

UNIVERSITÉ NATIONALE DU VIETNAM À HANOÏ  
INSTITUT FRANCOPHONE INTERNATIONAL

---



Option : Systèmes Intelligents et Multimédia (SIM)

*Promotion : XXI*

**Modélisation et Simulation des Systèmes Complexes (MSC)  
Projet final**

**THème : Simulation d'un système de secours en cas d'accident de  
circulation**

**Rapport final Groupe 7**

KAFANDO Rodrique

KOUADIO Kouamé Olivier

Encadrant :

Dr. Manh Hung Nguyen

Année académique 2016-2017

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Analyse du sujet</b>	<b>2</b>
2.1	Contexte . . . . .	2
2.2	Domaine d'étude de notre projet . . . . .	2
2.3	Problématique . . . . .	2
2.4	Définition des mots clés du sujet . . . . .	3
2.5	Objectif du projet . . . . .	3
2.6	Travaux à réaliser . . . . .	3
2.7	Les acteurs du projet . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Etat de l'art</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Modélisation du système</b>	<b>4</b>
4.1	Extraction des Agents . . . . .	4
4.1.1	Agent Personne . . . . .	5
4.1.2	Agent Véhicule . . . . .	5
4.1.3	Agent Ambulance . . . . .	5
4.1.4	Agent Centre Urgence . . . . .	5
4.2	Diagramme de classe de notre modèle . . . . .	6
4.3	Diagramme de d'activité de notre système . . . . .	6
<b>5</b>	<b>Simulation</b>	<b>8</b>
5.1	Environnement de simulation . . . . .	8
5.2	Les données utilisées . . . . .	8
5.3	Les senarios à mettre en places . . . . .	8
5.4	Implémentation . . . . .	9
<b>6</b>	<b>Expérimentations et Analyse des résultats</b>	<b>9</b>
6.1	Expérimentations . . . . .	9
6.2	Analyse des résultats . . . . .	12
<b>7</b>	<b>Conclusion générale</b>	<b>15</b>

# 1 Introduction

Nous assistons dans nos quotidiens à des accidents de circulation dans les grandes villes de nos différents pays, surtout en cette fin d'année où tout le monde est pressé pour aller vaquer à ses occupations. Alors pour apporter une aide efficace aux personnes victimes, les autorités envisagent mettre en place des mesures de secours qui part du premier soins jusqu'à leur conduite dans un centre hospitalier. L'objectif principal de cette étude est de modéliser dans un premier temps ce processus de secours et dans un second temps faire une simulation de ce processus à l'aide d'agents. Cette étude nous permettra d'analyser les paramètres qui rentrent en ligne de compte du système de secours afin de proposer une solution plus optimale pour secourir les nombreux victimes que causent les accidents de circulation. Notre rapport est structuré de la manière suivante : d'abord nous avons analysé notre sujet afin de cerner les différents concepts, puis nous avons effectué une étude de l'état de l'art pour savoir quelles sont les techniques qui ont été utilisées pour résoudre ce problème précédemment. Il est important de souligner que cette étude de l'état de l'art nous permet soit d'éviter de faire les mêmes choses que ce qui existe ou d'améliorer l'existant. Ensuite nous avons modéliser notre problème, et implémenté notre modèle ; enfin nous avons effectué les expérimentations et analysé nos résultats.

## 2 Analyse du sujet

### 2.1 Contexte

Le présent projet s'inscrit dans le cadre du cours de modélisation et simulation des systèmes complexes. Il s'agit d'un projet qui vise à étudier un système de secours en cas d'accident de circulation de la ville de Hanoi. En effet nous assistons aujourd'hui à de nombreux cas d'accidents de circulation et secourir les victimes dans un court délai est un grand challenge pour les secouristes, pour ce fait tout un système est mis en place pour atteindre leurs objectifs. Notre projet vient un temps soit peu simuler tout ce système mis en place pour étudier les paramètres qui peuvent rendre ce système plus performant afin de sauver les victimes d'accidents de circulation.

### 2.2 Domaine d'étude de notre projet

Ce sujet soumis à notre réflexion dans le cadre de ce projet s'inscrit dans le domaine des systèmes multi-agents (SMA). C'est un domaine qui, en plus de l'informatique, recouvre plusieurs domaines de connaissances. Il est, de nos jours, très en vogue en raison de nombreuses recherches qui y sont menées par divers laboratoires et chercheurs. Relativement à ce projet nous aurons principalement à utiliser les notions de systèmes multi-agents, de modélisation, de systèmes complexes, de programmation orienté agent pour résoudre le problème soumis à notre étude.

### 2.3 Problématique

De nos jours, la simulation intervient dans tous les domaines car elle constitue une aide fondamentale à la prise de décision. Nous savons que apporter un secours à une victime d'accident

de circulation englobe plusieurs problèmes telque l'échange d'informations entre les différents agents du système, la disponibilité des ambulances, la disponibilité des places dans les centres hospitalier qui accueillent les victimes.

Le problème majeur auquel nous faisons face et dont nous nous intéresserons dans ce travail est d'arriver a simuler le système de secours pour eviter plus de mort lorsqu'il y a les accidents. D'où cette épineuse question comment peut-on simuler le sytème de secours en cas d'accident afin d'éviter le décès des victimes ?

## **2.4 Définition des mots clés du sujet**

- Simulation : la simulation est un outil utilisé par le chercheur, l'ingénieur, pour étudier les résultats d'une action sur un élément sans réaliser l'expérience sur l'élément réel.
- secourir : c'est l'action de sauver quelqu'un d'un danger.
- Un accident de la circulation : est un choc qui a lieu sur un réseau routier entre un engin roulant (voiture, moto, camion ...) et tout autre chose ou personne et qui engendre des dégâts matériels et/ou des blessures humaines ou perte en vie humaine.

## **2.5 Objectif du projet**

- Proposer une modélisation du processus de secours en cas d'accident.
- Utiliser la simulation à base d'agents pour implémenter cette modélisation.
- Mettre notre modèle à la disposition des autorités afin d'être efficaces dans le secours de personnes victimes d'accidents.

## **2.6 Travaux à réaliser**

- travaux théoriques : dans le cadre de notre projet, comme travaux théorique nous avons déterminer les différents agents du système(propriétés et comportements) nous avons fait les différents slides pour la presentation et rdiger le rapport final.
- Travaux pratiques : en ce qui concenre la pratique nous avons implementater notre système en utilisant la plateforme Gama, nous avons fait varier nos differents paramentres d'entré pour analysé la performance et les resultats obtenus.

## **2.7 Les acteurs du projet**

Les principaux acteurs de ce projet sont présentés dans le tableau (TABLE 5)

# **3 Etat de l'art**

Pour evaluer la performance des leurs services d'urgents certains hopitaux, comme celui de National Health Service (NHS) au royaume-unis utilise la modélisation par simulation pour aider à comprendre les facteurs qui affectent cette performance. Dans ce article [1] l'objectif de ce travail à consisté à comprendre les performances des services d'urgence en utilisant la simulation.La

TABLE 1 – Acteur du projet

Groupe	Nom et prénom
Pilotage : Cette équipe est responsable de la conduite du projet. Il donne les directives à suivre et valide les choix d'implémentation.	Dr Manh Hung Nguyen, Enseignant (IFI).
Projet : Ce groupe est responsable de la mise en oeuvre des choix du groupe de pilotage. Il doit faire des propositions pour la conception et l'implémentation du système au groupe de pilotage pour validation.	<ul style="list-style-type: none"> <li>— KAFANDO Rodrique</li> <li>— KOUADIO Kouamé Olivier</li> </ul>

simulation a base d'agent des services d'urgent en cas d'accident de cet hopital a révélé que la performance du système viendrait d'abord par un triage des différents cas qui arrivnt dans les services. En effet Murat M. Guna et ses alliés ont pu obsrver l'efficatité de leur modèle en priorisant les cas d'urgence extrême avant de s'occuper des autres cas, paraillement l'inefficacité du modèle est aussi causé par l'inexpriences des intervenants sur système. A la fin de la simulation, les auteurs ont conclu que les agents multitâche ralentissent la performances du système.

Le deuxième article que nous avons étudier dans le cadre de ce projet à été écrit par CE Sabel et ses alliés intitulé "road traffic accident simulation modelling-a kernel estimation approach" [2]. Dans ce travail les auteurs ont utilisé le modèle d'estimation Kernel prédire les différents zones d'accident sur un reseau routier. En couplant cet technique mathématique à la simulation a base d'agent, les experts de la circulation routier peuvent observer réellement les points ou il y a beaucoup d'accident afin de prendre les mesures pour eviter ces accidents.

D'autres études menées que nous avons pas mis dans ce rapport pour ne pas l'allonger nous montrent que les modèles a base d'agents sont très efficaces pour la modelisation et simulation des système de secours en cas d'accident car ces modèles présentent bien l'interaction entre les agents le comportement des agents, le mouvement de ceux-ci et sont proche de la réalité.[3]

## 4 Modélisation du système

### 4.1 Extraction des Agents

Afin de mieux atteindre nos objectifs, nous avons procédé à une analyse approfondie de notre système à mette en place pour dégager les différents acteurs qui y interviennent. Ainsi, nous avons distingué quatres(04) acteurs principaux qui interviennent dans notre système à savoir : Agent personne, Agent vehicule, Agent Ambulance et Agent Hopital.

#### 4.1.1 Agent Personne

Les personnes représentent la population de la ville qui se déplacent et qui sont susceptibles d'avoir un accident de circulation. Nous illustrons ci-dessous ses attributs et ses différentes activités ou comportements dans le tableau (TABLE 5)

TABLE 2 – *Attributs et Activité d'Agent Personne*

Attributs	Activités
<ul style="list-style-type: none"><li>— Les coordonnées x et y</li><li>— La taille</li><li>— La couleur</li><li>— L'énergie</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>— Se déplacer</li><li>— Envoyer un signal de sa position</li><li>— Recevoir un choc</li><li>— Etat(survivre ou mourir)</li></ul>

#### 4.1.2 Agent Véhicule

Les véhicules circulent dans la ville et transportent des passagers. Nous concevons qu'un accident de véhicule implique un cas de danger. Nous illustrons ci-dessous ses attributs et ses différentes activités ou comportements dans le tableau (TABLE 5)

TABLE 3 – *Attributs et Activité d'Agent Vehicule*

Attributs	Activités
<ul style="list-style-type: none"><li>— Les coordonnées x et y</li><li>— La taille</li><li>— La couleur</li><li>— Le rayon d'émission</li><li>— Le degré de choc</li><li>— La vitesse</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>— Se déplacer</li><li>— Cogner un autre véhicule</li><li>— Signaler sa position en cas d'accident</li></ul>

#### 4.1.3 Agent Ambulance

Les ambulances portent secours à toute personne ayant eu un accident dans sa zone de surveillance. Nous illustrons ci-dessous ses attributs et ses différentes activités ou comportements dans le tableau (TABLE 5)

#### 4.1.4 Agent Centre Urgence

Les Centres Urgences sont les centres d'accueils dans lesquels les accidentés sont amenés et soignés. Nous illustrons ci-dessous ses attributs et ses différentes activités ou comportements dans le tableau (TABLE 5)

TABLE 4 – *Attributs et Activité d'Agent ambulance*

Attributs	Activités
<ul style="list-style-type: none"> <li>— Les coordonnées x et y</li> <li>— La taille</li> <li>— La couleur</li> <li>— La vitesse de l'ambulance</li> <li>— Le rayon de perception</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Se déplacer</li> <li>— Aller à la recherche d'un accidenté</li> </ul>

TABLE 5 – *Attributs et Activité d'Agent centre d'urgence*

Attributs	Activités
<ul style="list-style-type: none"> <li>— Les coordonnées x et y</li> <li>— La taille</li> <li>— La couleur</li> <li>— La capacité ou nombre de place</li> <li>— Le nombre d'ambulance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Recevoir un signal</li> <li>— Recevoir un accidenté</li> <li>— Envoyer un signal</li> <li>— Envoyer une ambulance pour aller chercher un accidenté</li> <li>— Demander une ambulance</li> </ul>

## 4.2 Diagramme de classe de notre modèle

Après cette analyse approfondie que nous avons faite le diagramme de classe , la figure (FIGURE 1) ci-dessous presente le diagramme obtenu.

## 4.3 Diagramme de d'activité de notre système

Le diagramme d'activité décrit les différents processus ou flux d'information entre les agents de notre système. Il met en lumière toutes les étapes de la simulation et facilite l'implémentation du modèle. Nous l'illustrons par la figure (FIGURE 2)

Dans une population, on peut avoir plusieurs cas d'accident. nous avons les centres hospitaliers qui disposent de moyens d'intervention (ambulances). En cas d'accident, les centres hospitaliers de la zone peuvent être signalés c'est-à-dire que l'accidenté émet un signal dans un rayon donné et tous les hopitaux présents dans ce rayon recevront le signal. Ainsi plusieurs hopitaux reçoivent le signal et seul le plus proche et le premier à réagir pourra intervenir. Toutefois une contrainte d'intervention réside sur l'hôpital le plus proche. Ce dernier doit disposer des moyens d'intervention et aussi du personnel et de la place disponible pour prendre en charge le cas signalé (l'accidenté). Au cas où cette contrainte n'est pas vérifiée le centre en question envoie un signal aux autres hopitaux dans un rayon donné et le procédé se répétera jusqu'à ce qu'un centre hospitalier vérifie la contrainte.

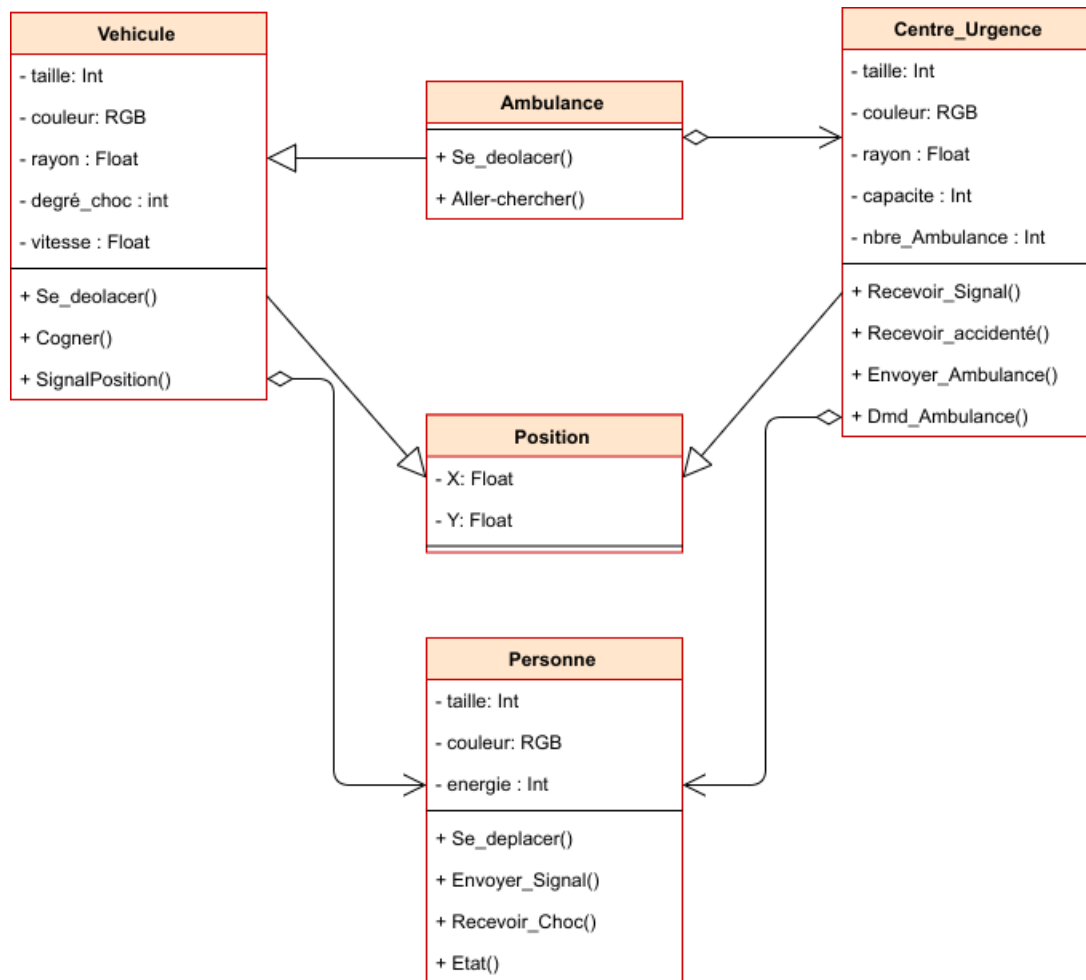


FIGURE 1 – Diagramme de classe de notre système



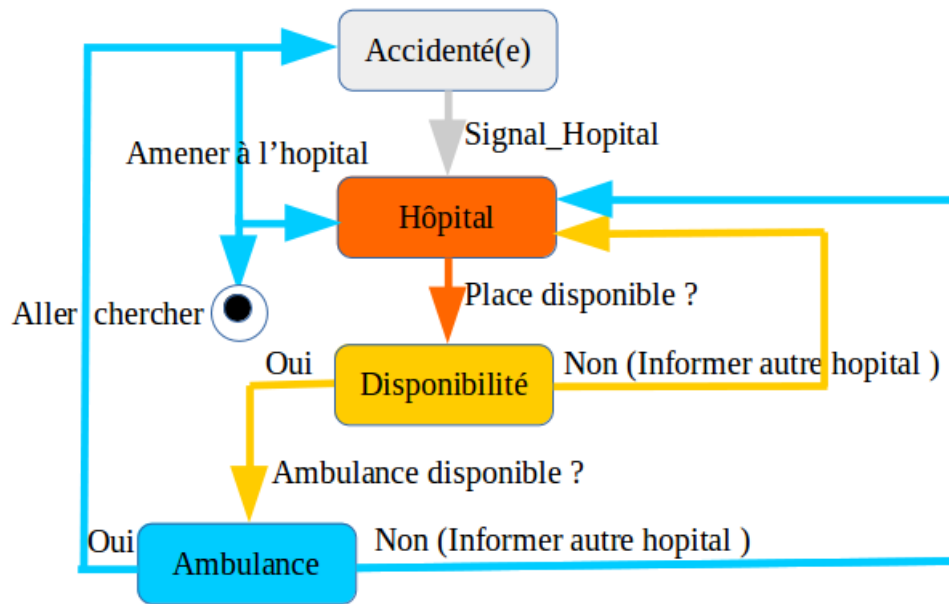


FIGURE 2 – Diagramme d'activité de notre système

## 5 Simulation

Après la phase de modélisation, nous procédons à celle de simulation. A cours de cette phase nous allons définir notre environnement, les données et les diiférents senarios que nous avons mis en place.

### 5.1 Environnement de simulation

Pour implementer notre modèle nous avons utilisé la plateforme GAMA, la version 1.6. Nous avons également utilisé l'outil QGIS pour concevoir les shapefiles de notre environnement, sur ces dernieres vous pouvez constacter les polygones qui representent les centre d'urgence, les routes.

### 5.2 Les données utilisées

Au cours de cette implementation nous avons utilisé comme données,en **entrée** (input) : **le nombre d'accidenté, le nombre de personne qui sont pas victime d'accident, le nombre d'ambulance, le nombre d'hotipitiaux**, les victime d'accidené sont appelé cas urgent. Comme donnée en sortie(output) nous avons sous fore de graphe **le nombre de per-sonne sauvé, le nombre de personne décédée**.En sortie, également nous avons fait ressorti le pourcentage de personnes sauvés, le pourcentage de personnes décédées.

### 5.3 Les senarios à mettre en places

. pour concevoir notre modèle nous nous sont basé sur deux(2) senarios principaux.

- Senario 1 : Ce scénario consiste à définir et disposer aléatoirement les différents agents de notre système sur la plateforme de simulation. Il concerne entre autres : la création de la carte c'est-à-dire la ville ou la région de simulation la création de la population y vivant. Nous les disposons aléatoirement sur le carte, c'est-à-dire les personnes seront sur la route, la création des différents hôpitaux la création de quelques personnes victimes la création des ambulances.
- Sénario 2 : Il s'agit de simuler les différentes actions d'assistance aux personnes victimes d'accidents. Simuler les ambulances qui vont circuler pour chercher les personnes accidentées. En ce qui concerne les conditions d'arrêt, il faut qu'il n'y ait plus de personnes en danger afin que le système s'arrête. Comme paramètres de sortie, il s'agit de nos différents objectifs à atteindre comme nous l'avions déjà annoncé dans la **section données utilisées**. Nous devons donc avoir les statistiques de personnes en danger, des personnes sauvées, des personnes décédées et ainsi, calculer les taux de personnes sauvées et des personnes décédées.

## 5.4 Implémentation

L'implémentation de nos différents agents va se trouver dans notre code sources que nous mettrons en annexe. Compte tenu du temps insuffisant, nous n'avons pas pu mettre en place un système complet et assez performant.

# 6 Expérimentations et Analyse des résultats

## 6.1 Expérimentations

Dans nous expérimentons d'abord notre modèle avec comme données en entrées :

- 100 personnes dans les rues ;
- 20 personnes accidentées ;
- 5 ambulances ;

Nous illustration, ces parametrages par cette image FIGURE 3. Après les paramétrage nous affichons les agents sur la carte. Les polygones en rouge constituent les agents hopitaux, les carrés jaune representent les agents Ambulances, quant aux rondes verts ils représentent les personnes bien portants dans la ville(ceux qui sont pas victime d'accident et en fin ceux en rouge représentent les personnes accidentées (victimes d'accidents). FIGURE 4

Alors nous lançons la simulation, la (FIGURE 5) présente le résultat obtenu.

En effet lorsque nous lançons la simulaton les ambulances parcours la vie en a allant vers les lieux ou les accidents ont été signalés. Après la simulation nous obversons l'apparition de deux type agents(noir et bleu), en effet les agents noir sont des accidentés qui n'ont pu être sauvés, et ceux en bleu représentent les agens qui ont été sauvé après l'accident par le système de secours.

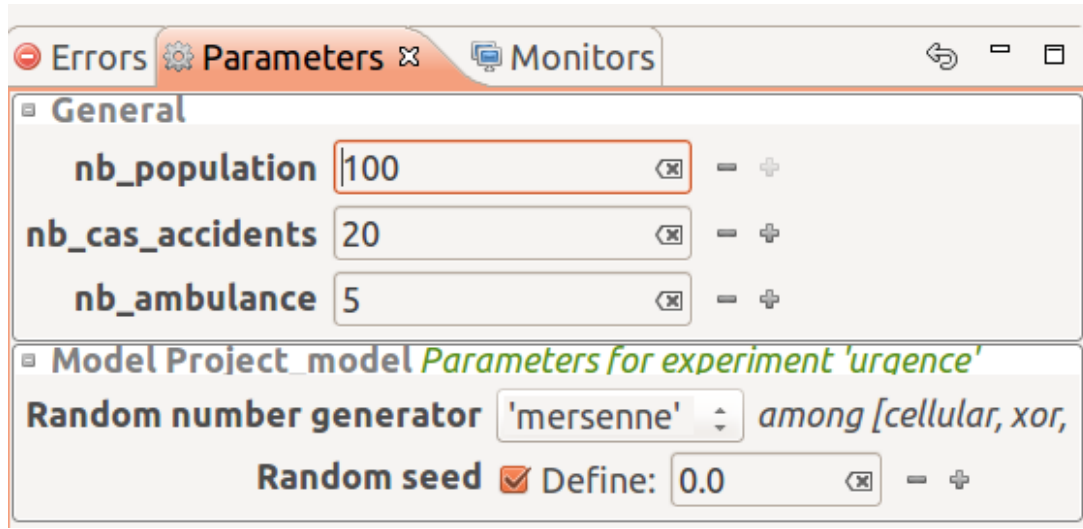


FIGURE 3 – Parametrage du modèle (1 er cas)

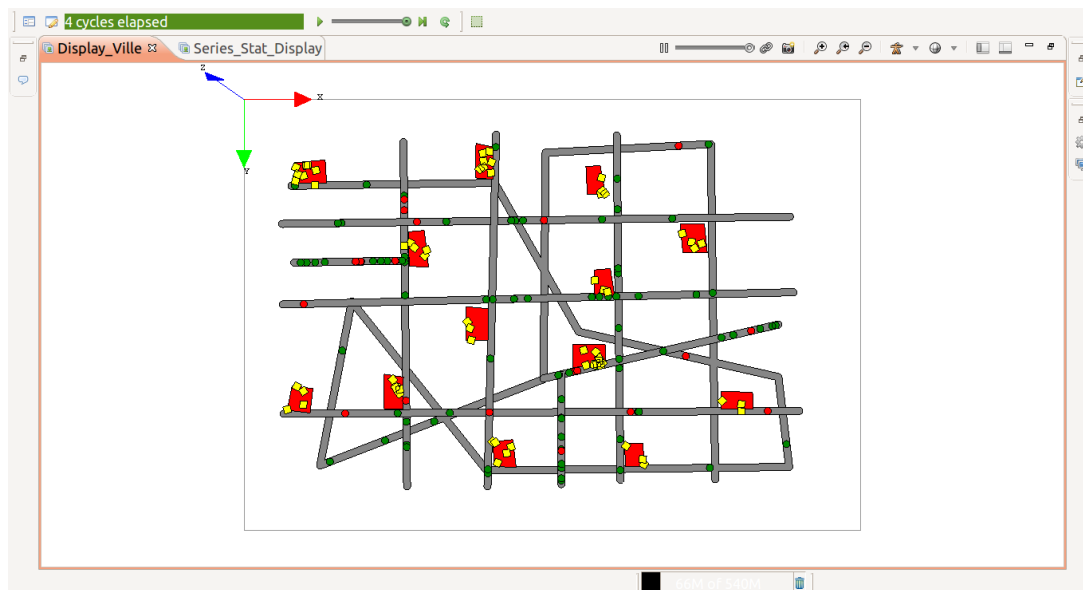


FIGURE 4 – Visualisation des Agents en debut simulation

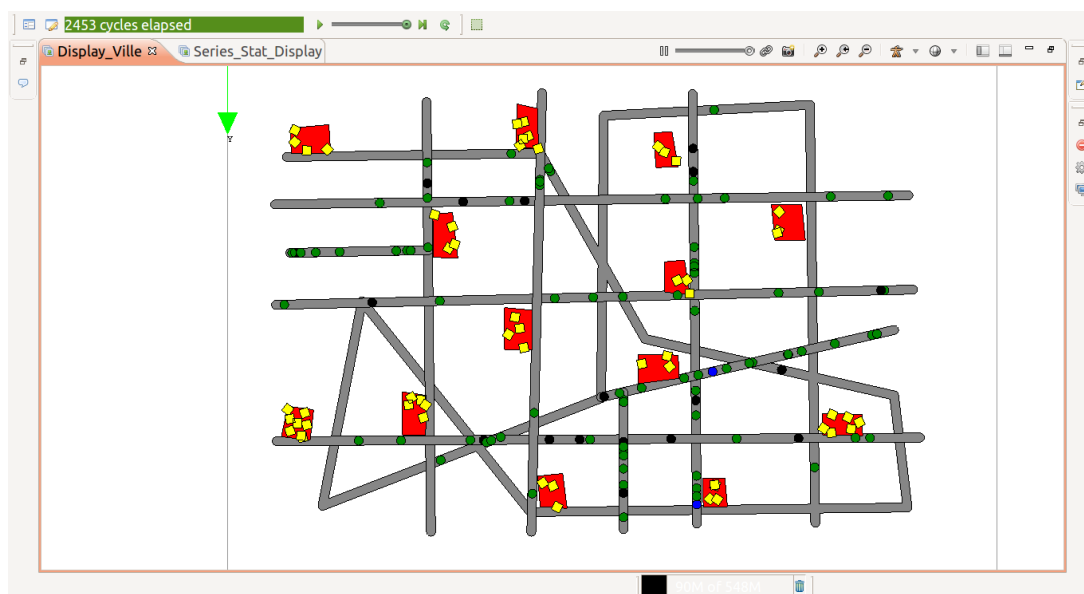


FIGURE 5 – Affichage des agents à la fin de la simulation

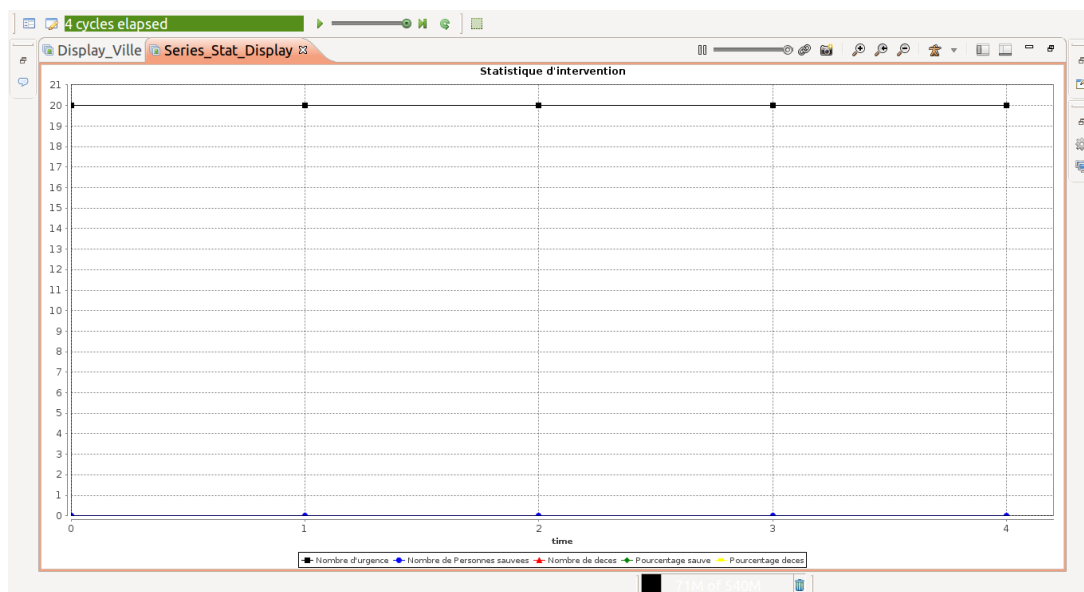


FIGURE 6 – Graphe au début de la simulation

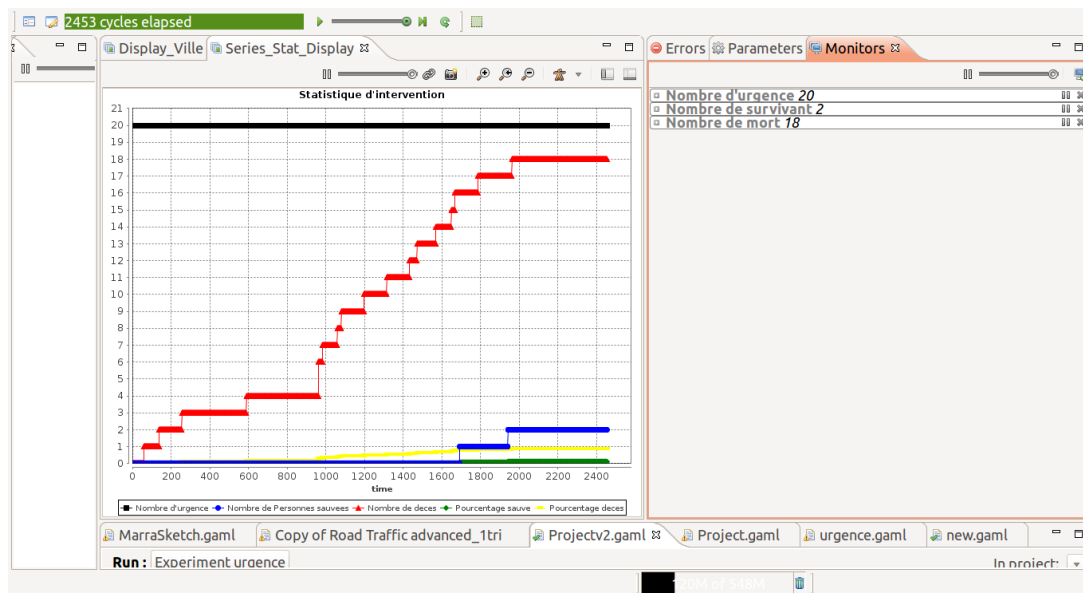


FIGURE 7 – Illustration de la statistique : paramètres de sortie (1er cas)

## 6.2 Analyse des résultats

la (FIGURE 6) présente le graphe au début de la simulation, nous observons le nombre d'accident en noir qui en a la valeur indiqué a l'initialisation, toutes les autres données sont à zero. Cela montre clairement que nous somme a l'état initial de notre expérimentation c'est dire nous n'avons pas encore la simulation. Alors que ce passe lorsque nous actionnons le bouton de la simulation ? Le résultat est illustré par la (FIGURE 7)

Dans ce résultat (FIGURE 7) le graphe en noir représente les cas d'accidents, le rouge représent le nombre de décès et le bleu le nombre de personne sauvé. En observant les différents graphes, nous pouvons voir le graphe rouge (nombre de décès) au dessus du bleu (nombre de sauver) cela signifie que la circulation, des information entre les différents agents n'est pas optimisé, car nous lorsqu'il ya un accident il y a plusieurs flux d'information qui ce passe. nous pouvons retenir suite a ce resultat que les ambulances mettent du temps a venir chercher les accidentés. Cette lenteur est dur soit au fait que l'hôpital qui reçoit le signal de l'accident n'a pas de place disponible ou d'ambulance, d'où il doit renvoyé le signal aux autres hopitaux. Il important de souligner que le décès d'une victime dépend également du degré de choc qu'elle reçoit et de son energie. Un accidenté qui meurt, celà signifie que son enregie est égale à zero(0).

Après un certain temps , nous constactons l'augmentation du nombre de personne sauvée. Cette augmentation s'explique par le déploiement des ambulances sur le terrain. Plus les ambulances réagissent vite plus nous avons la chance de sauver plusieurs victimes.

Quant au graphe vert et jaune, ils représentent nos dits en pourcentage.

Nous faisons varier les paramètres d'entrée pour trouver les bons paramètres pour qui peuvent améliorer le pourcentage de personnes sauvées. Les (FIGURE 8), (FIGURE 9), (FIGURE 10) montrent les résultats obtenus. En procédant à la variation des paramètres d'entrée notre modèle arrive à avoir un nombre supérieur de survivants par rapport aux premières données que nous avons expérimenté. Nous pouvons interpréter cela en disant que lorsque le nombre d'accident est nombreux et qu'il y a un nombre insuffisant d'ambulance, nous pouvons pas sauver beaucoup de personnes. Cela dit il faut que les hôpitaux possèdent de grandes capacités d'accueil, et un nombre suffisant d'ambulance pour secourir les personnes victimes dans la ville.

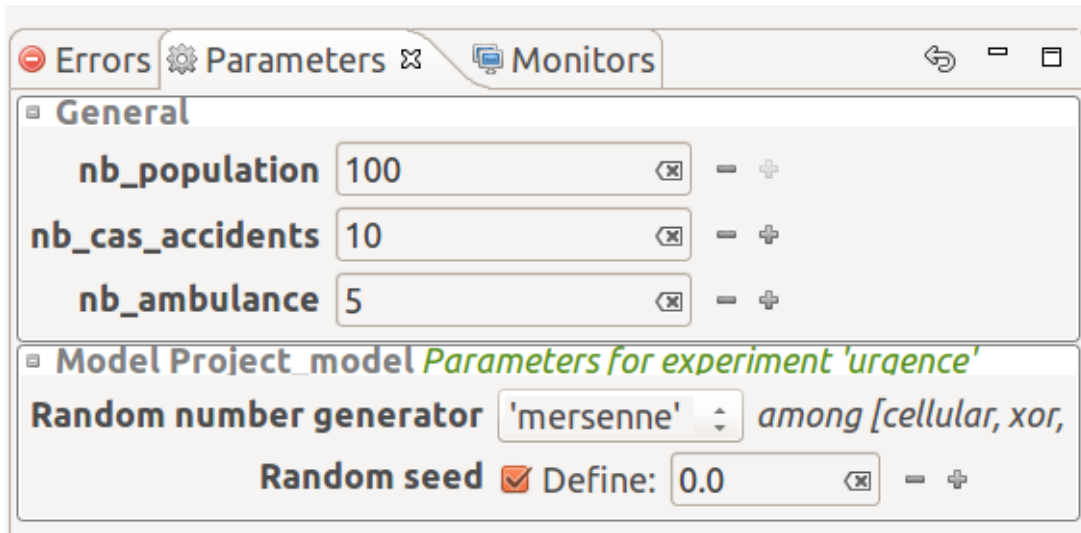


FIGURE 8 – paramètres d'entrée (2<sup>e</sup> cas)

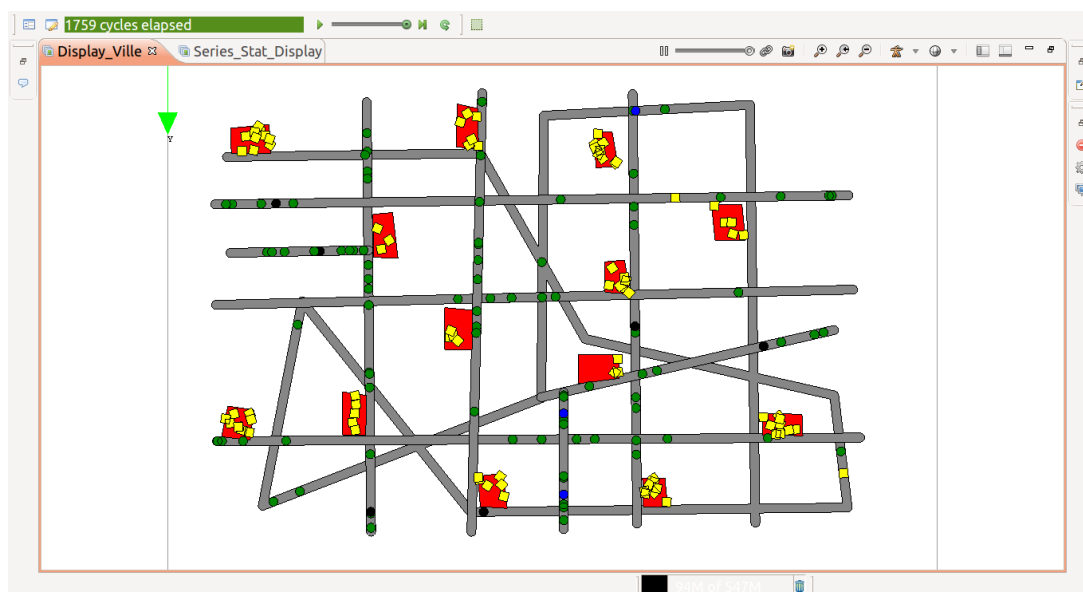


FIGURE 9 – Affichage des agents à la fin de la simulation

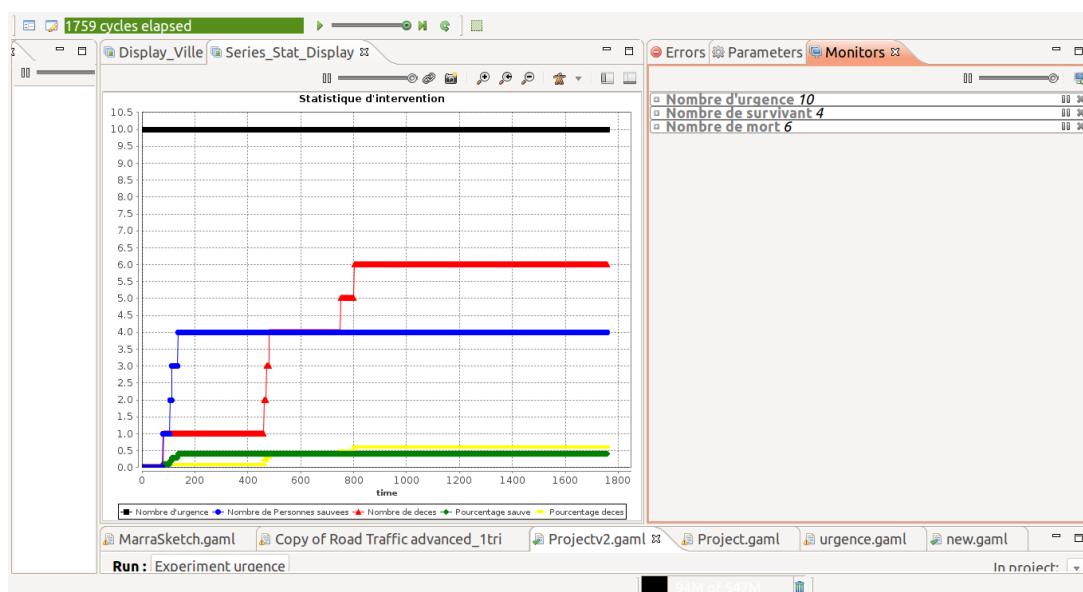


FIGURE 10 – parametres de sortie (2e cas).

## 7 Conclusion générale

Notre travail avait pour principal but de proposer un modèle de simulation à base d'agent permettant de secourir des victimes d'accidents de circulation.

Pour ce faire, nous avons tout d'abord défini l'ensemble des agents (leurs activités de même que leurs attributs) qui composent notre système. Il s'agissait essentiellement des agents personne, centre d'urgence, véhicule, et ambulance. Après avoir défini nos agents, nous avons fait la conception du modèle dans laquelle nous avons illustré le diagramme de processus qui englobe l'ensemble des activités ou des cas possible de simulation.

A l'issue de la conception nous avons implémenté le modèle et élaborer des cas de simulations. L'analyse des résultats obtenus nous permet dire que notre modèle est optimal. Nous tenons à souligner également que les résultats en sortis dépendent fortement des paramètres d'entrées que sont le nombre d'accidents, le nombre d'ambulance disponible, le rayon de perception des accidentés et aussi des hôpitaux.

En effet, ce modèle représente un modèle très simplifié du système et peut avoir des améliorations considérables.

**Difficultés rencontrées.** Les difficultés majeures que nous avons rencontrées durant ce projet sont entre autres :

- La contrainte du temps, car le temps de réalisation a été très court et a donc nécessité une simplification du modèle.
- La non maîtrise de la plateforme de simulation (language GAML).

**Perspectives.** Comme nous l'avons si bien indiqué plus haut, notre modèle est une simplification du système normal. Des recommandations peuvent donc faites pour un amélioration future. Parmi ces points, on peut citer :

- La création des accidents de façon dynamique comme dans la circulation normale ;
- L'amélioration des processus de communication entre les différents agents notamment entre la population et les hôpitaux, entre les hôpitaux, entre personne, et aussi entre ambulance ;
- Réaliser la simulation sur une ville réelle au lieu de la faire sur un dessin de QGIS ;

## Références

- [1] Murat M Gunal and Michael Pidd. Understanding accident and emergency department performance using simulation. In *Proceedings of the 38th conference on Winter simulation*, pages 446–452. Winter Simulation Conference, 2006.
- [2] Clive E Sabel, Simon Kingham, Alan Nicholson, and Phil Bartie. Road traffic accident simulation modelling-a kernel estimation approach. In *The 17th Annual Colloquium of the Spatial Information Research Centre University of Otago, Dunedin, New Zealand*, pages 67–75, 2005.
- [3] D. Adams. *The Hitchhiker's Guide to the Galaxy*. San Val, 1995.