

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université AMAR TELIDJI Laghouat



FACULTE DES SCIENCES ET SCIENCES DE L'INGENIERIE
DEPARTEMENT DE GENIE INFORMATIQUE

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en informatique

Option : Intelligence Artificielle (IA)

Thème :

**Conception et réalisation d'un simulateur
du trafic routier "STR"**

Réalisé par :

Brik Bouziane

Takhi Mohamed Seddik

Encadré par :

Mr. LAGRAA NASREDDINE

N° d'ordre; 2010-PFD / DGI

Ce mémoire est dédié à mes parents, qui m'ont toujours poussé et motivé dans mes études. Sans eux, je n'aurais certainement pas fait d'études, à mes sœurs et mes frères. Ce mémoire représente donc l'aboutissement du soutien et des encouragements qu'ils m'ont prodigués tout au long de ma scolarité. Qu'ils en soient remerciés par cette trop modeste dédicace . . .

Bouzaine

A celle qui m'est plus chère au monde qui ma vie grâce à son amour et son affection qua dieu le bénisse maman , à mon très chère père qui grâce à ses sacrifices, je suis devenu ce que suis aujourd'hui , à mes frères et ma sœur, à mes grands parents , à mes tantes et a mes oncles, à chaque cousins et cousines , à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de se modeste travail , à mes meilleurs amis de l'école coranique " Cheikh Mohamed AZZOUZ "

Mohamed Seddik

Table des matières

Introduction générale	11
1 Le trafic routier	13
1.1 Introduction	13
1.2 Le système de transport routier	13
1.2.1 Véhicules automobiles	14
1.2.2 La route	14
1.2.3 Voirie	14
1.2.4 Circulation routière	14
1.3 La sécurité routière	14
1.3.1 Notion et approches de la sécurité routière	15
1.4 La gestion et le contrôle du trafic routier	16
1.4.1 Les règles de la route	16
1.4.2 L'organisation du trafic	17
1.4.3 La congestion du trafic	18
1.5 Modèles et formalismes pour le trafic routier	18
1.5.1 Les modèles du prévision	18
1.5.2 Les modèles du mobilité	19
1.6 Conclusion	19
2 les modèles de mobilité	21
2.1 Introduction	21
2.2 Les facteurs affectant la mobilité	21
2.2.1 L'aménagement des rues	21
2.2.2 La taille des blocs	21
2.2.3 Les mécanismes de contrôle de la circulation	22
2.2.4 Le mouvement interdépendant des véhicules	22
2.2.5 La vitesse moyenne	22
2.3 Types des modèles et des mouvements	22
2.3.1 les modèles individuels	22
2.3.2 Les modèles de groupe	22
2.3.3 les modèles aléatoires	23
2.3.4 les modèles déterministes	23
2.3.5 les modèles hybrides	23
2.4 Le modèle de mobilité Freeway	24
2.5 Le modèle de mobilité Manhattan	24

2.6	Les modèles avec gestion du trafic routier	25
2.6.1	Le modèle de mobilité panneau d'arrêt (SSM)	25
2.6.2	Le modèle de mobilité Probabilistic Traffic Sign (PTSM) . . .	26
2.6.3	Le modèle de mobilité Traffic Light (TLM)	26
2.7	Conclusion	27
3	Les modèles de simulation et les simulateurs existants	28
3.1	Introduction	28
3.2	Les modèles de simulation de trafic routier	28
3.2.1	Modèle statique	28
3.2.2	Modèles dynamiques	29
3.2.3	Modèle d'écoulement	29
3.3	Les simulateurs existants	30
3.3.1	Trafic Simulation	30
3.3.2	Microsimulation of road traffic	30
3.3.3	Traffic Light Simulation	32
3.3.4	Paramics	33
3.3.5	VISSIM	34
3.3.6	Simulation of Urban Mobility (SUMO)	34
3.3.7	SITRA	35
3.3.8	Tableau de comparaison entre quelques simulateurs	36
3.4	Conclusion	37
4	La conception et le déploiement du notre système "STR"	38
4.1	Introduction	38
4.2	Nos Modèles	38
4.2.1	Le modèle du Manhattan hybride	39
4.2.2	Le modèle FreeWay amélioré	39
4.3	Nos algorithmes	39
4.3.1	Algorithme du modèle du Manhattan hybride	39
4.3.2	Algorithme du modèle du Freeway amélioré	39
4.4	Environnement de développement	42
4.4.1	Le langage utilisé	42
4.4.2	Les caractéristiques de la machine	42
4.4.3	La portabilité	42
4.5	Une simulation illustrative de STR	43
4.6	Résultats de la simulation	44
4.6.1	Statistiques matricielles	45
4.6.2	Statistiques graphiques	46
4.7	7 Etude de qualité du logiciel(évaluation)	47
4.7.1	Avantages du logiciel	47
4.7.2	Limitations du logiciel	47
4.8	Conclusion	47
	Conclusion et perspectives	48
	Bibliographie	49

A	Description détaillée de notre Simulateur STR	51
A.1	Interface utilisateur (vue générale de l'ihm)	51
A.2	Les Menus	52
A.2.1	Barre menu	52
A.2.2	Menu contextuel	52
A.3	La barre d'outils	53
A.4	L'espace de simulation	54
A.4.1	Les paramètres	54
A.4.2	Fenêtre d'informations	55
A.4.3	Les commandes	56
A.4.4	La carte	56
A.4.5	Icône de la barre des tâches	57
	Glossaire	58

Table des figures

1.1	Les différents facteurs influents la sécurité routière.	15
2.1	Modèle "Freeway"	24
2.2	Exemple de topologie d'un modèle MANHATTAN	25
2.3	Exemple d'un modèle Stop Sign.	25
3.1	Capture d'écran du Traffic simulation	30
3.2	Capture d'écran du Microsimulation of road Traffic	31
3.3	Capture d'écran du "Ring Road" et "On-Ramp"	31
3.4	Capture d'écran du "Lane Closing" et "Uphill Grade"	31
3.5	Capture d'écran du "Traffic Light" et "Lane Changes"	32
3.6	Capture d'écran d'une Traffic light simulation	32
3.7	Captures d'écran du simulateur " Paramics"	33
3.8	Capture d'écran d'une " VISSIM "	34
3.9	Capture d'écran "Simulation of Urban Mobility"	35
3.10	Capture d'écran du "SITRA"	36
4.1	La carte du modèle du Manhattan.	43
4.2	La simulation du modèle du Manhattan (animée).	44
4.3	Informations générales sur la simulation.	45
4.4	Des statistiques sur le nombre des véhicules.	45
4.5	Statistiques sur les différentes files du modèle.	46
4.6	Statistiques graphiques sur le nombre des véhicules.	46
4.7	Statistiques graphiques sur les différentes files d'attente.	46
A.1	l'apparence de la fenêtre principale de STR	51
A.2	Le menu du simulateur STR.	52
A.3	Le menu contextuel du simulateur STR.	53
A.4	La barre d'outils du simulateur.	54
A.5	L'espace de la simulation.	54
A.6	Les paramètres de modèle du Manhattan.	55
A.7	Les paramètres de modèle du Free Way.	55
A.8	Fenêtre d'information.	56
A.9	Les commandes de la simulation.	56
A.10	Exemple de carte simulant le modèle de Manhattan.	56
A.11	Apparition de l'icône sur la barre des tâches.	57

Remerciements

Nous tenons à remercier en premier lieu notre Dieu qui nous a donné la santé, la force et le courage pour mener à bien l'étude et l'implémentation de ce projet.

Aussi, Nous remercions chaleureusement nos parents, qui nous ont beaucoup aidés matériellement et moralement, depuis notre enfance et jusqu'à ce que nous sommes arrivés à ce point là. Sans oublier aussi nos sœurs, nos frères et nos familles.

Nous tenons à remercier notre encadreur Mr.N.LAGRAA pour son dévouement et la confiance qu'il nous a accordé pour la réalisation de ce travail. Sa persévérance, son enthousiasme et sa générosité nous ont été d'un grand soutien dans notre travail.

Nous tenons à remercier tous nos enseignants qui ont contribué à notre formation, particulièrement Mr.M.L.BENSAAD, Madame.H.BOUZOUAD.

Nous remercions les membres du jury pour leurs acceptations d'examiner ce mémoire.

Nous tenons enfin à remercier toutes les personnes qui nous ont aidées de près ou de loin à compléter ce travail.

Résumé

L'étude et la gestion du trafic routier sont des tâches très importantes dans le processus d'assurance d'un réseau routier efficace, pour ce faire plusieurs techniques existent entre autre la prévision et la simulation.

De nos jours, la simulation du trafic routier est devenue une technique très comode pour l'étude et l'analyse des différents paramètres qui influent sur le trafic routier.

Dans ce travail de fin d'études nous avons en premier lieu étudié et présenté certains modèles de mobilité formalisant le trafic routier -Manhattan, Freeway, SSM, TLM,-.

Dans une deuxième étape, nous avons conçu et réalisé un outil simulateur, implémenté en Java, basé sur deux modèles de mobilité de trafic routier à savoir Manhattan hybride et Freeway amélioré.

Mots clés : Réseau routier, Trafic routier, Modèles de mobilité, Simulateur, Manhattan hybride, FreeWay amélioré.

Abstract

The study and the management of road traffic are very important tasks in the assurance process of an efficient road network, for that several techniques exist among of them we mention the prevision and the simulation.

Now days, simulation of road traffic becomes a practical technique for studying and analyzing the infencuncy of the proposed protocols.

In this work, first of all we have studied and presented the famous mobility models witch formalize the road traffic -Manhattan, Freeway, TLM and SSM.

In the second step, we have designed and implemented a simulator called STR, witch is developed, with java. STR concentrates only on two mobility models : Manhattan hybrid and Freeway improved.

Key words : Road network, Road traffic, Mobility models, Simulator, Manhattan hybrid, Freeway improved.

Introduction générale

La civilisation et le modernisme d'un pays se mesure en fonction de l'ampleur et la qualité de son réseau routier. La conception, la maintenance et la gestion d'un réseau routier sont des tâches très importantes.

Cependant, la conception d'un système de trafic routier est très difficile vu le nombre de paramètres et d'éléments qui interagissent et qui sont souvent concurrents, ceci a mené beaucoup de chercheurs dans ce domaine à étudier les phénomènes du trafic routier, parmi les solutions pour bien analyser le trafic routier c'est de concevoir des simulateurs.

En effet, la simulation de trafic routier est une technique qui commence à être très répandue dans ce domaine et plusieurs simulateurs existent [1]. Cet intérêt grandissant pour le sujet vient du fait que face à l'accroissement constant du trafic, le développement de nouvelles infrastructures n'est plus une solution envisageable. De plus, les nuisances associées à l'explosion du trafic urbain (pollution, perte de temps, etc.) ne sont plus acceptées par les populations citadines.

Les simulateurs de trafic routier sont conçus pour modéliser avec précision le débit du trafic mondial de véhicules réels dans un réseau basé sur le graphique et le modèle du développement de la congestion. Ils forment un système complexe qui est ouvert, montre des phénomènes émergents, les relations non-linéaires entre ses composants et peuvent contenir des boucles de rétroaction. Une simulation précise et réaliste de la circulation pourrait aider à trouver des solutions pour l'atténuation de la congestion du trafic qui pourrait à son tour aider et d'améliorer les flux de trafic dans le monde réel. Le vaste domaine de recherche concernant le trafic routier, a été fait en utilisant des outils de simulation. En effet les outils de simulation fournissent la possibilité d'utiliser des scénarios répétitifs et d'étudier l'influence d'un paramètre en fixant les autres.

Le but de ce projet de fin d'étude est double. Premièrement, on s'intéresse à l'étude de certains modèles de mobilité du trafic routier. Deuxièmement, concevoir et réaliser un simulateur basé sur les modèles de trafic routier étudiés et dont le but est de simuler la circulation routière. Le présent mémoire est scindé en quatre chapitres organisés comme suit :

- Le premier chapitre présente le trafic routier. Nous commençons par donner une idée globale sur le domaine du trafic routier en présentant certaines définitions et enjeux liés à la sécurité routière. En suite, nous avons présenté des

explications concernant les règles générales gérant et contrôlant le trafic routier issues de conventions mondiales et certains modèles et formalismes conçus pour modéliser le trafic routier.

- Le deuxième chapitre décrit les fondements des modèles et formalismes conçus par les chercheurs en vue de modéliser le trafic routier. Une partie de ces modèles sera utilisée par notre étude.
- Dans le troisième chapitre, nous exposerons certains simulateurs existants dans la littérature dans le but de tirer meilleurs profits.
- Le quatrième chapitre décrira notre outil. Nous commençons par les détails de la conception puis l'implémentation et l'étude de l'outil.

Enfin, nous terminons le mémoire par une conclusion générale mentionnant les connaissances acquises pendant la période de la réalisation du projet et se termine par exposer certaines perspectives pour améliorer dans le future cet outil.

Chapitre 1

Le trafic routier

1.1 Introduction

Le trafic routier est un système caractérisé par l'interaction des différents éléments le composant à savoir les usagers de la route, les piétons, les véhicules et les infrastructures. La gestion et le contrôle du trafic routier est considéré comme un problème difficile et complexe d'offre et de demande dont la difficulté repose sur deux postulats opposés :

1. L'offre répond à un usage collectif : le réseau routier est dimensionné pour un certain flux.
2. La demande est individuelle : chaque conducteur désire voyager suivant ses propres conditions [2].

Le trafic routier est aussi un phénomène hautement non linéaire et difficile à modéliser efficacement étant donné le nombre de paramètres des systèmes. Tous les simulateurs qu'ont vu le jour reposent sur des modèles plus moins complexes et simulent des phénomènes particuliers.

Dans ce chapitre, nous exposons en premier lieu, certaines notions et des généralités sur le domaine du trafic routier. Puis, nous présentons de façon brève la notion de la sécurité routière ainsi que les enjeux qui lui sont liés. Par la suite nous détaillons les principes de la gestion et du contrôle du trafic routier ainsi que les modèles et les formalismes conçus pour le trafic routier. Nous terminons ce chapitre par une conclusion.

1.2 Le système de transport routier

Le système de transport routier se compose de trois éléments qui interagissent entre eux, à savoir : la route et son environnement, la circulation et les véhicules et enfin les usagers occupant les véhicules ou les piétons. La conception d'un système de transport efficace fait ainsi, appel à des axes de réflexion différents, et aussi, à plusieurs domaines.

1.2.1 Véhicules automobiles

Une automobile est un véhicule terrestre à roues, propulsé par un moteur embarqué dans le véhicule. Ce type de véhicule est conçu pour le transport sur route de personnes, mais sa définition peut s'étendre jusqu'au transport de marchandises ainsi que jusqu'à des véhicules pouvant fonctionner sur tout terrain. L'étymologie du mot explique cette variété de définitions, puisque le terme provient du latin mobilis (qui bouge) et du grec auto (soi-même), ce qui réfère donc surtout à son caractère auto-propulsé, qui distingue l'automobile de la voiture [3].

1.2.2 La route

Une route est au sens littéral une voie terrestre (au niveau du sol ou sur viaduc) aménagée pour permettre la circulation de véhicules à roues. Ce terme s'applique plutôt aux voies importantes situées en rase campagne [4].

1.2.3 Voirie

Le concepteur de voirie détermine le nombre de voies en fonction du volume de circulation. Pour prendre en compte les différents types de véhicules, il utilise souvent l'unité de véhicule particulier (UVP) définie comme suit :

- un véhicule léger ou une camionnette = 1 UVP ,
- un poids lourds de 3,5 tonnes et plus = 2 UVP.

La capacité d'une route est définie par le nombre UVP/jour qui est liée au type de route (voir tableau 1.1) [5] :

Type de route	Capacité
une route à deux voies, en rase campagne	5 000 à 7 000 UVP/jour
une route à quatre voies sans terre-plein central	10 000 à 13 000 UVP/jour
une deux fois deux voies et carrefours à niveau	13 000 à 18 000 UVP/jour
une autoroute à deux voies/sens et carrefours dénivelés	30 000 UVP/jour

TABLE 1.1 – La capacité théorique des routes en UVP.

1.2.4 Circulation routière

La circulation routière est le déplacement de véhicules automobiles sur une route. On le mesure en comptant le nombre de véhicules pendant une période de temps. Les unités les plus employées sont le nombre de véhicules par jour [6].

1.3 La sécurité routière

La sécurité routière représente l'ensemble des normes, des mécanismes et des mesures prises par les différents acteurs en charge de la construction des infrastructures routières et de la gestion du trafic routier afin d'assurer la protection des usagers de

la route.

L'insécurité routière représente l'ensemble des dysfonctionnements générés par le trafic routier, il peut s'agir des accidents de circulation, ou de la pollution due au dégagement des gaz à effet de serre, et de la poussière dans l'air,...

La recherche d'un environnement de sécurité routière passe par plusieurs axes de réflexion, à savoir, celle liée aux véhicules, à la qualité des infrastructures routières, et au comportement des usagers de la route.

1.3.1 Notion et approches de la sécurité routière

La réflexion en matière de sécurité routière nous mène à analyser les différents facteurs et acteurs qui y participe. Ces facteurs comme le montre la figure 1.1 sont :

- Le véhicule ,
- Nature de la route,
- Comportement d'individus.

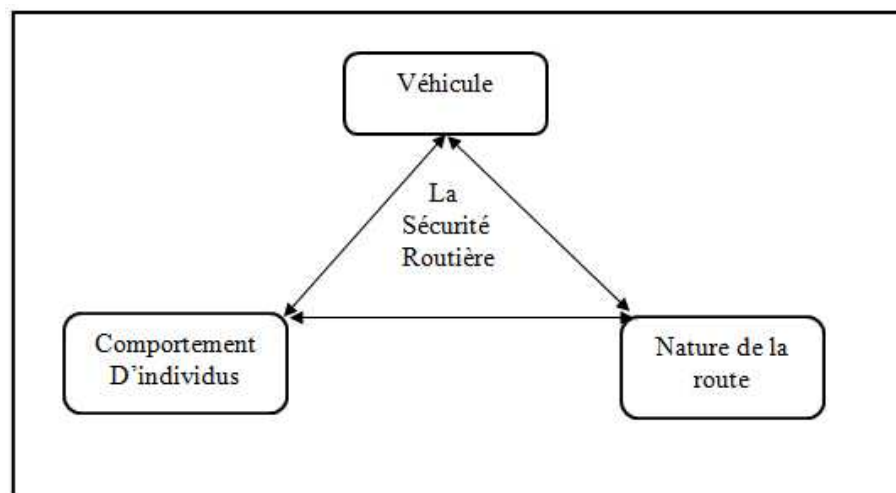


FIGURE 1.1 – Les différents facteurs influents la sécurité routière.

Approche liée aux véhicules

La réflexion en matière de sécurité routière se porte généralement en premier lieu sur les véhicules. Il s'agit des démarches visant à rendre le véhicule plus fiable (freinage, direction assistée,...) et mieux visible (feux de croisement), afin de prévenir les accidents, mais aussi, et de plus en plus, de renforcer la protection qu'il offre en cas d'accident (airbags, ceinture de sécurité, casque et pare choc pour les deux roues). Le véhicule, facteur d'accident, est de plus en plus sollicité pour devenir une aide à la prévention de l'accident, grâce aux nouvelles technologies. Le véhicule du futur est amené à remplacer le conducteur défaillant comme si, faute d'avoir la capacité d'agir sur certains comportements (recherche de vitesse,...) ou certaines faiblesses humaines (sommolence, baisse d'attention,...).

Approche liée au comportement des individus

La recherche en sécurité routière se consacre aussi à l'étude des comportements et habitudes des individus. Ce domaine de recherche est particulièrement essentiel, puisque la conduite est avant tout dictée par un comportement humain, fait moins appel aux nouvelles technologies de l'information qu'aux analyses sociales et comportementales.

La recherche sur les individus mobilise les chercheurs en sciences humaines, mais aussi les médecins. Elle doit permettre de mieux analyser les réactions des conducteurs en situation de conduite, selon l'environnement et les outils de guidage dont ils disposent. Logiquement, la recherche sur les individus doit déboucher sur de nouvelles recherches technologiques, pour adapter les outils de conduite au comportement.

Approche liée aux infrastructures routières

La recherche sur l'infrastructure constitue le troisième et dernier grand axe de la recherche en sécurité routière. Une analyse des accidents, d'après le Bulletin d'Analyse des Accidents de Circulation (BAAC) montre qu'en France par exemple, l'infrastructure en terme de qualité des routes est impliquée dans environ 25 % des accidents [7].

La recherche sur l'infrastructure a pour mission essentielle d'identifier ce qu'on appelle les (points noirs) en sécurité routière, c'est-à-dire les endroits les plus dangereux, afin de résorber les risques. Comme la recherche sur le véhicule, la recherche sur l'infrastructure nécessite de nombreux essais en situation réelle. Elle requiert également des analyses de la part des équipementiers de la route, essentiellement en matière de tracé, de revêtement et de signalisation routière.

1.4 La gestion et le contrôle du trafic routier

La qualité et la rapidité de diffusion des informations routières aux usagers et l'importance du trafic et sa constante croissance, en particulier sur les voies rapides des grosses agglomérations urbaines, constituent un défi pour les exploitants des réseaux routiers, consistant à optimiser en permanence l'utilisation des routes existantes. Les fortes perturbations de la circulation, telles que les grandes migrations estivales, les intempéries hivernales ou les accidents, nécessitent la maîtrise en temps réel des conditions de circulation et la mise en œuvre rapide des mesures de gestion du trafic les plus adaptées.

1.4.1 Les règles de la route

Les règles de la route sont des règles dont les usagers de la route sont tenus à respecter surtout par les automobilistes et les cyclistes. Ces règles régissent les

interactions entre les véhicules et les piétons. Elles sont définies par des traités internationaux (convention de vienne 1968) sous l'autorité de l'Organisation des Nations Unies (ONU).

En règle générale, les conducteurs sont tenus à éviter une collision avec d'autres véhicules ou avec les piétons.

Outre les règles applicables par défaut, les panneaux de signalisation et feux de circulation doivent être respectés. Des instructions peuvent être données aussi par un agent de police, soit régulièrement (par exemple dans un passage très fréquenté) soit particulièrement lors d'un accident ou autour d'une zone de construction.

La circulation en sens inverse doit être séparée de telle sorte qu'aucun usager ne bloque l'autre. La règle la plus fondamentale est de savoir utiliser le côté droit ou gauche de la route.

1.4.2 L'organisation du trafic

Le trafic routier est contrôlé par un certain nombre de règles à savoir :

La priorité (le droit de passage)

Les véhicules sont souvent en conflit avec d'autres véhicules ou des piétons en raison des intersections de leurs trajets. Le principe général qui détermine qui a le droit de passer en premier est appelé (droit de passage), ou (priorité). Il établit qui a le droit d'utiliser la partie conflictuelle de la route et qui doit attendre que l'autre passe.

La priorité est rendue explicite à l'aide des plaques de signalisation, des feux, . . . Certains signes, comme le panneau d'arrêt, sont à peu près universels.

Quand il n'y a pas de panneaux ou des marques, des règles différentes sont observées en fonction de l'emplacement.

Le tournage

La plupart des trajets des conducteurs ne vont pas en ligne droite et prennent d'autres routes. Les indicateurs de direction du véhicule (feux clignotants) sont souvent utilisés comme un moyen d'annoncer son intention de tourner, donc alerter les autres conducteurs. L'utilisation effective des feux clignotants varie considérablement entre les pays.

Dans la plupart des pays du monde, la règle par défaut est de donner la priorité à droite, mais cela peut être remplacé par des signes ou des marquages routiers. A un carrefour giratoire où la priorité à droite n'est pas surchargée, le trafic sur ce qui serait autrement un rond-point donne passage à la circulation entrant dans le cercle. Ces règles peuvent varier d'un pays à un autre.

La limitation de vitesse

L'excès de vitesse d'un véhicule, entraîne souvent des collisions difficiles qui mènent à des dommages ou perte de vies. Par conséquent, de nombreux pays du monde limitent la vitesse maximale autorisée sur les routes. Les véhicules ne sont pas censés être entraînés à des vitesses qui sont plus élevées que le maximum affiché.

Le dépassement

Le dépassement se réfère à une manœuvre par laquelle un ou plusieurs véhicules circulant dans la même direction essayent de dépasser un autre véhicule. Sur les routes à deux voies, quand il y a une ligne de séparation en pointillés, les conducteurs peuvent dépasser quand ils sont sûrs. Sur les routes à voies multiples dans la plupart des juridictions, les dépassements sont autorisés dans les voies les plus rapides.

1.4.3 La congestion du trafic

La congestion du trafic se produit lorsqu'un volume de trafic ou de la répartition modale génère une demande pour l'espace supérieure à la capacité routière disponible. Il y a un certain nombre de circonstances particulières qui provoquent ou aggravent la congestion, la plupart d'entre elles sont la réduction de la capacité d'une route à un moment donné ou sur une certaine longueur, ou l'augmentation du nombre de véhicules requis pour un volume donné de personnes ou de marchandises. En générale, la moitié de la congestion routière est récurrente et est attribuée au poids même du trafic, le reste est attribué à des incidents de la circulation, les travaux routiers et les phénomènes météorologiques [8].

1.5 Modèles et formalismes pour le trafic routier

Pour au mieux analyser et contrôler le trafic, les gestionnaires de routes ont défini un ensemble de modèles théoriques et formalismes contribuent à modéliser ce trafic routier.

1.5.1 Les modèles du prévision

Dans le domaine du trafic routier, la prévision est un outil d'aide à la décision pour les gestionnaires du trafic. L'objet de la prévision est de donner une idée de "L'état du trafic" dans un horizon bien défini.

On trouve plusieurs modèles de prévision du trafic routier, parmi ces modèles on peut citer :

Le modèle ATHENA

Le modèle ATHENA est conçu par l'INRETS (Institut National Français de Recherche sur le Transport et leur Sécurité). L'objectif principal de ce modèle est de prédire, pour un horizon court (une demi-heure à deux heures), le trafic d'une section de route [9].

Le modèle MITHRA

Ce modèle est conçu pour la prévision du trafic dans tout un réseau autoroutier, ceci grâce aux données historiques de péages. Ici dans ce modèle, l'horizon de la prévision dépend de l'étendue du réseau concerné [10].

Le modèle J+n

Il s'agit d'un algorithme de prévision de l'état du trafic dans un réseau routier qui tient compte des événements qui ne sont pas directement liés au trafic. Son horizon varie d'un jour à huit jours [11].

Le modèle A+1

Il s'agit d'un algorithme de prévision du débit journalier sur une section de route qui tient compte de tous les événements calendaires connus à l'avance. Son horizon est un an.

1.5.2 Les modèles du mobilité

Les modèles de mobilité jouent un rôle essentiel dans les simulations. On trouve dans la littérature plusieurs modèles de mobilité, parmi ces modèles, on peut citer :

- Freeway,
- Manhattan,
- Traffic Light Model(TLM)
- Stop Sign Model(SSM)
- ...

Ces modèles seront plus détaillés dans le chapitre suivant.

1.6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons essayé de donner une idée globale sur le domaine du trafic routier en présentant certaines définitions et les enjeux liés à la sécurité routière.

Nous avons donnée aussi des explications concernant les règles générales gérant et contrôlant le trafic routier et certains modèles et formalismes conçus pour modéliser le trafic routier.

Par ces connaissances de base sur le trafic routier et son contrôle, nous traiterons plus facilement certains modèles théoriques de mobilité dans le chapitre suivant.

Chapitre 2

les modèles de mobilité

2.1 Introduction

Les modèles de mobilité visent à imiter les modèles de circulation réels de façon raisonnable, ils définissent aussi les paramètres et les modes de mouvements des nœuds mobiles, en termes de position, vitesse, accélération et orientation. Ils permettent de contrôler le trafic routier dans la mesure où la prise de décision dépend des résultats de la simulation, d'assurer la fluidité du trafic en anticipant sur les situations de congestion et de blocage, de trouver des solutions à des situations complexes du trafic routier, d'avoir un rôle explicatif des raisons de certaines situations comme les accidents et de faire des statistiques sur les périodes et les zones délicates pour des solutions à plus long terme. Dans ce chapitre, on étudiera les facteurs influents sur la mobilité et on présentera les types des modèles, des mouvements et certains modèles de mobilité.

2.2 Les facteurs affectant la mobilité

Dans ce que suit, on décrira les facteurs les plus importants qui influent sur les modèles de mobilité [12].

2.2.1 L'aménagement des rues

Pour les modèles du trafic routier les rues forcent les nœuds à limiter leurs mouvements à des chemins définis. Un modèle doit déterminer, le mouvement et la répartition spatiale de la connectivité du réseau.

2.2.2 La taille des blocs

Les zones urbaines sont généralement divisées en blocs de différentes tailles. Un bloc de cité peut être considéré comme une zone entourée par des rues. Ces blocs peuvent être de taille différente.

2.2.3 Les mécanismes de contrôle de la circulation

Le plus souvent, les mécanismes de contrôle de la circulation dans les intersections sont les panneaux d'arrêt et les feux tricolores. Un véhicule doit s'arrêter à un feu rouge jusqu'à ce qu'il passe au vert. Un véhicule a également besoin de s'arrêter à un panneau de stop pendant quelques secondes avant de continuer sa route. Ces mécanismes provoquent la formation de files d'attente de véhicules dans les intersections, ce qui réduit leurs vitesses moyennes. La mobilité réduite implique plus de nœuds statiques et des ralentissements de taux de changements de route dans le réseau.

2.2.4 Le mouvement interdépendant des véhicules

Les véhicules ne peuvent pas négliger les contraintes physiques imposées par la présence des rues et les véhicules à proximité. Le mouvement d'un véhicule dépend donc, de modèle de circulation des véhicules dans sa périphérie. Par exemple, un véhicule doit maintenir une distance minimale de sécurité par rapport au véhicule qui le précède, d'augmenter ou de diminuer sa vitesse, ou de changer de voie pour éviter les embouteillages.

2.2.5 La vitesse moyenne

La vitesse du véhicule détermine la rapidité des changements de position. La limite de vitesse de chaque route détermine la vitesse moyenne des véhicules. En outre, l'accélération/décélération des véhicules et la topologie de la carte affectent également leurs vitesses moyennes.

2.3 Types des modèles et des mouvements

Les différents modèles de mobilité peuvent être classés en plusieurs catégories en fonction de leurs caractéristiques spécifiques :

La première catégorie regroupe :

2.3.1 les modèles individuels

Où le déplacement d'un nœud ne dépend pas des autres. Parmi les modèles individuels, nous pouvons citer le modèle Random Waypoint, Random Direction, Boundless Simulation Area et Gauss-Markov [13].

2.3.2 Les modèles de groupe

qui prennent en compte la corrélation de déplacements entre certains nœuds. Ces modèles divisent les nœuds en plusieurs groupes et définissent des relations entre les unités mobiles appartenant à un même groupe. RPGM (Reference Point

Group Model) et les modèles de Sanchez [13] sont les modèles de mobilité de groupe les plus utilisés.

La deuxième catégorie dépend de nature du mouvement : aléatoire, déterministe et hybride

2.3.3 les modèles aléatoires

Les nœuds mobiles se déplacent librement et de manière aléatoire, sans restrictions. La destination, la vitesse et la direction sont tous choisies d'une manière aléatoire et indépendamment des autres nœuds. Ce type de modèle a été utilisé dans de nombreuses études de simulation, toute fois ils présentent certaines limitations dont :

- la dépendance temporelle de vitesse : Dans la plupart des modèles aléatoires, la vitesse du nœud mobile est définie par un processus aléatoire. Ainsi, certains comportements, comme un arrêt brusque et une forte accélération de son tour, peuvent se produire fréquemment dans les traces générées par le modèle Random Waypoint. Ce qui diffère des scénarios de la vie réelle, où les nœuds (véhicules et piétons) accélèrent et changent la direction progressivement.
- la dépendance spatiale de la vitesse : Dans les modèles aléatoires, le nœud mobile est considéré comme une entité qui se déplace indépendamment des autres nœuds. Cependant, dans certains scénarios, comme dans un champ de bataille et les randonnées de musée, le mouvement d'un nœud mobile peut être influencé par les mouvements de certains nœuds "dirigeants" (leaders) dans son voisinage. Par conséquent, la mobilité des différents nœuds est en effet corrélée.
- Les limites géographiques du mouvement : Dans de nombreux cas réalistes, en particulier pour les applications utilisées dans les zones urbaines, le mouvement d'un nœud mobile peut être délimité par des obstacles, des bâtiments, des rues ou des autoroutes.

2.3.4 les modèles déterministes

Ils s'appuient sur les traces réelles vues dans la circulation telles que le comportement des utilisateurs observé dans des systèmes réels [13].

2.3.5 les modèles hybrides

Ils réalisent un compromis entre la simplicité et le réalisme mais, ils restent difficiles à mettre en place. Les modèles Manhattan (représentent le mouvement des nœuds dans une zone urbaine) et Freeway (modélisant les déplacements des véhicules sur un réseau routier) sont des modèles hybrides basés sur l'utilisation de cartes [13]. Nous allons décrire plus précisément dans la suite, les modèles Freeway et Manhattan par ce qu'ils font partie des modèles les plus utilisés dans la simulation du trafic routier.

2.4 Le modèle de mobilité Freeway

Dans le modèle de mobilité des grandes routes (Freeway, Highway) [14] communément appelés autoroutes, les nœuds se déplacent suivant une trajectoire et dans certaine direction (cf. Figure 2.1). Les nœuds ne sont pas censés à changer leurs directions. La vitesse dans le cas de ce modèle est très élevée dans les n voies, Les véhicules peuvent changer de voie et faire des dépassements comme ils le font dans le cas réel, c'est-à-dire de la voie la plus "lente" à la plus "rapide".



FIGURE 2.1 – Modèle "Freeway"

2.5 Le modèle de mobilité Manhattan

Le modèle de mobilité Manhattan [14] est utilisé pour émuler le modèle de circulation des nœuds mobiles dans des rues définies par des cartes. Un exemple de la carte de Manhattan est composé d'un certain nombre de rues horizontales et verticales et elle est présentée dans la (cf. Figure 2.2). Chaque rue a deux voies dans chaque direction. Le nœud mobile est autorisé à se déplacer selon la grille des rues horizontales et verticales sur la carte. A l'intersection d'une rue horizontale et d'une rue verticale, le véhicule peut tourner à gauche, à droite ou aller tout droit selon une probabilité prédéterminée. La vitesse d'un nœud mobile à un instant t dépend de sa vitesse à l'instant $t-1$ et la vitesse du nœud précédent dans la même voie de la rue. Les relations inter-nœud sont les mêmes que dans le modèle Freeway. Cependant, ils diffèrent de celles du modèle Freeway en donnant la liberté au nœud de modifier sa direction.

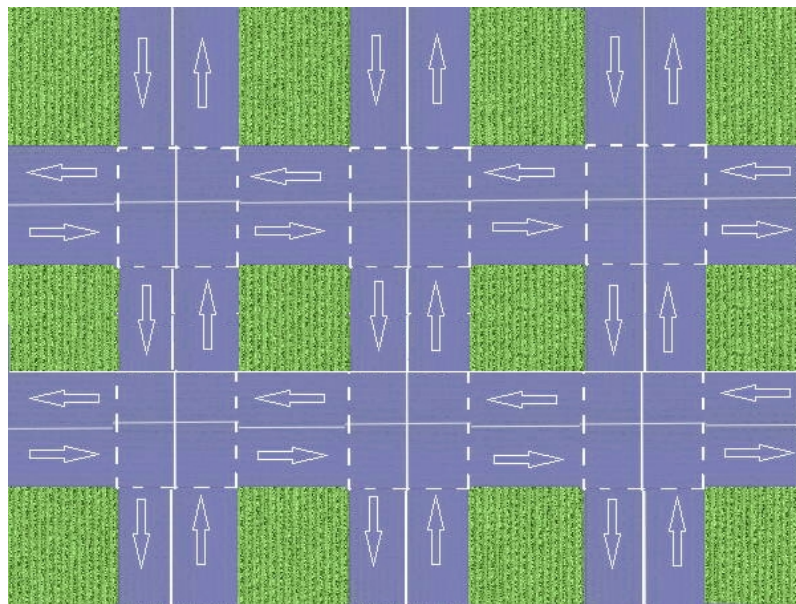


FIGURE 2.2 – Exemple de topologie d'un modèle MANHATTAN

2.6 Les modèles avec gestion du trafic routier

Dans cette partie on présentera les modèles de contrôle du trafic comme le modèle Stop Sign, le modèle probabilistic Traffic Sign et le modèle Traffic light, qui sont des modèles utilisés fréquemment dans la simulation du trafic car, ils démontrent des contraintes réel dans un trafic

2.6.1 Le modèle de mobilité panneau d'arrêt (SSM)

Dans le modèle de panneau d'arrêt (SSM)(cf. Figure 2.3), chaque rue à une intersection a un panneau d'arrêt. Tout véhicule qui s'approchait de l'intersection doit s'arrêter au signal pendant un temps déterminé. Sur la route, le mouvement de



FIGURE 2.3 – Exemple d'un modèle Stop Sign.

chaque véhicule est limité par le véhicule qui le précède. Un véhicule peut dépasser celui qui est devant lui, si la route est à voies multiples et le dépassement est autorisé. Lorsque les véhicules se succèdent à un panneau d'arrêt, ils forment une file d'attente par rue commençant à l'intersection. Chaque véhicule attend au moins le temps d'attente nécessaire une fois qu'il arrive à la tête de l'intersection.

2.6.2 Le modèle de mobilité Probabilistic Traffic Sign (PTSM)

Ce modèle peut être considéré comme le SSM affiné [12] où les panneaux sont remplacés par des feux de signalisation aux intersections. Ce modèle n'implémente pas les feux de signalisation mais, il se diffère d'un modèle avec feux par la non coordination entre les différentes directions. Quand un véhicule atteint une intersection vide (sans file d'attente), il s'arrête avec une probabilité p et traverse avec une probabilité $(1-p)$. S'il décide d'attendre, la durée d'attente est choisie au hasard entre 0 et ∞ . Tout nœud qui arrive plus tard, à une file d'attente non-vide devra attendre pour le reste du temps d'attente de l'ancien nIJud de plus d'une seconde. Le temps supplémentaire d'une seconde simule le délai entre le démarrage des nœuds de la file. Chaque fois que le signal passe au vert, les véhicules commencent à franchir le signal à des intervalles d'une seconde, jusqu'à ce que la file d'attente soit vide. Le prochain véhicule qui arrive à la tête d'une file d'attente de nouveau vide prend une décision s'il s'arrête ou pas avec une probabilité p et ainsi de suite. Comme le SSM, il n'y a pas de coordination entre les véhicules qui traversent une intersection de différentes directions. Ce modèle permet d'éviter les temps d'attente excessifs, comme dans le cas de SSM, et, en même temps, le PTSM se rapproche du comportement des feux de signalisation.

2.6.3 Le modèle de mobilité Traffic Light (TLM)

Dans ce modèle, les feux de circulation routière constituent un dispositif permettant la régulation du trafic routier entre les usagers de la route, les véhicules et les piétons. Les feux sont généralement déclinés à partir de deux couleurs de base : le rouge pour fermer, le vert pour ouvrir. Ce modèle apporte beaucoup d'amélioration par rapport aux modèles SSM et PTSM. Il permet d'émuler à 75 % un modèle de circulation réel [12]

Les améliorations apportées par TLM sont :

- Les coordinations entre les feux tricolores : Dans le TLM, les feux tricolores à chaque intersection sont coordonnés. Pendant que le trafic à travers une paire de routes a le feu vert, les autres ont le signal rouge. Après une période déterminée, les signaux verts sont à une autre paire de routes avec des sens de circulation opposés. Le cas d'un nombre impair de croisement des routes à une intersection (comme une section en forme de T) est traité en permettant à l'une des routes de procéder périodiquement à un feu vert pour elle seule
- L'accélération et la décélération : Une autre propriété ajoutée au TLM qui est l'accélération et la décélération des véhicules. Dans cette fonction, les véhicules au repos, ne changent pas leurs états pour atteindre la vitesse de pointe instantanément. Au lieu de ça, ils accélèrent progressivement du repos jusqu'à la

vitesse maximale possible. De même, à l'approche d'un stop ou de feu rouge, ils ralentissent progressivement jusqu'à un arrêt.

- Choix de voies : Lorsqu'un véhicule entre dans une nouvelle route, comme lors d'un passage ou en tournant à une intersection, il choisit la voie de la nouvelle route la moins dense (en prenant compte les véhicules en déplacement et en arrêt).

2.7 Conclusion

Après avoir vu les modèles de mobilité et leurs propriétés, intérêts, et caractéristiques ainsi que leurs inconvénients, on déduit qu'ils ont un rôle très important dans la simulation et on peut dire qu'il est vraiment très difficile de refléter le système de trafic routier réel car on doit prendre en considération plusieurs facteurs qu'ils influent l'un sur l'autre. Dans le chapitre suivant on va voir les modèles de simulation de trafic routier que ce soit statique ou dynamique ainsi que les simulateurs existants.

Chapitre 3

Les modèles de simulation et les simulateurs existants

3.1 Introduction

Les simulateurs du trafic routier sont conçus pour modéliser avec précision le comportement des véhicules sur les routes et peuvent ainsi aider à trouver des solutions pour l'atténuation de la congestion, montrer les phénomènes émergents ou former un système complexe qui est ouvert. Deux éléments clés sont impliqués dans une simulation :

- Le réseau routier composé de routes, voies, intersections où chacun a ses propriétés connexes individuels et combinés.
- Les agents agissant dans le réseau.

Principalement, les agents au sein du système sont liés par les règles de leurs zones locales du réseau. Mais, ils sont aussi affectés par les actions des autres agents circulants autour d'eux. Le but de tout simulateur de trafic routier est donc de développer un outil qui permet d'identifier les problèmes de congestion et les prévisions au cours de la phase de conception pour la construction d'une nouvelle route. Il permet ainsi de trouver des solutions pratiques à ce point, avant la réalisation dans le monde réel. Tous ces arguments et d'autres font de "la simulation du trafic routier" un domaine très stimulant pour l'étude et la recherche.

3.2 Les modèles de simulation de trafic routier

Une variété de modèles est développée par les chercheurs selon le besoin et le domaine d'application. On peut les classer comme suit :

3.2.1 Modèle statique

En général les modèles statiques réduisent les temps chronologiques à une période de référence durant laquelle les variables du trafic sont considérées constantes, cela n'empêche pas de modéliser des durées de parcours et certains aspects de la congestion. Avec ce type de modèles il n'est pas possible de simuler :

- les variations temporelles
- les flux origine-destination et leurs choix d’horaire de départ
- l’attribution des voies, ou la réduction des vitesses

3.2.2 Modèles dynamiques

Ils ont pris leur essor dans les années 1990, profitant des progrès importants des moyens informatiques. Dans les modèles dynamiques, la congestion, et par conséquent le choix d’itinéraire, varie au cours du temps. Avec la possibilité des fois de choisir l’horaire de départ. De manière succincte, les modèles dynamiques peuvent être décrits comme suit : les usagers font face à un double choix, celui de l’heure de départ et celui de l’itinéraire. Le coût généralisé associé à un trajet est la somme pondérée du temps de déplacement et d’une fonction des pénalités dues aux arrivées précoces ou tardives. Chaque individu choisit l’heure de départ et l’itinéraire qui minimisent cette fonction de coût généralisé. Un équilibre dynamique est atteint lorsqu’aucun usager ne peut modifier son itinéraire ou son heure de départ en vue de réduire strictement son coût généralisé.

3.2.3 Modèle d’écoulement

A partir d’un état initial du réseau et de conditions aux limites (demande en entrée du réseau, contraintes en sortie,...), le modèle d’écoulement doit permettre de déterminer l’évolution des variables caractéristiques du trafic. Il existe deux approches principales pour la simulation du trafic :

Macro-simulation

Les approches de macro-simulation aussi appelée macroscopie suivent les stratégies top down, qui définissent et régénèrent des comportements observables en termes d’agrégat, paramètres abstraits, et leurs distributions de probabilité. Dans le cas du trafic, les macros approches impliquent de modeler les aspects généraux du système comme la vitesse moyenne de tous les véhicules sur la route, la densité de véhicule (comme le nombre de véhicules sur la route) etc.

Micro-Simulation

La Micro-Simulation aussi appelée microscopie suit la stratégie bottom-up où un système complexe est regardé comme grand ensemble des composants interactifs. Cette approche concentre sur l’identification des composants dans un système avec leurs comportements et les interactions parmi eux. Dans le cas du trafic, les micros approches impliquent de modeler chacun des véhicules avec un ensemble de ses propres caractéristiques comme la longueur de véhicule, la largeur, la vitesse maximale permise,... Le trafic global peut être regardé comme comportement collectif de chacun des différents véhicules.

3.3 Les simulateurs existants

Il y a un nombre important de simulateurs de trafic routier de base disponibles et qu'ils sont créés pour démontrer des aspects ou des phénomènes différents. Ceux examinés et discutés ci-dessous sont choisis pour leurs pertinences dans le domaine. Les simulateurs du trafic routier prochainement détaillé sont composés de trois unités fondamentales : les véhicules, les routes et les voies.

3.3.1 Traffic Simulation

Ce simulateur(cf. Figure 3.1)est développé par Kelly Liu, au département de physique à l'Université National de Taiwan [15]. Cette application simule trois in-

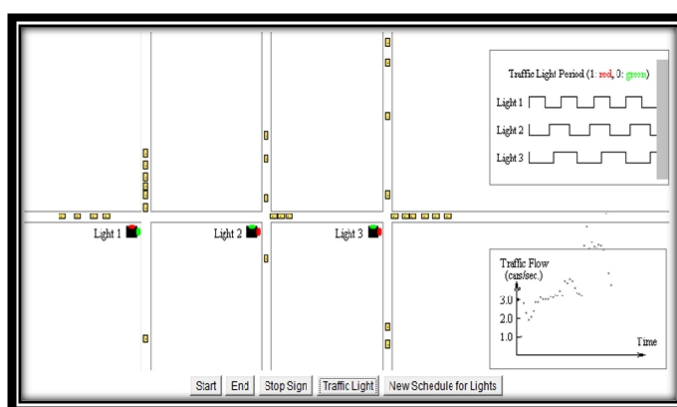


FIGURE 3.1 – Capture d'écran du Traffic simulation

tersections chacune d'elles a deux routes entrantes et deux autres sortantes, elle est contrôlée par un feu de signalisation ou un panneau de stop. L'utilisateur a la possibilité de changer la durée de phasage des lumières d'une courte durée a une plus longue. Globalement, ce simulateur fait bien montrer les principes de la simulation du trafic, malgré que les routes ne comprennent qu'une seule voie et les véhicules n'ont aucun aspect de l'Intelligence Artificielle qui leur, donne une certaine individualité.

3.3.2 Microsimulation of road traffic

Ce simulateur(cf. Figure 3.2)est développé par le Dr. Martin Treiber de l'Institut de Transport et de l'Economie à l'Université de technologie Dresde d'Allemagne [16] Ce logiciel simule la circulation unidirectionnelle sur une seule route à deux voies avec deux types de véhicules, les voitures et les camions. Il simule six différents scénarios : Scénario 1 représente une route en anneau pour démonter les embouteillages(cf. Figure 3.3).

Scénario 2 est utilisé pour démonter la fusion des flux Sur la bretelle d'accès(cf. Figure 3.3).

Scénario 3 (Voie barré) : Ce scenario représente le cas d'une route barrée (cf. Figure 3.4).

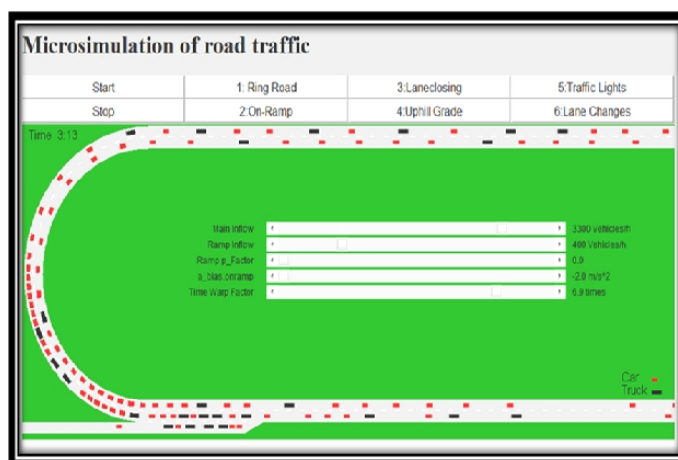


FIGURE 3.2 – Capture d'écran du Microsimulation of road Traffic

Scénario 4 Ce scenario represente le cas d'une route en monté(cf. Figure 3.4).

Scénario 5 Ce scenario montre la présence des feux de signalisation(cf. Figure 3.5).

Scénario 6 Ce scenario illustre le cas d'un changement de voie forcé(cf. Figure 3.5).

Globalement, ce simulateur est très bon pour montrer un comportement de base

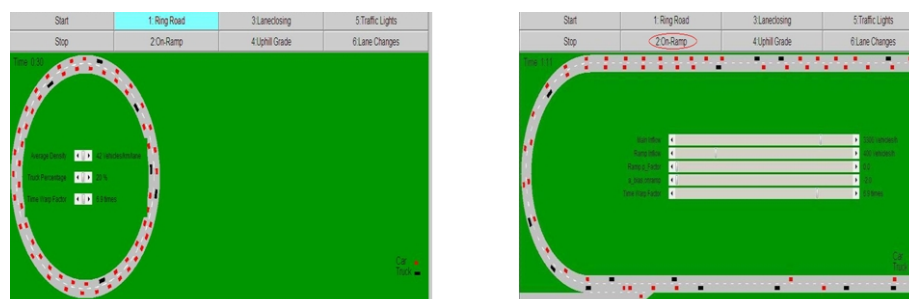


FIGURE 3.3 – Capture d'écran du "Ring Road" et "On-Ramp"

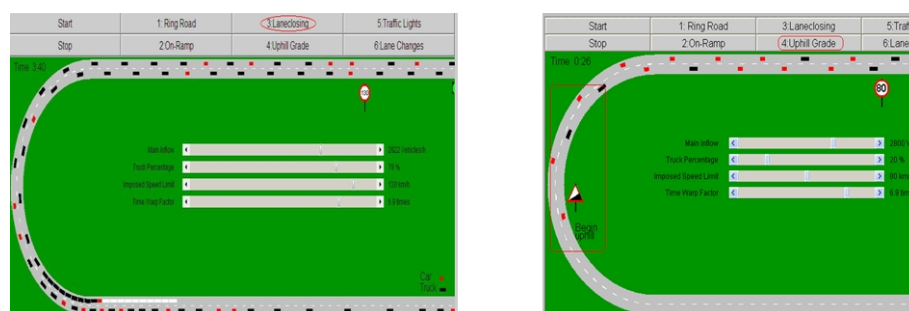


FIGURE 3.4 – Capture d'écran du "Lane Closing" et "Uphill Grade"

de simulateur de trafic routier, mais il est limité par le manque des routes plus complexes avec circulation dans les deux sens et le comportement de l'Intelligence Artificielle. Également toutes les analyses sont effectuées visuellement comme il n'y a pas de production de statistique.

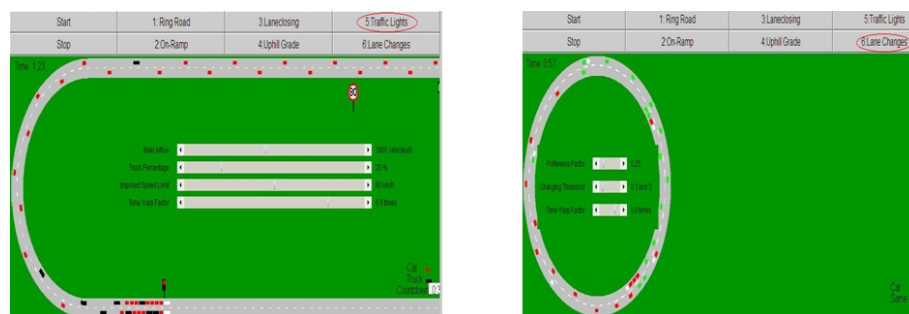


FIGURE 3.5 – Capture d'écran du "Traffic Light" et "Lane Changes"

3.3.3 Traffic Light Simulation

Ce simulateur est développé par Katherine Deibel, de l'Institut d'Informatique et d'Ingénierie de Washington [17]. Ce simulateur(cf. Figure 3.6)présente trois scénarios différents :

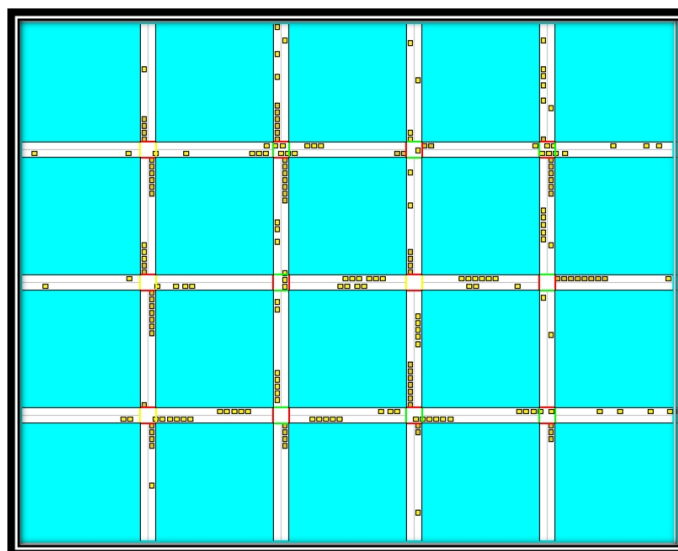


FIGURE 3.6 – Capture d'écran d'une Traffic light simulation

narios différents : Le premier : est une grille d'intersections contrôlée par des feux tricolores qui ont une durée aléatoire. Les véhicules traversant une intersection continue toujours dans la même direction, et ils n'ont jamais la possibilité de tourner à gauche ou à droite. Les véhicules peuvent créer de petites différences de vitesse et fait ralentir quand, ils arrivent derrière un véhicule plus lent, car il n'y a pas de possibilité de dépassement. Le deuxième et le troisième scénario incluent la gestion des ambulances. Dans les deux scénarios les feux basculent aux verts et les véhicules de cette route permettent à l'ambulance de passer. Globalement, ce simulateur fait bien montrer les flux de trafic et les effets des différents phasages des feux, mais il ne parvient pas à fournir toutes les informations sur les durées aléatoires des feux ainsi qu'il n'offre pas des informations statistiques.

3.3.4 Paramics

PARAMICS(PARAllel computer MICropic Simulation) [18]est une série d'outils pour la simulation microscopique du trafic(cf. Figure 3.7). PARAMICS est susceptible de traiter des réseaux dont la taille n'est a priori pas limitée. Il a été initialement développé au Centre de Calcul Parallèle à l'Université d'Edimbourg avant d'être repris indépendamment par les sociétés SIAS [19](version souvent dite S-PARAMICS) et Quadstone (version quelquefois dite Q-PARAMICS) [20]. Paramics peut être appliqué à tous les aspects des réseaux de transport. Les simulateurs peuvent prendre en considération les points suivants :

- Intersections avec ou sans signalisation, carrefours giratoires ;
- Milieu urbain ou rase-campagne, autoroutes saturées ou non ;
- Transport public, bus, tramway ;
- Signalisation commandée ;
- Véhicules spécifiques : véhicules d'urgence, taxi, convoi exceptionnel ;
- Régulation et suivi de trafic : panneaux à messages variables, compteurs, contrôle de voie ;
- Prise en compte de chantier, calcul de pollution ;
- Présentation publique.



FIGURE 3.7 – Captures d'écran du simulateur " Paramics"

Paramics possède une large gamme de fonctionnalités. Entre autres :

- La construction, l'édition, la simulation et la visualisation du réseau s'effectue dans le même temps ;
- Plate forme capable de simuler aussi bien un seul carrefour qu'une ville entière ;
- Des utilitaires intégrés de calibration et de validation ;
- Des utilitaires intégrés de bilan ;
- Des utilitaires d'analyse, incluant des outils statistiques personnalisés ;
- Des visualisations 2D/3D, de qualité infographie, avec des enregistrements vidéos intégrées et en temps réel ;
- Un accès au cœur de calcul qui peut donc être personnalisé pour des besoins spécifiques ;
- Permet de simuler les différents systèmes actuels de contrôle et régulation du trafic ;
- Une plate forme simple d'utilisation, efficace et qui peut être associée à d'autres applications.

Paramics offre aussi de nombreuses possibilités de visualisations et présentations, il fournit des visualisations 3D, c.-à-d une représentation réaliste des véhicules, météorologie, photo aérienne, capture vidéo en temps réel, création de scénario vidéo [21].

3.3.5 VISSIM

VISSIM(Verkehr In. Stadten - SIMulation.) c à d en français "simulation de transport dans les villes" [21] est un programme de simulation pour zones urbaines et interurbaines développé en Allemagne par PTV (Planung Transport Verkher). Ce logiciel est un outil de simulation se basant sur le comportement des usagers. Il prend également en compte les transports en commun(cf. Figure 3.8) . Les visualisations possibles sont nombreuses : animations vidéos, vues 3D. Les fonctionnalités sont également nombreuses :

- Editeur de réseau ;
- Importation de dessins techniques CAD (Computer Aided Design) ;
- Définition d'éléments du réseau tels les limitations de vitesse ou bien les règles de priorité ;
- Définition d'éléments stochastiques tels la répartition des vitesses de circulation recherchée ou les distances entre chaque véhicule.



FIGURE 3.8 – Capture d'écran d'une " VISSIM "

3.3.6 Simulation of Urban Mobility (SUMO)

SUMO(Simulation of Urban Mobility) est un simulateur microscopique de trafic routier développé par le Centre de l'Informatique Appliquée et l'Institut de Recherche sur le Transport au Centre Aérospatiale de l'Allemagne. Ce projet commençait en 2001 dans le but de fournir à la communauté de recherche une plateforme commune pour tester et comparer les modèles de comportement des véhicules, l'optimisation des feux de signalisation et le routage. SUMO développé par Stefan Krau [22], diffère de l'approche d'un agent basé sur la modélisation des véhicules individuellement et utilise à la place un modèle de suivi de véhicules en un espace continu et un temps discret. SUMO peut simuler les mouvements des véhicules sans collision, intégrer différents types de véhicules, des rues à voies multiples avec la possibilité de changements de voie et la jonction à base des règles de passage [23]. En

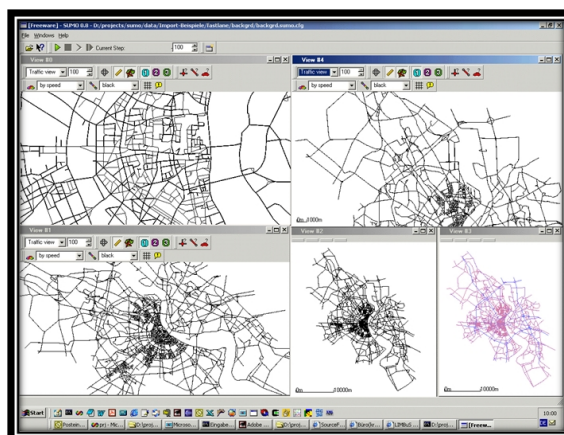


FIGURE 3.9 – Capture d'écran "Simulation of Urban Mobility"

raison de la nature 'open source' de ce projet, il est activement utilisé dans plusieurs projets [24].

3.3.7 SITRA

SITRA(Système d'Information sur les TRAnsports) [21] a été développé par la société SODIT (L'Ingénierie au Service du Trafic et du Transport), un bureau d'études de trafic et de transport situé à Toulouse. SITRA est un logiciel de simulation de trafic routier qui permet :

- La validation et l'optimisation de projets d'aménagement ;
- L'évaluation des stratégies de régulation du trafic ;
- La mesure d'impact des voies réservées aux bus et tramways ;
- L'évaluation des stratégies de régulation de feux ou de priorité aux transports collectifs ;
- Le suivi d'indicateurs sur le trafic ou sur l'exploitation des lignes transports collectifs ;
- La visualisation dynamique 2D ou 3D de la simulation.

Ce logiciel repose sur un modèle microscopique dans lequel chaque véhicule est considéré individuellement et obéit à une loi de poursuite et à des règles comportementales. La gestion des conflits dans les carrefours prenne des cas réels et la visualisation du trafic est dynamique en trois dimensions(cf. Figure 3.10). SITRA donne également accès aux commandes de feux par :

- La conception et la visualisation des plans de feux ;
- Un suivi temps réel avec la possibilité de modification des réglages en cours de simulation ;
- Stratégies de micro-régulation et de priorité ;
- Les Phases escamotables, additions ou prolongations de vert, feux piétons



FIGURE 3.10 – Capture d'écran du "SITRA "

3.3.8 Tableau de comparaison entre quelques simulateurs

Ce tableau (cf. Tableau 3.1) illustre une comparaison entre les simulateurs précédemment Citer selon les quelque critères important pour les simulateurs.

	Traf simulation	Micro RoadofTraf	Traf LightSimu	PARA MICS	VIS SIM	SUMO	SI TRA
Modèle de simulation	micro scopique	micro scopique	micro scopique	micro scopique	micro scopique	micro scopique	micro scopique
Interface graphique d'utilisateur	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Platform	java	java	java	Multi- Platf	Multi- Platf	c++	Multi- Platf
Nbre voies	1 voie	2 voies	1 voie	Multi- voies	Multi- voies	Multi- voies	Multi- voies
Sens de mouvement	1	1	1	plus ieurs	plus ieurs	plus ieurs	plus ieurs
Changement de voie	non	oui	non	oui	oui	oui	oui
Statistiques	oui	non	non	oui	oui	oui	oui
Les modèles utilisés	SSM, TLM	Freeway	TLM	Multi Mod	Multi Mod	Multi Mod	Multi Mod
Open sources	oui	oui	non	non	non	oui	non
Type de simulateur	Acadé mique	Acadé mique	Acadé mique	Commer cial	Commer cial	Commer cial	Commer cial

TABLE 3.1 – Comparaison des simulateurs.

3.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons vu certains simulateurs existants et leurs caractéristiques, ils nous aident certainement dans les différentes étapes de l'élaboration de notre outil simulateur. Ainsi, on pourra ajouter à notre simulateur les meilleurs outils possibles.

Chapitre 4

La conception et le déploiement du notre système "STR"

4.1 Introduction

Après avoir implémenté notre outil et validé son code, nous avons baptisé notre simulateur **STR**, abréviation de Simulateur de Trafic Routier). Dans ce chapitre, nous décrivons de façon détaillée notre application.

Cette application est implémentée en Java à l'aide de l'environnement de programmation Eclipse [25].

Notre outil STR est un programme modulaire destiné à fonctionner sur différentes plates-formes vu qu'il est basé sur JVM, ses principales caractéristiques sont les suivantes :

- Il possède des fonctions de contrôle : marche / arrêt, pause / reprise, observation seulement,
- Il possède des fonctions écran : fenêtre (taille personnalisée), ajusté (échelle d'écran),
- Il possède des fonctionnalités de paramétrage des modèles,
- Il fournit des statistiques sur la simulation : durée, nombre de véhicules, vitesse moyenne, . . .

Dans ce qui suit, nous commencerons par exposer nos modèles et certains algorithmes utilisés lors de la programmation. En suite, on parle sur l'environnement d'utilisation du notre outil, puis, nous décrivons un jeu d'essai sur l'utilisation du système. Ensuite, avant de discuter certains résultats de tests qui ont été faites par la simulation. Enfin, on terminera par une étude de qualité du logiciel développé.

4.2 Nos Modèles

Nous avons développé de nouveaux modèles inspirés des modèles de la littérature précédemment décrits (TLM, Manhattan, FreeWay) avec l'ajout de certaines améliorations pour les rendre mieux adaptés et plus réalistes.

On a donc appelé ces modèles :

- Manhattan hybride,

- FreeWay amélioré.

4.2.1 Le modèle du Manhattan hybride

Dans ce modèle, nous nous sommes inspiré des deux modèles Manhattan et Traffic Light model " TLM ". Ce modèle utilise la carte de Manhattan où la circulation est gérée par des feux tricolores. Dans ce modèle, chaque véhicule peut tourner à droite, à gauche ou aller tout droit. La différence par rapport au modèle TLM est l'ajout du feu orange. En effet, seuls les feux rouge et vert sont gérés par le modèle du TLM de base.

4.2.2 Le modèle FreeWay amélioré

Inspiré du modèle de FreeWay de base, notre modèle permet de gérer le changement de voies, chose qui n'est pas possible dans le FreeWay de base. Le changement de vitesse est aussi possible dans ce modèle.

4.3 Nos algorithmes

Nous avons conçu un nombre important d'algorithmes pour implémenter nos modèles ainsi que pour réaliser notre outil Simulateur.

4.3.1 Algorithme du modèle du Manhattan hybride

Pour réaliser le modèle de Manhattan nous avons développé deux principaux modules, le premier pour gérer le mouvement des véhicules et la gestion de leurs files, et le deuxième module pour la gestion des feux.

Le mouvement des véhicules et la gestion des files

Ce module à son tour gère les fonctionnalités suivantes :

- a. un algorithme ,Move1, pour gérer les véhicules allant dans la même direction (tout droit) ou tournant à droite,
- b. Un algorithme,Moveg1, pour gérer les véhicules tournant à gauche.

La gestion des feux

Cet algorithme, Gerer-feux, gère les changements des feux de circulation, il se base sur deux principales fonctionnalités :

- L'ordre des feux,
- La durée de chaque feu.

4.3.2 Algorithme du modèle du Freeway amélioré

Le modèle du FreeWay est géré par un seul module. L'algorithme "Gerer-cir" décrivant la fonction de ce module permet principalement :

- Le contrôle de la vitesse des véhicules,
- La fixation de nombre des voies,
- Le changement de vitesses et de voies.

Dans ce qui suit, nous décrivons certains algorithmes en pseudo-code.

Algorithme Move_veh : prend en entrée un véhicule.

```

Algorithme move_veh (Véhicule, pos arrêt)
{
  Pos arrêt = pos d'intersection ;
  Changement de voie(Véhicule) ; //appel au procédure.
  Tant que (pos véhicule != pos arrêt) et (pos véhicule != pos d'intersection)
  {
    Le véhicule continue son déplacement;
    Si (pos véhicule == pos arrêt)
    {
      Si (pos arrêt == pos d'intersection)
      {
        Si (feu == vert)
        {
          Le véhicule continue son déplacement;
        }
        Sinon // si le feu est rouge ou bien orange.
        {
          Nombre véhicule = nombre véhicule+1 ;
          Pos arrêt = pos arrêt + la longueur du véhicule + la distance de la sécurité ;
        }
      }
      Sinon
      {
        Nombre véhicule = nombre véhicule+1 ;
        Si (nombre véhicule == nombre max)
        {
          Basculer les feux;
        }
        Pos arrêt = pos arrêt + la longueur du véhicule + la distance de la sécurité ;
      }
    }
  }
}

```

Procédure Changement de voie : prend en entrée un véhicule.

```

Procédure Changement_voie (Véhicule)
{
  Si (véhicule tourne gauche == vrai) //si le véhicule tourne à gauche.
  {
    Voie véhicule = voie gauche ;
  }
  Sinon
  {
    Voie véhicule = voie droite ;
  }
}

```

Algorithme Gerer_feux : prend en entrée la durée du feu vert.

```

Algorithme Gerer_feux (durée du feu vert)
{
    Durée du feu vert = durée du feu rouge *75/100.
    Durée du feu orange = durée du feu rouge *25/100.
    Tester=vrai ;
    Tant que (Tester) // boucle tant que infinie.
    {
        Pause (Durée) ;
        Si (feu verticale == vert)
        {
            Feu verticale = orange;
            Feu horizontale = rouge;
            Durée = Durée du feu orange ;
        }
        Sinon
        {
            Si (feu verticale == rouge)
            {
                Feu verticale = vert ;
                Feu horizontale = rouge;
                Durée = Durée du feu vert ;
            }
            Sinon
            {
                Feu verticale = rouge ;
                Feu horizontale = vert;
                Durée = Durée du feu vert;
                Pause (Durée) ;
                Feu horizontale = orange;
                Durée = Durée du feu orange;
            }
        }
    }
}

```

Algorithme Gerer_cir : prend en entrée un véhicule.

```

Algorithme Gerer_cir(Véhicule)
{
    Boolean occupel=false, occupe2=false;
    Tant que (occupel==false)
    {
        Occupel=occupe (pos véhicule+ distance de sécurité, Voie véhicule) ;
    }
    Si (occupel==true)//il existe un véhicule devant.
    {
        Tant que (occupe2==false)
        {
            occupe2= occupe (pos véhicule, voie gauche);
        }
        Si (occupe2==true)//il existe un voisin gauche.
        {
            Vitesse de véhicule = vitesse de véhicule devant ;
        }
        Sinon
        {
            Voie véhicule= voie gauche;
        }
    }
}

```

4.4 Environnement de développement

Nous allons mentionner les outils utilisés qui nous ont semblé être un excellent choix comme base pour nos développements de part les avantages qu'ils offrent.

4.4.1 Le langage utilisé

Notre projet est développé en Java. Le langage Java est devenu un moyen d'expression considérablement plus simple et plus souple que n'importe quelle alternative, alors même que les problèmes augmentent en taille et en complexité. C'est un langage à objets qui permet d'écrire de façon simple et claire des programmes portables sur la majorité des plates-formes. Lié à l'essor du World Wide Web, il a été conçu par l'équipe de James Gosling en fonction des multiples exigences des développements informatiques actuels [26].

Le primordial avantage de ce langage de programmation réside dans le fait que la syntaxe de Java est analogue à celle de C++, ce qui le rend économique et professionnel. Java est un langage (à objets), tous les éléments de Java, à l'exception de quelques types de base tels que les nombres, sont des objets. La conception orientée objet présente de nombreux avantages pour les projets sophistiqués, elle a remplacé les techniques structurées antérieures. On distingue ses 3 principaux avantages [27] :

1. La mémoire dans Java est allouée et libérée automatiquement. Donc, on ne risque pas de pertes de données.
2. Ils ont éliminé l'arithmétique des pointeurs introduisant du même coup une vraie gestion de tableau. La notion de référence sur une zone mémoire remplace avantageusement celle de (pointeur), car, elle supprime la possibilité d'écraser toute zone mémoire à cause d'un compteur erroné. Donc, pas de risque d'erreurs (default segments).
3. Ils ont éliminé toute possibilité de confusion entre une affectation et un test d'égalité dans une instruction conditionnelle. L'instruction `if (n = 3)` ne pourra pas franchir l'étape de la compilation.

4.4.2 Les caractéristiques de la machine

Nous avons fait exécuter notre application dans une machine tournant sur Windows XP.

Notre machine est d'architecture de type i386 avec :

- Processeur : Dual-core T4200@ 2.00 GHZ,
- Mémoire vive : 2 GO.

4.4.3 La portabilité

Notre projet est développé en Java afin d'assurer une meilleure portabilité. Les utilisateurs ne seront donc pas restreints à utiliser un seul système d'exploitation. Le langage Java est un langage de programmation orienté objet basé sur la portabilité et la réutilisabilité de son code ainsi que la simplicité de sa mise en œuvre.

4.5 Une simulation illustrative de STR

Dans ce qui suit, nous allons expliquer par un exemple l'utilisation du notre simulateur STR. Nous avons choisi à titre d'exemple de simuler le modèle de Manhattan avec une carte d'une seule intersection.

Dans une première étape, il faut choisir le modèle Manhattan pour faire apparaître les paramètres de ce modèle comme suit :

- Dans le menu barre ouvrir : Opération puis Nouveau, une fenêtre s'ouvre pour choisir le modèle du Manhattan et pour introduire ses paramètres,
- Introduire les valeurs qui permettent de bien configurer le système :
 - Introduire la durée de la simulation en minute (d'une minute jusqu'à 30 minutes),
 - Choisir le nombre d'intersections sur votre route (une, deux, ou bien quatre intersections),
 - Introduire la durée du feu rouge en milli-seconde (75 % de cette durée sera attribuée au feu vert et 25 % au feu orange),
 - Introduire le nombre des véhicules (de 1000 jusqu'à 5000 véhicules),
 - Introduire la vitesse des véhicules en Kilomètres par heure (de 50 Km/h jusqu'à 120 Km/h) en cas de mouvement.
- Puis valider le choi de modèle et ses paramètres et quitter la petite fenêtre.
- En suite faire un double clic sur le bouton de la barre d'outils, Valider, ou bien le bouton de la boîte du commande, Générer la carte,
- La carte qui apparaît, si vous choisissiez une seule intersection est la suivante (figure 4.1) :

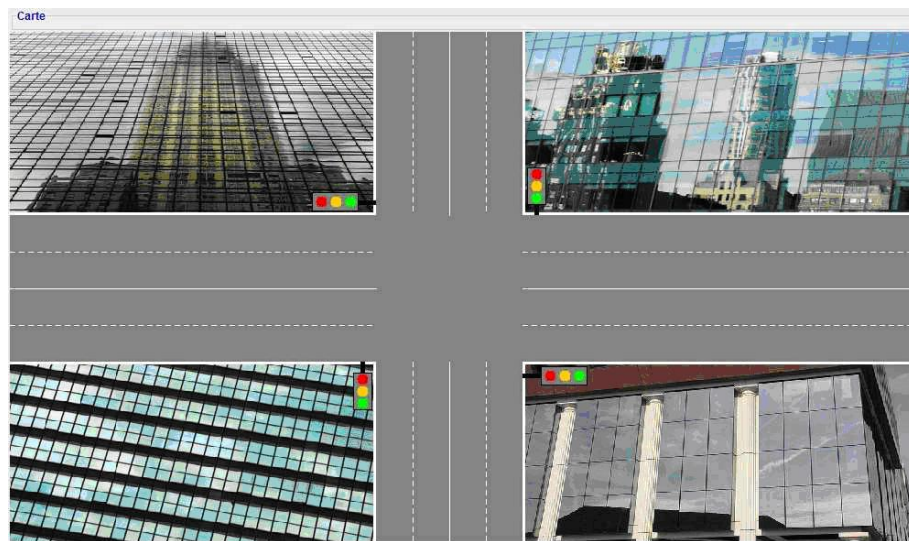


FIGURE 4.1 – La carte du modèle du Manhattan.

- Une info bulle apparaît près de l'icône de l'application sur la barre des tâches pour dire que vous avez bien généré votre simulation,
- Pour commencer la simulation cliquer sur le bouton, Démarrer, ou bien le bouton de la boîte du commande, Commencer, l'exécution sera lancée (figure 4.2).

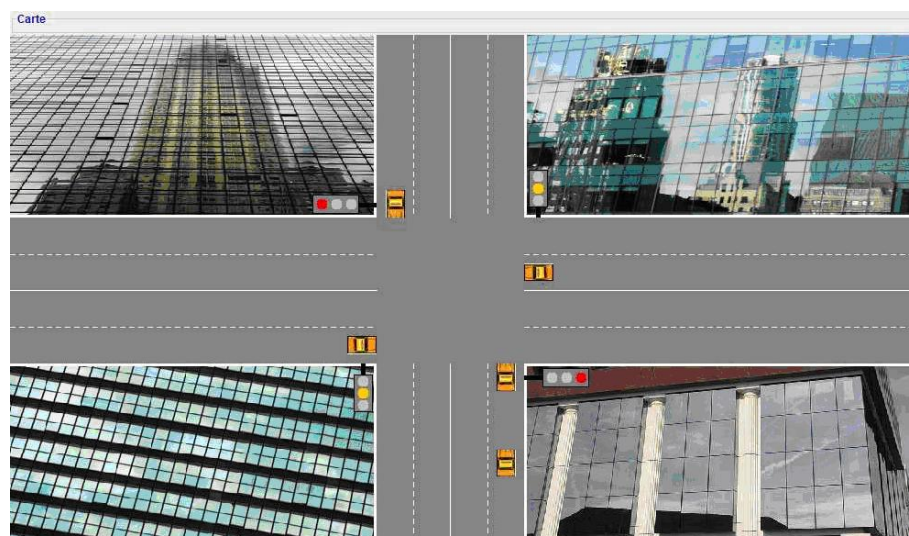


FIGURE 4.2 – La simulation du modèle du Manhattan (animée).

- Vous pouvez consulter les résultats obtenus et les différentes statistiques calculées. Pour cela cliquer sur le bouton ,Statistiques matricielles/Statistiques Graphiques, et vous pouvez aussi imprimer ces statistiques,
- Pour suspendre la simulation cliquer sur le bouton,Pause, de la barre d'outils, ou bien le bouton de la boîte de commande,Pause,
- Pour arrêter la simulation cliquer sur le bouton,Arrêter, de la barre d'outils, ou bien le bouton de la boîte de commande,Arrêter,
- Pour réinitialiser le système cliquer sur le bouton,Initialiser,
- Un message sera affiché pour indiquer la fin de simulation si :
 - Le temps de la simulation atteint la durée de simulation saisie,
 - le nombre des véhicules atteint le nombre des véhicules saisi par l'utilisateur.
- Vous pouvez aussi utiliser les fonctions de contrôle (marche, arrêt et pause,...) dans le menu contextuel,
- Vous pouvez aussi utiliser l'aide qui est associé à notre simulateur STR, pour cela cliqué sur le bouton ,Aide,.

4.6 Résultats de la simulation

Notre outil permet de visualiser un certain nombre de statistiques pour informer l'utilisateur sur la simulation qu'il veut étudier. Nous avons fait de tel sorte que ces statistiques peuvent être, selon le goût de l'utilisateur, soit graphiques soit matricielles.

L'utilisateur peut soit visualiser ces statistiques en cours de la simulation (en faisant des pauses instantanées) ou en fin de simulation.

Dans ce qui suit, nous allons décrire ces statistiques en gardant l'exemple illustratif vu précédemment.

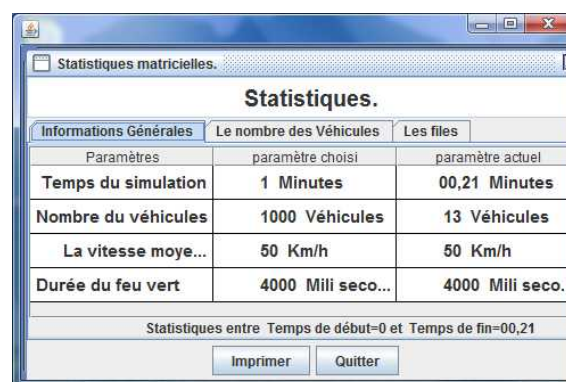
4.6.1 Statistiques matricielles

Nous délivrons, trois types de statistiques matricielles :

- Statistique d'ordre général,
- Statistique concernant les véhicules,
- Statistiques concernant l'état des files d'attente.
- Informations générale : l'évolution des informations générales sur la simulation choisie par l'utilisateur entre temps de début et temps de pause (quand l'utilisateur veut voir les statistiques).

On trouve comme informations (figure 4.3) :

- Le temps de la simulation,
- Le nombre des véhicules,
- La vitesse des véhicules,
- La durée du feu vert.



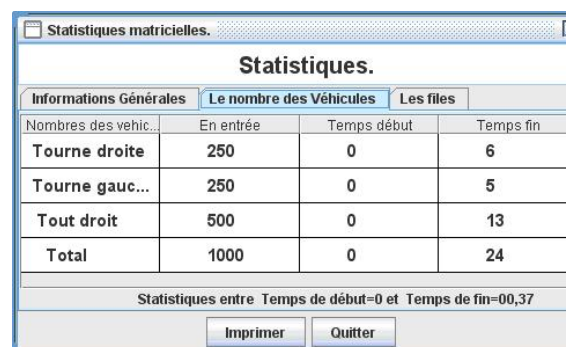
The screenshot shows a window titled 'Statistiques matricielles.' with a sub-header 'Statistiques.' and three tabs: 'Informations Générales' (selected), 'Le nombre des Véhicules', and 'Les files'. The main table has three columns: 'Paramètres', 'paramètre choisi', and 'paramètre actuel'. The data rows are as follows:

Paramètres	paramètre choisi	paramètre actuel
Temps du simulation	1 Minutes	00,21 Minutes
Nombre du véhicules	1000 Véhicules	13 Véhicules
La vitesse moye...	50 Km/h	50 Km/h
Durée du feu vert	4000 Mili seco...	4000 Mili seco...

Below the table, it says 'Statistiques entre Temps de début=0 et Temps de fin=00,21' and there are 'Imprimer' and 'Quitter' buttons.

FIGURE 4.3 – Informations générales sur la simulation.

- Le nombre des véhicules : l'évolution du nombre des véhicules qui se tournent à droite et à gauche et ceux qui roulent tout droit (figure 4.4).



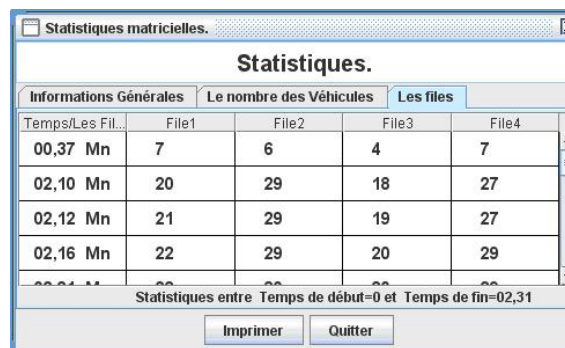
The screenshot shows the same window as Figure 4.3, but with the 'Le nombre des Véhicules' tab selected. The table has four columns: 'Nombres des vehic...', 'En entrée', 'Temps début', and 'Temps fin'. The data rows are as follows:

Nombres des vehic...	En entrée	Temps début	Temps fin
Tourne droite	250	0	6
Tourne gauc...	250	0	5
Tout droit	500	0	13
Total	1000	0	24

Below the table, it says 'Statistiques entre Temps de début=0 et Temps de fin=00,37' and there are 'Imprimer' and 'Quitter' buttons.

FIGURE 4.4 – Des statistiques sur le nombre des véhicules.

- Les files : l'évolution du nombre des véhicules sur les différentes files de la carte générée (figure 4.5).



Statistiques.

Informations Générales **Le nombre des Véhicules** Les files

Temps/Les Fil...	File1	File2	File3	File4
00,37 Mn	7	6	4	7
02,10 Mn	20	29	18	27
02,12 Mn	21	29	19	27
02,16 Mn	22	29	20	29

Statistiques entre Temps de début=0 et Temps de fin=02,31

Imprimer Quitter

FIGURE 4.5 – Statistiques sur les différentes files du modèle.

4.6.2 Statistiques graphiques

- Les véhicules : le nombre des véhicules qui se tournent à droite et à gauche et ceux qui roule tout droit (figure 4.6).

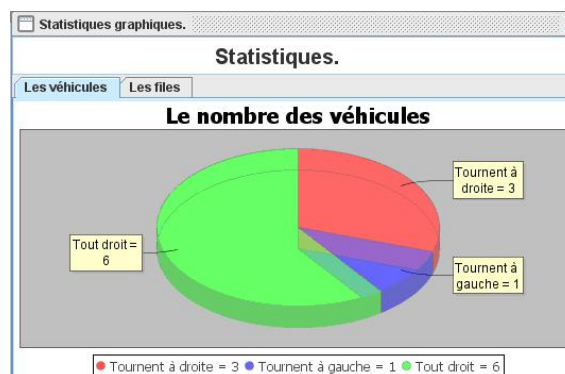


FIGURE 4.6 – Statistiques graphiques sur le nombre des véhicules.

- Les files : le nombre des véhicules sur chaque file d'attente (figure 4.7).

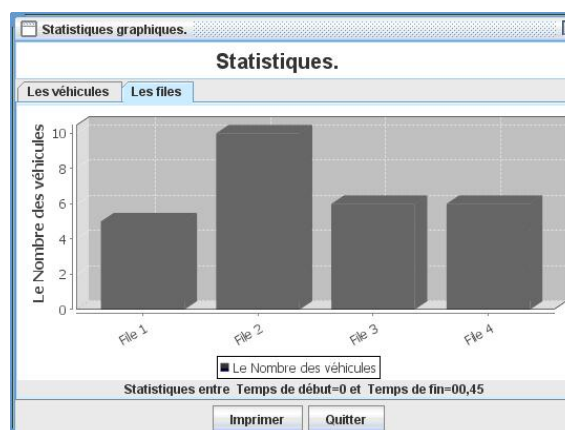


FIGURE 4.7 – Statistiques graphiques sur les différentes files d'attente.

4.7 7 Etude de qualité du logiciel(évaluation)

Dans cette section, nous allons faire une tentative d'auto-évaluation du notre simulateur STR.

4.7.1 Avantages du logiciel

Le simulateur STR peut être utile pour plusieurs raisons. Ces points forts, on peut les résumer :

- **Portabilité** : Notre outil est Multi-plate forme grâce au Java virtuelle machine. Donc, il peut facilement tourner sur un système Linux ou autre,
- **Modularité** : La programmation objet apporte tous les outils pour avoir une approche (modulaire) de la programmation, l'objet est un module parfaitement opérationnel,
- **Simple d'usage et une IHM intuitive** : notre interface comme machine est très intuitive vu qu'elle suit le système de menus et de fenêtrage du système Windows,
- Installation facile Grâce à l'usage de l'installateur de Windows (Wizard) notre application peut s'installer très facilement,
- **Extensibilité** : Les objets sont faciles à modifier afin de s'adapter à plusieurs situations. Un même objet peut ainsi être réutilisé dans plusieurs applications.

4.7.2 Limitations du logiciel

Vu les temps impartis à la conception et au développement du système, notre application souffre de certains points faibles à savoir :

- Nous sommes contenté juste des deux modèles de trafic routier (Manhattan et Free Way). Quoique c'est très facile de rajouter d'autres modèles et ceci grâce à la programmation orienté objets,
- Notre simulateur ne permet qu'une certaine étendue (intervalle) de certain paramètre (pour le modèle de Manhattan, on permet une simulation maximale sur 4 intersections),
- Les cartes générées sont de simples composants graphiques dessinés à l'aide de fonctions graphique de bases donc ne permettent pas d'effectuer des modifications sur les cartes. Cependant, un ajout de fonctionnalités du traitement d'images, agrandissement et réduction, pourrait nous faciliter l'étendu des paramètres.

4.8 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons vu la conception et l'environnement de développement du notre simulateur **STR**. Nous avons donné une vue détaillée de l'interface du notre simulateur avec un exemple d'utilisation et les résultats obtenus (matricielles et graphiques) et en fin, on a terminé par une étude de qualité du notre simulateur.

Conclusion et perspectives

La gestion et l'étude du trafic routier sont des tâches très importantes pour assurer un réseau routier efficace. La simulation du trafic routier est une technique très commode pour l'étude et l'analyse des différents paramètres qui influent sur le trafic routier.

Les modèles de mobilité sont une composante très importante de la simulation du trafic routier, car ils définissent le mouvement des nœuds et donc, indirectement, la topologie du réseau.

Dans ce mémoire, nous avons étudié les modèles de mobilité en commençant par le plus simple comme le modèle du Freeway en allant après vers d'autres qui ont pris en considération d'autres détails plus importants et plus complexe comme le SSM et le TLM. On a aussi conçu et implémenté en Java un simulateur de trafic routier "STR" basé sur les modèles de trafic routier étudiés, FREEWAY et MANHATTAN, dans le but de simuler la circulation routière et de donner des résultats de cette simulation, notre outil simulateur est portable vu qu'il est développé en Java.

Vu les temps impartis à la réalisation de cet outil nous avons retardé certaines extensions à de futures études. Nous pouvons soumettre quelques idées :

- L'amélioration de l'outil STR et son système de création de carte routière.
- L'intégration des autres modèles de mobilité.
- L'ajout de véhicules ayant un point de départ et de destination fixes par l'utilisateur.
- L'ajout de différents types de véhicules et ayant différentes vitesses (camion, moto,...).
- La gestion d'intersections avec des priorités à droite, des Céder le passage ou des Stops.
- L'amélioration graphique (placage de textures, gestion de l'éclairage, meilleure modélisation des bâtiments et véhicules,...).

Enfin, nous avons programmé cette application pour qu'elle soit facilement évolutive et nous sommes quasiment sûrs d'avoir posé les premières briques solides pour de futurs travaux sur le sujet.

Bibliographie

- [1] Smartest project , [http ://www.its.leeds.ac.uk/smartest/](http://www.its.leeds.ac.uk/smartest/).
 - [2] S.Espié. *Approche multi-acteur dans la simulation de trafic automobile, chapitre 10*. PARIS 2002.
 - [3] Automobile, [http ://fr.wikipedia.org/wiki/automobile](http://fr.wikipedia.org/wiki/automobile), page consultée le 28/04/2010.
 - [4] Route, [http ://fr.wikipedia.org/wiki/route](http://fr.wikipedia.org/wiki/route), page consultée le 28/04/2010.
 - [5] Voirie, [http ://fr.wikipedia.org/wiki/circulation-routiere-voirie](http://fr.wikipedia.org/wiki/circulation-routiere-voirie), page consultée le 28/04/2010.
 - [6] Circulation routière, [http ://fr.wikipedia.org/wiki/circulation-routiere](http://fr.wikipedia.org/wiki/circulation-routiere), page consultée le 28/04/2010.
 - [7] Ngoumbe zacharie et al. mintransport " routes africaines par l'exploitation du bulletin d'analyse des accidents de la circulation. prise en compte des données spécifiques de sécurité routière dans la construction des"baac" : cas du cameroon. 2003 ".
 - [8] [http ://www.amasci.com/amateur/traffic/traffic1.html](http://www.amasci.com/amateur/traffic/traffic1.html), page consultée le 26/04/2010.
 - [9] M. Aron M. Danech-Pajouh. Athena prévision à court terme du trafic sur une section de route. Technical report, Institut National Français de Recherche sur le Transport et leur Sécurité, avril 1994.
 - [10] M. Danech-Pajouh. Mithra ii prévision à court terme de la demande via matrice origine-destination. Technical report, Convention INRET-ISIS, 1995.
 - [11] M. Danech-Pajouh S. Van Iseghem. Prévision du trafic à j+1 (j+2) une approche intermodale. Technical report, RTS n 65, 1999.
 - [12] ATULYA MAHAJAN. Urban mobility models for vehicular ad hoc networks. Technical report, Université de Florida-USA, Master of Science - September 2006.
 - [13] Cholatip YAWUT. Adaptation à la mobilité dans les réseaux ad hoc. Technical report, L'INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE TOULOUSE, Mémoire de Doctorat - 28/9/2009.
 - [14] Dushyant Kumar and Amit Kumar Dayal. Study of mobility models of ad-hoc networks and vehicular networks. mémoire de fin d'étude. Technical report, Indian Institute of Technology - Delhi, Undergraduate Project Report 2005.
-

-
- [15] Kelly Liu. Traffic simulation. Technical report, Department of Physics at National Taiwan Normal University
[http ://www.phy.ntnu.edu.tw/oldjava/Others/trafficSimulation/applet.html](http://www.phy.ntnu.edu.tw/oldjava/Others/trafficSimulation/applet.html), Accessed 25/2/2010.
 - [16] Martin Treiber. Microsimulation of road traffic. Technical report, Institut für Transports und Economics, Dresden University of Technology
[http ://www.traffic-simulation.de](http://www.traffic-simulation.de), Accessed 25/2/2010.
 - [17] Katherine Deibel. Traffic light simulations. Technical report, Computer Science Engineering, University of Washington
[http ://www.traffic-simulation.de](http://www.traffic-simulation.de), Accessed 25/2/2010.
 - [18] Paramics. Technical report, The University of Edinburgh,
[http ://www.epcc.ed.ac.uk/projects/archive/paramics](http://www.epcc.ed.ac.uk/projects/archive/paramics), Accessed 25/2/2010.
 - [19] Sias transport planners,paramics microsimulation,
[http ://www.sias.com/ng/sparamicshome/sparamicshome.htm](http://www.sias.com/ng/sparamicshome/sparamicshome.htm).
 - [20] Quadstone paramics, (2009) quadstone paramics -cutting edge microsimulation software,
[http ://www.paramics-online.com](http://www.paramics-online.com).
 - [21] Travail d'études recherches en informatique :tarification et affectation du trafic. Technical report, Ecole des ingénieries de la ville de PARIS, 2006/2007.
 - [22] Sourceforge,inc,(2009)sourceforget.net :sumo,
[http ://sourceforge.net/apps/mediawiki/sumo/index.php ?title=main pageoverview](http://sourceforge.net/apps/mediawiki/sumo/index.php?title=main_pageoverview).
 - [23] Sourceforge,inc,(2009)sumo at a glance,
[http ://sourceforge.net/apps/mediawiki/sumo/index.php ?title=sumoataglance](http://sourceforge.net/apps/mediawiki/sumo/index.php?title=sumoataglance).
 - [24] Sourceforge,inc,(2009)projects,
[http ://sourceforge.net/apps/mediawiki/sumo/index.php ?title=projects](http://sourceforge.net/apps/mediawiki/sumo/index.php?title=projects).
 - [25] Eclipse,[http ://fr.wikipedia.org/wiki/eclipse-\(logiciel\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/eclipse-(logiciel)) page consultée le 25/04/2010.
 - [26] Irène Charon. *Le langage Java concepts et pratique*,Editions Hermès science, 2ème édition, paris. février 2003.
 - [27] Emmanuel remy "généralités sur java". 2001,[http ://pagesperso-orange.fr/emmanuel.remy/Java/Generalites/Generalites.htm](http://pagesperso-orange.fr/emmanuel.remy/Java/Generalites/Generalites.htm).
-

Annexe A

Description détaillée de notre Simulateur STR

On va procéder à la description par des schémas de capture d'écran de notre simulateur STR.

A.1 Interface utilisateur (vue générale de l'ihm)

Après le lancement de l'application, une fenêtre s'ouvre comme le montre la figure suivante :

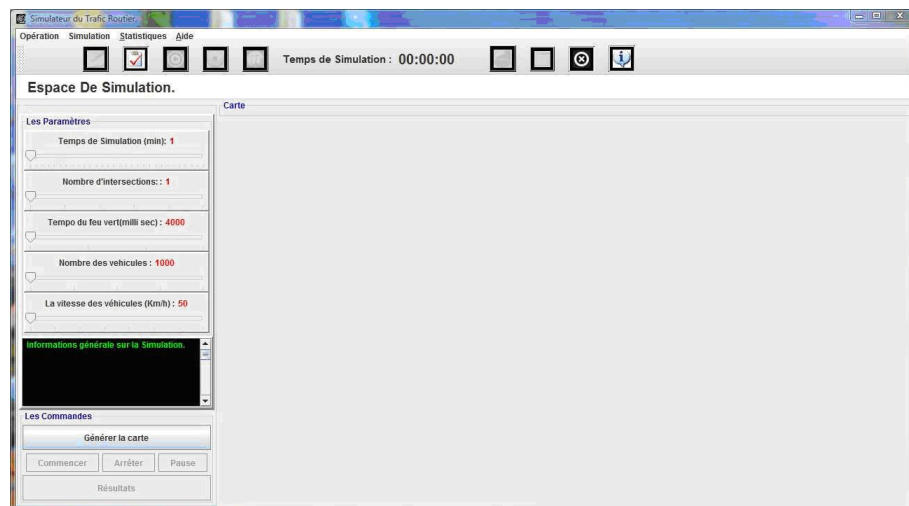


FIGURE A.1 – l'apparence de la fenêtre principale de STR

Dans cette interface (figure A.1), on trouve :

- Une barre de menu englobant toutes les fonctionnalités du simulateur,
- Une barre d'outils qui regroupe des boutons d'accès rapides aux différentes fonctionnalités de l'application,
- Un espace de simulation contenant deux zones :
 - Une réservée aux paramétrages du modèle (à gauche),
 - Une zone plus large destinée à l'affichage graphique de la carte (à droite).

A.2 Les Menus

Dans notre simulateur, on trouve deux menus principaux :

- Barre menu (fixe en haut de l'interface),
- Menu contextuel (que l'on obtient en faisant un clic droit).

A.2.1 Barre menu

Le simulateur est doté d'un menu englobant toutes les fonctionnalités de la simulation. La structure de ce menu est illustrée dans la figure A.2 ci-dessous.

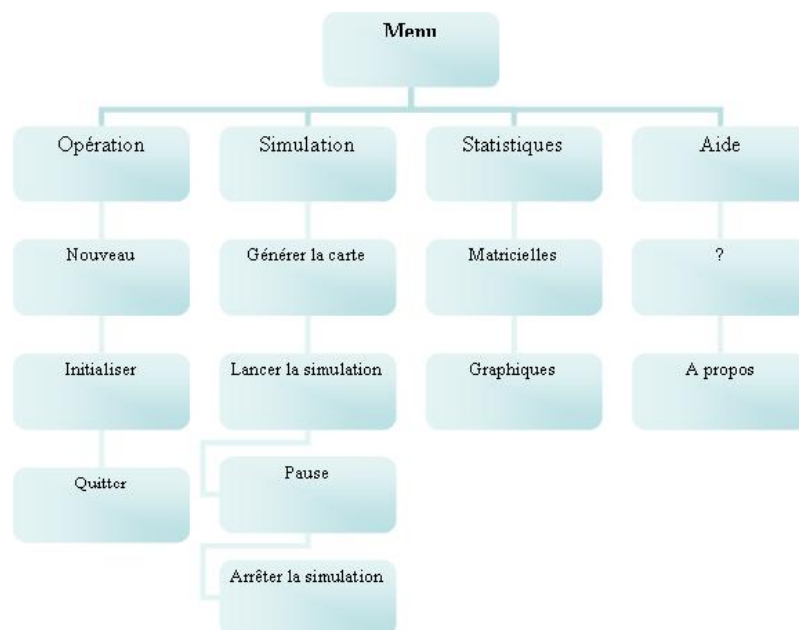


FIGURE A.2 – Le menu du simulateur STR.

A.2.2 Menu contextuel

Ce menu englobe aussi toutes les fonctionnalités nécessaires du notre simulateur comme on peut le constater dans la figure A.3. Il sert à servir à l'utilisateur une autre alternative pour le choix des fonctions.

Donc, ce menu peut être utilisé à la place de la barre d'outils et on trouve les fonctionnalités :

- Initialisation du simulateur,
- Fonctions de contrôle : générer une carte, lancer et arrêter la simulation,
- Affichage des statistiques matricielles de la simulation,
- Quitter l'application.

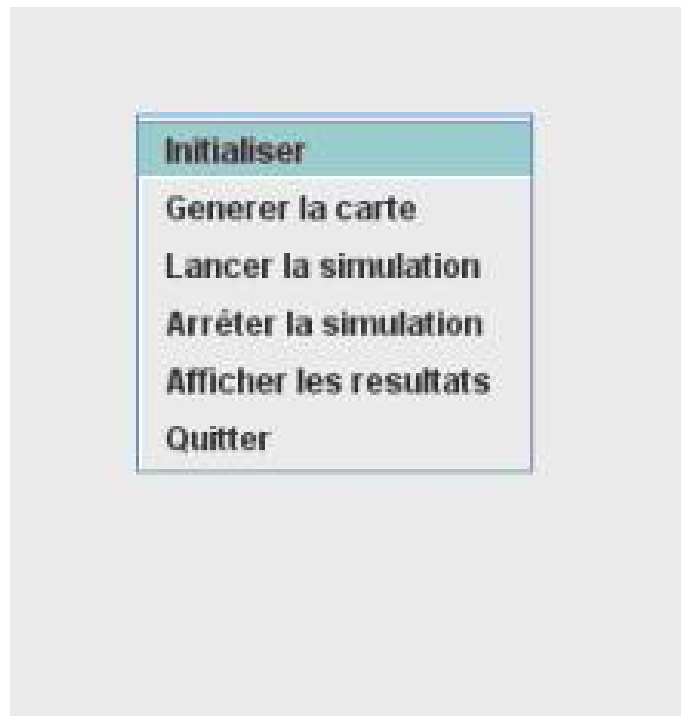


FIGURE A.3 – Le menu contextuel du simulateur STR.

A.3 La barre d'outils

Cette barre d'outils (figure A.4) regroupe des boutons d'accès rapides aux différentes fonctionnalités de l'environnement et on peut les classer en quatre barres d'outils :

- **Standard** :
 - Nouveau : pour une nouvelle simulation,
 - Valider : utilisé pour valider le choix des paramètres d'une simulation.
- **Débogage** :
 - Exécuter : permet de démarrer la simulation du système validé,
 - Suspendre : permet de suspendre la simulation,
 - Arrêter : permet d'arrêter la simulation.
- **Statistiques** :
 - Graphiques : permet de consulter les résultats obtenus sous forme d'histogramme,
 - Textuelle : permet de consulter les résultats obtenus sous forme de tableau.
- **La durée de simulation** : un champ du texte qui indique le temps de la simulation,
- **Aide** : pour aider et assister l'utilisateur dans l'utilisation de l'environnement de simulation.

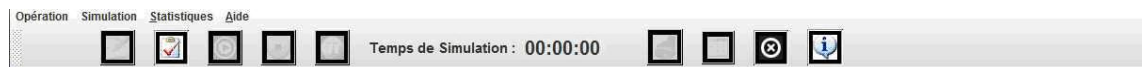


FIGURE A.4 – La barre d'outils du simulateur.

A.4 L'espace de simulation

L'espace de simulation est une zone de travail dont l'utilisateur dispose pour la conception de son système (figure A.5).

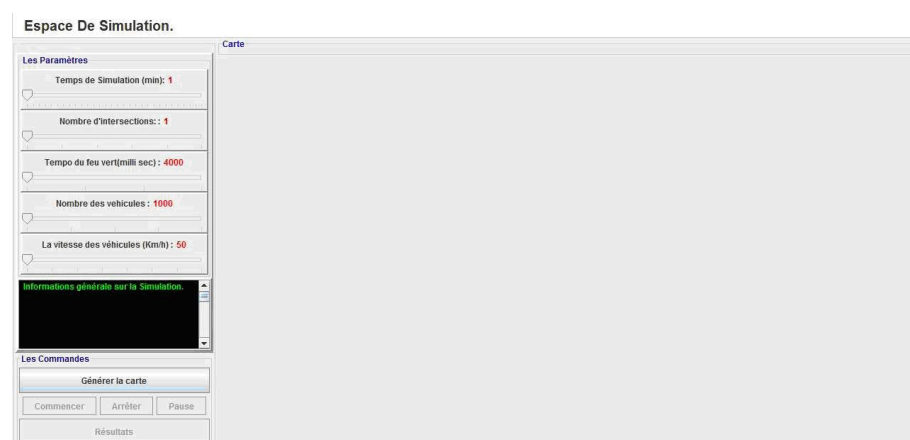


FIGURE A.5 – L'espace de la simulation.

Dans cette zone on y trouve :

A.4.1 Les paramètres

Les paramètres varient d'un modèle à un autre.

a) Le modèle du Manhattan Pour ce modèle on trouve comme paramètres (figure A.6) :

- La durée de la simulation en minutes,
- Le nombre d'intersections,
- La durée du feu vert en milliseconde,
- Le nombre de véhicules,
- La vitesse des véhicules en Km/heure.

b) Le modèle du Free Way Les paramètres de ce modèle sont (figure A.7) :

- La durée de la simulation en minutes,
- Le nombre des voies de la route,
- La durée du feu vert en milliseconde,
- Le nombre de véhicules,
- La vitesse moyenne des véhicules en Km/heure.

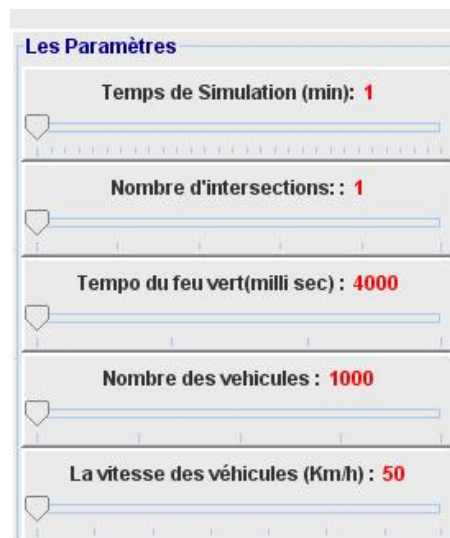


FIGURE A.6 – Les paramètres de modèle du Manhattan.

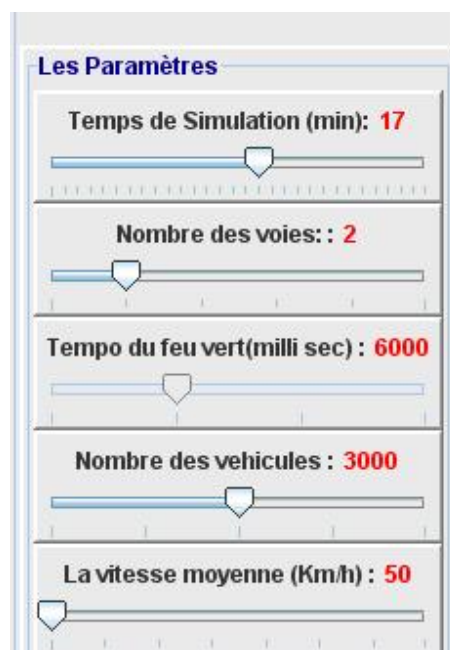


FIGURE A.7 – Les paramètres de modèle du Free Way.

A.4.2 Fenêtre d'informations

C'est une zone d'affichage de texte (figure A.8) que l'on utilise pour visualiser toutes les informations générales sur la simulation. Autrement dit, il contient un résumé des paramètres choisis par l'utilisateur.

On trouve comme informations : le modèle choisi, la durée de la simulation, le nombre des véhicules, la vitesse des véhicules,...

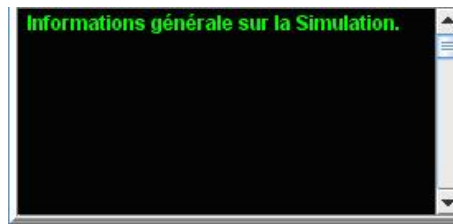


FIGURE A.8 – Fenêtre d'information.

A.4.3 Les commandes

La surface des commandes contient les boutons (figure A.9) :

- Générer la carte : utilisé pour générer et valider la carte choisie,
- Commencer : permet de démarrer la simulation du système validé,
- Arrêter : permet d'arrêter la simulation,
- Pause : permet de suspendre la simulation,
- Résultats : permet de consulter les résultats matriciels.



FIGURE A.9 – Les commandes de la simulation.

A.4.4 La carte

Une fois le modèle choisi et son paramétrage fixé, une carte simulant le modèle, - Manhattan ou Free Way-, apparaisse dans la zone de simulation (figureA.10).

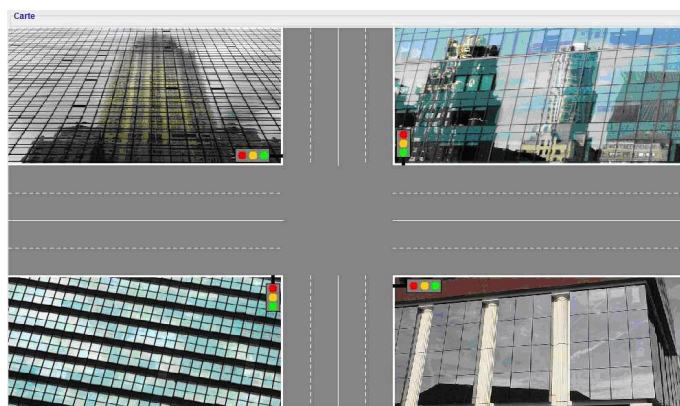


FIGURE A.10 – Exemple de carte simulant le modèle de Manhattan.

A.4.5 Icône de la barre des tâches

Dans le but de faciliter à l'utilisateur la manipulation de notre simulateur, nous avons conçu une icône spéciale à notre application qui apparaisse dans la barre des tray. Au lancement, suspendre ou à l'arrêt du la simulation, cette icône est



FIGURE A.11 – Apparition de l'icône sur la barre des tâches.

augmenté par une info bulle apparaît près de l'icône de l'application sur la barre des tray indique cet événement.

Glossaire

BAAC Bulletin d'Analyse des Accidents de Circulation.

CAD Computer Aided Design.

IHM Interface Homme Machine.

INRETS Institut National Français de Recherche sur le Transport et leur Sécurité.

JVM Java Virtuelle Machine.

ONU l'Organisation des Nations Unies.

PARAMICS PARAllel computer MICropic Simulation.

PTSM Probabilistic Traffic Signal Model.

PTV Planung Transport Verkher.

Quadstone Paramics Cutting Edge Microsimulation Software.

RPGM Reference Point Group Mobility model.

RWP Random WayPoint.

SIAS Transport Planners, Paramics Microsimulation.

SITRA Système d'Information sur les TRAnsports.

SODIT L'Ingénierie au Service du Trafic et du Transport.

SSM Stop Sign Model.

STR Simulateur de Trafic Routier.

SUMO Simulation of Urban MObility.

TLM Traffic Light Model.

UVP Unité de Véhicule Particulier.

VISSIM Verkehr In Stadtten - SIMulation.

WWW World Wide Web.
