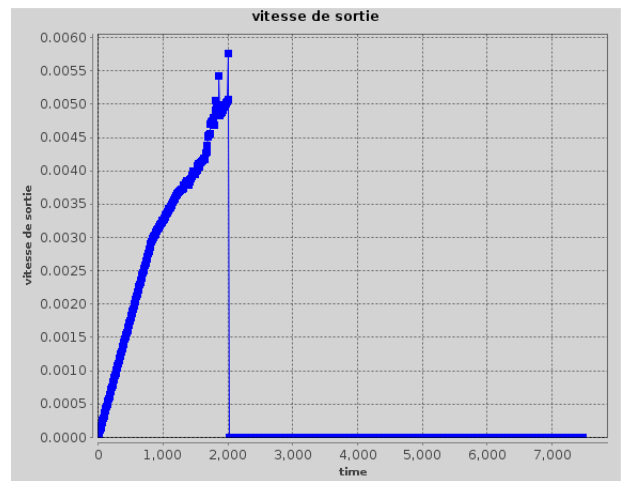


FIGURE 13 – Variation de la vitesse

ANALYSE :

A travers ces expérimentations ,on remarque que lors de la simulation plusieurs type de comportement qui définissent l'état des différents agent du système. En effet nous remarquons que plus la taille d'un agent est considérable plus sa vitesse de déplacement varie. C'est qui est du au poids de ce dernier. On constate également que la présence des agents leader joue un rôle important dans l'évacuation en se sens qu'ils permettent aux autres agents qui n'ont pas la faculté de sortir d'eux même une assistance rapide et significative. Ce qui montre le nombre considérable d'agent évacué lors de la simulation.

6 CONCLUSION

Bien que de nos jours les mesures sécuritaires connaissent de grandes avancées et des travaux appréciables, on ne saurait parvenir à un état de risque zéro. En se rapportant à la nature sociale des humains, il serait irréalisable de provoquer une situation de crise juste pour étudier le comportement des humains en de pareille circonstances. La modélisation suivi de la simulation réalisée au travers de la plate-forme GAMA nous a permis d'analyser le comportement d'une foule en situation de crise incendie dans un établissement scolaire. Nous avons également à travers cette simulation pris conscience de certains faits ou réactions de la part de certains agents que nous n'aurons pas pu envisager (la précipitation vers les flammes).

Toutefois ce travail peut connaître des améliorations afin de le rapprocher d'avantage de la réalité. Comme pour la majorité des projets, ce dernier à également fait l'objet de quelques difficultés; notamment l'obtention d'un shapefile qui sied au mieux à la représentation d'un bâtiment à plusieurs niveaux.

Références

- [1] Yasser M Alginahi, Mohammed Mudassar, Muhammad Nomani Kabir, and Omar Tayan. Analyzing the crowd evacuation pattern of a large densely populated building. *Arabian Journal for Science and Engineering*, pages 1–16, 2018.
- [2] Patrick Amar. L’approche cognitivo-comportementale. *Le Coaching Bref pour aller à l’essentiel- : Vers les transformations rapides et durables des acteurs clés de l’entreprise*, page 187, 2012.