

# MODÉLISATION ET SIMULATION DES SYSTÈMES COMPLEXES

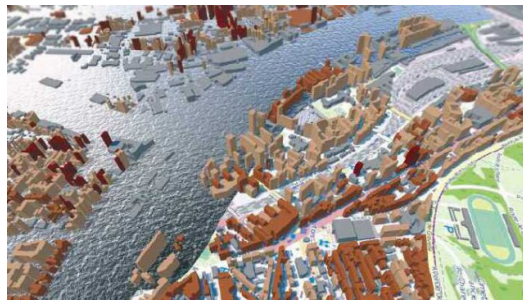
Rapport de projet

IFI-Promotion 23

---

## SIMULATION D'UNE INONDATION AU BORD D'UN FLEUVE

---



Membres du Groupe:

M. LAMAH RICHARD

M. CISSE ABDOULAYE

M. OUEDRAOGO INOUSSA

M. SOUMANA.H ABDOURAHMANE

# Contents

<b>1</b>	<b>RÉSUMÉ</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>ABSTRAT</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>INTRODUCTION</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIPTION DU PROJET</b>	<b>5</b>
4.1	Inondation . . . . .	5
4.2	Fonctionnement et Scénario du projet . . . . .	5
<b>5</b>	<b>CONCEPTION</b>	<b>6</b>
5.1	L'environnement . . . . .	6
5.2	Bâtiments . . . . .	7
5.3	Personnes . . . . .	9
5.4	Fleuve . . . . .	10
5.5	Pluie . . . . .	11
5.6	Nuage . . . . .	12
5.7	Diagramme de classe . . . . .	13
5.8	Diagramme de séquence . . . . .	13
<b>6</b>	<b>RÉALISATION et IMPLÉMENTATIONS</b>	<b>14</b>
6.1	Paramètres et Statistiques . . . . .	21
6.2	IDE OUTILS . . . . .	23
<b>7</b>	<b>CONCLUSION</b>	<b>24</b>

# 1 RÉSUMÉ

Un système de simulation d'inondation est une représentation abstraite d'une inondation à travers différentes étapes et processus : détermination des agents, description des agents, Modélisation du système et simulations. La mise en place d'une telle solution répond au besoin de maîtriser les catastrophes causées par les phénomènes naturels (inondation) et de pouvoir secourir à temps les populations atteintes. Pour réussir un tel projet, il importe cependant de bien identifier les Agents et de prendre en considération tous les aspects : interaction entre agents et l'environnement technique. L'étude de ce système complexe est un mini projet visant à l'élaboration et l'application d'un modèle de simulation d'inondation au bord d'un fleuve (Niger) provoquée par une forte pluie.

## 2 ABSTRAT

A flood simulation system is an abstract representation of a flood through different stages and processes: determination of agents, description of agents, system modeling and simulations. The implementation of such a solution responds to the need to control the disasters caused by natural phenomena (flooding) and to be able to rescue the affected populations in time. To succeed in such a project, however, it is important to properly identify the Agents and to take into consideration all aspects: interaction between agents and the technical environment. The complex system study is a mini project aimed at developing and applying a flood simulation model at the edge of a river (Niger) caused by heavy rain.

### 3 INTRODUCTION

Une inondation est une submersion ponctuelle d'une zone habituellement sèche, par des eaux douces ou salées. Cette inondation peut être un phénomène régulier ou catastrophique et peut se produire lentement ou très rapidement. Il existe Principalement deux types d'inondations selon qu'elles impliquent des eaux douces ou des eaux marines, en majeure partie accompagnées par de fortes pluie. Les inondations peuvent avoir de graves conséquences sur les personnes, l'activité économique, les infrastructures, l'environnement et le patrimoine culturel. Elles peuvent endommager ou détruire les logements et les zones d'activités touchés par la montée des eaux. Elles peuvent également engendrer des dysfonctionnements sur les réseaux (eau potable, électricité, téléphone, routes, transports) et impacter directement ou indirectement toute une population.

Ce mini-projet consistera à étudier la simulation d'une inondation d'une ville installée au bord du fleuve. Cette dernière nous permettra d'étudier les résultats d'une inondation sur la ville sans réaliser l'expérience sur l'élément réel. Ce qui aura pour cause d'exercer l'action souhaitée sur l'élément et de pouvoir observer ou mesurer le résultat. Afin de permettre aux riverains de prendre des mesures adéquates à l'avenir pour éviter l'inondation(choix de zone d'habitations).

Pour ce faire, l'élaboration du projet se déroulera en quatre phases: la description, l'analyse, la conception et enfin l'implémentation.

## 4 DESCRIPTION DU PROJET

### 4.1 Inondation

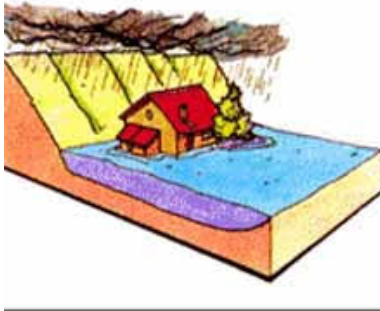
Une inondation est une submersion temporaire, naturelle ou artificielle, d'un espace par de l'eau liquide. Ce terme est fréquemment utilisé pour décrire :

- Le débordement d'un cours d'eau, en crue puis en décrue, sur les terrains voisins. L'eau est répandue dans les talwegs et les dépressions topographiques.
- le ruissellement très important, soit sur des terres cultivées (inondation boueuse), soit en zone imperméable urbanisée.
- Le débordement ou les conséquences de la rupture d'ouvrages artificiels hydrauliques tels que retenues d'eau, digues, canalisations (agricoles, d'eau potable, d'assainissement) ou la rupture d'une retenue naturelle comme celle d'un lac glaciaire, provoquant une inondation soudaine
- La remontée d'une nappe phréatique.
- L'envahissement temporaire par la mer d'une zone côtière lors d'une submersion marine.

### 4.2 Fonctionnement et Scénario du projet

Dans ce mini projet nous allons élaborer un modèle de simulation basé sur l'augmentation de niveaux d'eau du fleuve provoquée par une forte pluie qui par la suite aura pour conséquence l'immersion des bâtiments, destruction des biens et la noyade des êtres vivants. Cette simulation est basée sur d'inondation au bord du fleuve Niger en utilisant la plate forme Gama. Nous présentons le modèle de base ayant servit de support à notre travail, ce modèle a été implémenté en gama version 1.8 .

## 2. Par accumulation d'eau ruisselée



## 1. Par débordement direct d'une rivière qui touche des vallées entières

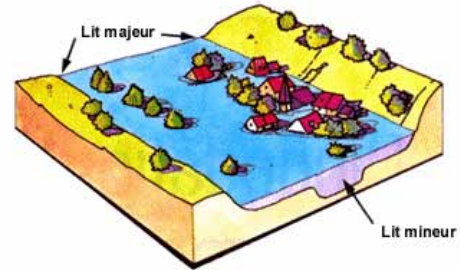


Figure 1: type d'inondation[2]

# 5 CONCEPTION

## 5.1 L'environnement

C'est un rectangle dans le quel la simulation est faite,ce dernier présente des caractéristiques,il s'agit d'un rectangle contenant tous les agents du modèle et qui représente le milieu dans le quel ils évoluent. Il peut être vu comme un terrain plat ou non.

La figure et le tableau ci-dessous présentent ce composant.

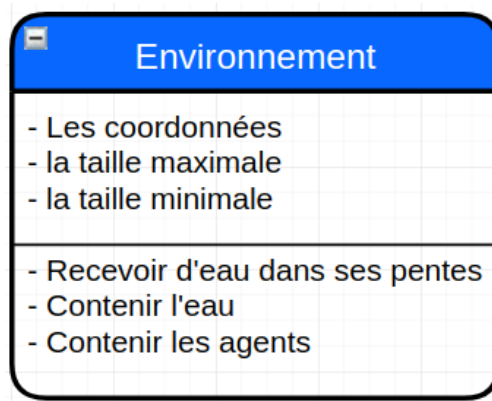


Figure 2: Figure de Environnement

Attributs	Description
Width	Largeur de l'environnement
Height	Hauteur (comprendre longueur) de l'environnement

## 5.2 Bâtiments

Un bâtiment est une construction immobilière, réalisée par intervention humaine, destinée d'une part à servir d'abri, c'est-à-dire à protéger des intempéries des personnes, des biens et des activités.



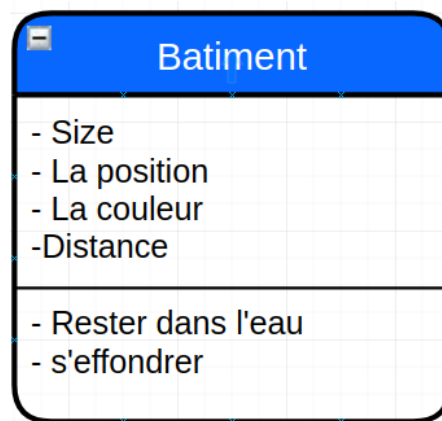


Figure 3: Figure de Batiment

Attributs /Actions	Description
Taille	La forme du bâtiment en le taillant
Position	la position du Bâtiment dans l'environnement
Couleur	La couleur du Bâtiment
Distance	C'est la distance du Bâtiment par rapport au fleuve
Rester dans l'eau()	C'est le fait de séjourné dans l'eau pendant un temps a une hauteur quelconque.
S'effondrer()	C'est l'effondrement du Bâtiment

### 5.3 Personnes

C'est un ensemble d'individu d'espèce humain qui habitent dans les bâtiments;

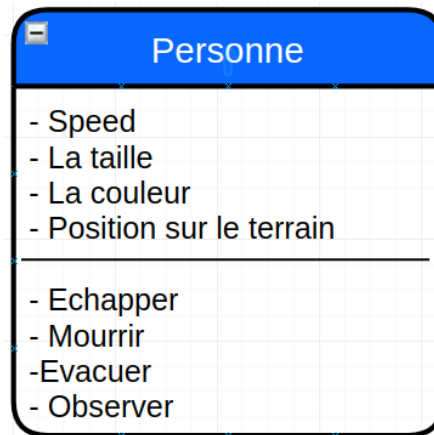


Figure 4: Figure de l'agent Personne

Attributs / Actions/ États/ Aspect	Description
Taille	C'est la taille de la personne
Position sur le terrain	position de la personne sur point de l'environnement
Couleur	C'est la couleur de la personne
Echapper ()	Fuir, se mettre à l'abri
Évacuer ()	C'est le fait d'aider d'autres personnes à fuir
Observer()	C'est le fait de Considérer un incident avec attention.
Mourir()	c'est être victime de l'inondation et mourir

## 5.4 Fleuve

C'est le cours d'eau au bord du quel,il existe des habitations;

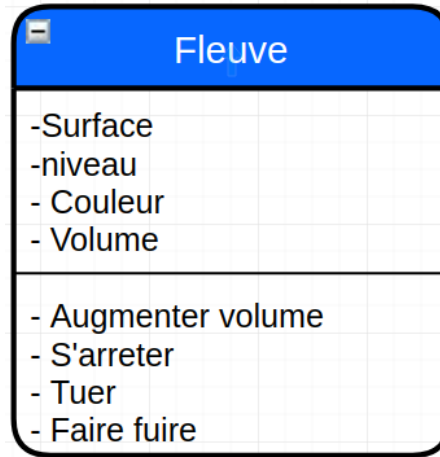


Figure 5: Figure de l'agent Fleuve

Attributs / Actions/ États/ Aspect	Description
Surface	C'est la surface de l'eau
couleur	C'est la couleur de l'eau
Niveau	C'est le niveau de l'eau
Volume	C'est la quantité d'eau qui va tomber dans le fleuve
Augmenter volume()	C'est la montée du niveau du fleuve
s'arrêter()	C'est la limite du débordement du fleuve
Tuer ()	C'est le fait d'envahir les riverains
Faire fuir ()	C'est le fait que les personnes fuient suite au debordement du fleuve

## 5.5 Pluie

C'est un phénomène naturel qui augmente le niveau du fleuve et s'ensuivra le débordement.

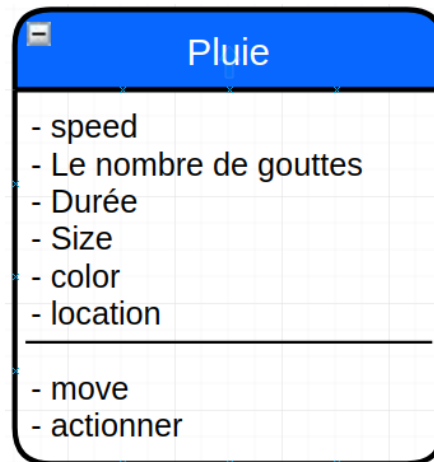


Figure 6: Figure de l'agent Pluie

Attributs / Actions/ États/ Aspect	Description
Durée	C'est la durée de la pluie
Nombre de goûte	C'est le nombre de goûte de la pluie
Speed	C'est la vitesse de la pluie
Size	C'est la taille des goûtes d'eau
Color	C'est la couleur de la pluie
location	C'est la localisation de la pluie
Move()	C'est le mouvement des goûtes d'eau
Actionner()	Actionner de la pluie a tomber

## 5.6 Nuage

Les nuages formés se regroupent, lorsque les conditions météorologiques sont réunies, il se met à pleuvoir dans l'espace de l'environnement. Après un certain temps, le niveau de fleuve augmente ce qui va entraîner la submersion des bâtiments et des personnes

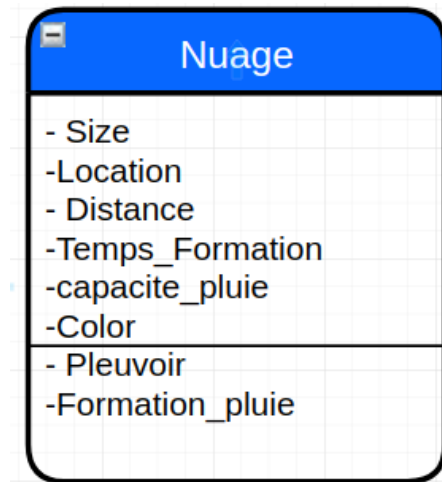


Figure 7: Figure de l'agent Nuage

Direction	C'est la direction du vent
Size	La taille de l'agent nuage
Location	C'est la position des nuages dans l'environnement
Distance	La distance des nuages
Temps <sub>formation</sub>	le temps de formation des nuages
Capacite <sub>pluie</sub>	Le volume d'eau contenu dans nuages
Color	la couleur des nuages
Pleuvoir ()	Action de donner la pluie
Formation <sub>pluie</sub> ()	Formation de la pluie

## 5.7 Diagramme de classe

Ci desous le diagramme de classe de notre systeme (muni-projet) qui est un schéma utilisé en génie logiciel pour présenter les classes et les interfaces des systèmes ainsi que les différentes relations entre celles-ci.

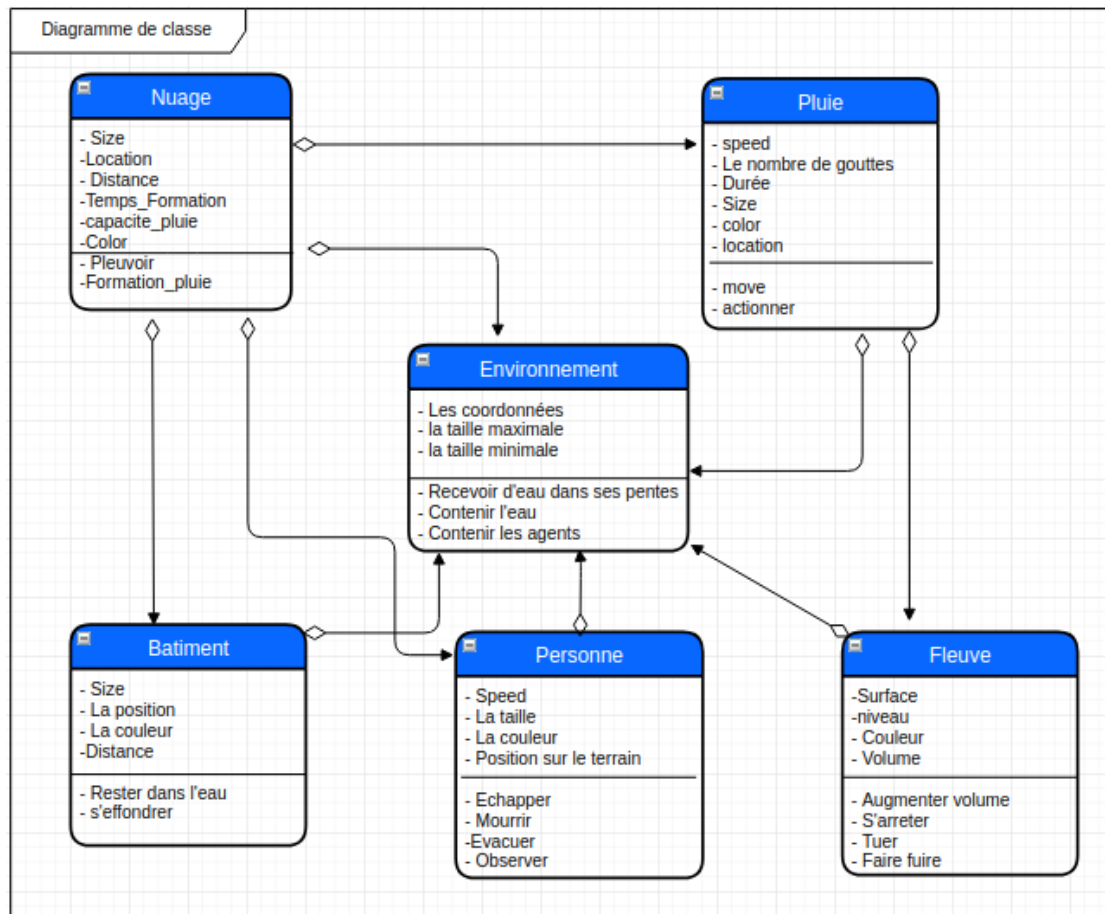


Figure 8: Diagramme de Classe

## 5.8 Diagramme de séquence

Le diagramme de séquence fait partie du diagramme d'interaction. Il a pour objectif de représenter les interactions entre les objets, en indiquant la chronologie

des échanges. La représentation se fait par cas d'utilisation en considérant les différents scénarios associés. Un message reçu par un objet déclenche l'exécution d'une opération. L'information retour peut être implicite (en général) ou explicite à l'aide d'un message de retour. La représentation des diagrammes de séquence concernera les scénarios nominaux et quelques cas d'utilisation.

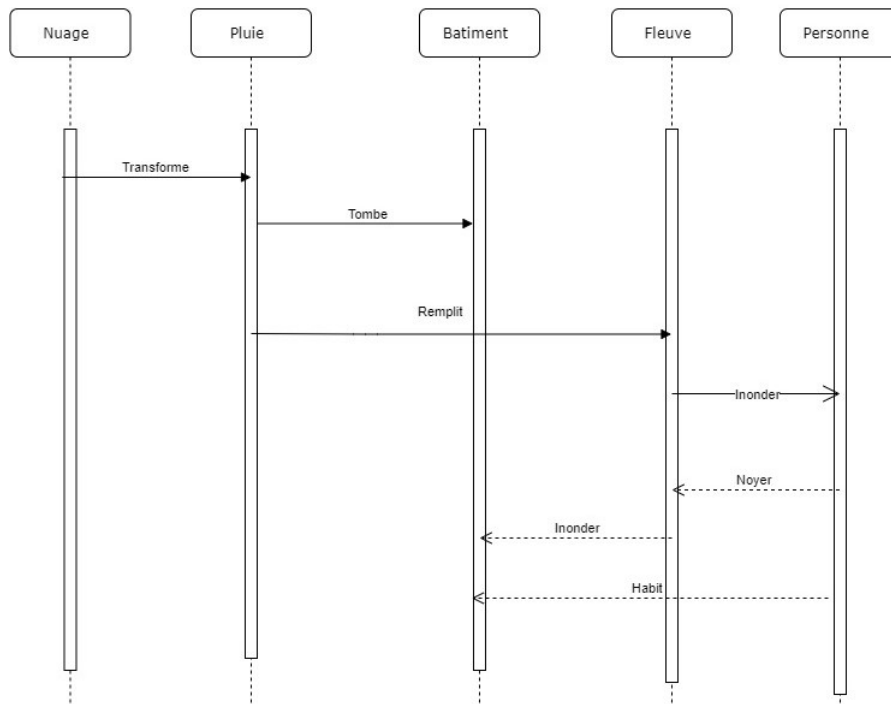


Figure 9:

## 6 RÉALISATION et IMPLÉMENTATIONS

Pour une meilleure compréhension de ce mini projet, nous avons fait quelques captures de chaque étape de la conception et de l'implémentation de notre simulation. En premier lieu nous avons capturé à l'aide d'Open Street Map le fleuve niger de la ville de Niamey, Niger. Cette carte va nous permettre de réaliser notre simulation

sur la plate-forme GAMA, voir la figure ci-dessous qui nous donne une vue globale de la carte.

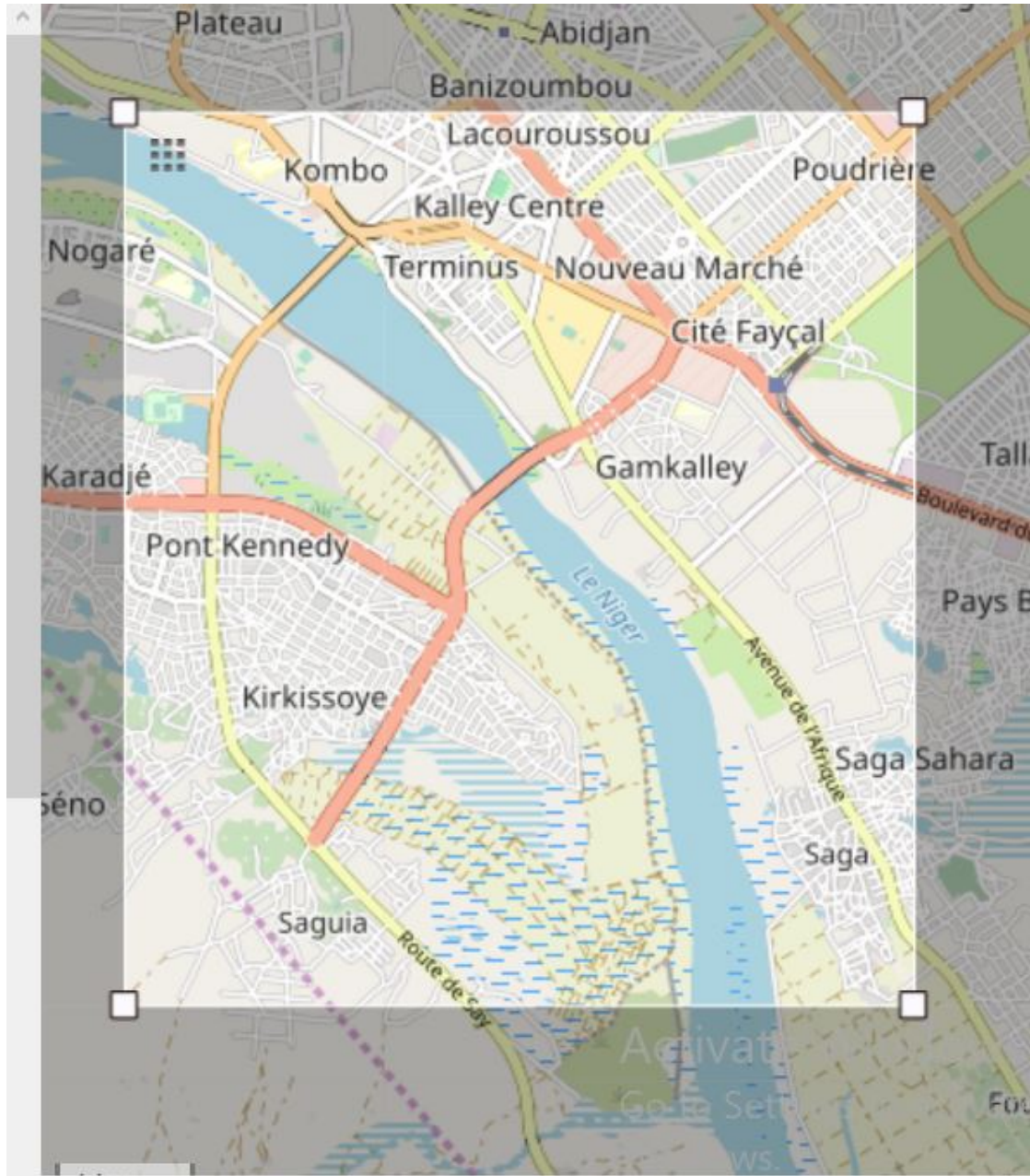


Figure 10: Zone de simulation au niveau du Fleuve Niger à Niamey



Nous avons listé ici tous les éléments que compose le modèle de notre simulation :

- Les bâtiments de la ville
- Les espaces de l'eau de la ville
- Les nuages pour donner la pluie
- La pluie
- L'inondation causée par l'eau

Après l'extraction de la carte sur OpenStreetMap, nous avons renommé tous les fichiers du répertoire télé chargé pour enlever le surplus de noms donné par OpenStreetMap. Une fois que c'est fait, nous l'avons importé dans notre projet sur GAMA pour commencer notre simulation. Voir la figure ci-dessous.

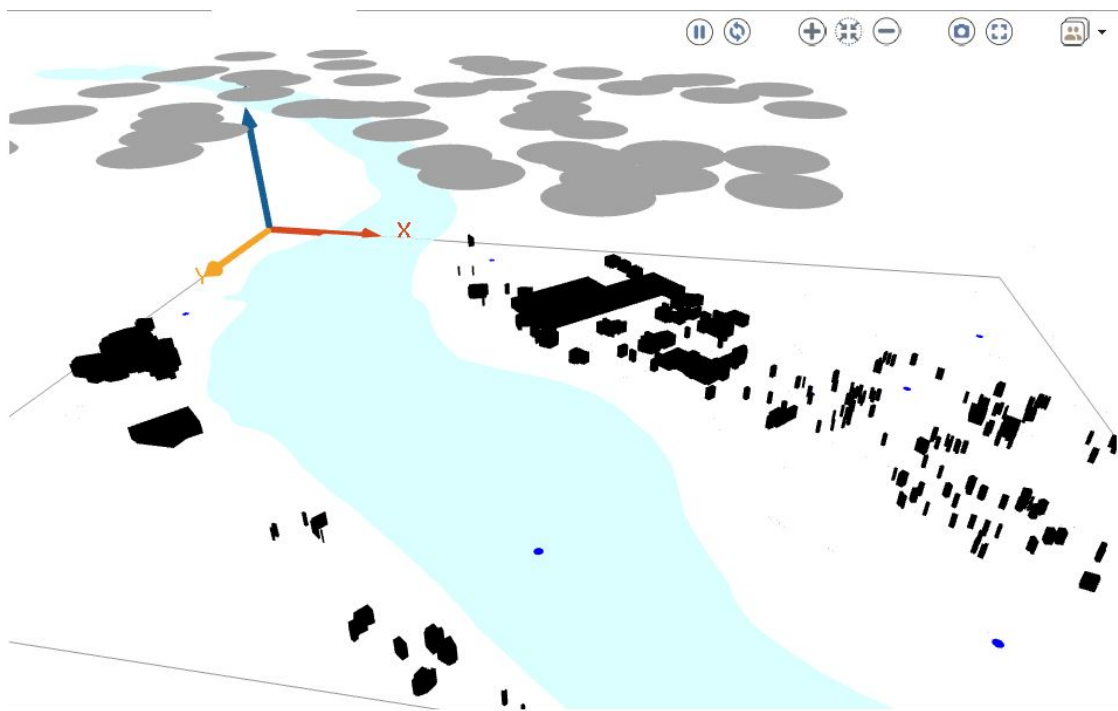


Figure 11: Environnement de simulation

Comme nous pouvons le constater sur cet environnement de simulation, nous avons donné des couleurs à chaque éléments que nous allons utiliser dans l'implémentation de notre simulation. Qui sont :

- Les Nuages, qui sont en gris.
- Les bâtiments/habitations, qui sont en noir.
- Les espaces d'eau, qui sont en bleu ciel.
- Les goûtes de pluie, qui sont en bleu.

Une fois terminé avec la conception et l'implémentation de notre modèle de simulation, maintenant nous allons lancer la simulation. La simulation est lancé, en premier lieu il crée l'environnement en important tous les fichiers GIS que nous avons

mis comme référence dans les paramètres globaux (fichier Bâtiment,Personne). L'environnement étant disponible, les autres agents de notre modèle se créent eux aussi (les nuages, la pluie, l'eau). Voir la figure 11 ci-dessous.

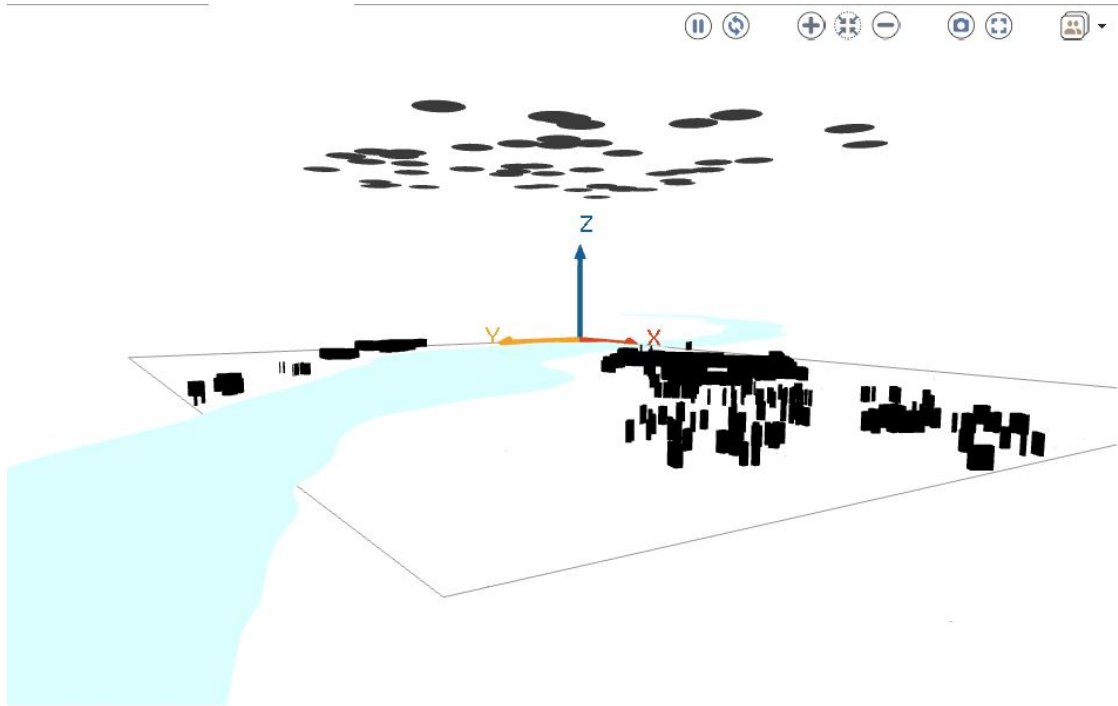


Figure 12: Etat initial de l'environnement

Nous avons sur la figure 12, l'état initial de l'environnement de la simulation. Comme vous pouvez le constater, les bulbes en gris sont les nuages.

Les gouttes de pluies Sur la figure 13, nous constatons que les nuages commencent à atteindre leurs tailles maximales et il commence à pleuvoir timidement. Après un certain temps de simulation, nous obtenons les résultats illustrés par les images ci-dessous :

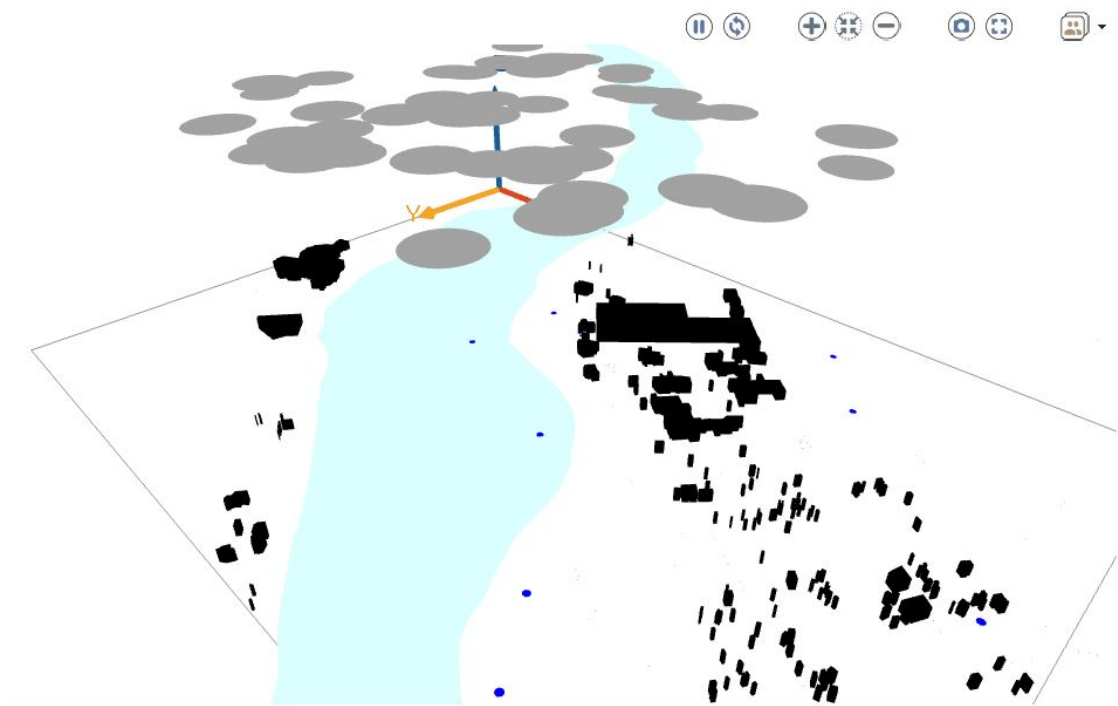


Figure 13: Vue de l'environnement au début de l'inondation

La figure 14,nous montre le début de l'inondation. Après que les nuages ont finies de grossir, la pluie devient plus forte, des flaques d'eau se forment sur le sol et se multiplie tant que la pluie continuera à tomber les flaques d'eau continuent à se multiplier. A ce niveau commence l'inondation dans la ville. Après un certain temps de simulation, nous obtenons les résultats illustrés par les images ci-dessous figure 14 :

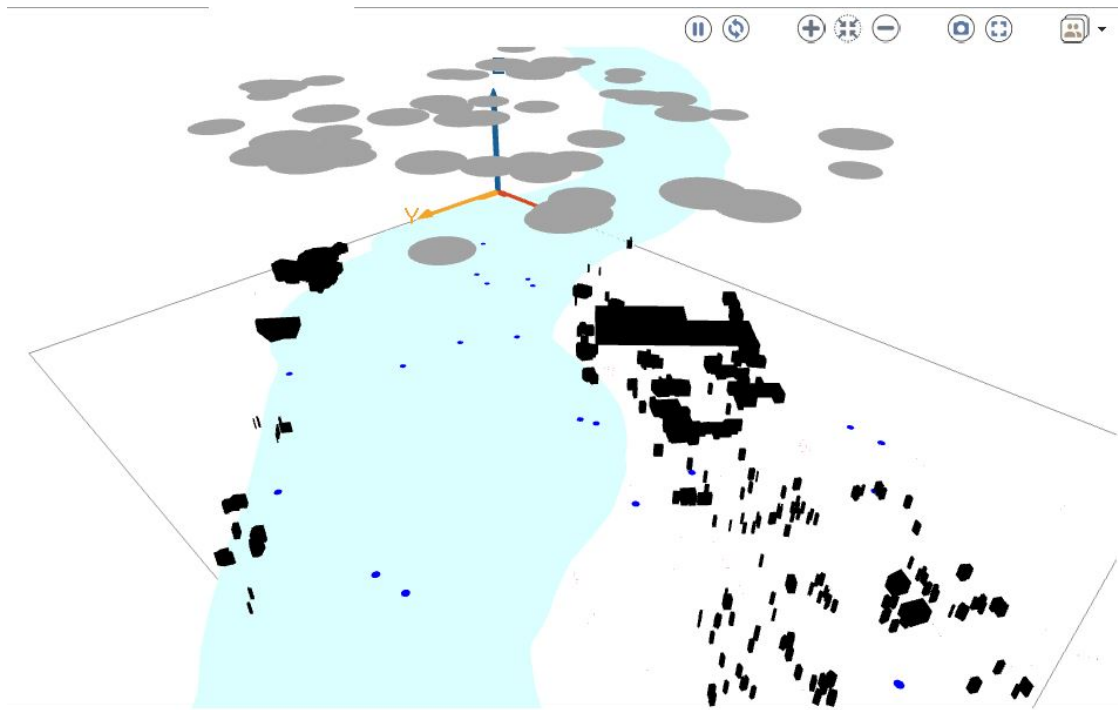


Figure 14: Début de l'inondation

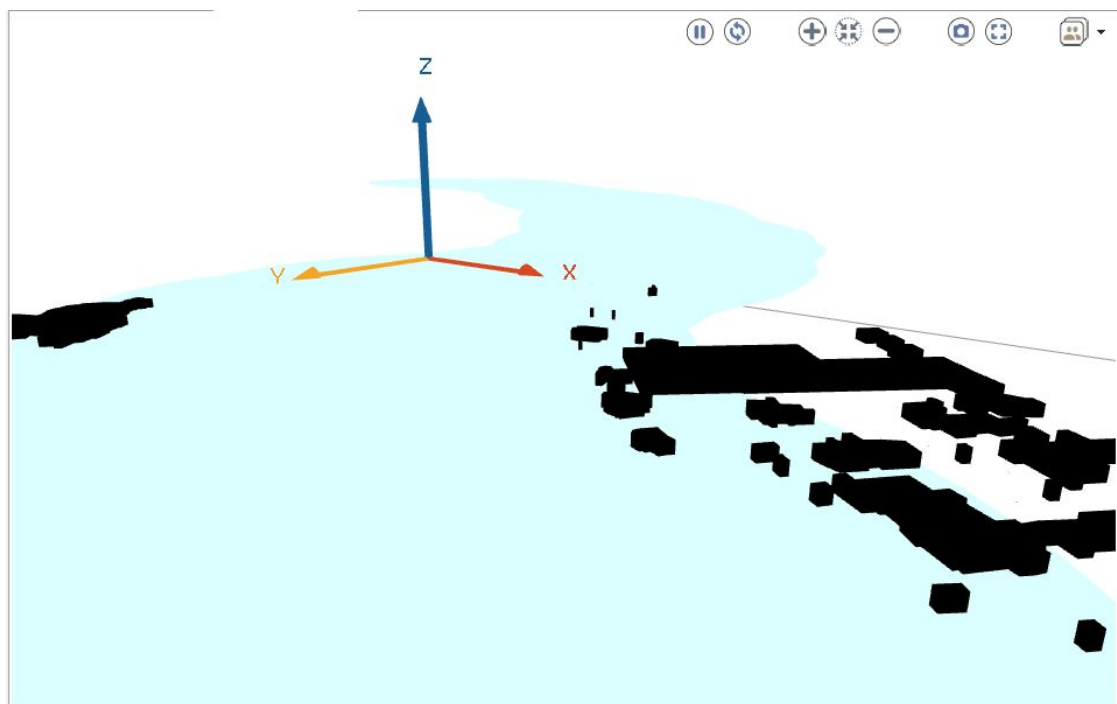


Figure 15: Vue de l'environnement inondé

Sur la figure 15 on voit la ville inondée.

## 6.1 Paramètres et Statistiques

Nous voyons sur la figure ci-dessous, certains paramètres que nous pouvons modifier directement sur la page de simulation et la statistique de nombre des personnes et celle de nombre des bâtiments inondés.

## General

<b>nbre_nuage</b>	<input type="range" value="0.05"/> 0.05 [0.05..2]
<b>nbre_personne</b>	<input type="range" value="20"/> 20 [5..50] €
<b>nbre_batiment</b>	<input type="range" value="50"/> 50 [10..50]
<b>Volume d'une goutte</b>	<input type="text" value="0.8"/>
<b>Limite d'ajout</b>	<input type="text" value="1000.0"/>
<b>Temps de formation de pluie</b>	<input type="text" value="10"/>
<b>Distance de sécurité</b>	<input type="text" value="1"/>

---

Figure 16: Paramètre Général

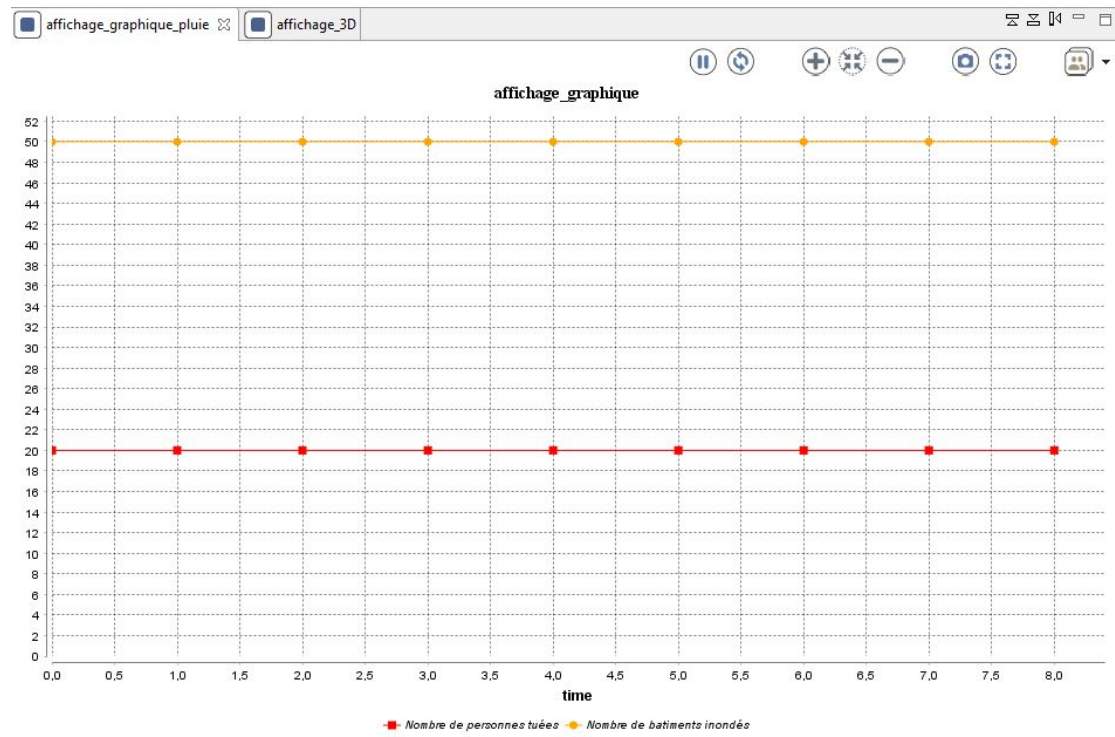


Figure 17: Aperçu de la statistique

## 6.2 IDE OUTILS

Dans notre travail,nous avons utilisé Windows 7 64 bits comme système d’exploitation, Gama comme plat-forme de simulation, l’outil UML(Langage de Modélisation Unifié) comme langage de modélisation et draw.io comme environnement de modélisation de diagramme UML. Nous avons convertis les fichier osm capturés sur Open-StreetMap en fichier shapefile à l’aide du logiciel QGIS afin d’être utiliser dans Gama.





Figure 18: IDE et OUTILS

## 7 CONCLUSION

De l'étude qui précède, il apparaît clairement que la mise en place de ce système de simulation, sera d'un grand apport pour les riverains du fleuve Niger. Dans ce document nous avons défini le système, à l'aide des différentes phases et activités préconisées par la démarche Uml. Ainsi, après avoir déterminé les Agents, nous avons proposé une simulation pour avoir une vue d'ensemble du système.. En somme cette étude nous a permis de mettre en pratique et d'approfondir les connaissances reçues au cours de ces deux années de cours de simulation .

## References

- [1] wiki, <https://fr.wikipedia.org/wiki/Inondation>; 01/11/2019.
- [2] Sigespo, <http://sigespoc.brgm.fr/spip.php?article25>; 22/10/2019
- [3] <http://gama-platform.org/>
- [4] <https://www.openstreetmap.org/map=13/13.4991/2.1536>
- [5] <https://qgis.org/fr/site/>