

117 - 004 - 248 - 1
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique
Université SAAD DAHLAB DE BLIDA
Faculté des Sciences
Département d'Informatique



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Informatique

Option : GENIE DES SYSTEMES INFORMATIQUE

THEME

Réseaux de capteurs sans fil pour
optimiser le trafic routier

MA-004-248-1

Présenté par :

Belaid Akil SalhEddine

Mihoub Ali

Encadreur : M. Gurroumi Mohamed

Promotrice : Mme. Miloud Ouidat Amel

Président de jury : Boulthemi

Examinateur : Kameche

Examinateur : Zari

Année universitaire 2014/2015

Résumé:

Les réseaux ad hoc de véhicules (VANET) constituent aujourd'hui un des domaines d'application les plus prometteurs des réseaux sans fil dits ad-hoc, capables de s'organiser sans infrastructure prédéfinie. Ces réseaux véhiculaires permettent aux véhicules de communiquer entre eux (Vehicle-to-Vehicle Communication) ou avec les infrastructures au bord de la route (Vehicle-to-Infrastructure) et permettront à terme d'avoir des routes plus sûres et plus efficaces via l'échange d'informations opportunes aux conducteurs et aux autorités (police, SAMU,...). En particulier, Le but des systèmes de transport intelligents, de nos jours, est d'améliorer la sécurité et l'efficacité des transports routiers afin de gérer le trafic routier, diminuer les accidents, fournir un environnement confortable aux conducteurs et à leurs passagers. Le but de ce projet est de proposer un mécanisme de détection de la congestion en utilisant un certain nombre de capteurs placés au bord de la route .

Mots clés : Vanet , capteur , congestion .

Abstract :

Nowadays the vehicle ad hoc networks (VANET) constitute one of major applications applied in the ad hoc networks field ,able to auto-organise without a pre-existed infrastructure.

These vehicles networks allowed to vehicle to communicate between them (Vehicle-to-Vehicle Communication) or with the infrastructure on the roadside (Vehicle-to-Infrastructure) and they permit to have a more secure and efficient routes via the utile exchange of informations between the conductors and the authority (police, SAMU,...). Particularly, these days the goal of the intelligent transport systems it is about to improve the security and the efficiency of road transportation in order to monitor the road traffic and decrease average of accidents and provide a comfortable environment to conductors and their passengers .

The aim of this thesis is to propose a new mechanism of congestion detection using a certain number of sensors placed on the road sides.

Key words : Vanet , sensors, congestion .

ملخص :

في أيامنا هذه شبكات السيارات vanet تشكل واحدة من التطبيقات الرئيسية المطبقة في شبكات ad hoc , وقادرة على تنظيم الذاتي من دون بنية تحتية موجودة مسبقاً , هذه الشبكات تسمح للمركبات بالتواصل بينها (بين المركبة والبنية التحتية) , او اتصالات مركبة إلى مركبة , وأنها تسمح بتبادل المعلومات بين المواصلات , في هذه الأيام الهدف من أنظمة النقل الذكية هو تحسين أمن وكفاءة النقل البري من أجل مراقبة حركة المرور على الطرق وتقليل معدل الحوادث وتوفير بيئة مريحة للمواصلات وركابها , والهدف من هذه المذكرة هو اقتراح آلية جديدة لكشف الازدحام باستخدام عدد معين من أجهزة الاستشعار موضوعة على جانب الطريق .

كلمات مفتاحية : الازدحام , اجهزة الاستشعار .

Table des matières

1	Introduction aux réseaux sans fil et réseaux véhiculaires	2
1.1	Introduction	2
1.2	Réseau sans fil	2
1.2.1	Réseaux avec infrastructure(cellulaires)	3
1.2.2	Réseaux sans infrastructure (AD HOC)	4
1.3	Réseaux de capteurs sans fil	6
1.4	Les réseaux ad hoc véhiculaires(VANET)	6
1.4.1	Caractéristiques d'un VANET	7
1.4.2	Applications	8
1.5	Types de communication	10
1.5.1	Communication de véhicule a infrastructure(V2I)	10
1.5.2	Communication de véhicule a véhicule(V2V)	11
1.6	Systèmes de transport intelligents	11
1.6.1	Technologies des transports intelligents	12
1.6.2	Applications pour les transports intelligents	15
1.7	Réseaux de capteurs véhiculaire (Vehicular Sensors Network, VSN)	16
1.8	Conclusion	18
2	La gestion du trafic routier urbain	19
2.1	Introduction	19
2.2	Les causes de la congestion routiere	19
2.3	Trafic routier problèmes et solutions	20
2.3.1	La gestion du trafic :	21
2.4	Synthèse :	26

2.5	Conclusion :	27
3	La détection de la congestion du trafic :	28
3.1	Introduction	28
3.2	Environnement :	28
3.2.1	Véhicule à infrastructure :	29
3.2.2	Véhicule à véhicule :	32
3.2.3	Hypothèses :	35
3.3	Solution proposée :	36
3.3.1	Architecture globale :	36
3.3.2	Mécanisme de détection :	41
3.4	Conclusion :	46
4	Simulation et résultats :	47
4.1	Introduction :	47
4.2	Intégration de simulateur de véhicule et ns2:	47
4.2.1	Network simulator 2(ns2) :	48
4.2.2	SUMO vue ensemble :	50
4.2.3	Intégration de SUMO et ns2 :	53
4.3	Simulation :	56
4.3.1	Déscription du scénarios :	58
4.4	Conclusion	69
5	Conclusion et perspectives	70
	Bibliographie	74

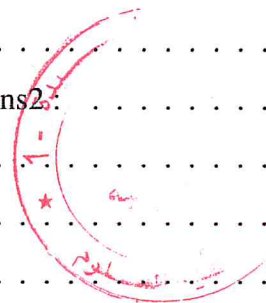
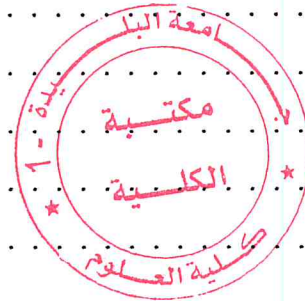


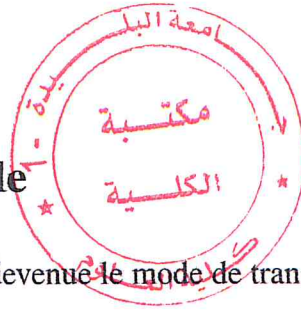
Table des figures

1.1	Mode infrastructure avec BSS	4
1.2	Exemple d'un reseau AD-HOC	5
1.3	Exemple de reseau VANET	7
1.4	Communication de vehicule a infrastructure	10
1.5	Communication de vehicule a vehicule	11
1.6	systemes de transport intelligents	12
1.7	Reseau de capteurs vehiculaire	17
2.1	Classification Des ITS basé sur WSN	21
2.2	Modèle de carrefour généralement utilisé dans la littérature :	22
2.3	Rond-Point :	24
2.4	Exemple de parking :	25
3.1	29
3.2	Mode V to I	30
3.3	Mode V to I -1-	30
3.4	Mode V to I -2-	31
3.5	Mode V to I -3-	31
3.6	Mode V to I -4-	32
3.7	Mode V to I -5-	32
3.8	Mode V to V	33
3.9	Mode V to V	34
3.10	Mode V to V	34
3.11	Mode V to V	35
3.12	Architecture globale du système	36

3.13	Diagramme de classe du système	37
3.14	Diagramme de cas d'utilisation	38
3.15	Diagramme de sequence	39
3.16	Fonctionnement de capteur cas1	40
3.17	Fonctionnement de capteur cas2	40
3.18	Fonctionnement de l'unité de traitement	41
4.1	Exemple fichier TCL	50
4.2	Communication véhicule avec infrastructure	56
4.3	Communication véhicule avec véhicule dans NS2	57
4.4	Communication infrastructure avec infrastructure	57
4.5	Etape 1 :mode normal	58
4.6	Etape 2 :capteur C1 en cours de traitement	59
4.7	Etape 3 :capteur C2 en cours de traitement	60
4.8	Etape 4 :point de traitement en train d'envoyer des paquets au panneau d'affichage	61
4.9	Etape 5 :panneau d'affichage en communication avec véhicule	62
4.10	Etape 6.1 :le véhicule continuer leurs passages	62
4.11	Etape 6.2	63
4.12	Etape 6.3	64
4.13	Etape 1 :mode normal	65
4.14	Etape 2 :Traitement du premier capteur C1	65
4.15	Etape 3 :Traitement du deuxième capteur C2	66
4.16	Etape 4 :Point de traitement en train d'envoyer une alarme de congestion au panneau d'affichage	67
4.17	Etape 5 :véhicules reçoivent l'alarme de congestion via panneau d'af- fichage	68
4.18	Etape 6 :véhicules en train de passer par la déviation	69



Introduction Générale



De nos jours, la voiture est devenue le mode de transport le plus utilisé, mais malheureusement, ceci est accompagné d'un certain nombre de problèmes (accidents, pollution, embouteillages, etc.) : plus encore ces dernières années, cet aspect critique intervenant au quotidien est défavorable à de nombreux domaines, tels que l'économie ou encore l'écologie et surtout influence négativement sur la vie quotidienne des citoyens.

Le déploiement de réseaux de capteurs dans les systèmes véhiculaires intelligents ont attirés la communauté de recherche et plusieurs études ont évalué l'intérêt de cette initiative. Malgré les efforts très importants mis en œuvre pour tenter de les réduire, le nombre de morts sur les routes demeure très important.

Le but de ce PFE est d'exploiter le potentiel des technologies actuelles (Réseaux capteurs, Réseaux véhiculaires) pour offrir des services comme l'information sur le trafic routier ou sur les accidents aux usagers de la route. Les conducteurs des voitures à proximité d'un accident seraient avertis et seraient automatiquement redirigés vers un itinéraire de déviation. Cela aurait pour conséquence positive de diminuer le nombre de voitures et donc de personnes impliquées et permettra une intervention rapide et bien ciblée des secours.

Ce rapport se compose de 5 chapitres, dans le premier nous allons définir quelques notions de base concernant les réseaux sans fil, les réseaux ad hoc ect... Dans le deuxième chapitre nous allons focaliser sur la gestion de trafic urbain en définissant quelques problèmes et leur solutions. Le troisième chapitre contient notre solution pour la détection de la congestion et dans le dernier contient la conclusion et perspectives.

Nous définissons ici des termes généraux essentiels à la compréhension de ce document. Ces derniers serviront par la suite à caractériser les types de réseaux existants.

portables ayant des caractéristiques particulières (par exemple, une faible capacité de stockage et une source d'énergie autonome) et qui accèdent au réseau à travers une interface de communication sans fil. Le nouvel environnement, dit « environnement mobile », comparativement à l'ancien « environnement statique », permet aux unités de calcul, une libre mobilité sans restriction quant à la localisation des usagers. La mobilité (ou le nomadisme) et le nouveau mode de communication utilisé engendrent de nouvelles caractéristiques propres à l'environnement mobile : une fréquente déconnexion de la topologie, un débit de communication modeste et des sources d'énergie limitées .

Les réseaux mobiles sans fil peuvent être classés en deux grandes catégories : (1) **les réseaux avec infrastructure** qui utilisent généralement le modèle de la communication cellulaire dans lequel les clients sans fil sont connectés à un point d'accès (p.ex. répéteur ou commutateur en réseau Ethernet), et (2) **les réseaux sans infrastructure** ou les réseaux ad hoc dans lesquels les clients sont connectés les uns aux autres sans aucun point d'accès, afin de constituer un réseau point à point (peer to peer) dans lequel chaque machine joue en même temps le rôle de machine et le rôle de routeur (p.ex. , l'échange de fichiers entre portables dans un train, dans la rue, au café...) . Plusieurs systèmes utilisent déjà le modèle cellulaire et connaissent une très forte expansion à l'heure actuelle (p.ex. les réseaux GSM) mais exigent une importante infrastructure logistique et matérielle fixe.

1.2.1 Réseaux avec infrastructure(cellulaires)

Dans le mode avec infrastructure, également appelé le mode BSS (Basic Service Set) certains noeud fixes, appelés stations support mobile (Mobile Support Station) ou station de base (SB), sont munis d'une interface de communication sans fil pour la communication directe avec des noeud ou des unités mobiles (UM), localisés dans une zone géographique limitée, appelée cellule (voir la figure 1-1).

A chaque station de base correspond une cellule à partir de laquelle des unités mobiles

peuvent émettre et recevoir des messages. Alors que les noeud fixes sont interconnectés entre eux à travers un réseau de communication filaire, généralement fiable et d'un débit élevé. Les liaisons sans fil ont une bande passante limitée qui réduit sévèrement le volume des informations échangées. Dans ce modèle, une unité mobile ne peut être, à un instant donné, directement connectée qu'à une seule station de base.

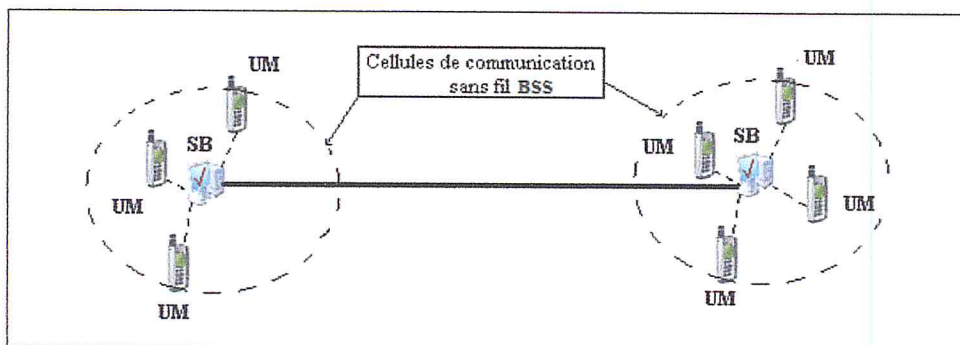


FIGURE 1.1 – Mode infrastructure avec BSS

1.2.2 Réseaux sans infrastructure (AD HOC)

Le réseau mobile sans infrastructure également appelé réseau Ad hoc ou IBSS (Independent Basic Service Set) ne comporte pas l'entité « noeud fixe », tous les noeud du réseau sont mobiles et communiquent d'une manière directe en utilisant leurs interfaces de communication sans fil (Figure 1-2). L'absence de l'infrastructure ou du réseau filaire composé des stations de base, oblige les unités mobiles à se comporter comme des routeurs qui participent à la découverte et à la maintenance des chemins pour les autres hôtes du réseau .

Chaque noeud communique directement avec sa voisine. Pour communiquer avec d'autres entités, il lui est nécessaire de faire passer ses données par d'autres qui se chargeront de les acheminer. Pour cela, il est d'abord primordial que les entités se situent les unes par rapport aux autres, et soient capables de construire des routes entre elles : c'est le rôle du protocole de routage.

Ainsi, le fonctionnement d'un réseau ad-hoc le différencie notablement d'un réseau comme le réseau GSM, les réseaux Wi-Fi avec des points d'accès : là où une ou plusieurs stations de base sont nécessaires à la plupart des communications entre les différents nœuds du réseau (**mode Infrastructure**), les réseaux ad-hoc s'organisent d'eux-mêmes et chaque nœud peut jouer différents rôles.

Ce mode de communication fonctionne suivant une architecture décentralisée et représente un cas particulier des réseaux ad hoc mobiles. Il est basé sur la simple communication inter-véhicules ne nécessitant pas une infrastructure. En effet, un véhicule peut communiquer directement avec un autre véhicule s'il se situe dans sa zone radio, ou bien par le biais d'un protocole multi-sauts qui se charge de transmettre les messages de bout en bout en utilisant d'autres nœuds du réseau qui jouent le rôle de relais. Dans ce mode, les supports de communication utilisés sont caractérisés par une faible latence et un grand débit de transmission.

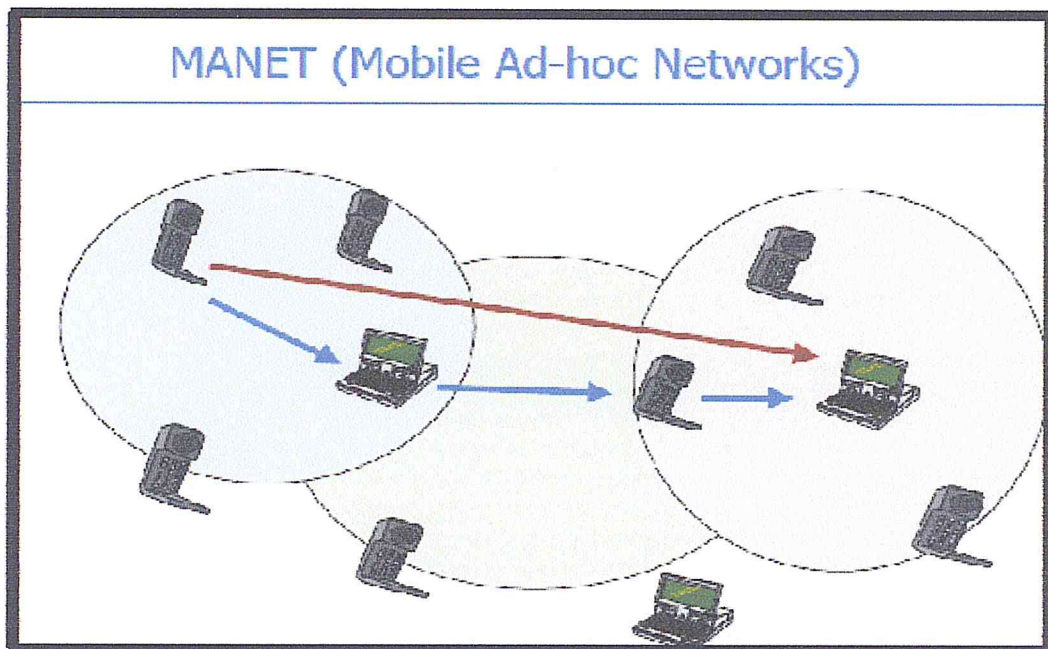


FIGURE 1.2 – Exemple d'un réseau AD-HOC

1.3 Réseaux de capteurs sans fil

Un réseau de capteurs sans fil est un réseau ad hoc avec un grand nombre de nœuds qui sont des micro-capteurs capables de récolter et de transmettre des données environnementales d'une manière autonome. La position de ces nœuds n'est pas obligatoirement prédéterminée. Ils peuvent être aléatoirement dispersés dans une zone géographique, appelée « champ de captage » correspondant au terrain d'intérêt pour le phénomène capté.

En plus d'applications civiles, il existe des applications militaires aux réseaux de capteurs (détection d'intrusions, localisation de combattants, véhicules, armes, etc. sur un champ de bataille, sous l'eau, dans l'espace, sur le sol...)

1.4 Les réseaux ad hoc véhiculaires(VANET)

Les réseaux sans fil de véhicules appelés VANET, pour Véhicule Ad-Hoc Networks, réalisés par la réunion de plusieurs véhicules mobiles sans infrastructure préexistante pour communiquer, font actuellement l'objet d'une attention accrue de la part des constructeurs et des chercheurs, afin d'améliorer la sécurité sur les routes ou encore les aides proposées aux conducteurs. Par exemple, ils peuvent avertir d'autres automobilistes que les routes sont glissantes ou qu'un accident vient de se produire. Les réseaux véhiculaires sont une projection des systèmes de transports intelligents (Intelligent Transportation Systems - ITS). Les véhicules communiquent les uns avec les autres par l'intermédiaire de la communication de V2V aussi bien qu'avec les équipements de la route par l'intermédiaire de la communication de V2I. L'objectif est que les réseaux VANETs contribueront à l'élaboration de routes plus sûres et plus efficaces à l'avenir en fournissant des informations opportunes aux conducteurs et aux autorités intéressées. Un exemple de réseau VANET urbain est illustré dans la figure 1.3 .

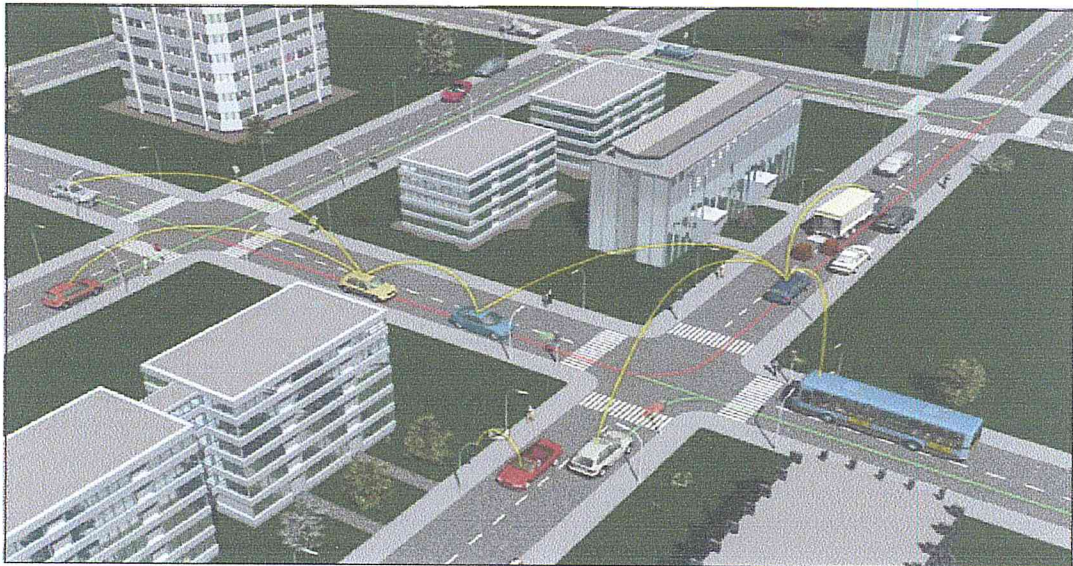


FIGURE 1.3 – Exemple de réseau VANET

1.4.1 Caractéristiques d'un VANET

La réalisation des réseaux VANETs consacrés aux applications embarquées dans les véhicules exigent des techniques et des protocoles qui prennent en compte les incertitudes et les exigences de ces réseaux. Les réseaux VANETs ont des caractéristiques semblables à ceux des réseaux ad-hoc mobiles (MANETs ou Mobile Ad hoc Networks) [18].

Les VANETs peuvent se comporter de façon différente des MANETs classiques. Le comportement des conducteurs, l'absence de contrainte d'énergie (car les équipements sont alimentés à l'énergie des véhicules), la disponibilité d'informations fiables de **localisation** (par exemple, les cartes routières), des changements fréquents de topologie du réseau en raison de la **haute mobilité** des véhicules, et la prédictibilité de mobilité des véhicules (par exemple, sur les autoroutes) créent des caractéristiques uniques des réseaux VANETs, en outre les vanets nécessitent la garantie d'une **bande passante** fiable et plus élevée et de **délai** moins réduit.

Si nous nous basons sur les caractéristiques indiquées ci-dessus, nous pouvons constater que les liens de communication entre les nœuds dans un réseau VANET sont souvent brisés. Par conséquent, les techniques conçues pour un réseau MANET ne peuvent

être directement appliquées dans le contexte de réseau VANET, parce que leurs objectifs de conception ne sont pas valides pour les réseaux à haute mobilité et à un grand nombre de nœuds [11].

1.4.2 Applications

L'intégration des communications et des fonctions informatiques dans les véhicules est faite dans le but de réaliser la communication des véhicules. Le but principal de VANET est de fournir :

La prévention et la sécurité routière

les VANETs peuvent améliorer la prévention routière de façon significative, en alertant le conducteur d'une situation dangereuse. Ils permettent également d'élargir le champ de perception du conducteur à celui de l'ensemble des véhicules avec lesquels il peut communiquer, alertes en cas de violations imminentes ou des feux de circulation, notification en cas de freinage urgent .

L'optimisation du trafic :

le trafic automobile peut être grandement amélioré grâce à la collecte et au partage des données collectées par les véhicules. Une voiture peut, par exemple, être avertie d'un embouteillage, d'un éboulement de rochers ou d'un accident avant qu'elle ne s'en approche, ce qui lui permet de ne pas emprunter la route qui y mène .

Le confort des passagers :

les réseaux véhiculaires peuvent aussi améliorer le confort des passagers. En dehors de la sécurité routière et de l'efficacité, les VANETs peuvent également soutenir d'autres applications comme le télépéage, l'accès Internet, le parking, le divertissement instructif (infotainment), les mises à jour du trafic, etc. Pourtant, la sécurité est restée le principal objectif de la recherche VANET. Une littérature abondante est disponible sur le classement des applications VANET [28] [27] .

Afin de faire communiquer les véhicules, il nous faut un système facile à mettre en place et viable en extérieur. Un dispositif électronique spécial sera placé à l'intérieur de chaque véhicule, qui fournira la connectivité ad-hoc de réseau pour les passagers. Ce réseau tend à fonctionner dans n'importe quelle communication d'infrastructure, de client ou de serveur. Chaque véhicule embarque une plateforme de communication appelée OBU (On Board Unit). Cette plateforme est utilisée par une ou par plusieurs applications appelées AUs (Applications Units). Quant aux points d'accès disposés le long des routes et constituant l'infrastructure fixe, ils sont nommés RSUs (Road-Side Units). Les véhicules équipés des OBU seront des nœuds dans le réseau ad-hoc et ils pourront recevoir et transmettre par relais d'autres messages dans le réseau sans fil. L'OBU est composé de : Émetteur, Antenne omnidirectionnelle, Processeur, Appareil GPS, Cartes numériques, et Capteurs.

- Émetteur : unité qui crée et conceptualise le message à partir de signes linguistiques et qui le transmet ensuite à un récepteur à travers un média.
- Antenne omnidirectionnelle : c'est une antenne dont les propriétés quelle que soit la direction, il reçoit ou émet des ondes de manière également efficace dans toutes les directions.
- Processeur : C'est un circuit électronique qui effectue les opérations arithmétiques et logiques. L'appellation microprocesseur tient du fait que les composants du processeur ne sont plus distincts mais incorporés dans un même circuit intégré. Le processeur est à voir comme le centre nerveux de l'ordinateur.
- Appareil GPS : Le Global Positioning System (GPS) est un système de géolocalisation fonctionnant au niveau mondial. En 2011, il est avec GLONASS, un système de positionnement par satellites entièrement opérationnel et accessible au grand public.
- Cartes numériques : C'est un système d'information géographique (SIG) est un outil capable d'organiser et de présenter des données alphanumériques spatialement référencées, ainsi que de produire des plans et des cartes. Derrière cette définition, on pense souvent à des logiciels.
- Capteur : C'est un dispositif transformant l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable, telle qu'une tension électrique, une hauteur de

mercure, une intensité ou la déviation d'une aiguille.

1.5 Types de communication

Les services proposés dans les réseaux VANETs permettent de distinguer plusieurs types de communication (Figure 1-3) :

1. **Communications de Véhicule à Infrastructure (V2I).**
2. **Les communications de Véhicule à Véhicule (V2V).**
3. **La combinaison de ces deux types de communications permet d'obtenir une communication hybride.**

1.5.1 Communication de véhicule a infrastructure(V2I)

Ce mode de communication permet une meilleure utilisation des ressources partagées et démultiplie les services fournis (par exemple, accès à Internet, échange de données de voiture-à-domicile, communications de voiture-à-garage de réparation pour le diagnostic distant, ...etc.) grâce à des points d'accès RSU (Road Side Units) déployés aux 4 bords des routes ; ce mode est inadéquat pour les applications liées à la sécurité routière car les réseaux à infrastructure ne sont pas performants quant aux délais d'acheminement.

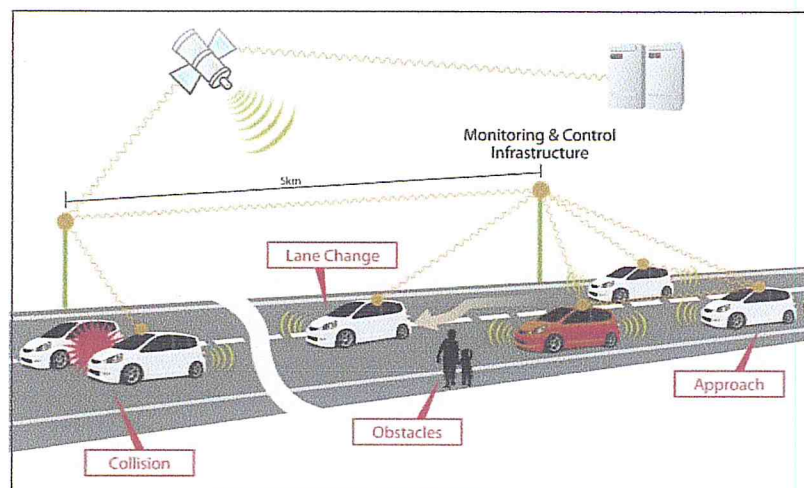


FIGURE 1.4 – Communication de véhicule a infrastructure

1.5.2 Communication de véhicule a véhicule(V2V)

Ce mode de communication fonctionne suivant une architecture décentralisée et représente un cas particulier des réseaux ad hoc mobiles. Il est basé sur la simple communication inter-véhicules ne nécessitant pas une infrastructure. En effet, un véhicule peut communiquer directement avec un autre véhicule s'il se situe dans sa zone radio, ou bien par le biais d'un protocole multi-sauts qui se charge de transmettre les messages de bout en bout en utilisant les noeuds voisins qui les séparent comme des relais. Dans ce mode, les supports de communication utilisés sont caractérisés par une petite latence et un grand débit de transmission.

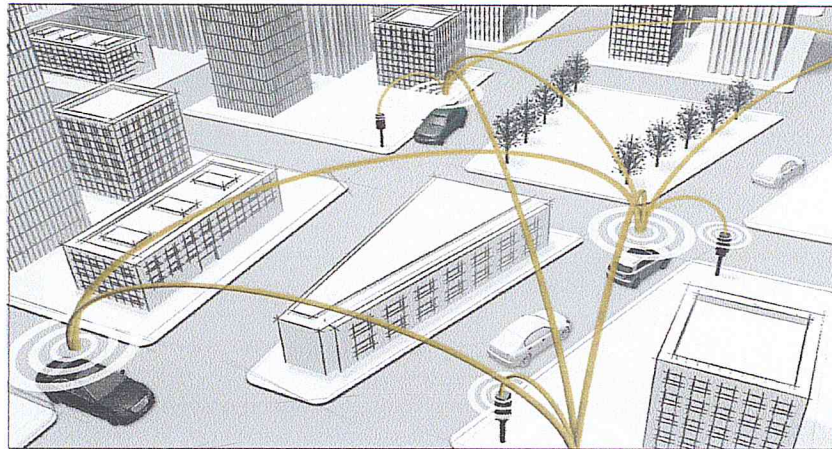


FIGURE 1.5 – Communication de véhicule a véhicule

1.6 Systèmes de transport intelligents

Les systèmes de transport intelligents (STI) (en anglais Intelligent Transportation Systems (ITS)) sont les applications des nouvelles technologies de l'information et de la communication au domaine des transports. Nous les appelons "Intelligents" parce que leur développement repose sur des fonctions généralement associées à l'intelligence : capacités sensorielles, mémoire, communication, traitement de l'information

et comportement adaptatif. On trouve les STI dans plusieurs champs d'activité : dans l'optimisation de l'utilisation des infrastructures de transport, dans l'amélioration de la sécurité (notamment de la sécurité routière) et de la sûreté ainsi que dans le développement des services. L'utilisation des STI s'intègre aussi dans un contexte de développement durable : ces nouveaux systèmes concourent à la maîtrise de la mobilité en favorisant entre autres le report de la voiture vers des modes plus respectueux de l'environnement. Ils font l'objet d'une compétition économique serrée au niveau mondial (voir la figure ci-dessous).

Les STI interviennent dans un contexte mondial de congestion du trafic routier d'une part et de développement des nouvelles technologies de l'information d'autre part, en particulier dans les domaines de la simulation, du contrôle en temps-réel et des réseaux de télécommunication.

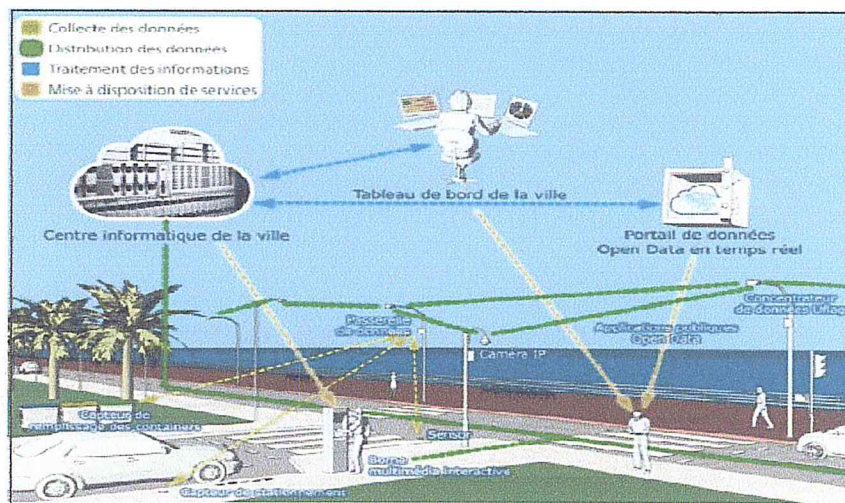


FIGURE 1.6 – systèmes de transport intelligents

1.6.1 Technologies des transports intelligents

Les technologies utilisées dans les systèmes de transport intelligents varient, allant de systèmes de gestion basiques comme les systèmes de gestion des carrefours à feux tricolores, les systèmes de gestion des conteneurs, les panneaux à messages variables, les radars automatiques ou la vidéo-surveillance aux applications plus avancées qui intègrent des données en temps-réel avec retours d'informations de nombreuses sources, comme les informations météorologiques, les systèmes de dégivrage des ponts, les

systèmes de navigation embarqués informant des temps de parcours en temps réel etc. De plus, les techniques prédictives sont développées pour permettre une modélisation avancée et une comparaison avec une base regroupant des données historiques de référence.

1. **Communications sans fil** : Diverses technologies de communication sans fil sont proposées pour les systèmes de transport intelligent :
 - Des communications à courte portée (moins de 350 mètres) comme le **Wi-Fi**.
 - Des communications à plus longue portée comme le **WiMAX**, le **GSM** ou la technologie **3G**.

2. **La téléphonie mobile** : En admettant que les voitures contiennent au moins un ou plusieurs **téléphones mobiles** ou cellulaires (Ce qui est largement vérifié dans les pays développés où le taux d'équipement de la population en téléphones mobiles dépasse les 75%), les téléphones transmettent leur position de façon régulière au réseau - même s'il n'y a pas de communication vocale établie. Ils peuvent alors être utilisés dans les voitures comme des sondes anonymes du trafic. Quand la voiture bouge, le signal du téléphone mobile bouge également. Il est alors possible de mesurer et d'analyser par triangulation les données fournies par le réseau cellulaire - de manière anonyme - puis de convertir ces données en une information précise sur la circulation automobile. Plus il y a de congestion, plus il y a de voitures, de téléphones et donc de sondes. En centre ville, la distance entre les antennes est plus courte (de l'ordre de 300m), la précision est ainsi augmentée. Il n'y a pas d'infrastructure spécifique construite le long des routes - seul le réseau de téléphonie mobile est mis en œuvre. Cette technologie **FCD**, **Floating Car Data** (données cellulaires flottantes) offre de grands avantages sur les méthodes classiques de mesure du trafic :
 - Des coûts moindres par rapport aux capteurs et aux caméras.
 - Une meilleure couverture.
 - Une plus grande facilité de mise en œuvre : pas de zones de chantier, moins de maintenance des installations.
 - Une utilisation dans toutes les conditions météorologiques, même en cas de

fortes pluies.

Le gros inconvénient consiste en la précision de la localisation.

3. **Technologies de capteurs :** Les technologies de pointe dans le domaine des capteurs ont permis de développer les systèmes de transport intelligent sur la base de données fiables, fréquentes et en grande quantité. Suivant les capteurs, des mesures peuvent être effectuées sur les caractéristiques des véhicules (longueur, silhouette, poids...), sur la circulation des véhicules (débit, taux d'occupation, vitesse...) ou sur des événements (incidents, files d'attente, franchissement de feux rouges...). Certaines informations sont très utiles dans une optique d'amélioration de la sécurité routière.

Les systèmes de détection pour les STI peuvent être des systèmes basés sur l'infrastructure, des systèmes basés sur les véhicules ou les deux - à l'exemple des technologies du véhicule intelligent. Les capteurs d'infrastructure sont des dispositifs qui sont installés ou intégrés dans les routes, ou à proximité (immeubles, poteaux ou panneaux, par exemple). Ces technologies de détection peuvent être installées lors des travaux préventifs d'entretien des routes ou par un système mécanique d'injection de capteurs intégrés dans la route elle-même. Les capteurs de véhicules, eux, sont soit des dispositifs installés sur ou dans la route, soit des dispositifs disposés dans les véhicules.

4. **Les capteurs vidéo :** La mesure du flux de trafic à base de caméras vidéo est une des autres formes existantes de détection du trafic. Comme les systèmes de détection vidéo ne nécessitent pas d'installer des composants directement à la surface ou dans la chaussée, ce type de système est dit "non intrusif".
5. **Les réseaux de capteurs sans fil :** Ces dernières années se sont grandement développés des **réseaux de capteurs sans fil**. Ils sont constitués de petits capteurs utilisant la technologie sans fil pour communiquer, ces réseaux semblent adaptés au cas de la gestion du trafic routier urbain. Outre leur réactivité et leur logique de conception naturellement distribuée, ces réseaux possèdent l'avantage d'être facilement intégrables à l'infrastructure urbaine et à faible coût, en comparaison aux boucles électromagnétiques dont le prix et l'installation sont moins accessibles.

1.6.2 Applications pour les transports intelligents

1. **La gestion des urgences** La gestion d'urgence, en particulier en cas d'accident de la route, utilise au maximum des systèmes automatisés de recueil de l'information et des transmissions performantes. Les principaux enjeux sont la rapidité d'intervention, l'évitement d'accidents en chaîne et le rétablissement de la circulation.

Quelques exemples de STI aidant en cas de situation d'urgence sont :

- La Détection Automatique d'incidents (DAI) par les capteurs routiers installés sur l'infrastructure et qui préviennent l'exploitant du réseau.
 - Les services d'assistance à l'automobiliste (ex : appel automatique des secours en cas de collision, envoi automatique de la localisation précise du lieu d'accident) qui ne sont pas encore bien démocratisés.
2. **La gestion du trafic** Le but de la gestion du trafic peut être de fluidifier les axes routiers, de favoriser la circulation des transports publics au détriment des usagers de la voiture particulière, d'encourager le report modal de la voiture particulière vers les transports en commun etc. Les SAGT (Systèmes d'Aide à la Gestion de Trafic) sont présents sur les 3 étapes fondamentales de la gestion du trafic :
 - Le recueil de données de trafic via les capteurs sur les infrastructures ou dans les véhicules.
 - Le traitement de ces données grâce à des systèmes informatiques de plus en plus performants et qui sont capables de gérer de plus en plus de données.
 - L'action sur les usagers principalement en leur fournissant de l'information par les panneau d'affichage, la radio (En France une iso-fréquence sur tout le territoire pour les autoroutes : 107.7), Internet, mais aussi grâce à tous les systèmes personnels, comme les systèmes de guidage intégrant l'information en temps réel sur le trafic. Ces derniers systèmes sont regroupés sous l'appellation spécifique SAI (Systèmes d'Aide à l'Information).
 3. **L'aides à la conduite** Les aides à la conduite pour les usagers de la route se multiplient dans une optique d'amélioration de la sécurité des personnes, de confort

des usagers, de diminution des émissions de polluants. On peut citer quelques systèmes d'aide à la conduite :

- La direction assistée, l'aide électronique au freinage, la boîte de vitesses automatique qui sont des systèmes bien connus.
 - Les limiteurs de vitesse pour ne pas dépasser la vitesse réglementaire et limiter la consommation du carburant.
 - Les systèmes d'aide à la navigation (GPS, GSM et systèmes informatiques embarqués).
 - Le système de surveillance de la pression des pneus.
4. **La gestion de données partagées** Pour connaître les caractéristiques des réseaux, les caractéristiques de la demande de trafic et des problèmes récurrents, il est indispensable de disposer de bases de données. Les nouvelles technologies permettent de stocker des volumes importants d'information. L'enjeu réside aujourd'hui dans la gestion de ces données. Par exemple, la création de base de données communes regroupant les données de différents exploitants est intéressante pour analyser et comprendre les situations du trafic.

1.7 Réseaux de capteurs véhiculaire (Vehicular Sensors Network, VSN)

Les réseaux VSN émergent en tant qu'une nouvelle architecture de VANETs, qui a pour objectif la collecte et la diffusion proactive en temps réelles des données relatives à l'environnement dans lequel évoluent les véhicules, plus particulièrement en zones urbaines. Ceci peut être utile pour l'obtention d'information sur le trafic routier (embouteillages, ralentissements, vitesse moyenne du trafic, ... etc.), dans le cadre d'informations plus générales telles que la consommation moyenne de carburant et le taux de pollutions ou encore pour des applications de surveillance, via des caméras embarquées sur des voitures par exemple. Autre exemple, est celui des événements concernant les places de stationnement disponibles, qui peuvent être exploitées, lorsqu'il n'y a aucune place disponible diffusée par les autres véhicules, pour déterminer

l'endroit où la probabilité de trouver une place de parking libre est la plus importante (en fonction du jour et de l'heure par exemple). Dans un autre contexte, grâce à la corrélation des différents messages reçus sur les accidents et les freinages d'urgence, les zones dangereuses peuvent être dynamiquement détectées et indiquées au conducteur, qu'elles soient d'ailleurs continuellement dangereuses ou seulement temporairement du fait des conditions climatiques par exemple.

Des chercheurs au Georgia Institute of Technology ont déjà utilisé un VSN pour obtenir des informations sur le trafic et pour mieux comprendre la formation de bouchons. Ils indiquent dans [25] que les VSN font partie des solutions les moins coûteuses qui permettraient de réduire les embouteillages, les émissions en gaz carbonique et la consommation de carburant. Les réseaux de capteurs sont un cas particulier des réseaux ad hoc et VSN sont un cas particulier de WSN, dans ces réseaux un noeud n'est plus un capteur unique et fixe, mais un ensemble de capteurs placés dans un véhicules qui peut être en mouvement.

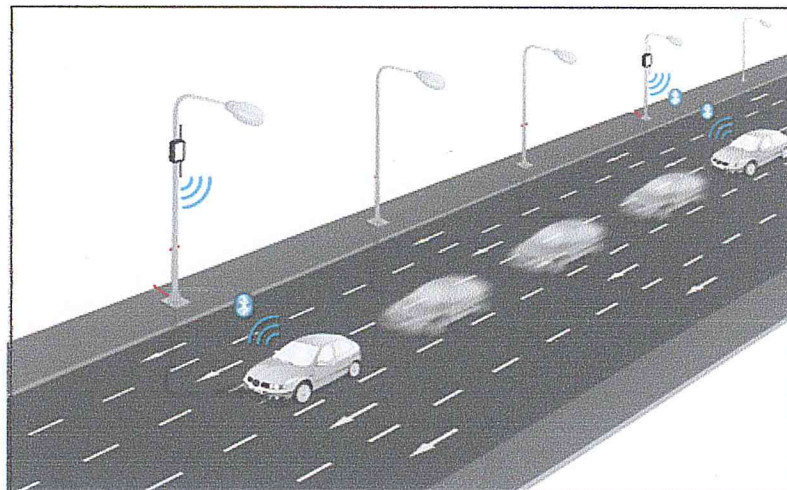


FIGURE 1.7 – Réseau de capteurs véhiculaire

1. **Analogie avec les réseaux ad hoc** : un VSN peut être considéré comme un réseau ad hoc mobile dans la mesure où tous ses noeuds sont sensés communiquer entre eux (ou vers une station) via des chemins en multi-sauts.
2. **Analogie avec les réseaux de capteurs** : la partie commune entre un réseau de

capteurs véhiculaires et un réseau de capteurs "classique" réside dans le fait que le but du déploiement d'un tel réseau n'est plus (comme dans les réseaux ad hoc, ou à infrastructure) la communication opportuniste, mais bien la collecte et la dissémination/agrégation de l'information.

1.8 Conclusion

Dance ce chapitre nous avons présenter les réseaux sans fil ,réseaux de capteurs sans fil et les réseaux VANETs ,nous avons focaliser notre présentation sur les réseaux VANETs leurs caractéristique et leurs applications .

Dans le chapitre suivant , nous allons présenter les problems et les solution lié au gestion de trafic selon une classification donnée .

Chapitre 2

La gestion du trafic routier urbain

2.1 Introduction

Le trafic routier urbain s'est amplifié en l'espace de quelques années, augmentant ainsi les problèmes engendrés qui sont nombreux et qui coûtent quotidiennement temps, argent, santé et qualité environnementale : embouteillages, accidents, pollution ou encore infractions. Par l'exemple, une étude menée par IBM en juin 2011 [2] montre un passage de 8%(2010) à 28%(2011) de New-Yorkais ayant indiqué que les transports auraient grandement nuit à leur travail ou études. De même, à Moscou, par exemple, les conducteurs sont soumis à des embouteillages quotidiens de deux heures et demie en moyenne. Un handicap important qu'il devient de plus en plus nécessaire d'administrer. La gestion du trafic routier s'inscrit dans le domaine des STI, qui visent à proposer des outils et modèles afin de gérer les aléas de ce dernier, ceci par le biais ou non d'équipements réactifs dits dynamiques. L'application de tels systèmes va avoir de multiples objectifs, parmi lesquels la fluidification du trafic, la détection d'incidents, la surveillance temps-réel du trafic, la diffusion d'informations ou de consignes variables aux automobilistes ou encore la réduction en conséquence de la pollution et des bruits.

2.2 Les causes de la congestion routiere

On peut définir la congestion comme étant une augmentation de temps aléatoire de déplacement qui se produit lorsque le flux de circulation du réseau surpasse la capacité

d'absorption de la route. Suite à cet événement, les véhicules sont obligés de déminuer leur vitesse de circulation en engendrant du même coup un retard qui augmente au fur et à mesure que la vitesse des véhicules diminue [9]. La définition de ce phénomène est illustrée d'avantage dans les lignes qui suivent :

1. Le choix massif à la possession d'un véhicule au détriment du transport en commun qui enregistre une chute prononcée, surtout pour les périodes de pointe du matin et d'après-midi. Ceci explique en partie la pression exercée de plus en plus sur le réseau routier de la métropole.
2. L'augmentation du nombre d'industries manufacturières dans la plupart des villes, augmente aussi le nombre de camions en circulation.
3. La forte concentration des activités de camionnage dans la métropole où se présente près de 79% des emplois dans le secteur manufacturier, le commerce de gros et de détail sur 14% du territoire. Ces activités provoquent la grande mobilité des camions.
4. Le transport des marchandises est une tâche qui se fait principalement la semaine et le jour. Plusieurs enquêtes réalisées [1] auprès des générateurs de déplacements routiers de marchandises ont démontré que la plupart des entreprises montréalaises exercent leurs activités du lundi au vendredi. La réception et la livraison de marchandises débutent généralement entre 6h et 9h le matin et se terminent entre 16h et 18h le soir.

De manière globale, tous ces facteurs posent le problème du débit du trafic. Pour mieux élaborer ce concept, nous allons discuter quelques notions traitant de la dynamique des flux de véhicules dans la sous-section qui suit.

2.3 Trafic routier problèmes et solutions

Plusieurs travaux ont abordé la sécurité du trafic routier comme dans [17] et [5] et [4], dans notre cas nous allons concentrer ce mémoire sur la gestion du trafic et présenter les différents problèmes et solutions qui ont un impact sur la fluidité de route

Ces solution peuvent être classifié selon le schéma ci-dessous

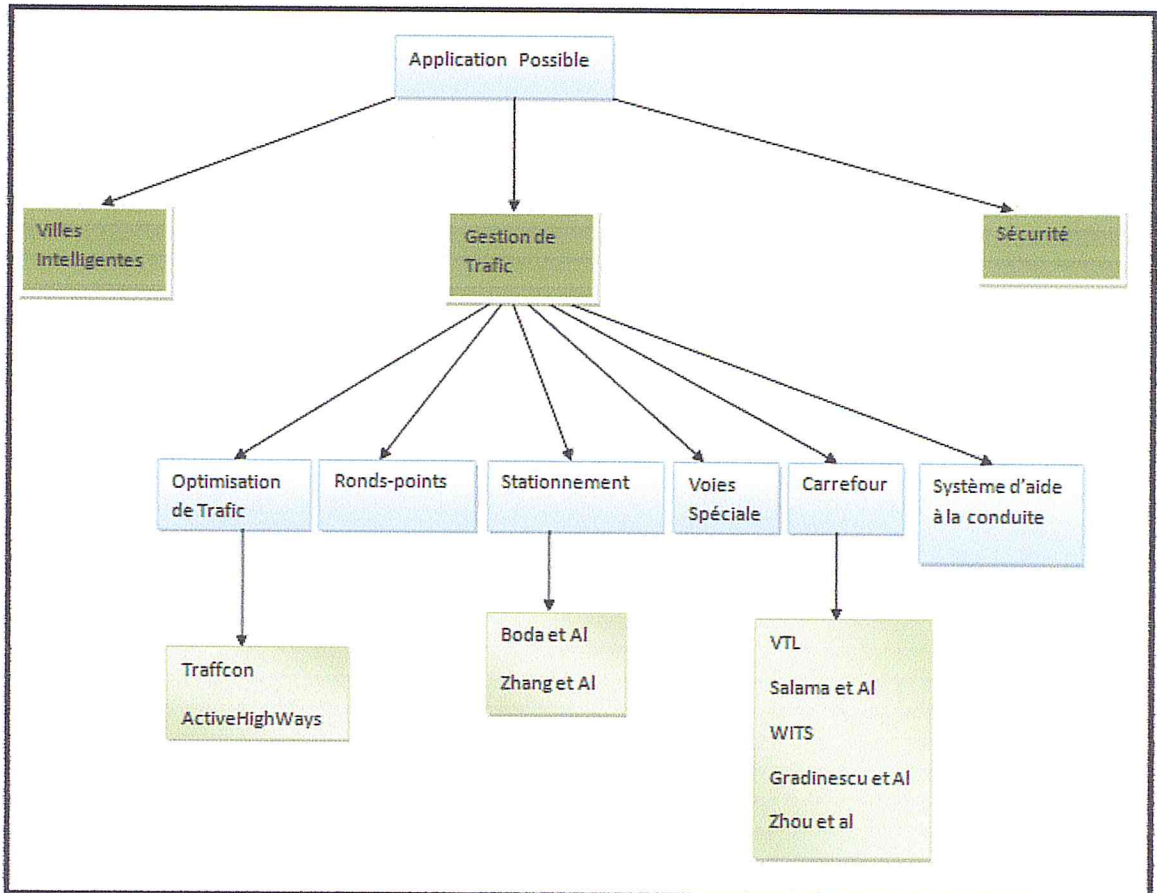


FIGURE 2.1 – Classification Des ITS basé sur WSN

2.3.1 La gestion du trafic :

Les intersections (carrefour) :

Le champ d'application des STI en milieu urbain est très large : en premier lieu, ces derniers agissent sur les intersections, en se chargeant d'appliquer une stratégie de changement des feux de circulation. Cette gestion des feux va représenter un aspect essentiel de la fluidité du trafic routier dans une ville, et le problème est abordé par de nombreux auteurs, sous différents angles : théoriques (exemples : logique floue [26], réseaux de neurones [23][7][3] ou encore algorithmes génétiques [12][24]), pratiques (exemple : mise en contexte avec placement de détecteurs [20]), spécifiques (exemple : étude de cas dans une résidence privée [15]), techniques (exemple : étude matérielle [14]), La figure ci-dessous montre le modèle de carrefour qui est typique-

ment utilisé dans la littérature afin de valider un modèle : une intersection composée de quatre directions avec un nombre fixé de voies pour chacune. Ici, les voies pour tourner à gauche sont séparées des voies allant tout droit ou à droite, ces deux derniers mouvements étant confondus. Ce modèle possède l'avantage de pouvoir être adaptable à de nombreuses situations, mais est instinctivement limité de part la distinction des mouvements et voies.

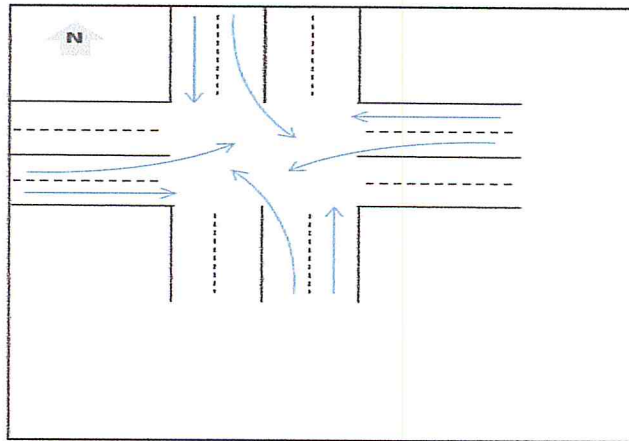


FIGURE 2.2 – Modèle de carrefour généralement utilisé dans la littérature :

Les ronds-Points :

Certains travaux abordent la gestion des ronds-points, en se basant sur les priorités existantes. Dans de nombreux pays, il est, par exemple, commun de donner la priorité aux usagers étant déjà à l'intérieur d'un rond-point. Dans [22], les auteurs utilisent la mécanique des fluides (à base de théorie des flots et de méthodes de gestion du trafic) afin d'étudier ce que pourrait donner une gestion des priorités différente. Ceci, en partant d'un rond-point à trois directions avec une seule voie, pour arriver à un modèle généralisé à N directions de K voies. Les auteurs incorporent également des feux de circulation, afin de mesurer les avantages et inconvénients procurés par l'utilisation de ces derniers (par rapport à leur premier modèle). Ce qui en ressort apparait comme une évidence : soit deux flots, chacun étant sur une voie respectivement au coeur du rond-point et sur les côtés, la priorité doit être donnée au flot de la plus grande importance afin d'obtenir une gestion optimale du trafic. Les feux quant à eux améliorent grandement la fluidité du trafic, mais uniquement en cas de débit suffisamment élevé. Dans

[21], les auteurs utilisent la théorie des files d'attente autour de quelques modèles afin de calculer le temps moyen d'attente des utilisateurs pour chaque intersection, avant d'entrer dans un rond-point : une file correspond ici à un ensemble de voitures sur une voie. Le calcul est effectué en fonction ou non de la présence d'un feu de circulation à chaque intersection : obtention d'une information à destination d'une éventuelle station de contrôle, de l'usager (PMV), pour le réglage des dits-feux. Dans [13], les auteurs souhaitent gérer les flux de circulation d'un rond-point à l'aide de feux tricolores installés à des endroits stratégiques : les points où le croisement entre deux ensembles de véhicules est possible. Afin d'être efficaces, les auteurs proposent de baser le timing des feux en fonction d'une base de données historique, afin d'identifier les heures de pointes, et désactiver toute signalisation le reste du temps. Enfin, citons [16], où les auteurs proposent d'analyser trois approches afin de fluidifier le trafic dans les ronds-points : avec des signaux de ralentissement à l'arrivée, avec des feux de circulation à l'arrivée, et avec des feux de circulation à la fois à l'arrivée mais également à l'intérieur du rond-point, lorsqu'un usager prend la voie de gauche. Il apparaît clair que la troisième méthode reste la plus efficace en cas de fort trafic, mais pas nécessairement dans les autres cas.



FIGURE 2.3 – Rond-Point :

Le stationnement :

La gestion du stationnement est également primordiale et a une incidence directe sur la fluidité du trafic : il paraît logique de dire que l'utilisation de la voiture en milieu urbain repose en partie sur le fait de savoir si oui ou non une place est disponible sur le lieu d'arrivée. Les STI vont aider à prendre des décisions, mais également informer les utilisateurs ou encore contrôler les véhicules.

- Exemple, des détecteurs peuvent être utilisés afin de détecter la présence d'un véhicule sur une place, et calculer sa durée de stationnement. Ceci a été constaté dans la ville d'Amiens via des stationnements "minute" : une borne est associée à une place, et dès lors qu'un véhicule s'y gare, un compte à rebours se déclenche pour une durée déterminée. Si cette durée est dépassée, les agents de la voie publique sont automatiquement prévenus.
- Nous pouvons également citer l'utilisation de panneaux à messages variables (PMV) pour les parkings, systèmes très répandus dans les grandes métropoles qui indiquent le nombre de places disponibles (ceci n'utilisant pas nécessaire-

ment des détecteurs, mais étant généralement calculé en fonction des entrées / sorties dans le parking en lui-même).

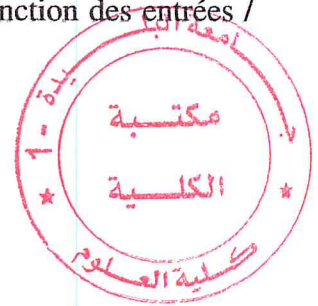


FIGURE 2.4 – Exemple de parking :

L'optimisation de trafic :

Dans [8], l'efficacité et l'optimisation du trafic peuvent être vue à partir de deux perspectives, le but globale des ITS c'est d'assurer la route et la fluidité ainsi que la minimisation des accidents par contre le but individuel des conducteurs c'est d'arrivé rapidement avec le moindre cout . Les auteurs ont proposés un algorithme de minimisation du temps de voyage qui utilise la mesure des noeuds capteur sur la route pour éstimer le temps de chaque voie et choisir celle qui est la plus rapide .

Collin et Muntean [10][9] ont proposés un projet sous le nom de "TraffCon" qui tentent d'optimiser l'efficacité du système globale plutôt que seulement aux exigences individuelles en optimisant l'utilisation de l'ensemble du réseau de la capacité routière par le biais pilotes routage, changement de voies, etc.

Ce but est atteint en utilisant une architecture client-serveur où le clients interagissent avec la partie serveur en utilisant WAVE (accès sans fil dans des véhicules environnements). Les véhicules équipés de GPS recueillir des informations de route nationale et le serveur prend des décisions à l'aide d'algorithmes d'optimisation (comme les algorithmes génétiques) pour être present par les clients grâce à des expositions ou audio médias . alors les clients ne prennent pas de decisions par eux-mêmes et le systeme guide-line respect le confort des pilotes . Les auteurs supposent que tous les véhicules sont équipés, qui n'est pas toujours vrai. Le but de Iftode et al. [19] dans leur

paradigme actif de hightway** est de s'assurer le temps de déplacement des conducteurs comme ce assuré par les trains et les compagnies aériennes.

Système d'aide à la conduite :

Les systèmes d'aide à la conduite sont l'une des solutions envisagées pour contourner les problèmes de congestion. Leur développement et leur instauration s'inscrivent dans le cadre d'une amélioration de la sécurité des usagers. Ces systèmes permettent d'une manière sûre et efficace de faire la coordination automatique des véhicules qui se suivent de très près les uns derrière les autres. Des études ont démontré dans PATH (Partners for Advanced Transit and Highways) qu'une utilisation des systèmes d'aide à la conduite avec une ligne dédiée peut doubler la capacité du nombre de voitures par heure, tout en augmentant également la sécurité. D'un autre côté, les systèmes d'aide à la conduite, qu'ils soient du type régulateurs de vitesse adaptatif (Adaptative Cruise Control (ACC)), ou du type train de voitures automatisées (« (automated highway system) », AHS) ; permettent tous aux véhicules de participer activement dans la tâche de conduite. Ainsi, chaque véhicule devient un collaborateur muni d'assistance de contrôle.

2.4 Synthèse :

Le tableau suivant présente un résumé des projets qui concernent la gestion du trafic routier avec leurs architectures et ses applications destinées selon la classification déjà vu plus haut .

Solution	Application	Architecture
W. Wei and Y.Zhang	Carrefour	VtoI
C.Lee	Carrefour	VtoI
J. Spall and D. Chin	Carrefour	VtoI
E. Bingham	Carrefour	VtoV
S. Takahashi, H. Nakamura, H. Kazama, and T. Fujikura	Optmisation de trafic	VtoI + VtoV

D'après [6] il y a trois classes principales qui sont "Smarts Cities " et "Trafic Management " et "Safety " au niveau de la deuxième classe les auteurs ont parlés que de trois problèmès qui sont "problème de parking et l'optimisation de trafic et le control de feux de la circulation " . Notre contribution dans cette classification réside dans le fait d'ajouter deux autre solutions qui sont "systemes d'aide à la conduite " et "la gestion des Ronds-Points" qui ont un grand impact sur la fluidité du trafic routier.

2.5 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté une classification des applications des STIs concernant la gestion de trafic routier et aussi nous avons synthétisé des projets déjà existants et leur architectures et ses applications dans un tableau récapitulatif . Dans le chapitre suivant nous allons proposer une solution pour rémedier au problèm de la congestion de trafic .

Chapitre 3

La détection de la congestion du trafic :

3.1 Introduction

La communication dans le domaine des systèmes de transport intelligents constitue un outil important permettant de remédier à la problématique de congestion, de sécurité et de pollution du transport routier. En effet, elle sert non seulement à établir, une interaction entre les véhicules se trouvant dans un certain rayon via l'établissement d'un médium de communication, mais elle permet également aux véhicules d'interagir avec les capteurs placés au bord de la route.

Ce chapitre est divisé en cinq sections principales dans la première section "Environnement" nous allons discuter du scénario en expliquant comment les capteurs seront placés. Dans la deuxième section "solution" nous y allons présenter notre proposition et expliquer comment on peut détecter la congestion et finalement nous concluons ce chapitre avec une conclusion récapitulative de ce qu'on a fait.

3.2 Environnement :

Le champ d'application des STI en milieu urbain est très large : en premier lieu, ces derniers agissent sur les intersections, les ronds-points , en se chargeant d'appliquer une stratégie de communication qui peut être soit entre véhicule à véhicule, infra-

structure à véhicule ou infrastructure à infrastructure. Cette stratégie va représenter un aspect essentiel dans la fluidité du trafic routier dans une ville. L'idée principale est de mettre des capteurs au bord de la route ainsi que dans les véhicules et aussi à l'aide des stations de traitements d'information "Access point " comme le montre la figure suivante .

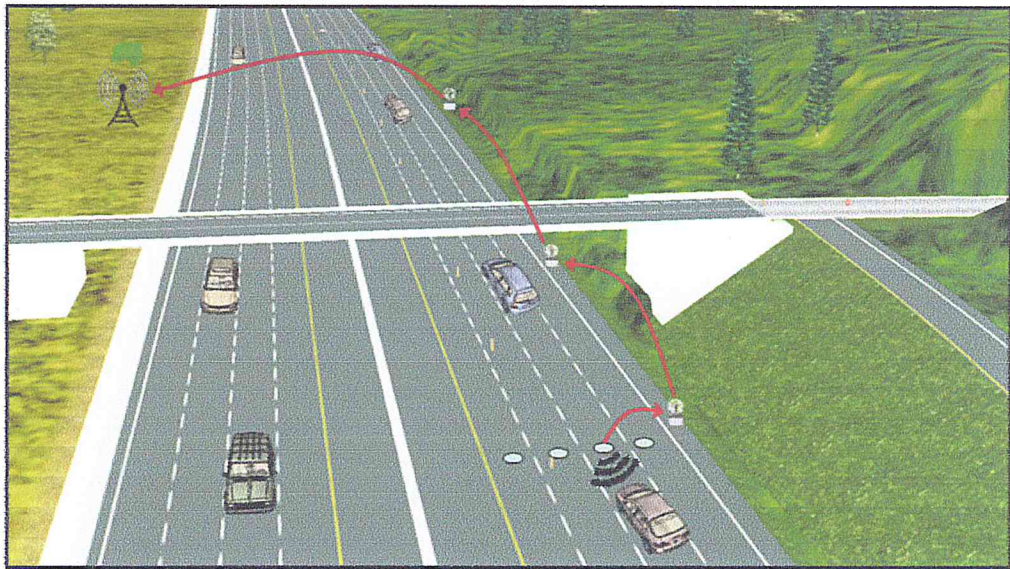


FIGURE 3.1 –

3.2.1 Véhicule à infrastructure :

Le principe est le suivant : nous avons une station de base qui couvre une zone bien définie dans laquelle des véhicules sont en circulation . Nous allons expliquer comment les informations sont traitées. Pour commencer, les véhicules qui se trouvent dans le champ de capture de la station de base vont envoyer des informations bien spécifiques à cette dernière comme la vitesse , les coordonnées , la position, le nombre des véhicules à proximité ..., ses informations seront traitées par la station pour connaître les endroits où il y a beaucoup de circulation , un accident , l'emplacement des véhicules ect... tout cela a pour but de gérer le trafic routier et le contrôler pour avoir une bonne fluidité dans la circulation et connaître le bon chemin à choisir pour les véhicules , ceci permet au conducteur d'anticiper l'encombrement et ainsi emprunter un chemin alternatif.

ci-dessous une image illustrative de mode V2I .

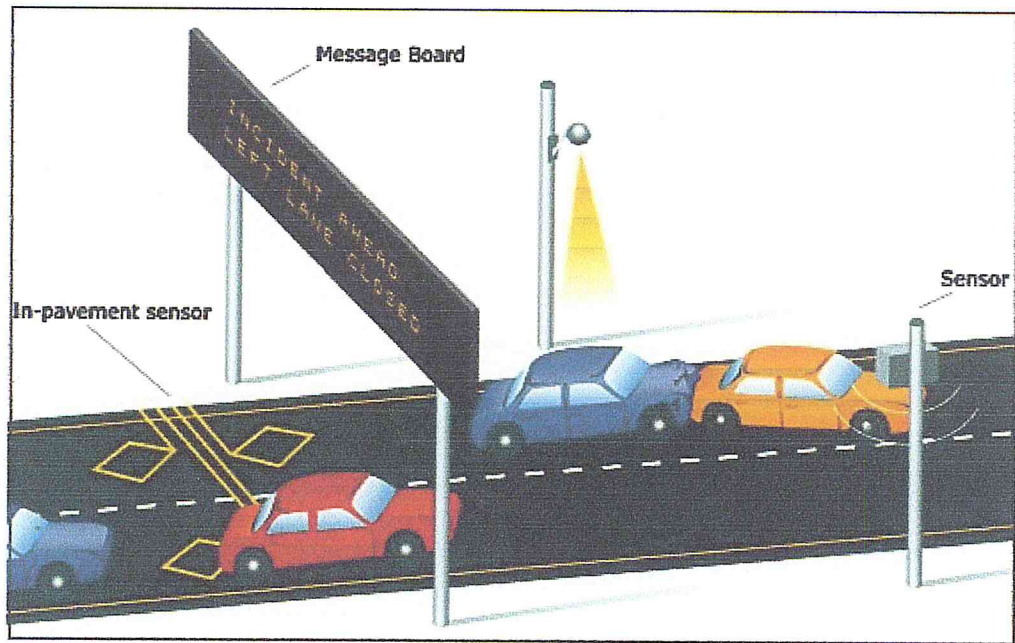


FIGURE 3.2 – Mode V to I

On peut résumer la procédure de communication "véhicule to infrastructure" par les différentes images suivantes :

1. Etape 1 : Les véhicules approchent de la zone de couverture du point d'accès, ils n'ont pas encore reçu ou envoyé des paquets depuis le point d'accès.

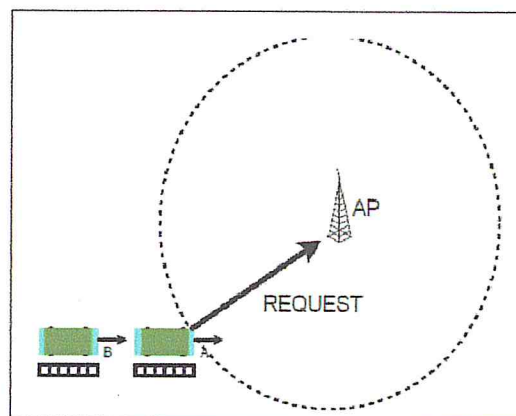


FIGURE 3.3 – Mode V to I -1-

- Etape 2 :Le premier véhicule est dans la zone de couverture du point d'accès ,il en communication VtoI avec le AP .

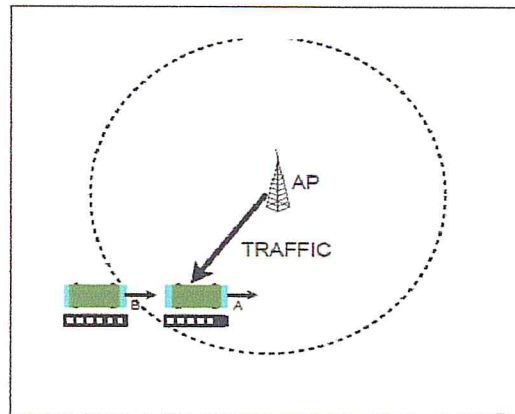


FIGURE 3.4 – Mode V to I -2-

- Etape 3 :Les deux véhicule sont dans la zone de couverture du AP ,en premier lieu le véhicule ont envoyer des information comme la vitesse ,positin au AP .Par contre le AP les renvoie des informtion de trafic ,le véhicule sont en mode overhear .

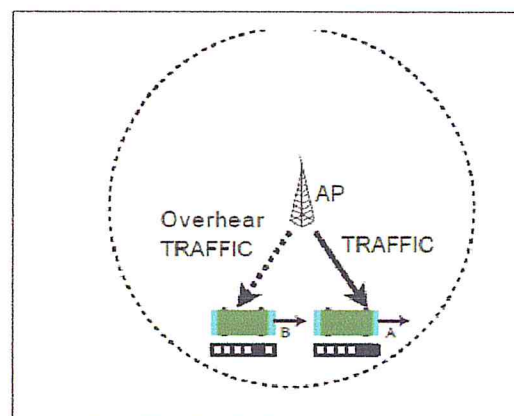


FIGURE 3.5 – Mode V to I -3-

4. Etape 4 :Le premier sort de la zone de couverture du AP .

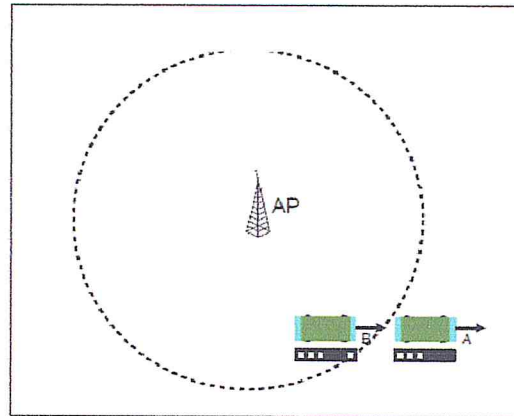


FIGURE 3.6 – Mode V to I-4-

5. Etape 5 :Dans le dernier étapee les véhicules ont sorti de la zone de couvertue du AP en tenant des information sur le trafic .

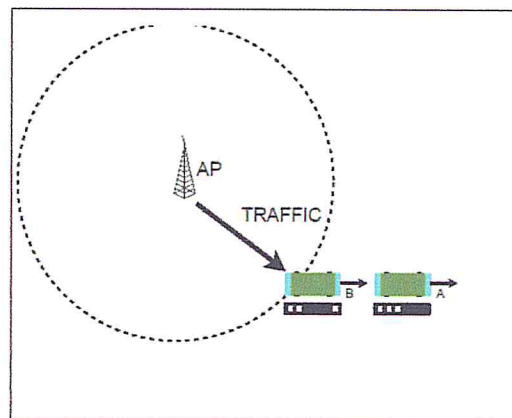


FIGURE 3.7 – Mode V to I-5-

3.2.2 Véhicule à véhicule :

L'idée de base dans la phase de partage d'information en V2V est que le véhicule obtient les paquets manquants à partir des autres véhicules .L'état de couverture de véhicule signifie que le véhicule est encore près de la zone de couverture du point d'accès,cela est introduit afin de ne pas générer la phase de téléchargement des autres véhicules.Si le véhicule n'a reçu aucun message de trafic après le trafic-timeout(signifie un intervalle de temps),il passe à l'état de couverture.Ou s'il capture n'importe quel message de trafic il passe aussi à l'état de couverture .Après que le véhicule n'a reçu

ou entendu aucun paquet après adver timeout en état de couverture ,il commence enfin la phase de partage de l'information en V2V .

Dans la phase de partage en V2V,les véhicules annoncent le paquet reçu en envoyant le message de broadcast ADVER(un message de diffusion pour savoir les voisins) .Le message ADVER est envoyé pour un seul saut en avant et en arrière .Après avoir reçu le message ADVER,les autres véhicules peuvent envoyer en retour le message CTS(message indiquant les paquets necessaire) a propos des paquets dont ils ont besoin.L'expediteur de message ADVER décide a quel destinataire(FORWARDER) le message de transfert va être envoyer .Le message de transfert contient les données de payload . Le FORWARDER est le véhicule qui demande le paquet et aussi c'est le véhicule le plus loin de la source donc l'information doit être destribuer le plus vite possible .Si tous les véhicules prennent le contenu ou le groupe rencontre le prochain AP, alors la phase de partage d'information de V2V et terminé .

La communication véhicule to véhicule peut être résumer par les images suivantes :

1. Etape 1 : Le véhicules reçoivent inforamtinos de trafic via le AP .

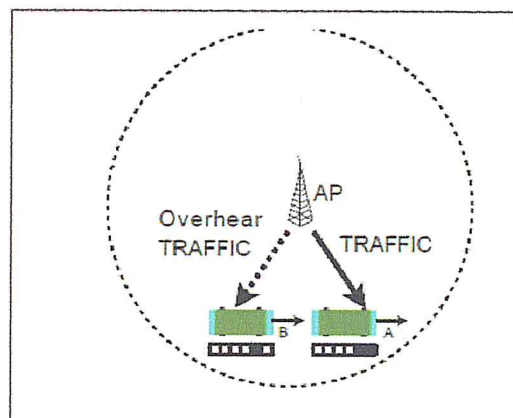


FIGURE 3.8 – Mode V to V

- Etape 2 : Le véhicule en train d'envoyer le message adver au véhicule qui est en avant et celui en arrière.

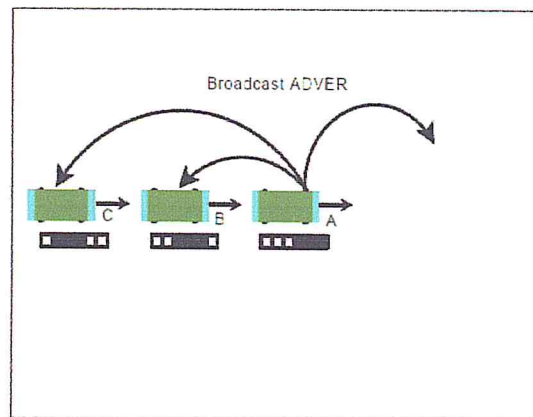


FIGURE 3.9 – Mode V to V

- Etape 3 : Après avoir recevoir le message adver par les autres véhicule ,ils envoient en revanche un message d'acquittement CTS au véhicule A en indiquant les paquets dont ils ont besoin .

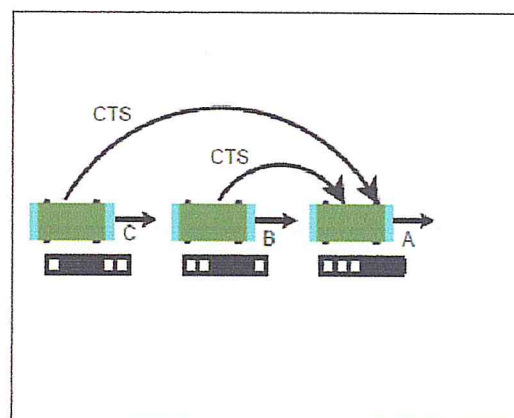


FIGURE 3.10 – Mode V to V

4. Etape 4 :Le véhicue A envoie les paquets demandés par les autre véhicules ,et envoie un message dite message de transfert contient les données de payload au véhicule le plus loin de ceci(FORWARDER) .

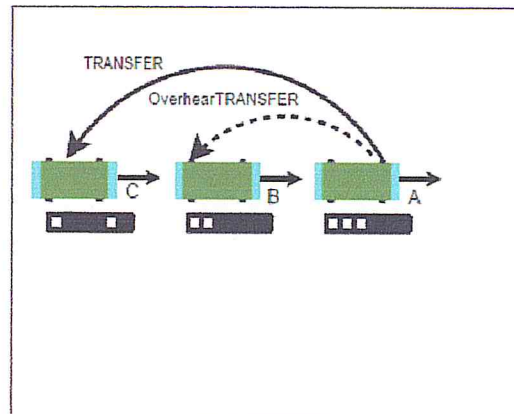


FIGURE 3.11 – Mode V to V

3.2.3 Hypothèses :

- Les véhicules qui sont dans la zone de couverture d'un capteur i reçoivent les paquets envoyés par ce capteur .
- Tout les nœuds fonctionnent en mode Overhear ca veut qu'en se basant sur l'écoute.
- Un véhicule équipé d'un capteur ou un GPS n'est pas toujours verifié .

3.3 Solution proposée :

3.3.1 Architecture globale :

Le schéma suivant présente l'architecture globale du système

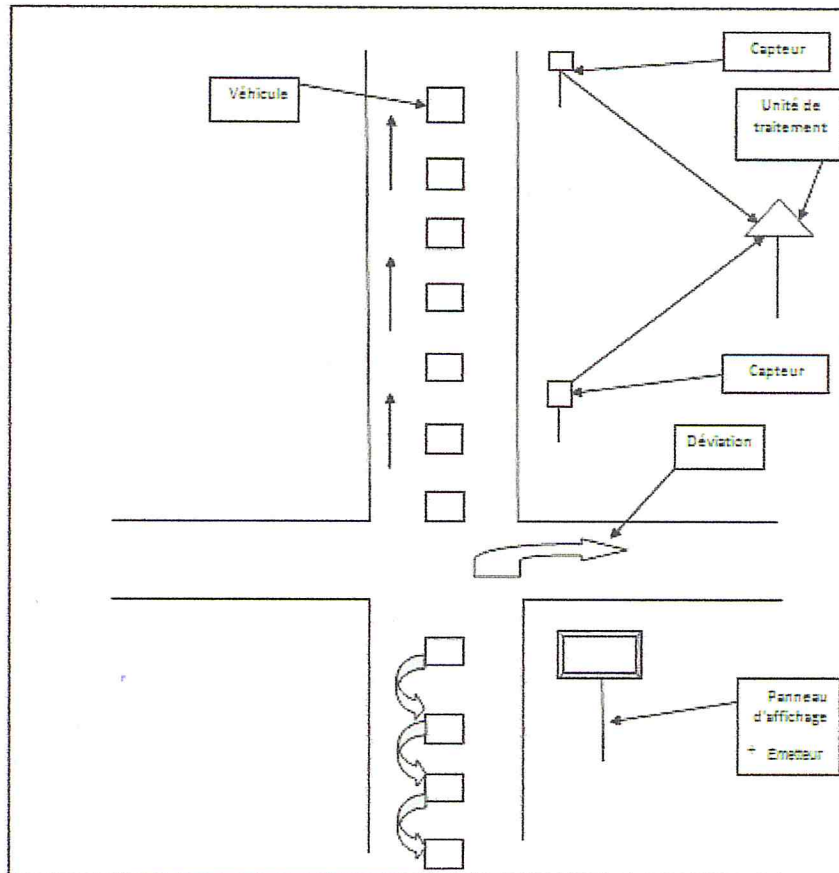


FIGURE 3.12 – Architecture globale du système

Notre solution consiste a deployer deux capteurs au bord de la route ,ces deux capteurs sont placés sur un seul coté de la route ,avec une distance de séparation de 100 mètres comme l'indique l'image précédente ,et aussi on y intègre des cartes de traitement .

Diagramme de classe : Ce diagramme fournie une représentation abstraite des objets qui compose notre système .

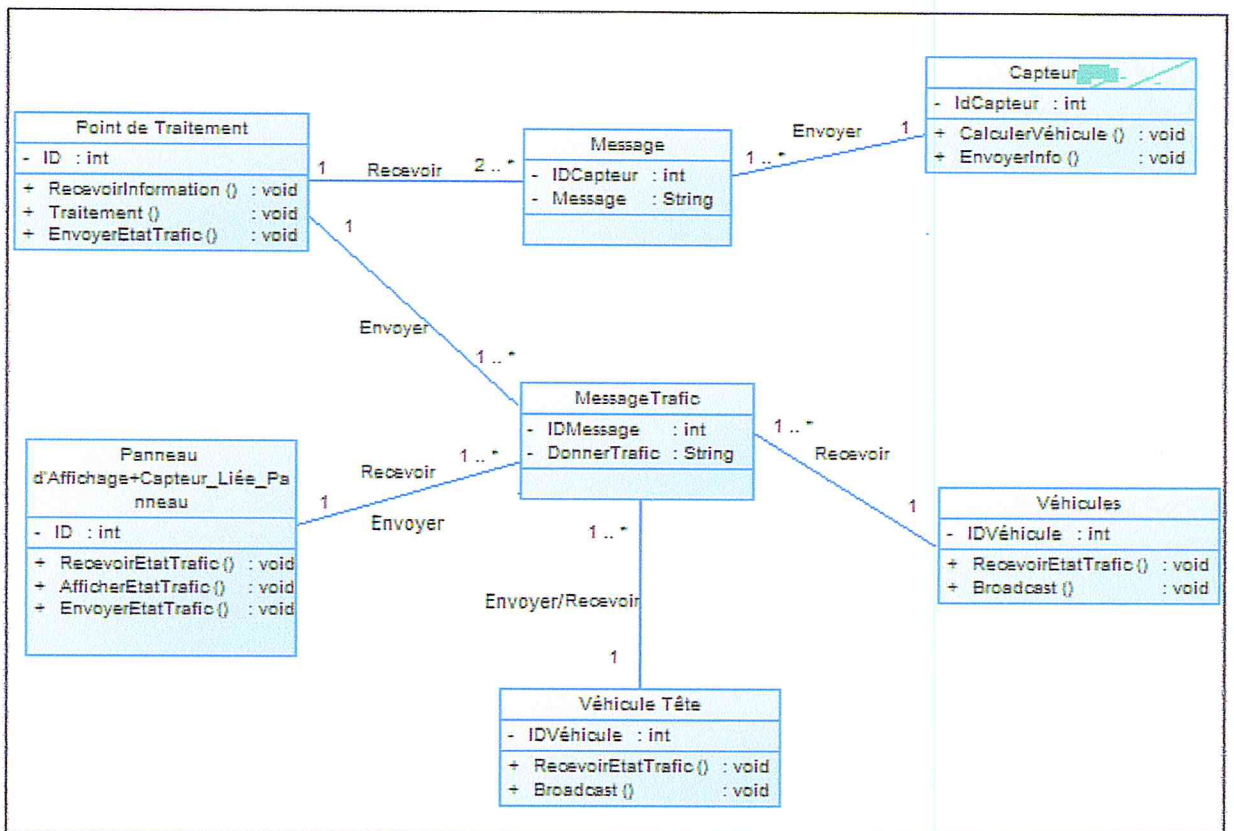


FIGURE 3.13 – Diagramme de classe du système

Diagramme de cas d'utilisation : Ce diagramme permet de fournir une vue globale des besoins de chaque acteurs du système .

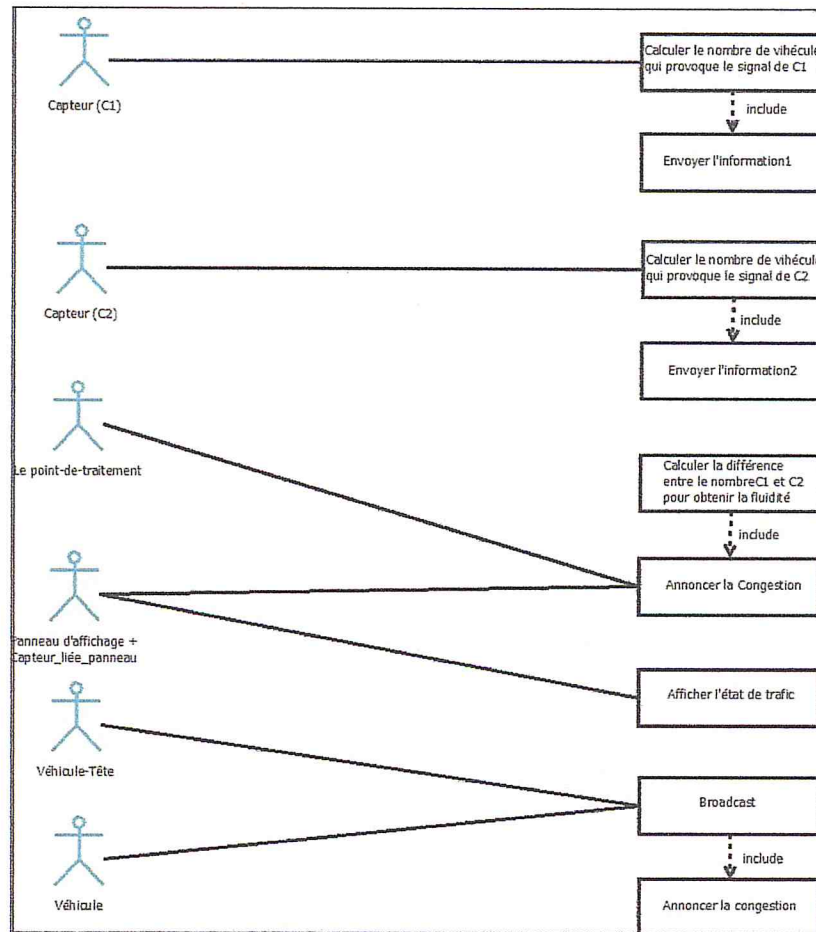


FIGURE 3.14 – Diagramme de cas d'utilisation

Diagramme de séquences :

Ce diagramme décrit le comportement interne des différents acteurs du système .

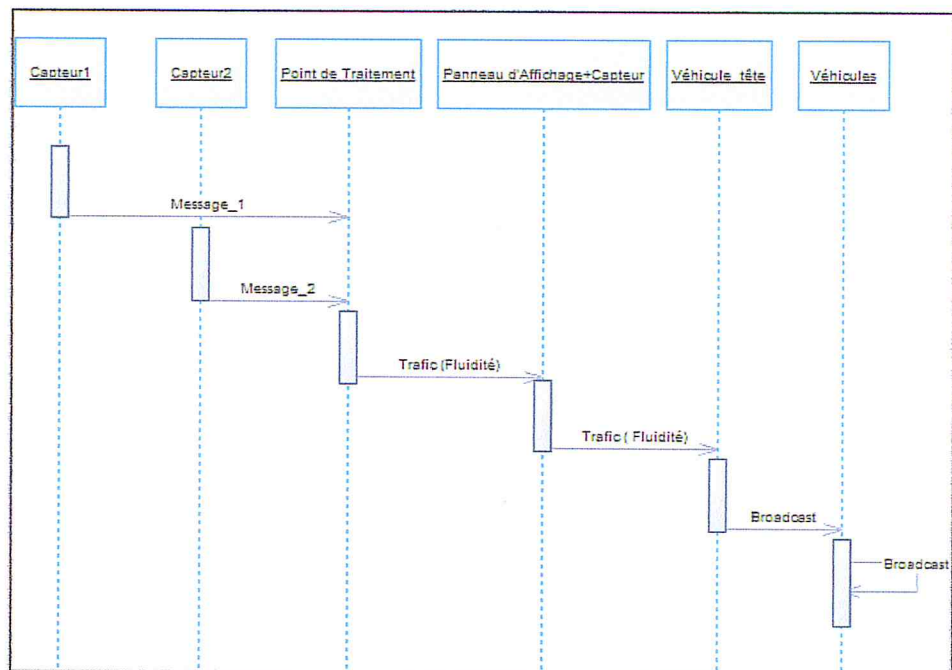


FIGURE 3.15 – Diagramme de séquence

Le fonctionnement du capteur (C1,C2) : Son principe de fonctionnement repose sur l'envoi des signaux , l'émetteur et le récepteur sont situés dans le même boîtier. L'émetteur envoie un train d'ondes qui va se réfléchir sur l'objet à détecter et ensuite revenir à la source. Le temps mis pour parcourir un aller-retour permet de déterminer la distance de l'objet par rapport à la source par exemple :Les capteurs Ultrason.

On peut citer deux cas de fonctionnement du capteur :

Cas1 : L'absence d'un obstacle :

-A Chaque intervalle de temps le capteur envoie continuellement un signal et calcule la distance entre lui et le premier objet trouvé s'il trouve la distance supposée être trouvée on déduit qu'il n'y a pas de véhicule en train de passer .

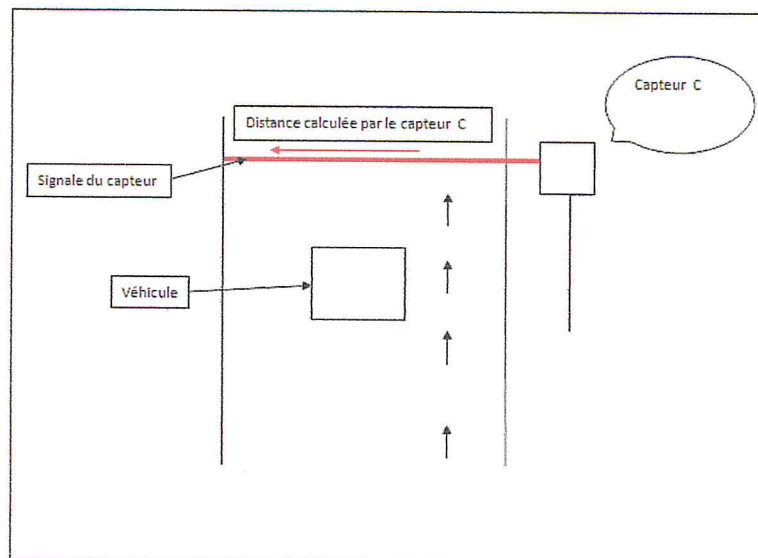


FIGURE 3.16 – Fonctionnement de capteur cas1

Cas2 : Présence d'un obstacle :

-S'il y a un obstacle (véhicule) qui bloque le signale envoyé par le capteur donc ce dernier trouve une distance différente de celle qu'il doit trouver ,alors on déduit qu'un véhicule est en train de passer .

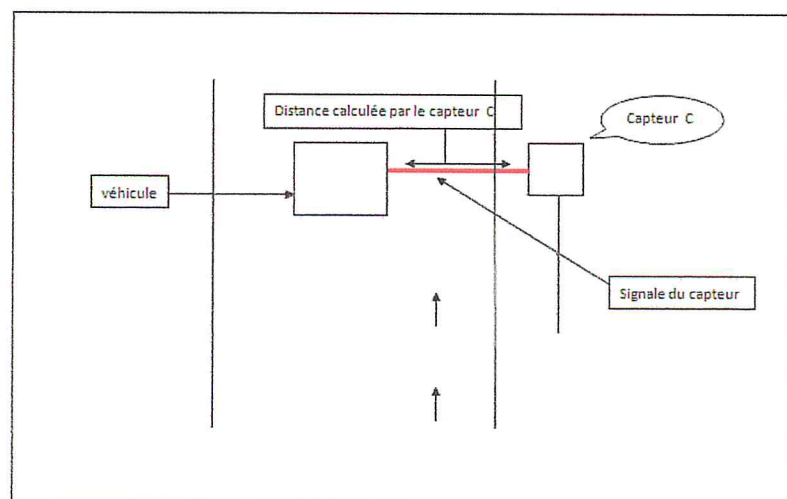


FIGURE 3.17 – Fonctionnement de capteur cas2

Fonctionnement de la carte de traitement d'information : Le but d'utiliser la carte de traitement c'est de traiter les données envoyées par les capteurs ,pour enfin pouvoir calculer le nombre de véhicule passant par la route pendant une certaine per-

pour faire ça le capteur C1 compte le nombre de véhicules passés et l'envoie à l'unité de traitement, également le capteur C2 fait la même chose, donc l'unité de traitement n'a qu'à vérifier les informations reçues en comparant le nombre de véhicules passants par le capteur C1 et ceux passant par C2.

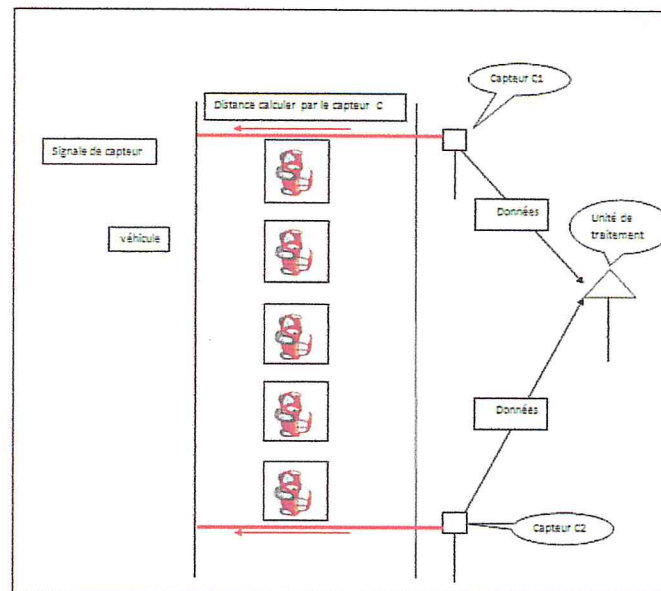


FIGURE 3.18 – Fonctionnement de l'unité de traitement

Panneau d'affichage : Les panneaux d'affichage sont des dispositifs équipés par des émetteurs/recepteurs pour afficher s'il y a une congestion ou pas, dans le cas de détection d'une congestion il fait une diffusion pour en annoncer sa présence. Donc les véhicules qui reçoivent ce message, eux-mêmes il le rediffusent pour que les autres véhicules puissent prendre d'autres chemins.

3.3.2 Mécanisme de détection :

Dans cette section nous allons expliquer comment notre système va détecter s'il y a une congestion ou pas, avant ça certaines notions doivent être décrites.

- **Seuil de la fluidité de la route :** Désigne le nombre de véhicules passant dans un intervalle de temps T dans le cas normal (pas de congestion) par exemple 100 véhicules par minute, cela doit être fixé au préalable.

- **La Fluidité de route (nombre de véhicule / temps)** : la fluidité de la route est calculé par le nombre de véhicule passant dans un intervalle de temps T .Dans cet intervalle de temps T ,chaque changement designe qu'un véhicule est passé .

Algorithme de détection :

Notre algorithme passe par plusieurs étapes :

Algorithme Détection de la congestion :

Nous avons divisé notre algorithme en cinq sous algorithme pour faciliter sa compréhension

1. Algorithme capteur C1 .
2. Algorithme capteur C2 .
3. Algorithme Unité de traitement d'information .
4. Algorithme Panneau d'affichage .
5. Algorithme Véhicule .

Algorithme capteur C1 :

En premier lieu on fixe un intervalle de temps "temp =240 secondes" dans lequel le capteur C1 va calculer la distance "distanceMoment" .Ensuit il la vérifie avec celle qui'il est programmé avec "distance" s'il trouve que "distanceMoment" est inferieure a "distance" alors il incremente "nbreVéhiculeC1" . Lorsque l'intervalle "temp" est terminé le capteur C1 envoie cette information à l'unité de traitement "envoyer(message1(nbreVéhiculeC1

Algorithm 1 : Pseudo code de capteur C1 :

```

Debut
variable
entier distance,nbreVéhiculeC1,distanceMomentPrecedant,i,Temp,distanceMoment;
distance=6 ; nbreVéhiculeC1=0 ; distanceMoment=0 ;Temp=240 seconde ;
Debut
pour (i=0 jusqu'a Temp)
Debut
lire(distanceMoment) ;
si(distanceMomentPrecedant !=distanceMoment)
Debut
si(distanceMoment<distance)
nbreVéhiculeC1=nbreVéhiculeC1+1 ;
fin si ;
fin si ;
distanceMomentPrecedant :=distanceMoment ;
envoyer(message1(nbreVéhiculeC1));
fin.

```

Algorithme Capteur C2 :

Le fonctionnement du capteur C2 est le même avec celui de C1

Algorithme point de traitement :

Pour l'algorithme de point de traitement ,l'unité de traitement reçoit deux informations depuis les capteurs C1 et C2 par le biais des deux fonctions "message1(nbreVéhiculeC1)" et "message2(nbreVéhiculeC2)". Ensuite elle exécute la soustraction entre les nombres de véhicule entrants par C2 et ceux sortants par C1 " nbreVéhiculeC2 - nbreVéhiculeC1". De là elle déduit la présence d'une congestion ou pas, à la fin elle envoie l'état de trafic au panneau d'affichage à l'aide de la fonction "envoyer(congestion,fluidité)" qui contient deux paramètres qui sont la congestion et la fluidité de route .

Algorithm 2 : Pseudo code de capteur C2 :

```

Debut
variable
entier distance,nbreVéhiculeC2,distanceMomentPrecedant,i,Temp,distanceMoment ;
distance=6m ; nbreVéhiculeC2=0 ; distanceMomentPrecedant=0 ; i=0 ; Temp=240 secondes ;
Debut
pour (i=0 jusqu' a Temp)
Debut
lire(distanceMoment) ;
si(distanceMomentPrecedant !=distanceMoment)
Debut
si(distanceMoment<distance)
nbreVéhiculeC2=nbreVéhiculeC2+1 ;
fin si ;
fin si ;
distanceMomentPrecedant :=distanceMoment ;
envoyer(message2(nbreVéhiculeC2)) ;
fin.

```

Algorithm 3 : Pseudo code de point de traitement :

```

Debut
Varibale
entier nbreVéhiculeC1,nbreVéhiculeC2,nbreVéhicule,fluidité,T ;
booléen congestion ;
fluidité =0 ;
Debut
nbreVéhiculeC1=message1(nbreVéhiculeC1) ;
nbreVéhiculeC2=message2(nbreVéhiculeC2)) ;
nbreVéhicule = nbreVéhiculeC2 - nbreVéhiculeC1 ;
si(nbreVéhicule==0)
Debut
congestion=false ;
fluidité= nbreVéhiculeC1 /T ;
sinon
congestion=true ;
fluidité=nbreVéhiculeC1 /T ;
fin si ;
envoyer(Trafic1 (congestion,fluidité)) ;
fin.

```

Algorithme panneau d'affichage : Son role est de recevoir et diffuser l'information reçue ,

Algorithm 4 : Pseudo code de panneau d'affichage :

```
Debut
Variable
booléen congestion ;
entier fluidité ;
Debut
congestion = Trafic-1(congestion) ;
fluidité = Trafic-2(fluidité) ;
afficher(congestion) ;
afficher(fluidité) ;
envoyer(Alarme(congestion,fluidité)) ;
fin.
```

Algorithme véhicule :

L'algorithme véhicule est très simple ,il utilise seulement deux fonction ,la fonction "recevoir(Alarme(congestion,fluidité))" qui indique la présence d'une congestion ,et la fonction "diffusion(Alarme(congestion,fluidité))" pour passer l'information aux autres véhicules .

Algorithm 5 : Pseudo code de point de traitement :

```
Debut
recevoir(Alarme(congestion,fluid)) ;
diffusion(Alarme(congestion,fluid)) ;
fin.
```

3.4 Conclusion :

Nous avons débuté ce chapitre avec une présentation des type de communication possibles qui sont "véhicule to infrastructure" "véhicule to véhicule " et "infrastructure to infrastrcture "

Dans ce chapitre nous avons aussi présenter notre solution proposée qui se compose de deux sections principales :la section environnement dans laquelle nous avons présenté les quatres éléments principaux du système qui sont "les capteurs " "l'unité de traitement " le panneau d'affichage " et "les véhicule" et expliqué le fonctionnement de chaque élément .

Dans la deuxième section intitulée "mécanisme de détection " nous avons expliqué quelques notions qui vont être utilisées dans l'algorithme de détection de l'encombrement comme la fluidité de route . Ensuite nous avons présenté et expliqué notre algorithme de détection de congestion qui est devisé en cinq sous-algorithmes qui sont l'algorithme pour pour le capteur C1 ,capteur C2 , l'unité de traitement ,panneau d'affichage et les véhicules .

Dans le chapitre suivant "simulation et résultats " nous allons faire une simulation de plusieurs scénarios possibles en utilisant certains outils ,ensuite nous discuterons les resultats obtenus .

Chapitre 4

Simulation et résultats :

4.1 Introduction :

La communication dans le domaine des systèmes de transport intelligents constitue un outil important permettant de remédier la problématique de congestion, de sécurité et de pollution du transport routier. En effet, elle sert non seulement à établir, une interaction entre les véhicules se trouvant dans un certain rayon via l'établissement d'un médium de communication, mais elle permet également aux véhicules d'interagir avec les capteurs placés au bord de la route. En communication et recherche de réseaux informatiques, un simulateur de réseau est un morceau de logiciel ou de matériel qui prédit le comportement d'un réseau, tel que NS, OPNET, NetSim. . .

4.2 Intégration de simulateur de véhicule et ns2 :

L'inconvénient d'un simulateur de véhicule autonome est que nous avons pour générer un fichier de trace statique avant que nous puissions exécuter la simulation de VANET ns2. Afin d'obtenir des données de suivi , nous avons besoin d'une intégration entre le simulateur automobile et NS2. Dans le travail, nous intégrons SUMO, un simulateur de véhicule open-source, avec NS2.

4.2.1 Network simulator 2(ns2) :

NS ou le simulateur de réseau (également populairement appelé ns-2) est un simulateur de réseau à événements discrets. Il est populaire dans le milieu universitaire pour son extensibilité (en raison de son modèle open source) et de la documentation en ligne abondante. ns est couramment utilisée dans la simulation des protocoles de routage multicast, entre autres, et est largement utilisé dans la recherche de réseaux ad-hoc. NS soutient un éventail de protocoles de réseau populaires, offrant des résultats de simulation pour les réseaux filaires et sans fil de même. Il peut également être utilisé en tant que fonctionnalité limitée réseau émulateur. NS est autorisé pour une utilisation sous la version 2 de la GNU General Public License.

Conception de NS-2 :

Il se compose d'une interface de programmation en Tcl et d'un noyau écrit en C++ dans lequel la plupart des protocoles réseaux ont été implémentés :

- Couche MAC : CSMA, CDMA, 802.X, TokenRing, MPLS
- Couche Réseau : routage dans les réseaux AdHoc (AODV, DSR, DSDV, TORA, AMODV), routage dans les réseaux filaires (Link State, Distance Vector), les réseaux multicast, IntServ, DiffServ.
- Couche Transport : TCP, UDP

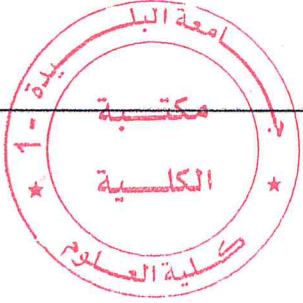
NS2 est basé sur le langage Tcl "Tool Command Language", qui est un langage de commande interprété, multiplateforme, puissant, conçu pour être facilement étendu ou inclus dans une application (C, C++).

TCL permet la définition des procédures, de variables globales, locales, ou dont la portée peut être accessible, il permet aussi le traitement des exceptions, la redéfinition (dynamique) des commandes, sa syntaxe est tirée à la fois du SHELL, du C et du LISP.

Il y a deux principales façons de se servir de Tcl : comme un langage autonome interprété ou comme une interface applicative d'un programme classique écrit en C ou C++. En pratique, l'interpréteur Tcl se présente sous la forme d'une bibliothèque de procédures C qui peut être facilement incorporée dans une application. Cette application peut alors utiliser les fonctions standards du langage Tcl mais également ajouter des commandes à l'interpréteur.

Construire une application avec un interpréteur Tcl revient à inclure une bibliothèque Tcl qui définit les commandes de bases de Tcl dans l'application. Comme nous l'avons dit, l'interpréteur effectue l'analyse syntaxique et appelle la fonction C correspondant à la commande Tcl. Ajouter une commande Tcl consiste à établir un lien entre un mot et une fonction C. Le mot sera le nom de la commande Tcl. La fonction C est définie dans le code source de l'application. Au démarrage, l'application procède dans son `main()` aux initialisations nécessaires et passe la main à l'interpréteur. L'application passe en mode interactif : à chaque commande tapée par l'utilisateur, la fonction C correspondante est appelée afin de réaliser la commande demandée.

Voici un exemple de fichier Tcl présentant un scénario de base :



```

# création d'un simulateur
set ns [new Simulator]
# création du fichier de trace utilisé par le visualisateur
# et indication à ns de l'utiliser
set nf [open out.nam w]
$ns namtrace-all $nf
# lorsque la simulation sera terminée, cette procédure est appelée
# pour lancer automatiquement le visualisateur
proc finish {} {
global ns nf
$ns flush-trace
close $nf
exec nam out.nam &
exit 0
}
# création de deux noeuds
UPMC - LIP6 Manuel NS
Réseaux et Performances
Le Mercredi 15 Septembre 1999 - 9 -
set n0 [$ns node]
set n1 [$ns node]
# création d'une ligne de communication full duplex
# entre les noeuds n0 et n1
$ns duplex-link $n0 $n1 1Mb 10ms DropTail
# création d'un agent générateur de paquets à vitesse constante
# paquets de 500 octets, générés toutes les 5 ms
# implantation de cet agent dans le noeud n0
set cbro [new Agent/CBR]

```

FIGURE 4.1 – Exemple fichier TCL

4.2.2 SUMO vue ensemble :

Pour exécuter une simulation en SUMO, les fichiers d'entrée sont nécessaires. Tous les fichiers SUMO entrée sont au format XML, de sorte qu'ils sont à la fois lisible par l'humain et par la machine. Ce qui suit décrit les fichiers qui sont nécessaires pour une simulation et comment l'information peut être obtenu et livré à SUMO.

Réseau routier (road network) :

Pour mettre en place le réseau routier, un fichier de réseau est nécessaire. Ce fichier contient des jonctions, des liens, les ruelles, les connexions et les feux de circulation. Comme ceci est un jeu de données très complexe, les fichiers du réseau ne sont pas

destinés à être construit par l'utilisateur. Au lieu de cela, un outil appelé netconvert est fourni pour le fichier du réseau à partir d'un certain nombre de fichiers d'entrée. Les fichiers d'entrée les plus importantes sont les suivantes :

1. Fichier de noeuds :Ce fichier contient les information sur les jonctions ,leurs positions dans la grille et leur type. Par exemple :

```
<nodes>
```

```
<node id ="beg" x="0" y="-200" type="priority" />
```

```
<node id ="end" x="0" y="200" type="priority" />
```

```
<node id ="absEnd" x="0" y="400" type="priority" />
```

```
</nodes>
```

2. Fichier Edge :Dans ce fichier tous les données sur les liens et les voies sont stockées :la position (soit sous forme de coordonnées ou une paire de noeuds), le nombre de voies, la vitesse maximale, la priorité pour les jonctions non réglementés, longueur et un ensemble de coordonnées pour décrire leur façonner. En outre, les types de véhicules qui sont autorisés ou interdits sur les voies spécifiques sont stockés dans ce fichier. Par exemple :

```
<edges>
```

```
<edges id ="middle" fromnode="beg" tonode="end" nolanes="1" speed="36" />
```

```
<edges id ="end" fromnode="end" tonode="absEnd" nolanes="1" speed="36" />
```

```
</edges>
```

3. Fichier de connexion(connection file) : Dans ce fichier sont stockées les informations spécifiques sur les virages permis , à savoir quel lien connecte à quel lien ou sur un niveau plus détaillé la voie sur laquelle se connecte à quelle voie. Ce fichier est facultative. Si non fourni, le système se connectera voies entre les segments de route adjacents d'une manière par défaut.

Toutes ces informations constitue le réseau routier nu. Ces données peuvent être récupérés à partir du modèle de données, puis transformées en format XML nécessaire. Puis le netconvert est appelée avec ces fichiers comme entrée pour générer le fichier de réseau. Par exemple :

```
netconvert xml-node-files=hello.nod.xml xml-edge-files=hello.edg.xml output-file=hello.net.xml
```

Autres informations concernant le réseau routier ne fait pas partie du fichier de réseau lui-même, mais il est stocké dans des fichiers dits supplémentaires. Des fichiers supplémentaires contiennent des informations sur :

1. Programmes de feux de signalisation :Une représentation de cycles de changement des feux des circulation sur certains feux de circulation
2. Panneaux de vitesse variables : Elles permettent l'adaptation de la vitesse maximale sur une voie. Ceci peut être utilisé pour simuler des scénarios routiers blocage. Lors du réglage de la vitesse maximale à 0, ce qui bloque la voie parce que les véhicules du modèle se conforment strictement aux limites de vitesse.
3. Arrêts de bus : La position et la longueur des arrêts de bus sont également deffined dans des fichiers supplémentaires.

La demande de traffic :

La demande de trafic et les données d'itinéraires sont défini conjointement avec les données de type de véhicule dans un fichier nommé fichier de routage .Ce fichier les données de type de véhicule ,et voies de circulation et la demande de trafic .Comme

cela est également un très complexes fichiers réseau du jeu de données ne sont pas destinés à être construit par l'utilisateur. Au lieu de cela un outil fourni appelé netconvert qui génère le fichier du réseau à partir d'un certain nombre de fichiers d'entrée. Les fichiers d'entrée sont les suivants :

1. Fichier de réseau routier :ce fichier est généré par certains fichiers d'entrés .
2. Fichier de flux :flux de trafic contient des informations comme le volume de trafic a partir certains points de départ dans des periodes specifiques .Exemple :

```
<flowdefs>
```

```
<flow id="0" from="middle" begin="0" end="1000" no="100" />
```

```
</flowdefs>
```

3. Turns :décrire la destribution de mouvement de véhicule d'un bord(edge) a un autre .

```
<turns>
```

```
<interval begin ="0" end="1000" >// <fromedge id="middle" >// <toedge id="end"
probability="1" >// </fromedge>// </interval>// </turns>////
```

Ensuite JTRROUTER est appelé pour générer le fichier de routage ./ Jtrrouter -net-file=tri.net.xml -flow-definition=tri.flows.xml -turn-definition=tri-turn.xml -output-file=tri.rou.xml

4.2.3 Intégration de SUMO et ns2 :

Approches d'intgrations :

Comme SUMO et ns2 sont deux processus différents, donc la communication entre eux se trouve dans la catégorie de la communication inter-processus. Revoyons ces méthodes pour voir leurs limites.

1. **Fichier (file)** : En utilisant cette approche, SUMO écrit l'état du réseau à un moment donné dans le fichier, puis NS2 est informé que l'écriture est déjà fait, ns2 produit à lire informations du fichier. Cette approche implique au moins deux IO, premier IO est que SUMO écrire toutes les infos dans un fichier, puis ns2 lire ces infos retour à la mémoire. Si nous avons un grand réseau routier, cette approche pourrait encourir de pénalité de performance. En outre, il ya une surcharge de communiquer l'état de fichier, que ce soit en lecture ou d'écriture fait.

2. **Signal** : Un signal est une forme limitée de communication inter-processus utilisé sous Unix ,et d'autres systèmes d'exploitation compatibles avec POSIX. Essentiellement, il est une notification asynchrone envoyé à un processus afin de l'informer d'un événement qui a eu lieu. Dans cet exemple, SUMO envoie un signal à ns2, qui a précédemment enregistré un gestionnaire de signaux, cette routine est exécutée. Nous ne pouvons pas utiliser cette méthode pour communiquer indépendamment les mouvements des véhicules entre SUMO et NS2, puisque le signal est juste une notification.

3. **Socket** : La plupart des communications inter-processus utilise le modèle client-serveur.Ces termes se réfèrent aux deux procédés qui seront se communiquer les uns avec les autres.L'un des deux processus, le client se connecte à l'autre processus, le serveur, typiquement pour faire une demande d'informations. Nous pouvons concevoir NS2 pour être le serveur et SUMO le client.NS2 faire une demande pour les prochains mouvements de tous les véhicules sur chaque étape de la simulation. Ce sont les routines standard pour établir SUMO et ns2 communications.

Sur le coté SUMO :

- (a) Créer une socket avec l'appel système `socket()` .
- (b) Connecter le socket à l'adresse de ns2 en utilisant l'appel système `connect()`
- (c) Envoyer et recevoir des données. Il ya un certain nombre de façons de le

faire, mais le plus simple est d'utiliser le `read ()` et `write ()` du système.

Sur le coté de ns2 :

- (a) Créer une socket avec l'appel système `socket()`
- (b) Lier le socket à une adresse en utilisant l'appel système `bind()`.
- (c) Ecouter les connexions avec l'appel système `listen()`.
- (d) Accepter la connexion avec `accept()`.
- (e) Envoyer et recevoir les données .

Comme nous pouvons le voir ici , il ya beaucoup de travail impliquant l'établissement de communication. Pour chaque simulateur de trafic qui veut être intégré avec ns2 . ils doivent avoir l'établissement routine prête. Pendant l'intégration, nous devons tester les connexions entre le côté client (SUMO) et côté serveur (ns2).

4. Mémoire partagée(shared memory) :

Mémoire partagée est un moyen efficace de transmettre des données entre les programmes. Un programme créera une partie de mémoire que d'autres processus (si autorisé) peuvent accéder. La mémoire partagée est une autre méthode de communication interprocessus (IPC) dans lequel deux ou plusieurs processus partagent un seul morceau de la mémoire de communiquer. Il y a surcharge pour gérer la mémoire partagée à la fois par SUMO et NS2, en outre, il ya la limitation sur la taille de la mémoire de l'action, la documentation en ligne indique la limite est de 4 Mo.

- 5. File d'attente :** les files d'attente de message fournissent un protocole de communication asynchrone, ce qui signifie que l'expéditeur et le destinataire du message ne nécessitent pas d'interagir avec la file d'attente de messages en même temps. Les messages placés sur la file d'attente sont stockés jusqu'à ce que le destinataire les récupère. Cette méthode ne rentre pas dans le besoin de communication en temps réel entre SUMO et NS2.

4.3 Simulation :

Avant de présenter les scénarios on aimerai illustrer les types de communication possibles dans notre système (VtoI ,VtoV , ItoI) .

1. Véhicule avec infrastructure :

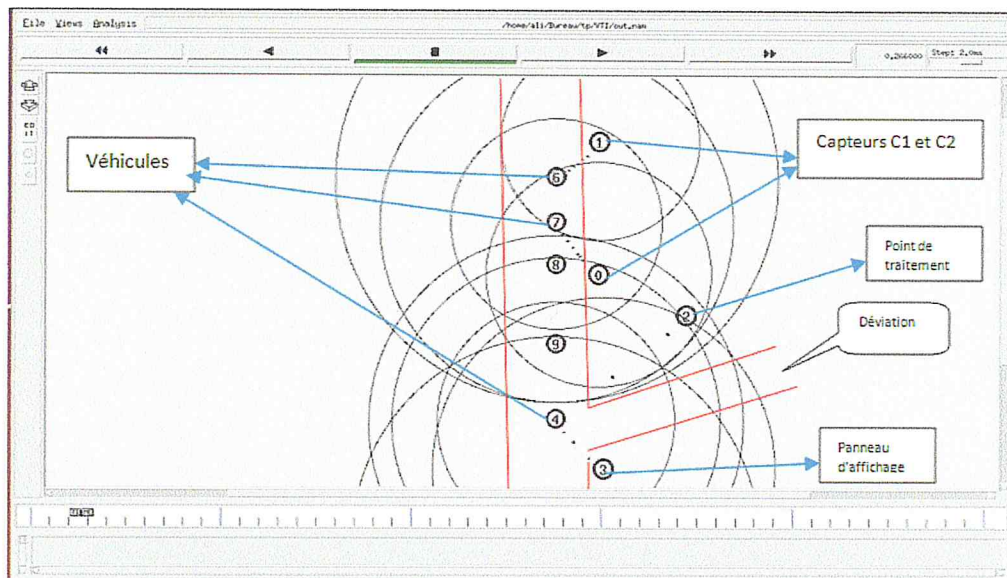


FIGURE 4.2 – Communication véhicule avec infrastructure

2. Véhicule avec véhicule :

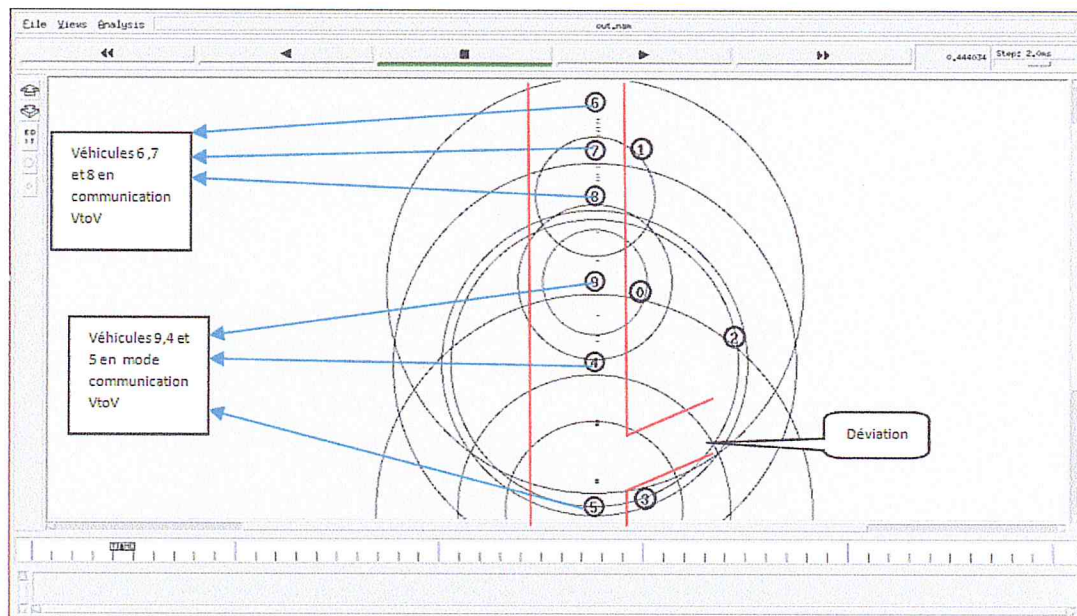


FIGURE 4.3 – Communication véhicule avec véhicule dans NS2

3. Infrastructure avec infrastructure :

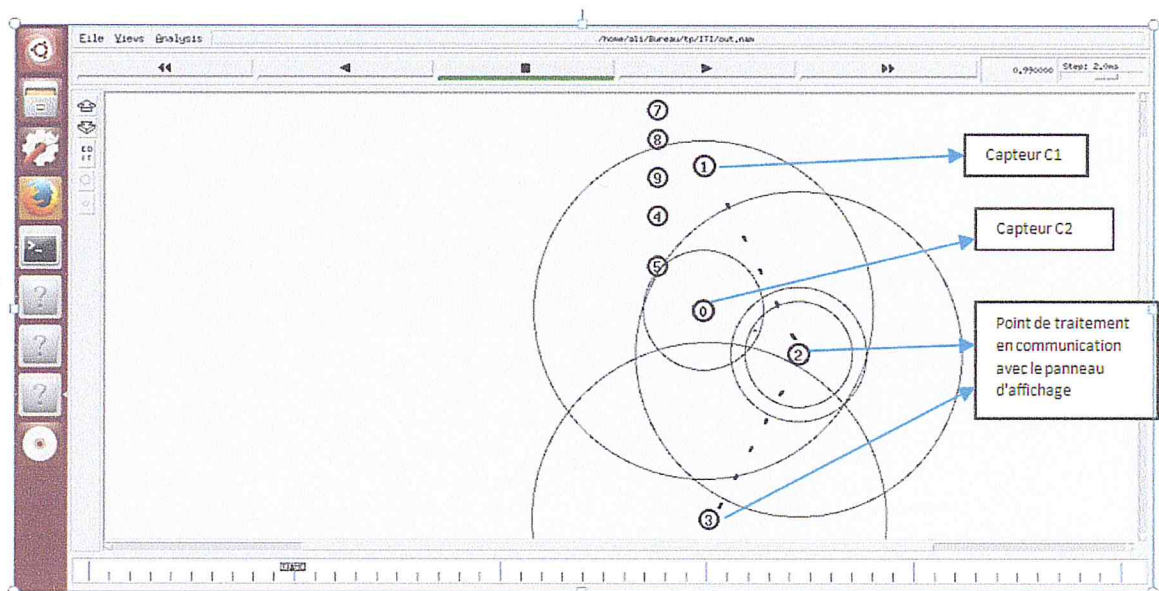


FIGURE 4.4 – Communication infrastructure avec infrastructure

4.3.1 Description du scénarios :

Dans cette section ,nous allons présenter la simulation des différentes scénarios possibles. Le modèle de mobilité utilisé dans la simulation est une intersection de deux chemins ,tous les véhicule sont dans la même direction. On peut citer deux cas possibles :

Scénario 1 : Sans congestion :

Dans ce cas les capteurs C1 "noeud 1" et C2 "noeud 0" qui sont placés au bord de la route calculent le nombre de véhicules passants dans un intervalle de temps T et envoient ces données au point de traitement "noeud 2",ensuite ce dernier fait sont traitement ,il trouve qu'il n'y a pas congestion et puis il renvoie cette information au panneau d'affichage . Les véhicules ne reçoivent aucun message d'alarme indiquant la congestion ,donc il peuvent continuer leurs passages. Les capteurs d'ecrons suivants présentent le cas non-congestion :

1. En première étape les véhicules sont en mode circulation aucune traitement en cours :

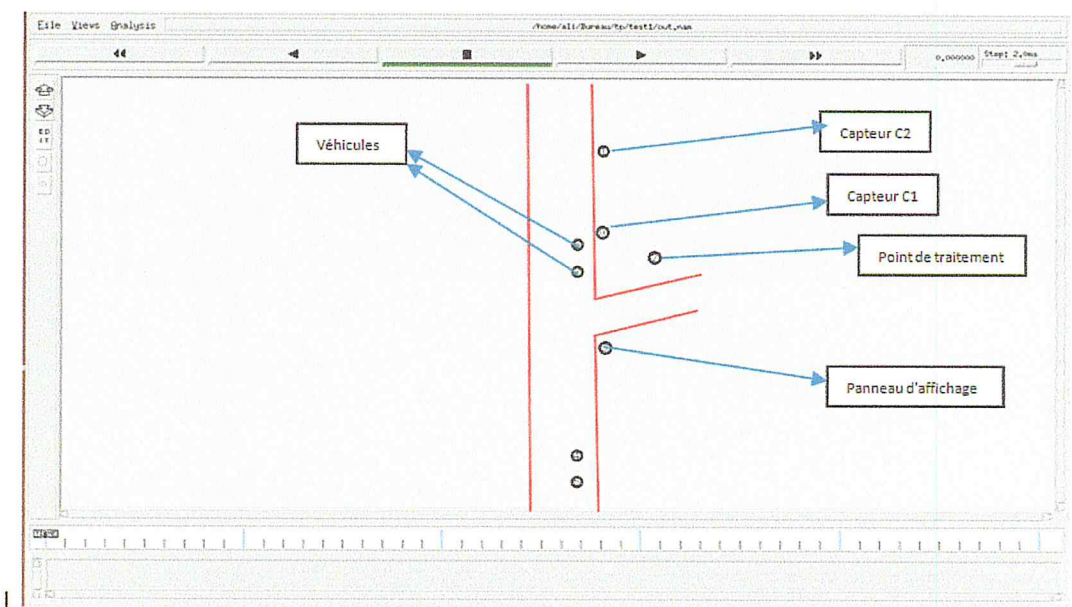


FIGURE 4.5 – Etape 1 :mode normal

2. En deuxième étape le capteur C1 commence son traitement ,dés qu'il fini il envoie le resultat au noeud "2" qui est le point de traitement :

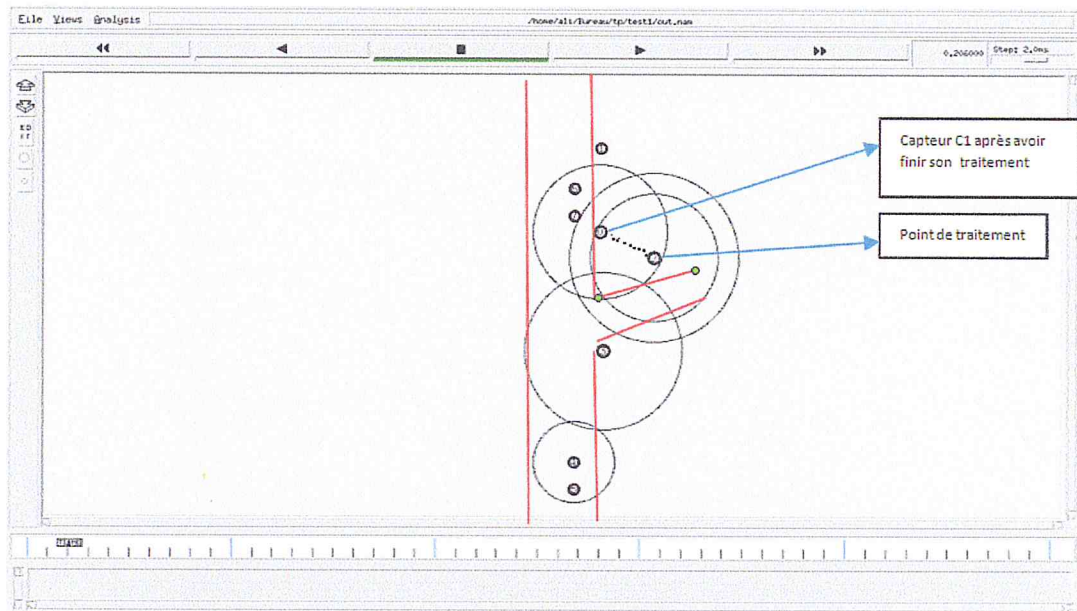


FIGURE 4.6 – Etape 2 :capteur C1 en cours de traitement

3. En troisième étape c'est le capteur C3 qui doit faire son traitement qui est le même traitement fait par C1 mais la seule différence c'est la contrainte de temps :

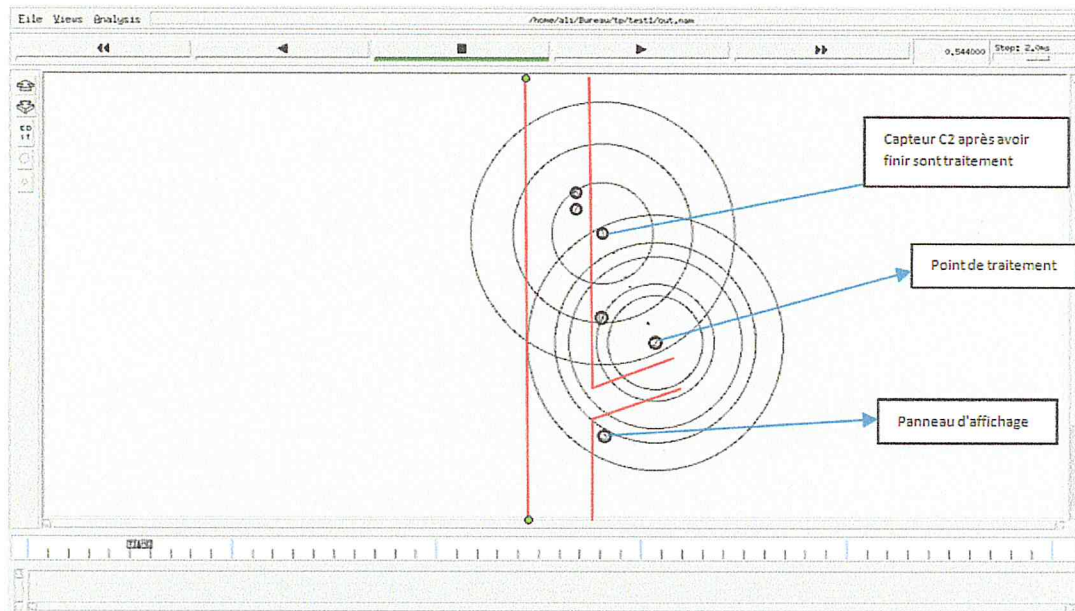


FIGURE 4.7 – Etape 3 :capteur C2 en cours de traitement

4. En quatrième étape le point de traitement conclut qu'il n'y a pas de congestion et entre dans une communication infrastructure avec infrastructure (ItoI) avec le panneau d'affichage en envoyant la fluidité de la route .

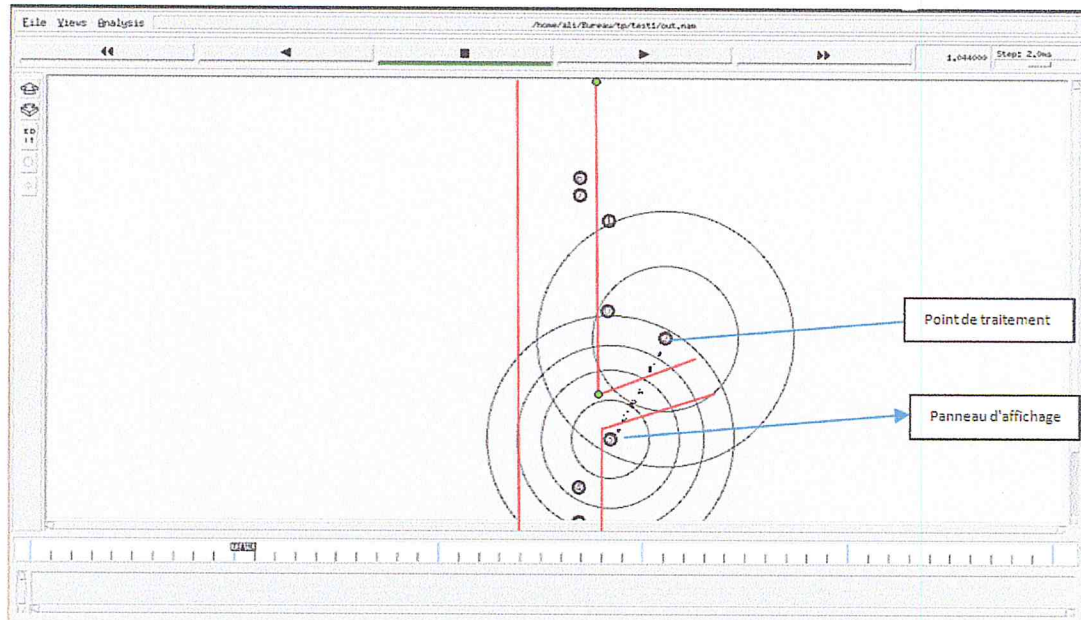


FIGURE 4.8 – Etape 4 :point de traitement en train d'envoyer des paquets au panneau d'affichage

5. En cinquième étape le panneau d'affichage entre dans une communication infrastructure avec véhicule (ItoV) en envoyant la fluidité de la route :

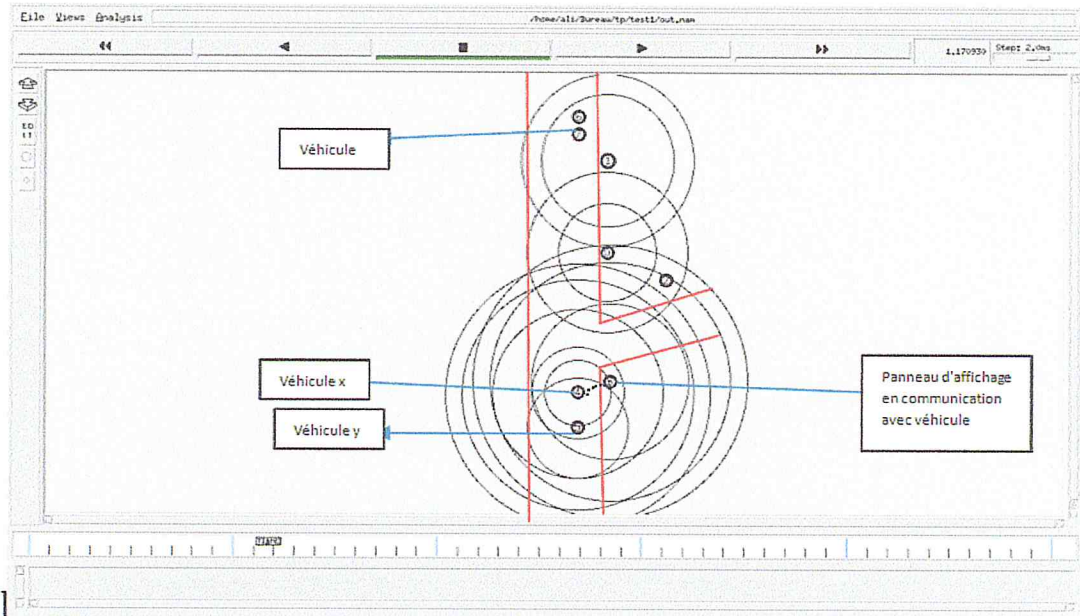


FIGURE 4.9 – Etape 5 :panneau d’affichage en communication avec véhicule

6. Dans la dernière étape les véhicules peuvent continuer leurs passages comme indiquent les trois images suivantes :

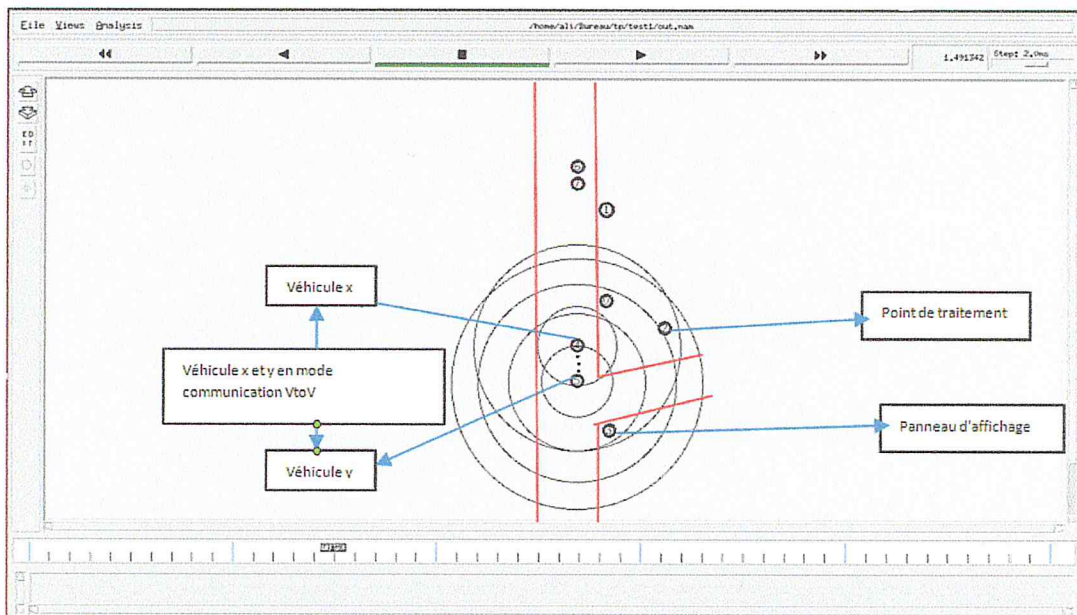


FIGURE 4.10 – Etape 6.1 :le véhicule continuer leurs passages

7. Etape 6 :

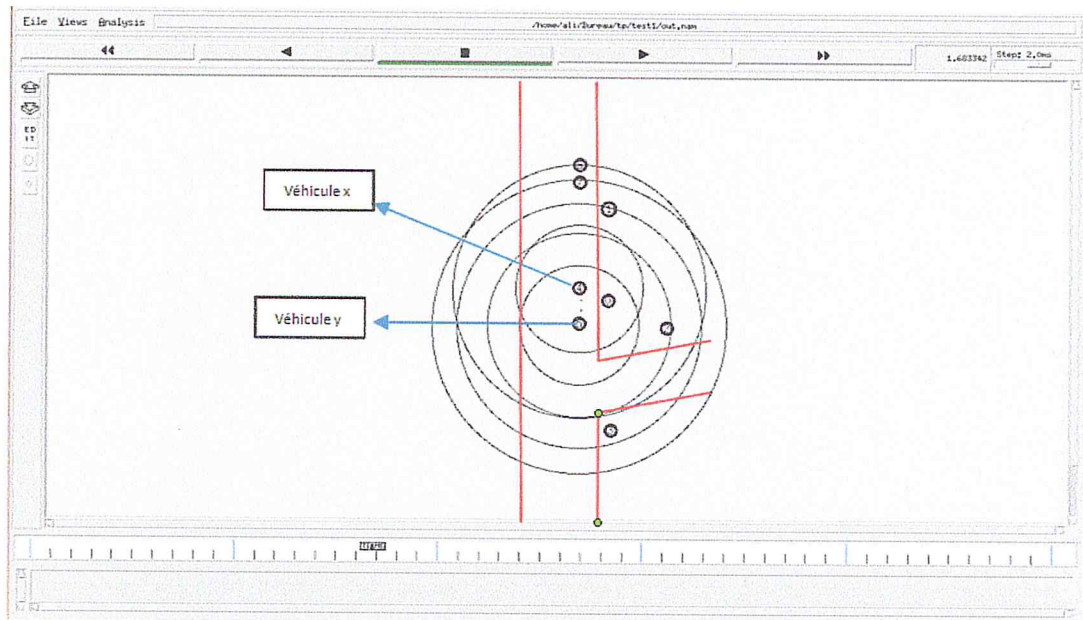


FIGURE 4.11 – Etape 6.2

8. Etape 6 :

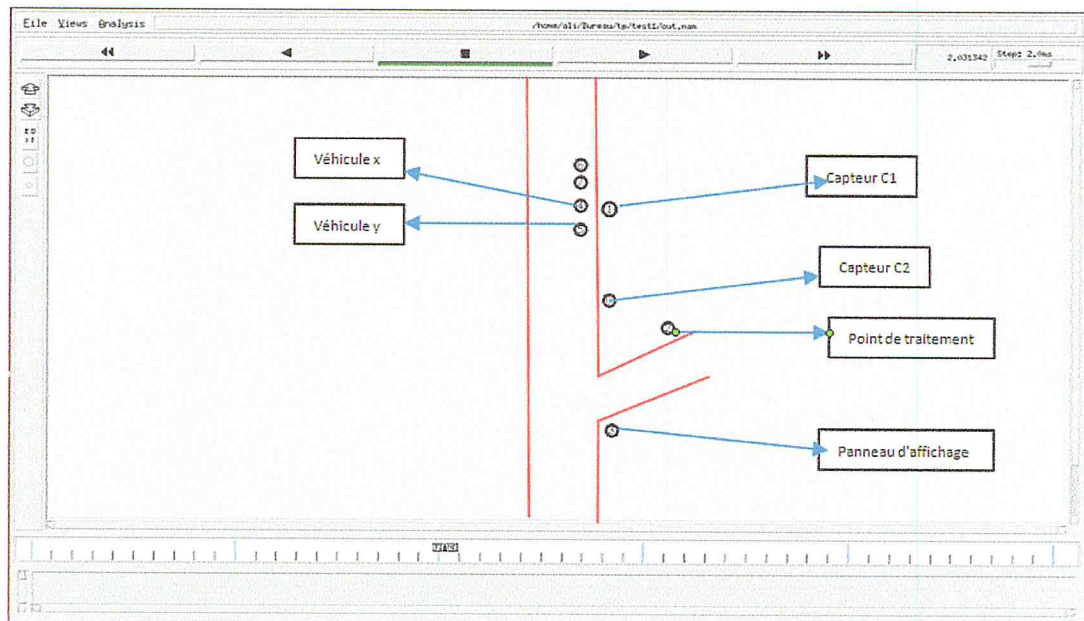


FIGURE 4.12 – Etape 6.3

Scénario 2 : présence d'une congestion :

Dans ce cas les capteurs C1 "noeud 0" et C2 "noeud 1" calculent le nombre de véhicules passant dans un intervalle de temps T et envoient ces données au point de traitement "noeud x", ensuite ce dernier fait son traitement, il trouve qu'il y a une congestion et puis il envoie cette information au panneau d'affichage. Lorsque le premier véhicule arrive à l'emplacement de panneau d'affichage il reçoit le message d'alarme indiquant la congestion ensuite ce véhicule informe les autres en utilisant un broadcast pour pouvoir anticiper d'autre chemin. Les capteurs d'écrou suivants présentent le cas de congestion :

1. Etape 1 : les véhicules en mode circulation, aucun traitement en cours.

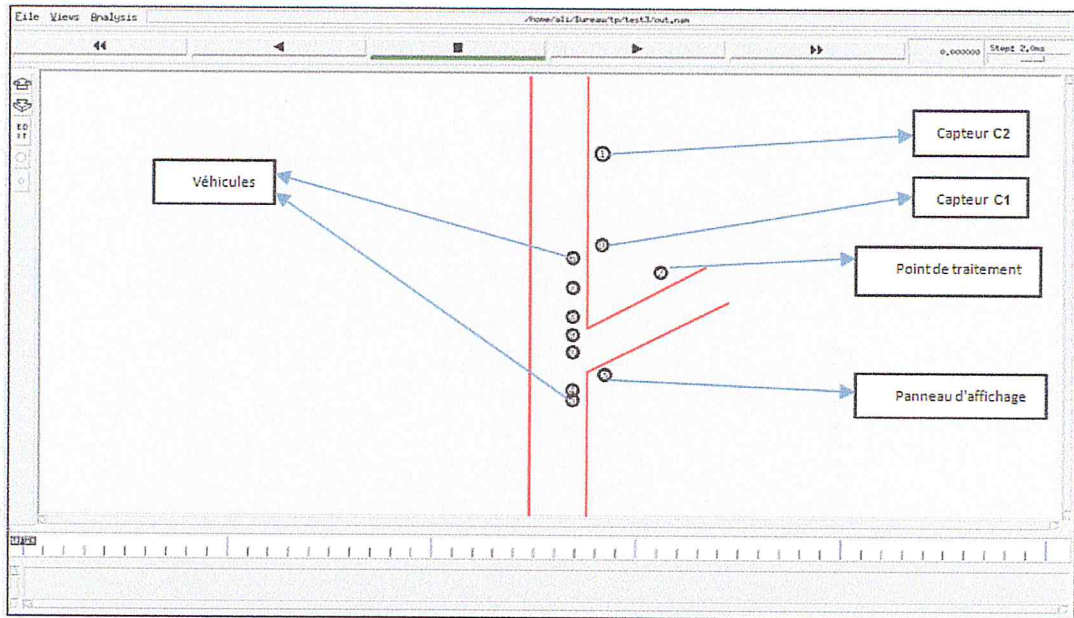


FIGURE 4.13 – Etape 1 :mode normal

2. Etape 2 :le capteur C1 en train d’envoyer le resultat obtenu au point de traitement

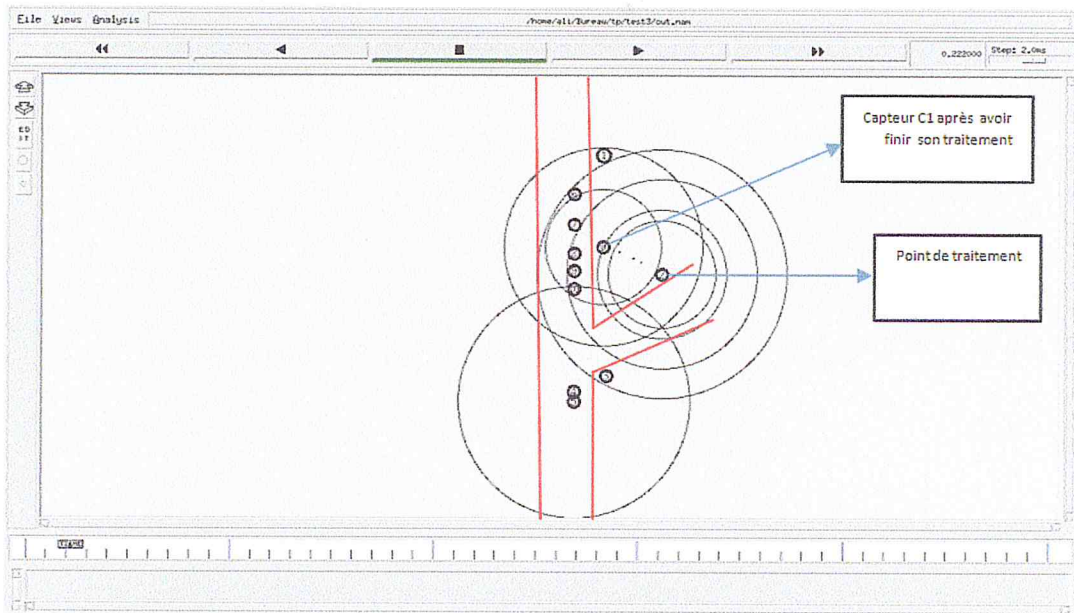


FIGURE 4.14 – Etape 2 :Traitement du premier capteur C1

3. Etape 3 :le capteur C2 en train d’envoyer le resultat obtenu au point de traitement.

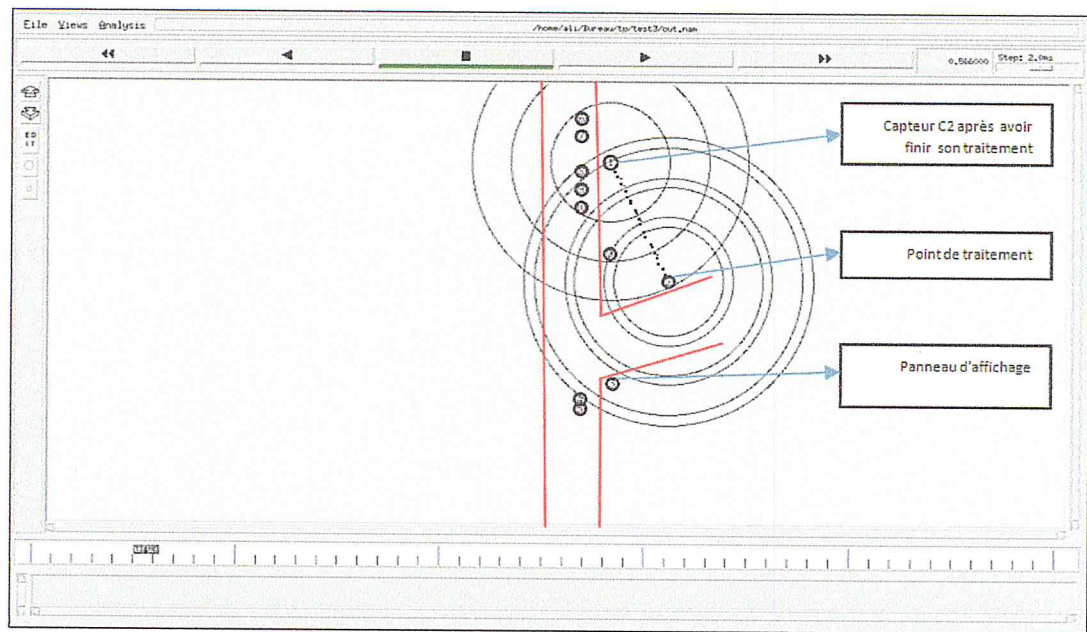


FIGURE 4.15 – Etape 3 :Traitement du deuxième capteur C2

- Etape 4 :le point de traitement en train d'envoyer une alarme indiquant la présence de la congestion au panneau d'affichage.

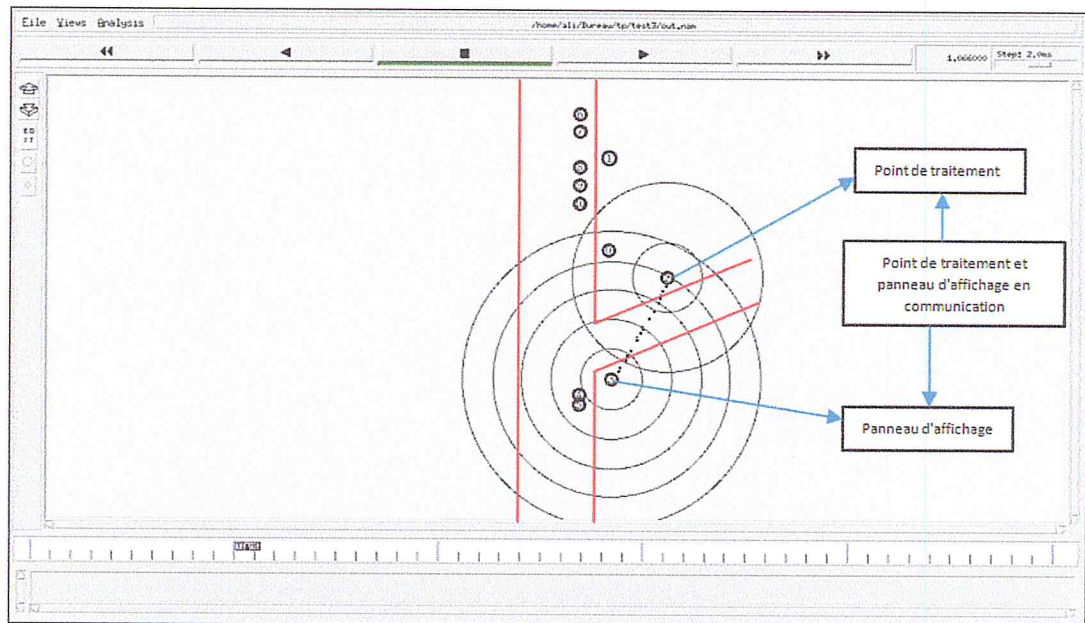


FIGURE 4.16 – Etape 4 :Point de traitement en train d'envoyer une alarme de congestin au panneau d'affichage

5. Etape 5 :le panneau d'affichage en train d'annoncer la congestion au véhicules arrivants .

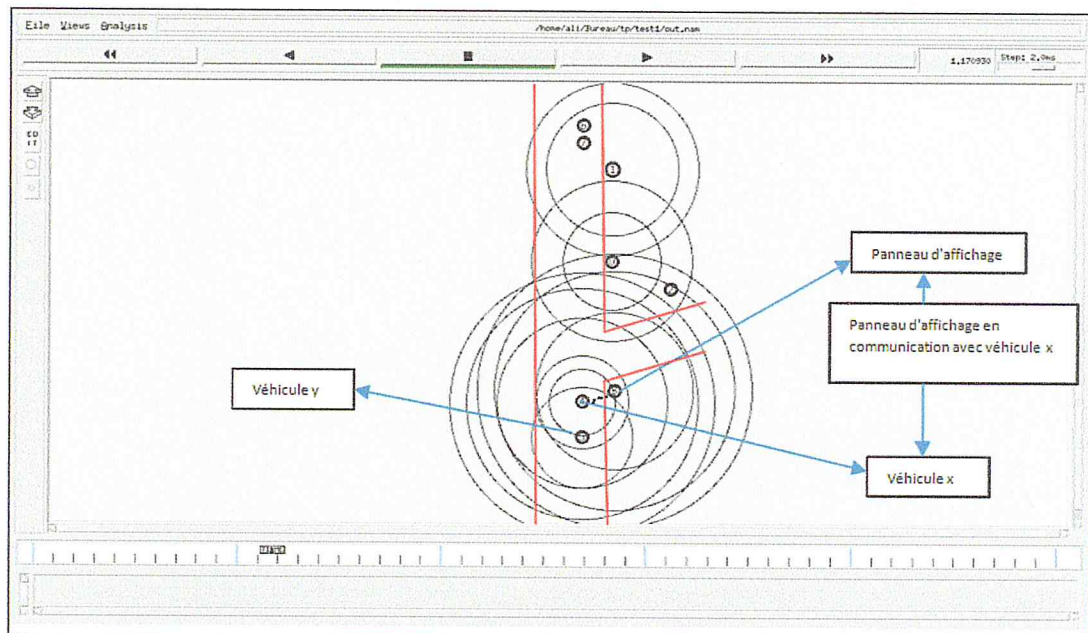


FIGURE 4.17 – Etape 5 :véhicules reçoivent l’alarme de congestion via panneau d’affichage

6. Etape 6 :les véhicules qui ont reçus le message d'alarme en train de passer par la déviation .

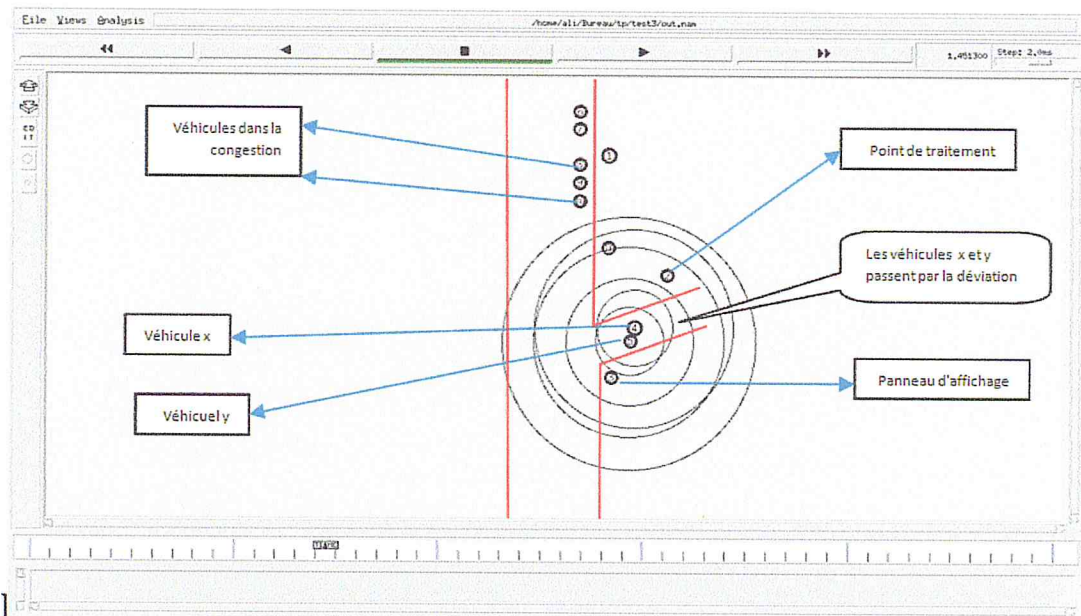


FIGURE 4.18 – Etape 6 :véhicules en train de passer par la déviation

4.4 Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre les outils que nous avons utilisés pour mettre en place une simulation de notre solution. En utilisant NS2 nous avons pu simuler notre solution par le biais de quelques scénarios comme la communication VtoV, ItoT et VtoI et dans le cas d'une congestion on a pu constater que les véhicules qui ne sont pas encore rentrés dans la congestion peuvent prendre d'autres chemins.

Chapitre 5

Conclusion et perspectives

Au fil de ce document, nous avons vu plusieurs aspects de la gestion du trafic routier urbain. Nous avons commencé par une présentation relative aux systèmes de transport intelligents, en faisant un rapide tour des technologies existantes et des principes de cette tendance qui évolue quotidiennement. Ensuite, nous nous sommes recentrés sur les réseaux de capteurs sans fil et les réseaux véhiculaires, et nous avons étudié l'adéquation de ces derniers avec les STI sur une infrastructure fixe ou mobiles. Nous avons ainsi montré que ces équipements particuliers possèdent l'avantage d'être petits, à bas prix, et d'une logique naturelle distribuée. Enfin, nous avons proposé une solution pour remédier au problème de congestion en utilisant quelques outils permettant de simuler le trafic routier urbain, et voir ce qu'il était possible ou non d'effectuer.

Qu'il s'agisse des réseaux de capteurs, ou plus particulièrement de leur utilisation dans la gestion de trafic, la littérature apparaît comme étant très dispersée. D'une part, très peu de modèles font référence aux systèmes de gestion du trafic actuels, encore moins aux nomenclatures en vigueur. D'autre part, il est constaté pour un problème donné que les auteurs proposent rarement une solution complète, à savoir détaillant tout les aspects théoriques ou de mise en place essentiels. Exemple avec le cas des capteurs électromagnétiques, où les auteurs utilisent la technologie mais ne s'occupent pas de détailler des mécanismes pourtant essentiels : la sécurité, le routage, l'économie d'énergie ou encore l'étude de la distance de communication souvent constatée irréaliste.

Les perspectives que laissent entrevoir les réseaux de capteurs sans fil sont nombreuses. D'une part, ces petits équipements n'englobent pas totalement les STI : il serait intéressant d'étudier un réseau distribué plus large, hiérarchisé et formel que les modèles étudiés, afin de pallier aux problèmes rencontrés (congestion, accidents, pollution). D'autre part, l'interaction possible avec des réseaux véhiculaires décuple les possibilités déjà existantes : il serait intéressant d'étudier les limites et nombreux aspects de ce modèle particulier (qui n'était pas le sujet de ce document).

Annexe 1 : Installation et Configuration du NS2

Avant de commencer, il faut télécharger le package nommé « ns-allinone-2.35 » se trouvant dans :

<http://sourceforge.net/projects/nsnam/files/allinone/>

Après avoir téléchargé le package, vous devez l'extraire dans un endroit que vous vous souvenez par exemple : « /home/user/Bureau/NS2/ns-allinone-2.34 » Maintenant, ouvrez votre terminal avec la combinaison 'CTRL-ALT-T' puis effectuez une mise à jour des packages avec la commande : **sudo apt-get update** Après avoir mis vos packages à jour, il faut installer quelques dépendances à l'aide de la commande : **sudo apt-get install build-essential autoconf automake libxmu-dev gcc-4.3** Ensuite, il faut faire une petite édition dans le fichier : **/home/user/Bureau/NS2/ns-allinone-2.34/otcl-1.13/Makefile.in**

- Trouvez la ligne: **CC = @CC@**
- Remplacez la par: **CC = gcc-4.3**

Maintenant, on peut commencer l'installation du simulateur :

- Entrez dans le fichier « ns-allinone-2.34 » avec : **cd /home/user/Bureau/NS2/ns-allinone-2.34/**
- Exécutez le fichier « install » avec : **./install**

Après l'installation vous devez changer quelques variables d'environnement, pour effectuer cela, vous devez éditer le fichier « bashrc » **vi ~/bashrc**

```
# LD_LIBRARY_PATH
OTCL_LIB=/home/user/Bureau/NS2/ns-allinone-2.35/otcl-1.13
NS2_LIB=/home/user/Bureau/NS2/ns-allinone-2.35/lib
X11_LIB=/usr/X11R6/lib
USR_LOCAL_LIB=/usr/local/lib
export
LD_LIBRARY_PATH=$LD_LIBRARY_PATH:$OTCL_LIB:$NS2_LIB:$X11_LIB:$USR_
LOCAL_LIB

# TCL_LIBRARY
TCL_LIB=/home/user/Bureau/NS2/ns-allinone-2.35/tcl8.4.18/library
USR_LIB=/usr/lib
export TCL_LIBRARY=$TCL_LIB:$USR_LIB
# PATH
XGRAPH=/home/user/Bureau/NS2/ns-allinone-2.35/bin:/home/user/Bureau/NS2/ns-allinone-
2.35/tcl8.4.18/unix:/home/user/Bureau/NS2/ns-allinone-2.35/tk8.4.18/unix

# Note: the above two lines starting from XGRAPH should come in the same line
NS=/home/user/Bureau/NS2/ns-allinone-2.35/ns-2.35/

NAM=/home/user/Bureau/NS2/ns-allinone-2.35/nam-1.14/
PATH=$PATH:$XGRAPH:$NS:$NAM
```

Pour appliquer ces changements, il vous suffit de taper la commande : **source ~/bashrc**

Si tout ira bien comme prévu, vous aurez tout installé à l'exception de XGRAPH qui contient une fonction qui se confond avec `getline()` de `stdio`.

Pour installer XGRAPH, vous devez changer la fonction `getline()` par `my_getline()` dans le fichier `/home/user/Bureau/NS2/ns-allinone-2.35/xgraph-12.1/dialog.c/`, vous allez trouver deux lignes à changer :

```
vi /home/user/Bureau/NS2/ns-allinone-2.35/xgraph-12.1/dialog.c/
```

Maintenant, vous retournez au dossier `xgraph-12.1/`, exécutez le fichier `configure` et faites un `make cd ..`

```
./configure
```

```
make
```

```
make install
```

L'installation est terminée, il faudra la valider avec :

```
cd /home/user/Bureau/NS2/ns-allinone-2.35/ns-2.34 ./validate
```

NB: la dernière commande de validation peut prendre plusieurs minutes selon la capacité de la machine.

Bibliographie :

- [1] Comité Interrégional pour le transport des marchandises, L'industrie du transport des marchandises à Montréal, 2002.
- [2] Sondage mondial ibm sur la pénibilité du navettage : congestion routière en baisse, pénibilité nettement en hausse, June 2011.
- [3] E. Bingham. Reinforcement learning in neurofuzzy traffic signal control. *European Journal of Operational Research*, 2001.
- [4] J-M. Bohli e, A. Hessler, O. Ugus et D. Westhoff. A secure and resilient wsn roadside architecture for intelligent transport systems. In *WiSec'08*, March 31–April 2, 2008, Alexandria, Virginia, USA. ACM.
- [5] A. Festag, A. Hessler, R. Baldessari, L. Le, W. Zhang et D. Westhoff. Vehicle to vehicle and road side sensor communication for enhanced safety. In *The 9th International Conference on Intelligent Tutoring Systems ITS'08*, Montréal, Canada, June 2008.
- [6] K. Mohamed Amine, C. Yacine, D. Djamel, B. Abdelmadjid, K. Lyes et B. Nadjib. A study of wireless sensor network architectures and projects for traffic light monitoring. In *The 3rd International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies (ANT)*.
- [7] J. Spall et D. Chin. Traffic-responsive signal timing for system-wide traffic control. In *Transportation Research Part C : Emerging Technologies*.
- [8] C. Wenjie, G. Liqiang, C. Zhilei, C. Zhanglong et T. Shiliangs. An intelligent guiding and controlling system for transportation network based on wireless sensor network technology. In *Proceedings of the 2005 the Fifth International Conference on Computer and Information Technology (CIT'05) IEEE*.
- [9] K Collins et G-M Muntean. "a vehicle route management solution enabled by wireless vehicular networks". In *INFOCOM Workshops 2008, IEEE*.
- [10] K. Collins et G-M. Muntean. Traffcon : An intelligent traffic control system for wireless vehicular networks. In *IET CICT, Dublin (2007)*.
- [11] H. HO Yao, H. HO Ai et A. HUA Kien. "routing protocols for inter-vehicular networks : A comparative study in high-mobility and large obstacles environments,". *Computer Communications Journal*, 2008.
- [12] S. Takahashi, H. Nakamura, H. Kazama et T. Fujikura. Genetic algorithm approach for adaptive offset optimization for the fluctuation of traffic flow. In *The IEEE 5th International Conference on Intelligent Transportation Systems*.
- [13] X. Zeng et H. Zheng. The intelligent control and modeling of a traffic circle. In *An International Conference on Information Engineering and Computer Science (ICIECS 2009)*.
- [14] L-E-Y. Mimbela et L-A. Klein. Summary of vehicle detection and surveillance technologies used in intelligent transportation systems. In *Federal Highway Administration, Intelligent Transportation Systems Joint Program Office*.
- [15] Z. Liao et L. Zhao. Wireless sensor networks help to improve the traffic safety in



- residential communities. In In 6th International Conference on ITS Telecommunications Proceedings.
- [16] Q. Zheng et M. Li. The methods of traffic circle problem. In In International Conference on Logistics Engineering and Intelligent Transportation Systems (LEITS 2010).
- [17] B. Jankuloska, M. Zahariev, A. Mateska, V. Atanasovski et L. Gavrilovska. Srm : Traffic regulations monitoring using vsns. In 17th Telecommunications forum TELFOR 2009 Serbia, Belgrade.
- [18] M.Jerbi, R.Meraihi, S-M.Senouci et Yacine Ghamri-Doudane. An improved vehicular ad-hoc routing protocol for city environments. In IEEE International Conference on Communications (ICC), pp.
- [19] L. Iftode, S. Smaldone, M. Gerla et J. Misener. "active highways (position paper)" invited paper, personal, indoor and mobile radio communications, 2008. Technical report, IEEE 19th International Symposium on, PIMRC 2008.
- [20] S. Coleri, S-Y. Cheung et P. Varaiya. Sensor networks for monitoring traffic. In In Allerton Conference on Communication,Control and Computing.
- [21] P. Shan-Chen, S. Yan-Sen, L. Ye, S. Jie et Z. Huai-Zhou. A study on the model of the traffic signs in the traffic circle. In In International Conference on Information Engineering and Computer Science (ICIECS 2009).
- [22] B. Liu et W. Liu. Evaluation of traffic control methods at traffic circles. In In Control and Decision Conference (CCDC).
- [23] W. Wei et Y. Zhang. Fl-fn based traffic signal control. In In IEEE International Conference on Fuzzy Systems.
- [24] X.-F. Chen et Z.-K. Shi. Real-coded genetic algorithm for signal timing optimization of a single intersection. In In 2002 International Conference on Machine Learning and Cybernetics.
- [25] E.GUIZZO. network of traffic spies built into cars in atlanta. In IEEE Spectrum.
- [26] C. Lee. Fuzzy logic in control systems : fuzzy logic controller. In IEEE Transactions on Systems.
- [27] Vehicle Safety Communications Project Task 3 Final Report. Technical report, the camp vehicle safety communications consortium. Technical report, Department of Transportation (USDOT), 2005.
- [28] CAR 2 CAR Communication Consortium Manifesto version 1.1. Technical report,car 2 car communication consortium (c2c-cc). Technical report, CAR 2 CAR Communication Consortium, Aug 2007.