



*République Algérienne Démocratique et
Populaire Ministère de l'enseignement
supérieur et de la recherche scientifique*



*Université Larbi Tébessi - Tébessa
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département : Mathématiques et Informatique*

*Mémoire de fin d'étude Pour l'obtention du diplôme de
MASTER*

Domaine : Mathématiques et Informatique

Filière : Informatique

Option : Système information

Thème :

**Systeme centralisé de régulation
de vitesse automobile**

Présenté par :

Zemmal Houssam Eddine

Encadré par :

Mr. Mekhaznia.T.

Devant de Jury :

Mr. MENASSEL. R. président

Mr. NOUIOUA. T. examinateur

Année universitaire : 2023-2024

REMERCIEMENT :

Je remercie Dieu de m'avoir accordé la réussite tout au long de ma période d'études.

Je remercie mon professeur et encadreur du Dr T.Mekhaznia pour sa présence constante tout au long de la rédaction du mémorandum pour me guider.

Je remercie beaucoup mon père et ma mère pour tous les sacrifices qu'ils ont faits pour moi jusqu'à ce que j'arrive là où je suis maintenant, et je n'oublie pas mes sœurs qui ont été mon soutien, tous mes amis, la famille de ma mère et la famille de mon père, chacun dans son nom.

Résumé :

La politique adoptée par l'Algérie pour moderniser tous les domaines concernant les citoyens algériens et faciliter cela, dans le cadre de la proposition de projets d'adaptation pour contrôler la vitesse des véhicules afin de préserver la sécurité des usagers de la route, nous avons envisagé l'utilisation du système GPS pour le suivi en temps réel des véhicules et le contrôle de la vitesse, loin des méthodes traditionnelles comme les radars. Cependant, en raison du manque de moyens et de pouvoirs nécessaires, nous nous sommes tournés vers l'application de SUMO (simulation de mobilité urbaine) pour simuler la mobilité urbaine. Cette dernière s'appuie sur le système GPS pour contrôler le trafic dans les zones urbaines.

Mots clés : GPS, capteur, vitesse , SUMO, Satellite.

Abstract :

The policy adopted by Algeria to modernize all areas concerning Algerian citizens and facilitate this, within the framework of proposing adaptive projects to control vehicle speed in order to preserve the safety of road users, we have considered using the GPS system for real-time tracking of vehicles and speed control, away from traditional methods like radars. However, due to the lack of necessary means and powers, we turned to the application of SUMO (Urban Mobility Simulation) to simulate urban mobility. The latter relies on the GPS system to control traffic flow in urban areas.

Keywords: GPS, sensor, speed, SUMO, Satellite.

ملخص :

ان السياسة التي انتهجتها الجزائر لعصرنة جميع مجالات المواطن الجزائري ولتسهيل ذلك وفي اطار اقتراح مشاريع تكييفية للتحكم في سرعة السيارة للحفاظ على سلامة مرطادي الطرقات رأينا استخدام نظام ال GPS للتحكم والتتبع الحيني للسيارات بعيدا عن الطرق التقليدية كالرادارات لكن ولعدم توفر الوسائل والصلاحيات اللازمة لجأنا الى تطبيق SUMO(محاكاة التنقل الحظري) لمحاكاة التنقل الحظري ويعتمد هذا الاخير على نظام ال GPS للتحكم في سيرورة حركية المرور في المناطق الحضرية.

الكلمات المفتاحية: نظام تحديد المواقع، المستشعر، السرعة، محاكاة التنقل الحظري، القمر الصناعي.

TABLE DE MATIERE

Remerciement	I
Résumé	I I
Table de matière	III
Table de figure	V
List de tableaux	VI
Introduction générale	1
Chapitre 01 :Outils de détection d’objets mouvants	2
<u>1.1 Introduction</u>	3
1.2. Le System GPS (Global Positioning System)	3
1.2.1. Architecture du GPS	3
1.2.1.1. Segment Spatial.....	3
1.2.1.2. Segment de Contrôle	6
1.2.1.3. Segment utilisateur.....	7
1.2.2. Caractéristiques des signaux GPS	8
1.2.3. Le principe de positionnement du système GPS	9
1.2.3.1. La méthode triangulation	9
1.2.3.2. Type de positionnement	10
1.2.4. Mécanisme de fonctionnement.....	10
1.2.5Les applications du GPS	11
1.2.5. Avantages et inconvénients du GPS.....	12
1.3. Conclusion	14
Chapitre 02 « Contrôle de position à distance »	15
2.1 Introduction.....	16
2.2. Traceur de véhicules	16
2.2.1. Traceurs continus GNSS	17
2.2.2. Traceurs points à points	18
2.3. les capteurs.....	19
2.3.1. Les Capteurs fixe.....	19
2.3.1.1. Les capteurs intrusifs.....	19
2.3.1.2. Les capteurs non-intrusifs	21
2.4. Système traçabilité	22
2.4.1 balise RFID	22
2.4.2. Boitier GPS	22

2.4.3. Application mobile.....	24
2.5. Localisation d'un véhicule	25
2.5.1 méthodes de localisation d'un véhicule	26
2.6. Application.....	27
2.6.1. Google Maps	27
2.6.2. Tom Tom	28
2.6.3. MagicEarth	28
2.7.1. Conclusion	29
Chapitre 03 : méthode suggérée	30
3.1. Introduction.....	31
3.2. Milieu d'implémentation	31
3.2.1. Cartographie (base de données routière)	31
3.2.2. Base de données routière.....	32
3.2.3 Base de mouvement	34
3.2.4. Algorithme	35
3.3. Outils de simulation	36
3.3.1. SUMO (simulation of urbanmobility)	36
3.3.2. Principe de simulation.....	36
3.4. Conclusion	39
Conclusion général.....	40
Référence	41

Table de figure

Figure 1.1 : constellation GPS	4
Figure 1.2 : orbite CLONASS.....	5
Figure 1.3 : Constellation de Galileo	6
Figure 1.4 : les stations de segments de contrôle.....	7
Figure 1.5 : le principe de triangulation	10
Figure 1.6: Coordonnées géométrique.....	11
Figure 2.1 ::Le principe du GNSS	18
Figure 2.2 : exemple du traceur véhicule point à points	19
FIGURE 2.3 – Capteur de trafic Boucles inductives	20
FIGURE 2.4 – Capteur de trafic piézo-électrique à quartz (capteur Lineas de chez Kistler).....	21
FIGURE 2.5 – Représentation de configurations possibles pour l’installation des tubes pneumatiques, source [Klein et Kelley, 1996	21
Figure 2.6 : Communication depuis les téléphones cellulaires	25
Figure 3.1 : Représentations de l’environnement : (a) modèle topologique, (b) carte ou grille d’occupation et (c) carte métrique avec des amers de type droite et point.....	32
Figure 3.2 : : Exemple Exemple d'un carte réseau de Tébessa en OpenStreetMap importé dans SUMO	37
Figure 3.3 Carte dans SUMO après l'importation de données depuis openstreetmap	38

Liste de tableaux

Tableau 1.1 : Caractéristiques des services des récepteurs GPS	8
Tableau 1.2 : Fréquence et longueur des ondes porteuses	9
Tableau 1.3 : Code PRN	9
Tableau 2.1 : trois exemples de traceur GPS pour véhicule.....	24
Tableau3.1 : caractéristique de base de données de route	32
Tableau3.2 :GPS (Localisation vitesse) de suivi véhicule	33
Tableau 3.3 : exemple de détermination de l'emplacement de la voiture et de la vitesse autorisée	37

Introduction générale

Le GPS, ou globalement appelé système mondial de localisation par satellite, est un dispositif qui permet aux utilisateurs d'obtenir avec précision leur position géographique, ainsi que des données sur leur vitesse et l'heure en cours. Le système offre une précision équivalente, voire supérieure à tout autre système de navigation actuellement disponible sur terre, en mer ou dans les airs, quelles que soient les conditions météorologiques. Le Département de la Défense américain l'a conçu, cependant une infrastructure comprenant des capteurs pour collecter les informations sur l'objet à localiser et des récepteurs pour recevoir et analyser les données est nécessaire.

De cette façon, le système de géolocalisation se sert des signaux émis par un objet en mouvement afin d'obtenir une identification permanente sur sa localisation et son horaire. La géolocalisation est largement utilisée, surtout dans le domaine de la sécurité. En plus de permettre la géolocalisation, le GPS vous offre la capacité d'évaluer la vitesse d'un objet en mouvement à un certain moment de son trajet sur route. Afin d'accomplir cela, il utilise le temps requis entre deux positions, de la même manière qu'un radar routier.

Malgré la précision des mesures de position et de vitesse à courte portée fournies par les radars traditionnels, leur couverture limitée et leur sensibilité aux conditions environnementales entraînent une performance inférieure dans de nombreux cas d'utilisation par rapport au système GPS. Le GPS est plus adapté que les radars pour satisfaire aux exigences de navigation, de suivi et de localisation à grande échelle en raison d'une couverture mondiale continue, d'une fiabilité accrue et des mesures précises qu'il fournit en termes de position et de vitesse. Dans cette optique, il favorise la création de diverses applications contemporaines. Dans le premier chapitre, nous allons présenter le système GPS et leurs composants, Le deuxième chapitre décrit les outils et méthodes utilisés pour suivre les objets en mouvement, notamment les applications informatiques, les cartes géographiques et les capteurs. Une partie du chapitre propose une analyse des outils, de leurs fonctionnalités et de leurs domaines d'utilisation.

Dans le dernier chapitre, nous avons simulé une carte routière et, en nous appuyant sur la base de données routières et un algorithme spécial, nous déterminons les coordonnées du véhicule dépassant la Vitesse autorisée et de dresser les PV de contravention.

Chapitre 01

Outils de détection d'objets mouvants

Chapitre 01

Outils de détection d'objets mouvants

1.1 Introduction :

Le system GPS (Global Positioning System) constitue une technique de géolocalisation par satellites, qui a été mis au point par le DOD des États-Unis au début des années 1970. Initialement, le système GPS a été conçu pour des applications militaires, mais aussi a été disponible pour des applications civiles, pour devenir actuellement un système dual civil et militaire. Le GPS est un système complexe, développé pour des besoins militaires, Il offre une précision allant de 15 à 100 mètres pour les applications civiles..[1]

1.2 le System GPS (Global Positioning System):

Le terme « GPS » définit d'un système électronique utilisant un réseau de satellites. Le réseau de 24 satellites (plus 4 satellites en réserve) actuellement en fonctionnement, il permet montrer la position exacte d'une personne ou d'un objet en utilisant les signaux des satellites. Il est développée par l'armée américaine (Financement, réalisation et gestion) [2].

1.2.1 Architecture du GPS :

Il se compose de trois segments : 1^{er} le segment spatial qui permet le fonctionnement des satellites, 2^{ème} le segment de contrôle qui forme de stations de poursuite au sol, 3^{eme} le segment utilisateur pour utiliser les données des satellites pour répondre à une vaste gamme de besoins en positionnement .

1.2.1.1 Segment Spatial :

Le segment spatial comporte deux aspects principaux : L'un des aspects est la constellation desatellites en termes, d'orbites et de positionnement à l'intérieur des orbites. L'autre aspectconcerne les caractéristiques des satellites qui occupent chaque créneau orbital.

- Constellation des satellites GPS :

La constellation des satellites GPS est composée d'un réseau de satellites en orbite autour de la Terre. Ces satellites, au nombre d'environ 31, comme illustré dans –figure1.1 (plus quatre satellites en réserve). comprennent à la fois des satellites opérationnels et des satellites de réserve. Répartis sur six plans orbitaux différents, à une altitude d'environ 20 000 kilomètres au-dessus de la surface terrestre, ils assurent une couverture mondiale continue pour le

positionnement et la navigation. Cette configuration garantit que plusieurs satellites sont visibles depuis n'importe quel point sur Terre à tout moment, permettant ainsi aux récepteurs GPS de déterminer précisément la position, la vitesse et l'heure. La durée de vie opérationnelle des satellites est d'au moins sept ans, assurant la stabilité et la fiabilité du système GPS. [3]

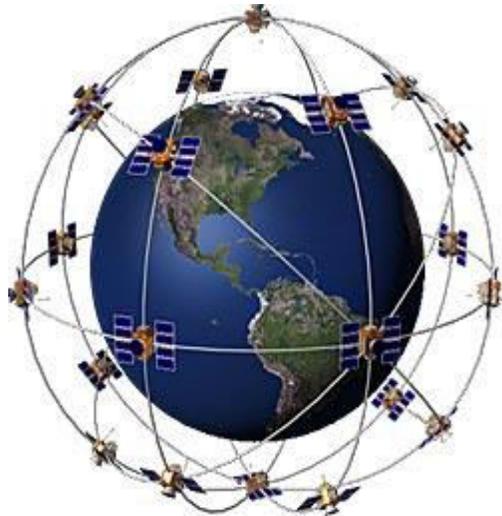


Figure 1.1 : constellation GPS

- Caractéristiques de satellites GPS :

Le satellite est équipé d'un émetteur-récepteur, quatre horloges atomiques en corrélation (précision 10-13 à 10-14 s), d'ordinateurs et d'équipements auxiliaires destinés au fonctionnement du système. L'énergie utile à l'équipement est fournie par 7m² de capteurs solaires tandis qu'un système de fusées d'appoint permet de réajuster de temps en temps la position du satellite sur son orbite et de contrôler son orientation dans l'espace [4]

Les systèmes GPS existants sont :

GLONASS (Global Navigation Satellite System) est l'équivalent russe du GPS (Global Positioning System) américain. Il s'agit d'un système mondial de navigation par satellite exploité à la fois pour un usage militaire et civil.

Le système GLONASS a été initialement développé par l'Union soviétique dans les années 1980, le premier satellite GLONASS étant lancé en 1982. Il est devenu opérationnel en 1993.

En août 2023, la constellation GLONASS se compose de 24 satellites opérationnels en orbite. Cela offre une couverture mondiale complète, avec au moins 4 satellites visibles depuis n'importe quel point de la surface de la Terre.

GLONASS utilise une configuration orbitale similaire à celle du GPS, avec des satellites répartis sur 3 plans orbitaux comme l'illustre la figure 1.2 à une altitude d'environ 19 100 km.

Le système GLONASS permet de déterminer la position et la vitesse en temps réel des objets de surface, marins et aériens. Il offre une précision de 2,8 à 7,8 mètres pour les utilisateurs civils.

Outre les applications militaires, GLONASS est largement utilisé pour des applications civiles telles que l'arpentage, la cartographie, la navigation et divers services de localisation.

Au fil des années, la Russie a investi pour moderniser et entretenir le système GLONASS. Il continue de constituer un élément important du programme spatial et des capacités technologiques de la Russie.[5]

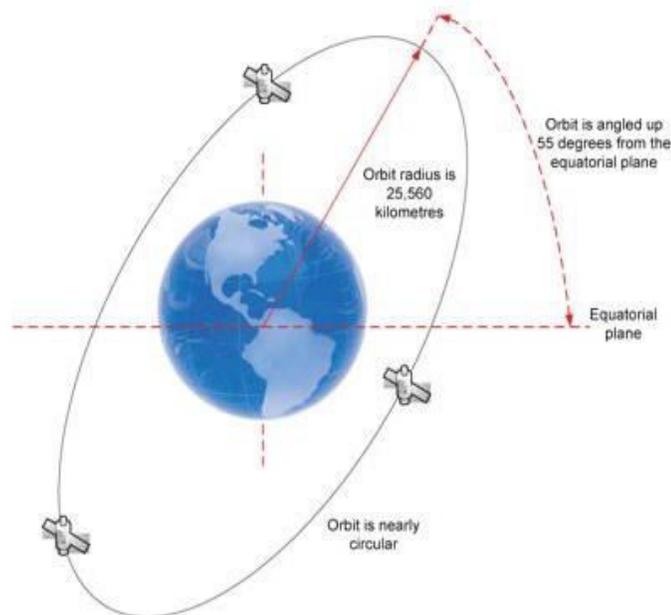


Figure 1.2 : orbite CLONASS

GALILEO est une initiative liée à l'Union européenne, y compris une entreprise avec l'Agence spatiale européenne (ESA) et l'industrie européenne, visant à lancer un système mondial de navigation par satellite financé par l'Europe sous contrôle civil, il devrait être mis en service en 2020 [1]. La constellation Galileo est composée de 30 satellites en orbite terrestre moyenne (MEO) seulement. Les 30 satellites, Galileo seront trois satellites orbitaux inclinés à 54° et d'une altitude d'environ 23 000 km et leur période de révolution est égale à 14 h 07 min. C'est le

système le plus simple à lancer, à exploiter et à entretenir, et il offre une plus grande fiabilité du service opérationnel continu. Il transmet trois types de signaux : E1, E5, E6.

Une technologie très sophistiquée a été intégrée à Galileo, y compris des horloges atomiques de pointe, qui offrent une plus grande stabilité de précision ainsi qu'une faible consommation d'énergie car il s'agit d'un système léger.[6]

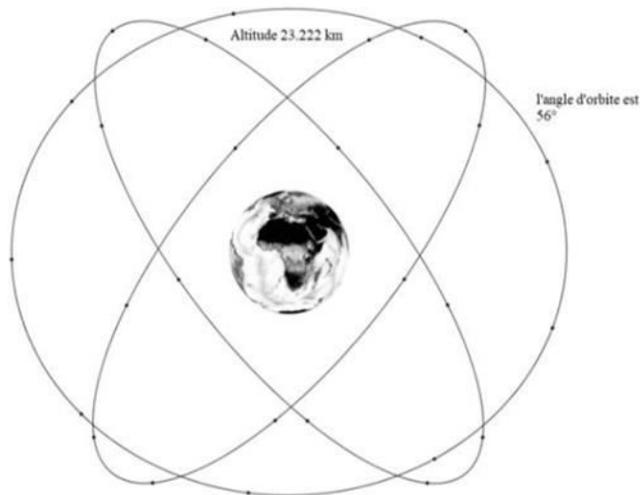


Figure 1.3 : Constellation de Galileo

1.2.1.2 Segment de Contrôle :

Le segment de contrôle (CS) est composé de cinq stations au sol qui sont situées à Colorado Springs, Hawaii, Ascension Island, Diego Garcia et Kwajalein. Comme illustré dans la figure 1.4. Le segment contrôle le fonctionnement des satellites et vérifie leurs état ; il est responsable aussi de la transmission de ces données à la station principale de Colorado Springs(CS), dont les paramètres décrivent l'orbite des satellites où les états des horloges embarquées sont estimés. La reconfiguration de l'équipement satellite redondant, la mise à jour régulière des messages de

navigation transmis par les satellites et diverses autres activités de surveillance et de maintenance de la santé des satellites. Les Master Contrôles Stations (MCS) suivent passivement tous les satellites GPS en vue, recueillant les données de distance de chaque satellite. Toutes ces informations vont être renvoyées à trois stations de chargement qui transfèrent les données aux satellites grâce à la répartition uniforme des stations de contrôle, de plus tous les satellites GPS sont captés la plupart du temps. Le segment de contrôle se trouve dans le sol des stations de contrôle suivent le mouvement des satellites, et l'orbite est périodiquement corrigée. [3]



Figure 1.4 : les stations de segments de contrôle

1.2.1.3 Segment utilisateur :

Le segment utilisateur se compose des ensembles récepteurs, qui ont été conçus afin de décoder le signal transmis par les satellites, pour déterminer la position, la vitesse et le temps. Ceux-ci reçoivent les signaux des satellites grâce à des récepteurs GPS, qui permettent de calculer leur position en trois dimensions (latitude, longitude, altitude) et le temps grâce à la triangulation. Pour comprendre le fonctionnement de ce système, les ondes des satellites se propagent à la vitesse de la lumière, et il est possible de mesurer le temps nécessaire d'une onde pour atteindre un récepteur en comparant le temps de sa transmission et de sa réception. [2]

L'origine de système GPS est un système militaire, Mais il a ensuite été fourni aux civils également. Toutefois, pour conserver l'avantage militaire, le DoD offre deux

services de localisation et de synchronisation GPS qui sont proposés aux utilisateurs du GPS : le service de positionnement précis (PPS) et le service de positionnement standard (SPS). [7]

Le service de positionnement précis (PPS) est disponible uniquement à l'armée américaine et à certains de ces alliés, le service de localisation le plus précise, Il donne une précision de positionnement de chronométrage autonome le plus précise. Il est connu sous le nom code P(Y) transmis sur les bandes Link1 et Link2 [7]. Afin de limiter l'accès des utilisateurs civils à la pleine précision du système, les protections suivantes ont été mises en place :

- S/A ou Disponibilité sélective : dégradation intentionnelle de l'horloge des satellites et manipulation des éphémérides (incertitude dans la position).
- A/S ou Anti-Spoofing : il consiste à crypter le code P ce qui donne le code Y, modulé sur les deux porteuses Link1 et Link2, qu'il ne puisse être utilisé que par des récepteurs autorisés et d'éviter aux adversaires de créer un signal trompeur qui pourrait confondre les destinataires militaires.

Le service de positionnement standard (SPS) est disponible pour tous les utilisateurs et fournissant une localisation précise. Ce service est connu sous le nom C/A code modulé uniquement sur L1. [7] le tableau 1.1 contient les caractéristiques de services et comparer entre eux

	Position		Vitesse	Date
	Horizontale	Verticale		
PPS	9 m (95%)	50 ft (95%)	0.1 m/s (3D)	197 ns (95%)
SPS	2 à 300 m (95%)	140 m (95%)	0.5 à 2 m/s (non garantie)	337 ns (95%)

Tableau 1.1 : Caractéristiques des services des récepteurs GPS.

1.2.1 Caractéristiques des signaux GPS :

Les signaux GPS se composent par deux ondes porteuses comme montre de tableau 1.2, le premier est Link1 ou L1, à une fréquence centrale de 1575.42 MHz, et

deuxième Link2 ou L2, à une fréquence centrale de 1227.6 MHz, les longueurs d'onde sont de 19 et 24 cm. Link1 est modulée par deux codes (C/A : Clear/Access et P : Precise ou Protected) et par un message contenant entre autres les éphémérides. Il est à noter que le code Y, qui modifie du code P, est relié aux opérations militaires. Link2 n'est pas modulée par le code C/A. [4] . Code PRN (Pseudo Radom Noise code) comme illustre de table 1.3

Porteuse	Fréquence	Longueur d'onde
Link1	1575.42 MHz	19 cm
Link2	1227.6 MHz	24 cm

Tableau 1.2 : Fréquence et longueur des ondes porteuses

Paramètres	Signal C/A	Signal P
Taux d'horloge de code	1.023Mbps	10.23 Mbps
Longueur du code	1023 bits	6
Taux des données	50bps	50bps
Porteuse	Link1	Link1, Link2

Tableau 1.3 : Code PRN

1.2.2 Le principe de positionnement du système GPS

Le principe de système GPS est utilisé généralement pour calculer (latitude, longitude, altitude) de quel que soit l'utilisateur de ce système, et pour le positionnement on repose la méthode suivant :

1.2.2.1 La méthode triangulation

Le système GPS se base sur triangulation spatiale. Afin de définir la position du récepteur dans un espace tridimensionnel, on utilise une méthode de calcul de la distance entre lui et 3

satellites. On extrait la position de ces derniers grâce à ces éphémérides qui sont disponibles à tout instant. L'étape suivante est de déterminer les trois distances qui séparent le récepteur de chacun des 3 satellites, cette étape nécessite la définition de 3 sphères, donc on doit effectuer le traçage des trois cercles centrés aux trois satellites pour définir trois sphères, l'intersection de ces derniers donne deux points, un seul point est cohérent avec la surface de la terre. Puis, on mesure le temps mis par l'onde transmis du parcours en utilisant cette formule : $\text{Distance}=\text{vitesse}*\text{temps}$. [8]

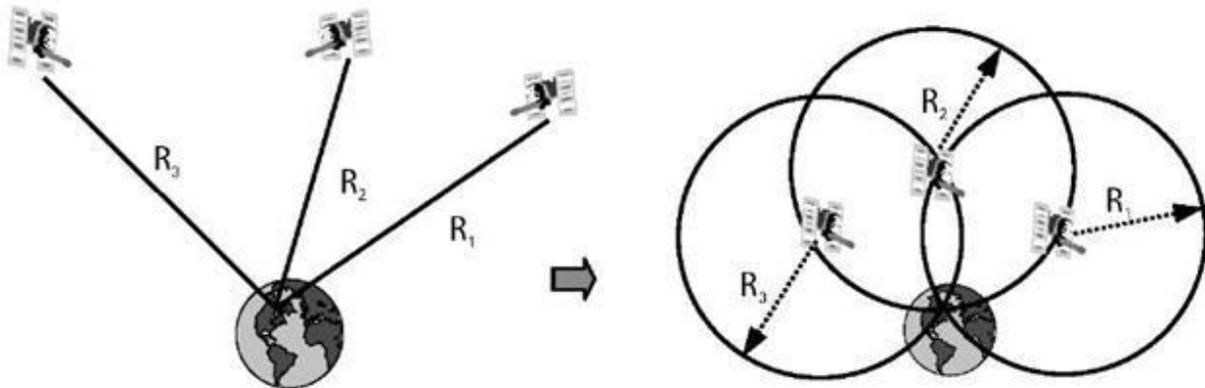


Figure 1.5 : le principe de triangulation

1.2.3.2 Type de positionnement :

Il existe deux types de positionnement :

- **Le positionnement absolu** se réfère à la localisation d'un objet par rapport à un système de coordonnées global. Dans ce cas, les coordonnées sont déterminées en utilisant des références géodésiques fixes, telles que les coordonnées GPS (latitude, longitude et altitude).
- **Le positionnement relatif** se réfère à la localisation d'un objet par rapport à un autre objet ou point de référence. Il ne nécessite pas de système de coordonnées global.

1.2.4 Mécanisme de fonctionnement :

Le système GPS fonctionne grâce à la trilatération des signaux émis par les satellites en orbite autour de la Terre. L'utilisateur possède un récepteur GPS qui capte ces signaux et mesure le temps qu'il faut pour qu'ils atteignent le récepteur. En utilisant la vitesse de la lumière, le

récepteur calcule la distance entre lui-même et chaque satellite. La distance mesurée à partir de chaque satellite définit une sphère de position centrée sur ce satellite. L'intersection de ces sphères de position donne une zone possible où se trouve le récepteur. En utilisant les distances mesurées à partir d'au moins quatre satellites, le récepteur GPS intercepte ces sphères de position, et l'endroit où elles se croisent est la position exacte du récepteur. Le système GPS corrige également les erreurs telles que les décalages dus à la relativité et les retards dus à l'atmosphère.[9]

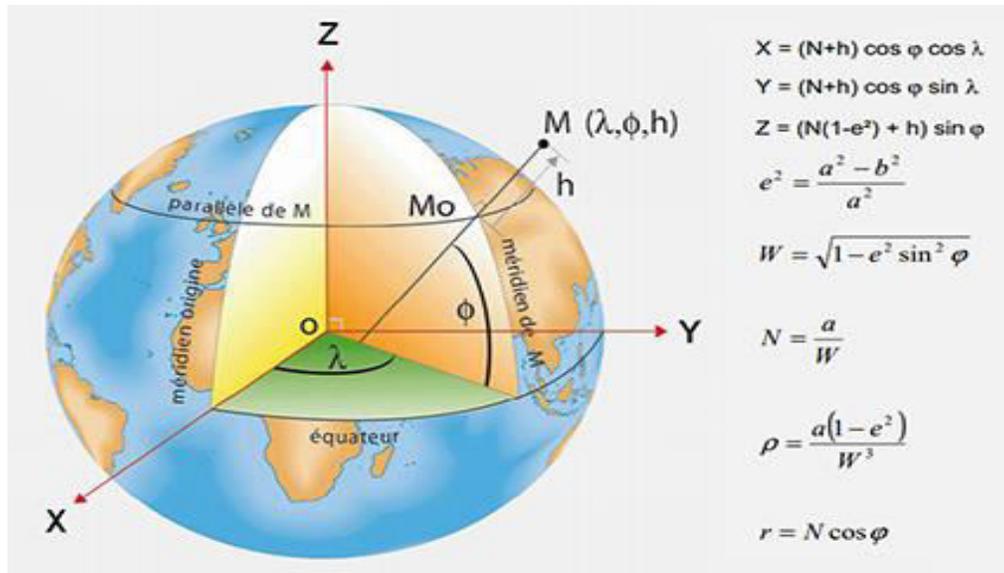


Figure 1.6 : Coordonnées géographiques

1.2.5 Les applications du GPS :

Ses applications sur le terrain sont nombreuses, notamment :

1.2.5.1 Congestion de circulation routière :

Le GPS a un rôle à jouer dans la régulation de la circulation automobile car il permet de suivre en direct le trafic pour dépister des endroits d'accidents et des embouteillages. Les données GPS reconstituent les systèmes de management dynamique du trafic, qui peuvent réajuster les feux de signalisation et ouvrir les voies en temps réel afin d'améliorer la fluidité de ce transport. En plus, les anciennes données GPS aident à scruter les tendances ainsi que des formes périodiques des encombrements qui sont bénéfiques aux autorités publiques chargées d'une planification viables pour décongestionner le pays. Bref, GPS est l'outil clé pour

l'acquisition d'informations, gestion en temps réel et analyse au long terme de la congestion routière pour une amélioration de l'efficacité du trafic.

Marine :

Marins et océanographes ont de plus en plus souvent recours aux données GPS pour faire des levés de terrain sous l'eau, placer des bouées, localiser les dangers de la navigation et les cartographier. Les flottes de pêche commerciale se servent du GPS pour se diriger vers les aires les plus favorables, pour suivre les migrations de poissons et pour s'assurer qu'elles respectent la réglementation.

Un complément GPS, dit GPS différentiel (DGPS), permet d'affiner considérablement la précision du GPS et d'accroître la sécurité des opérations maritimes dans les zones couvertes. Beaucoup de pays ont recours au DGPS pour positionner les bouées et pour leurs travaux de dragage et de balayage du fond, par exemple. Le DGPS améliore la navigation dans les ports.

Secours en cas de catastrophe :

L'utilisation conjointe du GPS et de scanners infrarouge permet aux pilotes des avions de délimiter la zone sinistrée et d'identifier les « points chauds », ce qui facilite les efforts visant à contenir et à gérer les feux de forêt. En l'espace de quelques minutes, la carte des foyers d'incendie est téléchargée sur l'ordinateur portable des pompiers présents sur le terrain. Armés de ces informations, ils ont de meilleures chances de maîtriser l'incendie.

Panneau : Zone à risque de tsunami Dans les régions sujettes aux tremblements de terre, comme le littoral du Pacifique par exemple, le GPS est un outil qui rend des services croissants aux sismologues. Grâce à la précision de ses données de positionnement, ces scientifiques peuvent étudier les pressions qui s'accumulent lentement et tenter ainsi de caractériser les séismes, voire à l'avenir de les prévoir.

1.2.5 Avantages et inconvénients du GPS :

Avantages du GPS :

1. Le GPS est extrêmement facile à naviguer car il vous indique la direction pour chaque virage que vous prenez, sinon vous devriez avoir envie d'atteindre votre destination.

2. Le GPS fonctionne en fonction de la météo, vous ne voudriez donc pas vous soucier du climat comme dans d'autres appareils de navigation.
3. Le GPS vous coûte très peu par rapport aux autres systèmes de navigation.
4. Le plus grand attrait de cette technique réside dans sa couverture terrestre à 100%.
5. Il vous aide également à rechercher des restaurants, des hôtels et des stations-service à proximité et est extrêmement utile pour un lieu de remplacement.
6. En raison de son faible coût, il est très facile à intégrer à d'autres technologies comme le téléphone.
7. Le système est mis à jour régulièrement par le gouvernement des États-Unis et est donc extrêmement avancé.
8. Il s'agit du système de navigation le plus simple dans l'eau, car dans les plans d'eau plus grands, nous sommes souvent induits en erreur en raison du manque de directions appropriées.
9. Le signal GPS est présent dans le monde entier. Par conséquent, les utilisateurs n'en seront privés nulle part.
10. Les GPS sont souvent utilisés n'importe où dans le monde, ils sont alimentés par des satellites mondiaux, ils sont donc souvent accessibles n'importe où, un système de suivi solide et un récepteur GPS suffisent.

Inconvénients du GPS :

1. Parfois, le GPS peut échouer pour certaines raisons et dans ce cas, vous souhaiteriez conserver une carte et des itinéraires de sauvegarde.
2. Si vous utilisez le GPS sur un appareil fonctionnant sur batterie, il peut également y avoir une panne de batterie et vous aurez besoin d'une alimentation externe, ce qui n'est pas toujours possible.
3. Parfois, les signaux GPS ne sont pas précis en raison de certains obstacles aux signaux comme les bâtiments, les arbres et parfois à cause de conditions atmosphériques extrêmes comme les tempêtes géomagnétiques.
4. La puce GPS est avide d'énergie et épuise la batterie en 8 à 12 heures. cela nécessite un remplacement ou une recharge de la batterie assez fréquemment.
5. Le GPS ne pénètre pas dans les murs ou les structures solides. il souffre également des grandes constructions ou structures.

1.3. Conclusion :

Ce chapitre a introduit les concepts de base des attitudes du système de positionnement global (GPS) et a éludé les composants du système, son fonctionnement, les différents services disponibles et les types de récepteurs de téléphones portables. De plus, une vue plus large des applications du système est présentée ici. Dans le chapitre suivant, nous nous concentrerons sur l'utilisation des systèmes suggérés pour calculer la distance ou la vitesse des objets en mouvement.

Chapitre 02

Contrôle de position à distance

Chapitre 02

Contrôle de position à distance

2.1. introduction :

Le Contrôle de position à distance est la méthode qui concerne les technologies utilisées pour suivre le mouvement d'objet (véhicule, appareil ...etc.) Dans un réseau routier.

Le contrôle de position est une technique de sécurité qui peut être utilisée pour déterminer la position d'un objet en utilisant les ressources d'un environnement informatique. Dans le type de contrôle de position, le retour est direct. En fait, la position de l'objet dans le temps T est donnée par ce que le capteur au temps T reçoit également. La position de l'indicateur est toujours cohérente avec les informations fournies ainsi que les réactions sensorielles et sensorielles perçues.

Les potentialités en matière de contrôle de position se sont énormément développées, révolutionnant de nombreux capteurs par exemple capteurs fixe. La combinaison de nouvelles telles que a optimisé l'utilisation de s'effectue à l'aide de capteurs Dans le domaine du trafic routier.

2.2. Traceur de véhicules :

Les traceurs véhicules sont des véhicules équipés de détecteurs pour stocker et / ou transférer à un opérateur des données de trafic, les appareils peuvent être légers, un simple détecteur de GPS, un téléphone portable, ou de navigation .Les grandes technologies utilisées, soient traceurs continus localisation GNSS ou localisation GSM et traceurs points et points. [10]

2.2.1. Traceurs continus GNSS :

Ce sont des véhicules traceurs dont la position est mesurée "en continu». Pour obtenir des informations sur le trafic à partir de véhicules traceurs, il doit interpréter la position, la vitesse, et le sens de déplacement de ces véhicules. Ces données de véhicules sont des Données Flottantes Automobiles (FCD, Floating Car Data). Ces traceurs continus permettent de les obtenir à intervalles réguliers Données tout au long du trajet du traceur, sans

relais au sol. Le véhicule est équipé d'un matériel permettant de mesurer sa position soit localisation GNSS et localisation GSM, ces véhicules traceurs sont localisés généralement toutes les secondes, grâce au GNSS (GPS, GALILEO, GLONASS) Les données sont récupérées du récepteur GPS à intervalles réguliers via Support mobile (GSM, GPRS, Wi-Fi etc.). On Applique la méthode de map-matching à des points GPS standard et à des positions précises pour obtenir avec le véhicule de référence. Cette méthode permet filtrer et disposer des données sur Réseau routier.

La localisation GNSS : GNSS est le nom générique des systèmes de navigation par satellite, qui fournissent une Couverture géographique mondiale, c'est un ensemble de composants basés sur une constellation de satellites, qui permet de fournir à l'utilisateur sa position et sa vitesse en temps réel, etc. Les premiers à créer le système sont l'armée américaine (GPS) Suivi de près par les Russes (GLONASS) et maintenant avec l'établissement Dans l'Union européenne, Galileo est disponible à partir de 2008.

La puce ou récepteur GPS utilise le système de positionnement par satellites pour calculer sa position. La précision de la mesure de positionnement n'est pas suffisante pour localiser le véhicule au niveau de la voie de circulation. Pour localiser le véhicule sur le réseau, un algorithme est généralement utilisé. Pour améliorer la précision du positionnement, d'autres sources de données peuvent être utilisées par exemple l'odomètre et le gyromètre. Les véhicules traceurs sont localisés, toutes les secondes en général, grâce au GNSS (GPS, GALILEO, GLONASS, BEIDOU) et les données sont récupérées, depuis un récepteur GPS et ce à intervalles réguliers, par l'intermédiaire d'un moyen de communication mobile (GSM, GPRS, UMTS, Wi-Fi etc.). Ces données sont ensuite filtrées et projetées sur le réseau routier (Map-Matching).[11]

Principe du GNSS

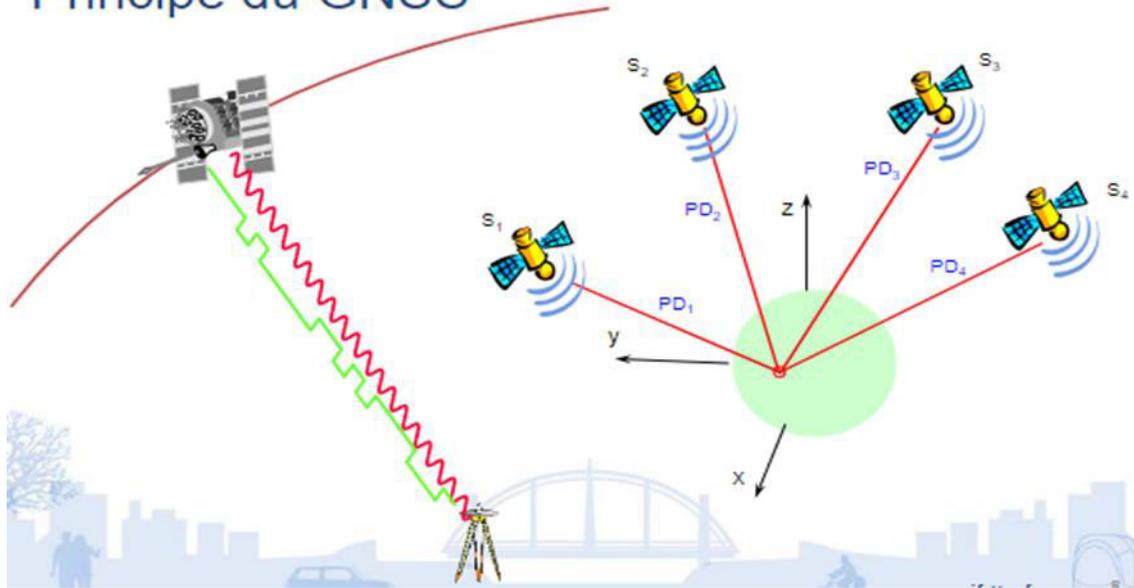


Figure 2.1 :Le principe du GNSS

Le GSM (Global System for Mobile Communications) est généralement la première norme de téléphonie cellulaire, et il est un système cellulaire numérique et télécommunication mobile, il permet de géolocaliser en utilisant des signaux, dans lequel ce système envoie et reçoit des signaux en utilisant l'énergie électromagnétique, pour localiser un appareil GSM, les antennes adjacentes détectent la force du signal envoyé par cet appareil. L'ordinateur traite ensuite ces données pour déterminer les distances entre le dispositif GSM et les antennes recevant ses signaux. Ces distances permettant d'estimer par triangulation la position du GSM. La précision obtenue par cette technique est de l'ordre de 10 à 50 mètres. [12]

2.2.2 Traceurs points à points

Les traceurs points à points permettent d'obtenir des données FCD (Floating Mobile Data) Uniquement au niveau du relais de terrain. C'est ce qu'on appelle le mode de placement passif, Le principe de ces traceurs est l'enregistrement en points spécifiques selon des caractéristiques comme (heure, vitesse instantanée, type de véhicules, identifiant, débit, etc.), et selon le capteur utilisé, Les caractéristiques utilisées pour définir le véhicule seront différentes.

Comme illustre de figure 2.2 :

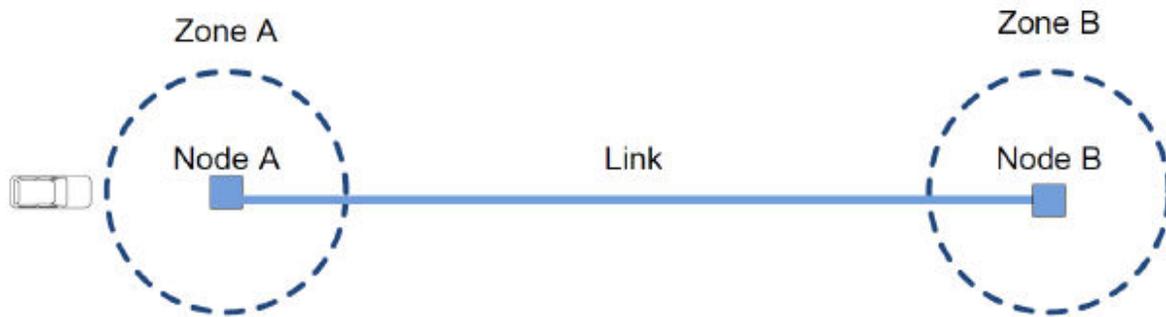


Figure 2.2 : Illustration de traceur véhicule point à points

Selon le capteur utilisé, différentes caractéristiques seront utilisées pour définir le véhicule. concerne le comportement d'un véhicule et le fonctionnement de ses capteurs ; le problème est que cela rend difficile l'identification des véhicules individuels et nécessite l'acquisition de deux données clés (temps de trajet, matrices source et destination). Redéfinir une automobile donnée, une tâche plus complexe que la classification des véhicules. Il s'agit de comprendre comment la présence d'un certain véhicule peut être détectée à différents endroits fixes le long de l'itinéraire. La refonte du véhicule s'opère comme suit : passant par le nœud A (1). Le véhicule vh1, au point de mesure Noeud A à l'instant t_A , enregistre un signal et extrait un numéro d'identification de ce véhicule. Lorsque le même véhicule passe par le lieu de mesure suivant, B, à l'instant t_B , l'identification est à nouveau extraite. S'il est possible de faire correspondre les numéros d'identification calculés dans A et B, alors on dit que vh1 a été redéfini. [13]

Traceurs point à point : combinent le WiFi et le Bluetooth. Capture d'adresses MAC BT et WiFi classés par catégories de terminaux. En 2013 : 10 à 20 % du trafic "capté" contient les données suivantes : vitesses moyennes, temps de trajet, capteurs et matrices O/D. , Protocole de communication Bluetooth pour connecter des appareils électroniques, et La plupart des voitures sont équipées d'une interface Bluetooth (2,4 GHz, radio classe 2, portée jusqu'à 10 mètres). Les automobiles équipées d'étiquettes RFID passives (identification sans connexion) ont la capacité d'être ré-identifiées. Ceci est réalisé en utilisant un lecteur RFID pour identifier le véhicule à chaque emplacement fixe.[14]

2.3. Les capteurs

Les systèmes à base de capteurs sont de plus en plus fréquemment utilisés pour de nombreuses applications comme la gestion de flottes de véhicules, la surveillance de trafic ou encore la

surveillance de phénomènes environnementaux et urbains. Les données acquises par ces capteurs sont localisées et datées. Elles sont employées dans des applications de nature diverse gérant de grandes masses de données spatio-temporelles en temps réel et différé selon les besoins.[15]

2.3.1. Les Capteurs fixe :

Les Capteurs fixes utilisent pour effectuer la surveillance des réseaux routiers, ils sont composés de deux collectes Les capteurs intrusifs et les capteurs non-intrusifs

2.3.1.1 Les capteurs intrusifs :

Les capteurs intrusifs sont montés en permanence sur la bordure ou sur le trottoir, nécessitant une modification structurelle et irréversible de l'infrastructure de la route environnante. Voici quelques exemples de capteurs intrusifs :

- **Boucles inductives :** Les boucles inductives sont utilisées pour détecter les véhicules ou surveiller le trafic. Elles consistent en une boucle conductrice installée dans la chaussée. Lorsqu'un véhicule passe sur la boucle, il induit des courants de Foucault, ce qui déclenche un signal de détection. Ces boucles sont couramment utilisées aux feux de circulation et dans les parkings pour compter les places vacantes.[16]



FIGURE 2.3 – Capteur de trafic Boucles inductives

○ **Capteurs à effet piézo-électrique** : Les capteurs piézo-électriques mesurent des grandeurs physiques (comme la pression ou l'accélération) en utilisant l'effet piézoélectrique. Les matériaux piézoélectriques, tels que le quartz, génèrent des signaux électriques lorsqu'ils sont soumis à une contrainte mécanique. Ces capteurs sont utilisés dans divers domaines, de la surveillance des vibrations à la détection des mouvements sismiques.[17]



FIGURE 2.4 – Capteur de trafic piézo-électrique à quartz (capteur Linesas de chez Kistler)

○ **Les capteurs à tubes pneumatiques** :

Les capteurs à tubes pneumatiques sont constitués de tuyaux souples partiellement enfouis transversalement dans la chaussée. Ils sont terminés à leurs extrémités par des capteurs de pression. Cependant, ce type de capteur ne permet pas de mesurer directement une position latérale. Pour pallier cette limitation, on utilise deux tubes avec un espacement mesuré connu. Cette configuration permet de calculer la vitesse avec une précision d'au moins 10% [Klein & Kelly, 1996]. En général, la distance entre les deux tubes est d'au moins 30 cm. [18]

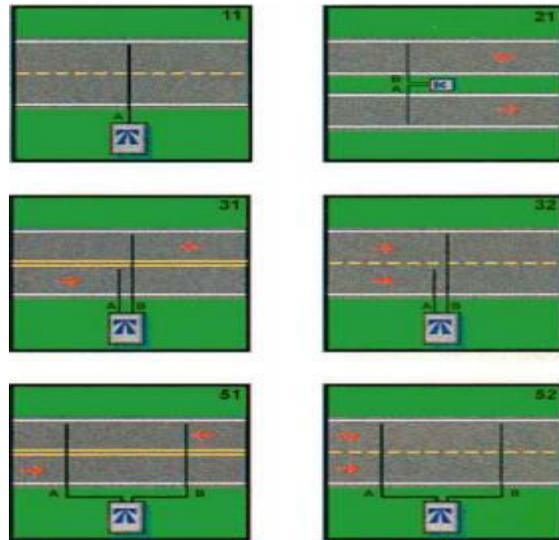


FIGURE 2.4 – Représentation de configurations possibles pour l'installation des tubes pneumatiques

2.3.1.1. Les capteurs non-intrusifs :

Il n'est pas nécessaire que les capteurs non intrusifs soient placés sur ou à l'intérieur de la cage ; ils peuvent être installés pour une durée allant de quelques heures à plusieurs mois. Ils sont positionnés sous les ponts, sur des plates-formes, en bordure de chaussée ou sur des portiques. Voici quelques exemples de capteurs non intrusifs :

Les caméras à reconnaissance :

Les caméras ALPR sont essentielles dans divers domaines tels que la surveillance du trafic, la sécurité et l'application de la loi. La recherche se concentre sur l'amélioration de ces systèmes en utilisant des caméras mobiles pour capturer des images de plaques d'immatriculation de véhicules en mouvement. Ces systèmes visent à atteindre des taux de précision élevés, allant de 86 % à 95 %, même dans différentes conditions météorologiques. De plus, les progrès technologiques ont permis la mise en place de systèmes de reconnaissance en temps réel qui aident les forces de l'ordre à identifier et à arrêter efficacement les véhicules recherchés. L'intégration de techniques de segmentation, de reconnaissance et de super-résolution des caractères a encore amélioré la qualité et la précision des images des plaques d'immatriculation, en particulier dans les scénarios comportant des images à basse résolution et des données d'entraînement imparfaitement annotées. En somme, les caméras ALPR jouent un rôle crucial dans l'automatisation de processus tels que le suivi des véhicules, la surveillance de la sécurité et les interventions des forces de l'ordre .[19]

Les capteurs à effet Doppler :

Equipé d'un mécanisme d'embrayage qui permet de calculer la vitesse radiale d'un véhicule en comparant les fréquences des signaux envoyés et reçus. Leur déplacement est simple.[20]

Les capteurs infrarouge :

Ces capteurs peuvent être divisés en deux familles : les capteurs passifs, qui détectent la chaleur générée par les véhicules en mouvement ou les conducteurs des deux roues motrices, détectent le rayonnement thermique émis par le véhicule lors de son déplacement, et les capteurs actifs, qui détectent les signaux réfléchissants. L'émetteur (LED ou laser) émet un faisceau infrarouge de longueur d'onde étroite. La portée peut aller jusqu'à 200 mètres dans le cas d'arcs. Ils répondent en moins de 10 millisecondes. La vitesse est obtenue avec une précision de 5 % grâce à deux capteurs infrarouges. [20]

2.4. Système traçabilité :

Le système de traçabilité, développé pour diverses applications, est également un système intégré de collecte de données. Il combine un GPS avec un système automatisé de collecte de données et un modem filaire qui permet l'accès aux données (et le suivi des véhicules). La traçabilité est une expression générale qui peut être utilisée pour une variété d'objets, notamment des personnes, des biens et des produits. Il permet de localiser ou d'identifier une entité de la chaîne à ce moment précis. [21]

Parmi les technologies utilisées :

2.4.1. Balises RFID :

RFID, sigle de Radio Frequency Identification, en français Identification par radiofréquence, est une technologie qui utilise des ondes radio pour identifier des objets ou des personnes à distance. Elle fonctionne grâce à des **étiquettes RFID**, appelées aussi **tags** ou **puces intelligentes**, fixées sur les éléments à identifier.[22]

2.4.2. Boitier GPS :

Grâce à un réseau de satellites, le GPS intégré à votre appareil peut déterminer votre position géographique avec une précision remarquable, généralement comprise entre 10 et 15 mètres. Ce calcul est réalisé en captant les signaux envoyés par les satellites. La mise à jour de votre position est effectuée en temps réel, généralement toutes les secondes, pouvant même atteindre 100 Hz pour certains modèles.

Le tableau 2.1 présente quelques exemples de boîtiers GPS disponibles sur le marché.

tracker GPS	GPORTER GP-102	GPS tracker TKMARS	XCSOURCE
Dimensions (L x l x h)	70 x 35 x16 mm	90 x 72 x 22 mm	90 x 45 x 12 mm
Poids	22g	168g	102g
Echange de données	Câble USB	Carte SIM	Via SMS ou ou GPRS (TCP/IP)
Canal GPS	48	22	20
Réseau	GPS Device/Data Logger	GSM / GPRS / CDMA	GPS/GSM/GPRS/SMS
Antenne :	GPS incorporée, Baromètre intégré	GSM intégré, antenne GPS à faible bruit haut gain.	GSM intégré, antenne GPS avec faible bruit et gain élevé

précision de positionnement	Altimètre barométrique: grâce à un capteur barométrique intégré, l'altitude est précise.	jusqu'à 5 mètres	jusqu'à 5 mètres
Sensibilité GPS	159dBm	159dBm	159dBm
Précision GPS	Adaptateur USB de voiture: entrée 12 V; Sortie 5.0V	5m sur Entrée : 5V-1A Sortie 110-220V	
Technologies	Localisateur GPS Randonnée Tracker Altimètre Enregistreur GPS: enregistre jusqu'à 300 000 points de route avec date, heure, altitude et vitesse. Les itinéraires sont affichés sur Google Maps.	Localisation envoie sa position toutes les 30 secondes dès entrée en mouvement, Livré avec un câble USB	Localisation par SMS ainsi qu'un lien Google Map pour visualiser le traceur géolocalisation en temps réel, affichage automatique des informations sur la position (supporte app Android/IOS, web/WAP)
Batterie	Batterie Lithium-polymère non rechargeable, le durée de vie des batteries jusqu'à 17/20 heures	batterie lithium rechargeable 3.7V 5000mAh	Brancher directement a batterie du véhicule
reel forme			

tableau 2.1 : trois exempl tableau 2.1 : trois exemples de traceur GPS pour véhicule

2.4.3. Application mobile :

La technique de l'utilisation du téléphone mobile est étudiée dans le nord de l'Amérique (Etats-Unis et Canada) sous le nom anglais de « Floating Car Data ». Il s'agit de repérer les téléphones portables en service grâce aux différents réseaux cellulaires (Code Division Multiple Access (CDMA), Global System for Mobile communications (GSM), Universal Mobile

Télécommunications System (UMTS), General Packet Radio Service (GPRS)). L'imprécision et l'incertitude sur les mesures sont très élevées. Cette technique emploie généralement la triangulation. Les résultats sont pour le moment très approximatifs. Elle n'est donc pas encore applicable, pour le moment, au suivi de trajectoire. Néanmoins, pour une gestion de trafic, elle peut s'avérer suffisante. Son principal inconvénient réside dans l'utilisation des téléphones portables allumés.

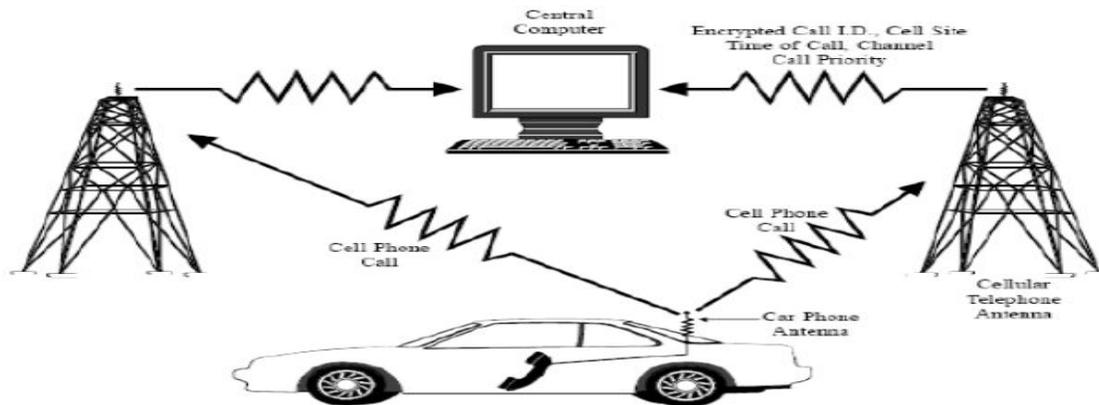


Figure2.5 : Communication depuis les téléphones cellulaires

Dans ce mode de localisation, Le calcul de la position est possible effectué à l'aide du réseau de téléphonie, car Il existe des applications mobiles qui sont utilisés pour suivre des véhicules. Ces application permettent de localiser du véhicule et transmit leurs données d'emplacement en temps réel. On a choisi ces deux à cause sont le plus commun et utilisés SpySat et Famisafe.

- SpySat** est une application logicielle d'essai gratuite de la sous-catégorie Autre, qui fait partie de la catégorie Développement, il permet d'utiliser téléphone portable comme un tracker GPS, l'application est disponible en anglais, le téléchargement cet application sur site web. L'installation sur Android.

- Famisafe** est une application de suivi de téléphone portable, c'est un programme, avec plusieurs de fonctionnalités efficaces qui aident à faciliter un suivi fiable avec le moindre effort

2.5. Localisation d'un véhicule :

Pour localiser d'un véhicule sur une carte routière numérique précise, il est important d'utiliser un système de positionnement par satellite de type GPS et d'un système d'information géographique (SIG) gérant une base de données géographiques comme sources d'information et des traitements adaptés, de plus d'une série de capteurs spécifiques [24]. Ainsi, le système GPS permet de se mettre au sol en fournissant à l'utilisateur les coordonnées de l'objet à localiser. Ils peuvent être de deux types : Soit les coordonnées géographiques WGS84 (c'est-à-dire la longitude, la latitude et Hauteur elliptique λ, ϕ, h) associée à ce référentiel géodésique. La deuxième type, ou des coordonnées planes ou rectangulaires (X, Y)

2.5.1.Méthodes de localisation d'un véhicule :

La méthode de localisation d'un véhicule est une technique utilisée pour déterminer le positionnement dans un environnement, qu'il est nécessaire d'avoir recours à un traitement de localisation sur la carte. On a des plusieurs méthodes de localisation d'un véhicules, les plus importants sont classées en trois catégories : localisation relative, localisation absolue et localisation hybride. Les plus connus sont les suivantes :

Méthodes de localisation relative :

cette méthode est basée sur un principe simple et immédiat, cette localisation est effectuée par déterminer la position et l'orientation d'un véhicule, cela en prenant compte de ses déplacements successifs depuis une configuration de départ connue. Cette technique utilise des capteurs proprioceptifs qui permettent de mesurer de grandeurs cinématiques ou dynamiques du comportement interne du véhicule, en général : distance parcourue, vitesse de déplacement, accélération ou encore angles de giration et de pose. On dit que l'avantage de cette méthode c'est l'estimation de position du véhicule de manière rapide et fréquente

Méthodes de localisation absolue :

c'est une amélioration de la méthode précédente, car elle base principe seulement la détermination de position du véhicule dans environnement intérieur ou extérieur. De plus, les capteurs utilisés pour mettre en œuvre cette technique sont des capteurs extéroceptifs, Qui fournissent des informations sur l'environnement dans lequel le véhicule fonctionne (télémètre laser, radar, sonar, caméra vidéo, caméra infrarouge, etc.) On peut compter deux types de stratégies utilisables Ces méthodes : soit l'utilisation des points repères naturel, et la deuxième est l'utilisation de points de repères artificiels (comme GPS). Cette méthode pose un grand problème

c'est la perte de visibilité des points de repère dans l'environnement cela peut entraîner l'incapacité du système à fournir une position viable

Méthodes de localisation hybrides :

Cette méthode utilise des Différents types de capteurs sont impliqués, Ce dernier ne peut fournir que des mesures incomplètes, Ou dans un autre sens incomplètes, incertaines et tachées d'erreurs. Cette technique est basée sur le principe de fusion de données ou de fusion multi capteur. On a Trois approches utilisables en général pour réaliser la fusion : les approches statistiques, probabilistes et ensemblistes.

Méthodes de localisation géométriques :

Cette méthode utilise des courbes au lieu de sections, cette courbe est un ensemble de sections reliées les unes aux autres, et cette technique est basée sur le même principe que la première méthode, nous avons calculé les positions estimées successives avec courbe (groupes de points). Étant donné qu'une courbe à l'autre dépend d'un point à l'autre, cela produit généralement de mauvais résultats en raison des valeurs aberrantes.

2.6.Applications :

Il y a nombreux d'applications qui fournissent différents services, cartographie, traçage, communication, etc. Le développement de la science de cartographie de façon spectaculaire, surtout après l'introduction de la technique GPS qui a contribué à l'amélioration de la qualité des cartes numériques, parmi les applications les plus utilisées, on concentre sur les suivantes :

Google Maps et TomTom, MagicEarth

2.6.1.GoogleMaps :

Google s'appuie sur son programme Map Partner, qui recueille des informations auprès d'une série d'organisations crédibles, telles que l'US, le Forest Service, les conseils municipaux et d'État, etc., et les utilisant pour construire des autoroutes massives ou des voies éloignées et les assembler dans l'image numérique complète que s'appelle Google Maps. En plus Google utilise des véhicules 24 /24 h pour patrouiller chaque rue, quartier. Les images ainsi obtenues sont ensuite tracées sur la carte de base à l'aide de coordonnées GPS, pour aboutir au résultat final qui

est Google Street View. La vue satellite disponible via Google Maps est créée en collaboration avec Google Earth, en fonction des images de satellites tiers à assembler dans le système central afin de fournir des photographies haute résolution. Google Earth est un logiciel gratuit très populaire qui fournit des cartes par images satellites dans le monde entier, il fournit des plug-ins pour que la communauté puisse afficher des objets dans le programme, par exemple des objets 3D de gratte-ciel, Google Earth utilise son propre langage de programmation appelé KML qui est un langage de balisage extensible (XML) qui est écrit pour décrire comment les objets sont rendus. Les objets basés sur KML peuvent également être utilisés avec Google Map pour afficher les objets en ligne et en épingle.

2.6.2. Tom Tom :

Les cartes TomTom sont créées en couches contenant différents types d'informations. En commençant par la couche de base, des millions de nœuds sont placés les uns à côté des autres et contiennent les coordonnées GPS de tous les points uniques de la zone couverte. Ensuite, une couche de lignes suivante est dessinée sur ces lignes qui représentent des routes, des rivières, des voies ferrées et d'autres éléments géographiques. Ensuite, des valeurs d'attribut sont attribuées qui fournissent des classifications détaillées pour chaque élément individuel, y compris les noms de routes, les numéros, etc. Plus des informations complexes telles que la rotation, la vitesse et les restrictions de véhicule. Ensuite, un point d'intérêt ou une couche de service contenant par exemple des écoles et des hôpitaux est construit sur cette couche, suivi des vitesses réelles mesurées fournies par IQ Tracks et enfin les services TomTom HD Live Traffic. Les données brutes collectées proviennent de l'imagerie satellite, des autorités locales et du personnel mobile d'enquête sur le terrain, ainsi que des données géo-référencées des véhicules de cartographie mobile TomTom, qui contribuent tous à la création de cartes, ainsi que de la technologie MapShare. Cela fournit des informations sur les changements du monde réel. Au centre de la carte, toutes ces informations sont là Intégré au logiciel Cartopia développé en interne, il offre une vue d'ensemble réaliste de l'environnement.[23]

2.6.3. MagicEarth :

MagicEarth est une application gratuite de cartes et de navigation, il utilise les données d'OpenStreetMap et un puissant moteur de recherche pour offrir les itinéraires optimaux pour la conduite, et les transports publics. Cette application s'appuie sur des données Open Source et propose une navigation étape par étape gratuite, des cartes téléchargeables et des informations sur

le trafic, des radars et des transports publics sont tous gratuits. On Choisit entre les vues de carte 2D, 3D et, la vue satellite étant disponible. Ensuite l'OpenStreetMap

2.7. Conclusion :

Nous avons discuté des stratégies de suivi des véhicules dans ce chapitre et avons montré des exemples de différents capteurs fixes. La structure et le modèle de la base de données de routage ainsi que les applications associées ont ensuite été soigneusement examinés.

Le chapitre suivant illustre l'approche suggérée basée sur ces données.

Chapitre 03

méthode suggérée

Chapitre 03

méthode suggérée

3.1 Introduction :

Dans ce chapitre, nous simulerons le mouvement du trafic pour étudier les changements de vitesse et les raisons qui les contrôlent. Cette dernière s'appuie sur la collecte d'une base de données routières comprenant toutes les informations sur le trafic, pour contrôler la vitesse via l'algorithme approuvé.

3.2 Milieu d'implémentation :

Le système de gestion routière reçoit des signaux via un groupe de capteurs installés sur chaque véhicule circulant sur une route répertoriée sur la carte. Ces capteurs, qui comprennent des capteurs externes et internes, permettent de suivre la trajectoire du véhicule et de collecter des informations de base sur son mouvement à l'aide du réseau Global Positioning System (GPS). Outre les données cartographiques, la carte utilisée doit inclure des détails sur les caractéristiques de la route, y compris les marquages des limites pour chaque tronçon de route et les vitesses maximales et minimales autorisées pour chaque tronçon.

3.2.1. cartographie (base de données routière) :

Dans notre cas, nous nous appuyons sur trois modèles cartographiques : le modèle topologique, la carte du réseau d'occupation et le modèle géométrique.

1-Le modèle topologique(a) : La présentation de ce modèle est sous forme de graphes, et les sommets correspondent les lieux, souvent associés à des informations perceptuelles

(histogrammes de couleurs, images, données télémétriques...), parmi le contenues que on trouve les informations sur la connexité et l'ordre des lieux visités par le véhicule. [24]

2-La carte ou grille d'occupation(b) :La grille d'occupation est une carte dans laquelle chaque partie de la zone est représentée sous la forme d'un carré qui peut être occupé ou vide. Ainsi la zone est définie et représentée sous la forme d'une grande grille, où chaque carré est connu par son emplacement et son état (occupé ou libre) comme illustre dans figure 3.2. La représentation de ce modèle est métrique qui décompose l'espace en un ensemble de cellules. A chacune de ces cellules est associée une probabilité d'occupation estimée à partir des données extéroceptives.[25]

3-Le modèle géométrique(c) :Ce modèle correspond des formes géométriques (points, lignes) qui sont décrites ainsi que la position dans l'espace de représentation métrique est utilisée des primitives géométriques 2D/3D

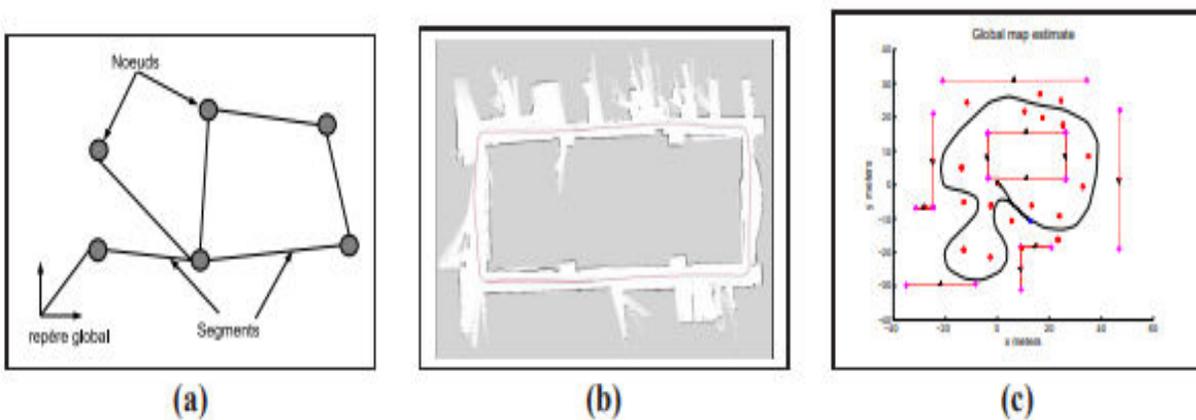


Figure 3.1: Représentations de l'environnement : (a) modèle topologique, (b) carte ou grille d'occupation et (c) carte métrique avec des amers de type droite et point.

3.2.2.Base de données routière :

C'est la clé pour lire et déterminer l'emplacement exact de la voiture sur la carte extraite du GPS
Composé :

a-Nom et type de route :

1. Autoroute :

- Définition : Route à accès règlementé, généralement à plusieurs voies de circulation dans chaque sens, séparées par un terre-plein central.

- Caractéristiques : Vitesse maximale élevée (généralement 130 km/h), sorties et entrées par échangeurs, circulation interdite aux piétons et cyclistes.

2. Route nationale :

- Définition : Route d'importance nationale, reliant les principales villes et agglomérations.

- Caractéristiques : Vitesse maximale plus élevée que sur les routes départementales, souvent à 2 ou 4 voies, accès plus limités.

3. Route départementale :

- Définition : Route gérée par le Conseil Départemental, assurant la desserte locale.

- Caractéristiques : Vitesse maximale généralement de 90 km/h, chaussée plus étroite, nombreux accès directs.

4. Voie communale :

- Définition : Route appartenant à la commune, assurant la desserte à l'échelle locale.

- Caractéristiques : Vitesse maximale de 50 km/h en agglomération, chaussée étroite, nombreux accès directs.

5. Chemin rural :

- Définition : Route appartenant à la commune, généralement non revêtue, desservant les zones rurales.

- Caractéristiques : Chaussée étroite, vitesse limitée, utilisée principalement par les riverains et les engins agricoles.

b-Localisation départ : Définit par ses coordonnées géographiques sur la carte pour prendre les mesures vitesse véhicule comme (vitesse, date etc.)

c-Localisation arrivée : c'est le lieu d'arrivée du véhicule. Définit de la même façon que son précédent.

d-Vitesse limite :

Définition :

La vitesse limite représente la vitesse maximale autorisée pour circuler sur un segment de route donné. Elle est généralement fixée par les autorités compétentes (ministère, préfecture, mairie, etc.) en fonction du type de voie, de l'environnement urbain ou rural, et de considérations de sécurité routière.

Types de vitesses limites :

- Autoroutes : 130 km/h (110 km/h par temps de pluie)

- Routes nationales et départementales en rase campagne : 90 km/h

- Agglomérations : 50 km/h (parfois 30 km/h dans certaines zones)
- Zones résidentielles, zones de rencontre : 20 à 30 km/h
- Voies urbaines spécifiques (ex : voies piétonnes) : vitesses réduites

Stockage dans la base de données :

Les vitesses limites sont généralement associées à chaque segment de route dans la base de données. Cela permet de les prendre en compte dans les calculs d'itinéraire, les estimations de temps de parcours, etc.

NOM	Point départ	Point d'arrive	Vitesse limité
N10	Tébessa	Bekkaria	90km/h
N16	Tébessa	Safsaf El Ousera	100 km/h
W41	Hammamet	Cheria	50 km/ h

Tableau3.1 : caractéristique de base de données de route

3.2.3.Base de mouvement :

La base comporte les données liées au mouvement du véhicule, à savoir :

- **Id** :identifiant du véhicule tel le numéro d'immatriculation, numéro de série ou tout autre donnée permettant d'identifier le véhicule par rapport aux autres véhicules.
- **TempsDépart** :Le jour et heure de départ.
- **TempsdArrivée** :Le temps où le véhicule arrive en fin du tronçon parcouru.
- **Capteur** : référence du capteur embarqué sur le véhicule.
- **Itinéraire** :Nom de l'itinéraire parcouru.
- **Vitesse** :La vitesse maximale enregistrée par le véhicule.

Id_vehicule	Date	Heure_dep	Capteur	Lieu	Vitesse Autorisée	VitesseRéelle
01	16/5/2024	06 :30	X12	N10	100 km/h	80 km/h
02	8/07/2024	11 :45	X4	N81	90km/h	90 km/h
03	3/01/2024	22 :05	TR06	W81	50 km/h	110 km/h
04	23/09/2024	16 :16	TR08	N10	130 km/h	160 km/h

Tableau3.2 GPS (Localisation vitesse) de suivi véhicule

3.2.4.Algorithme :

Algorithme :Régulation de vitesse

Entrées :

- Id_vehicule : Identifiant du véhicule
- Id_capteur : Identifiant du capteur
- Position_depart : Position de départ
- Temps_depart : Temps de départ
- Vitesse_autorisee : Vitesse autorisée

Début

Affecter Position_actuelle = Position_depart

Affecter Temps_reel = Temps_depart

Affecter Vitesse_actuelle = 0

Tant que (Position_actuelle \neq Position_finale) faire

 Mettre à jour Temps_reel

 Mettre à jour Vitesse_actuelle en fonction des données de Id_capteur

 Si (Vitesse_actuelle > Vitesse_autorisee) alors

 Enregistrer (Id_vehicule, Position_actuelle, Temps_reel, Vitesse_actuelle)

 Éditer PV_d'infraction

 Fin Si

Fin Tant que

Si (Position_actuelle = Position_finale) alors

 Interpréter les données ou éditer une amende pour excès de vitesse

Fin Si

Fin

3.3.Outils de Simulation

3.3.1.SUMO(simulation of urban mobility):

Pour ce fait, on a utilisé l'application SUMO. C'est un logiciel offre une suite complète pour tous les besoins de simulation trafic, initialisé en 2001. Il est conçu pour aider au développement, au valide des fonctions de conduite automatisée via différentes approches. Il peut être utilisé pour modéliser les systèmes de trafic intermodal comprenant les véhicules routiers, les transports publics et les piétons. Ce Simulation Met en œuvre des stratégies trafic avant de les utiliser dans des situations réelles

Il existe plusieurs formats d'importation pris en charge par SUMO, tel que les fichiers de formes ou Open Street Map, qui est une carte du monde, En d'autres termes, il suffit de sélectionner L'importateur de réseau routier, qui permet de lire les réseaux d'autres simulateurs de trafic comme VISUM, Visim ou MATsim. Le simulateur SUMO commence à générer par SUMO-NETCONVERT qui lit les données disponibles, calcule l'entrée nécessaire ensuite, il écrit les résultats dans un fichier XML. Avec des outils de support qui automatisent les tâches essentielles pour créer, exécuter et évaluer des simulations de trafic. Le logiciel donne plusieurs pour améliorer avec des modèles personnalisés et fournit diverses API pour contrôler à distance la simulation.[26]

3.3.2.Principe de simulation :

1-Téléchargez les données OpenStreetMap pour la zone géographique que vous souhaitez simuler. Vous pouvez le faire sur le site web d'OpenStreetMap en sélectionnant la zone et en exportant les données au format .osm.

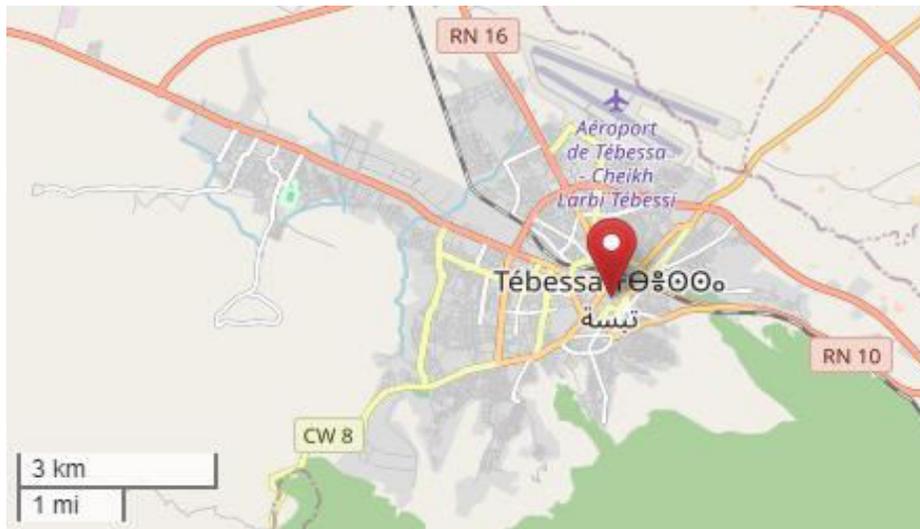


Figure 3.2. : Exemple Exemple d'un carte réseau de Tébessa en OpenStreetMap importé dans SUMO

2-Utilisez l'outil NETCONVERT de SUMO pour convertir les données OpenStreetMap en un fichier de réseau SUMO (.net.xml). La commande est la suivante :

```
netconvert --osm-files map.osm -o réseau.net.xml
```

Remplacez map.osm par le nom de votre fichier de données OpenStreetMap téléchargé.

3-Optionnellement, vous pouvez affiner le réseau généré en utilisant l'éditeur graphique netGen de SUMO. Cela vous permet de modifier la géométrie des routes, d'ajouter des feux de circulation, de définir des priorités, etc.

4-Une fois le fichier de réseau (.net.xml) créé, vous pouvez l'utiliser dans vos simulations SUMO. Par exemple, en créant un fichier de configuration (.sumocfg) qui référence le fichier de réseau.

```
xml
<configuration>
<input>
<net-file value="réseau.net.xml"/>
<route-files value="trafic.rou.xml"/>
</input>
<!-- autres paramètres de configuration -->
</configuration>
```

5- Après cela, nous pouvons ouvrir la carte sur sumo :

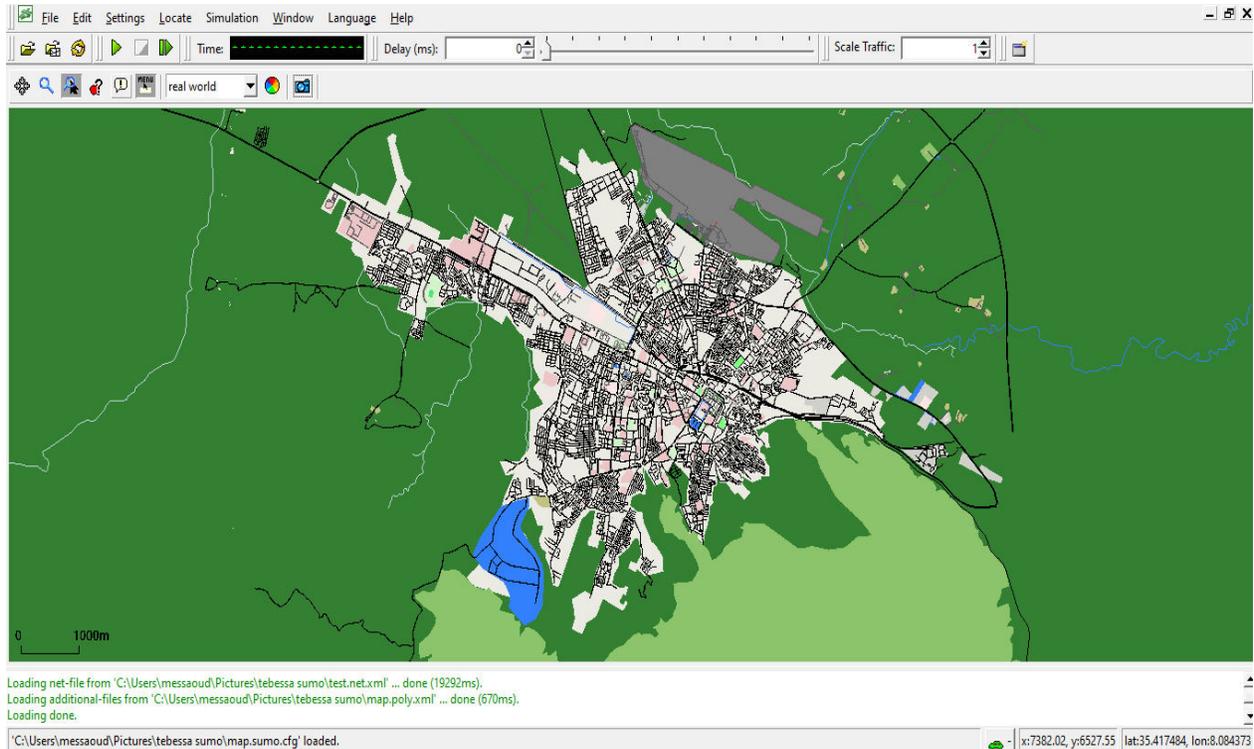


Figure 3.3 Carte dans SUMO après l'importation de données depuis openstreetmap

a-Suivi véhicule :

Un identifiant (numérique) est placé pour chaque voiture sur notre réseau routier afin que nous puissions la suivre et connaître ses coordonnées grâce aux paramètres du simulateur Sumo, comme le montre La figure3.4 suivante :

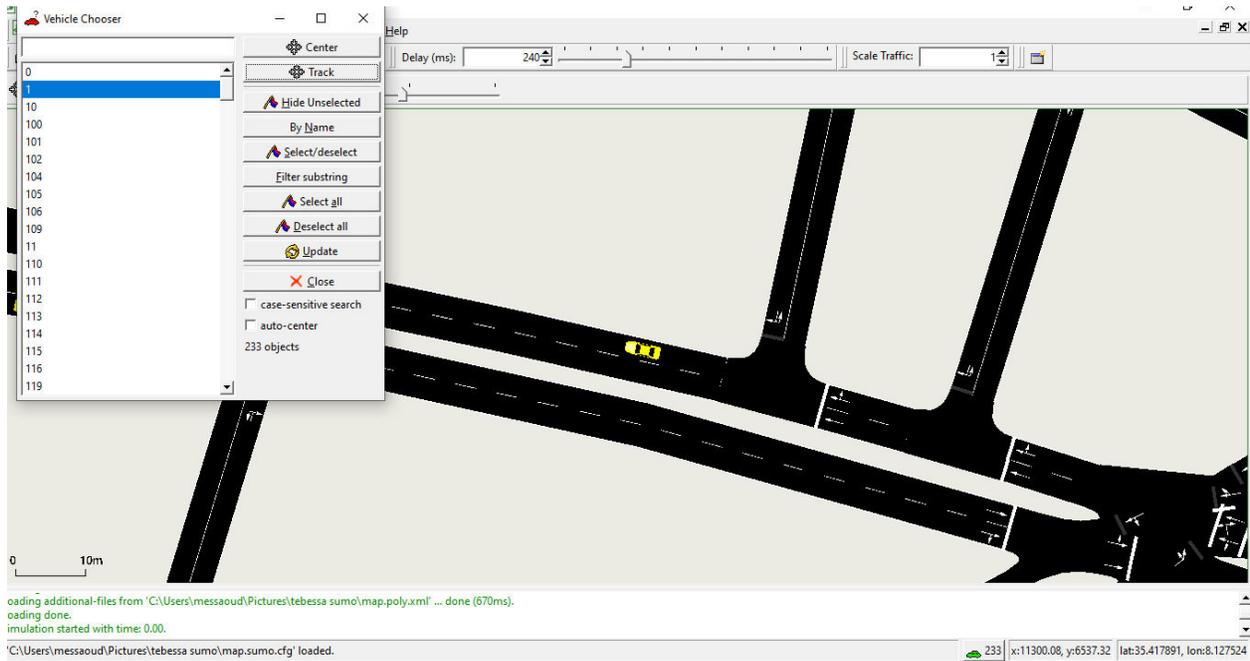


Figure3.4 : Exemple de trace véhicule

▀ Déterminer la route et connaître sa vitesse maximale :

id	lieu	Vitesse limite	position	
			X	Y
01	N16	100 km/h	41667.20	15362.75

Tableaux 3.3 : exemple de détermination de l'emplacement de la voiture et de la vitesse autorisée

3.3.Conclusion :

A la fin de ce chapitre, nous prenons en compte les résultats obtenus grâce à la simulation et essayons de les projeter dans la réalité pour en bénéficier et développer des techniques qui résolvent nos problèmes lorsque les moyens nécessaires sont disponibles.

Conclusion générale :

Notre travail propose de remplacer le système radar par le système que nous proposons car l'utilisation de ce dernier est locale et ne couvre pas tous les endroits, ce qui lui fait perdre le contrôle de la vitesse du véhicule. Cependant, l'approche proposée permet de suivre la vitesse du véhicule à tout moment. point sur la carte routière, grâce au capteur GPS situé à bord du véhicule précité. Les données du véhicule (numéro, coordonnées de l'itinéraire, heure et vitesse) seront envoyées en temps réel au centre de collecte où une amende sera émise si le véhicule dépasse la limite autorisée.

Notre démarche a fait des émules faute de moyens nécessaires.

Référence :

- [1] Global Positioning System. (2024, February 23). https://fr.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System
- [2] Abdel Ali Goundafi « Développement d'un modèle de gestion d'objets Géo-localisables centralisé utilisant différents moyens de communication dans un environnement OSGI » mémoire présenté à l'université du Québec 4 décembre 2010.
- [3] MEZHOUD Naima AROUCHE Lamia r : KHIREDINE A. « Etude de la géolocalisation dans le réseau GSM » thème master année 2012.
- [4] article sur le principe du système de localisation GPS sur <http://eduscol.education.fr>
- [5] GLONASS. (2024, May 25). Wikipedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/GLONASS>
- [6] Galileo (satellite navigation) - Wikipedia. (2024, May 30) [https://en.wikipedia.org/wiki/Galileo_\(satellite_navigation\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Galileo_(satellite_navigation))
- [7] Lionel Benoît '' Positionnement GPS précis et en temps-réel dans le contexte de réseaux de capteurs sans fil type Geocube : application à des objets géophysiques de taille kilométrique'' Sciences de la Terre. Ecole normale supérieure - ENS PARIS, 2014
- [8] Wassila Leila RAHAL – Noureddine BENABADJI – Ahmed Hafid BELBACHIR ''LES MÉTHODES DE LOCALISATION GPS'' workshop, université des Sciences et de la Technologie d'Oran , juillet 2015.
- [9] Qu'est-ce que le GPS ? | Garmin. (n.d.). <https://www.garmin.com/fr-CH/aboutgps/>
- [10] Traceur de véhicule. (2024, May 26). https://fr.wikipedia.org/wiki/Traceur_de_v%C3%A9hicule
- [11] Panorama des systèmes de recueil de données de trafic routier, rapport SETRA novembre 2012.
- [12] Cristina Buraga « Rapport de synthèse – Perspectives dans le domaine des véhicules traceurs » Projet de recherche SERRES le 01/09/2014
- [13] Anne-Cécile Pitton. Contribution à la ré-identification de véhicules par analyse de signatures magnétiques tri-axiales mesurées par une matrice de capteurs. Traitement du signal et de l'image [eess.SP]. Université Grenoble Alpes, 2015. Français. ffnnt : 2015 .
- [14] Méthodologie d'évaluation des nouveaux capteurs de trafic routier, rapport CERTU août 2002.
- [15] Sylvie Servigne , Thomas Devogele, Alain Bouju, Frédéric. Bertrand, Claudia Gutierrez Rodriguez,

Guillaume Noel, Cyril Ray . Gestion de masses de données temps réel au sein de bases de données capteurs 21-09-2017.

[16] Boucle d'induction magnétique. (2023, June 30).

https://fr.wikipedia.org/wiki/Boucle_d%27induction_magn%C3%A9tique

[17] Capteur piézoélectrique. (2024, January 1).

https://fr.wikipedia.org/wiki/Capteur_pi%C3%A9zo%C3%A9lectrique

[18] Sébastien Aubin : « Capteurs de position innovants : application aux Systèmes de Transport Intelligents dans le cadre d'un observatoire de trajectoires de véhicules ». Thèse de doctorat. Institut National Polytechnique de Toulouse, 2009

[19] DIAL : download document. (n.d.).

https://dial.uclouvain.be/downloader/downloader.php?pid=thesis%3A21861&datastream=PDF_01

[20] Yann Meneroux. Méthodes d'apprentissage statistique pour la détection de la signalisation routière à partir de véhicules traceurs. Technologies Émergentes [cs.ET]. Université Paris-Est, 2019. Français

[21] introduction à la traçabilité, rapport rédigé par Sophie Jacquement, conseillère entraçabilité septembre 2002

[22] Radio-identification. (2024, March 19). <https://fr.wikipedia.org/wiki/Radio-identification>

[23] IEEE ICDM 2010 Contest TomTom Traffic Prediction for Intelligent GPS Navigation : 2010 IEEE International Conference on Data Mining Workshops

[24] François Chanier. Localisation et cartographie simultanées de l'environnement à bord de véhicules autonomes : analyse de solutions fondées sur le filtrage de Kalman. Automatique / Robotique. Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II, 2010. Français.

[25] Claude Aynaud. Localisation précise et fiable de véhicules par approche multisensorielle. Autre. Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II, 2015.

[26] Michael Behrisch, Laura Bieker, Jakob Erdmann, Daniel Krajzewicz « SUMO – Simulation of Urban Mobility » Conference: SIMUL – octobre 2011.