



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur
Et de la Recherche scientifique



Université Echahid Hamma Lakhdar El-Oued

Faculté de Technologie

Mémoire de Fin d'Étude

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Technologie

Filière : Télécommunication

Spécialité : Systèmes de Télécommunication

Thème

Étude des Applications de la géolocalisation

Réalisé par :

- Fares Gori
- Mohammed Larbi Hammoudi

Soutenu en juin 2019 devant le jury composé de :

M. LAKHDAR Nacereddine

MCA

Président

M. HIMA Abdelkader

MAA

Examineur

M. BOULILA Mohamed

MAA

Directeur du mémoire

ANNÉE UNIVERSITAIRE : 2018/2019

REMERCIEMENTS

Avant tout, nous remercions Allah de nous avoir aidés à réaliser ce travail.

Nous adressons tout particulièrement à Monsieur « **Boulila Mohamed** »

Nos sincères remerciements pour nous avoir encadrés et conseillés pendant la réalisation de ce mémoire. Son aide appréciable, ses encouragements qui nous ont permis d'avancer dans l'élaboration de ce travail et à qui nous témoignons notre profonde reconnaissance. On adresse notre plus sincères remerciements aux membres de jury : à **Lakhdar Nacereddine**, Monsieur **Hima Abde Elkader** pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail en acceptant d'être membres de jury de notre projet de fin d'étude.

On tient à remercier particulièrement tout le personnel de département de génie électrique pour leur gentillesse et leur disponibilité.

Nous adressons nos vifs remerciements à Monsieur « **Bali Hafnaoui** » Professeur à l'université Bouzeriaa Alger, qui aidé beaucoup et donné plus d'information de ce travail.

Nous remercions vivement monsieur « **Bali Cherif** » et monsieur « **Bilal Doudi** ». Ainsi que tous ceux qui nous ont assistés de près ou de loin dans le parcours de la réalisation de ce mémoire.

Dédicace

Je dédie ce travail

A mes parents qui m'ont toujours soutenue tout au long de mes études,
Grâce à leurs tendres encouragements et leurs grands sacrifices, ils ont pu
créer le climat affectueux et propice à la poursuite de mes études. Aucune
dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes
profonds sentiments envers eux. Je prie le bon Dieu de les bénir, de veiller
sur eux, en espérant qu'ils seront toujours fiers de moi.

A mes sœurs, Ils vont trouver ici l'expression de mes sentiments de
respect et de reconnaissance pour le soutien qu'ils n'ont cessé de me
porter.

A mon honorable binôme **Hammoudi Med Larbi.**

A mes amis qui ont toujours été là quand j'ai eu besoin d'eux, Ils vont
trouver ici le témoignage d'une fidélité et d'une amitié infinie.

A mes professeurs à qui je suis très reconnaissante, Leur générosité et
leur soutien m'oblige de leurs témoigner mon profond respect et ma loyale
considération.

A tous ceux que je n'ai pas cité et qui sont dans mon cœur.

*Gori
Fares*

Dédicace

Je dédie ce modeste travail exprimant ma profonde gratitude

A l'âme de mon cher Père, Rahimaho Allaho.

A ma chère Mère, à qui je dois la réussite.

A mes chers frères.

A mes grands parents et toute ma famille.

A mon honorable binôme Gori Fares.

A tous mes collègues et amis.

A tous celui qui a sacrifié pour m'offrir les conditions propices à ma
réussite.

*Hammoudi
Med Larbi*

Tableau des matières

Tableau des matières.....	i
Liste de figures.....	vi
Abréviations.....	x
Introduction générale.....	1

Chapitre I. La géolocalisation

I.1. Introduction	3
I.2. Historique	3
I.3. Positionnement de GNSS.....	5
I.3.1. L'étoile polaire comme guide.....	6
I.3.2. Calcul de la longitude.....	7
I.3.3. Systèmes radio.....	7
I.3.4. Systèmes hyperboliques.....	7
I.4. Définition de la géo localisation.....	9
I.5. Principe de la géolocalisation.....	10
I.6. Les techniques de la géolocalisation.....	11
I.6.1. Géolocalisation par GPS.....	11
I.6.2. Géolocalisation par GSM.....	12
I.6.3. Géolocalisation wifi.....	13
I.6.4. Géolocalisation par adresse IP.....	13
I.6.5. Géolocalisation par RFID.....	14
I.7. Systèmes de géo localisation.....	16
I.7.1. Système GPS.....	16
I.7.2. Principes de fonctionnement du GPS.....	17
I.8. Applications d'un GPS.....	18
I.8.1. Application personnelle.....	18
I.8.2. Application professionnelle.....	19
I.9. Différents segments du système GPS.....	19
I.9.1. Segment spatial.....	20
I.9.2. Segment contrôle.....	21
I.9.3. Segment utilisateur.....	21

I.10. Avantages du GPS.....	22
I.11. Inconvénients du GPS.....	23
I.12. Les Services de la Géolocalisation.....	23
I.13. Conclusions.....	24

Chapitre II. Géolocalisation dans le transport

II.1. Introduction.....	24
II.2. Géolocalisation dans le transport.....	24
II. 2.1. Le transport maritime.....	24
II.2.1.1. Navigation maritime.....	26
II.2.1.2. Système d'identification automatique (AIS).....	27
II.2.1.2.1. Principe d'AIS.....	29
II.2.1.2.2. Types d'AIS.....	29
II.2.1.2.3. La technologie d'AIS.....	30
II.2.1.2.4. Données transmises.....	31
II.2.2. Optimisation de la chaîne logistique.....	31
II.2.3. Le transport aérien.....	32
II.2.3.1. Système VOR.....	32
II.2.3.1.1. L'émetteur du VOR.....	33
II.2.3.1.2. L'antenne au sol.....	34
II.2.3.1.3. Le récepteur dans l'avion.....	34
II.2.3.1.4. Réception du signal audio d'un VOR.....	35
II.2.3.2. Système DME.....	36
II.2.3.2.1. Fonctionnement.....	36
II.2.3.2.2. Représentation sur les cartes.....	38
II.2.3.3. Les balises VOR/DME.....	38
II.2.4. Le transport de Navigation automobile.....	39
II.2.4.1. Système d'aide à la conduite (ADAS).....	40
II.2.4.2. Les technologies employées sont particulièrement diverses.....	40
II.2.4.3. Évitement de conduite à contre-sens	42
II.2.4.4. Conduite entièrement automatisée.....	43
II.2.4.5. Appel d'urgence.....	43

II.2.4.6. Coopérative Driving.....	44
II.2.5. Écotaxe poids-lourd.....	47
II.2.5.1. Principe technologique.....	47
II.2.6. Le transport ferroviaire.....	48
II.3. Conclusions.....	51

Chapitre III. Applications terrestres et scientifique

III.1. Introduction.....	52
III.2. Génie civile.....	52
III.2.1. GPS pour l'industrie de la construction.....	53
III.2.2. GPS pour l'exploitation minière.....	55
III.2.3. GPS pour la surveillance structurelle et Déformations du sol....	58
III.3. Environnement.....	59
III.3.1. Navigation et géolocalisation en environnement.....	63
III.3.2. Avantages.....	64
III.4. Agriculture.....	65
III.4.1. Matériels et utilisation	67
III.4.1.1. Guidage de véhicule agricole	67
III.4.1.2. Autoguidage de véhicule agricole	68
III.4.2. Cartographie de rendement	69
III.5. La topographie.....	71
III.5.1. La topographie utilisée le GPS ?.....	71
III.5.2. Limitations.....	71
III.5.3. Techniques de mesure GPS.....	72
III.6. Conclusions.....	74

Chapitre IV. Internet d'objet connecté

IV.1. Introduction.....	75
IV.2. Définition.....	75
IV.3. Smartphone et Technologies employées.....	76
IV.4. Comment fonctionne l'Internet des objets ?.....	77
IV.4.1. Capteurs.....	78
IV.4.2. Réseau.....	78

IV.4.3. Dispositifs.....	79
IV.5. Type d'Internet d'objet de communications.....	79
IV.5.1. Communications entre périphériques	79
IV.5.2. Communications de périphérique à nuage.....	80
IV.5.3. Modèle de passerelle.....	81
IV.5.4. Modèle de partage de données principal.....	82
IV.6. Application d'IOT	83
IV.6.1. Émergence du géo-commerce.....	83
IV.6.1.1. Les type d'e-commerce.....	83
IV.6.2. Publicité géolocalisée.....	85
IV.6.2.1. Pourquoi utiliser la publicité géo localisée.....	86
IV.6.2.2. Découvrez les offres de publicité géo localisée.....	87
IV.6.2.3. La publicité géo localisée sur internet.....	87
IV.6.3. Centre Commercial	88
IV.6.4. La santé connectée.....	90
IV.6.4.1. Les principaux objets de la santé connectés.....	91
IV.6.4.2. Les type de la santé connectée.....	91
IV.6.4.2.1. Les patchs intelligents.....	91
IV.6.4.2.2. Le cerveau connecté.....	92
IV.6.4.2.3. Une montre connectée spéciale grand âge.....	92
IV.6.4.2.4. Sport et bien-être.....	93
IV.6.4.2.5. Un bracelet détruisant les cellules cancéreuses.....	95
IV.6.4.3. Des objets connectés de plus en plus experts.....	96
IV.7. Conclusion.....	99
Conclusion générale.....	100
Bibliographie.....	102

Liste de figures

Figure I.1 : Approche hyperbolique.....	9
Figure I.2 : La gestion de localisation.....	10
Figure I.3 : Architecture de Base de données.....	11
Figure I.4 : Technique de localisation par adressage IP.....	14
Figure I.5 : les types de technique de géolocalisation.....	16
Figure I.6 : Schéma de principes de géolocalisation par GPS.....	17
Figure I.7 : Positionnement des utilisateurs.....	19
Figure I.8 : Segment spatial.....	20
Figure I.9 : Segment de contrôle.....	21
Figure I.10 : Exemple de récepteur.....	22
Figure II.1 : Source Ministère des transports bulletin statistiques du deuxième trimestre 2014.....	24
Figure II.2 : géolocalisation maritime.....	25
Figure II.3 : Récepteur AIS de plaisance (Standard Horizon) et logiciel professionnel (EuroNav).....	26
Figure II.4: Example of an AIS display screen (Source: Nasa Marine).....	27
Figure II.5 : Système d'identification automatique (AIS).....	28
Figure II.6 : Boîtier de géolocalisation pour conteneur ConLock (Crédit Global Tracking Technology)	28
Figure II.7 : Principe de Système d'identification automatique (AIS).....	29
Figure II.8 : Types d'AIS.....	30
Figure II.9 : Systèmes de navigation et de contrôle du trafic aérien.....	32
Figure II.10 : Système VOR.....	33

Figure II.11 : La différence de chaque récepteur.....	35
Figure II.12 : Instrument de diverses formes CDI, CDI/GS, HSI, EHSI....	35
Figure II.13 : Système DME.....	36
Figure II.14 : Forme d'un récepteur DME.....	37
Figure II.15 : Le récepteur d'afficheur moderne de type Glass Cockpit....	38
Figure II.16 : Transport de Navigation automobile.....	39
Figure II.17 : Technologie d'un GPS dans l'automobile.....	40
Figure II.18 : Système ADAS.....	41
Figure II.19 : Le véhicule à sécurité avancée (ASV) équipés de systèmes avancés d'aide à la conduite par caméras (ADAS).....	42
Figure II.20 : Signal d'alarme de conduite en contre-sens se déclenche en cas d'action incohérente du conducteur (Crédit Daimler)	43
Figure II.21 : Conduite automatisée sur autoroute, sans les mains (Crédit BMW)	43
Figure II.22 : Principe du système d'appel d'urgence paneuropéen.....	44
Figure II.23 : La moto reçoit une alerte de freinage brusque en provenance de ma voiture placée devant la camionnette.....	45
Figure II.24 : Le conducteur reçoit une alerte concernant un obstacle caché par l'ombre du tunnel.....	45
Figure II.25 : Principe de communication entre l'infrastructure et un véhicule.....	46
Figure II.26 : Informé à temps, le système dans le véhicule avertit le conducteur ou effectue un freinage d'urgence – Cooperative Safety Program for pedestrian.....	46
Figure II.27 : Équipement embarqué et portique de contrôle du système Ecotaxe.....	47

Figure II.28 : European Train Control System(ETCS), Techniques Ferroviaires.....	48
Figure II.29 : Positive train control est en cours d'implémentation sur l'ensemble des lignes des Etats-Unis.....	48
Figure II.30 : Trafic au transport ferroviaire.....	49
Figure II.31 : Système PTC.....	50
Figure III.1 : Les équipements de génie civil.....	53
Figure III.2 : Autre équipement de Génie civile.....	53
Figure III.3 : GPS pour les applications de Construction.....	54
Figure III.4 : Système de Magellan Asset Vision(MAV).....	56
Figure III.5 : Les applications d'un GPS Part 2.....	57
Figure III.6 : GPS pour la mesure et Déformations du sol.....	59
Figure III.7 : GPS pour l'environnement et les signaux multi trajets.....	61
Figure III.8 : Nouveau système combiné bloquant.....	63
Figure III.9 : Les technologies de Sysnav.....	63
Figure III.10 : L'environnement global.....	64
Figure III.11 : Présentation de deux exemples de consoles de guidage.....	67
Figure III.12 : Les différents types de lignes de références programmables sur une console de guidage.....	67
Figure III.13 : Exemples d'équipements Teejet et AgLeader commercialisés par Innov GPS.....	69
Figure III.14 : Schéma de montage d'un capteur de rendement et d'humidité sur une moissonneuse-batteuse.....	70
Figure III.15 : La limitation d'un GPS dans le centre-ville.....	72
Figure III.16 : Guide des modes GPS Statique et Statique Rapide.....	72

Figure III.17 : La Correction RTK.....	73
Figure IV.1 : Internet des objets (IOT).....	76
Figure IV.2 : Les types de fonctionnement de l'Internet des objets.....	77
Figure IV.3 : Les types de capteur divers.....	78
Figure IV.4 : La forme de réseau.....	78
Figure IV.5 : Les affiches d'un dispositif.....	79
Figure IV.6 : Communications entre périphériques.....	80
Figure IV.7 : Communications de périphérique à nuage.....	81
Figure IV.8 : Modèle de passerelle.....	81
Figure IV.9 : Modèle de partage de données principal.....	82
Figure IV.10 : Commerce de la future.....	83
Figure IV.11 : e-commerce éléments.....	84
Figure IV.12 : Publicité géo localisée – Campagne publicitaire locale.....	86
Figure IV.13 : Créez un véritable portail pour vos clients fournisseurs....	89
Figure IV.14 : La santé connectée Le futur de la santé.....	90
Figure IV.15 : un patch "intelligent" pour injecter de l'insuline.....	91
Figure IV.16 : Un patch à base de graphène pour contrôler son diabète...	91
Figure IV.17 : Les scientifiques ont réussi à connecter le cerveau de 2 personnes.....	92
Figure IV.18 : Zembro, montre connectée pour senior libéré.....	93
Figure IV.19 : l'activité physique contrôlée par bracelet.....	94
Figure IV.20 : programme d'entraînement adaptatif entre les activités...	94
Figure IV.21 : un brevet pour un bracelet qui s'attaque au cancer.....	95
Figure IV.22 : Les objets connectés par personne.....	98

Abréviations

ADAS	Advanced Driver Assistance System
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AIS	Système d'Identification Automatique
ASV	Véhicules à Sécurité Avancée
ALG	Application-Layer Gateway
B à B	Business à Business
B à C	Business à Consumer
B à E	Business à Employee
B à G	Business à Government
BTS	Base Transceiver Station
BSC	Base Station Controller
C à C	Consumer à Consumer
DME	Distance Measuring Equipment
DOD	Department of Defense
DOOH	Digital out-of-Home
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay Service
ETCS	European Train Control System
FM	Modulation de Fréquence
GAGAN	GPS-Aided Geo Augmented Navigation
GLONASS	Global Navigation Satellite system
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile
HLR	Home Location Register
IAB	Internet Architecture Board
IDO	Internet d'Objet
IMSI	International Mobile Station Identity

Abréviations

IMEI	International Mobile Equipment Identify
INS	Inertiel Systèmes de Navigation
IOT	Internet of Things
IP	Internet Protocol
LED	Light Emitting Digital
LORAN	Long Range Aid Navigation
MAC	Media Access Control
MAV	Magellan Asset Vision
MSAS	Multifunctional Satellite Augmentation System
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NAVSTAR	Navigation Satellite Timing and Ranging
ND	Navigation Display
NDGPS	Nationwide Differential Global Positioning System
OMI	Organisation Maritime Internationale
OTF	On-The-Fly
PTC	Positive Train Control
PVE	Plan Végétal Environnement
RFID	Radio Frequency Identification
RTK	Real Time Kinematic
SA	Selective Availability
SIM	Subscriber Identity Module
SIA	Service d'Information Aéronautique
SIG	Systèmes d'Information Géographique
VHF	Very High Frequency
VLR	Visitor Location Register
VOR	VHF Omnidirectionnel Range
WAAS	Wide Area Augmentation System

Introduction générale

Introduction générale

Les plantes et les animaux et, bien avant l'espèce humaine, ont développé une capacité souvent surprenante et incroyablement précise à se positionner dans l'espace et le temps. L'humanité a dû attendre quelques millions d'années pour disposer des technologies lui permettant de les égaler. De l'astrolabe antique jusqu'au GPS d'aujourd'hui, en passant par la boussole, le sextant, le gyroscope et le satellite, celles-ci ont accompagné et même souvent initié son développement économique, scientifique et social tout au long de notre ère.

L'amélioration des performances des techniques de géolocalisation a été l'un des facteurs du déclenchement de la mondialisation et de l'émergence du capitalisme entrepreneurial moderne. Les développements récents des technologies numériques créent un contexte nouveau dans lequel la géolocalisation, historiquement cantonnée au voyage et au transport, est placée au cœur d'une explosion d'applications et de services inédits.

La géolocalisation s'insinue dans tous les processus de la vie sociale, économique et même privée des individus. Elle est disponible à faible coût, à tout instant et en tout lieu, elle contribue à améliorer le confort, la sécurité, l'efficacité, la productivité, et apporte de nouveaux services.

Elle a parallèlement un aspect rassurant dans l'univers numérique en constante mutation qui est le nôtre. Elle ramène l'humain au contact du réel. Elle établit un lien entre le monde physique, où notre corps s'épanouit, et l'univers virtuel d'internet et du numérique, dans lequel notre esprit vagabonde de plus en plus souvent.

La démocratisation de la géolocalisation dont nous bénéficions aujourd'hui est le résultat de la convergence remarquable de progrès réalisés dans divers domaines, pendant les vingt dernières années.

Introduction générale

Dans le cadre d'une étude détaillée sur la géolocalisation, notre travail est structuré comme suivant :

Premièrement, on présente les notions fondamentales sur la navigation par satellite, notamment les différentes techniques utilisées. Et les différents segments de tels systèmes.

Puis, nous allons parler de son application dans le domaine du transport et ses différentes formes et types qui ont eu la part du lion dans l'application du GPS.

Des applications aussi importantes, les applications terrestres, scientifiques, topographiques et agricoles seront détaillées.

Enfin, on va présenter l'application du GPS dans les différentes technologies récentes : la fameuse internet d'objet, le géo-commerce, la santé connectée, tout en expliquant en détail et renforçant avec des brefs exemples.

CHAPITRE I
La géolocalisation

I.1. Introduction

Actuellement le système le plus connu et le plus utilisé est le système américain GPS. Nous allons donc expliquer brièvement le positionnement de GNSS et le fonctionnement global de ce système, qui est le modèle de la géolocalisation par satellite.

I.2. Historique

Les recherches sur les techniques de radio navigation ont commencé dès le début des années 1920. Une première application a vu le jour à l'aube de la deuxième guerre mondiale au travers du système LORAN (Long Range Aid Navigation). Il a été le premier système à utiliser le principe d'analyse de la différence de temps entre l'envoi et la réception du signal radio. Principe, qui, on le verra plus loin, sera utilisé par les systèmes NAVSTAR et GPS [1].

Le système LORAN était principalement utilisé pour la navigation maritime. C'était un système qui ne fonctionnait qu'en deux dimensions (latitude et longitude). En 1959 est lancé le premier satellite de radio navigation TRANSIT. Les différentes technologies utilisées pour ce programme ont été utiles pour le futur système GPS et ont démontrés leurs fiabilités [1].

Lancé dans les années 60 par l'armée américaine, le GPS (Global Positioning System) ; Sous l'impulsion du département de la Défense américain et de la NASA (National Aeronautics and Space Administration), le développement d'un système global de positionnement par satellites a débuté au cours des années 1960. Mais il a fallu attendre 1994, et l'achèvement de la mise en place du système GPS (Global Positioning System) dans sa configuration complète, c'est-à-dire avec vingt-quatre satellites, pour que de véritables applications de navigation par satellite voient le jour [1].

Le principal précurseur du GPS fut le système TRANSIT, opéré par la marine américaine, qui fut rendu disponible pour des usages civils dès 1967.

Ce système s'appuyait sur des satellites en orbite basse, à 1 100 km d'altitude, ce qui limitait fortement leur durée de visibilité par un récepteur utilisateur (les visibilités les plus longues duraient environ vingt minutes). Le positionnement n'était pas disponible en permanence, le temps d'attente avant d'obtenir un positionnement pouvant atteindre plusieurs heures. Cependant, ce système fut largement utilisé par la marine américaine, ainsi que pour des usages géodésiques [1].

Le besoin d'un service de positionnement précis, global et permanent a conduit le ministère de la Défense américain à mettre en place un nouveau système de satellites à des altitudes plus élevées, le GPS, utilisant les satellites Navstar (Navigation Satellite Timing and Ranging).

Le premier satellite Navstar fut lancé le 22 février 1978. Il faisait partie des satellites du groupe dit Block I, qui ont permis de valider le fonctionnement du système en fournissant un premier niveau de services sur certaines zones géographiques ciblées. De nombreux projets communs entre l'Aerospace Corp et le DoD (département of défense des USA) s'en sont suivis, dont le projet NAVSTAR, jusqu'au lancement du premier satellite GPS en avril 1980 [1].

Des coupures budgétaires ont conduit, en 1982, le DoD à réduire la constellation GPS de 24 à 18 satellites. Initialement prévu pour une utilisation militaire, le président des USA Ronald Reagan décide en 1983, suite au crash du vol Korean Air 007, de rendre disponible le système GPS à l'aviation civile.

En 1988, la décision est prise de passer la constellation GPS de 18 à 21 satellites plus 3 satellites de secours. Les satellites du Block I ne permettant pas de contrôler le niveau de performances offert aux usagers civils, ce sont les satellites du Block II qui, à partir de février 1989, ont introduit le dispositif de SA (Selective Availability), qui permet aux opérateurs du système GPS de régler le niveau de performances offert aux usagers. Le 25 mars 1990, le dispositif de SA fut activé, dégradant la précision du positionnement pour les usagers civils à plus de 100 m en horizontal. Le

premier récepteur GPS grand public est commercialisé par TRIMBLE. Dans le même temps le DoD décide de mettre en place un système de dégradation du signal appelé SA (Selective Availability). Ce système n'a toutefois été activé qu'en juillet 1991 après la première guerre du Golfe. Ce dispositif est resté actif pendant dix ans, jusqu'au 2 mai 2000, avant d'être mis en sommeil par une directive du président américain Bill Clinton ; Ce dispositif de SA cessera de fonctionner en Europe en janvier 2006. [1]

La géolocalisation, notamment dans le cas du géomarketing, passe essentiellement par les téléphones portables ou les tablettes équipées des technologies adéquates. Selon une étude de Médiamétrie, 55,7% des Français étaient mobinautes en 2014, soit une progression de 6 points par rapport à 2013 du nombre de personnes qui accèdent à internet depuis leur mobile.

I.3. Positionnement de GNSS

Le spectre alloué aux Global Navigation Satellite Systèmes (GNSS) est discutée au niveau international, car ce dernier doit être disponible à l'échelle de la planète. L'International Télécommunication Union (ITU) est en charge de l'organisation des débats et, en final, de l'allocation des bandes de fréquences correspondantes. La bande allant de 1 559 à 1 610 MHz a ainsi été réservée pour les GNSS. Le système américain, le Global Positioning System (GPS) fut le premier à utiliser cette bande, bientôt suivi par le système russe Glonass, puis par Galileo et Beidou. La multiplication actuelle de ces constellations, en considérant également Beidou, le système GNSS chinois en cours de déploiement, montre à quel point ces dernières représentent un enjeu stratégique et politique. D'un point de vue européen, la décision de réaliser une nouvelle constellation n'a été considérée qu'après avoir analysé les diverses options possibles : comme celles de participer aux programmes GPS ou Glonass. Les contraintes émises par les divers acteurs en présence, de part et d'autre, n'a cependant pas permis de trouver un accord. Une quatrième constellation, Beidou, est également en cours de

déploiement, gérée par la Chine : la première phase, régionale, est terminée, et la seconde, mondiale, prévue pour 2020 [2].

Dans tous les cas, les aspects d'indépendance militaire et économique semblent être des raisons fortes de cette multiplication des systèmes. En plus des quatre cités, quelques satellites supplémentaires ont été (ou sont) en cours de déploiement, afin de permettre de « compléter » les constellations :

- Soit d'un point de vue de la couverture.
- Soit pour en améliorer la fiabilité ou encore les performances de positionnement.

Ce sont les systèmes WAAS (Wide Area Augmentation System) et EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service), aux États-Unis et en Europe, ou encore GAGAN (GPS-Aided Geo Augmented Navigation) et MSAS (Multifunctional Satellite Augmentation System) en Inde et au Japon [3].

I.3.1. L'étoile polaire comme guide

Sans remonter aux premières traces de la navigation, signalons que la première technique employée à grande échelle fut la mesure de la hauteur de l'étoile polaire par rapport à l'horizon. En effet, il se trouve que cette mesure donne directement une bonne idée de la latitude du lieu d'observation. C'est la technique qui permit à Christophe Colomb de viser, lors de ses divers voyages, des destinations relativement proches. À l'époque, la technique de navigation reposait sur le fait de naviguer Nord ou Sud vers sa latitude de destination, puis de naviguer Est ou Ouest. Christophe Colomb, cherchait à se rendre en Inde à une latitude approximative de 10° Nord, d'où ses diverses destinations [4].

I.3.2. Calcul de la longitude

La détermination de la longitude prit ensuite près de trois siècles à être résolue. Devant l'incapacité à trouver une solution, un premier concours fut lancé par Philippe II d'Espagne en 1598. En France, Colbert fonda l'Académie des Sciences avec, comme premier objectif, de résoudre cet épineux problème. Newton lui-même, en 1714, fut mis à contribution et confirma l'intérêt du développement d'une horloge marine pour arriver à bout du problème de détermination de la longitude.

En effet, la technique développée par Giovanni Domenico Cassini, fondée sur les observations de Galilei Galileo reposant sur l'utilisation d'une lunette astronomique et de la visée des lunes de Jupiter, et sur l'emploi de tables de références (associées à des calculs de correction), reste inutilisable en mer. Or, ce sont principalement les marins et explorateurs qui réclament une telle solution de la longitude [4].

I.3.3. Systèmes radio

Si la géométrie de base était décrite à cette période (mesure d'angles et mesures de temps), le développement de nouvelles techniques, comme la radio en particulier, permettent d'envisager l'amélioration de ces approches. De nombreuses solutions furent alors successivement proposées. Les radiogoniomètres, qui permettent de mesurer des angles d'arrivée de signaux et ainsi, reproduire le principe des phares (optiques), même par temps de mauvaise visibilité. Les radiocompas et les radiophares vont ainsi être les premiers systèmes non optiques n'utilisant pas les astres permettant de s'abstraire, partiellement, des conditions environnementales [4].

I.3.4. Systèmes hyperboliques

Rapidement arrivent les systèmes « hyperboliques ». Ces derniers représentent véritablement les premiers ancêtres des systèmes de navigation par satellites actuels. La problématique de synchronisation

D'émetteurs distants se pose alors et restera, jusqu'à aujourd'hui, l'un des points fondamentaux [4].

Le principe hyperbolique

Le principe est alors de transmettre des signaux radio-électriques et de mesurer le temps que mettent ces derniers à parcourir la distance qui sépare l'émetteur du récepteur. Une question fondamentale se pose alors : si les deux ne sont pas reliés physiquement, comment, pour le récepteur, connaître l'instant d'émission du signal ? Le problème se complexifie encore davantage lorsque l'on considère plusieurs émetteurs, ce qui est couramment le cas afin de restreindre le problème géométrique. Comment synchroniser les émetteurs entre eux ?

Ce double problème de synchronisation (si l'on peut l'appeler ainsi) a trouvé diverses réponses.

Dans le cas de ces systèmes hyperboliques, l'approche a consisté à relier par câbles les divers émetteurs et ainsi, à les rendre synchrones par une procédure adéquate de recalage temporel, puis à mener des mesures dites « différentielles » au niveau du récepteur. Il s'agit non pas de mesures directes du temps de parcours, puisqu'on ne connaît pas les instants d'émission des signaux (en provenance des divers émetteurs), mais de mesures de différences des temps d'arrivée de deux signaux issus de deux émetteurs. Ainsi, l'inconnue de synchronisation entre le temps propre du récepteur et celui des émetteurs (supposés être calibrés par la procédure décrite ci-dessus) disparaît lors de la soustraction. L'ensemble des points possibles, résultant du calcul algébrique, pour une valeur donnée de différence entre un récepteur et deux émetteurs, se trouve alors être une hyperbole en deux dimensions, et un hyperboloïde en trois dimensions [5].

Il faudra ensuite procéder à la multiplication de telles mesures afin d'affiner le positionnement par intersections géométriques des hyperboles et hyperboloïdes. Trois émetteurs (menant à deux différences au niveau du récepteur) sont ainsi nécessaires pour procéder à une position en deux

dimensions, et quatre (trois différences) pour un positionnement en trois dimensions [4].

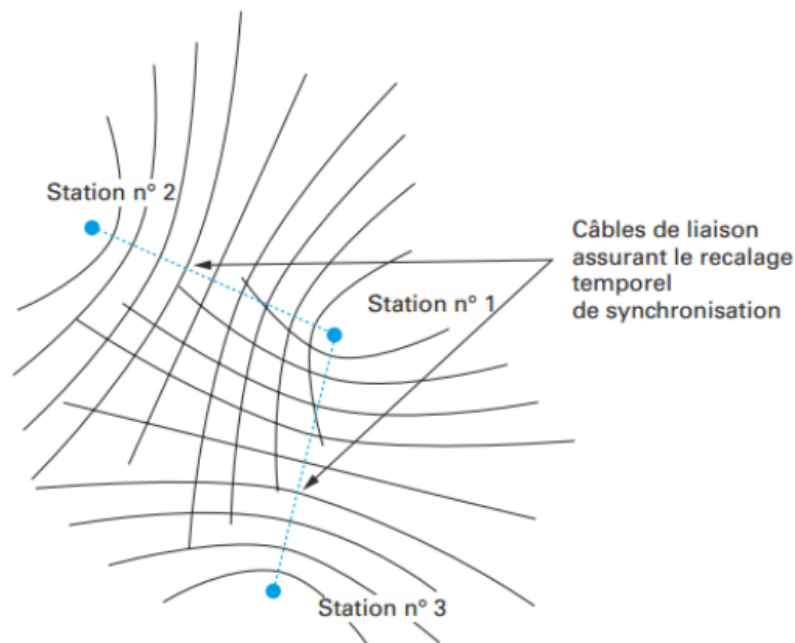


Figure I.1 : Approche hyperbolique [4].

I.4. Définition de la géo localisation

La géolocalisation ou géo référencement est un procédé permettant de positionner un objet (une personne, un véhicule ... etc.) sur un plan ou une carte à l'aide de ses coordonnées géographiques ; cette opération est réalisée à l'aide d'un terminal capable d'être localisé (grâce à un système de positionnement par satellites et un récepteur GPS par exemple) [6].

Les positions enregistrées peuvent être stockées au sein du terminal et être extraites postérieurement, ou être transmises en temps réel vers une plateforme logicielle de géolocalisation. La transmission en temps réel nécessite un terminal équipé d'un moyen de télécommunication de type GSM, GPRS, radio ou satellite lui permettant d'envoyer les positions à des intervalles réguliers. Ceci permet de visualiser la position du terminal au sein d'une carte à travers une plateforme de géolocalisation le plus souvent accessible depuis internet [6].

I.5. Principe de la géolocalisation

Le principe de la géolocalisation consiste essentiellement à diviser la zone de couverture du système en plusieurs zones géographiques (zone de localisation), Chaque zone de localisation est composée d'une ou de plusieurs cellules et desservie par un serveur de localisation [7].

Dans un réseau cellulaire comme le GSM, utilise généralement deux bases de données pour gérer la mobilité des utilisateurs : le HLR qui tient à jour les données de l'abonné (par exemple la position de l'abonné dans le réseau), et le VLR qui gère le client dans la cellule ou celui-ci se trouve. Chaque utilisateur est alloué d'un numéro unique d'identité internationale, l'IMSI utilisé par le réseau pour la transmission des données.

Pour chaque utilisateur qu'il gère, le HLR possède son IMSI, Le VLR enregistre les informations de localisation des mobiles ainsi, la base de données VLR contient des données dynamiques qui lui sont transmises par le HLR avec lequel elle communique lorsqu'un abonné entre dans la zone de couverture du centre de commutation mobile auquel elle est rattachée. Lorsque l'utilisateur quitte cette zone de couverture, ses données sont transmises à un autre VLR, sa position dans le réseau est ainsi connue à chaque instant donné [7].

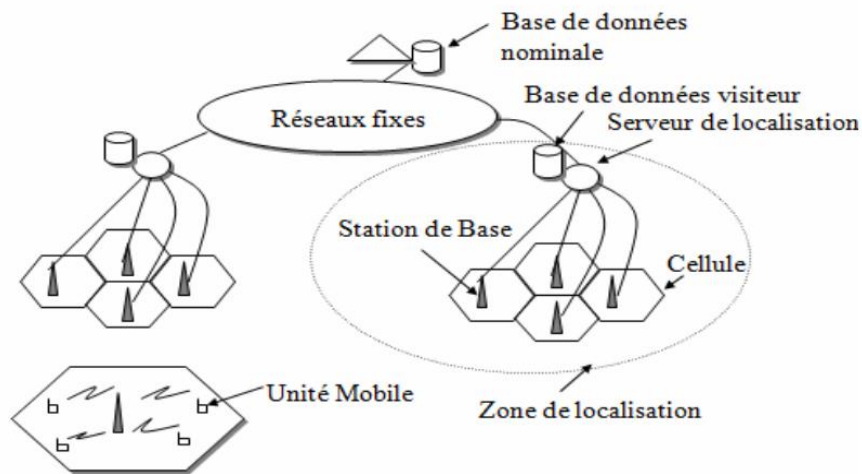


Figure I.2 : La gestion de localisation [7].

L'information de localisation est stockée dans deux types de bases de données :

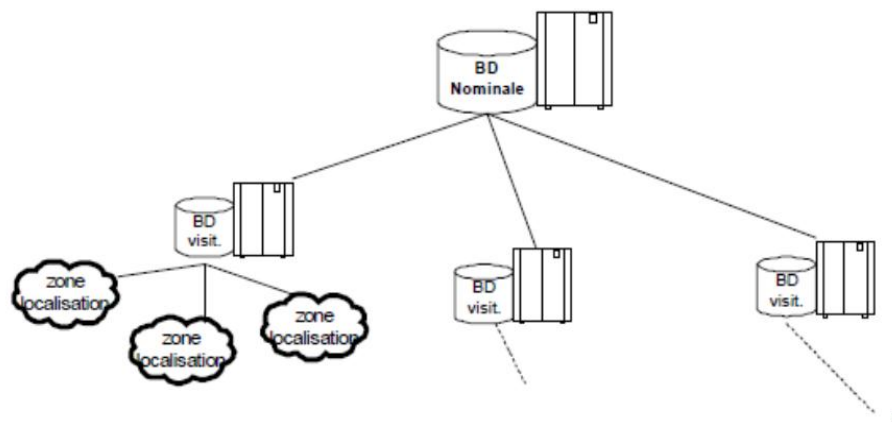


Figure I.3 : Architecture de Base de données [7].

I.6. Les techniques de la géolocalisation

La géolocalisation utilise différentes techniques (GPS, GSM, WIFI, RFID, IP). Qui seront présentés dans cette section. Aujourd'hui, de nouvelles techniques s'ajoutent à celle du GPS pour nous localiser. On parle donc maintenant plutôt de « GPS Data » pour désigner l'ensemble des données de géo localisation, et pas seulement celles qui sont communiquées par les systèmes GPS. Parmi la variété de techniques de géo localisation aujourd'hui disponibles, examinons celles qui peuvent intéresser le domaine du marketing et des études :

I.6.1. Géolocalisation par GPS

La première est donc la géo localisation GPS par satellite que tout le monde connaît. Cette technique est très précise puisqu'elle permet une localisation à 15 mètres près (100 mètres au maximum). D'après une étude du réseau social local et de proximité Help, c'est le moyen de géo localisation le plus fiable. Le système est basé sur la mesure de la distance entre le

récepteur est le satellite en orbite. Pour cela le concept global : $\text{distance} = \text{temps} \times \text{vitesse}$.

La vitesse correspond à la célérité des ondes transmises, c'est à dire très proche de celle de la lumière = 3×10^8 m/s. Le difficile est de déterminer le temps précis. En effet nous aurons affaire à des temps très petits pour détecter un écart d'un kilomètre, Un écart important par rapport à la précision du système GPS, le récepteur doit pouvoir mesurer un écart de temps égal à $1/300\,000 = 3,33 \times 10^{-6}$ soit environ 3 millièmes de secondes. Le satellite et le récepteur génèrent au même moment une trame pseudo-aléatoire unique. Le récepteur reçoit cette même trame mais décalé [8].

I.6.2. Géolocalisation par GSM

Moins précis que le GPS, la géo localisation par GSM utilise les informations envoyées par les antennes GSM auxquelles les terminaux mobiles sont connectés. On note une variation de 200 mètres à parfois plusieurs kilomètres. Cela dépend de la densité d'antennes présentes aux alentours. Vous entendrez souvent le terme Cell-ID pour qualifier cette technique [8].

La géolocalisation par GSM (téléphones mobiles de deuxième génération actuellement utilisés par la majorité des gens) est basée sur l'IMEI (International Mobile Equipment Identify) obtenu à partir de la carte SIM, qui est un code unique composé de 15 chiffres. Le numéro IMEI identifie l'appareil (le téléphone en lui-même), tandis que le numéro SIM identifie la carte SIM donc le numéro de téléphone demandé. Toutes les informations sont contenues dans la carte SIM. Lorsqu'un utilisateur s'identifie à un réseau mobile, son numéro IMEI est transmis au système de gestion de l'opérateur afin de pouvoir l'autoriser à utiliser les différentes options disponibles [8].

Il faut savoir qu'un réseau GSM est composé de plusieurs cellules et que chacune d'elle contient un BTS (Base Transceiver Station) qui prend en

Charge les communications radio des téléphones mobiles. Chaque BTS est relié ensuite à un BSC (Base Station Contrôler) qui pilote l'ensemble des BTS et gère le basculement d'un portable d'une cellule à une autre. Selon le principe de han Dover (choisit quelle est la cellule qui prendra en charge le mobile) [8].

I.6.3. Géolocalisation wifi

La géo localisation par Wifi fonctionne comme celle par GSM puisqu'elle va détecter les bornes wifi présentes autour de l'appareil à géo localisé. Un terminal Wi-Fi peut utiliser la même méthode en se basant sur les identifiants des bornes Wi-Fi (adresses MAC) qu'il détecte.

Il existe des bases de données recensant une multitude de bornes d'accès Wi-Fi ainsi que leur position géographique. Ces bases peuvent appartenir à des entreprises privées ou à des communautés qui les publient gratuitement. Ces bases de données sont construites en utilisant la méthode appelée WarDriving, qui consiste à parcourir les rues des villes en voiture avec un ordinateur portable équipé du Wi-Fi et relié à un récepteur GPS, afin de recenser un maximum de points d'accès Wi-Fi [9].

I.6.4. Géolocalisation par adresse IP

La géo localisation par adresse IP peut déterminer la position géographique d'un appareil à partir du moment où il est connecté à internet. C'est le système utilisé sur les PCS pour identifier votre emplacement. Les enquêtes web qui y font appel fournissent donc une localisation moins précise qu'avec un mobile puisqu'elles localisent plutôt votre point de connexion que votre lieu exact.

Chaque pays se voit attribué une certaine tranche des adresses IP, pouvant être ensuite utilisé par les fournisseurs d'accès à l'Internet du pays respectif. Ensuite, à l'aide d'une base des données, on peut savoir la « nationalité » d'une adresse IP. Il existe plusieurs sites pour géo localisé, qui utilise la technique d'adressage IP. Voici un exemple qui a réalisé par le site Hostip.info.



Figure I.4 : Technique de localisation par adressage IP.

Hostip.info est un site communautaire qui génère une base de données de géolocalisation. Les données sont issues des membres qui en s'inscrivant et en soumettant leurs propres adresses postales et adresse IP, renseignent la base. Celle-ci compte déjà plus de 8 millions d'entrées. Le site propose une API de type REST qui se veut simple et facile à intégrer. Le service fournit différents types de données comme les noms des villes et les coordonnées géographiques (latitude, longitude).

I.6.5. Géolocalisation par RFID

La géo localisation par RFID (Radio Frequency Identification) permet l'identification des objets, utilise un système de puce. Cette technique est principalement utilisée pour la géo localisation indoor (en intérieur). On utilise également, pour ce type de localisation, le wifi et le Bluetooth.

A l'aide de cette technologie, on peut réaliser la lecture des étiquettes même sans ligne de vue directe et le passage par de fines couches de matériaux (peinture, neige, etc.). Ainsi, grâce aux « lecteurs RFID », on peut

accéder aux données mémorisées sur des marqueurs appelés « étiquettes radiofréquences » [10].

Les techniques	Les avantages	Les inconvénients
GPS	Bonne précision	Extérieur uniquement Difficultés milieu urbain
GSM	Tout le monde a un téléphone	Précision dépendant de la densité des relais GSM Dépendant de l'opérateur
WIFI	Bonne précision Utilise réseau existant Terminaux compatibles	Calibrage Logiciel client à déployer
RFID	RFID passif peu cher	Déploiement matériel de capteur Position disponible au checkpoints
IP	Gratuit	Précision ville, nécessite base de données géographique des IPs (payantes)

Tableau I.1 : les avantages et les inconvénients de chaque technique [10].

Ces techniques sont de plus en plus utilisées en combinaison pour obtenir des informations de localisation plus précises. Les données géographiques sont également couplées avec d'autres informations comme le temps et le profil de l'individu grâce à la multitude de renseignements que nous envoient les réseaux sociaux et autres lieux d'échanges. La géolocalisation qui s'était ouverte au grand public au départ pour faciliter les déplacements évolue donc vers de nouveaux usages et intéresse par son potentiel dans l'amélioration de la connaissance client et la fourniture d'insights consommateurs de qualité. La technique séduit d'autant plus que les données qu'elle fournit peuvent être rattachées à un individu et couplées à d'autres données pour permettre des actions ultra ciblées. Pourtant, les

informations de géo localisation sont encore peu exploitées par les professionnels du marketing. Mais les choses sont en train de changer avec l'arrivée d'applications concrètes [10].



Figure I.5 : les types de technique de géolocalisation [10].

I.7. Systèmes de géo localisation

I.7.1. Système GPS

Le système GPS est mis en place par le département de la Défense des Etats-Unis `à des ´ fins militaires. Il est très rapidement apparu que des signaux transmis par les satellites pouvaient être librement reçus et exploit ´es, et qu'ainsi un récepteur pouvait connaître sa position sur la surface de la terre, avec une précision sans précédent, d`es l'instant qu'il était équipé des circuits électroniques et du logiciel nécessaires au traitement des informations reçues. Une personne munie de ce récepteur peut ainsi se localiser et s'orienter sur la terre, dans la mer, dans l'air ou dans l'espace au voisinage proche de la terre [11].

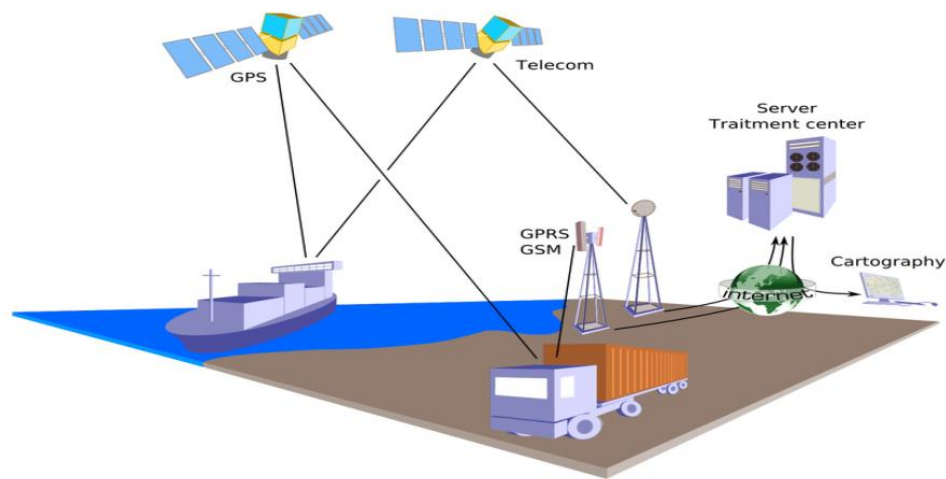


Figure I.6 : Schéma de principes de géolocalisation par GPS [11].

I.7.2. Principes de fonctionnement du GPS

Le principe de fonctionnement du GPS est très proche du principe de triangulation, la vitesse de transmission des signaux émis par les satellites est égale à celle de la lumière, chaque signal intègre une éphéméride avec son heure de départ avec une mesure de la distance entre l'utilisateur et un certain nombre de satellites, de positions connues grâce au temps qu'il faut pour que chaque signal parvienne jusqu'au GPS. On définit ainsi des sphères centrées sur des satellites et dont l'intersection donne la position [11].

Les quatre étapes suivantes expliquent le fonctionnement d'un GPS :

Les satellites envoient des signaux à des intervalles de temps réguliers. Chacun de ces signaux contient les informations suivantes : un code permettant d'identifier le satellite, l'instant "t" auquel le signal est transmis, sa hauteur et sa position par rapport aux coordonnées géographiques terrestres :

- Le récepteur GPS reçoit ces ondes radios et utilise les informations contenues dans les signaux.
- En mesurant la distance qui le sépare du satellite, le récepteur peut calculer sa position : latitude, longitude, altitude. Avec les signaux de

trois satellites, il calcule la latitude et la longitude. Avec les signaux de quatre, on obtient l'altitude. Il est à signaler qu'à tout moment, chaque point de la Terre est couvert par quatre satellites et que plus le récepteur ne reçoit des signaux, plus sa précision de calcul n'est importante.

- Le satellite renvoie sa position théorique à la station de contrôle, qui calcule alors l'erreur de position commise par ce dernier afin de lui renvoyer la valeur de cette erreur.

I.8. Applications d'un GPS

Les fonctionnalités d'un traceur GPS sont nombreuses et peuvent être utilisées dans divers cas de figure, de manières professionnelles ou personnelles [11].

I.8.1. Application personnelle

Les applications à usage personnel du traceur GPS sont aussi nombreuses, il s'applique par exemple dans le domaine automobile pour l'orientation des chauffeurs dans les différents axes routiers, la localisation des personnes malades, seules, ou vulnérables, localisation d'animaux.

Un exemple sur la géolocalisation pour personnes âgées est décrit. En est fait le vieillissement démographique et le pourcentage de personnes âgées ne cesse de croître, avec son lot de maladies chroniques. Les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer par exemple devaient être constamment assistées et surveillées. Le traceur GPS s'utilise afin d'envoyer des informations sur la géolocalisation d'une personne. De manière automatique et instantanée, l'information arrive sur un site internet qui montre la position exacte sur une carte géographique. Des zones personnalisées peuvent être définies. Une alarme prévient si la personne quitte ou entre dans une zone [11].

I.8.2. Application professionnelle

La géolocalisation dans le milieu professionnel est presque un synonyme de gain de productivité, économies de carburant, économies de communications et sécurité. Ceci permet à une entreprise de gagner en temps, de réduire les coûts afin d'accroître sa compétitivité. Les applications de géolocalisation sont généralement réservées aux professionnels pour suivre une flotte de camions, véhicules de transports de passagers (y compris les taxis). D'améliorer la gestion d'une flotte de véhicules, notamment dans les transports. En outre ces solutions offrent à l'employeur une vision bien précise de sa flotte et une meilleure réactivité en cas d'incident [11].

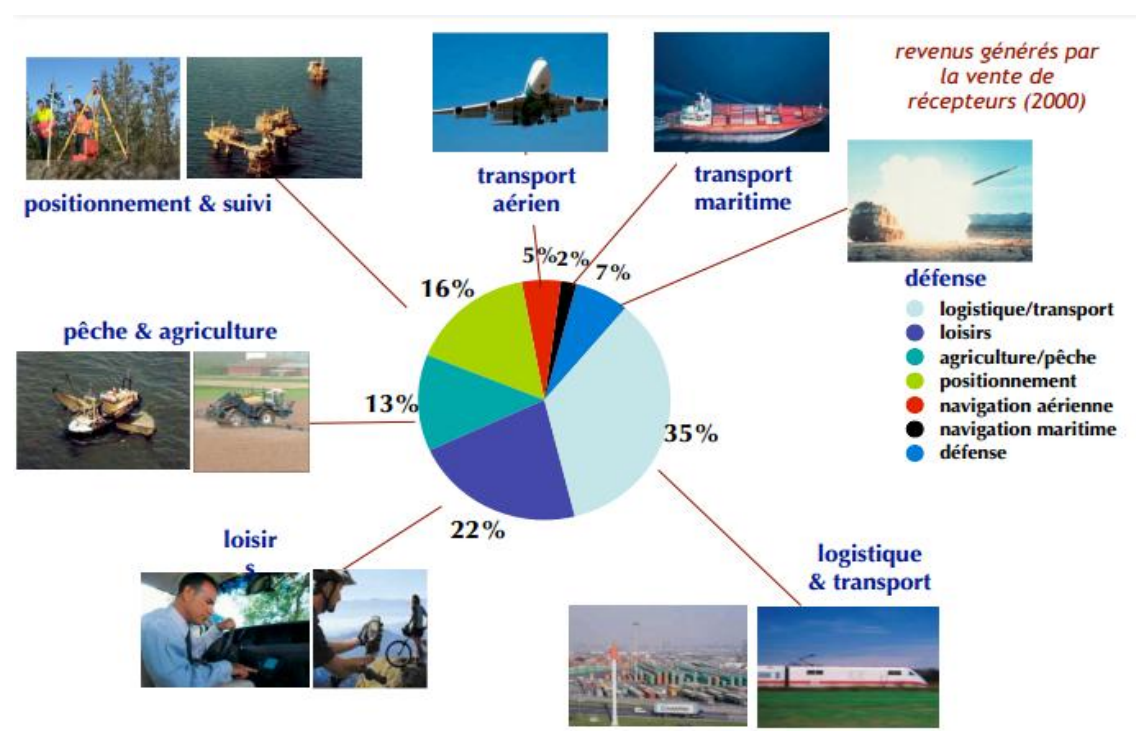


Figure I.7 : Positionnement des utilisateurs [11].

I.9. Différents segments du système GPS

Lorsque nous parlons de GPS, nous avons tendance à penser systématiquement et exclusivement à l'appareil qui sert à donner une

position. Cependant, le système GPS ne se limite pas à cet instrument, puisqu'il se compose de trois éléments distincts, appelé segments ou secteur. Le premier segment, composé de satellites est appelé « segment spatial ». Le deuxième segment qui comprend des stations de contrôle s'appelle « segment de contrôle ». Le dernier correspond aux récepteurs GPS est dit « segment utilisateur » [12].

I.9.1. Segment spatial

Il inclut tous les éléments orbitaux du dispositif de positionnement : les plates-formes, le signal GPS et le message de navigation. Le segment spatial est composé d'un réseau de 24 satellites en orbite quasi circulaire autour de la terre à une hauteur à peu près de 20000 km, dont ces satellites sont répartis sur 6 plans orbitaux inclinés 55° par rapport à l'équateur. Cette répartition spatiale garantit la visibilité en permanence d'au moins six satellites en tout point du globe. La durée de vie minimale du système est de 7 ans [12].



Figure I.8 : Segment spatial [12].

I.9.2. Segment contrôle

Une station principale (Colorado Springs) reçoit les données des autres stations, calculent les éphémérides des satellites et surveillent le fonctionnement du système dans le but de l'enregistrement et d'observation des signaux, le calcul des paramètres de synchronisations et d'horloge, la collecte d'informations météorologiques, l'envoi aux satellites des informations nécessaires à la composition du message de navigation [12].

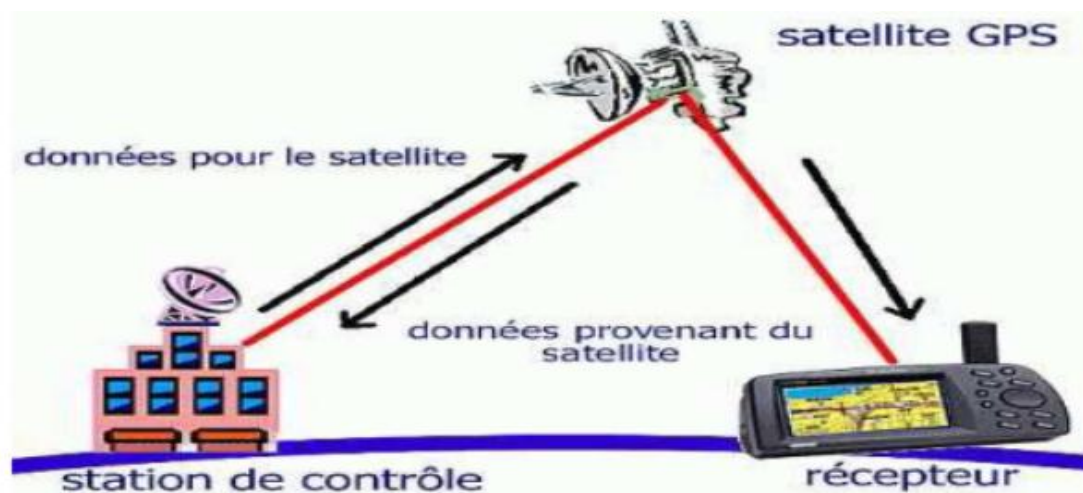


Figure I.9 : Segment de contrôle [12].

Sur le sol, des stations de contrôle suivent en tout instant le mouvement des satellites, dont l'orbite est périodiquement corrigée.

I.9.3. Segment utilisateur

Le segment utilisateur est constitué de récepteurs qui ont été conçus afin de décoder le signal transmis par les satellites pour déterminer la position, la vitesse et le temps de l'utilisateur.

Ceux-ci reçoivent les signaux des satellites grâce à des récepteurs GPS, qui vont leur permettre de calculer leur position en trois dimensions (latitude, longitude, altitude) et le temps grâce à la triangulation pour

comprendre le fonctionnement de ce système, il faut savoir que les ondes émises par les satellites se propagent à la vitesse de la lumière et qu'il est possible de mesurer le temps que une onde pour parvenir à un récepteurs en comparant l'heure d'émission et de réception de cette dernière. Grâce à ces informations on peut alors calculer la distance qui sépare le satellite du récepteur et ainsi déterminer la position de la cible [12].



Figure I.10 : Exemple de récepteur [12].

I.10. Avantages du GPS

Parmi les avantages de GPS nous pouvons citer :

- Position absolue : on obtient toujours une position absolue qui ne dépend pas des conditions initiales.
- Précision à long terme : la précision ne se dégrade pas en fonction du temps, il n'y a pas de dérive. Le tableau suivant indique la précision du GPS selon le milieu.
- Conditions opérationnelles : le système marche jour et nuit et n'a pas besoin de conditions spéciales telles que support, orientation ou température.
- Prix abordable : Des récepteurs simples coutent de moins en moins chers. Le prix est abordable pour des véhicules grand public. Le

dispositif de géolocalisation se situe entre 12 500.00 DA et 45 000.00 DA en Algérie [13].

I.11. Inconvénients du GPS

Le GPS présente également quelques inconvénients :

- Le GPS est un système américain sur lequel les utilisateurs n'ont aucun contrôle ni aucune garantie légale de bon fonctionnement.
- Géométrie des satellites : ceci se rapporte à la position relative des satellites selon l'instant d'observation. La géométrie satellitaire idéale existe quand les satellites sont situés à des angles relativement larges. On dispose d'une géométrie faible quand les satellites sont alignés ou en groupe serré.
- Faible disponibilité : dépend du nombre de satellites visibles par le récepteur. Dans les applications du domaine automobile, les conditions de visibilité sont souvent dégradées (les bâtiments, les tunnels, l'interférence électronique). Ceci peut bloquer la réception du signal, entraînant des erreurs de localisation voir causant un arrêt temporaire du système [13].

I.12. Les Services de la Géolocalisation

La géolocalisation peut se révéler utile, voir primordiale, dans de nombreux secteurs d'activités. Les finalités et objectifs fixés sont différents selon ces secteurs, mais grâce à une adaptabilité forte telle que, la géolocalisation répond aux attentes variées d'un grand nombre de professions [14].

- Garder le contact.
- La surveillance, Sécurité.
- Transport de passagers.
- Suivi de travailleurs mobiles.

I.13. Conclusions

Dans ce chapitre, nous avons rappelé quelques éléments concernant les principales techniques existantes utilisées dans les systèmes de localisation ainsi que les différentes applications visées. Puis, nous avons présenté les différentes techniques de localisation existantes.

CHAPITRE II

Géolocalisation dans le transport

II.1. Introduction

L'aide au voyage et au transport des marchandises et des personnes, que ce soit pour répondre à des impératifs économiques, scientifiques ou militaires, a été et reste l'un des premiers moteurs d'innovation. La part des modes de transport de marchandises les plus utilisés sur le réseau national durant l'année 2014.

II.2. Géolocalisation dans le transport

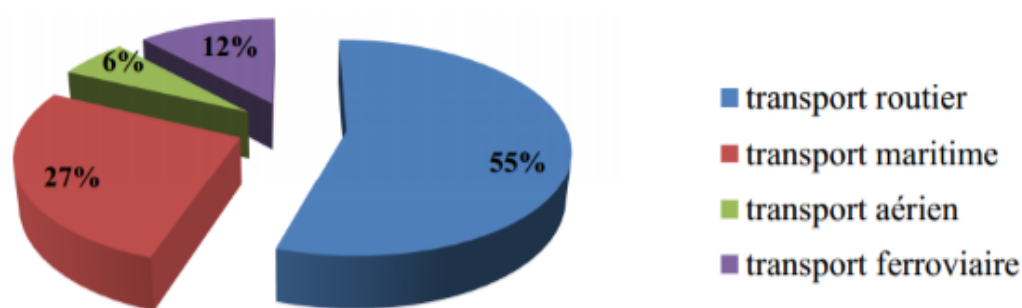


Figure II.1 : Source Ministère des transports bulletin statistiques du deuxième trimestre 2014 [11].

II.2.1. Le transport maritime

Après très vite la disponibilité militaire de TRANSIT, L'administration américaine a rendu le système disponible pour un usage civil, et en particulier pour navires maritimes commerciaux. Les principaux avantages d'un dispositif de positionnement automatique sont de permettre des itinéraires optimisés au-dessus des océans et également une sécurité accrue en cas de mauvais temps. Compte tenu de ce fait, on pourrait facilement affirmer que les systèmes de positionnement par satellite développés par les États-Unis ont toujours été disponibles sans interruption gratuite pour la communauté civile à partir de 1967 [15].

Le transport maritime assure aujourd'hui plus de 90 % du commerce mondial. Cette importante place qu'occupe ce mode de transport est due essentiellement, au développement et la mise à niveau des infrastructures portuaires, ainsi que l'amélioration de la gestion des services portuaires [16].



Figure II.2 : géolocalisation maritime [16].

Les marins ont été les premiers utilisateurs des technologies de géolocalisation. Ce n'est qu'à l'aube du 21^{esi}ècle que les GNSS ont ouvert le champ à des applications beaucoup plus diverses, et ce, bien que le GPS trouve son origine dans les besoins de la marine militaire américaine [17].

L'utilisation de la géolocalisation permet de répondre aujourd'hui à de multiples enjeux :

- Prévention des risques liés aux phénomènes naturels
- Courants, hauts fonds, bancs de sable mouvants.
- Perturbations météo, tempêtes, ouragans, brouillard, vagues meurtrières.
- Sécurité du trafic : prévention des collisions entre navires à l'entrée des ports.
- Secours en mer : appel, repérage, organisation et coordination.
- Réduction des coûts : possibilité de suivre avec précision une route optimale prenant en compte les courants et les vents dominants.

- Gestion et suivi du fret maritime.
- Pêche en mer : localisation des zones de pêche et suivi des activités.
- Plaisance et sport nautique : sécurité et suivi des bateaux en course [17].

II.2.1.1. Navigation maritime

Comprennent le sauvetage et le réapprovisionnement des plates-formes off-shore, la position de croisière, creuser des voies navigables ou mettre en place et surveiller des plates-formes off-shore. D'autres applications typiques consistent à coupler des récepteurs GNSS avec des récepteurs dédiés. Des capteurs tels que les radars, les sondeurs sonores, les détecteurs de poissons, etc. En mer, les récepteurs sont généralement des récepteurs assez rudimentaires, car il n'est pas possible de mettre en œuvre des techniques telles que l'appariement de cartes, car on pourrait être situé n'importe où. Un montant supplémentaire de Le système est le système d'identification automatique (AIS). Tous les navires de plus de 300 tonnes, ainsi que tous les navires à passagers, doivent être équipés d'un transpondeur AIS transmettant en permanence des données concernant l'identité, la route, la position et la vitesse du navire. Le soi-disant radar AIS destiné aux yachts affiche les informations reçues des navires à proximité. Un écran typique est affiché sur la Figure (II.3) [18].



Figure II.3 : Récepteur AIS de plaisance (Standard Horizon) et logiciel professionnel (Euro Nav) [17].



Figure II.4 : Example of an AIS display screen (Source : Nasa Marine) [18].

En cliquant sur un bateau donné à l'écran, il est possible d'accéder à toutes les données correspondantes pour un bateau donné. Comme ce système peut également afficher l'itinéraire suivi par le navire, il est assez facile pour les organismes de contrôle de faire un parallèle entre la route et toute marée noire suspecte dans le sillage du bateau [18].

II.2.1.2. Système d'identification automatique (AIS)

L'AIS (Automatic Identification System)

En particulier, constitue une innovation majeure dans la gestion et la sécurité du trafic maritime. Composé d'un récepteur GPS et d'un émetteur/récepteur VHF, il permet de communiquer en temps réel position, cap et vitesse aux navires environnants, ainsi qu'aux centres de gestion du trafic en mer (CROSS) et portuaire.

Introduit et géré par l'OMI (Organisation maritime internationale), ce système s'impose :

- Aux navires de commerce internationaux de tonnage supérieur à 300.
- Aux navires de transport de passagers.
- Aux bateaux de plaisance de catégorie B [19].

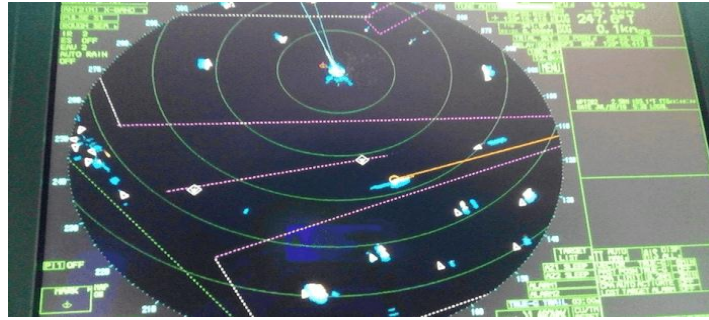


Figure II.5 : Système d'identification automatique (AIS) [19].

Les conteneurs de marchandises sont progressivement équipés de boîtiers combinant un récepteur GPS et une radio GPRS (moins de 1 % à l'échelle mondiale fin 2012, mais forte progression attendue). Ces boîtiers combinent les fonctions :

- De géolocalisation.
- De détection d'une mise en mouvement.
- D'ouverture de porte anormale.
- D'immobilisation prolongée dans un lieu non autorisé.
- De document de transport électronique.

Ils permettent d'améliorer la sécurité des marchandises, de simplifier les procédures de dédouanement. Ils restent opérationnels quel que soit le mode de transport (camion, train, n bateau) et suivent en continu le trajet effectué [20].



Figure II.6 : Boîtier de géolocalisation pour conteneur ConLock (Crédit Global Tracking Technology) [20].

II.2.1.2.1. Principe d'AIS

Un "transpondeur" est un émetteur-récepteur AIS couplé à un dispositif qui transmet en continu les données de position, la vitesse et l'itinéraire, ainsi que les caractéristiques détaillées de ce navire. Cette information est reçue et décodée par un autre transpondeur AIS à bord d'autres navires. Cette transmission s'effectue sur une radio VHF de longueur d'onde afin de recevoir une distance courte et moyenne pour tout navire équipé d'une simple antenne VHF. Cette longueur d'onde n'est pas affectée par les obstacles, elle fournit une portée "visuelle" uniquement déterminée par la hauteur des antennes d'émission et de réception [19].

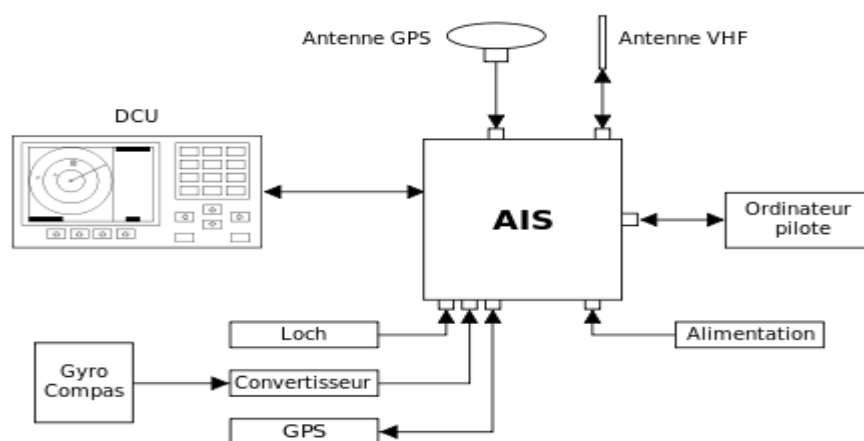


Figure II.7 : Principe de Système d'identification automatique (AIS) [19].

II.2.1.2.2. Types d'AIS

- Classe A : Obligatoire pour tous les navires de 300 GT et plus effectuant des voyages internationaux ainsi que pour tous les navires à passagers.
- Classe B : offre une fonctionnalité limitée et est destinée aux navires non SOLAS. Principalement utilisé pour les navires tels que les bateaux de plaisance [21].

L'AIS fonctionne principalement sur deux fréquences dédiées ou canaux VHF :

- AIS 1 : Fonctionne sur 161,975 MHz - Canal 87B (simplex, pour livraison).
- AIS 2 : 162,025 MHz - canal 88B (duplex pour navire à terre) ; Il utilise la technologie STDMA (Self Organicien Multiple Division Multiple Access) pour atteindre le taux de diffusion élevé. Cette fréquence a une limite de champ de vision qui est d'environ 40milles.

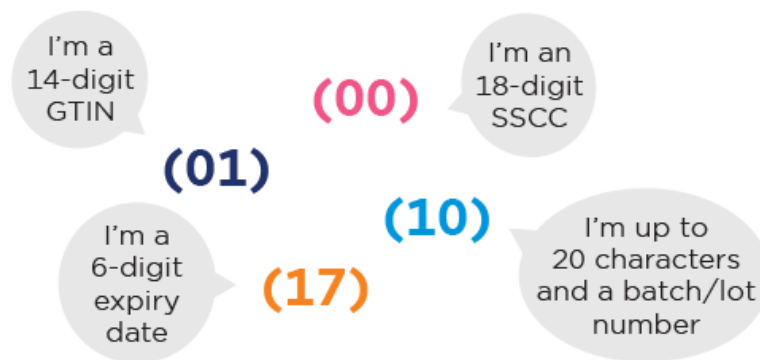


Figure II.8 : Types d'AIS [21].

II.2.1.2.3. La technologie d'AIS

Le système AIS est transmis sur deux canaux réservés dans l'attribution VHF (87B et 88B). Comme pour votre VHF normal, la portée dépend de la hauteur de l'antenne bien que le système AIS le signal est plus robuste que la vitesse, ce qui augmente légèrement la portée. Typiquement sur une petite embarcation, vous prendrez de gros navires jusqu'à 20 milles de distance environ. Récemment, il est devenu possible de recevoir des informations AIS globalement par satellite. C'est disponible auprès de plusieurs fournisseurs, normalement par abonnement et utilisé par les opérateurs de flotte [19].

Du point de vue technique, ce n'était pas simple, le satellite pouvant recevoir sur une grande surface et au sein de cette empreinte, il pourrait y avoir plusieurs navires différents utilisant le même créneau horaire (ils ne

pouvaient pas se recevoir alors penseraient le créneau vacant). Il y a un processus de "dédoublage" pour s'assurer que tous les navires sont identifiés et donner une image.

AIS Aides à la navigation (Aton). A Aton, il y aura un émetteur AIS et une antenne et le signal AIS provient de cet endroit. Cependant, ce n'est pas nécessairement le cas, le symbole apparaître sur le traceur à une position déterminée par la latitude et la longitude introduites dans l'émetteur AIS. Normalement, c'est la même chose où vous êtes mais il est possible que l'émetteur se trouvant, par exemple, au bureau du capitaine du port et transmettant l'emplacement de la bouée d'eau à l'entrée du port. Cela s'appelle un Aton virtuel et le symbole Aton apparaîtra sur le traceur au bon endroit, mais il n'y aura rien physiquement. Le l'attrait pour les autorités en termes de coût et de facilité de modification du balisage est évident, mais c'est quelque chose de très réconfortant de voir la bouée où elle devrait être à l'approche d'un port [19].

II.2.1.2.4. Données transmises

- Informations statiques.
- Information dynamique (dépend de la vitesse et du changement de cap).
- Informations relatives au voyage (toutes les 6 minutes, lorsque les données sont modifiées ou sur demande).
- Courts messages liés à la sécurité.

II.2.2. Optimisation de la chaîne logistique

Le faible coût d'utilisation du GPS et des réseaux de communication de données de type GPRS a permis aux entreprises de transport, même les plus modestes, de gérer leur flotte de véhicules et de planifier leur chargement de façon optimale. La chaîne logistique dans son ensemble s'est reconfigurée autour d'entrepôts plus importants et centralisés. Cette optimisation du

système logistique permet, entre autres, de livrer l'Europe de l'Ouest en 24 h à partir d'un seul centre de stockage.

L'e-commerce a été un des grands bénéficiaires de ces gains de temps et de flexibilité. Le déploiement de l'ADSL, au début des années 2000, a fourni l'ergonomie et la réactivité indispensables au marketing et à la prise de commande par internet. Mais, c'est la géolocalisation et les services associés qui ont permis de fiabiliser et de raccourcir les temps de livraison... et de retour éventuel des marchandises [19].

II.2.3. Le transport aérien

Afin d'éviter une saturation des espaces aériens, il est important de prévoir un ensemble d'améliorations, dont celle des systèmes de navigation et de contrôle du trafic.



Figure II.9 : Systèmes de navigation et de contrôle du trafic aérien.

II.2.3.1. Système VOR

Le VOR (VHF Omnidirectionnel Range) est un système de positionnement radioélectrique utilisé en navigation aérienne depuis 1947 et fonctionnant, comme son nom l'indique, avec les fréquences de la bande VHF. Cette bande est juste au-dessus de celle utilisée par la radiodiffusion en FM. Le VOR émet, lui, en modulation d'amplitude.

Un système VOR se compose de deux éléments :

- Au sol : un émetteur.
- Dans l'avion : un récepteur associé à un instrument qui affiche où l'avion se situe, angulairement, par rapport à l'émetteur.

Un récepteur de navigation VOR (NAVCOM), permet de déterminer le relèvement magnétique d'un aéronef par rapport à une station radioélectrique au sol (balise émetteur VOR), dont la position est connue. Le relèvement magnétique d'un aéronef par rapport à un VOR s'exprime par le rayon issu du VOR, sur lequel l'aéronef se trouve. Chaque rayon issu de la balise est appelé un radial.

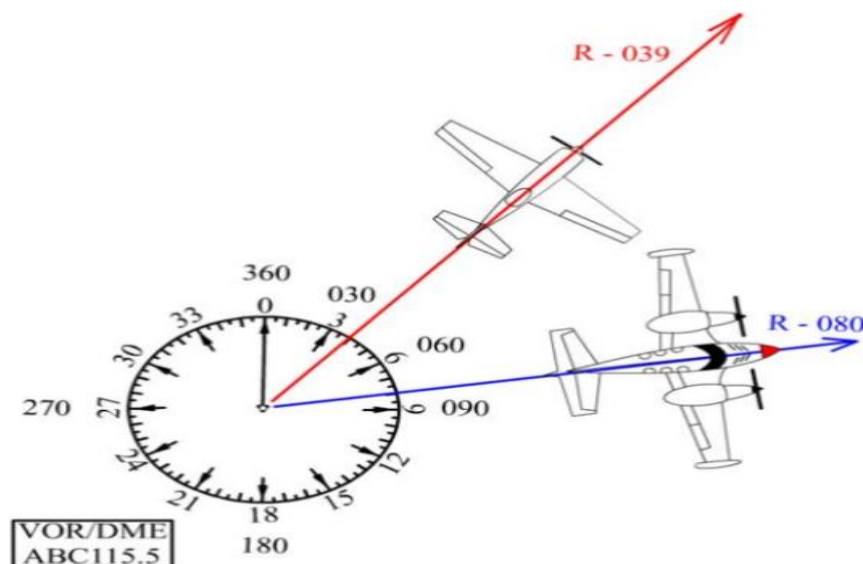


Figure II.10 : Système VOR [21].

II.2.3.1.1. L'émetteur du VOR

Les VOR sont implantés à des points stratégiques, en campagne pour la navigation en croisière et à proximité des aéroports principaux, pour le guidage sur certaines approches IFR.

On rencontre donc deux types de VOR :

- Le VOR en route a une puissance moyenne de 200 Watts et transmet sur des fréquences comprises entre 108,00 MHz et 117,95 MHz, avec des canaux espacés de 25 kHz. Le rayon d'action est approximativement de 200 Nm.
- Le VOR Terminal (appelé aussi T-VOR) des aérodrômes émet avec une puissance de 50 Watts environ, sur des fréquences comprises entre 108,00 MHz à 111,85 MHz dont la première décimale est paire, avec des canaux au pas de 25kHz (Ex : 108,00 MHz, 108,25 MHz). Il a une portée plus limitée, de l'ordre de seulement 40 à 50 Nm (du fait, déjà, de la puissance plus faible, mais aussi du positionnement, pas forcément optimal, pour une réception à longue distance) [21].

II.2.3.1.2. L'antenne au sol

On peut voir une balise VOR à Cagnes sur Mer, sur le bord de mer, au niveau de l'hippodrome. C'est la balise CGS à 109,2 MHz. L'antenne se compose d'un élément central, qui émet dans toutes les directions à la fréquence indiquée sur les cartes. C'est cette fréquence qui doit être affichée sur le récepteur dans l'avion. 48 petites antennes périphériques disposées sur un cercle de 6,8 m de rayon.

L'électronique du système fait en sorte que les 48 petites antennes émettent chacune à son tour en tournant à 30 tours par seconde. Les antennes sont fixes. Elles ne tournent pas mécaniquement. C'est un peu comme le faisceau d'un phare maritime, qui est directionnel et tourne en permanence [21].

II.2.3.1.3. Le récepteur dans l'avion

Dans l'avion, il y a souvent deux récepteurs séparés, appelés VOR1 et VOR2. Chaque récepteur doit être réglé à la fréquence choisie. On peut fort bien n'en utiliser qu'un.

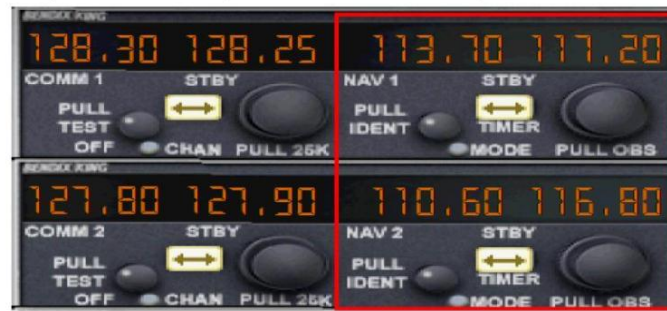


Figure II.11 : La différence de chaque récepteur [21].

L'instrument permettant de visualiser où se situe angulairement l'avion par rapport au VOR sélectionné peut se présenter sous diverses formes : CDI, CDI/GS, HSI, EHSI, Navigation Display ND, etc.



Figure II.12 : Instrument de diverses formes CDI, CDI/GS, HSI, EHSI, ND [21].

II.2.3.1.4. Réception du signal audio d'un VOR

Comme le fait un NDB, un VOR émet un code Morse permettant l'identification de la balise. En plus, il peut transmettre un message modulé

en phonie en cas de nécessités (panne des moyens de radiocommunication d'un ATC, par exemple).

Tous ces signaux « basse-fréquence » modulent une porteuse VHF, qui est la fréquence indiquée sur les cartes aéronautique et syntonisée sur les instruments de navigation.

II.2.3.2. Système DME

Un DME (Distance Measuring Equipment) est un transpondeur au sol qui permet, en répondant aux interrogations d'un émetteur-récepteur embarqué, de calculer avec précision la distance séparant les deux équipements radio.

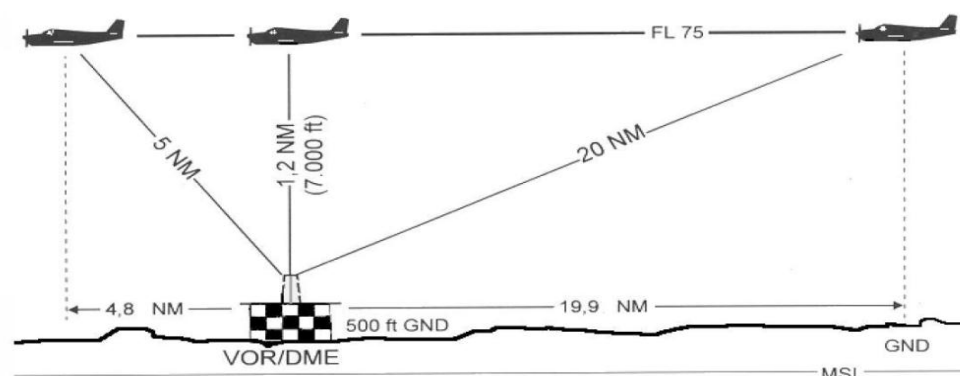


Figure II.13 : Système DME.

On voit ici que plus l'avion est loin de la balise, plus la distance affichée est proche de la distance au sol. Plus l'avion se rapproche de la station, plus la distance affichée est différente de la distance au sol. Par exemple, à la verticale de la station DME, la distance au sol est nulle. Mais l'afficheur indique 1,2 nm si l'avion est à 7000 pieds. La distance oblique est toujours plus grande que la distance au sol.

II.2.3.2.1. Fonctionnement

Le DME utilise une portion de bande UHF comprise entre 962 MHz et 1.213 GHz. Il fonctionne sur le principe d'une communication émetteur-récepteur/transpondeur :

L'interrogateur (émetteur avion) transmet une paire d'impulsions espacées de 12 μ s (codage X) ou 36 μ s (codage Y).



Figure II.14 : Forme d'un récepteur DME.

En réponse, le transpondeur au sol transmet, avec un retard constant de 50 μ s et sur une fréquence de réception offset $\pm$ 63 MHz de la fréquence d'émission, une paire d'impulsion dont l'espacement est de 12 μ s (codage X) ou 30 μ s (codage Y).

A partir du moment où 50% des signaux envoyés sont identifiés en retour par le récepteur dans l'avion, ce dernier peut alors mesurer le temps pris par le signal pour parcourir l'aller-retour et de là, calculer la distance. Cette nécessité de dialogue entre les deux appareillages distants implique qu'un DME ne peut être utilisé simultanément que par un nombre limité d'aéronefs (environ une centaine). Sinon cela sature la station au sol et aucun aéronef ne sera plus capable d'utiliser les informations reçues.

Pour que ça fonctionne, en plus du codage imposé pour l'identification de son propre signal en retour, chaque émetteur embarqué interroge la station à un rythme fort (mode de recherche) ou faible (mode de suivi), avec des écarts aléatoires entre paires et ceci afin d'éviter les collisions avec les signaux des autres avions. Le gain du récepteur (sensibilité) s'ajuste également pour ne pas dépasser la limite du nombre d'avions que la station au sol peut gérer. Les avions les plus éloignés sont ainsi ignorés en cas de saturation.



Figure II.15 : Le récepteur d'afficheur moderne de type Glass Cockpit.

II.2.3.2.2. Représentation sur les cartes

Un DME donne donc une indication de distance par rapport à une balise. Le DME est majoritairement associé à un VOR, ou à un ILS (Glide path), dont il est souvent complémentaire. Il peut être dans de rares cas être couplé avec un NDB. Sur les cartes du SIA (service d'Information Aéronautique), lorsqu'il est associé à un VOR, un symbole spécifique est utilisé. Il s'agit d'un hexagone avec un point central, inscrits dans un carré. La lettre "D" est parfois même ajoutée dans le cartouche associé. Dans tous les autres cas, la présence du DME est indiquée sur ces cartes par un carré avec un point au centre.

II.2.3.3. Les balises VOR/DME

Il existe des balises VOR, des balises DME et des balises couplées VOR/DME. Les balises couplées VOR/DME sont des balises DME installées aux mêmes endroits que les balises VOR. Grâce à un VOR/DME, un avion peut connaître sa position exacte : le VOR indique la position angulaire par rapport à la balise, et le DME donne la distance oblique par rapport à la même balise. Le plus souvent, on ne règle pas la fréquence du DME dans le récepteur de l'avion. Cette fréquence est réglée automatiquement quand on règle celle du VOR. Le reste du fonctionnement est exactement identique à celui des VOR et DME.

La réception du signal radio d'une balise VOR/DME peut se faire en commutant les récepteurs radio sur VOR ou sur DME. Normalement, les codes Morse reçus sont les mêmes [22].

II.2.4. Le transport de Navigation automobile

Un système de navigation automobile est beaucoup plus qu'un dispositif de positionnement (et représente très petite partie du coût total du système), mais la qualité de celui-ci conditionne la performance du système. Les principaux éléments sont :

- Une base de données de cartes numériques.
- Un module de positionnement.
- Un module de guidage d'itinéraire.
- Une interface homme-machine.
- Un module de planification d'itinéraire.
- Un module de correspondance de carte.

Les quatre premiers sont requis comme base du système ; les deux derniers sont supplémentaires fonctionnalités. Notez que la fonctionnalité de correspondance de carte est une approche très puissante pour surmonter les imprécisions dans le module de positionnement (et également dans la carte elle-même !) applicable à la navigation automobile, et pas du tout adaptable au monde piétonnier [22].



Figure II.16 : Transport de Navigation automobile [22].



Figure II.17 : Technologie d'un GPS dans l'automobile [22].

II.2.4.1. Système d'aide à la conduite (ADAS)

Ce premier succès dans l'utilisation de la géolocalisation a donné de nouvelles idées au constructeur et équipementiers automobiles. Une toute nouvelle gamme d'applications, axées sur l'assistance et l'aide à la conduite (ADAS en anglais pour Advanced Driver Assistance Systèmes), émerge aujourd'hui des centres de recherche. L'objectif est triple :

- Améliorer la sécurité active, sachant qu'on atteint dans ce domaine les limites de la compétence humaine.
- Accroître le confort.
- Contribuer à la réduction de la consommation et des émissions [23].

II.2.4.2. Les technologies employées sont particulièrement diverses :

- GNSS ; accéléromètre ; gyromètre ; angle au volant.
- Radar de mesure de distance (75-80 GHz) ; lidar 2D et 3D.
- Caméra simple ou double pour la vision stéréoscopique en 3D.

Les informations provenant des différents capteurs sont le plus souvent corrélées entre elles afin de répondre à un large spectre de fonctionnalités,

et surtout, apporter une redondance absolument nécessaire à l'obtention d'un niveau de sécurité acceptable.

Ces systèmes avancés d'aide à la conduite (ADAS) sont dotés de la capacité d'assister le conducteur de diverses manières pour réduire le stress de la conduite et apporter plus de sécurité. L'apparition de ces nouvelles technologies est principalement due aux progrès réalisés dans plusieurs domaines, notamment : l'électronique, les télécommunications, le traitement du signal et de l'image, l'automatique... La baisse des coûts de l'électronique (capteurs, réseaux de télécommunication, calculateurs) conjointement à la miniaturisation, ont permis d'intégrer dans les véhicules des fonctionnalités de plus en plus avancées [24].

Et Les constructeurs proposent actuellement un grand nombre de systèmes d'aide à la conduite avancés dans les nouveaux véhicules qu'ils commercialisent. Simultanément, ils travaillent activement sur des applications ADAS de nouvelle génération ainsi que sur des fonctionnalités de conduite autonome. Lorsqu'on y regarde de plus près, on se rend compte que les systèmes d'aide à la conduite avancés sont une des principales façons par lesquelles les constructeurs tentent de différencier leurs véhicules de ceux de la concurrence. L'objectif final consiste à mettre au point des véhicules qui braquent, accélèrent et freinent activement dans toutes les conditions de circulation afin d'améliorer la sécurité routière et le confort de conduite [24].

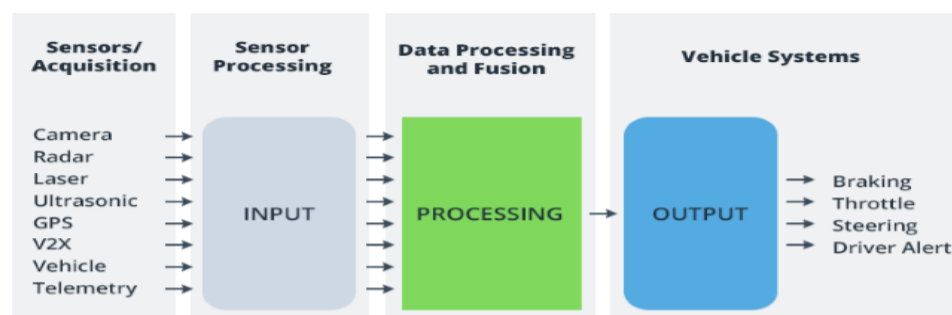


Figure II.18 : Système ADAS [24].

Il est également devenu de plus en plus important d'offrir des fonctions adaptées à la conduite nocturne, en particulier en ce qui concerne la détection des piétons et la prévention des accidents avec les (grands) animaux. Ces évolutions améliorent non seulement la sécurité des piétons, mais également celle des occupants du véhicule.

Les véhicules à sécurité avancée (ASV) équipés de systèmes avancés d'aide à la conduite par caméras (ADAS) se répandent rapidement. Les ADAS utilisent une ou plusieurs caméras (mono ou stéréo) pour permettre aux automobiles de détecter les autres véhicules, les piétons, les panneaux de signalisation, etc., qui se trouvent à proximité, ainsi que l'état du conducteur et des passagers à l'intérieur du véhicule grâce à des technologies de reconnaissance d'image [24].

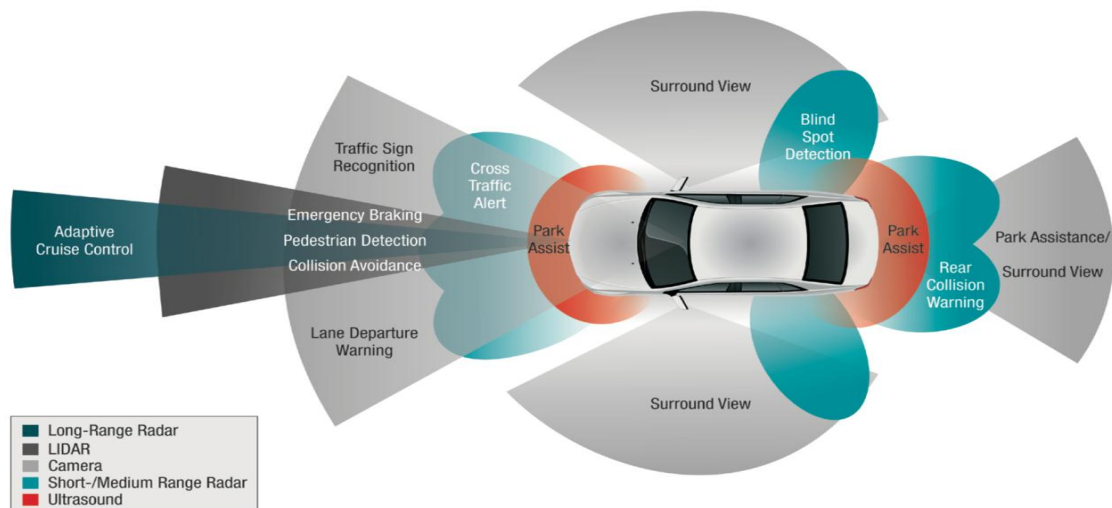


Figure II.19 : Le véhicule à sécurité avancée (ASV) équipés de systèmes avancés d'aide à la conduite par caméras (ADAS) [24].

II.2.4.3. Évitement de conduite à contre-sens

Une caméra et un algorithme de traitement d'images reconnaissent les panneaux routiers et corrélent le résultat avec la position et la cartographie du véhicule. En cas d'action incohérente, tels que la mise en marche des clignotants ou le mouvement du volant dans la mauvaise direction, le conducteur est averti par une alarme.



Figure II.20 : Signal d'alarme de conduite en contre-sens se déclenche en cas d'action incohérente du conducteur (Crédit Daimler) [25].

II.2.4.4. Conduite entièrement automatisée

La réalité rattrape la fiction. En combinant plusieurs technologies (radar, caméra, lidar, GNSS...) ces systèmes sont capables de se positionner précisément sur la chaussée ou une voie d'autoroute, de reconnaître et positionner les véhicules environnants et les éléments d'infrastructures.

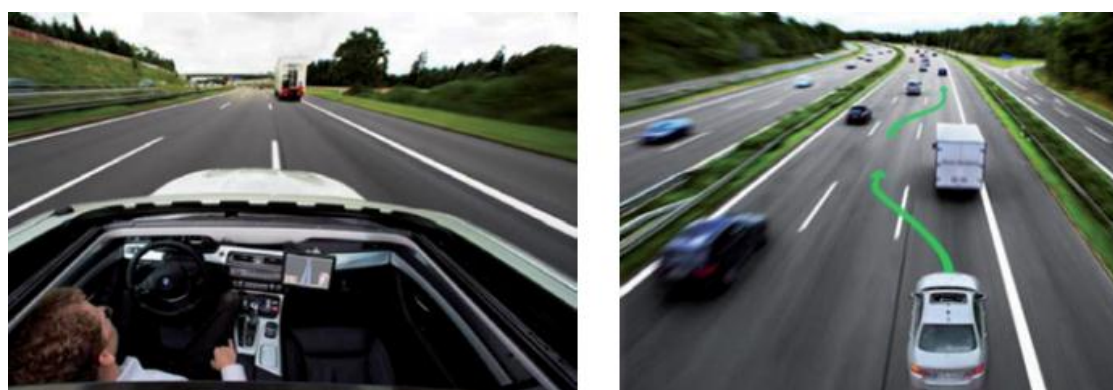


Figure II.21 : Conduite automatisée sur autoroute, sans les mains [17].

II.2.4.5. Appel d'urgence

La Commission européenne évalue à 50 % en ville, et 60 % en zone rurale la réduction du temps d'intervention des secours que permettrait la généralisation d'un système d'appel d'urgence paneuropéen. Selon ses estimations, ces gains sauveraient 2 500 vies par an. Il n'est cependant plus question d'imposer une installation sur tous les véhicules neufs, mais

d'inciter les pays membres à mettre en place le dispositif et à converger vers un système unique.

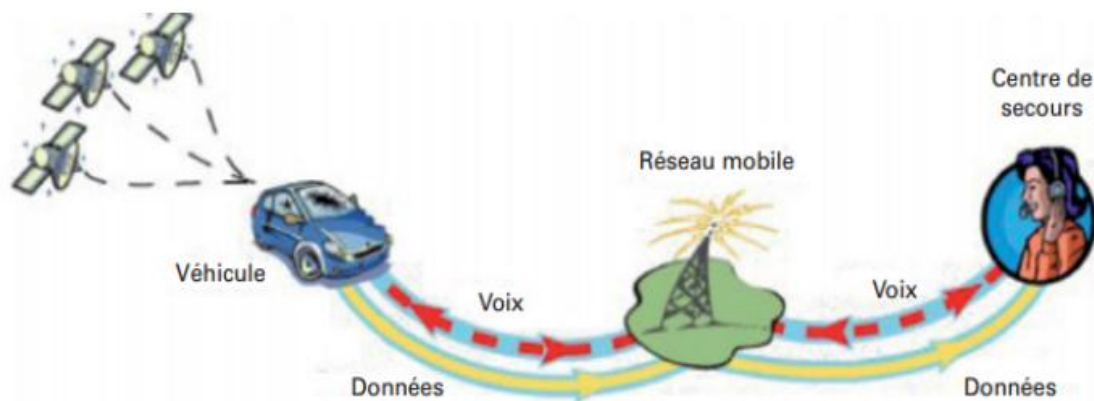


Figure II.22 : Principe du système d'appel d'urgence paneuropéen [26].

II.2.4.6. Coopérative Driving

La conduite automobile est par essence une activité collaborative.

Puisque l'humain est parfois défaillant, pourquoi ne pas faire collaborer les véhicules ? Le concept du « Coopérative Driving » (Terme anglais consacré) repose sur la communication entre véhicules, infrastructure et usagers au sens large : autos, motos, cyclistes, piétons, afin d'anticiper des situations critiques et éviter les accidents [21].

La géolocalisation joue un rôle central dans cette approche Visionnaire. En communiquant sa position au moyen d'un réseau local reconfigurable, un véhicule, confronté à une situation accidentogène (brouillard, panne, piéton, accident...), est capable d'alerter en temps réel les véhicules proches du risque potentiel.



Figure II.23 : La moto reçoit une alerte de freinage brusque en provenance de ma voiture placée devant la camionnette [21].



Figure II.24 : Le conducteur reçoit une alerte concernant un obstacle caché par l'ombre du tunnel [21].

Exemple :

Les feux rouges communiquent leur état, ainsi que le temps restant avant le passage à l'orange, puis au rouge. Les véhicules en approche reçoivent l'information et calculent si ce laps de temps est suffisant pour franchir l'intersection en toute sécurité. Dans le cas où la réponse est négative, le conducteur est informé et peut freiner en douceur, même si sa vue est limitée par un véhicule le précédant.

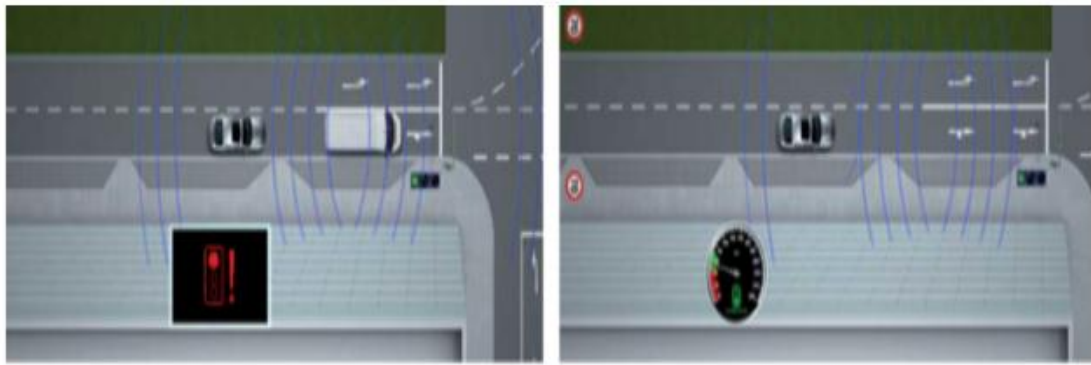


Figure II.25 : Principe de communication entre l'infrastructure et un véhicule [17].

- Le concept de « Coopérative Driving » s'étend également aux usagés piétons ou cyclistes. Des passages piétons aux abords des écoles, des hôpitaux... équipés de capteurs et de transpondeurs, deviendraient capable de prévenir un véhicule en approche de la présence de piétons vulnérables comme les enfants, les personnes âgées, les malvoyants, les handicapés, etc.... portant un badge RFID.

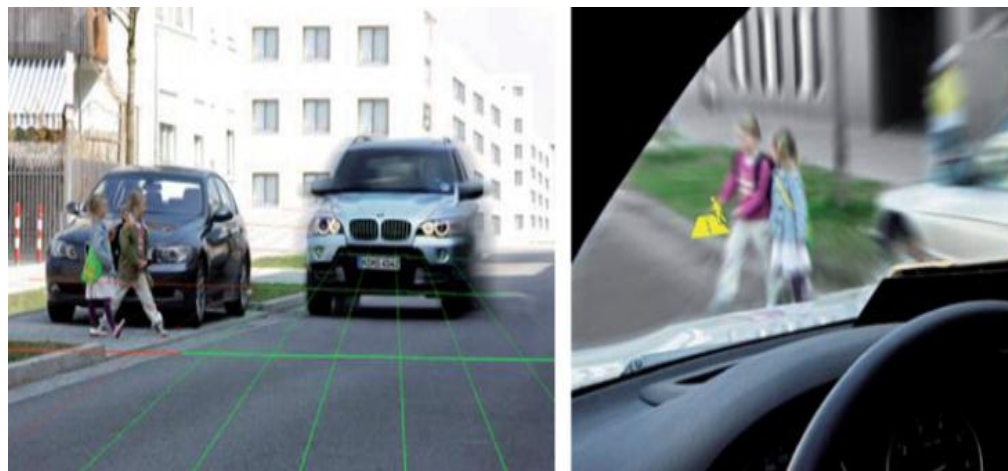


Figure II.26 : Informé à temps, le système dans le véhicule avertit le conducteur ou effectue un freinage d'urgence – Cooperative Safety Program for pedestrian [27].

II.2.5. Écotaxe poids-lourd

L'environnement est devenu, en une décennie, l'une des préoccupations majeures des politiques publiques. La loi dite « du Grenelle de l'Environnement » a trouvé avec la géolocalisation un moyen de mettre en œuvre un de ses principaux objectifs : transférer une partie du fret routier vers d'autres moyens de transport plus favorables à l'environnement (rail, fluvial...) [17].

II.2.5.1. Principe technologique

La solution retenue pour mettre en œuvre l'Ecotaxe impose à tous les véhicules, dont le poids est supérieur à 3,5 t, de s'équiper d'un équipement embarqué contenant un récepteur GNSS et un module GSM-GPRS. Le processus consiste à valider, au moyen du récepteur GNSS, un point de passage pour chaque tronçon routier emprunté par le véhicule, et à comptabiliser la longueur du tronçon. Les données sont régulièrement transmises par réseau mobile GPRS à un centre de traitement qui calcule la taxe en fonction de la distance et des caractéristiques du véhicule (longueur, nombres d'essieux, type de transport...) [17].

La lutte contre la fraude est assurée par des portiques automatiques équipés de caméras, de détecteurs et de bornes de communication RFID (identification par radiofréquence) installés sur certains axes stratégiques, qui vérifient que les poids-lourds sont bien équipés d'un boîtier actif et correctement configuré selon les caractéristiques du véhicule.



Figure II.27 : Équipement embarqué et portique de contrôle du système Ecotaxe [17].

II.2.6. Le transport ferroviaire

Dans le monde entier, les réseaux ferroviaires utilisent le GPS (système mondial de localisation) pour suivre en temps réel les mouvements des locomotives, des wagons, des véhicules d'entretien des voies ferrées et de l'équipement de voie. Couplé à d'autres capteurs, ordinateurs, et systèmes de communications, le GPS améliore la sécurité, la sûreté, et l'efficacité opérationnelle du rail. La technologie aide à réduire les accidents, les retards et les coûts d'exploitation, tout en augmentant la capacité des voies ferrées, la satisfaction des clients, et la rentabilité [17].

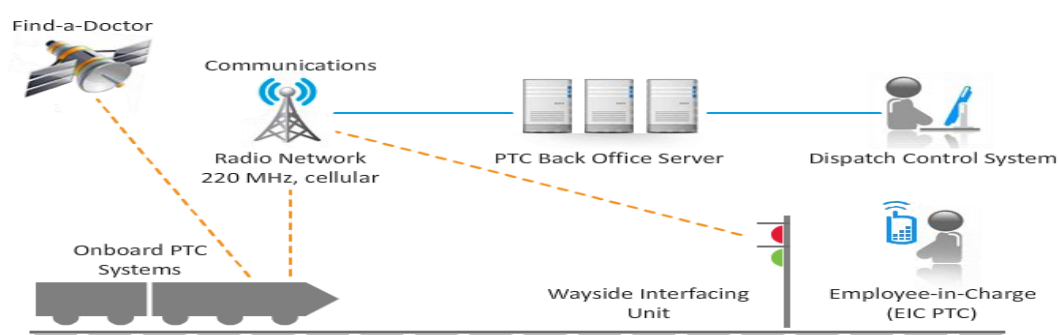


Figure II.28 : European Train Control System (ETCS), Techniques Ferroviaires [17].

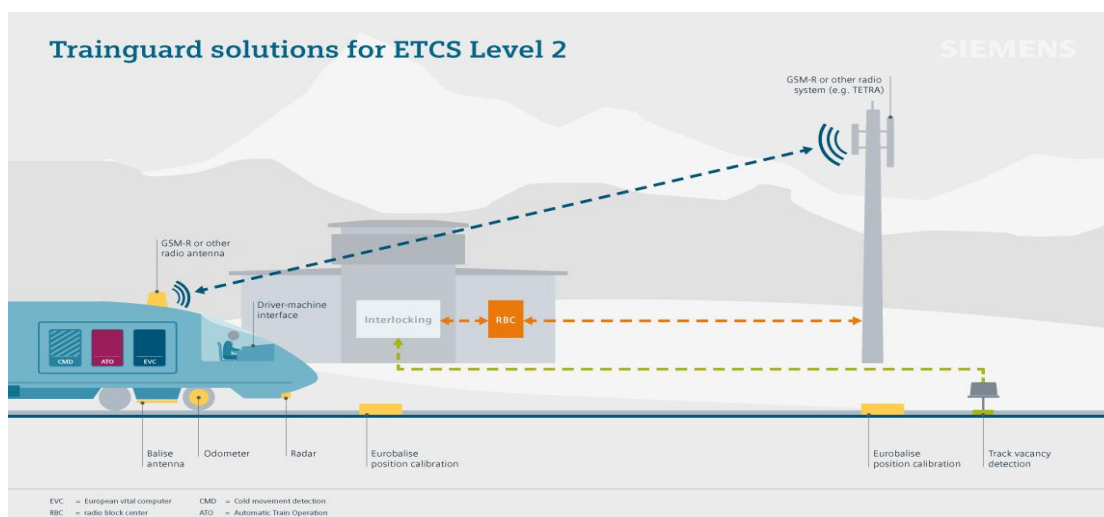


Figure II.29 : Positive train control est en cours d'implémentation sur l'ensemble des lignes des Etats-Unis [17].

Dans plusieurs pays différents, les chemins de fer modernes mettent actuellement en service des systèmes de commande intégrale des trains (Positive Train Control -PTC) destinés à éviter les collisions, les déraillements, les incursions dans une zone de travaux, et le franchissement d'aiguillage en mauvaise position. Le système PTC combine en temps réel l'information de localisation et des systèmes avancés de commandement et contrôle, afin de surveiller et de contrôler les mouvements des trains.

Trains à grande vitesse dans une gare urbaine Le système PTC permet de modifier varier automatiquement la vitesse des trains, de changer l'itinéraire du trafic ferroviaire, et de guider en toute sûreté les travaux des équipes de maintenance sur les voies et hors-voies. Outre le renforcement de la sécurité, le système PTC augmente la capacité des voies ferrées en maintenant un plan d'exploitation constamment actualisé qui optimise leur utilisation et leur fluidité.

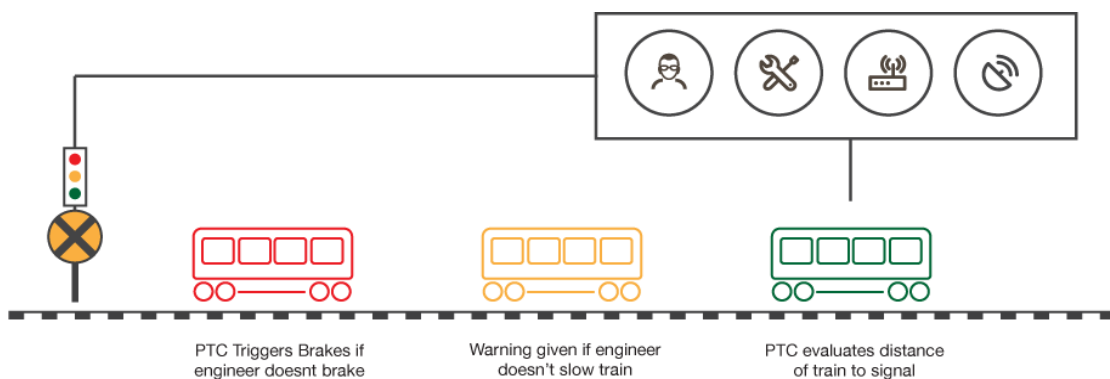


Figure II.30 : Trafic au transport ferroviaire [28].

Les États-Unis ont rendu obligatoire l'usage des systèmes PTC d'ici 2015. Le système PTC américain est capable d'utiliser le GPS différentiel national (Nationwide Differential Global Positioning System – NDGPS), version améliorée du GPS suffisamment précise pour indiquer si un train a changé de voie après avoir franchi un aiguillage.

Le système PTC n'est pas encore universel, mais beaucoup de réseaux ferroviaires qui n'en sont pas encore munis bénéficient de la technologie du

GPS. Il donne au personnel chargé de gérer le trafic ferroviaire comme aux passagers une information plus précise sur l'arrivée des trains et permet d'automatiser les opérations d'arpentage et de relevé cartographique des voies. Le GPS permet aussi d'informatiser la surveillance des voies en utilisant des systèmes qui travaillent beaucoup plus vite et détectent plus de défaillances que les équipes d'entretien, économisant ainsi du temps et de l'argent tout en améliorant la sécurité.

Le GPS synchronise aussi les systèmes de communications ferroviaires, notamment les transmissions de données pour le PTC, le contact vocal entre les conducteurs de locomotive et les dispatcheurs, et les communications intermodales entre trains, gares, ports, et aéroports. Pour préparer l'avenir, les chercheurs étudient comment intégrer le GPS aux systèmes de communication entre véhicules qui pourraient avertir les trains et les voitures des risques de collision aux passages à niveau.

PTC active une série de capteurs installés sur des équipements de wagons et des voies ferrées utilisant une combinaison d'Internet sans fil, de GPS et de transmissions radio cryptées pour transmettre aux systèmes de surveillance des données de vitesse et de localisation en temps réel.

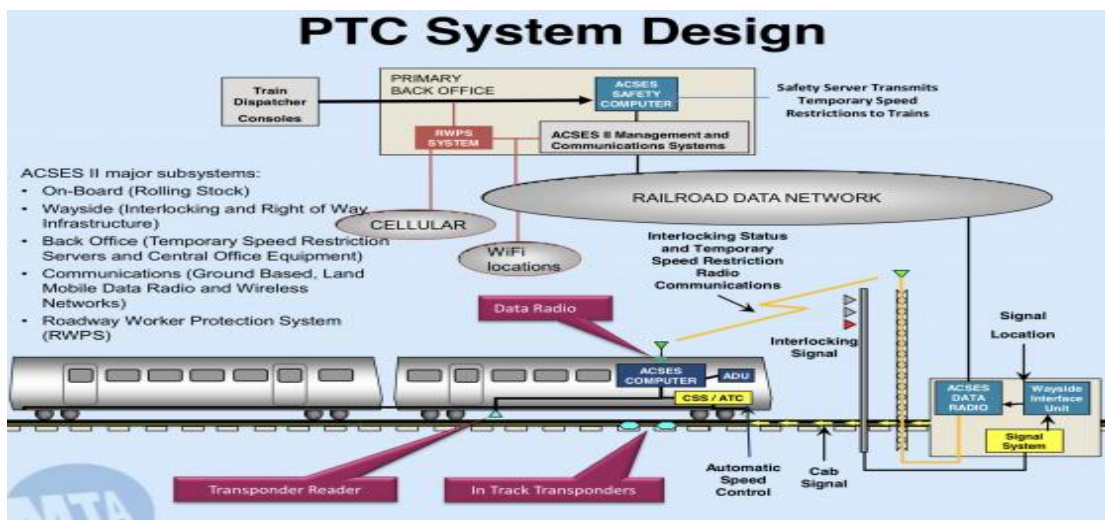


Figure II.31 : Système PTC [28].

II.3. Conclusions

Les transports publics ne se sont intéressés que récemment à cette technologie, le GPS disparaît désormais dans nombre d'applications, où il n'est qu'un élément associé à d'autres technologies. Néanmoins, les données qu'il fournit sont indispensables au fonctionnement des systèmes et la garantie de leur maintien demeure une exigence pour l'avenir. Au travers des services nouveaux développés, les organisations sont entrées dans l'ère du temps réel et de profonds changements dans les métiers ou les structures ont souvent accompagné ces nouvelles applications. En particulier, ils permettent au transporteur de devenir logisticien et de répondre aux nouveaux besoins des entreprises. De même, ils contribuent à la fidélisation d'une clientèle dans les transports publics.

Un effort pour le développement de l'utilisation de la localisation par satellite pour les usages sécuritaires dans le transport reste encore à faire, il participe à l'intérêt d'une stratégie européenne propre pour l'application des technologies satellitaires. Tous ces usages demandent des spécifications en termes de disponibilité, intégrité et fiabilité du signal qui sont incompatibles avec les caractéristiques des signaux GPS actuels.

CHAPITRE III

Applications terrestres et scientifique

III.1. Introduction

Les mesures de terrain, utilisées dans de multiples domaines, requièrent des positionnements souvent très précis. Les GNSS peuvent fournir des points, avec des erreurs inférieures au centimètre, et même à quelques millimètres, en utilisant des récepteurs spécialisés.

Les principales applications de ces récepteurs GNSS (le relevé et bornage de terrains, le repérage des chantiers de constructions le tracé de routes, la gestion des mines à ciel ouvert, etc.

III.2. Génie civil

Les travaux de génie civil sont souvent faits dans un complexe et hostile environnement, ce qui rend difficile pour personnel pour fonctionner efficacement. Être capable de fournir un positionnement de haute précision dans une manière rentable, le GPS a trouvé son chemin dans l'industrie du génie civil, remplacer les méthodes conventionnelles la plupart des cas. Avec GPS, machineries sont automatiquement guidées et contrôlés. Ceci est particulièrement utile dans les zones dangereuses, où des vies humaines sont en train de se produire.

En voie de disparition. Pour les situations où le signal GPS est obstrué, par exemple en position ouverte mines à ciel ouvert, le GPS a été intégré avec succès à des équipements classiques. Un nombre de systèmes intégrés ont été développé avec succès, y compris GPS / Stations totales, GPS / Lasers et GPS / inertiel Systèmes de navigation (INS) [29].



Figure III.1 : Les équipements de génie civil [28].



Figure III.2 : Autre équipement de Génie civile [30].

INS est un système relativement indépendant de l'environnement composé principalement d'accéléromètres et gyroscopes, qui peuvent être utilisé pour le positionnement autonome et détermination de l'attitude. Cet aidé montre comment le GPS peut être utilisé dans les différents secteurs civils applications d'ingénierie [29].

III.2.1. GPS pour l'industrie de la construction

La capacité du GPS à fournir en temps réel précision au sous-maitre et au centimètre A considérablement changé la construction industrie. Les entreprises de construction utilisent le GPS dans de nombreuses

applications telles que la construction de routes et les travaux de terrassement, la gestion de flotte et d'autres applications de génie civil (voir la figure III.3).

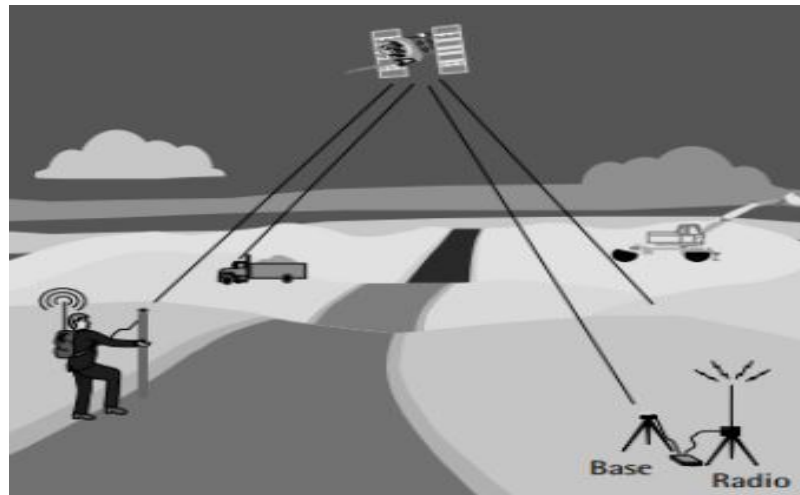


Figure III.3 : GPS pour les applications de Construction [29].

Dans la construction de routes et de terrassement, Le GPS, associé à la communication sans fil et aux systèmes informatiques, est installé sur embarquez dans l'engin de terrassement. Informations de surface conçues, sous forme numérique format, est chargé dans le système. Avec l'aide de l'écran d'ordinateur et les informations de position GPS en temps réel, l'opérateur peut voir si le bon le grade a été atteint. Dans des situations où une élévation millimétrique est nécessaire, GPS peut être intégré avec des lasers à faisceau pivoté [29].

La même technologie (c'est-à-dire combinée GPS, communications sans fil et ordinateurs) est également utilisée pour les travaux de fondation (par exemple, positionnement des pieux) et un positionnement structurel précis (par exemple, des sections de pont préfabriquées et des structures côtières). Dans ces applications, les opérateurs seront guidés via un écran d'ordinateur de bord, éliminant le besoin des anciennes méthodes conventionnelles. GPS est également utilisé pour suivre la position et l'utilisation de l'équipement à différents des sites. En envoyant ces

informations à un emplacement central, les contractants seraient en mesure de déployer leur équipement plus efficacement [31].

De plus, les conducteurs de véhicules peuvent être guidés à leurs destinations. En fait, certains produits sont actuellement sur le marché pour répondre spécifiquement aux besoins de suivi des actifs de la flotte. Opérateurs de gestion, par exemple le Système Magellan Asset Vision (MAV) (Figure 4) qui est une unité mobile de communication et de suivi avec GPS et la technologie cellulaire dans une boîte noire offre une solution complète avec ses propres logiciels de gestion de données et d'unités. Ça peut suivre et surveiller les diagnostics du moteur, avant et heures de fixation arrière, équipement emplacement, et plusieurs autres définis par l'utilisateur paramètres [31].

III.2.2. GPS pour l'exploitation minière

Jusqu'à récemment, l'arpentage conventionnel était la seule méthode disponible pour le balisage modèles et autres arpentages miniers. Comme un résultat du rude environnement minier, Cependant, les enjeux étaient souvent enterrés ou déplacés. En outre, les opérateurs de forage n'avaient aucune manière précise de déterminer le bit réel profondeur. De même, il n'existait aucun moyen de surveiller les performances de forage dans les différentes couches géologiques ou surveillance du transport camions de manière efficace. Plus récemment, cependant, le développement de la modernité systèmes et techniques de positionnement, notamment le GPS cinématique en temps réel, a considérablement amélioré les différentes mines opérations. Dans les mines à ciel ouvert, par exemple, l'utilisation de la cinématique en temps réel (RTK) Le GPS a considérablement amélioré plusieurs les opérations minières telles que le forage, le pelletage, la localisation de véhicules et l'arpentage. RTK Le GPS permet un positionnement au centimètre près précision, et ne nécessite qu'une seule base réceptrice pour prendre en charge un nombre illimité de mobiles [31].

Au fur et à mesure que la fosse s'approfondit, une partie de là Le signal GPS peut être bloqué par le raide les murs de la mine provoquant un

positionnement problème. Ce problème a cependant été résolu surmonter avec succès en intégrant le GPS avec d'autres systèmes de positionnement, principalement les systèmes pseudo lite.



Figure III.4 : Système de Magellan Asset Vision (MAV) [31].

Le modèle de trous de mine est conçu de telle sorte qu'il optimise la taille de la fragmentation de la roche. En tant que tel, il est important que les exercices être positionné précisément sur l'explosion trous, ou autrement ré-forage peut être Champs obligatoires. Un moyen efficace de guider l'exercice est en intégrant GPS avec forage navigation et un système de surveillance consistant en un ordinateur de bord et logiciel de forage. Certains systèmes utilisent deux récepteurs GPS, montés sur le dessus du mât de forage, pour une position et une orientation en temps réel précises du forez. Le modèle de forage conçu est envoyé à l'ordinateur de bord par liaison radio, qui est puis utilisé par le système intégré pour guider l'opérateur de forage pour positionner précisément le forer par-dessus les trous de mine (voir Figure III.5). C'est fait automatiquement sans prendre position. Dans De plus, l'ordinateur de bord affiche d'autres informations telles que l'emplacement et profondeur de chaque trou de forage. C'est très important pour l'opérateur de voir si ou non la profondeur cible a été atteinte. De plus, le système accumule des informations sur la dureté de la roche et la productivité des forêts, qui peuvent être envoyées au bureau d'ingénierie presque en temps réel par radio [31].

Ces informations peuvent être utilisées non seulement dans le suivi de la productivité de forage du bureau d'ingénierie, mais aussi dans

comprendre les propriétés de la roche, qui pourrait être utilisé pour une meilleure planification future. Le GPS est également utilisé pour le centimètre guidage de précision des opérations de pelletage (Figure III.5). Des pelles sont utilisées pour charger le minerai dans les camions de transport, qui le transportent et le déchargent ensuite en tas. Avec un GPS intégré et guidage par pelle et système de surveillance, contrôle de l'altitude peut être automatisé. Avec l'aide du système l'affichage, les opérateurs de pelles pourront garder la bonne note. Cela se fait automatiquement sans qu'il soit nécessaire de contrôler la pente par des méthodes d'arpentage conventionnelles.

L'utilisation du GPS, des communications sans fil et d'un système informatique à bord du Les camions de transport résolvent ce problème efficacement. Avec l'aide d'une dépêche informatisée les camions de transport peuvent être guidés vers leur destination en utilisant les meilleurs itinéraires. En outre, le centre d'expédition peut collecter des informations sur l'état de chaque camion de transport ainsi que les conditions de circulation. En cours d'analyse les conditions de circulation sont particulièrement importantes pour rendre la route plus appropriée conception.

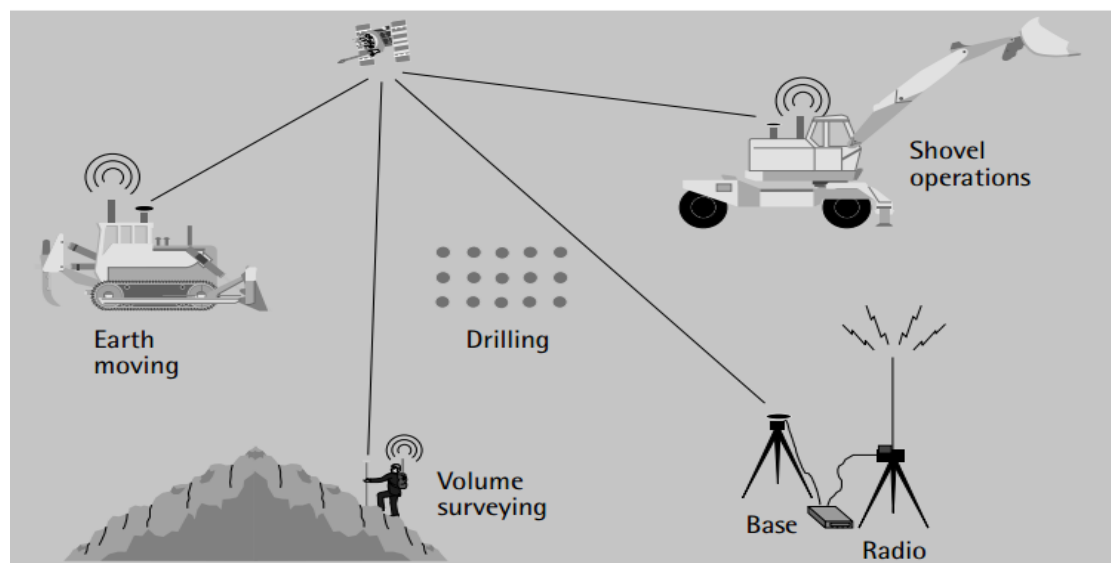


Figure III.5 : Les applications d'un GPS Part 2 [31].

Le GPS est également utilisé dans d'autres phases du cycle minier, par exemple, en vérifiant là les coordonnées des points individuels et étude de volume. Soit le temps réel ou le GPS cinématique non temps réel pourrait être utilisé pour ces fonctions (Figure III.5).

III.2.3. GPS pour la surveillance structurelle et Déformations du sol

Surveillance des déformations structurelles exige la plus grande précision possible de des mesures. Dans ce cas, il convient de distinguer les déformations dues aux mouvements lents, telles que les déformations du barrage, des déformations cycliques [31].

Déformations structurelles produites par effets des charges qui changent rapidement, tels que vibrations du pont dues au trafic variable charges ou tours de télévision vibrations dues au vent des rafales. Le GPS a trouvé de nombreuses applications dans les deux cas. Ici, cependant, il faut donner un mot d'avertissement à ceux qui insistent trop sur l'utilisation du GPS en tant que système autonome outil. En général, les déformations structurelles, par exemple, la déformation des barrages en béton, nécessite un millimètre et, parfois, même précision de déplacement inférieure au millimètre surveillance. Ce n'est toujours pas réalisable avec GPS de manière économique. Outre, Le GPS nécessite une bonne visibilité sur les satellites et est susceptible d'erreurs à partir des signaux réfléchis par les surfaces structurelles (effet de trajets multiples cajolés). Néanmoins, lorsque combiné avec d'autres techniques de surveillance de haute précision, GPS devient un outil précieux pour la mise en œuvre, par exemple, le récent développement (Université du Nouveau-Brunswick) concept de systèmes de surveillance intégrés. Selon au concept, le suivi structurel schéma est divisé en trois composants :

- Surveillance structurale locale à l'aide d'instruments géotechniques / structurels (par Ex. extensomètres, lignes à plomb, extensomètres).
- Surveillance structurelle globale au moyen de techniques géodésiques terrestres (par exemple, électronique totaux et niveaux

numériques) pour connecter ensemble l'instrumentation structurelle.

- Le réseau de surveillance de zone en lequel GPS relie ensemble les points principaux du réseau de surveillance global et les relie aux points de contrôle de l'écurie sol.



Figure III.6 : GPS pour la mesure et Déformations du sol [31].

Le GPS peut également être utilisé pour la surveillance des déformations structurelles cycliques. En génie civil, le GPS peut dans certain cas remplacer les techniques de mensuration standard pour le tracé d'une route ou des travaux de remblaiement/déblaiement. Le GPS est également utilisé pour le suivi de déformations structurales (pont, barrage, abords de puits de pétrole,) ou mouvements de grande infrastructure (tours, ponts suspendus,). Citons encore l'utilisation du GPS dès les exploitations minières à ciel ouvert.

III.3. Environnement

Pour préserver l'environnement tout en répondant aux besoins des habitants de la planète, il faut améliorer la prise des décisions, ce qui est possible quand on dispose d'informations actualisées. La collecte d'informations précises et les plus récentes possible est l'un des plus grands défis auxquels se heurtent les gouvernements et les organisations privées

qui doivent prendre ce genre de décisions. Le Système de positionnement mondial (GPS) apporte une réponse à ce problème.

Les systèmes de collecte de données fournissent aux décideurs des informations concrètes et des données précises sur la localisation d'objets qui s'étalent sur de nombreux kilomètres. En reliant ces informations à d'autres types de données, on peut analyser de nombreux problèmes environnementaux sous un angle nouveau. Les données de positionnement recueillies grâce au GPS peuvent être importées dans un système d'information géographique (SIG), logiciel qui permet d'approfondir notre compréhension des aspects spatiaux à analyser comme on ne pourrait jamais le faire avec des moyens classiques.

Des études aériennes de certains des milieux sauvages parmi les plus impénétrables au monde sont réalisées à l'aide de la technologie du GPS pour évaluer la faune, la flore, le terrain et l'infrastructure humaine d'une zone donnée. En intégrant les images prises et les données GPS, il est possible d'évaluer les efforts de conservation et de mieux planifier les stratégies à adopter.

Il y a des pays qui recueillent des données cartographiques pour mieux gérer leurs programmes de réglementation, notamment en ce qui concerne le contrôle des redevances liées à l'exploitation minière, le tracé des frontières et la gestion de l'exploitation forestière.

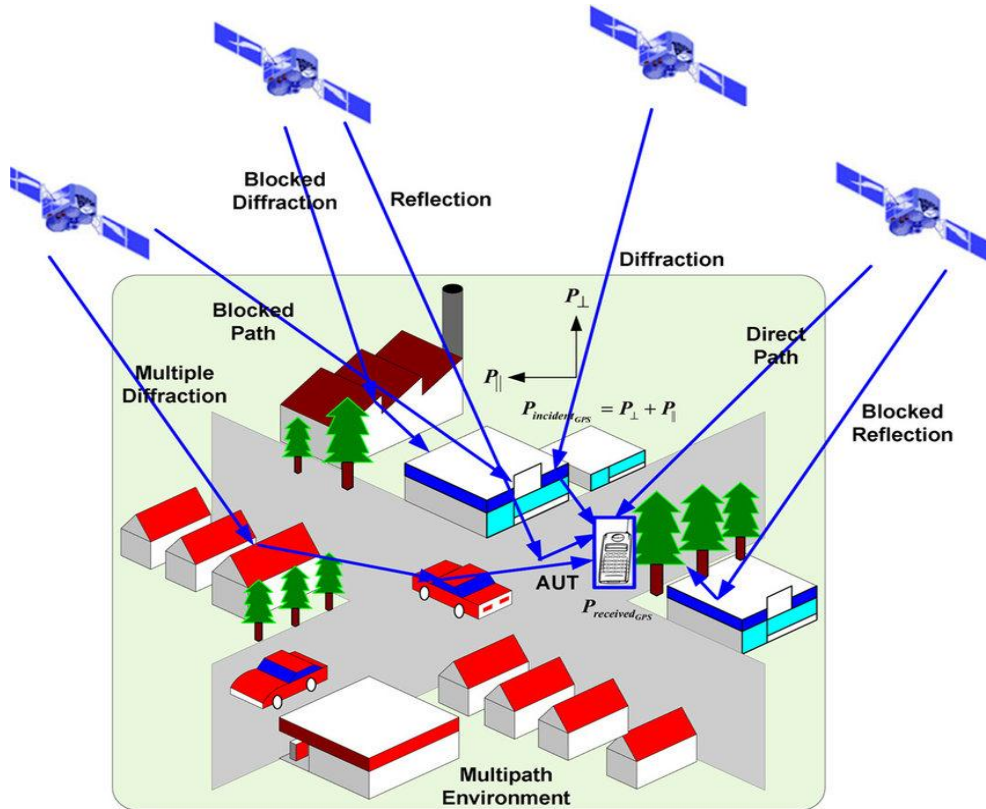


Figure III.7 : GPS pour l'environnement et les signaux multi trajets [17].

La technologie du GPS permet de mieux comprendre et de prévoir les changements qui s'opèrent dans l'environnement. En intégrant les mesures GPS aux méthodes d'exécution du travail des météorologues, on peut déterminer la teneur de l'atmosphère en eau, et donc améliorer la fiabilité des prévisions météorologiques. En outre, la prolifération des sites de surveillance des marées à l'aide du GPS, conjuguée à l'estimation plus précise de la composante verticale de la position d'un site à partir de mesures GPS, offre la possibilité unique d'observer directement les effets des marées océaniques.

Des récepteurs GPS installés sur des bouées suivent le déplacement et la propagation des nappes de pétrole. Les hélicoptères ont recours au GPS pour cartographier le périmètre des incendies de forêt et mieux gérer les interventions des sapeurs-pompiers. Les flux migratoires des espèces en voie de disparition, tels les gorilles des montagnes du Rwanda, sont suivis

et cartographiés à l'aide du GPS, ce qui contribue à la préservation des populations en déclin.

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.

Un autre avantage de l'utilisation du GPS, c'est la rapidité avec laquelle on peut créer des produits critiques. Comme elles sont disponibles sous forme numérique à tout moment et partout dans le monde, les données GPS peut être saisies et analysées très rapidement. Ceci signifie que les analyses peuvent être réalisées en l'espace de quelques heures ou de quelques jours, et non plus en l'espace de plusieurs semaines ou de plusieurs mois : le produit final est donc disponible en temps opportun. Compte tenu de la rapidité des mutations dans le monde d'aujourd'hui, cette économie de temps peut revêtir un caractère critique

Par ailleurs, la modernisation du GPS va avoir une incidence favorable sur l'étude et la gestion de l'environnement mondial. Les Etats-Unis sont déterminés à créer deux signaux civils supplémentaires qui auront des applications dans le domaine de l'écologie et de la conservation puisqu'ils renforcent la précision, la disponibilité et la fiabilité des données GPS. La disponibilité accrue des signaux GPS dans les zones de la forêt tropicale au feuillage dense et la réduction des erreurs de mesure dans la cartographie de la végétation à échelle fine sont deux exemples de l'intérêt du GPS pour l'écologie.

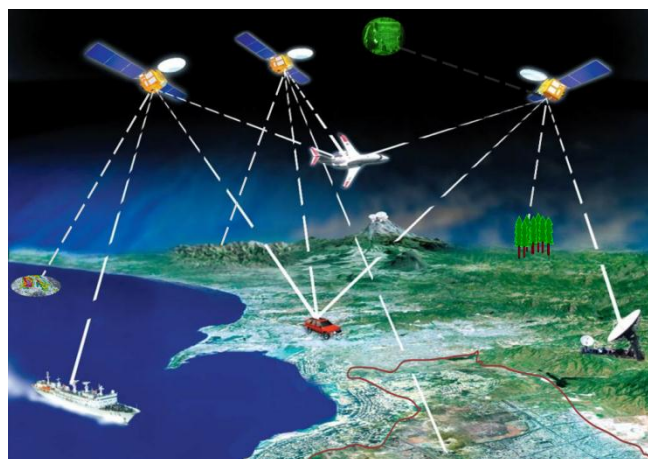


Figure III.8 : Nouveau système combiné bloquant [17].

III.3.1. Navigation et géolocalisation en environnement

Sysnav propose des solutions de navigation et de géolocalisation sans infrastructure, pour toutes les conditions, y compris les plus extrêmes.

Elle supplée ainsi aux insuffisances du GPS : les solutions Sysnav fonctionnent en conditions « GPS-declined » dans les bâtiments, en forêt et dans les zones obstruées ou non couvertes par les réseaux satellitaires.

La technologie Sysnav assure à ses utilisateurs des données ultra-disponibles et précises en toute circonstance, grâce à des solutions flexibles pour différentes industries. Il s'agit de solutions de pointe, fondées sur une technologie française de rupture. Elles apportent une solution unique aux industriels et aux organisations gouvernementales qui ont besoin d'une information de localisation toujours fiable et pour qui les solutions actuelles restent insuffisantes.



Figure III.9 : Les technologies de Sysnav [15].

III.3.2. Avantages

- Les systèmes GPS de collecte de données complétés par un logiciel SIG permettent une analyse complète des préoccupations écologiques.
- Les systèmes GPS/SIG de collecte de données facilitent la détection des schémas et des tendances liés à l'environnement ainsi que la création de cartes thématiques.
- Les données GPS peut être analysées rapidement sans qu'il soit nécessaire de transcrire au préalable les données de terrain sous forme numérique.
- Il est plus facile de localiser avec précision les sites des catastrophes naturelles, incendies et marées noires par exemple.
- La précision des données GPS de positionnement aide les scientifiques à surveiller la croûte terrestre et l'activité sismique.
- La localisation et la cartographie basées sur le GPS facilitent la surveillance et la préservation des espèces en voie de disparition.

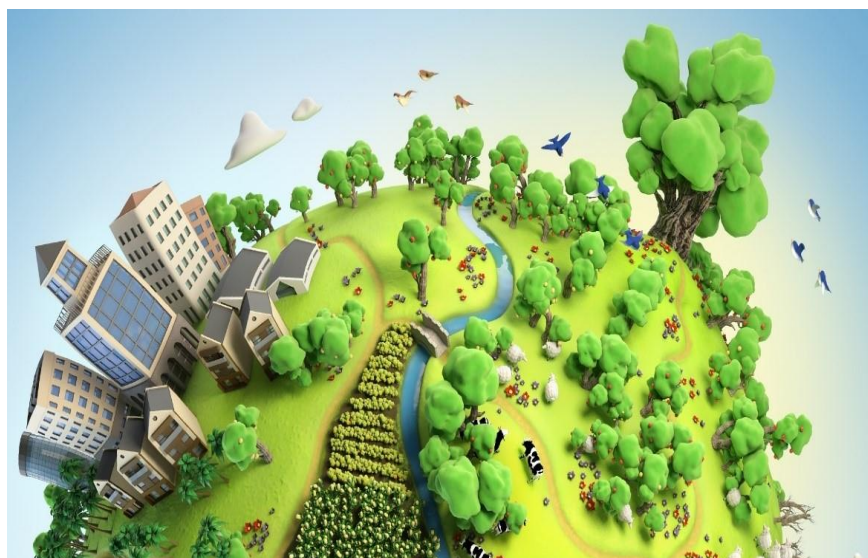


Figure III.10 : L'environnement global [32].

III.4. Agriculture

Certains agriculteurs de grandes exploitations utilisent les services d'un système de positionnement en complément des images satellitaires. Cela leur permet, par exemple, de réduire l'utilisation de produits chimiques (engrais et insecticides), de déterminer au mètre près les zones d'un champ qui n'ont pas été correctement semencées, et ainsi de mieux les exploiter, de suivre avec précision la croissance des cultures ou encore de déterminer sans erreur et plus efficacement l'étendue des zones cultivées [32].

Le développement et l'utilisation de l'agriculture de précision, aussi appelée exploitation localisée, ont été rendus possibles par le regroupement du Système mondial de positionnement (GPS) et des systèmes d'information géographique (SIG). Ces technologies permettent le couplage de la collecte de données en temps réel et d'une géolocalisation précise, d'où un surcroît d'efficacité dans la manipulation et l'analyse de grandes quantités de données géo spatiales. Les applications basées sur le GPS dans le domaine de l'agriculture de précision sont multiples : planification des exploitations agricoles, cartographie des terres, échantillonnage des sols, guidage des tracteurs, dépistage, épandages à taux variable et cartographie des rendements. Le GPS permet aux agriculteurs de travailler aux champs même si la visibilité est médiocre, par exemple à cause de la pluie, de la poussière, du brouillard et de l'obscurité [32].

L'agriculture de précision séduit de plus en plus de cultivateurs, en grande partie à cause de l'introduction d'outils de haute technologie qui sont plus précis, plus rentables et plus conviviaux. Une grande partie des innovations reposent sur l'intégration d'ordinateurs embarqués, de capteurs de données et de systèmes de référence temporelle et de positionnement basés sur le GPS.

Par le biais du GPS, des SIG et de la télédétection, on peut recueillir des informations qui permettent d'améliorer l'utilisation des terres et de l'eau. Les cultivateurs peuvent retirer des avantages supplémentaires en

appliquant une panoplie de mesures propices à l'amendement des sols, dont l'épandage d'engrais, en déterminant le seuil de rentabilité économique du traitement des infestations d'animaux ou de plantes nuisibles et des plantes adventices, et en protégeant les ressources naturelles pour les générations futures [32].

Les fabricants d'équipement GPS ont mis au point plusieurs outils destinés à aider les agriculteurs et les sociétés agroalimentaires à rehausser la productivité et l'efficience de leurs activités de précision. De nos jours, beaucoup d'agriculteurs se servent de produits dérivés du GPS pour améliorer leurs opérations. Equipés de récepteurs GPS, ils peuvent recueillir des informations qui leur permettent de localiser les limites des champs, des routes, des systèmes d'irrigation et des zones cultivées affectées par la présence de plantes adventices ou de maladies. La précision du GPS donne aux agriculteurs les moyens d'établir des cartes qui montrent clairement la superficie cultivable, l'emplacement des routes et la distance entre divers points. Grâce au GPS, les agriculteurs peuvent prélever des échantillons de terre ou surveiller l'état des cultures à des endroits précis, année après année.

Les conseillers agricoles ont recours à des dispositifs GPS de collecte de données brutes renforcées pour dresser la carte précise des sites d'infestations d'insectes et de plantes nuisibles et de plantes adventices. Il est aujourd'hui possible de localiser très précisément les aires problématiques et de les cartographier, ce qui présente aussi de l'intérêt pour la prise de décisions à l'avenir et le choix des futurs intrants. Ces mêmes données recueillies sur le terrain servent à guider les avions agricoles sans l'intervention de signaleurs au sol. Les avions d'épandage équipés d'un récepteur GPS peuvent appliquer des produits chimiques là où ils sont nécessaires, et pas ailleurs, ce qui réduit les embruns, et donc la quantité de produits à appliquer, d'où des avantages pour l'environnement. Qui plus est, grâce au GPS, les pilotes peuvent remettre aux exploitants agricoles la carte précise des champs traités [32].

III.4.1. Matériels et utilisation

III.4.1.1. Guidage de véhicule agricole

Les barres de guidage sont composées d'un écran (deux modèles sont présentés en Figure III.11), la plupart du temps tactile, couplé à des diodes ainsi que d'un récepteur GPS compatible. Elles permettent de se guider dans un champ à partir d'une ligne de référence. Le principe de base est de paramétrer sa largeur de travail, son type de ligne de référence, ligne droite ou courbe (Figure III.11), et de lui indiquer lors d'un déplacement avec le tracteur le début, point A, et la fin de cette ligne de référence, point B. Ceci fait, l'appareil nous indique la position des passages parallèles sur la parcelle [33].



Figure III.11 : Présentation de deux exemples de consoles de guidage [33].



Figure III.12 : Les différents types de lignes de références programmables sur une console de guidage [34].

Avec ce système le chauffeur reste pilote de son engin. Il corrige sa trajectoire en suivant autant que possible les diodes et les lignes représentées sur la console de guidage (Figure III.12). L'écart à la trajectoire optimale est affiché sur l'écran et matérialisé par les diodes qui s'allument du côté où l'engin s'écarter. La console affiche également la zone travaillée et fait apparaître les zones non travaillées lorsque le chauffeur a dévié par rapport à sa ligne de guidage.

III.4.1.2. Autoguidage de véhicule agricole

L'autoguidage de véhicule agricole permet de prendre le contrôle de la direction du véhicule : le chauffeur n'a plus à tenir le volant de l'engin autoguidé. Son utilisation est indispensable lorsque l'on travaille avec une correction RTK (real time kinematic). Il existe deux types d'autoguidages : le système électrique pris sur le volant et le système hydraulique monté sur le circuit de direction du véhicule [34].

Le système est composé d'un écran (voir deux exemples Figure 13), d'un récepteur GPS, la plupart du temps RTK pour plus de précision et d'une correction de dévers (appelée aussi contrôleur). Le contrôleur utilise les informations venant du récepteur GPS et des capteurs internes. Il envoie des commandes précises au système de guidage et corrige en continu les erreurs de position dues au roulis, au tangage et au lacet.

Dans la gamme Innov GPS, il existe deux niveaux de qualité :

- Système simple antenne pour une utilisation standard couplé à un capteur de dévers et un gyroscope pour anticiper les mouvements du véhicule : GEOSTEER (AGLEADER) ou FIELDPILOT (TEEJET), Figure (III.13).
- Système double antenne permettant une précision supérieure pour le dévers et capable de travailler à des vitesses très faibles tout en
- garantissant un niveau de précision centimétrique jusqu'à moins de 100 m/h. Ces équipements gèrent le dévers et les mouvements du

- véhicule grâce à deux récepteurs GPS RTK : PARADYME
- (AGLEADER), Figure (III.13).



Figure III.13 : Exemples d'équipements Tee jet et AG Leader commercialisés par Innov GPS [34].

III.4.2. Cartographie de rendement

Les systèmes de cartographie de rendement permettent de créer et d'afficher des cartes de rendement et d'humidité durant la récolte mais également d'observer instantanément ou a posteriori la manière dont les conditions du terrain affecte le rendement de la culture. Le principe de fonctionnement (Figure 14) est l'enregistrement en continu et à intervalles réguliers pendant la récolte de données instantanées de rendement et d'humidité du grain récolté obtenues à partir de capteurs. Le couplage de ces capteurs à un récepteur GPS positionné sur la cabine de la machine permet de géolocaliser les données. L'enregistrement se fait sur une console numérique et le transfert des données est possible via une carte mémoire. Le montage de ces équipements est envisageable sur des moissonneuses-Batteuses d'ancienne génération qui ne disposent initialement d'aucun capteur ainsi que sur du matériel récent.



Figure III.14 : Schéma de montage d'un capteur de rendement et d'humidité sur une moissonneuse-batteuse [34].

Les systèmes de coupe de section couplés à des GPS embarqués permettent de réduire les zones de recouvrement recevant double dose lors des opérations de pulvérisation ou d'épandage. Outre l'économie d'intrants qu'ils génèrent, ils contribuent à la réduction des pollutions diffuses et de ce fait au développement de pratiques agricoles plus respectueuses de l'environnement : suivant les régions, l'acquisition des outils de guidage par GPS peut être subventionnée dans le cadre d'un plan végétal environnement (PVE) [34].

Certaines solutions GPS disponibles sur le marché permettent le couplage entre un récepteur GPS embarqué et un ou plusieurs appareils de mesure (indice de végétation, rendement). On en tire une cartographie des hétérogénéités intra parcellaires qui peuvent être utilisées pour établir des cartes de préconisation et moduler les intrants.

Une meilleure gestion des cultures et des traitements est possible grâce à des analyses localisées et un suivi des caractéristiques et du rendement des sols. Les engins de récolte peuvent être équipés d'un récepteur GPS pour ensuite générer une carte des rendements à mettre en relation avec la carte des caractéristiques du sol [34].

III.5. La topographie

Plus encore que les bases théoriques du GPS, ce sont probablement ses modalités pratiques d'utilisation qui intéressent les géomètres et les ingénieurs au premier chef. Comme pour tout outil, le niveau de performance du GPS est subordonné aux capacités de la personne qui l'utilise. La qualité de la préparation et du planning sont des conditions essentielles à la réussite d'un lever, de même qu'une conscience claire des possibilités et des limitations du GPS [35].

III.5.1. La topographie utilisée le GPS ?

Le GPS présente de nombreux avantages par rapport aux méthodes topographiques traditionnelles :

- L'inter visibilité entre points n'est pas requise.
- Il peut être utilisé à toute heure du jour ou de la nuit et par tous les temps.
- Il fournit des résultats de très grande précision.
- Il permet de traiter un volume de travail plus important en moins de temps et avec moins de personnel [35].

III.5.2. Limitations

Pour utiliser le GPS, il faut que l'antenne GPS puisse capter les signaux émis par au moins 4 satellites. Des obstacles tels que des bâtiments élevés ou des arbres peuvent entraver la réception de ces signaux. Le GPS est donc inopérant en intérieur. Il est également difficile d'utiliser le GPS en centre-ville ou dans des zones boisées. Du fait de ces limitations, il peut être plus rentable, pour certains types d'applications, de mettre en œuvre une station totale optique voire de combiner un instrument de ce type au GPS.

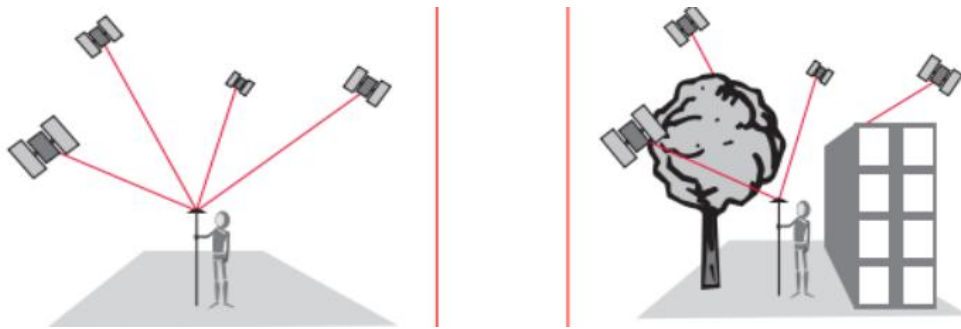


Figure III.15 : La limitation d'un GPS dans le centre-ville [35].

III.5.3. Techniques de mesure GPS

Il existe plusieurs techniques de mesure pouvant être utilisées par la plupart des capteurs GPS pour la topographie. Il incombe au géomètre de choisir la technique adéquate pour son application.

Statique : Elle est utilisée pour de longues lignes, des réseaux géodésiques ou des études en tectonique des plaques. Elle fournit une grande précision sur de longues distances mais est lente en comparaison des autres méthodes.

Statique Rapide : Elle sert à l'établissement de canevas locaux, à la densification de réseaux, etc. Elle fournit une précision élevée pour des lignes de base d'une longueur maximale d'environ 20 km et est bien plus rapide que le mode Statique.



Figure III.16 : Guide des modes GPS Statique et Statique Rapide [35].

Cinématique : Elle est utilisée pour les levés de détail et la saisie d'un grand nombre de points très proches les uns des autres. Toutefois, en cas d'obstacles à la visibilité vers les satellites tels que des ponts, des arbres, des bâtiments élevés, etc. abaissant le nombre de satellites poursuivis à moins de 4, l'équipement doit être réinitialisé, ce qui prend environ 5 à 10 minutes.

Une technique de traitement dite "en Mouvement" (on-the-fly, OTF) a permis de minimiser très largement cette restriction.

RTK : La technique de positionnement cinématique en temps réel (Real Time Kinematic, RTK) recourt à une liaison radio pour transmettre des données des satellites de la référence au mobile. Cela permet de calculer et d'afficher des coordonnées en temps réel, durant l'exécution du lever. Cette méthode est utilisée pour des applications similaires à celles du mode Cinématique. Il s'agit d'une manière très efficace de lever des points de détail puisque les résultats sont présentés en cours de travail. Cette technique est cependant dépendante d'une liaison radio, laquelle peut être perturbée par d'autres sources radio ou être interrompue si des obstacles gênent la propagation du signal [35].

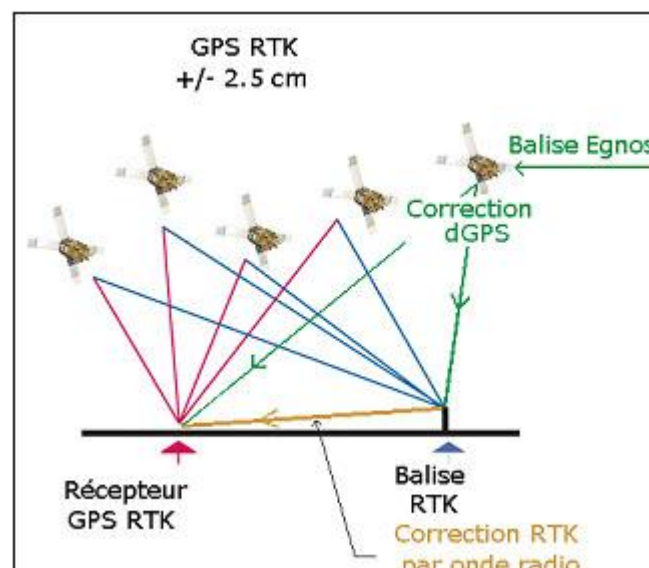


Figure III.17 : La Correction RTK [35].

III.6. Conclusions

Nous avons vu dans ce chapitre la grande diversité des applications terrestres par GPS, Il est encore trop tôt pour évaluer l'ampleur que prendront ces applications dans notre vie quotidienne, mais force est de constater que, suite au succès du GPS, la miniaturisation constante des récepteurs permettront de développer de nouvelles applications scientifique et terrestre.

CHAPITRE IV

Internet d'objet connecté

IV.1. Introduction

Comme son nom l'indique, l'IOT désigne la digitalisation des objets, qui peuvent être connectés au réseau Internet pour interagir avec des milliers d'utilisateurs. L'essor des nouvelles technologies, notamment la démocratisation des réseaux sans fil, a favorisé l'émergence de cette innovation.

Tous types d'objets sont susceptibles de devenir des objets connectés, contrôlés ou supervisés à distance. L'exemple le plus courant est la domotique : une maison toute entière peut être connectée et reliée à Internet, des éclairages aux systèmes d'alarmes. Les habitants peuvent interagir avec les équipements de leur domicile, qu'ils occupent ce dernier ou soient en déplacement. Ouvrir la porte de son garage à une heure précise ou éteindre une lampe oubliée alors que l'on se trouve à des kilomètres de chez soi est désormais possible.

Dans le monde professionnel, tous les secteurs d'activités sont concernés par ces avancées. Par exemple, l'Internet des Objets simplifie les flux de production et en favorise l'autonomie. Il est ainsi possible d'imaginer des chariots de manutention se déplacer sans conducteur, simplement conduits à distance par un employé ne se trouvant pas dans l'entrepôt.

IV.2. Définition

- Objet connecté : objet possédant la capacité d'échanger des données avec d'autres entités Physiques ou numériques.
- Internet des objets (IdO) : expansion du réseau internet à des objets et/ou des lieux du monde physique. En anglais, on parle d'IOT : Internet of Things [36].

L'Internet des Objets est un réseau de réseaux qui permet, via des systèmes d'identification électronique normalisés et unifiés, et des dispositifs mobiles sans fil, d'identifier directement et sans ambiguïté des entités numériques et des objets physiques et ainsi de pouvoir récupérer, stocker, transférer et traiter, sans discontinuité entre les mondes physiques et virtuels, les données s'y rattachant [36].

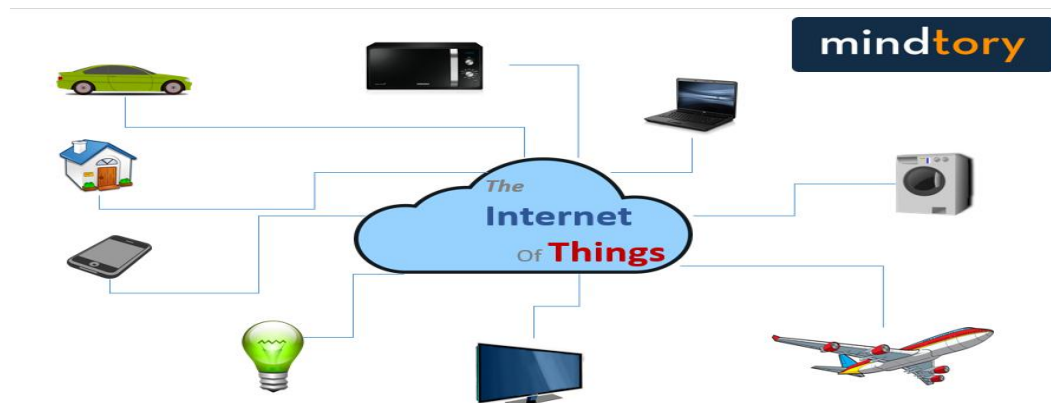


Figure IV.1 : Internet des objets (IOT) [36].

IV.3. Smartphone et Technologies employées

L'ambition du smartphone est de se localiser 24 h sur 24 et en tout lieu, y compris dans des environnements complexes comme :

- Des zones urbaines denses, l'intérieur de bâtiments de grande taille.
- Des aéroports, des gares, des halls d'expositions.
- Des centres commerciaux, des supermarchés.
- Immeubles, bureaux, parkings... [27].

Dans la plupart de ces environnements, les GNSS ne fonctionnent pas, ou très mal, et doivent être complétés par d'autres moyens :

- A-GNSS : l'« Assisted GPS » appliqué au portable permet d'obtenir rapidement un point GPS grâce aux données d'état des satellites transmises par le réseau mobile ;

- Réseau mobile : utilisation de la « cell ID » (identifiant cellule), dont les positions et secteurs d'émissions sont connus et accessibles ;
- Wifi : détection des bornes existantes dont la position est enregistrée dans des bases de données et mesure de la puissance du signal reçu pour estimer la distance par rapport à ces bornes.
- Bluetooth : bornes qui peuvent être ajoutées pour compléter une couverture wifi.
- Map-Matching : corrélation dynamique entre les positions estimées (issue des technologies ci-dessus) et la géométrie des voies routières ou allées piétonnes [27].

IV.4. Comment fonctionne l'Internet des objets ?

L'Internet des objets est piloté par une combinaison d'étapes et de processus, qui est obligatoire pour effectuer une distribution standard du protocole sur des périphériques, y compris des capteurs, un réseau et un périphérique.

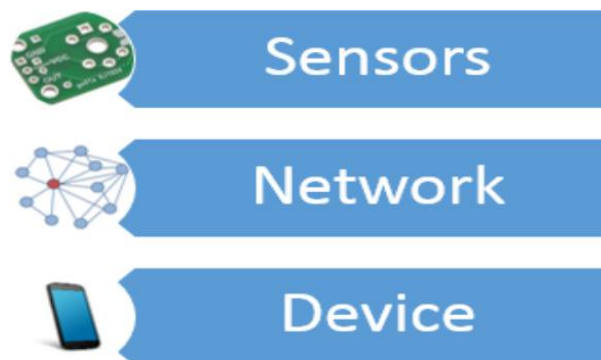


Figure IV.2 : Les types de fonctionnement de l'Internet des objets [37].

IV.4.1. Capteurs

Il faut d'abord comprendre ce qui correspond le mieux aux exigences de votre objectif final.

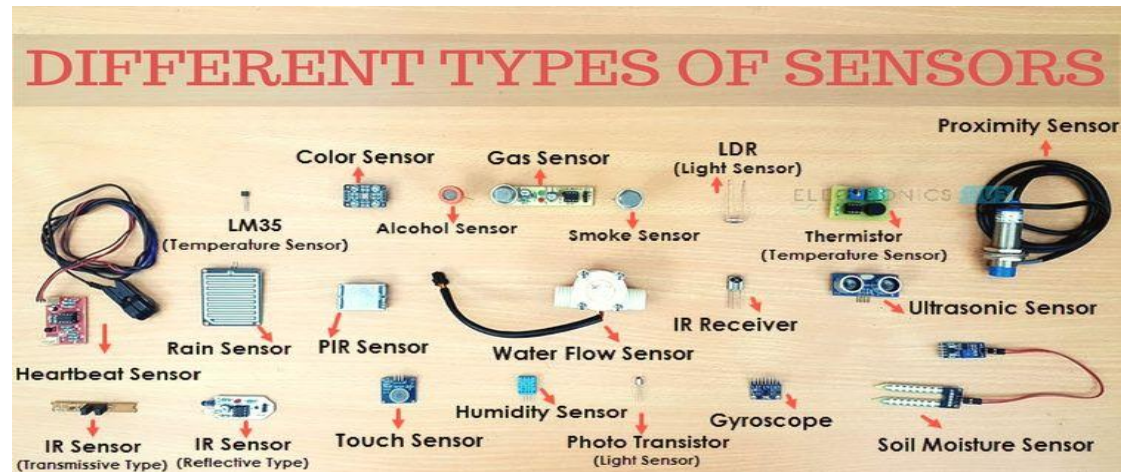


Figure IV.3 : Les types de capteur divers [37].

IV.4.2. Réseau

Le réseau est le composant principal suivant, où les entrées de vos capteurs sont numérisées et placées.

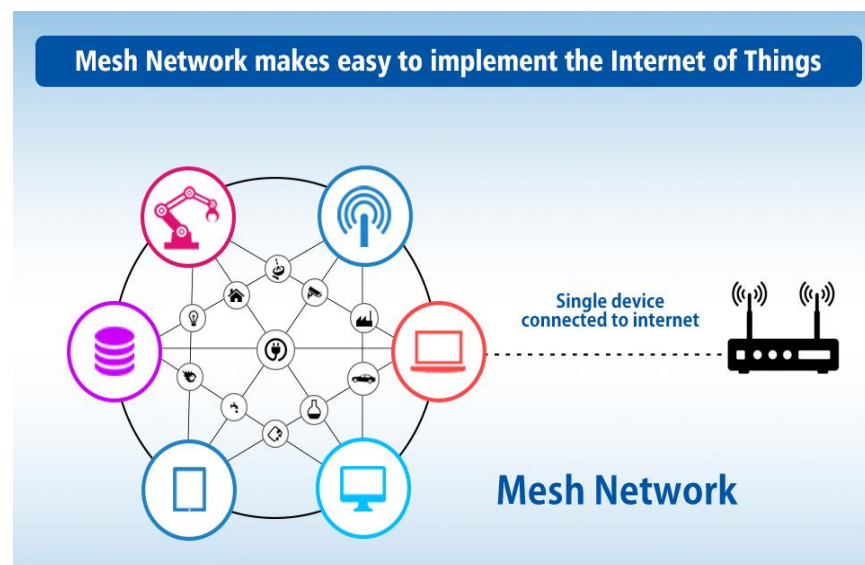


Figure IV.4 : La forme de réseau [37].

IV.4.3. Dispositifs

Ils sont les derniers composants, où vous voyez vos données affichées dans un rapport ou d'une autre manière visuelle. Ce n'est pas nécessairement un appareil mobile, mais plutôt un appareil informatique capable de fournir un résultat final attractif pour analyser et mettre à jour vos données.



Figure IV.5 : Les affiches d'un dispositif [37].

IV.5. Type d'Internet d'objet de communications

D'un point de vue opérationnel, il est utile de réfléchir à la manière dont les périphériques IOT se connectent et communiquent en fonction de leurs modèles de communication techniques. En mars 2015, l'Internet Architecture Board (IAB) a publié un document architectural directeur pour la mise en réseau des objets intelligents, qui décrit un cadre de quatre modèles de communication courants utilisés par les appareils IOT. La discussion ci-dessous présente ce cadre et explique les principales caractéristiques de chaque modèle du cadre [37].

IV.5.1. Communications entre périphériques

Le modèle de communication de périphérique à périphérique représente deux périphériques ou plus qui se connectent directement et communiquent entre eux plutôt que via un serveur d'applications intermédiaire. Ces périphériques communiquent sur de nombreux types de réseaux, y compris

les réseaux IP ou Internet. Toutefois, ces périphériques utilisent souvent des protocoles tels que Bluetooth, Z-Wave ou ZigBee pour établir des communications directes entre périphériques, comme illustré à la figure (IV. 6) [37].

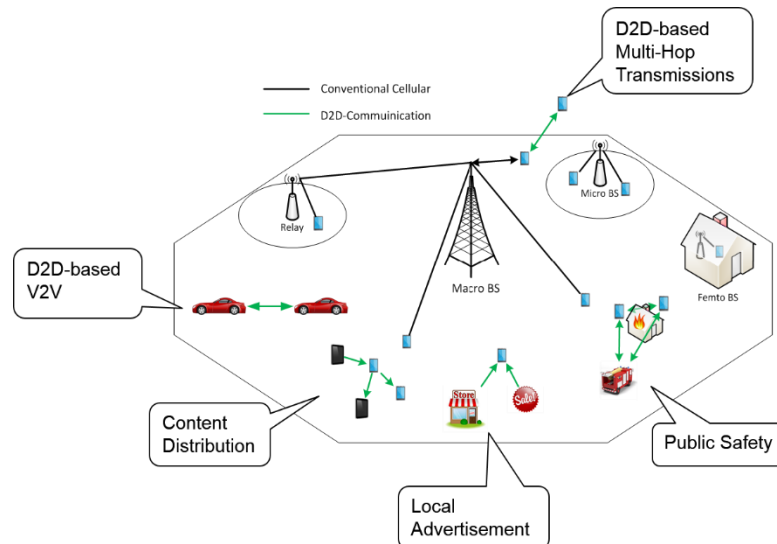


Figure IV.6 : Communications entre périphériques [37].

IV.5.2. Communications de périphérique à nuage

Dans un modèle de communication de périphérique à nuage, le périphérique IOT se connecte directement à un service de nuage Internet, tel qu'un fournisseur de services d'application, pour échanger des données et contrôler le trafic des messages. Cette approche tire souvent parti des mécanismes de communication existants, tels que les connexions Ethernet filaires ou Wi-Fi traditionnelles, pour établir une connexion entre le périphérique et le réseau IP, qui se connecte finalement au service de nuage.

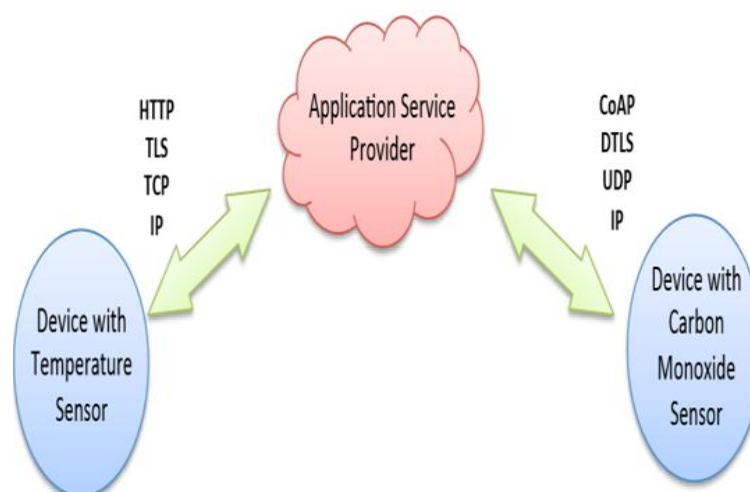


Figure IV.7 : Communications de périphérique à nuage [37].

IV.5.3. Modèle de passerelle

Dans le modèle de périphérique à passerelle, ou plus généralement dans le modèle de passerelle de périphérique à couche d'application (ALG), le périphérique IOT se connecte via un service ALG en tant que conduit pour atteindre un service de nuage. En termes plus simples, cela signifie qu'il existe un logiciel d'application fonctionnant sur un périphérique de passerelle local, qui joue le rôle d'intermédiaire entre le périphérique et le service nuage et fournit une sécurité et d'autres fonctionnalités telles que la traduction de données ou de protocoles. Le model est illustré à la figure (IV.8).

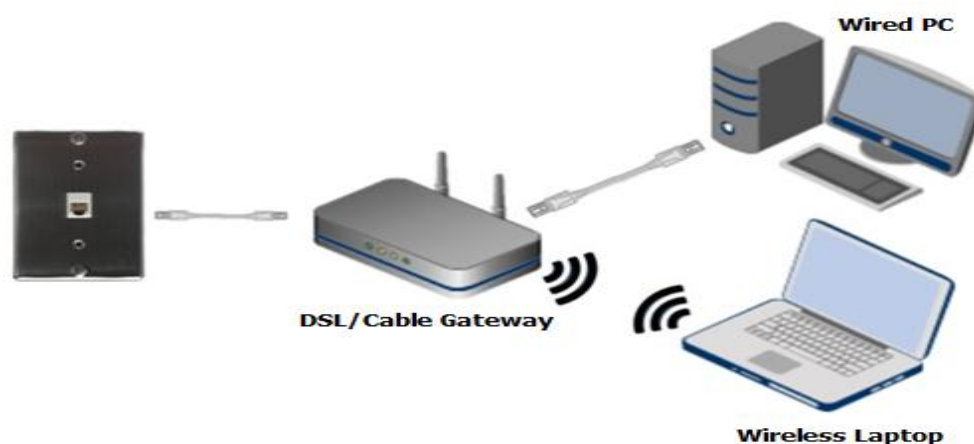


Figure IV.8 : Modèle de passerelle [37].

IV.5.4. Modèle de partage de données principal

Le modèle de partage de données back-end fait référence à une architecture de communication qui permet aux utilisateurs d'exporter et d'analyser des données d'objet intelligent à partir d'un service nuage en combinaison avec des données provenant d'autres sources. Cette architecture prend en charge (la "volonté" de l'utilisateur d'accorder l'accès aux données de capteurs téléchargées à des tiers). Cette approche est une extension du modèle de communication de périphérique à nuage unique, ce qui peut conduire à des silos de données dans lesquels "les périphériques IOT téléchargent des données uniquement vers un seul fournisseur de service d'application". Une architecture de partage dorsale permet d'agréger et d'analyser les données collectées à partir de flux de données d'appareils IOT uniques.

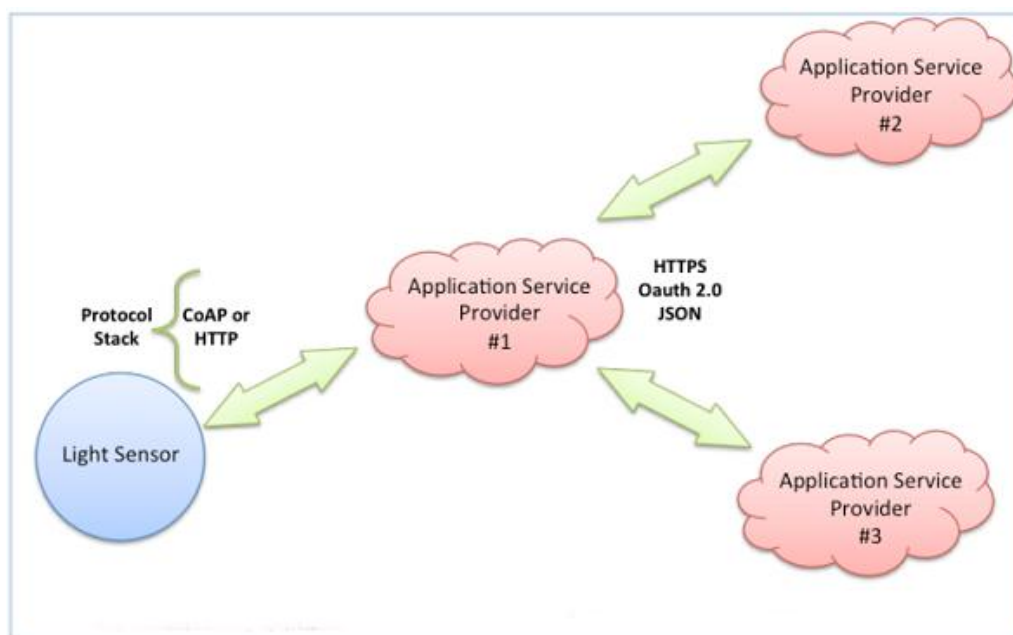


Figure IV.9 : Modèle de partage de données principal [37].

IV.6. Application d'IOT

IV.6.1. Émergence du géo-commerce

Le géo-commerce ou e-commerce est un secteur bien connu, surtout pour des informaticiens utilisateurs réguliers d'Internet. Toutefois, contrairement à ce que l'on pourrait croire, il ne consiste pas uniquement à vendre des biens sur Internet. En effet, le géo-commerce c'est l'ensemble des transactions commerciales effectuées par moyens électroniques, il regroupe donc :

- La publicité (utilisant des moyens électroniques bien sûr).
- Le Paiement.
- Les commandes et livraisons de produits.
- Les prestations de services (voyages, Assurances...).



Figure IV.10 : Commerce de la future [38].

IV.6.1.1. Les type d'e-commerce

L'e-commerce ne s'adresse pas uniquement aux consommateurs, il existe plusieurs catégories de destinataires et d'émetteurs, ce qui classe l'e-commerce en 5 catégories :

- **B à C (Business à Consumer)** : De Entreprise Vers le consommateur, Par Exemple Amazon.

- **B à B (Business à Business)** : Entre entreprises, par exemple entre une entreprise et un de ses Fournisseurs via un portail.
- **C à C (Consumer à Consumer)** : Entre particuliers, par exemple eBay.
- **B à B (Business to Employée)** : D'une entreprise vers ses employés, souvent sous forme d'un Intranet.
- **B à G (Business to Gouvernement)** : D'une entreprise vers un gouvernement ou une collectivité locale par exemple sous forme de site de réponse à un Appel d'offre [38].

Les entreprises disposent aussi de deux principales stratégies d'implantation, le premier est celle dite du « Click and Mortar » par allusion au « Brick and Mortar » anglais qui signifie brique et mortiers. Sous-entendu, des magasins physiques mais aussi virtuels sur Internet. L'exemple par excellence est la Fnac qui dispose de magasins physiques mais aussi d'un site Internet. Cela ne fait pas doublons, mais permet aux deux offres de se compléter. La présence d'un magasin physique rassure le client, lui assure un vrai service après-vente, tandis que le site permet de comparer les prix, de visualiser les produits, ou d'accéder à une aide rapide et à n'importe quelle heure.



Figure IV.11 : e-commerce éléments [38].

IV.6.2. Publicité géolocalisée

Une publicité géo localisée est une publicité qui est diffusée et où personnalisée en fonction de la localisation de l'individu exposé au message. Elle est essentiellement utilisée sur Internet (ordinateur, tablette, consoles,) et les réseaux de téléphonie mobile, mais l'affichage extérieur digital (DOOH) et les écrans GPS permettent également la diffusion de publicités géo localisées.

Ce sont les applications mobiles qui permettent généralement la diffusion de publicités géo localisées à un niveau de précision le plus fin, car le plus souvent, la géolocalisation se fait à partir des données GPS. Dans ce cas on peut utiliser le principe du geofencing.

La publicité géo localisée peut correspondre à des campagnes ciblées exclusivement sur des individus se trouvant sur une zone géographique donnée. Elle peut également correspondre à des situations où le message est personnalisé en fonction de la localisation de l'individu pour lui présenter le point de vente le plus proche ou simplement pour accrocher son attention (modèle AIDA) [38].

La montée de la publicité mobile géo localisé est rendue possible par le développement de nouvelles technologies comme iBeacon qui est un système de géolocalisation utilisant une technologie Bluetooth permettant de communiquer avec un smartphone.

Autre technologie qui a fait ses preuves : l'innovation LiFi. Celle-ci permet de géo localiser à l'intérieur d'un bâtiment sans Wifi ou GSM grâce à la lumière LED. En effet en allumant et en éteignant plusieurs de milliers de fois par seconde une lumière à LED, on peut transmettre des informations en créant une fréquence.



Figure IV.12 : Publicité géo localisée - Campagne publicitaire locale [39].

IV.6.2.1. Pourquoi utiliser la publicité géo localisée

Le but premier est d'attirer les clients potentiels qui se trouveraient à proximité de votre point de vente, les inciter à venir dans votre boutique via une publicité locale. Vous pouvez ainsi cibler les clients situés proche de votre point de vente pour :

- Gagner en visibilité.
- Acquérir de nouveaux clients.

En visant une zone bien précise aux alentours de votre point de vente, vous vous concentrez exclusivement sur des prospects ou clients, se situant, ou passant à proximité de votre boutique, et qui sont susceptibles d'être intéressés par vos produits ou vos services. Ce deuxième critère est évidemment essentiel pour que votre campagne publicitaire soit rentable. Il ne suffit pas que d'éventuels clients passent ou se situent à proximité, il faut également qu'ils soient sélectionnés en fonction de leur profil de consommation.

IV.6.2.2. Découvrez les offres de publicité géo localisée

- **Le SMS géo localisé**

Le SMS pro géo localisé vous permet d'informer rapidement vos clients d'un événement ou d'une promotion en cours ou à venir, afin de les inciter à se rendre dans votre point de vente. L'argument étant, encore une fois, de sélectionner des prospects ou clients en fonction de leurs habitudes d'achat, et qui peuvent se rendre facilement jusqu'à votre boutique afin de profiter de l'offre. Vous ne ciblez que les consommateurs se trouvant dans un certain rayon géographique. Cette sélection intelligente vous permet d'optimiser votre budget publicitaire et de ne pas dépenser à tort pour des prospects qui se trouveraient trop loin de votre boutique pour se sentir concernés.

- **La publicité géo localisée**

C'est l'affichage d'un bandeau publicitaire sur des sites internet qui ont rapport avec le produit ou le service que vous proposez. Ce bandeau ne s'affiche alors que pour les internautes situés dans un secteur proche de votre lieu de vente, proposant dès lors une publicité locale sur internet. Les internautes cliquent sur le bandeau, un lien les dirige alors vers votre site ou vers une page dédiée à votre publicité. Des prestataires tels que Customer propose ce type de service de publicité.

IV.6.2.3. La publicité géo localisée sur internet

La plupart des méthodes détaillées précédemment présentent des inconvénients majeurs. Elles ne permettent pas de cibler de manière précise une catégorie de consommateurs dans une zone géographique, sont onéreuses pour les commerçants de taille modeste, et n'apportent le plus souvent aucun retour sur leur efficacité.

Mais la publicité géo localisée digitale c'est quoi ?

Une publicité géo localisée sur Internet est une publicité en ligne qui est diffusée exclusivement aux internautes se situant dans une zone géographique prédéfinie. Concrètement, la publicité sur internet permet de

cibler des clients dans une zone de chalandise précise, généralement à proximité de son commerce. Le top pour voter stratégies de marketing digital.

IV.6.3. Centre Commercial

L'environnement commercial évolue constamment. De nouveaux modes de consommation apparaissent, auxquels il faut s'adapter, notamment le e-commerce qui prend de l'ampleur et impliquent des mutations pour le commerce physique. Face au e-commerce, les centres commerciaux doivent se réinventer.

Comment faire ?

Pour cela, plusieurs orientations et méthodes sont utilisées et développées. Tout d'abord, les centres commerciaux sont aujourd'hui de véritables lieux de loisirs. Les achats de consommation ne sont plus l'unique vocation pour les consommateurs. En effet, les nouveaux centres offrent une véritable expérience shopping et sont pourvus de parcs d'attraction, de piscines, de cinémas, etc.

Un centre commercial est à l'origine un ensemble de points de vente et de points de services regroupés autour d'une ou plusieurs locomotives (Grande surfaces alimentaires et spécialisées) assurant un flux de clientèle potentielle. Dans sa forme la plus simple et la plus courante, un centre commercial est constitué d'une locomotive et d'un ensemble d'enseignes de galeries regroupées au sein d'une galerie marchande.

Les centres commerciaux sont le plus souvent localisés en périphérie des grandes villes ou agglomérations car ils nécessitent de grandes surfaces foncières consacrées aux espaces de ventes et aux parkings. Ces centres commerciaux sont généralement créés et gérés par des foncières commerciales [39].

Les centres commerciaux se sont eux aussi saisis du service. Unibail-Rodamco le propose déjà dans 25 centres (Les Quatre Temps et le Forum

des Halles, en région parisienne, ou La Part Dieu, à Lyon). En l'espèce, le service monte d'un cran par son côté dynamique : l'appli géo localise en effet le client et, à partir de sa position, l'oriente en temps réel et lui indique le parcours vers le magasin souhaité. « Nous proposons déjà plusieurs outils digitaux très avancés pour aider nos clients à se repérer, car c'est leur première source de stress en centre commercial. L'avantage de Google Maps Indoor, c'est qu'il devient un véritable GPS », observe Marie Treppoz, directrice marketing d'Unibail. Jusqu'à présent, les clients se repéraient sur des bornes digitales, par nature figées. Et si chaque centre dispose d'une application mobile encapsulant les plans, seul celui des Quatre Temps géo localise le client et lui propose un parcours « dynamique ». Pour mettre leurs cartes en ligne, les enseignes et les magasins fournissent leurs plans intérieurs à Google, qui effectue aussi lui-même ses propres relevés. Avantage : un coût moins élevé que si l'enseigne devait développer le service...



Figure IV.13 : Créez un véritable portail pour vos clients et fournisseurs [39].

Au final, l'e-commerce est un secteur en pleine croissance, depuis de nombreuses Années. Même en cas de crises le secteur connaît une croissance, certes faible. Et surtout, pour le futur, on ne voit pas encore venir de saturation du marché, le nombre de sites ne cesse d'augmenter, et la demande ne baisse pas. Pour nous étudiants en informatique, c'est

un marché plein de perspective comme on peut le voir dans les emplois des nouveaux MIA Gistes et qui est d'ailleurs à la base de formations spéciales en informatique.

IV.6.4. La santé connectée

La santé connectée consiste en l'utilisation des nouvelles technologies pour améliorer la santé des citoyens. Ces technologies peuvent faciliter l'accès aux soins et permettent à leurs utilisateurs une prise en charge personnalisée en matière de prévention ou de soins médicaux. Elle est un ensemble de systèmes technologiques visant à préserver durablement la santé. À l'écoute du corps, le dispositif va enregistrer toutes ses activités afin d'en faire un compte-rendu détaillé sur le smartphone, la tablette ou l'ordinateur de son utilisateur ; La santé connectée regroupe plusieurs leviers : faire des patients des acteurs de leur santé, promotion de l'e-santé à travers les professionnels santé, les données médicales comme levier majeur d'innovation, favoriser le rapprochement patients-médecins.



Figure IV.14 : La santé connectée Le futur de la santé [39].

IV.6.4.1. Les principaux objets de la santé connectés

Schématiquement, on pourrait distinguer trois grandes catégories d'objets santé :

- Les Wear ables ("objets portables"), ces appareils de suivi de santé et de forme allant du bracelet connecté au pèse-personne intelligent.
- Les objets axés sur la santé permettant de suivre son rythme cardiaque, sa tension, son taux de glycémie. Mais les frontières entre ces trois entités sont poreuses et les possibilités infinies. Les objets connectés se déclinent ainsi à l'envie.

IV.6.4.2. Les types de la santé connectés

IV.6.4.2.1 Les patches intelligents

Il existe des patches dotés de circuits électroniques souples qui se collent désormais sur la peau et surveillent la santé de l'utilisateur, via son smartphone.

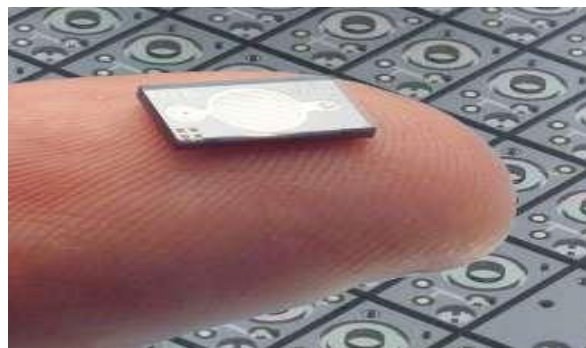


Figure IV.15 : un patch "intelligent"(Diabète) pour injecter de l'insuline [38].

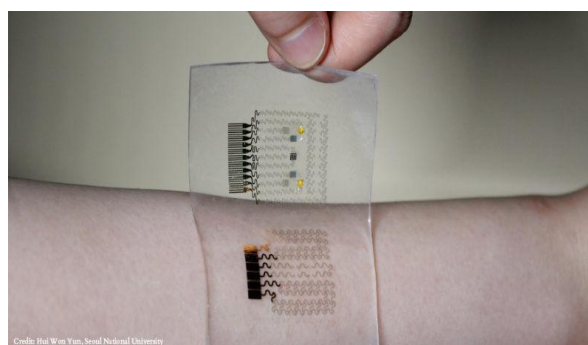


Figure IV.16 : Un patch à base de graphène pour contrôler son diabète [38].

IV.6.4.2.2. Le cerveau connecté

Il s'agit d'un système d'implants neuronaux dont les signaux neurologiques peuvent être décodés en temps réel par un système périphérique externe ... Une stimulation cérébrale peut être provoqué pour soigner les patients atteints de la maladie de parkinson [39].



Figure IV.17 : Les scientifiques ont réussi à connecter le cerveau de 2 personnes [39].

IV.6.4.2.3. Une montre connectée spéciale grand âge

Les montres connectées peuvent devenir des alliées du grand âge et de ses vicissitudes. Déjà, elles proposent toutes les mesures des capteurs habituels : nombres de pas effectués, distance parcourue, calories brûlées... Bluetooth, Wifi, 3G, GPS : les types de connexion les plus pointus permettent de surveiller une personne dépendante, en temps réel et où qu'elle se trouve. L'utilisateur en situation de détresse pourra passer des appels vers des numéros enregistrés (proches, médecins, etc.) le plus simplement du monde. Côté sécurité, ce type de montre va être équipé d'un capteur de chute. Ainsi en cas de détection d'un accident ou d'une chute, un message SOS sera automatiquement envoyé aux proches indiquant la position GPS de la personne qui en est victime. Et en retour, ses proches pourront la contacter directement via sa montre connectée. Enfin celle-ci peut s'avérer un pilulier virtuel, et vibrer lorsqu'il est l'heure de prendre un médicament [39].



Figure IV.18 : Zembro, montre connectée pour senior libéré.

IV.6.4.2.4. Sport et bien-être

Le digital a débarqué dans le sport en 2007, aux Etats-Unis avec le quantifie sel « automesure de soi ». Grâce à des outils comme des capteurs, montres, tracteurs, etc..., les sportifs peuvent surveiller leur performance pendant l'effort physique. Cela peut être la fréquence cardiaque, le taux de calories éliminées, la vitesse, etc.

Suivez votre activité physique

Lorsque vous portez cela vous donne un tableau complet de votre journée et vous n'avez pas à deviner quel a été votre niveau d'activité physique. Enregistre vos pas, la distance parcourue, les calories que vous dépensez et les périodes d'activité physique et suit votre vitesse, la distance que vous parcourez et votre itinéraire grâce au GPS connecté.



Figure IV.19 : l'activité physique contrôlée par bracelet [40].

Le programme d'entraînement adaptatif

Conçue pour celles et ceux qui mènent une vie active et accordent beaucoup de valeur à la santé et au bien-être, cette nouvelle montre de fitness propose une innovation, le programme d'entraînement adaptatif, qui repose sur le niveau de forme individuel de l'utilisateur et l'aide à conserver un équilibre sain entre activité et repos grâce à la surveillance du stress et de la récupération au quotidien.

Qui vous fournit un journal de vos activités, Un design élégant et robuste à porter au quotidien Adaptée à l'entraînement sous toutes ses formes.



Figure IV.20 : programme d'entraînement adaptatif entre l'activité et le repos [40].

IV.6.4.2.5. Un bracelet détruisant les cellules cancéreuses

Le géant Google n'en finit plus d'investir dans la santé connectée. Il développe actuellement un bracelet connecté destiné à détruire les cellules cancéreuses, rien que ça ! L'utilisateur va devoir au préalable ingérer des nanoparticules (cf. l'exemple des cybers pilules ci-dessus) qui, une fois accrochées aux cellules cancéreuses repérées dans le corps du patient, vont émettre de la lumière. Puis ces nanoparticules parviennent au poignet, attirées par un aimant spécifique situé dans le bracelet connecté. Celui-ci peut ensuite passer à la phase d'élimination de ces cellules malades... En tout simplicité ! [40]

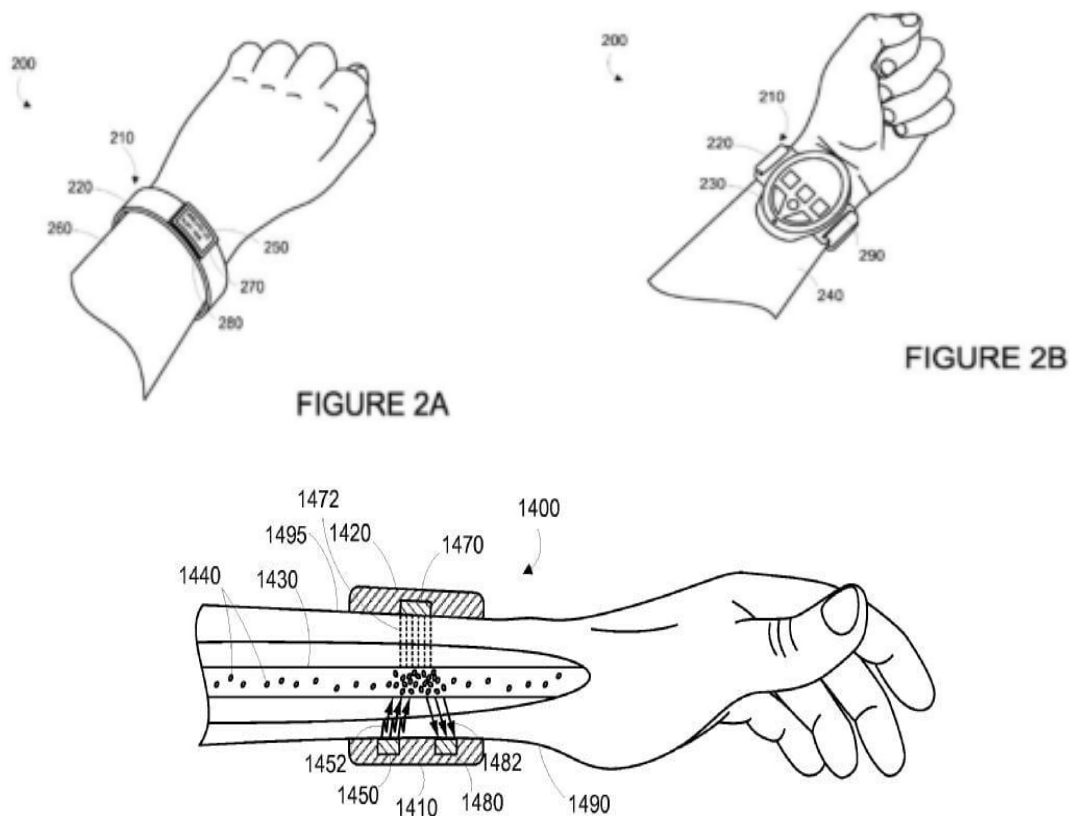


Figure IV.21 : un brevet pour un bracelet qui s'attaque au cancer [40].

Les objets connectés ne sont – déjà ! – plus ce qu'ils étaient ! Si les bracelets connectés équipent désormais nos poignets avec la constance d'un bracelet-montre, un cap est désormais franchi dans la conception des objets connectés du futur. Jacques-Olivier Martin, rédacteur en chef du Figaro Économie et directeur éditorial du Big Bang Santé d'octobre 2016 : « Non seulement, les nouvelles technologies deviennent un outil incontournable pour soigner plus efficacement, mais elles permettent d'explorer des territoires inconnus il y a peu. Ainsi, la collecte et l'exploitation des données amélioreront substantiellement la prévention et surtout ouvriront grand la porte à une médecine prédictive qui pourrait prendre le pas sur une médecine curative ! Un jour peut-être, nos docteurs ne nous soigneront plus, mais nous reprogrammeront génétiquement pour écarter les risques de développer certaines pathologies... »

IV.6.4.3. Des objets connectés de plus en plus experts

Le futur nous promet des objets connectés de plus en plus experts :

- Les lentilles de contact connectées seront capables de mesurer le taux de glucose dans les larmes et d'envoyer les informations à distance.
- Le patch antidouleur sera capable de suivre la douleur et la gérer.
- Le tatouage connecté permettra de détecter le taux d'hydratation de la peau, la température et tous les autres signaux électriques émis par les muscles ou le cerveau.
- Les piluliers connectés permettent de vérifier que le malade prend bien ses médicaments et l'alerte lui, ses proches ou son médecin en cas de non-observance.
- Des lecteurs de glycémie connectés au smartphone permettent d'afficher et d'analyser les données en temps réel avec la possibilité de les transmettre à son médecin.
- Des vêtements connectés permettent de prévoir les crises d'épilepsie.

- Une coque de smartphone permet de mesurer le rythme cardiaque, la pression sanguine, le taux d'oxygène dans le sang, la température en tenant simplement en main son téléphone.
- Un mini-débitmètre connecté à un smartphone mesure la capacité à l'effort des asthmatiques.
- Une sonde échographique connectée à un smartphone permet de réaliser des échographies et d'envoyer les images enregistrées à un hôpital où des spécialistes peuvent établir le diagnostic.
- Des défibrillateurs implantables connectés (partenariat Sorin/Orange) permettent un suivi à distance des informations enregistrés par la prothèse. Depuis son ordinateur, le médecin peut accéder à ces données et détecter de manière précoce des événements cliniques.
- Des vidéos capsules permettent d'explorer le côlon en embarquant de véritables mini-ordinateurs, de nombreux capteurs mais aussi des transmetteurs pour envoyer les données sur un smartphone.
- Le comprimé connecté Hélibus de 1 millimètre carré est capable d'envoyer des informations comme l'heure de la prise d'un médicament, la température du patient ou son rythme cardiaque. Il fonctionne au sein du métabolisme de la personne qui l'aura ingérée en synthétisant les sucs gastriques.
- Le laboratoire médical miniature connecté Cues évalue l'état de santé de son possesseur au niveau moléculaire via des prélèvements de sang, de salive ou nasaux grâce à des baguettes adaptées. L'interconnexion entre le boîtier et un smartphone permet à un utilisateur d'obtenir ses résultats en temps réel mais aussi de les partager avec son médecin traitant par exemple.
- Face à la multitude des objets connectés, comment distinguer l'objet utile du gadget à oublier ? Une évaluation basée sur une réelle

expertise et un retour des utilisateurs permettront au grand public de distinguer le bon grain de l'ivraie.

A ce titre, nous vous proposons plusieurs sélections, ainsi que les derniers échos des recherches les plus séduisantes dans le domaine de la santé 3.0.

Les applications santé : D'ici 2017, plus de 1,7 milliards de personnes auront téléchargé au moins une application spécialisée en santé.

D'ici 2020, l'Institut Gartner prévoit plus 50 milliards d'objets connectés sur le marché. Autant vous dire que nous sommes en train d'assister à une véritable révolution numérique qui va radicalement changer nos styles de vie.

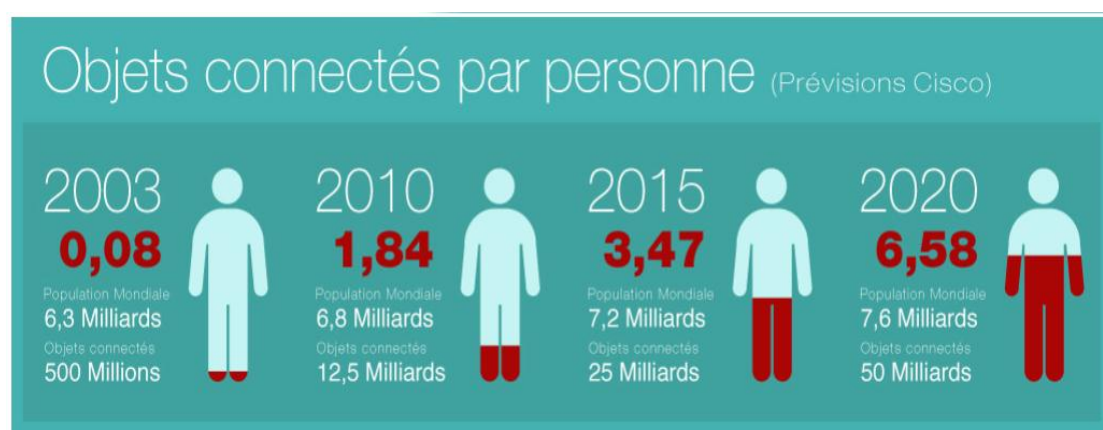


Figure IV.22 : Les objets connectés par personne [36].

Le développement du marché des applications et objets connectés en santé s'inscrit dans la perspective d'une culture participative en santé, en permettant la mesure, l'autocontrôle et l'autogestion de la santé. L'e-santé permet à l'utilisateur-patient d'être placé au centre de la prévention et du soin et lui confère une participation active au sein du système de santé.

IV.7. Conclusion

Alors que le concept de combinaison d'ordinateurs, de capteurs et de réseaux pour surveiller et contrôler des dispositifs existe depuis des décennies, la récente convergence de technologies clés et des tendances du marché inaugure une nouvelle réalité pour l'Internet des objets ». L'IOT promet d'inaugurer un monde « intelligent » révolutionnaire, entièrement interconnecté, dans lequel les relations entre les objets et leur environnement et les objets et les personnes deviennent de plus en plus étroitement liées.

Conclusion générale

Les technologies de géolocalisation n'ont pas fini de révolutionner notre quotidien. Elles vont continuer d'apporter confort, sécurité, lien social, efficacité et gain de productivité. Mais, au-delà des bénéfices immédiats, elles contribuent également, en matérialisant l'information au sens propre du terme, à rééquilibrer les relations que l'homme entretient avec le monde physique, et celui virtuel d'internet.

Le travail présenté dans ce mémoire est Les techniques de positionnement dans les systèmes de navigation par satellite (GPS) et ces applications. L'utilisation de GPS sera de plus en plus prolongée à l'espace pour poser en principe précis des satellites, pour la détermination d'attitude du vaisseau spatial, et pour la navigation de missile. La navigation par satellite est une nouvelle technologie dont les champs d'application, qui couvrent pratiquement tous les domaines d'activité, restent un terrain fertile à explorer et à développer. L'importance prise par les applications du GPS démontre clairement le caractère stratégique de cette nouvelle technologie.

Pour concrétiser ce travail, nous avons étudié théoriquement le fonctionnement des systèmes de localisation et nous avons montré l'utilité et l'efficacité des systèmes GPS. Ce qui permettra dans cette perspective la généralisation de cette technologie.

Le rôle du transport maritime est très important dans l'évolution et de l'accroissement de commerce international. Face à ces évolutions, les entreprises, en position de chargeur doivent tenir compte d'un certain nombre de contraintes propres à leurs activités qui vont les amener à choisir un transport à la demande ou la ligne régulière.

Les besoins du monde du transport aérien ne cessent à croître, à la fois pour la décongestion du trafic, la sécurité des transports et la rentabilité économique. Les systèmes GPS et Galileo offrent de nouvelles possibilités pour faire face à ces demandes.

Vu la grande diversité des applications terrestres par GPS, Il est encore trop tôt pour évaluer l'ampleur que prendront ces applications dans notre vie quotidienne, mais force est de constater que, suite au succès du GPS, la miniaturisation constante des récepteurs permettront de développer de nouvelles applications scientifique et terrestre.

L'Ido incarne la prochaine évolution de l'Internet. Sachant que l'être humain progresse et évolue en transformant les données en informations, en connaissances et en savoir, l'Ido a le potentiel d'améliorer le monde tel que nous le connaissons. La rapidité à laquelle nous y parviendrons ne dépend que de nous.

Bibliographie

- [1] Paternité : **Découvrir l'univers du GPS & exploiter son potentiel.**
- [2] SAINT-MARTIN (P.), SAMAMA (N.) -Cahier de veille « **La Géo - localisation** ». - Institut Télécom, Paris (2009).
- [3] KAPLAN (E.), HEGARTY (C.) - **Understanding GPS : principles and applications.** - Norwood : Artech House (2006).
- [4] MISRA (P.), ENGE (P.) - **Global positioning system : signals, measurement and performance.** - Ganga-Jamuna Press (2010).
- [5] HOFMANN-WELLENHOF (B.), LICHTENEGGER (H.), WASLE (E.) - **GNSS – Global navigation satellite systems : GPS, Glonass, Galileo, and more.**
- [6] CLAUDE GUEDAT, OLIVIER BRETTE, " **systèmes de géolocalisation** ", cours, janvier 2010.
- [7] Fabrice Valois, " **Cours Architectures des réseaux mobiles Gestion de la mobilité** ", université INSA Lyon, 2002.
- [8] L. ADNANE, **Géolocalisation dans les réseaux mobiles " GSM et CDMA `a MOBILINFO "**, Master Informatique, (2008-2009).
- [9] D. LARREY et L. RODIER, " **Géolocalisation par Wifi**, Ecole des mines de Nancy ", Rapport de recherche, Février 2006.
- [10] GUILLAUME SCHREINER, " **Introduction à la géolocalisation 802.11** " Université Louis Pasteur LSIIT.
- [11] C. GUEDAT et O. BRETTE, " **Système de géolocalisation** ", INSA Lyon, Janvier 2010.
- [12] D. WELLS, " **Guide to GPS Positioning** ", 1987.
- [13] Q. PHAM, " **La localisation géographique des robots mobiles** " __M' méthodes et Outils correspondants, 2007.

- [14] ANDERSNOREN, " **géolocalisation en France** ", publication, 2016.
- [15] L. RODIER, "**The fourth coordinates related to the receiver clock bias with reference to the GPS time** ", Février 2006.
- [16] BENHADDAD Nassima, OURLOUM Rima : " **La logistique du transport maritime** ". Mémoire Master, Université Abderrahmane MIRA – Bejaia.
- [17] SAMAMA (N.). – **Global positioning : technologies and performance**. Wiley (2010).
- [18] Hajar ZOULGAMI : **Conception et développement d'une application paramétrable et configurable pour la collecte des données géolocalisées**, Mémoire Master, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah.
- [19] DAHMANI SARRA, HABIB MERYEM: **La géolocalisation basée sur l'utilisation des systèmes d'informations géographiques**, Mémoire Master, Université ABOU BEKR BELKAID TLEMCEN.
- [20] BERG INSIGHT. – **Container tracking and security report**, mai 2013.
- [21] ESCHER (A.C.). – **Intégration du GPS avec les systèmes de navigation inertielle** [TE 725] (2009).
- [22] Hugo Pellegrin : " **applications satellitaires** ", géolocalisation et navigation au service de l'exploitation et de la gestion du trafic. 24 mai 2014.
- [23] Philippe Bonnifait : " **Contribution à la localisation dynamique d'automobiles Application à l'aide à la conduite** ". 13 décembre 2005.
- [24] Mohamed Amir Benloucif : "**Coopération homme-machine multi-niveau entre le conducteur et un système d'automatisation de la conduite** ". 23 Aug 2018.
- [25] QUELLEC (J.M.) et KEMKEMIAN (S.). – **Détection de navires par radars maritimes. Signaux et traitements**. [RAD 6 709] (2014).

Bibliographie

- [26] BONNIN (G.). – **Applications multiples du système GPS**. [TE 6 720], 10 févr. 2002.
- [27] KOLODZIEJ (K.W.) et HJELM (J.). – **Local positioning systems. LBS applications and services**. CRC Press (2006).
- [28] Penn College, **Civil Engineering/Surveying Faculty Trained on New GPS Equipment**, MARCH 29, 2007.
- [29] **GPS TRACKING and TELEMATICS FOR CIVIL ENGINEERING**.
- [30] Haryana, Shivom **Engineers Associates**, Panchkula, Sector 20.
- [31] El-Rabbany, A. **"An Engineer's Introduction to the GPS"**(2001).
- [32] Jean-Marc Pieplu - **GPS et Galileo _ " Systèmes de navigation par satellites "** -Eyrolles (2006).
- [33] FR CUMA Ouest, **Bien choisir votre système de guidage par satellite**, 6 p. France (2008).
- [34] FR CUMA Midi-Pyrénées, **Machines agricoles, quelles pistes pour réduire l'utilisation des produits phytosanitaires ?** 8 p. France (2010).
- [35] Chouki Sentouh.EL-AYACHI **" Notions de base du GPS"**. / Oct 2007.
- [36] Sylvain Bureau et **Françoise Massit-Folléa** : **L'Internet des objets de Pierre-Jean Benghozi**, (Edition MSH).
- [37] Tschofenig, H., ET. al., **"Architectural Considerations in Smart Object Networking "**. Tech. no.RFC 7452.Internet Architecture Board, Mar. 2015.
- [38] Hyunjae Lee & al. **« A graphene-based electrochemical device with thermoresponsive microneedles for diabetes monitoring and therapy »**. Nature Nanotechnology. 21/03/2016
- [39] C. Paddock. **« Diabetes management with graphene skin patch steps closer »**. Medical News Today. 22/03/2016
- [40] **« Wearable graphene-based biomedical device to monitor, combat diabetes »**. ScienceDaily. 21/03/2016.

Résumé

L'homme tente en permanence de développer des technologies de positionnement de plus en plus sophistiquées, pour meilleure contribution à son essor social et économique. Les progrès récents ouvrent la voie à une nouvelle révolution dans de nombreux domaines comme les transports, le commerce, la santé, les loisirs, etc. Les progrès espérés en termes de bien-être, confort, sécurité, environnement, productivité... font rêver à la condition que les libertés et l'intimité des individus soient respectées et préservées.

Mots-clés : Transport, GNSS, géolocalisation, GPS, AIS, ADAS.

Abstract

Man, forever, has tried constantly to develop more and more sophisticated location technologies, which have contributed to the social promotion and economic growth. The latest achievements allow a new revolution in many areas, such as transport, trade, health care, leisure, etc... Expected progresses, in term of wellness, comfort, safety, environment and productivity, are tremendously exciting at the condition that individual freedom and privacy are respected and safeguarded.

Keywords: Transport, GNSS, positioning, GPS, AIS, ADAS.

الملخص

دأب الإنسان على السعي في تطوير تكنولوجيات التوقع المتطورة الأكثر فالأكثر تطوراً، التي أسهمت في الدفع بالترقية الاجتماعية وبالتطوير الاقتصادي. وقد أحدث الإنجازات الحديثة في هذا المجال ثورة في نواحي عدة، كالنقل والتجارة والرعاية الصحية والترفيه، إلخ... وقد تحدد هذا الرقي المرغوب في نطاق الراحة والرفاهية والسلامة وصيانة البيئة وزيادة الإنتاجية، باحترام الحرية الإنسانية والحفاظ على الخصوصية الشخصية.

الكلمات المفتاحية :

.Transport, GNSS, géolocalisation, GPS, AIS, ADAS