

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abou Bakr Belkaid– Tlemcen

Faculté des Sciences

Département d'Informatique

Mémoire de fin d'études

pour l'obtention du diplôme de Licence en Informatique

*Thème*

## Application du système d'information géographique pour les réseaux GSM

Réalisé par :

- Kanoun zakaria
- Kazi aoul Sofiane

Présenté le 26 Mai 2015 devant la commission d'examination composée de MM.

- Abdellaoui Ghouti (Encadreur)
- Bentaallah M.Amine (Examineur)
- Smahi.M.ismail (Examineur)

Année universitaire : 2014-2015

## **Remerciements :**

*Avant tout, je remercie mon Dieu qui m'a donné la force, le Courage et la volonté pour achever ce modeste travail.*

*J'adresse mes remerciements aux personnes qui m'ont aidé dans la réalisation de ce Mémoire.*

*En premier lieu, je remercie M. Abdellaoui Ghouti, maitre-assistant à l'école Préparatoire Tlemcen, En tant que Directeur de mémoire, il nous a guidés dans notre projet et il nous a aidés à trouver des solutions pour élaborer ce travail.*

*Je remercie aussi M. le chef de département d'informatique ainsi que tous les profs d'informatique qui ils nous ont été d'une aide précieuse dans l'accomplissement de notre mémoire.*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*A tous ceux qui, de près ou de loin, ont participé à mon éducation, m'ont aidé*

*Dans les moments difficiles à sur*

*Monter mes problèmes.*

*A ceux qui ont partagé avec moi mes bonheurs et mes*

*Soucis.*

*A mes très chères parents pour leurs*

*Sacrifices et leur Soutien durant toutes mes années d'étude.*

*A ma très chère sœur.*

*Et toute la famille « KANOUN ».*

*A tous mes amis de plus proche au plus loin.*

*Kanoun Zakaria*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*A tous ceux qui, de près ou de loin, ont participé à mon éducation, m'ont aidé*

*Dans les moments difficiles à sur*

*Monter mes problèmes.*

*A ceux qui ont partagé avec moi mes bonheurs et mes*

*Soucis.*

*A mes très chères parents pour leurs*

*Sacrifices et leur Soutien durant toutes mes années d'étude.*

*A mon frère et ma très chère sœur.*

*Et toute la famille « KAZI AOUL ».*

*A tous mes amis de plus proche au plus loin.*

*Kazi aoul Sofiane*

# Table des matières

<b>Introduction générale :</b> .....	8
<b>Historique :</b> .....	8
<b>1-Réseau GSM</b> .....	9
<b>2-Antenne BTS et réseaux cellulaire</b> .....	9
<b>3-Drive test</b> .....	9
<b>Système d'information géographique</b> .....	9
<b>1. Introduction au standard GSM :</b> .....	10
<b>3. Antennes BTS et réseau cellulaire:</b> .....	12
<b>3.1 Définition :</b> .....	12
<b>3.2. Radiotéléphonie cellulaire :</b> .....	13
<b>3.3. Concepts cellulaire :</b> .....	13
<b>3.4. Notion de la cellule :</b> .....	13
<b>3.5. Déploiement des réseaux cellulaires :</b> .....	15
<b>3.6. Sectorisation :</b> .....	15
<b>3.7. Avantages et inconvénients des réseaux cellulaires :</b> .....	16
<b>3.7.1. Avantages :</b> .....	16
<b>3.7.2. Inconvénients :</b> .....	16
<b>4. Drive Test:</b> .....	16
<b>4.1. Mesures Drive Test:</b> .....	16
<b>4.2. Les éléments de la chaine de mesure :</b> .....	17
<b>5. Conclusion :</b> .....	18
<b>1. Introduction aux systèmes d'information géographique :</b> .....	19
<b>2. Principes généraux du SIG :</b> .....	20
<b>2.1. Saisie et stockage numérique des plans et des cartes :</b> .....	20
<b>2.2. Structuration de l'information :</b> .....	20
<b>2.3. Les différents calculs dans un SIG :</b> .....	21
<b>2.4. Gestion et traitement des collections d'objets :</b> .....	21
<b>2.5. Gestion et analyse spatiale :</b> .....	21
<b>2.6.....</b> .....	22
<b>2.7. Statistique et géostatistique :</b> .....	23
<b>2.8. Simulation et modélisation :</b> .....	23
<b>2.9. Télédétection, géo-référencement et traitement d'image :</b> .....	24

2.10. Dessin et édition cartographique, cartographie automatique 3D :.....	24
2.11. Internet et accessibilité distante :.....	25
3. Composantes d'un SIG :.....	25
3.1. Domaines d'application du SIG :.....	25
3.2. Avantages de l'utilisation des SIG :.....	26
3.3. Les inconvénients du SIG :.....	26
4. conclusion.....	27
1. Introduction :.....	28
2. La conception de l'application :.....	28
3. Les différents outils utilisés :.....	30
3.1. logiciel Mapinfo .....	30
3.2. Logiciel Mapbasic.....	31
4. Implémentation : .....	31

## Liste des figures :

Figure1.....	11
Figure1.1.....	12
Figure1.2 :.....	14
Figure1.3 :.....	15
Figure1.4 :.....	16
Figure1.5.....	17
Figure2 :.....	19
Figure2.1.....	20
Figure2.2.....	20
Figure2.3.....	21
Figure2.4.....	22
Figure2.5.....	22
Figure2.6 :.....	23
Figure2.7 :.....	23

<b>Figure2.8</b> :.....	<b>24</b>
<b>Figure2.9</b> :.....	<b>24</b>
<b>Figure2.10</b> :.....	<b>25</b>
<b>Figure3</b> :.....	<b>29</b>
<b>Figure3.1</b> :.....	<b>29</b>
<b>Figure3.2</b> :.....	<b>30</b>
<b>Figure3.3</b> :.....	<b>30</b>
<b>Figure3.4</b> :.....	<b>31</b>
<b>Figure3.5</b> :.....	<b>32</b>
<b>Figure3.6</b> :.....	<b>32</b>
<b>Figure3.7</b> :.....	<b>33</b>
<b>Figure3.8</b> :.....	<b>33</b>
<b>Figure3.9</b> :.....	<b>34</b>
<b>Figure3.10</b> :.....	<b>34</b>
<b>Figure3.11</b> :.....	<b>35</b>
<b>Figure3.12</b> :.....	<b>35</b>

## **Introduction générale :**

### **Historique :**

L'histoire de la téléphonie mobile, débute réellement en 1982. En effet, à cette date, le Groupe Spécial Mobile, appelé GSM, est créé par la Conférence Européenne des administrations des Postes et télécommunications (CEPT) afin d'élaborer les normes de communications mobiles pour l'Europe dans la bande de fréquences de 890 à 915 [MHz] pour l'émission à partir des stations mobiles et 935 à 960 [MHz] pour l'émission à partir de stations fixes. Il y eut bien des systèmes de mobilophonie analogique (MOB1 et MOB2, arrêté en 1999), mais le succès de ce réseau ne fut pas au Rendez-vous.

Les années 80 voient le développement du numérique tant au niveau de la transmission qu'au niveau du traitement des signaux, avec pour dérivés des techniques de transmission fiables, grâce à un encodage particulier des signaux préalablement à l'envoi dans un canal, et l'obtention de débits de transmission raisonnables pour les signaux (par exemple 9,6 kilobits par seconde, noté kbps, pour un signal de parole).

Ainsi, en 1987 le groupe GSM fixe les choix technologiques relatifs à l'usage des télécommunications mobiles transmission numérique, multiplexage temporel des canaux radio, chiffrement des informations ainsi qu'un nouveau codage de la parole, Il faut attendre 1991 pour que la première communication expérimentale par GSM ait lieu. Au passage, le sigle GSM change de signification et devient Global System for Mobile communications et les spécifications sont adaptées pour des systèmes fonctionnant dans la bande des 1800 [MHz].

L'amélioration des services rendus au niveau des réseaux mobiles GSM est grandement manifestée dans différents secteurs privés et publics. Les opérateurs des réseaux GSM utilisent différentes techniques pour la supervision de la qualité de service. Pour cela il faut utiliser des indications et des fichiers de traces capturés au niveau de l'interface radio (Drive test).Cependant, cette supervision n'est pas une tâche facile à réaliser vue l'architecture du réseau et la configuration de ses différents éléments.

Les téléphones mobiles fonctionnent en envoyant et en recevant des signaux radio de faible puissance, cette communication est réalisable grâce aux antennes émetteurs-récepteurs radio, couramment appelées antennes relais de téléphonie mobile, qui représentent le support pour les réseaux de téléphonie mobile et fixe.

Pour une réception de bonne qualité, les antennes relais doivent être situées près des utilisateurs de téléphones mobiles. Un réseau de téléphonie mobile est généralement conçu selon un modèle de « réseau cellulaire » couvrant une zone géographique. Les antennes relais sont placées au centre de chaque cellule ou à la jonction d'un groupe de

cellules. Le nombre d'antennes relais requis pour une zone donnée dépend du terrain et du nombre de clients. Les réseaux de téléphonie mobile ont une capacité limitée, c'est-à-dire qu'ils ne peuvent pas gérer plus d'un certain nombre d'appels simultanés. Plus le nombre de personnes utilisant un téléphone mobile est important, plus la capacité sollicitée est importante. Cela implique généralement d'installer plus d'antennes relais dans la zone. Les réseaux de téléphonie mobile doivent être conçus en fonction de la population locale et du nombre de personnes utilisant le réseau.

Pour cela on répartit notre travail en trois chapitres, comme suite :

## **◆ Chapitre 1:**

**1-Réseau GSM** : présentation de l'architecture du réseau GSM ainsi que leurs composantes.

**2-Antenne BTS et réseaux cellulaire** : les différents concepts d'une cellule et ses avantages et ses inconvénients.

**3-Drive test**: le rôle du Drive Test et les différents équipements qu'il emploie.

## **◆ Chapitre 2:**

**Système d'information géographique** : citation des principes généraux des SIG ainsi que leurs composantes, leurs avantages et leurs inconvénients.

## **◆ Chapitre 3:**

Dans ce chapitre on va appliquer une implémentation logiciel dans une région précise pour atteindre notre objectif est de trouver le chemin le plus optimal afin de réaliser le meilleur Drive Test sur l'antenne BTS.

## **1. Introduction au standard GSM :**

Le réseau GSM (*Global System for Mobile communications*) constitue au début du 21<sup>ème</sup> siècle le standard de téléphonie mobile le plus utilisé en Europe. Il s'agit d'un standard de téléphonie dit « de seconde génération » (2G) car, contrairement à la première génération de téléphones portables, les communications fonctionnent selon un mode entièrement numérique.

Baptisé « Groupe Spécial Mobile » à l'origine de sa normalisation en 1982, il est devenu une norme internationale nommée « Global System for Mobile communications » en 1991.

En Europe, le standard GSM utilise les bandes de fréquences 900 MHz et 1800 MHz. Aux Etats-Unis par contre, les bandes de fréquences utilisées sont les bandes 850 MHz et 1900 MHz. Ainsi, on qualifie de tri-bande (parfois noté *tri bande*), les téléphones portables pouvant fonctionner en Europe et aux Etats-Unis et de bi-bande ceux fonctionnant uniquement en Europe.

La norme GSM autorise un débit maximal de 9,6 kbps, ce qui permet de transmettre la voix ainsi que des données numériques de faible volume, par exemple des messages textes (SMS, pour *Short Message Service*) ou des messages multimédias (MMS, pour *MultiMedia Message Service*).

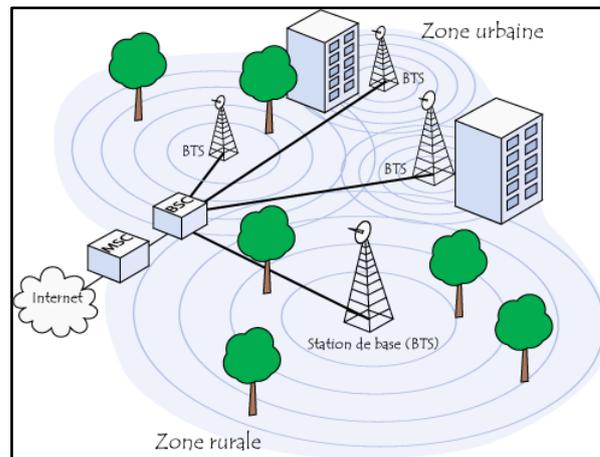
## **2. Architecture du réseau GSM :**

Dans un réseau GSM, le terminal de l'utilisateur est appelé station mobile, Une station mobile est composée d'une carte SIM (*SubscriberIdentity Module*), permettant d'identifier l'utilisateur de façon unique et d'un terminal mobile, c'est-à-dire l'appareil de l'utilisateur (la plupart du temps un téléphone portable).

Les terminaux (appareils) sont identifiés par un numéro d'identification unique de 15 chiffres appelé IMEI (*International Mobile Equipment Identity*).

Chaque carte SIM possède également un numéro d'identification unique (et secret) appelé IMSI (*International Mobile SubscriberIdentity*). Ce code peut être protégé à l'aide d'une clé de 4 chiffres appelés *code PIN*.

La carte SIM permet ainsi d'identifier chaque utilisateur, indépendamment du terminal utilisé lors de la communication avec une station de base. La communication entre station mobile et la station de base se fait par l'intermédiaire d'un lien radio, généralement appelé interface air (ou plus rarement *interface Um*).



**Figure 1 :** Architecture des réseaux GSM dans différentes zones.

L'ensemble des stations de base d'un réseau cellulaire est relié à un contrôleur de stations (en anglais *Base Station Controller*, noté **BSC**), chargé de gérer la répartition des ressources.

L'ensemble constitué par le contrôleur de station et les stations de base connectées constituent le sous-système radio (en anglais **BSS** pour *Base Station Subsystem*). Enfin, les contrôleurs de stations sont eux-mêmes reliés physiquement au centre de commutation du service mobile (en anglais **MSC** pour *Mobile Switch ING Center*), géré par l'opérateur téléphonique, qui les relie au réseau téléphonique public et à internet.

Le MSC appartient à un ensemble appelé sous-système réseau (en anglais **NSS** pour *Network Station Subsystem*), chargé de gérer les identités des utilisateurs, leur localisation et l'établissement de la communication avec les autres abonnés, Le MSC est généralement relié à des bases de données assurant des fonctions complémentaires :

- **Le registre des abonnés locaux :** (noté **HLR** pour *Home Location Register*): il s'agit d'une base de données contenant des informations (position géographique, informations administratives, etc.) sur les abonnés inscrits dans la zone du commutateur (MSC).
- **Le registre des abonnés visiteurs :** (noté **VLR** pour *Visitor Location Register*): il s'agit d'une base de données contenant des informations sur les autres utilisateurs que les abonnés locaux. Le VLR rapatrie les données sur un nouvel utilisateur à partir du HLR correspondant à sa zone d'abonnement. Les données sont conservées pendant tout le temps de sa présence dans la zone et sont supprimées lorsqu'il la quitte ou après une longue période d'inactivité (terminal éteint).

- **Le registre des terminaux :** (noté **EIR** pour *Equipment Identity Register*) : il s'agit d'une base de données répertoriant les terminaux mobiles.
- **Le centre d'authentification :** (noté **AUC** pour *Authentication Center*) : il s'agit d'un élément chargé de vérifier l'identité des utilisateurs.

Le réseau cellulaire ainsi formé est prévu pour supporter la mobilité grâce à la gestion du *handover*, c'est-à-dire le passage d'une cellule à une autre.

Enfin, les GSM supportent également la notion d'itinérance (en anglais *roaming*), c'est-à-dire le passage du réseau d'un opérateur à un autre.

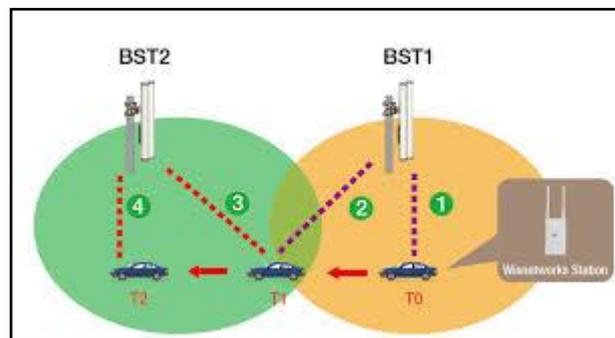


Figure 1.1 : Exemple de roaming, handover.

### **3. Antennes BTS et réseau cellulaire:**

Les antennes sont les composantes les plus visibles du réseau GSM. On les voit un peu partout, souvent sur des hauts pylônes, sur des toits d'immeubles, contre des murs, à l'intérieur des bâtiments ; il arrive assez souvent qu'elles soient invisibles puisque camouflées, pour des raisons esthétiques, à proximité de bâtiment classés « monuments historiques ». Ces antennes permettent de réaliser la liaison Um entre la MS (téléphone mobile) et la BTS.

#### **3.1 Définition :**

Par définition, un réseau cellulaire est un système de télécommunication qui doit répondre aux contraintes de la mobilité de l'abonné dans le réseau, par l'étendue du réseau et par les ondes radio qui lui sont allouées.

Un système de réseau cellulaire couvre l'ensemble d'infrastructures spécialement destinées aux équipements d'acheminement de communication vers les mobiles et où les ondes radio, dans le cas d'un réseau cellulaire servent de lien entre le terminal de l'abonné et l'infrastructure de l'opérateur.

### **3.2. Radiotéléphonie cellulaire :**

Un système de radiotéléphonie mobile autrefois analogique et maintenant numérique assurant la totalité des services proposés par le réseau fixe, plus celui de la mobilité : possibilité de maintenir une communication en cours de déplacement (hand over) et la possibilité d'appeler et d'être appelé lorsque l'on se trouve à l'étranger (Roaming international).

### **3.3. Concepts cellulaire :**

L'introduction de concept cellulaire amène le grand progrès et la nouvelle technique pour remédier aux inconvénients laissés par la téléphonie classique. La téléphonie cellulaire rassemble tous les postes radio à deux canaux, l'un pour l'émission et l'autre pour la réception en évitant les interférences probables.

Le concept cellulaire permet aussi d'atteindre des capacités importantes illimitées au moyen d'un grand nombre des stations radio dont chacune couvre une surface géographique appelée « cellule ».

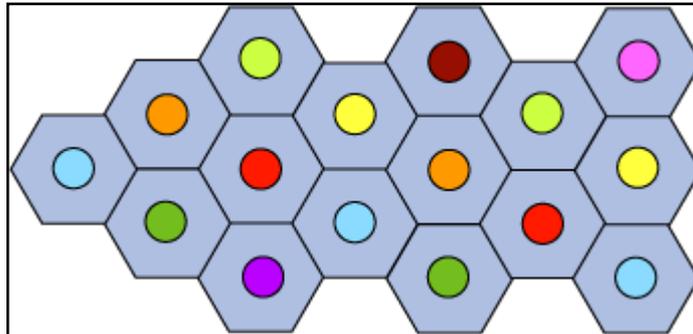
Ce concept consiste à diviser un territoire en cellules dont chacune est couverte par une station radio ou station de base du réseau. Et ainsi la réutilisation d'une même fréquence que celle des cellules différentes, c'est-à-dire qui sont adjacentes ou sécantes afin d'éviter les phénomènes d'interférences sur le signal utile reçu par le terminal mobile pour la station de base.

### **3.4. Notion de la cellule :**

L'opérateur qui choisit le secteur de télécommunication mobile doit définir la zone géographique à couvrir par son réseau. Chaque zone couverte par un émetteur est appelée cellule. Une cellule peut avoir un ou plusieurs secteurs. La taille d'une cellule est variable, elle dépend de la fréquence d'émission.

C'est pourquoi un réseau de téléphonie mobile à très haute fréquence comporte beaucoup de cellules pour une meilleure couverture de l'espace à desservir.

L'opérateur utilise des microcellules de quelques centaines des mètres de rayon pour écouler un trafic important par unité de surface dans les zones urbaines, souvent ces zones ont une couverture assurée par des antennes sectorielles de gains élevées (11 dB), que les antennes omnidirectionnelles (9 dB), tandis que dans les zones rurales peu peuplées, les cellules sont de grandes tailles (en allant jusqu'à 30 km de diamètre) et elles sont alors appelées « macro cellules ».



*Figure 1.2 : La division cellulaire et sa forme hexagonale.*

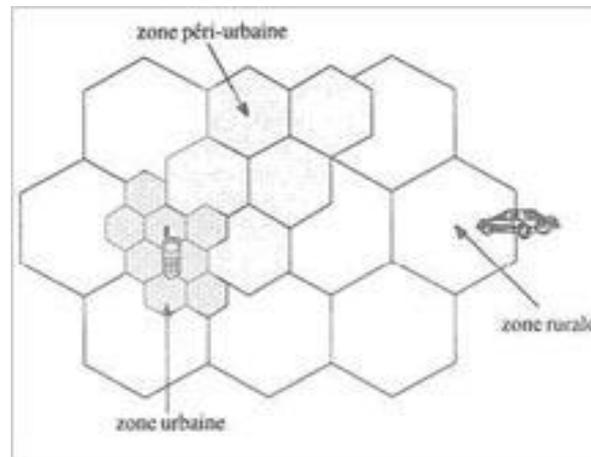
Un réseau comporte plusieurs cellules de même dimension ou des dimensions différentes selon :

- La ou les licences achetées par l'opérateur
- le nombre d'utilisateurs potentiels dans sa zone
- la configuration du terrain (relief géographique, présence d'immeubles)
- la nature et la densité des constructions (maisons, buildings, immeubles en béton,...)
- la localisation (rurale, suburbaine, ou urbaine).

Alors, le réseau radio mobile sera divisé en petites zones de couverture radio, en forme de nid d'abeilles, au centre des quelles sont implantés les émetteurs-récepteurs.

Chaque cellule est caractérisée par :

- La puissance d'émission normale de sa BTS (dans cette zone le niveau de champ électrique doit être supérieur à un seuil déterminé),
- Sa fréquence de porteuse utilisée pour l'émission radio électrique,
- Le réseau auquel elle est interconnectée,
- Zone rurale,
- Zone suburbaine,
- Zone urbaine.



*Figure 1.3: différentes zones.*

### **3.5. Déploiement des réseaux cellulaires :**

L'idée de base qui soutient la conception du réseau cellulaire est le respect des contraintes évoquées. Mais un autre facteur additionnel important est la prise en compte de la taille et de la forme des cellules du réseau radio mobile.

Diverses tailles et types de cellules sont à déployer en fonction de l'environnement considéré et de la technologie. Un opérateur devra donc tenir compte des contraintes du relief topographique et des contraintes urbanistiques pour dimensionner les cellules de son réseau.

### **3.6. Sectorisation :**

On appelle site, le lieu physique où sont installées une ou plusieurs stations de base avec leur alimentation en énergie, et les liaisons avec le BSC. Le coût de l'exploitation d'un réseau est essentiellement lié au nombre des sites installés.

Pour minimiser le nombre des sites, pour un nombre de cellule donnée, les opérateurs utilisent la sectorisation (le fait de couvrir une cellule par une antenne). Au lieu d'une antenne omnidirectionnelle, on place un ensemble d'antennes dont le diagramme de rayonnement couvre un secteur angulaire restreint.

### **3.7. Avantages et inconvénients des réseaux cellulaires :**

#### **3.7.1. Avantages :**

Le réseau cellulaire présente les avantages suivants :

- La suppression des câbles entraîne la mobilité de l'abonné
- le contrôle rapide et automatique du réseau grâce aux ordinateurs et leurs bases de données
- l'adaptation rapide et facile aux réseaux à forte ou à faible densité de trafic en restant dans les mêmes proportions de l'investissement par abonné.

#### **3.7.2. Inconvénients :**

Un réseau cellulaire présente aussi les inconvénients tels que nous les citons :

- La maintenance coûteuse
- la disponibilité des fréquences limitées.

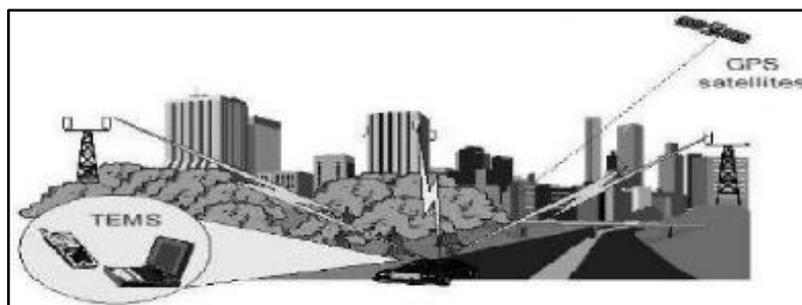
### **4. Drive Test:**

#### **4.1. Mesures Drive Test:**

Les mesures Drive Test sont des campagnes de mesure effectuées par les techniciens et ingénieurs de l'opérateur.

Elles constituent le meilleur moyen de vérifier les performances du réseau et de les ajuster aux attentes des abonnés car elles décrivent l'état de la qualité du réseau telle qu'elle est perçue par les abonnés. Durant les campagnes de mesure, le technicien teste :

- L'établissement de l'appel (absence d'échec)
- Le maintien de la communication pendant une certaine période (absence de coupure)
- La qualité de la communication



*Figure 1.4 : Mesure Drive Test.*

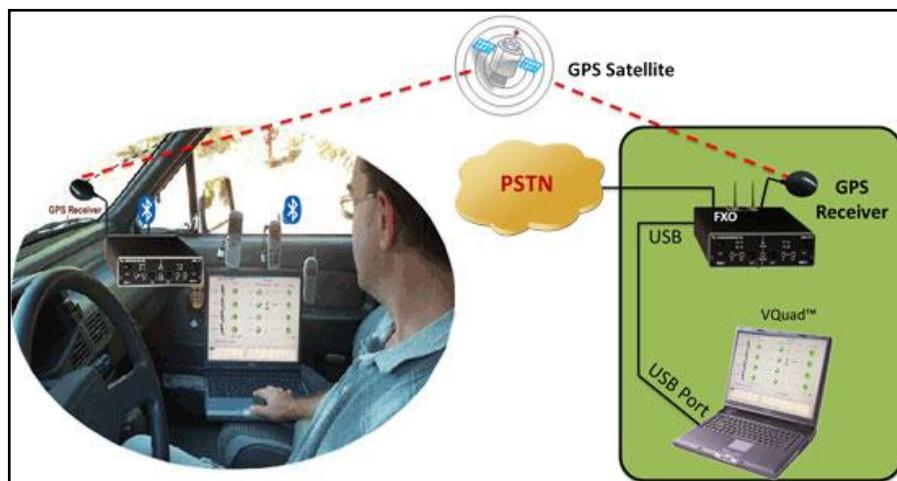
Les Drive Test sont sans doute une partie essentielle pour optimiser de façon continue les performances de réseau mobile afin de maintenir la satisfaction des abonnés. Pour réaliser ça une équipe se déplace dans une voiture munie d'une chaîne de mesure numérique de type Drive Test composé essentiellement de :

- ✓ Terminal Mobile et carte SIM
- ✓ GPS (Global Positionning System)
- ✓ Lap top et Software

#### **4.2. Les éléments de la chaîne de mesure :**

La chaîne de mesure Drive Test est basée principalement sur des mesures d'accessibilité et d'établissement de communication (TCH). Ses différents sont les suivants :

- Le Mobile Station (MS) dans la chaîne de mesure est appelé mobile à trace, il est directement rattaché au Lap top par un câble afin de communiquer les mesures effectuées. Ce MS contient plusieurs fonctionnalités.
- Le Global Positionning System (GPS) : le GPS est un outil indispensable dans la chaîne de mesure car il renseigne sur la position géographique de chaque point de mesure afin de localiser exactement le défaut sur le réseau. Une précision du GPS est demandée. Elle est de l'ordre de quelques mètres.
- L'ordinateur portable + Software (**Tems investigation**) : ils permettent l'acquisition et le traitement des données récupérées des mobiles à trace et des récepteurs GPS. Une fois les mesures obtenues, cet ensemble permet de constater l'état du réseau en place.



*Figure 1.5 : Différents équipements.*

## **5. Conclusion :**

Pour l'opérateur téléphonique il est primordial d'avoir une couverture réseau optimale qui touche tout le pays sans pour autant avoir plus d'équipement qu'il n'en faut, Donc c'est un fin équilibre entre couverture, qualité de service et investissement.

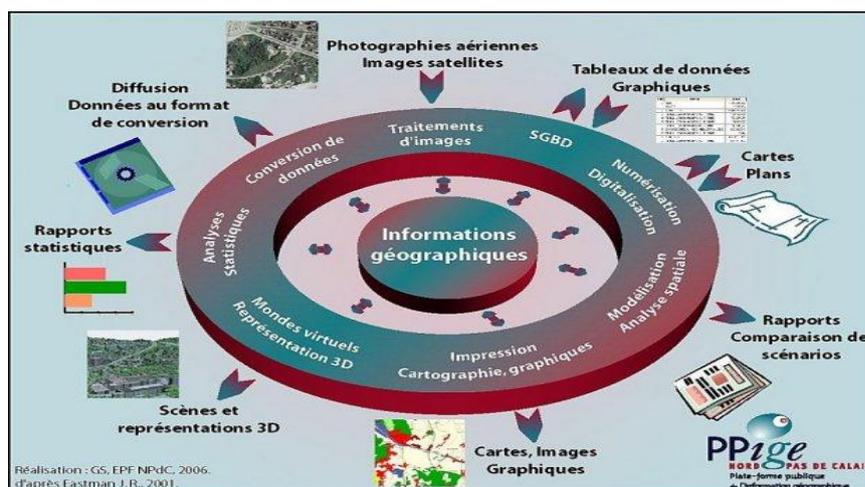
La solution proposé est un outil qui permet de positionner sur une carte géographique les position des équipements radio à partir de leurs coordonnées GPS d'une part, d'autre part les liens entre les équipement radio et le réseau cœur d'autre part ainsi qu'une étude thématique pour représenter la charge pour chaque équipement en vu de prévoir l'extension de la capacité ou planifier leur remplacement.

S'agissant de traiter des informations liées à des portions géographiques, le choix doit se porter sur un logiciel de système d'information géographique SIG.

## **1. Introduction aux systèmes d'information géographique :**

Depuis plus de vingt ans, le développement de l'informatique a entraîné des modifications importantes pour la géographie et la cartographie. La production de données s'est accélérée, grâce à de nouvelles méthodes de collecte et d'acquisition. Le traitement des données localisées s'est largement développé, avec la saisie numérique des données graphiques, cartes et plans, avec les systèmes de gestion de bases de données et les capacités de stockage des systèmes informatiques. Enfin, de nombreux aspects de la cartographie ont été automatisés et les techniques de production complètement modifiées, avec en corollaire une accélération de la diffusion et de l'utilisation de données géographiques. Un système d'information géographique (SIG) est avant tout un système de gestion de base de données capable de gérer des données localisées, et donc capable de les saisir, de les stocker, les extraire (et notamment sur des critères géographiques), de les interroger et analyser, et enfin de les représenter et les cartographier.

L'objectif affiché est essentiellement un objectif de synthèse, permettant à la fois la gestion des données comme l'aide à la décision. Si l'informatique a d'abord permis des progrès dans l'automatisation de la production cartographique, les SIG vont bien au-delà d'une simple fonction de stockage et de restitution graphique. Par leurs possibilités de modélisation et de gestion, par leurs fonctions d'analyse et d'interrogation, par les possibilités de mises en relation des objets les uns par rapport aux autres, par leurs capacités à stocker et traiter de gros volumes d'information, les SIG ont profondément bouleversé les méthodes traditionnelles d'analyse et de gestion de l'espace.

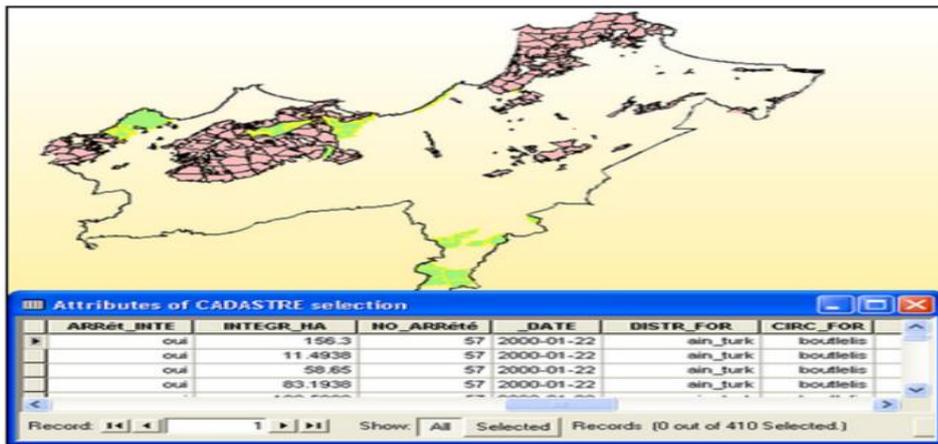


*Figure2 : représentation du SIG.*

## **2. Principes généraux du SIG :**

### **2.1. Saisie et stockage numérique des plans et des cartes :**

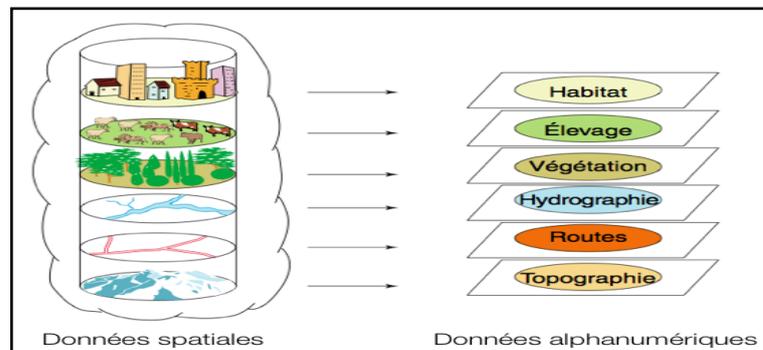
Le premier principal objectif des SIG reste le stockage numérique de données géographiques, bi- ou tridimensionnelles. Mais il y a beaucoup de différences entre un système qui va conserver des objets, avec une description aussi bien graphique que descriptive, et un système qui va seulement conserver un dessin sans contenu sémantique.



*Figure2.1 : exemple de stockage numérique des données.*

### **2.2. Structuration de l'information :**

Comme tout système de gestion de bases de données, un SIG qui gère une base de données demande une modélisation du monde réel et une structuration de l'information. Cette structuration est souvent plus complexe, car elle touche des objets qui peuvent avoir de multiples représentations, aussi bien graphiques que descriptives, essentiellement en fonction de l'utilisation qui en sera faite.



*Figure2.2 : structuration graphique du SIG.*

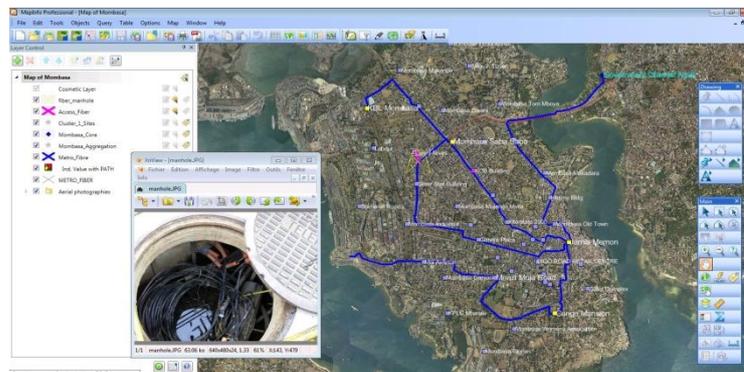
### **2.3. Les différents calculs dans un SIG :**

Les SIG permettent de calculer facilement surfaces, distances et volumes à partir des données de localisation des objets. Les calculs et les changements de projections géographiques sont facilement accessibles. La recherche opérationnelle (essentiellement calculs de chemins dans des graphes) trouve dans les SIG toutes les données dont elle a besoin.

### **2.4. Gestion et traitement des collections d'objets :**

C'est l'un des objectifs principaux des SIG, Une fois l'information structurée, elle doit être saisie et gérée par le système. Souvent, les SIG laissent la gestion des données descriptive à des SGBD relationnels classiques (comme ACCESS, ORACLE, SQL Server, DBase, etc.), et ne gèrent eux-mêmes que la localisation des objets et les liens entre graphique et description. Comme tout système de gestion de base de données, le SIG doit assurer la bonne gestion des flux d'informations, des modifications, des mises à jour, et notamment pour la partie graphique des objets.

Gestion administrative et partage de données entre utilisateurs : Lorsque les données sont partagées entre plusieurs utilisateurs, comme c'est souvent le cas pour les applications administratives de type cadastre, le SIG a pour objectif de gérer ce partage et d'optimiser l'accès des données entre utilisateurs.



*Figure 2.3 : Exemple d'un logiciel SIG mapinfo.*

### **2.5. Gestion et analyse spatiale :**

Les SIG ont vocation à gérer tout type d'objet géographique, du point au pixel, en passant par les zones, les réseaux, etc. L'objectif à atteindre est la constitution d'une base de données géo-référencées, permettant la mise en relation des différents objets de la base, quels que soient les types de ces objets. Cette mise en relation doit permettre l'analyse spatiale, c'est-à-dire la prise en compte de la localisation dans l'analyse des

données. De nombreuses procédures faisant appel à la localisation des objets sont donc implantées dans les SIG (sélections d'objets sur des critères de distances, recherche Opérationnelle, agrégations spatiales et changements d'échelle, géo-jointures, interpolations, vectorisations, classifications par proximité, etc.).

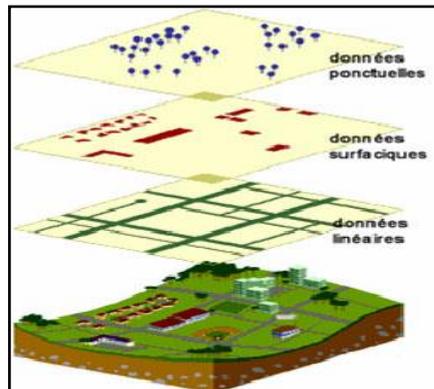


Figure 2.4 : exemple d'analyse spatiale.

## 2.6. Gestion spatio-temporelle :

L'introduction du temps dans les SIG permet d'effectuer des interrogations mêlant espace et temps, de manière à pouvoir gérer à la fois l'historique d'un objet et l'état d'un ensemble d'objet à une date donnée. Les SIG ont donc également vocation à gérer les évolutions des objets géographiques. Mais les réalisations concrètes sont peu répandues, car la gestion de l'historique des modifications de la localisation d'un grand ensemble d'objets est complexe, aussi bien du point de vue informatique que de celui de la gestion des flux d'informations.

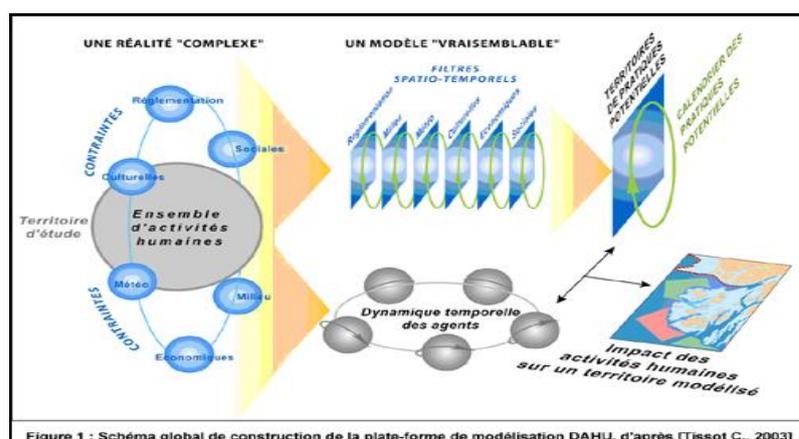
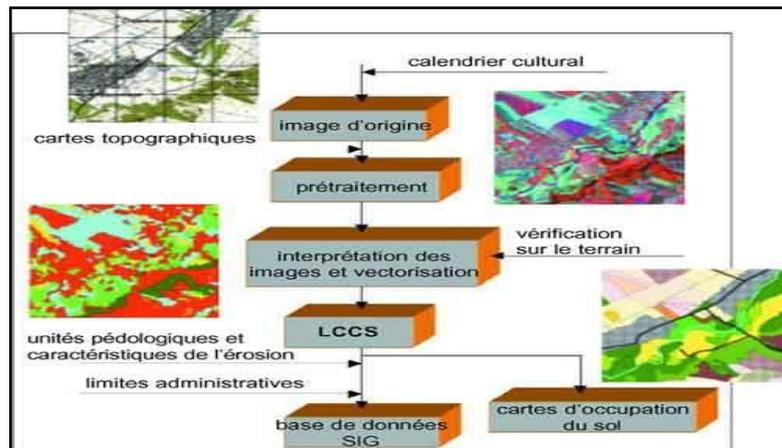


Figure 2.5: exemple de la gestion spatio-temporelle.



## **2.9. Télédétection, géo-référencement et traitement d'image :**

Les SIG ont vocation à gérer tout type d'objet géographique. La télédétection aérienne ou spatiale offre une source privilégiée de données géographiques. Les SIG doivent donc également gérer et traiter de type de données, souvent volumineuses, Ils doivent en assurer le bon géo-référencement, permettre l'accès aux traitements propres à ce type de Données, et permettre leur mise en relation avec l'ensemble des autres données localisées gérées par le système.



*Figure2.8 : traitement d'image géographique.*

## **2.10. Dessin et édition cartographique, cartographie automatique 3D :**

Comme tout système de gestion de données, les SIG ont pour objectif l'édition des données résultats d'une requête. Cette édition est souvent graphique puisque l'on traite de données localisées. Les modules de cartographie automatique à partir des données gérées par le système sont donc fondamentaux pour l'utilisateur. De plus en plus, les systèmes intègrent la troisième dimension, et permettent l'édition de données en perspective. Mais la saisie et la maintenance de la troisième dimension est plus complexe.



*Figure2.9 : Exemple pour une cartographie en 3D(Google earth)*

### **2.11. Internet et accessibilité distante :**

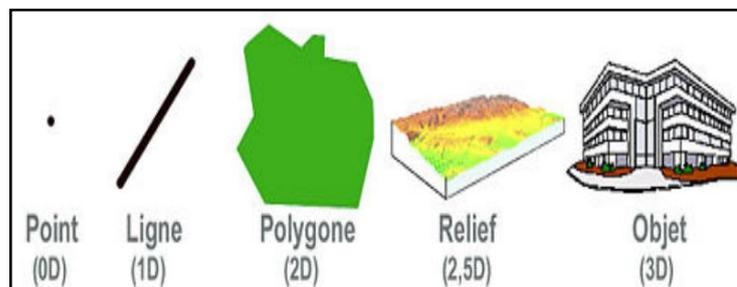
L'Internet offre depuis plusieurs années de nouvelles perspectives d'accès distant aux données. Les SIG doivent donc permettre cet accès, en gérant la complexité de structure de l'information localisée, de manière à fournir aux utilisateurs des méthodes simples de consultation et de cartographie via Internet.

### **3. Composantes d'un SIG :**

L'aspect informatique est représenté d'une part par l'équipement qui comprend en général une unité centrale de traitement et les périphériques (instruments de numérisation, unité d'affichage de haute qualité, dérouleur de ruban, unités de sortie telles que les imprimantes et les tables traçantes).

D'autre part, le logiciel SIG qui comprend en général cinq modules qui sont :

- Module de saisie et vérification de donnée
- Module de stockage et de gestion de la base de données
- Module de sortie et de représentation des données
- Module de transformation des données
- Module d'interaction avec l'utilisateur



*Figure 2.10 : objets géographiques et représentations.*

### **3.1. Domaines d'application du SIG :**

Les SIG sont utilisés pour gérer et étudier une gamme très diversifiée de phénomènes et de réseaux de phénomènes. Les principales activités sont :

- Etablissement et mise à jour des cartes thématiques
- La reconnaissance d'un lieu, d'une région, le choix d'un chemin
- La représentation d'objets ou de classes d'objets
- La réalisation des inventaires de l'occupation, de la nature ou de tout autre attribut du sol
- La représentation des phénomènes dynamiques dans le temps

**3.1.1.Exemples :**

- Réseaux urbains: localisation à partir des adresses civiques, planification des transports, développement de plan d'évacuation
- Administration municipale: gestion du cadastre, zonage, évaluation foncière,
- Gestion des installations: localisation des câbles et tuyaux souterrains
- Commerce: analyse de la structure des marchés
- Santé: épidémiologie, répartition et évolution des maladies et des décès, distribution des services sociaux sanitaires, plans d'urgence, etc.
- Protection de l'environnement: étude des changements globaux, suivi des changements climatiques, biologiques, morphologiques, océaniques, etc.

**3.2. Avantages de l'utilisation des SIG :**

- Les données sont gardées sous forme physique (support magnétique)
- Les données peuvent être stockées et extraites à un faible coût
- L'accès aux données est facile
- Mesures sur les cartes, les superpositions, les transformations, la conception graphique
- Des tests analytiques de modèles à caractère géographique peuvent être réalisés et répétés facilement
- l'étude des changements (études diachroniques) intervenues entre plusieurs dates peuvent être facilement réalisés
- la conception graphique interactive et les traceurs automatisés peuvent être utilisés pour la conception et la production cartographique

**3.3. Les inconvénients du SIG :**

- Nécessité d'une motivation et d'une formation des collaborateurs au nouveau système
- Manifestation d'une volonté de changement en vue d'une amélioration
- Formation d'une personne pour la maintenance du SIG ou mise en place d'un mandat de gestion
- Nécessité de travailler selon une méthode définie , concertation, afin d'obtenir des données communes utilisables , faible, à jour...
- Léger changement des habitudes de travail
- Nécessité d'une autonomie des collaborateurs face au SIG, pour promouvoir un travail efficace.

#### **4. conclusion :**

Un système d'information géographique (SIG) est un système de gestion de base de données capable de gérer des données localisées, et donc capable de les saisir, de les stocker, les extraire (et notamment sur des critères géographiques), de les interroger et analyser, et enfin de les représenter et les cartographier. L'objectif des SIG reste le stockage numérique des données géographiques bi ou tridimensionnelles.

## **1. Introduction :**

Dans ce chapitre, nous décrivons notre application, cette description est divisée en deux parties : La conception et l'implémentation, la première présente quelques aspects relatifs à la conception et la modélisation de l'application, tandis que la deuxième traite la phase d'implémentation ainsi que les outils de développement.

## **2. La conception de l'application :**

On va appliquer L'algorithme de Dijkstra qui sert à résoudre le problème du plus court chemin. Il permet, par exemple de déterminer le plus court chemin pour se rendre d'un point à un autre connaissant le réseau routier d'une région. Il s'applique à un graphe connexe dont le poids lié aux arêtes est un réel positif.

Afin de trouvé le chemin optimal qui sera emprunté par le Drive Test pour faire des mesures autour de l'antenne BTS.

Nous pouvons définir la méthodologie de l'algorithme :

1. Choisissez le nœud source comme un premier nœud permanent, et lui attribué 0 comme coût.
2. Vérifiez tous les nœuds voisins du nœud permanent précédent.
3. Calculez le coût cumulé de chaque nœuds voisins et de les rendre temporaire
4. Vérifiez les nœuds temporaires comme suit:
  - a. Choisissez un nœud avec le plus petit coût cumulé, et faire comme un nœud permanent. Garder en tête, ne pas marquer le nœud permanent une autre fois parce que cela est un coût final pour ce nœud.
  - b. Si nous avons plus de chemin pour atteindre les nœuds, alors le plus court cumulatif chemin de coût a été choisi.
5. Répétez les étapes 2 à 4 pour rendre tous les nœuds permanents.

Sur la figure ci-dessous, nous avons huit nœuds reliant entre elles à travers des arcs pondérés, et nous voulons calculer le chemin le plus court entre le nœud A et les autres nœuds :

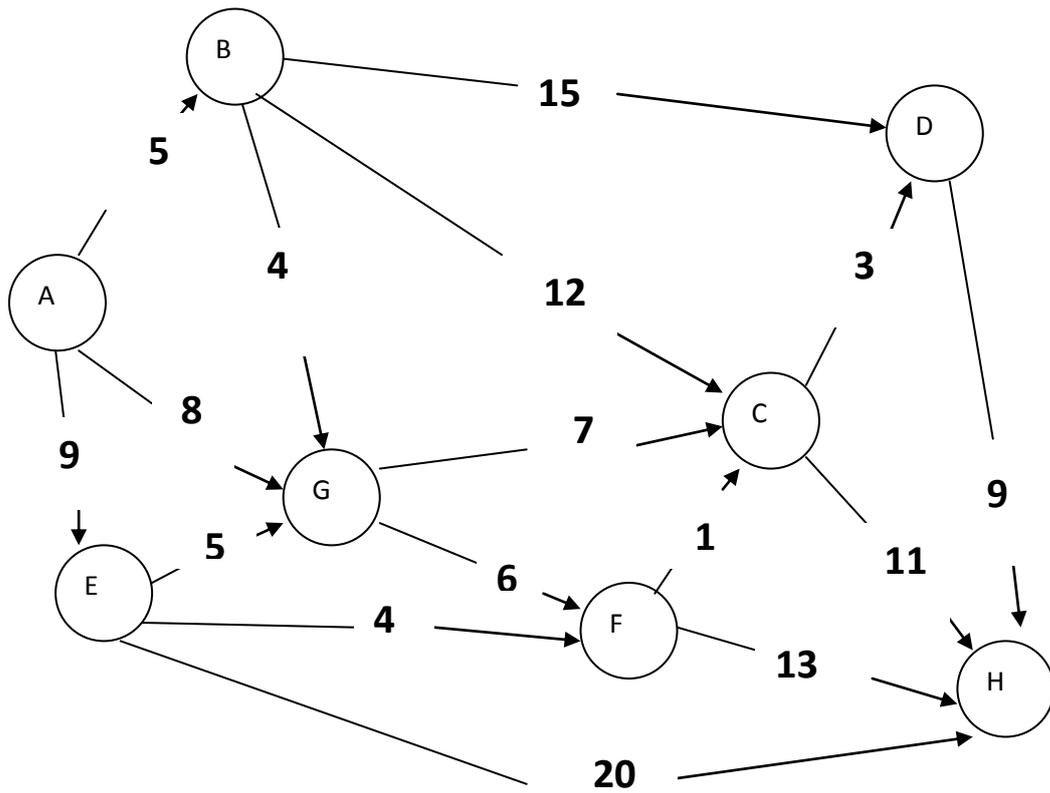


Figure 3 : Exemple algorithme de Dijkstra

Nœud visité	Nœud courant	A	B	C	D	E	F	G	H
A	A	-----	5,A	$\infty$	9,A	$\infty$	$\infty$	8,A	$\infty$
A,B	B	/	----	17,B	20,B	9,A	$\infty$	8,A	$\infty$
A,B,G	G	/	/	15,G	20,B	9,A	$\infty$	8,A	$\infty$
A,B,G,E	E	/	/	15,G	20,B	9,A	14,G	---	$\infty$
A,B,G,E,F	F	/	/	15,G	20,B	---	13,E	/	26,F
A,B,G,E,F,C	C	/	/	14,F	20,B	/	----	/	25,C
A,B,G,E,F,C,D	D	/	/	----	17,C	/	/	/	25,C
A,B,G,E,F,C,D,H	H	/	/	/	----	/	/	/	----

Figure3.1 : Exemple d'implémentation de l'algorithme de dijkstra

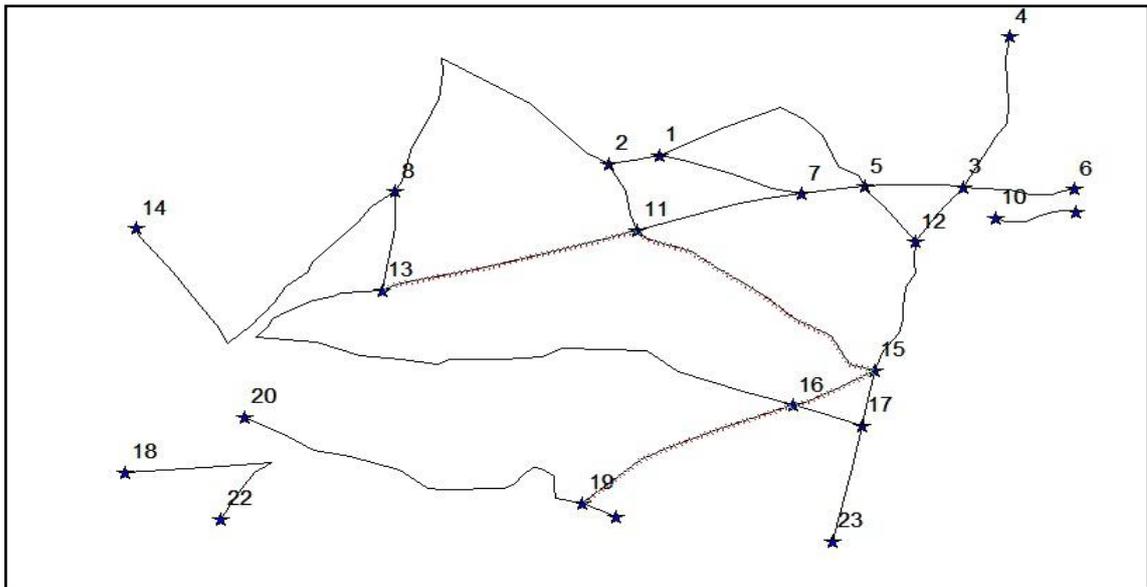


Figure 3.2 : représentation graphique de l'algorithme de dijkstra.

### **3. Les différents outils utilisés :**

Il existe des logiciels SIG qui permettent la gestion et la manipulation de l'information géographique et aussi intégrer, analyser et visualiser les données géographiques, identifier les relations, les schémas et les tendances et apporter des solutions aux problèmes. Chaque logiciel SIG représente généralement des informations sur les cartes sous la forme de couches de données utilisées pour l'analyse et la visualisation.

Nous avons choisis deux logiciels SIG mapinfo et Mapbasic pour réaliser notre travail.

**3.1. logiciel Mapinfo :** C'est un logiciel SIG bureautique permettant de créer, traiter et manipuler l'information géographique par des requêtes spatiales et de la cartographier (cartes, graphes, cartes thématiques...).

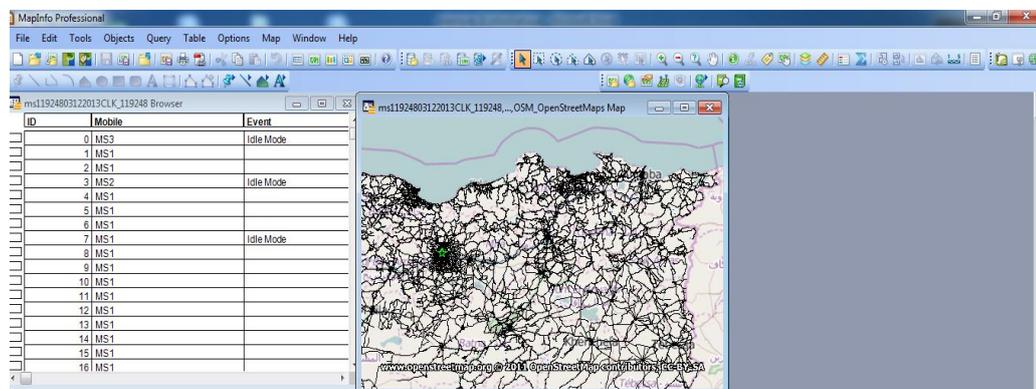
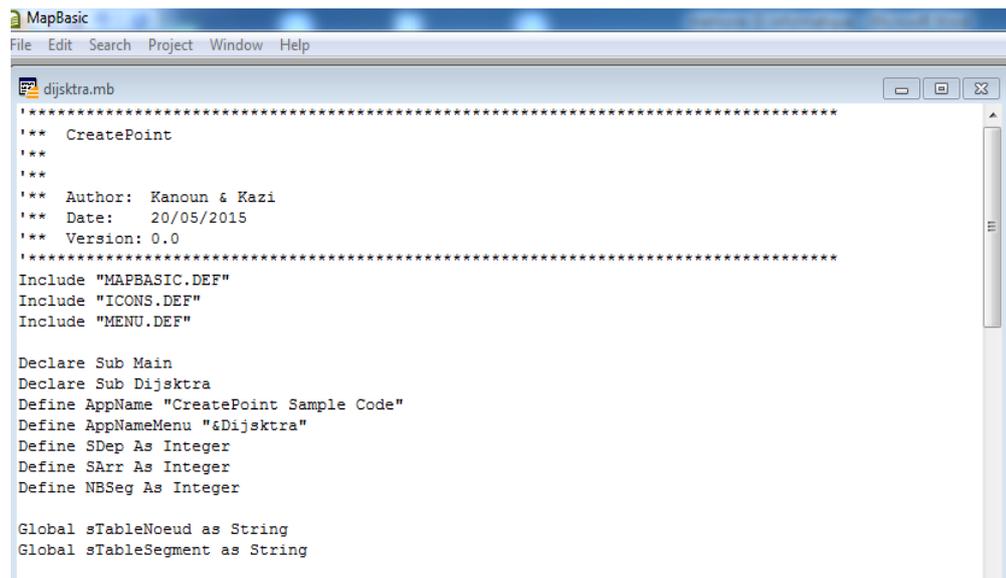


Figure 3.3 : logiciel mapinfo.

### **3.2. Logiciel Mapbasic :**

Est le langage de programmation qui permet de personnaliser une application MapInfo. Par exemple, étendre ses fonctionnalités cartographiques, automatiser des traitements répétitifs ou intégrer MapInfo dans d'autres applicatifs, MapBasic contient des procédures permettant, en quelques lignes de code, d'intégrer la dimension géographique dans vos applications en y exploitant des cartes et des fonctions cartographiques.



```
MapBasic
File Edit Search Project Window Help

dijkstra.mb
*****
*** CreatePoint
***
***
*** Author: Kanoun & Kazi
*** Date: 20/05/2015
*** Version: 0.0
*****
Include "MAPBASIC.DEF"
Include "ICONS.DEF"
Include "MENU.DEF"

Declare Sub Main
Declare Sub Dijsktra
Define AppName "CreatePoint Sample Code"
Define AppNameMenu "&Dijsktra"
Define SDep As Integer
Define SArr As Integer
Define NBSeg As Integer

Global sTableNoeud as String
Global sTableSegment as String
```

*Figure3.4 : logiciel Mapbasic.*

### **4. Implémentation :**

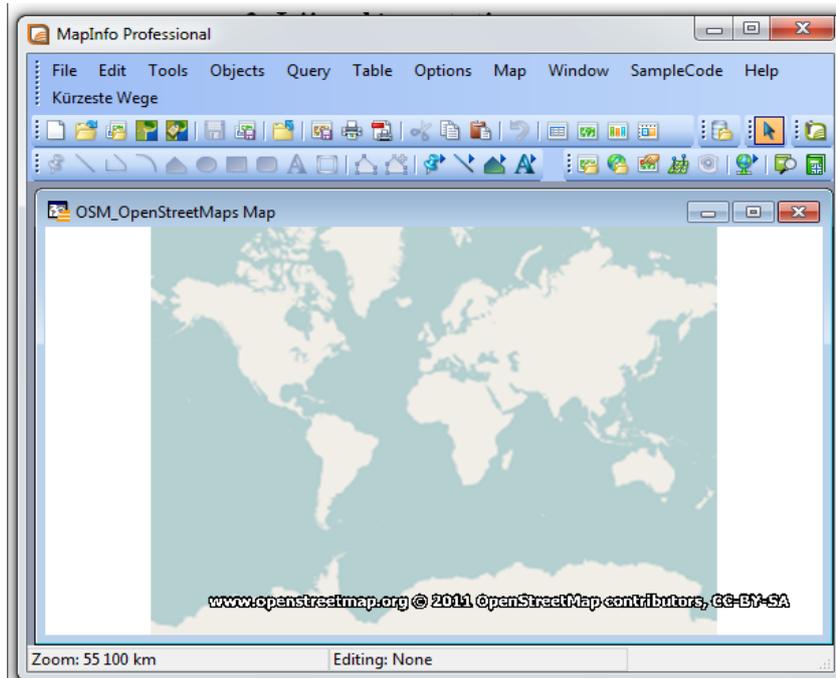
Notre travaille se présente comme suit :

Intégration la carte open street map dans logiciel mapinfo

- Présentation des layer pour notre SIG :

#### **Layer carte Open Map Street (OMS):**

Est un projet qui a pour but de constituer une base de données géographiques libre du monde permettant par exemple de créer des cartes sous licence libre, en utilisant le système GPS et d'autres données libres. Il a été initié en juillet 2004 par Steve Coast au University College de Londres. Par l'utilisation de moyens informatiques basés sur Internet qui permettent l'intervention et la collaboration de tout utilisateur volontaire, OpenStreetMap relève de la géomatique et est aussi une contribution à ce qui est appelé la néogéographie, dont les outils composent le GeoWeb.



*Figure3.5: représentation de la carte OMS sur mapinfo.*

**Layer des chemins :**

C'est une projection graphique des informations stockées dans une table qui contient les identifiants de chaque sommet et la distance entre eux.

	num	som1	som2	dist
<input type="checkbox"/>	1	22	20	72,4462
<input type="checkbox"/>	2	35	34	46,2503
<input type="checkbox"/>	3	31	41	535,671
<input type="checkbox"/>	4	40	43	204,578
<input type="checkbox"/>	5	1	5	208,475
<input type="checkbox"/>	6	7	2	624,594
<input type="checkbox"/>	7	7	8	407,08
<input type="checkbox"/>	8	5	9	375,51
<input type="checkbox"/>	9	10	6	2 351,16
<input type="checkbox"/>	10	11	4	1 038,64
<input type="checkbox"/>	11	12	7	698,049
<input type="checkbox"/>	12	13	7	969,572
<input type="checkbox"/>	13	15	3	1 991,39
<input type="checkbox"/>	14	18	17	660,148
<input type="checkbox"/>	15	19	20	236,842
<input type="checkbox"/>	16	22	5	3 898,81
<input type="checkbox"/>	17	20	21	98,9013

*Figure3.6 : table représentant des données pour les chemins.*

**Layer des sommets :**

C'est une projection graphique des informations stockées dans une table qui contient les coordonnées(x,y) du sommet et les numéros de chaque segment.

	num	x coord	y coord	nbseg
<input type="checkbox"/>	1	339 794,02	4 087 893,08	1
<input type="checkbox"/>	2	335 607,89	4 087 800,16	1
<input type="checkbox"/>	3	336 784,06	4 088 023,46	1
<input type="checkbox"/>	4	338 008,62	4 087 764,49	1
<input type="checkbox"/>	5	339 847,44	4 087 691,57	3
<input type="checkbox"/>	6	332 777,23	4 088 637,29	1
<input type="checkbox"/>	7	335 059,66	4 087 515,55	4
<input type="checkbox"/>	8	335 057,24	4 087 912,5	1
<input type="checkbox"/>	9	339 730,08	4 087 339,78	3
<input type="checkbox"/>	10	331 413,24	4 087 273,88	1
<input type="checkbox"/>	11	338 606,3	4 087 192,91	1
<input type="checkbox"/>	12	334 475,33	4 087 133,69	1
<input type="checkbox"/>	13	335 641,3	4 086 860,91	1
<input type="checkbox"/>	14	335 664,97	4 086 887,96	1
<input type="checkbox"/>	15	338 142,65	4 086 763,05	1
<input type="checkbox"/>	16	338 082,78	4 086 618,72	1
<input type="checkbox"/>	17	338 965,99	4 086 671,52	1

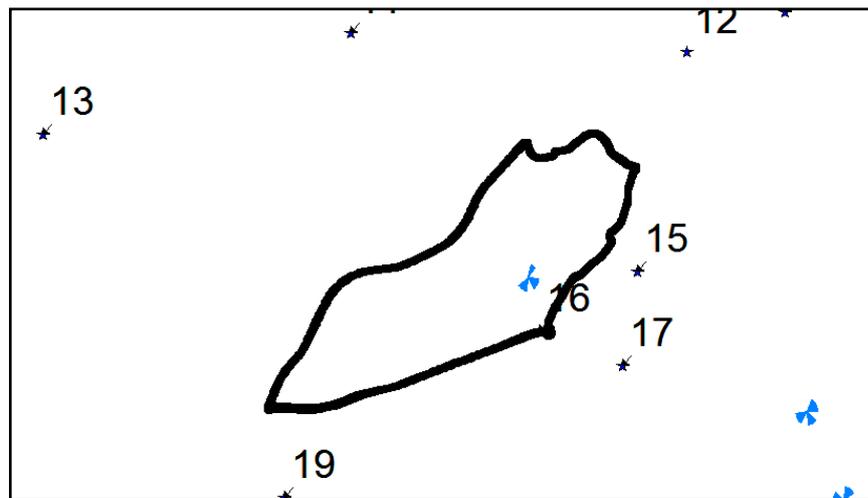
Figure 3.7 : table représentant des données pour les sommets.

**Layer du Drive Test :**

C'est une table qui contient plusieurs champs comme le type de mobile, longitude et latitude, et autre paramètre qui caractérise la qualité du signal, pour nous on s'intéresse beaucoup plus à la longitude et latitude qui nous donne la position du Drive Tester, ceci représente le chemin parcouru par le Drive Tester, la Figure 3.6 illustre une partie de cette table et la figure 3.7 montre la représentation géographique de cette table.

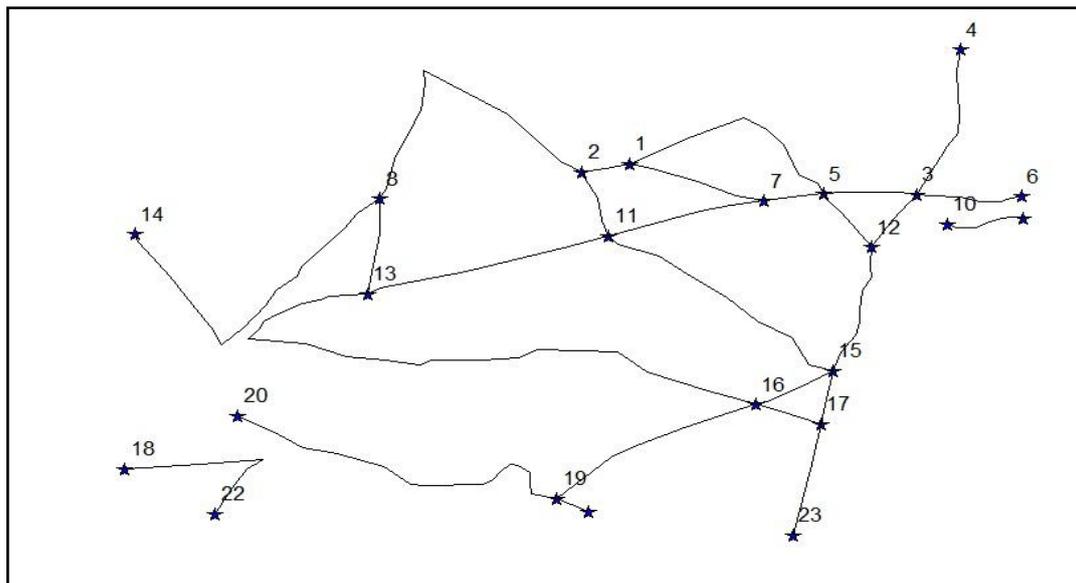
ID	Mobile	Event	LATITUDE	LONGITUDE	RxLevSubdBm	RXQUAL_SUB	CoverWors	SQI	TA	CI
32	MS2		36,2	5,37	0	-1	999	-1	-1	-1
33	MS2		36,2	5,37	-52	-1	999	-1	-1	-1
34	MS2		36,2	5,37	-52	-1	999	-1	-1	-1
35	MS2		36,2	5,37	-52	-1	999	-1	-1	-1
36	MS2		36,2	5,37	-52	-1	999	-1	-1	-1
37	MS2		36,2	5,37	-52	-1	999	-1	-1	-1
38	MS2		36,2	5,37	0	-1	999	-1	-1	-1
39	MS2		36,2	5,37	0	-1	999	-1	-1	-1
40	MS2		36,2	5,37	0	-1	999	-1	-1	-1
41	MS2		36,2	5,37	0	-1	999	-1	-1	-1
42	MS2		36,2	5,37	0	-1	999	-1	-1	-1
43	MS2		36,2	5,37	0	-1	999	-1	-1	-1
44	MS2		36,2	5,37	0	-1	999	-1	-1	-1
45	MS2		36,2	5,37	-52	-1	999	-1	-1	-1
46	MS2		36,2	5,37	-52	-1	999	-1	-1	-1
47	MS2		36,2	5,37	-52	-1	999	-1	-1	-1
48	MS2		36,2	5,37	-52	-1	999	-1	-1	-1

Figure 3.8: table des données Drive Test.



**Figure3.9** : La représentation géographique d'un Drive Test.

La superposition des deux tables, table des sommets et table des arcs nous donne la figure suivante :



**Figure3.10** : graphe des sommet et des arcs.

La superposition de la carte open street map et les layers qui représente les sommets, les chemins nous donne la figure suivante :

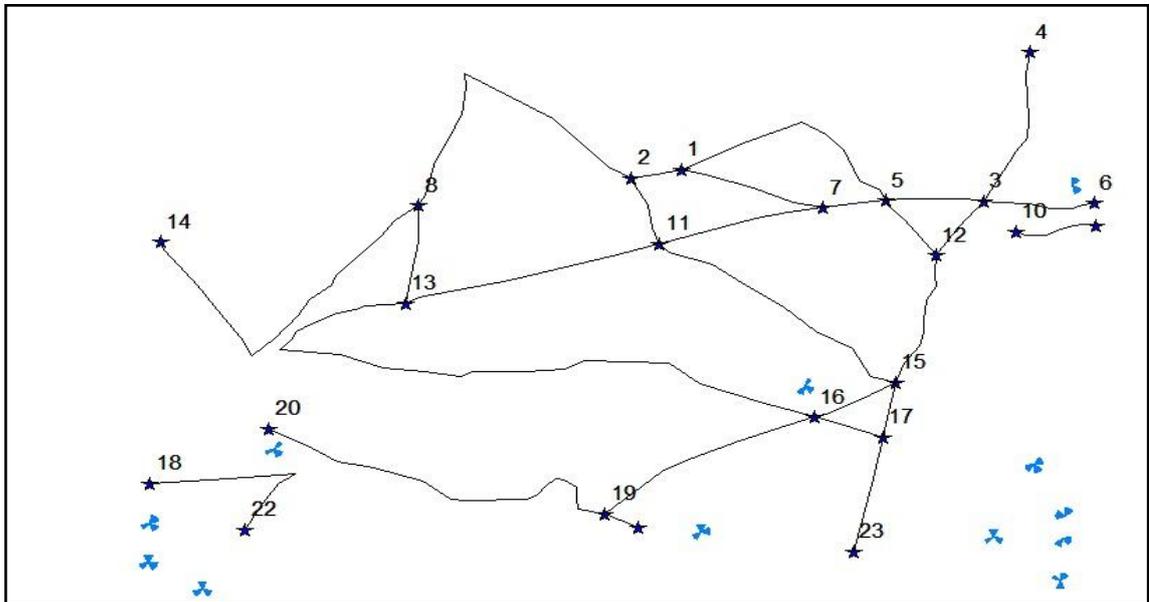


Figure 3.11 : représentation géographique des sommets et des arcs et des antennes.

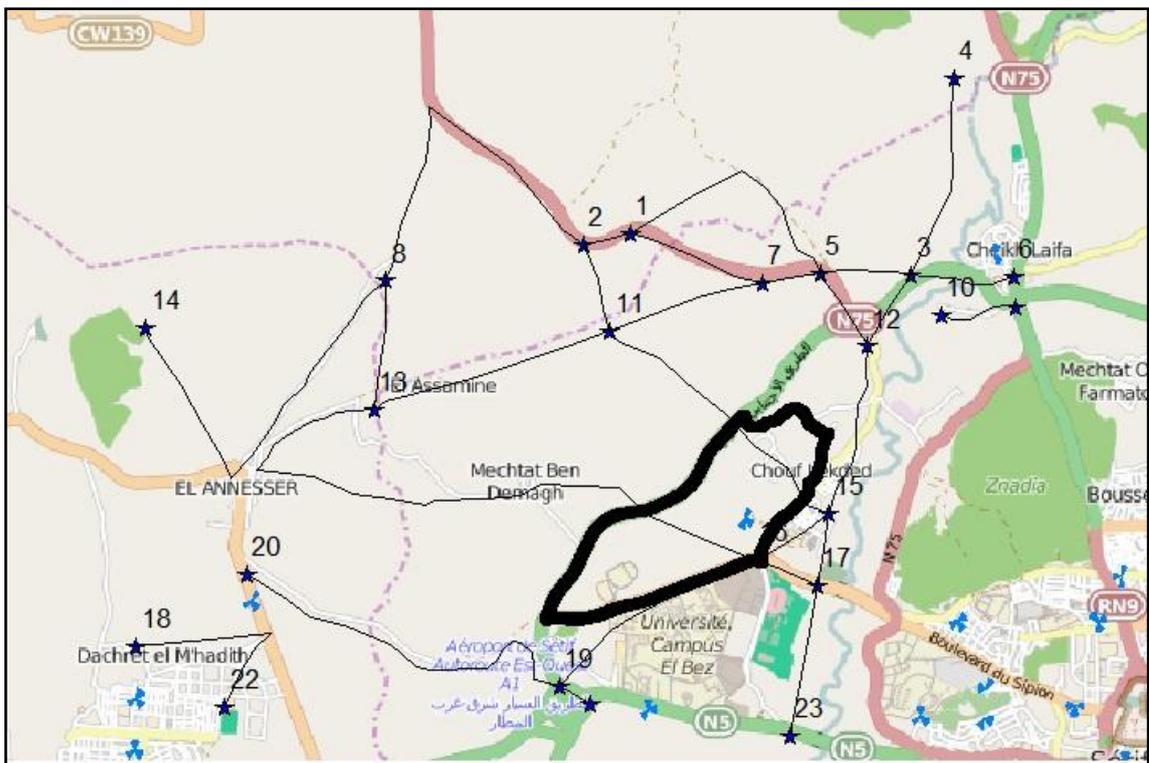


Figure 3.12 : Exemple du drive test sur une antenne BTS.

## **5. Conclusion:**

Dans ce chapitre, nous avons expliqué les étapes que nous avons suivies pour concevoir notre application nous avons utilisé un outil pour la représentation géographique qui est Map info et Map basic pour l'implémentation, premièrement nous avons représenté les différentes couches (layers) d'une carte géographique qui se décomposent comme suit :

- Layer open mapstreet
- Layer des chemins
- Layer des sommets
- Layer du drive test

Ensuite nous avons superposé ses layers et chaque layer est représenté par un tableau de données, et nous avons obtenus un graphe des sommets et des arcs.

Nous avons utilisé l'algorithme de dijkstra pour trouver le chemin optimal (plus court) autour de l'antenne BTS et ce travail est effectué par le Drive Test.

## **Conclusion générale :**

Notre projet consiste à expliquer le fonctionnement du réseau GSM et de ses différents composants avec leurs différentes architectures on a parlé aussi du Drive Test ainsi que ses différents outils de mesures dans le but de trouver le chemin optimal autour de l'antenne BTS pour trouver le meilleur signal possible émis par l'antenne, ensuite on a parlé des systèmes d'informations géographiques qui ont une importance primordiale dans la représentation, le stockage, la gestion des données géographiques sous différentes couches qu'on appelle layers.

## Liste des acronymes :

### A

**AUC** : (Authentication Center) le centre d'authentification.

### B

**BSC**: Basic Station Controller

**BSS**: Base station sub-system.

### E

**EIR** : (Equipment Identity Register) le registre des terminaux.

### I

**IME** : International Mobile Equipment.

**IMSI** : International Mobile Subscriber Identity.

### M

**MSC** : Mobile Service Center.

**MS** : Mobile Station.

**MMS** : MultiMedia Message Service.

### N

**NSS**: (Network Sub-System) sous-système réseau.

### G

**GSM**: Global System for Mobile .

## H

**HLR:**(Home Location Register)

le registre des abonnés locaux.

**Handover :**

est un mécanisme fondamental dans la communication cellulaire (GSM ou UMTS par exemple).

Globalement, c'est l'ensemble des opérations mises en œuvre permettant qu'une station mobile puisse changer de cellule sans interruption de service, ce mécanisme permet l'itinérance entre cellules ou opérateurs.

## O

**Onde radio :** est une onde électromagnétique dont la fréquence est inférieure à 300 GHz, soit une longueur d'onde dans le vide Supérieur à 1 millimètre.

## P

**PIN:** Personal Identification Number.

## S

**SMS :**Short Message Service

**SIM :**(Subscriber Identity Module) Une puce contenant un microcontrôleur et de la mémoire.

## T

**Tems Investigation :** est un logiciel de Drive Test pour le dépannage, la vérification, l'optimisation et la maintenance des réseaux GSM.

**TCH** :(Traffic Channel)

Canal de trafic qui transporte les données utilisateur.

**V**

**VLR** :(Visitor Location Register)

le registre des abonnés visiteurs.

**R**

**Roaming** : faculté pour un abonné d'un réseau de téléphone mobile de pouvoir appelé ou être appelé et de pouvoir changer des données via le réseau radio d'un opérateur mobile autre que le sien.

## Références bibliographiques :

[1] : [http://www.memoireonline.com/03/12/5461/m\\_Interconnexion-entre-deux-reseaux-cellulaires-des-normes-GSM-par-faisceau-hertziens-cas-de-CCT-et10.html](http://www.memoireonline.com/03/12/5461/m_Interconnexion-entre-deux-reseaux-cellulaires-des-normes-GSM-par-faisceau-hertziens-cas-de-CCT-et10.html)

[2] : [http://www.savgis.org/SavGIS/Etudes\\_realisees/SOURIS\\_these\\_2002.pdf](http://www.savgis.org/SavGIS/Etudes_realisees/SOURIS_these_2002.pdf)

[3] : [http://www.academia.edu/5138784/cours\\_SIG\\_syst%C3%A8me\\_dinformation\\_g%C3%A9ographique](http://www.academia.edu/5138784/cours_SIG_syst%C3%A8me_dinformation_g%C3%A9ographique)

[4] : [http://www.elkhazen.org/internet\\_mobile\\_2.html](http://www.elkhazen.org/internet_mobile_2.html)

[5] : <http://www.ifp.uni-stuttgart.de/lehre/bachelorarbeiten/kreutle/>

[6] : <http://earsiv.cankaya.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/345/10046122.pdf?sequence=1&isAllowed=y>