



# SimulatHEURE

Modèle de conception et Architecture logique

présenté à

**Johnathan Gaudreau**

par

**Équipe 0 — Fastrol**

<i>matricule</i>	<i>nom</i>	<i>signature</i>
111 076 721	Mercier, Rémi	
111 066 466	Magnan, Charles-Olivier	
111 072 232	Cloutier, Samuel	
111 071 384	Provencher, Jean-Michel	

Université Laval

10 Avril 2015

## Historique des versions

<i>version</i>	<i>date</i>	<i>description</i>
2.0	24 octobre 2015	- Modèle de conception et Architecture logique
1.0	22 septembre 2015	Itération 1 de la phase d'élaboration

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Vision</b>	<b>1</b>
1.1	Introduction . . . . .	1
1.2	Opportunité commerciale . . . . .	1
1.3	Énoncé du problème . . . . .	1
1.4	Fonctionnalités . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Besoins</b>	<b>3</b>
2.1	Modèle d'utilisation . . . . .	4
2.1.1	Acteur principal . . . . .	4
2.1.2	Parties prenantes . . . . .	4
2.1.3	Cas #1 : Création et sauvegarde d'une simulation . . . . .	5
2.1.3.1	Garantie de succès . . . . .	5
2.1.3.2	Scénario usuel . . . . .	5
2.1.3.3	Extensions . . . . .	5
2.1.3.4	Exigences spéciales . . . . .	5
2.1.4	Cas #2 : Charge d'une simulation . . . . .	6
2.1.4.1	Garantie de succès . . . . .	6
2.1.4.2	Scénario usuel . . . . .	7
2.1.4.3	Extensions . . . . .	7
2.1.5	Cas #3 : Rouler une simulation . . . . .	7
2.1.5.1	Précondition . . . . .	7
2.1.5.2	Garantie de succès . . . . .	7
2.1.5.3	Scénario usuel . . . . .	7
2.1.5.4	Extensions . . . . .	8
2.1.5.5	Exigences spéciales . . . . .	8
2.1.6	Cas #4 : Suppression d'un élément . . . . .	9
2.1.6.1	Garantie de succès . . . . .	9
2.1.6.2	Scénario usuel . . . . .	9
2.1.7	Cas #5 : Création d'un élément . . . . .	9
2.1.7.1	Garantie de succès . . . . .	9
2.1.7.2	Scénario usuel . . . . .	9
2.2	Spécifications supplémentaires . . . . .	10
2.2.1	Fiabilité et précision . . . . .	10

2.2.2	Fonctionnalité . . . . .	10
2.2.3	Convivialité (Usabilité) . . . . .	10
2.2.4	Versatilité d'application . . . . .	11
2.3	Glossaire . . . . .	11
<b>3</b>	<b>Modèle du domaine</b>	<b>12</b>
3.1	Diagramme du modèle du domaine . . . . .	12
<b>4</b>	<b>Modèle de conception</b>	<b>13</b>
4.1	Diagramme de classe de conception . . . . .	13
4.2	Interface-utilisateur . . . . .	14
4.3	Diagrammes de séquence . . . . .	19
4.3.1	Ajout d'un noeud . . . . .	19
4.3.2	Ajout d'une arête . . . . .	19
4.3.3	Simuler . . . . .	20
4.3.4	Distribution triangulaire . . . . .	21
4.3.5	Position d'un autobus . . . . .	22
<b>5</b>	<b>Architecture logique</b>	<b>24</b>
5.1	Diagramme de package . . . . .	24
5.2	Diagramme d'états . . . . .	25

# Chapitre 1

## Vision

### 1.1 Introduction

Ce projet a pour objectif de développer l'application SimulatHEURE, commanditée par le réseau de transport de la capitale de la ville de Québec (RTC). Celle-ci permet à un utilisateur de créer, modifier et simuler un modèle de réseau de transport en commun de façon conviviale et efficace, afin d'analyser ses performances.

### 1.2 Opportunité commerciale

En plus de permettre l'optimisation et l'amélioration du RTC pour ses clients, l'application permet potentiellement à n'importe quel réseau de transport de simuler le développement de son réseau. En milieu urbain où la densité de population ne cesse de croître, les réseaux de transport en commun sont vitaux au bon fonctionnement du système de transport dans son ensemble. Cette croissance démographique entraîne de façon naturelle le développement de réseaux de transport partout à travers le monde, ce qui offre un marché vaste et en pleine croissance à l'application SimulatHEURE.

### 1.3 Énoncé du problème

Les réseaux de transport en commun se complexifient de plus en plus, ce qui rend difficile leur gestion ainsi que l'analyse de leur efficacité. Il peut être difficile de déterminer les améliorations et les correctifs à apporter, entraînant des coûts sans preuve convaincante du succès de ces modifications. Le simulateur vise la résolution de ce problème.

Objectifs de haut niveau	Priorité	Problème
Création d'un modèle de réseau de transport réaliste et simulable	Haute	Difficulté, complexité et temps nécessaire à l'analyse d'un réseau de transport sur le terrain
Simuler avec des paramètres variables le modèle du réseau	Haute	Identifier les modifications qui seront bénéfiques au réseau de transport
Générer des statistiques et des données de simulation (temps de transit, nombre de véhicules en circulation...)	Haute	Comparer objectivement et rapidement les différentes configurations possibles d'un réseau
Offrir une interface utilisateur simple et rapide	Moyenne	Rendre accessible à n'importe quel utilisateur la prise en charge du logiciel et de ses fonctionnalités

TABLEAU 1.1 – Objectifs de haut niveau

## 1.4 Fonctionnalités

### Création et modifications

- Création d'un réseau de transport en commun composé de passagers, stations, segments, véhicules et circuits.
- Chaque éléments du réseau est paramétrable.
- Interface graphique avec entrées clavier/souris, permettant la création d'un réseau avec coordonnées géographique sur un canvas vide.
- Sauvegarde et chargement d'un réseau et des résultats de simulation.

### Simulation

- Affichage graphique du réseau et de ses composantes lors d'une simulation.
- Contrôle temporel de la simulation (Démarrer, pause, ralentir, accélérer).
- Génération de temps aléatoires pour le temps d'arrivée des passagers, le temps entre les autobus et le temps pour franchir un segment.
- Création de statistiques sur le temps minimum, moyen et maximum d'un trajet donné.

# Chapitre 2

## Besoins

Le projet SimulatHEURE est conçu dans l'optique de permettre à son utilisateur de simuler un réseau de transport. Afin de satisfaire cette exigence, il est nécessaire de le concevoir en fonction des besoins du client. Dans cette section, divers besoins (*requirements*) sont présentés et détaillés.

## 2.1 Modèle d'utilisation

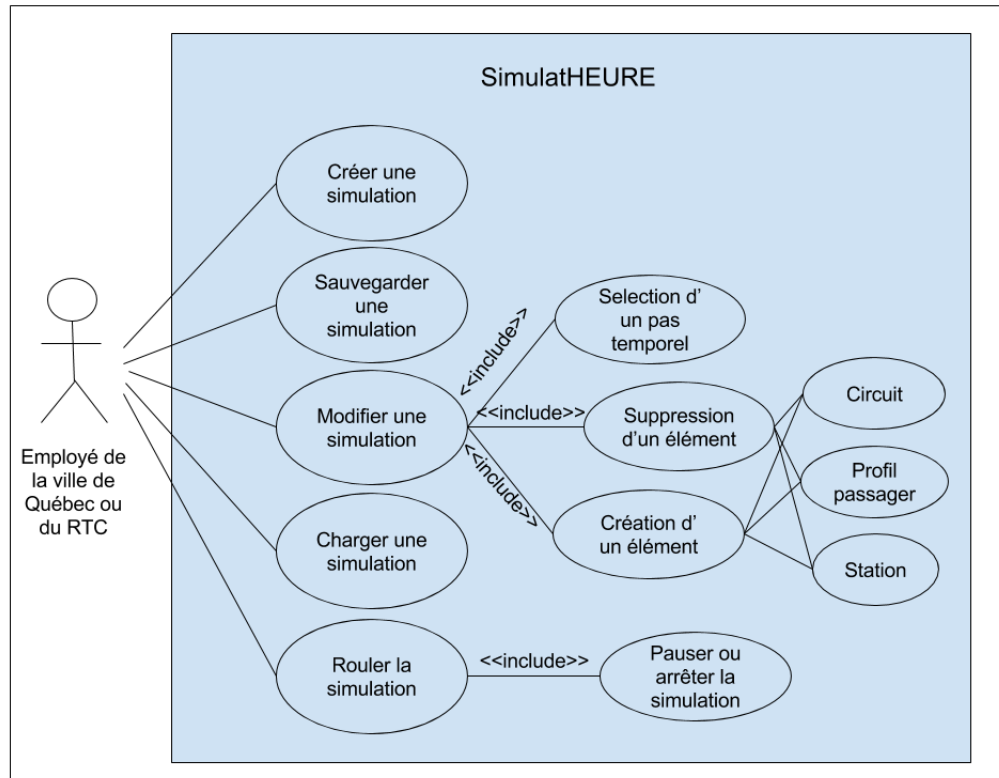


FIGURE 2.1 – Diagramme du modèle d'utilisation

SimulatHEURE doit contenir une interface utilisateur permettant au client de modifier, utiliser, sauvegarder et charger les simulations. Un modèle d'utilisation décrivant l'interaction entre le client et le simulateur est fourni dans cette section. Celui-ci inclut l'acteur principal, les garanties de succès, l'utilisation classique ainsi que les extensions et exigences spéciales devant être supportées.

### 2.1.1 Acteur principal

Employé de la ville de Québec ou du réseau de transport de la capitale (RTC).

### 2.1.2 Parties prenantes

Le client veut un simulateur dont la vitesse peut être personnalisée (y compris l'arrêt ou le redémarrage), et qui respecte les conditions suivantes :

1. Les passagers et véhicules apparaissent au bon moment.
2. Il est possible d'observer le nombre de passagers dans un véhicule en tout temps.



3. Les véhicules doivent se déplacer visuellement durant la simulation, disparaissant arrivé à destination (sauf en cas de boucle).

### **2.1.3 Cas #1 : Création et sauvegarde d'une simulation**

#### **2.1.3.1 Garantie de succès**

En aucun cas il est possible d'avoir un circuit ou un profil de passager sans point de départ, de fin ou d'intersection.

#### **2.1.3.2 Scénario usuel**

1. Le client débute le logiciel.
2. Le client place à la souris une série de points correspondant à des intersections et/ou arrêts d'autobus.
3. Le client définit des circuits en sélection un point d'origine puis une série de points à franchir de manière consécutive.
4. Le client identifie des profils de passagers avec un point d'origine, un point de destination, ainsi que les segments empruntés lors du trajet.
5. Le client enregistre la simulation en appuyant sur le bouton de sauvegarde.

#### **2.1.3.3 Extensions**

1. N'importe quand, le client :
  - (a) Retire un arrêt d'un circuit avec le menu contextuel, les intersections sont alors retirées.
  - (b) Retire une intersection ou ajoute un arrêt ou une intersection avec le menu contextuel.
  - (c) Tente de fermer le logiciel. Le logiciel demande alors si le client veut enregistrer la simulation avant l'arrêt du programme.
    - i. Le client choisit oui : Les paramètres de simulation actuels sont enregistrés.
    - ii. Le client choisit non : Le logiciel ferme immédiatement.
    - iii. Le client choisit d'annuler : Le scénario usuel reprend court.

#### **2.1.3.4 Exigences spéciales**

Toutes les manipulations des éléments visuels doivent pouvoir être faites avec la souris.

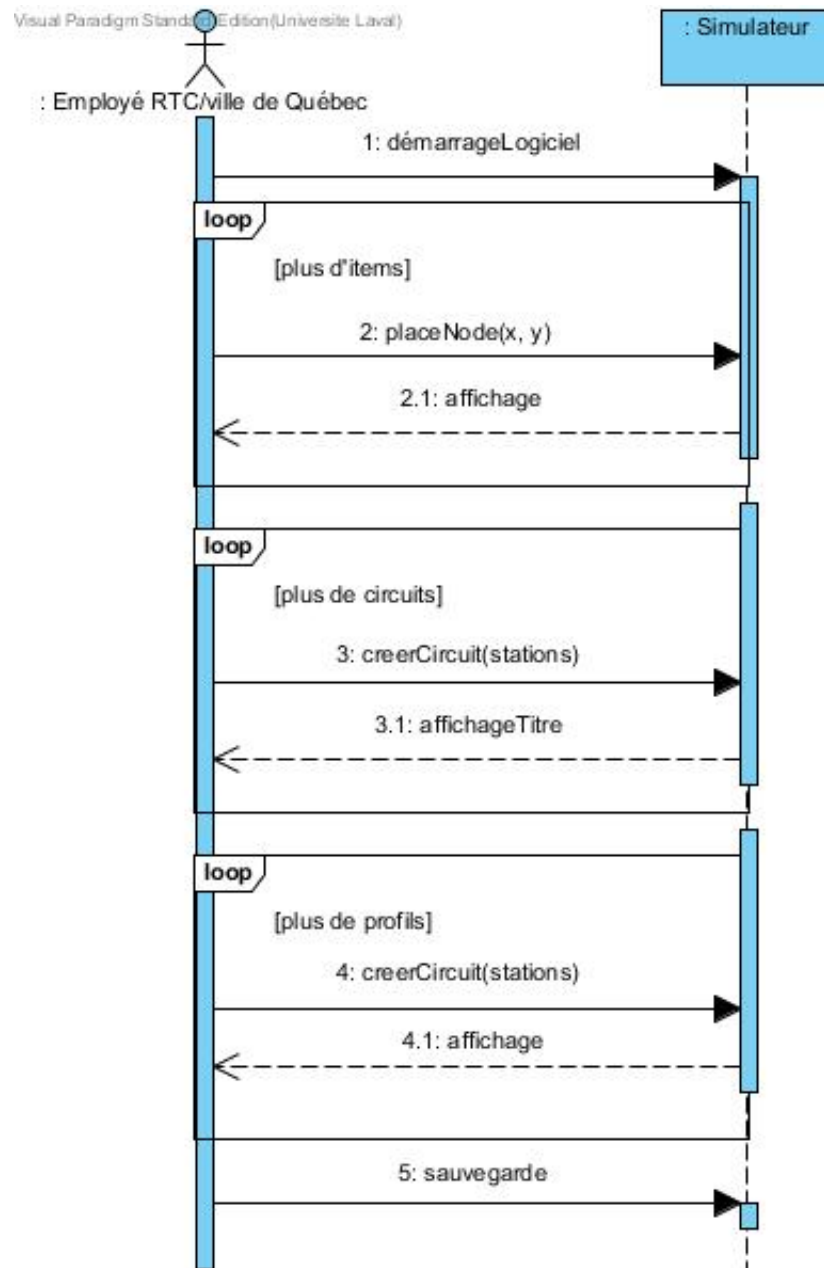


FIGURE 2.2 – Séquence de création et sauvegarde d’une simulation.

## 2.1.4 Cas #2 : Charge d’une simulation

### 2.1.4.1 Garantie de succès

Les circuits et les profils de passager chargés doivent n’avoir aucun circuit sans point de départ, de fin ou d’intersection.

#### 2.1.4.2 Scénario usuel

1. Le client débute le logiciel.
2. Le client clique sur le bouton pour charger une simulation.
3. Les paramètres de simulations enregistrés sont extraites et appliquées au simulateur.

#### 2.1.4.3 Extensions

1. Lors de la sélection de la simulation enregistrée, le client choisit d'annuler : Le scénario de création d'une simulation suit alors.

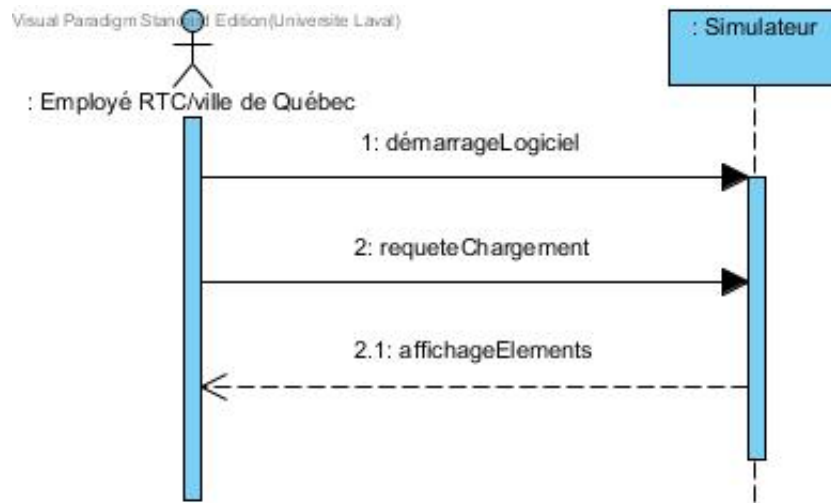


FIGURE 2.3 – Séquence de chargement d'une simulation.

### 2.1.5 Cas #3 : Rouler une simulation

#### 2.1.5.1 Précondition

La simulation contient au minimum un circuit et un profil de passager valides.

#### 2.1.5.2 Garantie de succès

Temps minimal, temps maximal et temps moyen pour franchir une distance sont correctement mesurés et sauves.

#### 2.1.5.3 Scénario usuel

1. L'employé sélectionne une heure de début et de fin ainsi qu'un pas temporel.
2. L'employé appuie sur le bouton pour démarrer la simulation.
3. Les temps associés à chaque segment du réseau sont sélectionné avec distribution triangulaire.

4. La position des véhicules et leur nombre de passagers se mettent à jour en suivant les trajets.
5. Pour chaque profil de passager, le temps minimal, maximal et moyen durant la simulation est calculé.
6. La simulation prend fin par elle-même lorsque l'heure de fin est atteinte.

#### 2.1.5.4 Extensions

1. N'importe quand durant la simulation, l'employé :
  - (a) Clique sur un véhicule afin d'obtenir le nombre de passagers à l'intérieur.
  - (b) Déplace sa souris sur la carte, affichant les coordonnées géographiques associées dans la barre d'état.
  - (c) Pause ou arrête la simulation.
  - (d) Zoom/Dézoom la carte.

#### 2.1.5.5 Exigences spéciales

Toutes les manipulations des éléments visuels doivent pouvoir être faites avec la souris.

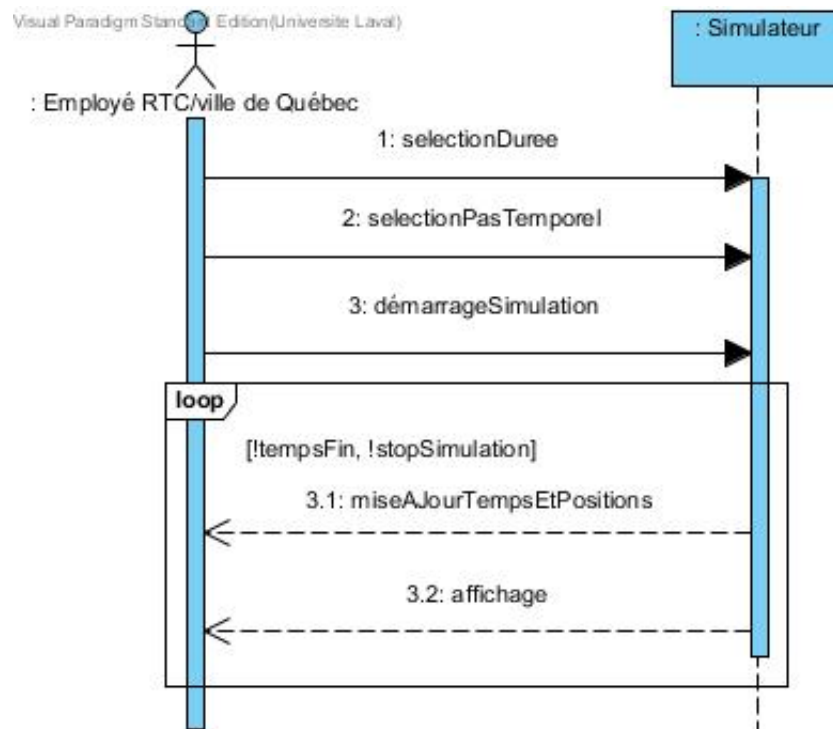


FIGURE 2.4 – Séquence d'exécution d'une simulation.

## 2.1.6 Cas #4 : Suppression d'un élément

### 2.1.6.1 Garantie de succès

Les circuits et les profils de passager chargés doivent n'avoir aucun circuit sans point de départ, de fin ou d'intersection.

### 2.1.6.2 Scénario usuel

1. Le client charge une simulation existante.
2. Le client sélectionne un élément en appuyant sur le bouton sélection puis sur un élément.
3. Le client appuie sur le bouton supprimer.
4. L'élément est retiré de la simulation.

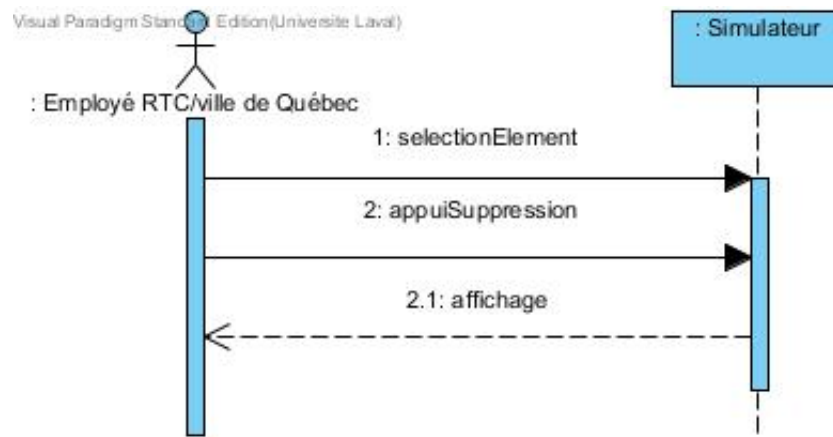


FIGURE 2.5 – Séquence de suppression d'un élément.

## 2.1.7 Cas #5 : Création d'un élément

### 2.1.7.1 Garantie de succès

Les circuits et les profils de passager chargés doivent n'avoir aucun circuit sans point de départ, de fin ou d'intersection.

### 2.1.7.2 Scénario usuel

1. Le client charge une simulation existante.
2. Le client sélectionne un élément dans l'interface.
3. Le client clique sur un point dans le plan pour rajouter l'élément.
4. L'élément est inséré dans la simulation.

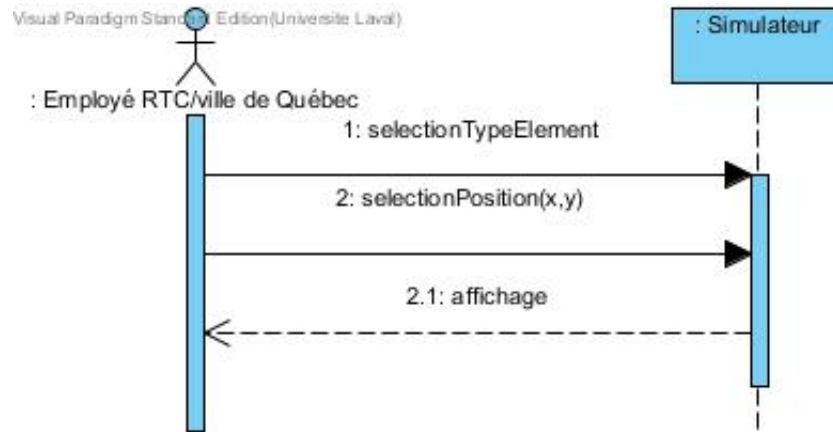


FIGURE 2.6 – Séquence de création d'un élément.

## 2.2 Spécifications supplémentaires

Au delà des besoins du client spécifiées à la section 2.1, certaines spécifications moins évidentes mais néanmoins essentielles au projet sont présentées dans cette section. Celles-ci sont introduites en ordre décroissant d'importance vis-à-vis du projet.

### 2.2.1 Fiabilité et précision

En assumant que l'utilisateur final maîtrise l'outil de simulation, celui-ci ne prendra pas probablement pas la peine de vérifier les résultats obtenus à la suite d'une simulation. Ainsi, il est essentiel, considérant l'utilité principale du simulateur, que celui-ci soit parfaitement calibré afin de fournir des résultats exacts de façon consistante.

### 2.2.2 Fonctionnalité

La pertinence d'un simulateur, outre l'expérimentation virtuelle de situations réelles et complexes, réside entre autre dans sa capacité à tester la performance d'un modèle. Dans le cas présent, le simulateur routier doit offrir à l'utilisateur tout les outils nécessaires à l'élaboration, aux tests et à l'évaluation de la performance de son modèle de conception.

### 2.2.3 Convivialité (Usabilité)

Tout produit informatique, quel qu'il soit, se démarque de ses concurrents en grande partie par sa facilité d'utilisation. Dans le cas d'un programme "end-user", soit avec une interface graphique (*GUI*), celle-ci devient parfois l'élément déterminant du succès ou de l'échec commercial du produit. Il est donc essentiel que le temps et les ressources appropriées soient assignées au design et au test des fonctionnalités disponibles sur l'interface, avec le plus grand soucis de simplicité et d'esthétique.

### 2.2.4 Versatilité d'application

L'utilisateur principal du simulateur étant un employé du RTC, il est néanmoins important de considérer qu'un tel outil de simulation est d'utilité générale. Ainsi, son développement doit s'orienter afin de cibler un auditoire large, employé municipal ou non et peu importe ses besoins spécifiques. Certaines fonctionnalités de SimulatHEURE, bien que non-essentiels à une personne souhaitant simuler un réseau de transport spécifique, sont donc implémentées à cet effet. À titre d'exemple, on peut citer la capacité de visualiser nombre d'information supplémentaires aux résultats d'une simulation.

## 2.3 Glossaire

**Segment** : Segment reliant deux stations dans le réseau

**Circuit** : Ensemble de stations et de segments formant une boucle ou un aller simple dans le réseau

**Besoin en transport** : Ensemble des besoins pour le déplacement d'un passager

**GUI** : Interface graphique utilisateur du programme

# Chapitre 3

## Modèle du domaine

### 3.1 Diagramme du modèle du domaine

Le modèle du domaine permet d'identifier les classes conceptuelles du projet SimulatHEURE ainsi que ses principaux attributs créés lors de la création d'une simulation dans le programme. Le diagramme du modèle du domaine est représenté à la figure 3.1

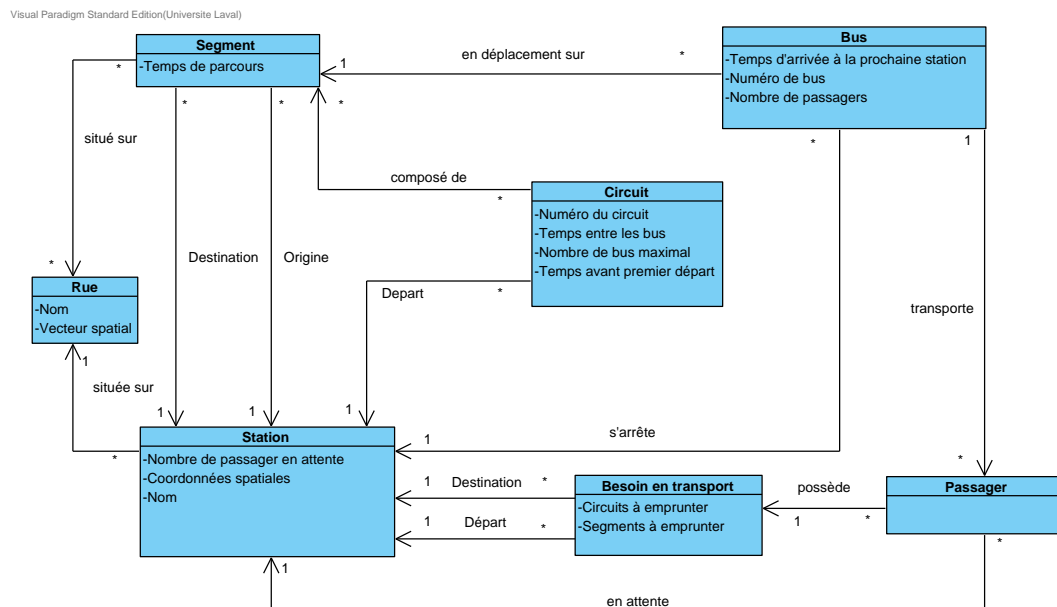


FIGURE 3.1 – Modèle du domaine SimulatHEURE



# Chapitre 4

## Modèle de conception

### 4.1 Diagramme de classe de conception

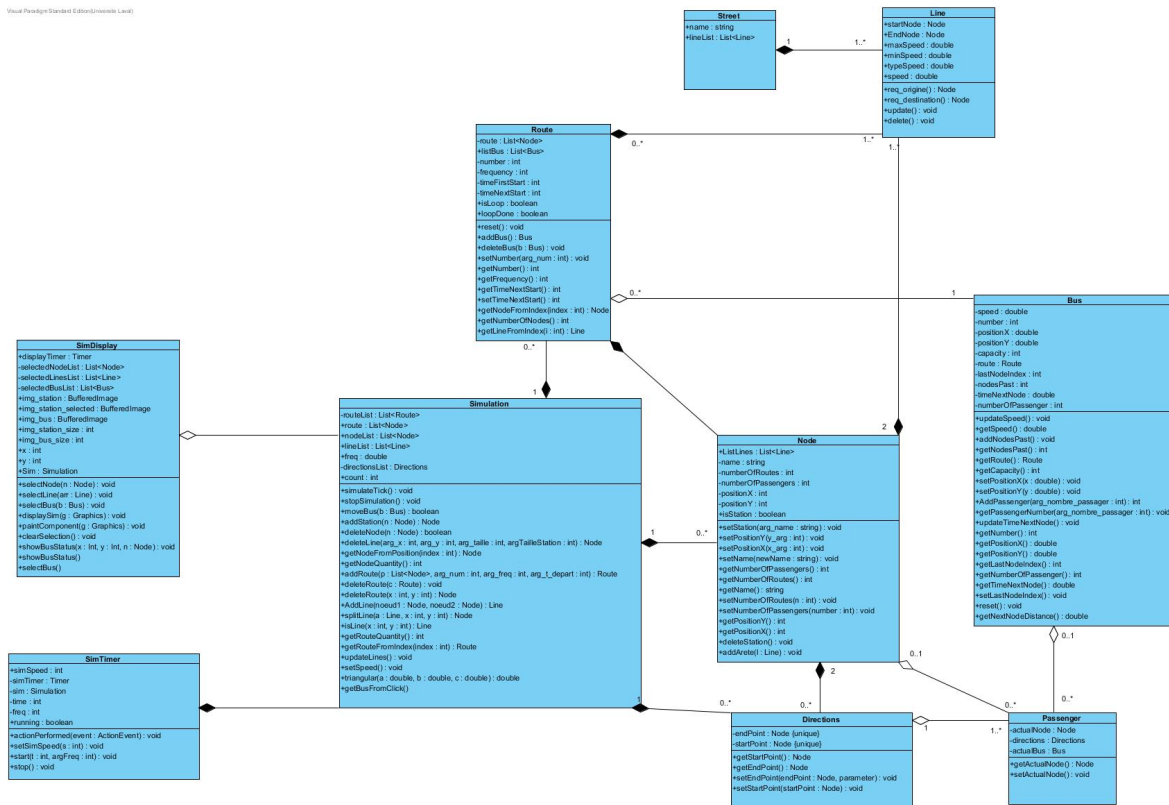


FIGURE 4.1 – Diagramme de classe de conception de SimulatHEURE

Dans la figure 4.1, on retrouve le diagramme de classes de conception. L'objet Simulation est le coeur de celui-ci et agit comme contrôleur. La classe SimDisplay permet quant à elle d'interagir avec l'utilisateur. Lorsqu'une simulation est créée, il est possible de créer

des noeuds (Node), des arêtes (Line) des besoins en transport (Directions) et des circuits (Route). Un passager quant à lui, possédera une position sur un noeud ou dans un Bus ainsi qu'un besoin en transport. Un circuit est composé de noeuds et d'arête (Line) et possède des attributs représentant la liste des noeuds, la liste des bus sur le circuit ainsi que la fréquence par exemple. Plusieurs méthodes sont implémentées dans Route afin d'ajouter ou de retirer des bus et de retourner des informations comme le temps avant le prochain départ. Dans la classe Line, les principaux attributs sont les noeuds de départ et d'arrivé ainsi que différents attributs permettant de quantifier la vitesse. Les méthodes implémentées dans cette classe permettent notamment de mettre à jour une Arête et de la supprimer. Ensuite, la classe Street est simplement un objet composé de plusieurs arêtes et contient donc comme attributs une liste d'arête ainsi qu'un nom de rue. L'objet Noeud, pouvant être créé à partir de Simulation, contient une liste d'arêtes associées, un nom, une position spatiale ainsi que le nombre de circuits et de passagers qui y sont rattachés. De plus, un objet a l'attribut `isStation` qui permet de déterminer si ce noeud est une station. Les méthodes rattachées à Noeud permettent notamment d'y rattacher d'autres arêtes ainsi que de déplacer le noeud dans l'espace. La classe Bus, elle, possède des attributs de position dans l'espace ainsi que différentes informations comme la vitesse, le dernier noeud parcouru, le nombre de passagers, le circuit actuel et sa capacité. Les méthodes de cette classe permettent de mettre à jour la vitesse, le temps et la distance avant le prochain noeud. On peut également modifier le nombre de passagers et retourner l'index du dernier noeud parcouru dans son parcours. La classe `SimTimer`, dicte le rythme de la simulation et permet de contrôler la vitesse, le départ et l'arrêt de la simulation.

## 4.2 Interface-utilisateur

Cette section présente un aperçu de l'interface-utilisateur offrant différentes fonctionnalités. Bien que l'aspect visuel de l'interface soit ici construit en Java directement, plusieurs des boutons et fonctions ne sont pas encore implémentées. Il s'agit donc d'une version préliminaire où rien n'est définitif.

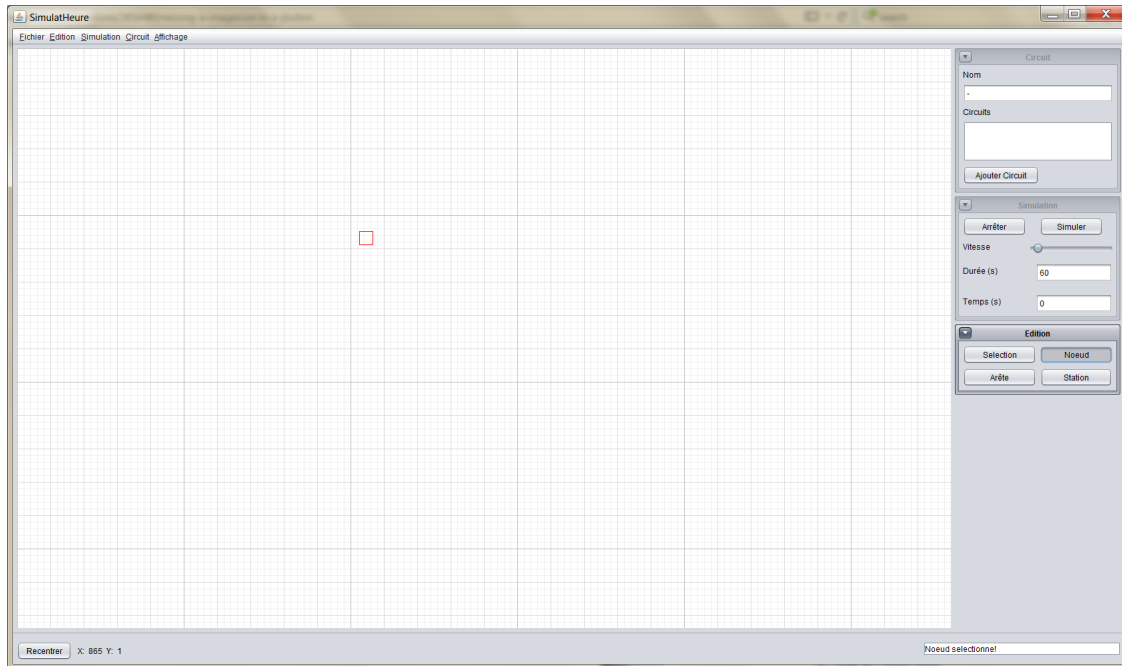


FIGURE 4.2 – Commande d'ajout d'un Noeud

La méthode par défaut pour ajouter un objet, en supprimer ou effectuer toute forme d'édition du schéma affiché et via le menu *Edition*. De cette façon, bien qu'une commande puisse être aussi effectuée à partir d'une des boîtes d'outils (*Circuit*, *Simulation* et *Edition* pour l'instant), il est toujours possible de retrouver la commande voulu dans le menu horizontal approprié. Le menu *Edition* permet entre autres de créer des objets *Noeuds*, de transformer ceux-ci en *Station* ainsi que de les relier entre eux via la création d'*Arrêtes*. La figure suivante montre un résultat possible, où les carés vides sont des *Noeuds*, les icônes d'arrêt de bus des *Stations* et les segments les rejoignant des *Arrêtes*.

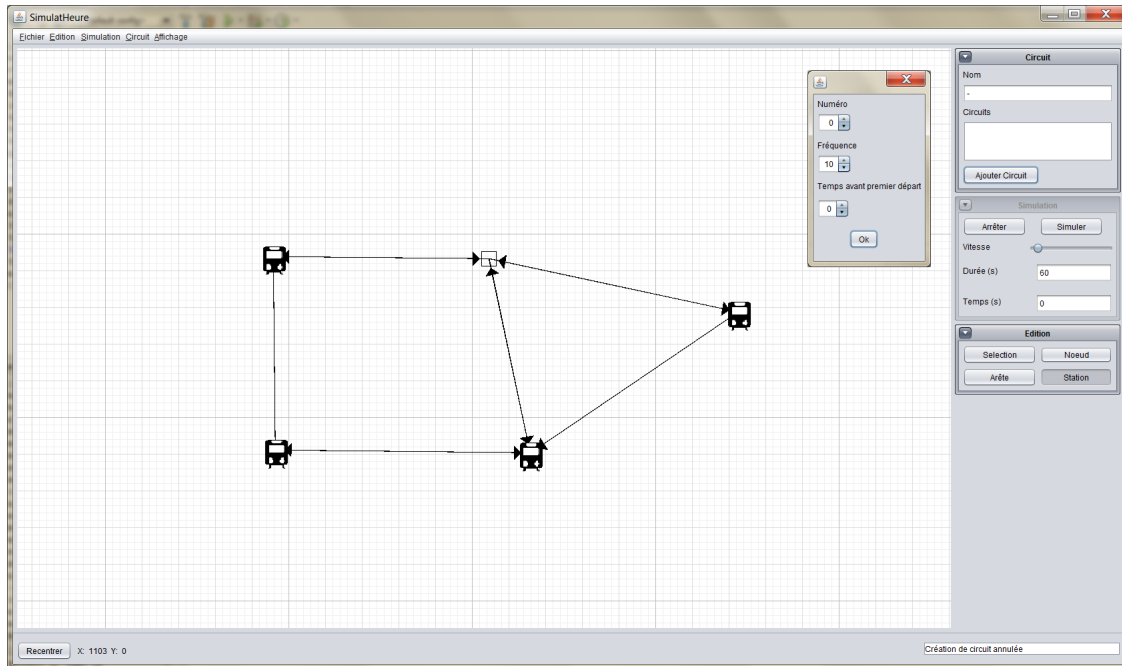


FIGURE 4.3 – Création d'un nouveau circuit

Une fois chaque éléments du réseau mis en place, l'utilisateur peut organiser le trafic des autobus en créant des *Circuits* à partir du menu Circuit ou de la boîte à outils appropriée. Une boîte de dialogue apparaît alors permettant de régler certains paramètres propres à un *Circuit*, tel que son numéro d'identification, la fréquence des départs ainsi qu'un délai avant le tout premier départ. Lorsque l'utilisateur clique sur "Ok", il sélectionne une série de *Stations* et de *Noeuds*, dans l'ordre voulu de déplacement des bus. Le *Circuit* est finalement créé et ajouté à la liste des *Circuits* à simuler.

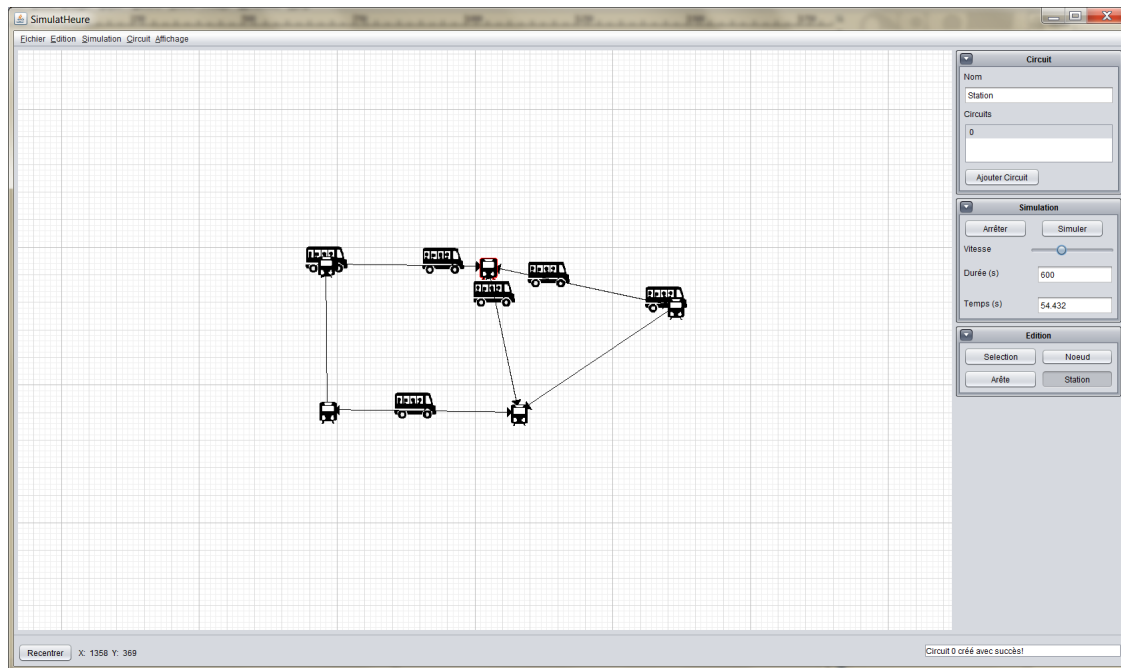


FIGURE 4.4 – Simulation du circuit ajouté à dans la figure 4.3

La boîte d'outils Simulation permet, lorsqu'au moins un *Circuit* existe, de contrôler l'état, la vitesse et la longueur de la simulation des bus. Lors de celle-ci, les bus sont créés au point de départ du circuit auquel ils appartiennent et se déplacent suivant l'itinéraire pré-établi. Tout au long de l'animation, l'utilisateur peut accélérer, ralentir et suspendre le processus avec le bouton glissant.

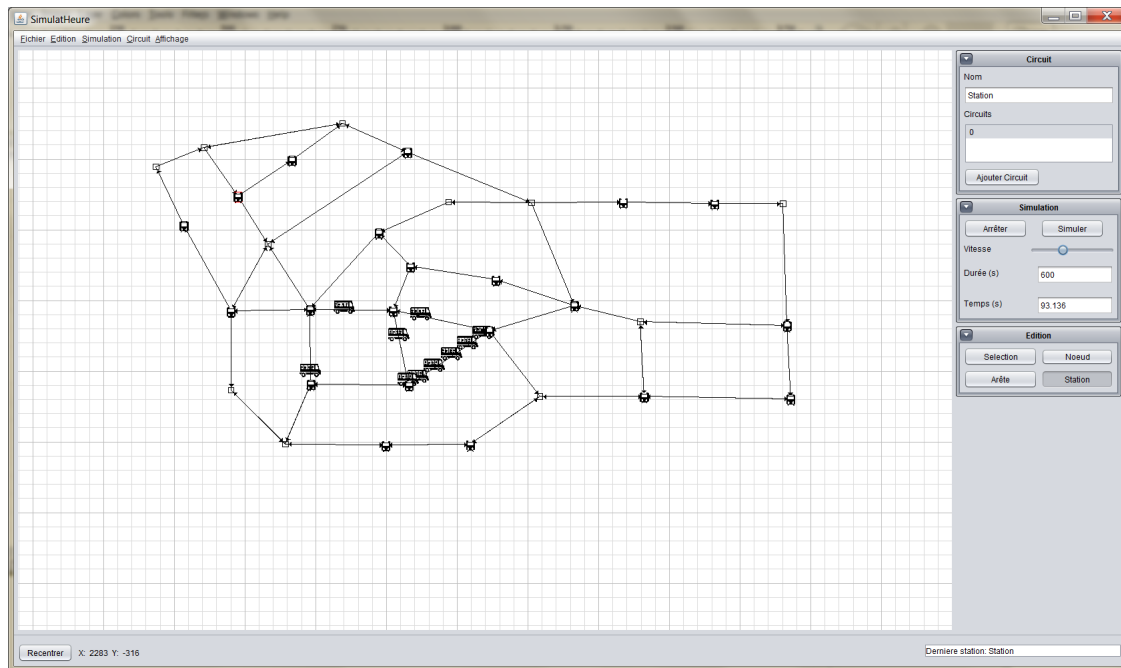


FIGURE 4.5 – Zoom-out du graphe en simulation

À tout moment, il est possible de "dézoomer" le graphe, afin d'avoir une vue plus d'ensemble du réseau créé en roulant la molette de la souris. Cette pratique, largement commune aux logiciels, est pratiquement une commande par défaut dans l'esprit d'un utilisateur standard. De plus, l'ensemble du réseau peut être déplacé latéralement par "glissement", une façon intuitive de naviguer des éléments graphiquement denses.

## 4.3 Diagrammes de séquence

### 4.3.1 Ajout d'un noeud

Le diagramme suivant montre la séquence de l'ajout d'un noeud à la simulation.

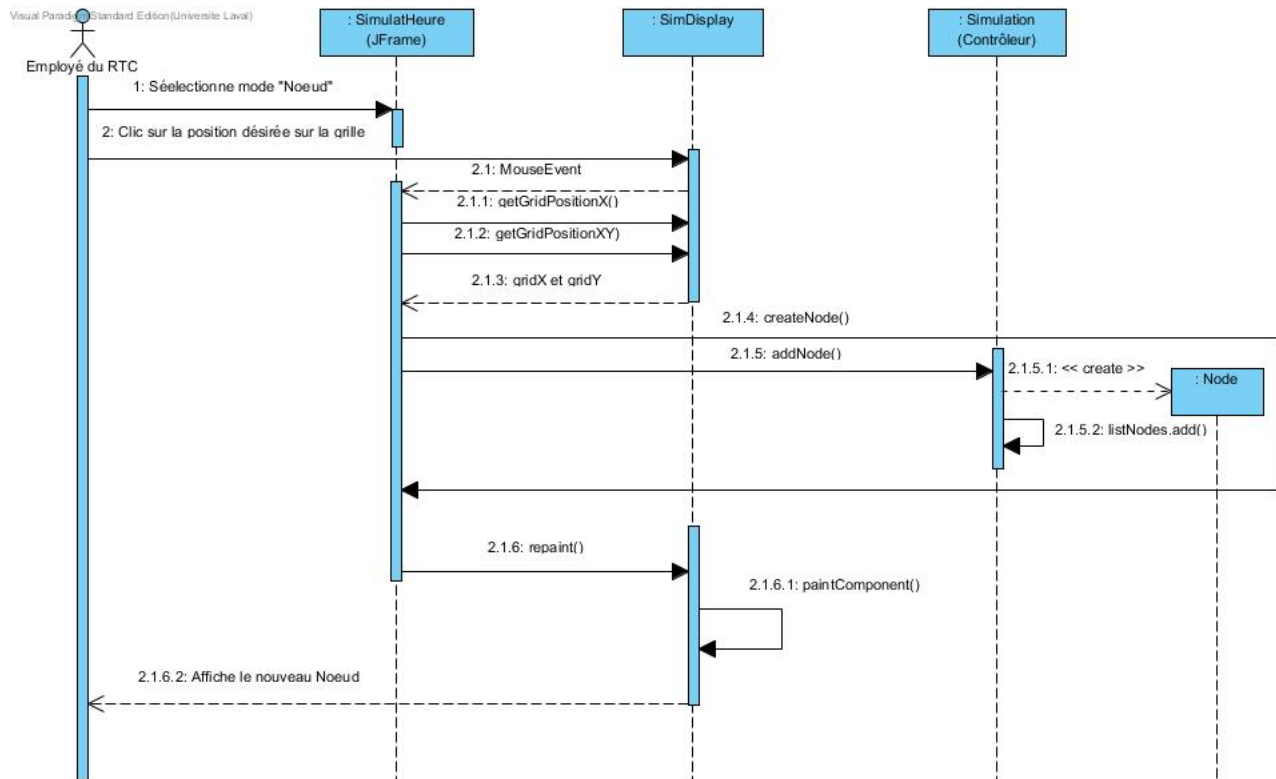


FIGURE 4.6 – Diagramme de séquence : ajout d'un noeud

### 4.3.2 Ajout d'une arête

Le diagramme suivant montre la séquence de l'ajout d'un objet Line à la simulation à partir d'un deux points (Node) non-existants.

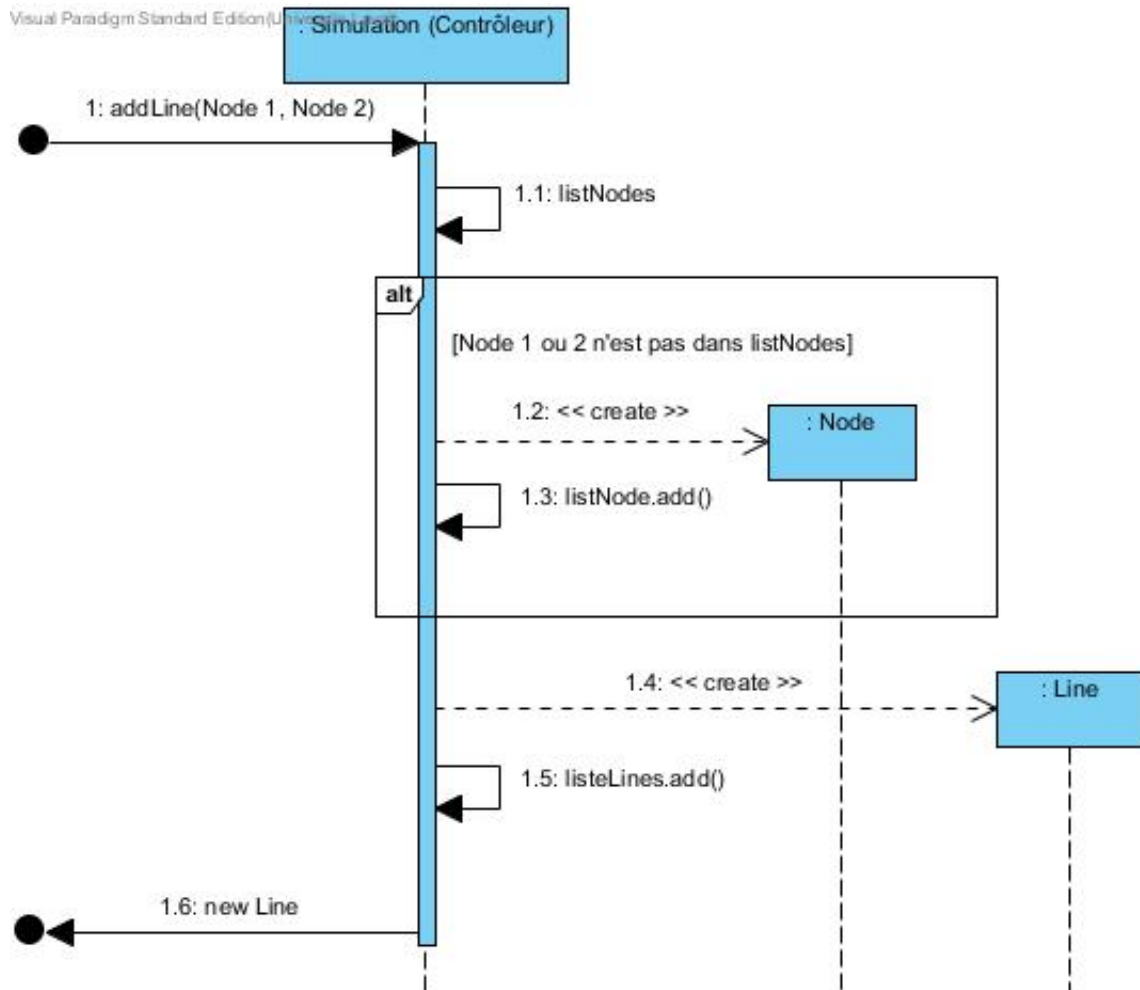


FIGURE 4.7 – Diagramme de séquence : ajout d'une arête



### 4.3.3 Simuler

Le diagramme suivant montre la séquence du processus de démarrage d'une simulation par l'utilisateur.

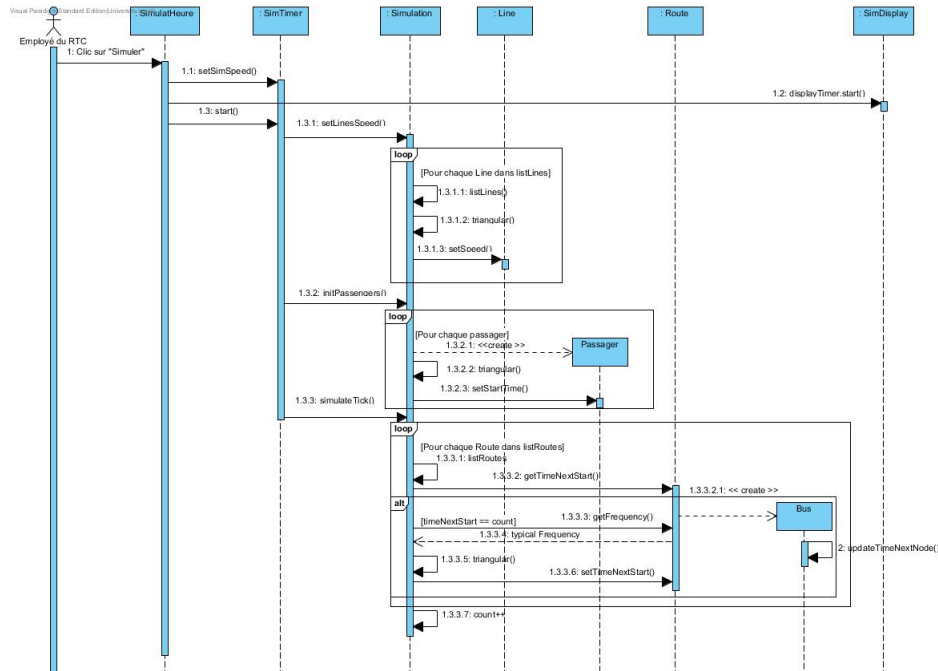


FIGURE 4.8 – Diagramme de séquence : démarrage d'une simulation

#### 4.3.4 Distribution triangulaire

Le diagramme suivant montre comment la fonction `triangular()` est utilisé afin de déterminer la vitesse d'un segment.

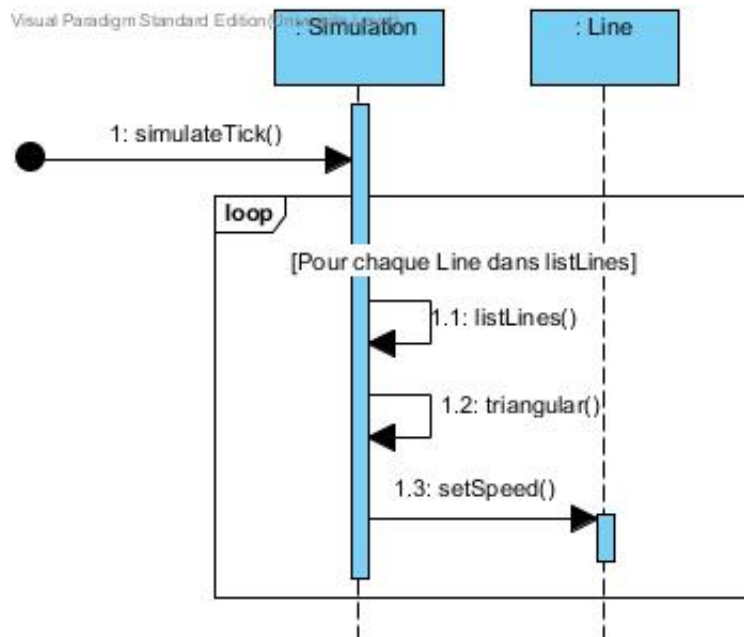


FIGURE 4.9 – Diagramme de séquence : distribution triangulaire de l'assignation de la vitesse à un segment

### 4.3.5 Position d'un autobus

Le diagramme suivant montre comment récupérer la position d'un autobus.

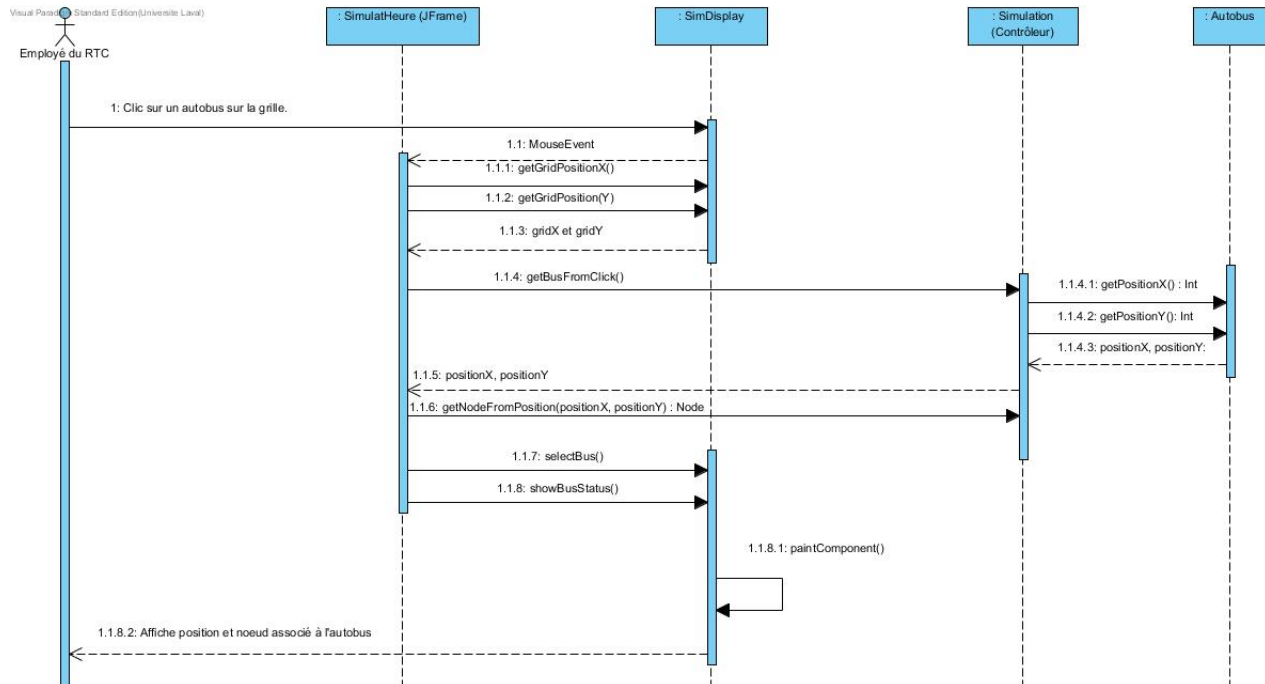


FIGURE 4.10 – Diagramme de séquence : Position d'un autobus

# Chapitre 5

## Architecture logique

### 5.1 Diagramme de package

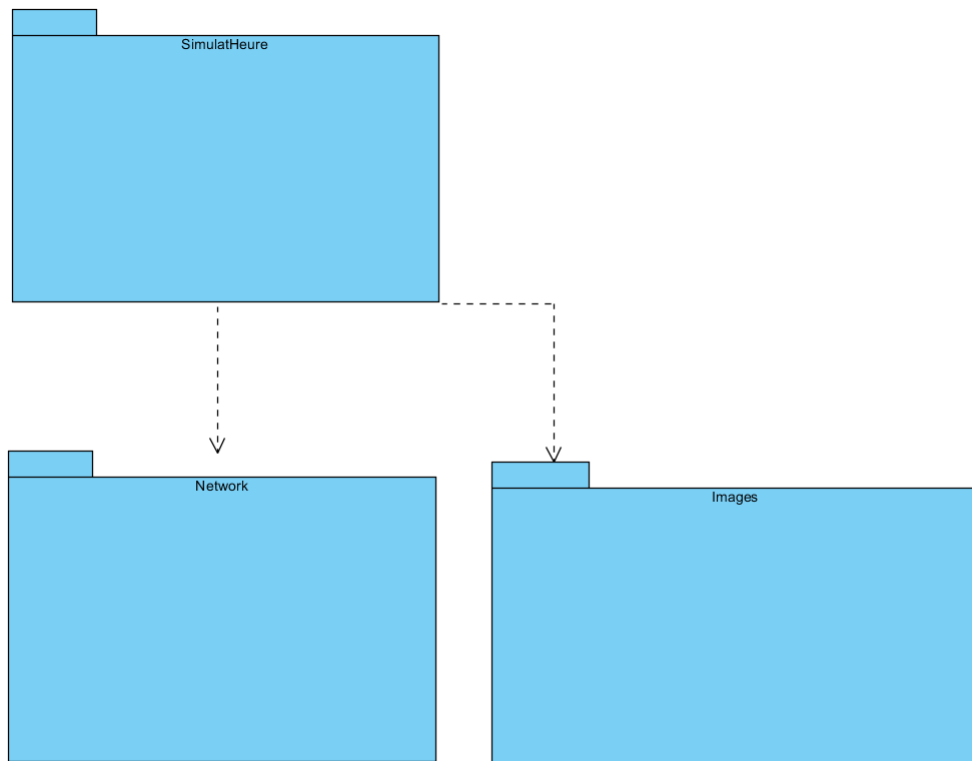


FIGURE 5.1 – Diagramme de package de SimulatHEURE

## 5.2 Diagramme d'états

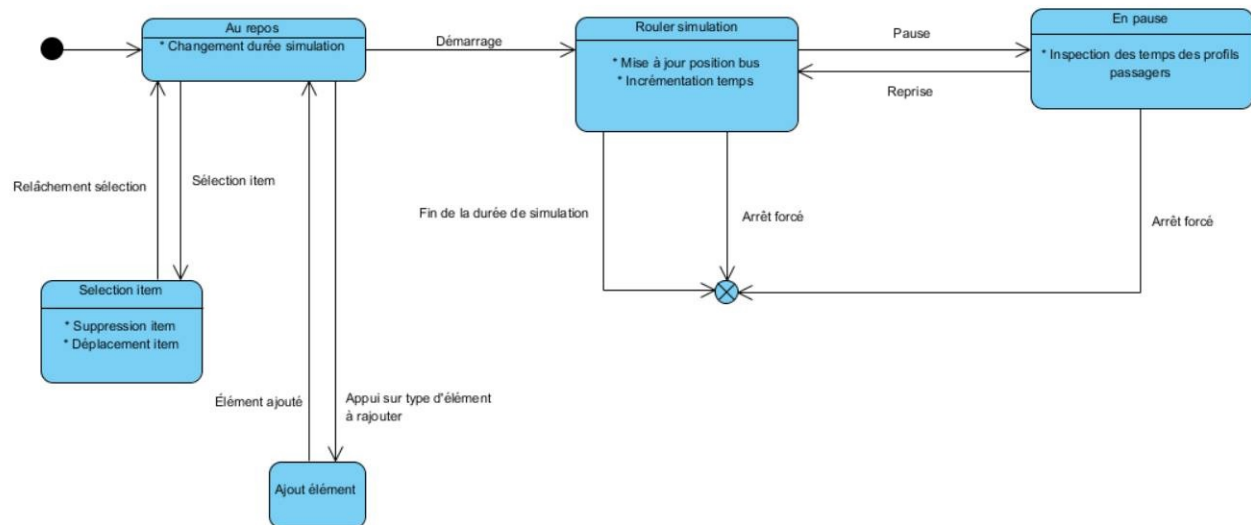


FIGURE 5.2 – Diagramme d'état de SimulatHEURE