TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS

TABLE DES MATIERES ..... **i**

LISTE DES ABREVIATIONS ..... **iv**

INTRODUCTION GENERALE **1**

CHAPITRE I : LE RESEAU GSM ET L'INTERFACE RADIO **3**

1.1 Introduction *3*

1.2 Le concept cellulaire *3*

1.3 Architecture du réseau GSM *4*

1.3.1 Le Mobile Station *5*

*1.3.2 Le sous-***système** *radio* *5*

*1.3.3 Le sous-***système** *réseau* *6*

1.3.4 Les **interfaces** *7*

1.4 L'interface radio élaborée Um *8*

1.4.1 Le **partage** *des ressources radio* *8*

1.4.1.1 Le partage en fréquence (FDMA) *8*

1.4.1.2 Le partage en temps (TDMA) *9*

1.4.2 La **répartition** *de l'OMERT* *11*

1.4.3 **Affectation** *des Canaux radio* *11*

1.4.4 Les **canaux** *logiques et les TRX* *13*

1.5 La gestion de l'interface radio *15*

1.6 Les antennes *15*

1.6.1 Les choix techniques *15*

1.6.2 Les choix géographiques *17*

1.7 Conclusion *18*

CHAPITRE II : LA QUALITE DE SERVICE **19**

2.1 Introduction *19*

2.2 La définition de la qualité de service dans le réseau GSM *19*

2.3 Concepts de la QoS dans le réseau GSM *20*

2.3.1 Côté opérateur *20*

2.3.2 Coté utilisateur *21*

2.4 Indicateurs de QoS GSM *21*

2.5 Le paramètre RXQuality *22*

2.5.1 Bit Error Rate *22*

2.5.2 Frame Erasure Rate *22*

2.6 Le paramètre RXLevel *23*
2.7 Les paramètres radio *24*
2.8 Le Drive test *26*
2.8.1 Le principe des drives tests *27*
2.8.2 Les équipements utilisés *27*
2.9 Les mesures *27*
2.10 Les étapes de détection de problèmes *28*
2.10.1 Problème de couverture *28*
2.10.2 Problème d'interférence *29*
2.10.3 Problèmes de handovers *30*
2.10.3.1 Les différentes causes de handovers *30*
2.10.3.2 Détection des causes d'échec de handovers *31*
2.10.4 Problèmes d'échec d'établissement d'appel *32*
2.10.5 Problèmes de coupure d'appels *32*
2.10.5.1 Drop BSS *32*
2.10.5.2 Drop handover *33*
2.10.5.3 Drop radio *33*
2.10.6 Les problèmes de congestion *33*
2.10.6.1 Congestion TCH *33*
2.10.6.2 Congestion SDCCH *34*
2.11 Conclusion *34*

CHAPITRE III : LE DEVELOPPEMENT DE L'OUTIL **35**

3.1 Introduction *35*
3.2 Principe du téléphone de trace *35*
3.3 Développement de l'application *36*
3.3.1 Les Critères de choix du Visual Basic *36*
3.3.2 Les commande AT *36*
3.3.3 Utilisation du contrôle Communications *38*
3.3.3.1 Utilisations possibles *38*
3.3.3.2 Notions fondamentales sur les communications série *39*
3.3.3.3 Utilisation d'un modem *39*
3.3.3.4 Protocole de communication *40*
3.3.3.5 L'événement OnComm et la propriété CommEvent *41*
3.3.3.6 Signaux de contrôle du modem *41*
3.4 L'environnement de travail *44*
3.5 Conception de la solution et programmation *44*
3.5.1 Organigramme *45*
3.5.2 Elément du code source *45*
3.6 L'exploitation du logiciel *48*

3.7 Conclusion *50*

CONCLUSION GENERALE **51**

ANNEXES **52**

BIBLIOGRAPHIE **61**

RENSEIGNEMENTS **62**

RESUME **63**

ABSTRACT **63**

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

LISTE DES ABREVIATIONS

AGCH	Access Grant Channel
API	Application Programming Interface
ARFC	Absolute Radio Frequency Channel
ARFCN	Absolute Radio Frequency Channel Number
AUC	AUthentication Center
BCC	BTS Color Code
BCCH	Broadcast Control CHannel
BER	Bit Error Rate
BSC	Base Station Controler
BSIC	Base Station Identity Code
BSS	Base Station Subsystem
BTS	Base Transceiver Station
CD	Carrier Detect
CI	Cell Identification
CTS	Clear To Send
DCE	Data Communications Equipment
DCS	Digital Cellular System
DSR	Data Set Ready
DTE	Data Terminal Equipment
DTR	Data Terminal Ready
ETSI	European Telecommunication Standards Institute
EIR	Equipment Identity Register
FCCH	Frequency Correction CHannel
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FER	Frame Erasure Rate
FN	Frame Number
GSM	Global System for Mobile Communications
GMSC	Gateway MSC
GPS	Global Positioning System
HLR	Home Location Register

IMEI	International Mobile Equipment Identity
LAC	Location Area Code
LAPD	Link Access Protocol on the D channel
MCC	Mobile Country Code
MIC	Modulation par Impulsion et Codage
MNC	Mobile Network Code
MS	Mobile Station
MSC	Mobile Switching Center
MTC	Mobile Terminal Call
NCC	Network Color Code
NSS	Network Subsystem
NCC	Network Color
OMERT	Office Malgache d'Etude et de Régulation de Télécommunication
OSS	Operation Sub-System
OMC	Operation and Maintenance Center
PC	Personal Computer
PLMN	Public Land Mobile Network
PSTN	Public Switched Telephone Network
QoS	Quality of Service
RI	Ring Indicator
RNIS	Réseau Numérique a Intégration de Service
RSSI	Received Signal Strength Indication
RTPC	Réseau Téléphonique Publique Commuté
RTS	Request To Send
SCH	Synchronization CHannel
SDCH	Stand-alone Dedicated CHannel
SIM	Subscriber Identity Module
SS7	Signalisation Sémaphore n°7
TDMA	Time Division Multiple Access
TCH	Traffic Channel
TA	Timing Advance
TS	Time Slot

UIT	Union Internationale des Télécommunications
UTM	Universal Transverse Mercator
VLR	Visitor Location Register

INTRODUCTION GENERALE

Durant ces dernières années, la téléphonie mobile a été sans doute le secteur le plus dynamique, le plus rentable et le plus innovant de toute l'Industrie des Télécommunications. Avec l'essor rapide qu'elle connaît, elle s'impose de plus en plus comme le moyen le plus privilégié de communication et conquiert davantage de parts de marché en ciblant tous les profiles de consommateurs. Le développement des technologies utilisées, les services et applications offertes par le mobile ont contribué à la création d'un environnement propice à la concurrence incitant ainsi les opérateurs à se soucier de la qualité de leurs prestations et des performances de fonctionnement de leurs réseaux et infrastructures. Il s'avère donc que la qualité, dans ce domaine comme dans beaucoup d'autres, constitue une source importante de différenciation, à moyen terme, sans doute aussi déterminante que le prix du service fourni ou l'étendue de la couverture. Le maintien et le suivi de cette qualité nécessitent l'observation permanente de l'état de fonctionnement du réseau et de toutes les performances réalisées et par conséquent, l'utilisation d'outils d'ingénierie adaptés.

La concurrence entre les opérateurs fait que le marché des télécommunications est un marché très dynamique où le seul moyen d'intéresser le client est de lui offrir sans cesse de nouveaux services avec la meilleure qualité possible. Ainsi, offrir une diversification des services avec une qualité supérieure est devenu le souci permanent des opérateurs mobiles présents sur le marché.

Le contrôle de la qualité du réseau comprend la vérification de la couverture assurée par l'opérateur, la facilité d'accès au service et en dernier lieu, la qualité de la communication et ceci dans différents points du territoire supposé couvert par le réseau de l'opérateur.

Mesurer la qualité d'un réseau mobile est basé essentiellement sur la collecte des données à propos du comportement du réseau, surtout de la partie radio dans différents points de l'espace.

En effet, les techniciens des réseaux radio mobiles, lors d'une campagne de mesure, se déplacent muni d'un mobile pour collecter des données sur la qualité du réseau et d'un logiciel d'évaluation de la qualité de couverture permettant de rassembler et faire correspondre les paramètres enregistrés, de les visualiser sur écran et de les enregistrer. Ceci permet à l'ingénieur de constater l'état et la qualité du réseau sur place et lui offre la possibilité de faire des analyses des séquences de mesures enregistrées en offline pour mieux tirer les conclusions adéquates. Ce logiciel est l'objet de ce sujet de mémoire de fin d'étude.

Rapport-Gratuit.com

Dans ce mémoire, nous présenterons dans un premier chapitre un aperçu général sur les réseaux GSM : l'architecture ainsi que les différentes interfaces. Ensuite, nous donnerons un aperçu de l'interface radio en détaillant sa structure et les principaux canaux logiques. Nous terminerons ce chapitre par la présentation les différents mécanismes de gestion de cette interface.

Dans un deuxième chapitre, nous exposerons l'importance de gestion de performance dans les réseaux GSM tout particulièrement de la partie radio. Nous commencerons par donner la définition de la qualité de service dans les réseaux mobiles, nous enchaînerons par détailler les mécanismes d'analyse de cette performance, dans lequel nous mettrons le point sur l'importance des applications d'évaluation de la qualité de couverture.

Nous entamerons dans le troisième chapitre la réalisation de l'outil par les deux premières phases d'analyse des besoins et de conception. Nous donnerons le résultat des recherches et de documentation sur les équipements à utiliser, nous détaillerons par la suite la conception de l'outil. A la fin du travail, nous présenterons le résultat de développement de la solution conçue, et nous exposerons enfin les résultats obtenus lors du test de l'application.

CHAPITRE I
LE RESEAU GSM ET L'INTERFACE RADIO

1.1 Introduction

Le système GSM (Global System for Mobile communications) représente un des succès industriels les plus marquants de ces dernières années. Ce système de téléphonie mobile a été standardisé par l'ETSI (European Telecommunication Standards Institute) et représente, de nos jours, l'essentiel des réseaux radio mobiles dans le monde.

La transmission radio de GSM est assurée par l'interface radio (*air interface*).Vu la rareté de la ressource radio, ses concepteurs se sont concentrés sur une utilisation optimale de la bande de fréquence qui leur serait allouée. Et de ce fait, l'interface radio du système en constitue la principale originalité. Mais comme souvent, l'optimisation a débouché sur une complexité accrue : l'interface radio représente le maillon faible de la chaîne de transmission reliant un utilisateur mobile au réseau.

C'est sur cette interface que le système doit faire face aux différents problèmes que pose le médium radio (atténuation, évanouissement rapides, interférences). Pour renforcer ce maillon, il faut prévoir un certain nombre de fonctions de contrôle de natures variées pour que le mobile se rattache à une station de base favorable, pour établir une communication, surveiller son déroulement et assurer des commutations de cellules en cours de communication (*handover*).

1.2 Le concept cellulaire

Le concept cellulaire constitue le fondement de base des réseaux radiomobiles : La zone desservie par un opérateur est divisée en cellules alimentées à partir d'une station de base.

Ce concept présente une multitude d'avantages, tout d'abord, l'utilisation du concept cellulaire permet d'ajuster les ressources radio à la demande en trafic. Le principe se traduit par des zones urbaines à forte concentration de BTS (Base Transceiver Station) couvrant des petites cellules et des zones rurales à faible concentration de BTS couvrant des cellules de grande taille.

Ensuite, ce concept présent l'intérêt de faciliter l'application du principe de réutilisation de fréquences. En effet l'opérateur téléphonique est restreint à un nombre limité de fréquences pour couvrir l'ensemble du réseau, ce qui rend nécessaire la réutilisation du spectre radio mainte fois tout en prévenant les situations d'interférences entre les ondes radio [1].

Le réseau parvient alors à gérer un grand nombre de communications simultanées beaucoup plus important que le nombre de fréquences disponibles.

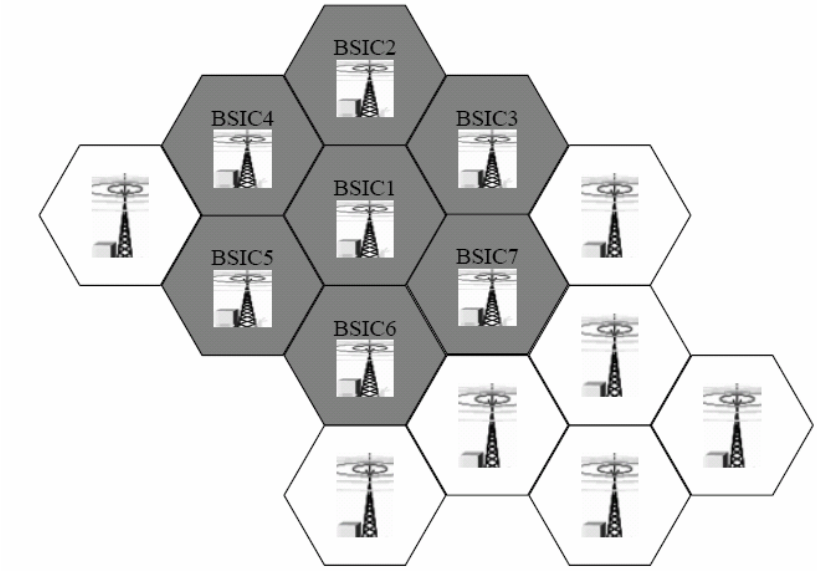


Figure 1.01 : *Exemple théorique de couverture cellulaire (motif à 7 cellules)*

Une cellule représente l'ensemble des points du territoire couvert par une même BTS et où le signal émis par cette BTS est le plus fort. Chaque cellule est identifiée par un BSIC (Base Station Identity Code). Le mobile est toujours connecté à la BTS la plus proche de point de vue radio. On parle alors de BTS "meilleure serveuse".

1.3 Architecture du réseau GSM

Le réseau GSM est composé de plusieurs entités, lesquelles ont des fonctions et des interfaces spécifiques. La figure suivante montre les différentes couches du réseau GSM. Ce dernier peut être divisé en 4 parties :

- Le Mobile (MS)
- Le sous-système radio (BSS)
- Le sous-système réseau (NSS)
- Le centre de gestion du réseau (OSS)

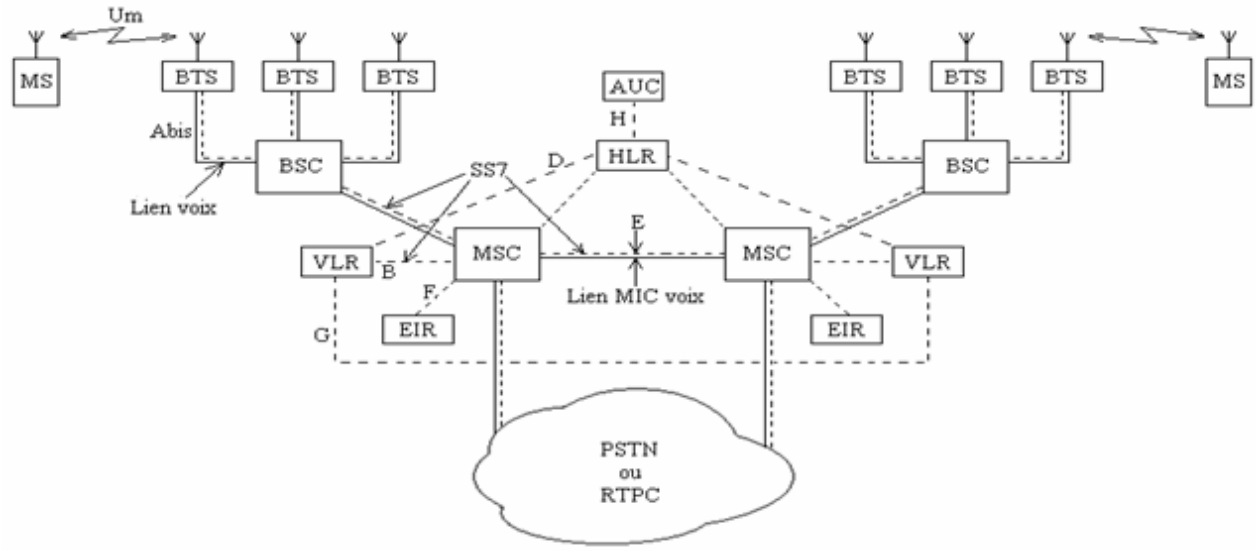


Figure1.02 : *L'architecture du réseau GSM*

1.3.1 Le Mobile Station

Le Mobile Station (MS) est un équipement terminal muni d'une carte SIM (Subscriber Identity Module). Le numéro IMEI (International Mobile Equipment Identity) définie l'identité de chaque MS. Ces terminaux ont de sensibilité qui est égale à -102 dBm. Chaque MS admet de puissance maximale suivant sa classe (1 à 5) et suivant la bande utilisée.

La carte SIM (Subscriber Indentity Module) est une carte à puce disposant d'un système d'exploitation et d'un système de fichiers. Les fichiers permettent de contenir un certain nombre d'informations propres à l'opérateur et des informations propres à l'abonné.

1.3.2 Le sous-système radio

Le sous-système radio ou BSS (Base Station Sub-system) contrôle les liaisons radio qui s'établissent avec le téléphone portable. Le sous-système radio comprend 2 parties :

La première, appelée station de base ou BTS (Base Transceiver Station), consiste en un ou un ensemble d'émetteurs-récepteurs et leurs antennes. Généralement, une BTS est associée à une cellule et est située au centre de celle-ci. La BTS est un élément de base du système cellulaire de téléphonie mobile GSM. Schématiquement, elle est composée essentiellement d'un élément d'interface avec la station la contrôlant qui est le BSC (Base Station Controler), d'un émetteur/récepteur (transceiver, TRX) et d'une antenne : elle forme ainsi une cellule (base du maillage du réseau) [2].

Un TRX est un émetteur récepteur qui gère une paire de fréquences porteuses (une en voie montante, une en voie descendante). On peut multiplexer jusqu'à 8 communications simultanées sur un TRX grâce à la technique d'accès multiple TDMA (Time Division Multiple Access).
En théorie, la capacité maximale d'une BTS est de 16 TRX (en mode Full Configuration). Ainsi, elle peut gérer jusqu'à 128 communications simultanées. Mais cette limite n'est jamais atteinte en pratique.
Dans les zones rurales, le rôle de la BTS est d'assurer une couverture. Elle est donc généralement réduite à un nombre limité de TRX. Dans les zones urbaines, la BTS doit assurer une couverture mais également écouler un trafic conséquent. Elle peut donc être équipée de 2 à 9 TRX. Le terme Sxyz signifie que la cellule possède x nombre de TRX pour le secteur à faible azimut, y nombre de TRX pour le secteur à moyen azimut et z nombre de TRX pour le secteur à plus grande valeur d'azimut.
Afin d'écouler plus de trafic, les opérateurs préfèrent augmenter le nombre de BTS plutôt que d'augmenter le nombre de TRX par BTS. Ainsi, les interférences entre canaux utilisant les mêmes fréquences sont limitées. Il s'agit aussi de réduire la taille de la cellule.
De nos jours, la puissance d'un TRX varie de 40 à 60 W. Pour atteindre une puissance supérieure à cette limite (ex 80 W), il faut modifier les câblages.
La seconde partie est le contrôleur de station de base (BSC – Base Station Controler) dont le rôle est de gérer les ressources radio (configuration des canaux, transfert intercellulaire) d'une ou plusieurs stations de base (BTS). C'est l'organe intelligent du BSS. La BSC commande l'allocation des canaux. Elle utilise les mesures effectuées par la BTS pour contrôler les puissances d'émission du mobile et/ou de la BTS. C'est la BSC qui prend la décision de l'exécution du handover.

1.3.3 Le sous-système réseau

Le rôle principal du sous-système réseau ou NSS (Network SubSystem) est de gérer les communications entre les abonnés et les autres usagers qui peuvent être d'autres abonnés, des usagers sur le réseau RNIS (Réseau Numérique a Intégration de Service) ou des usagers de réseaux téléphoniques fixes.
Ce sous-système se compose de :

- Commutateur de service mobile (MSC - Mobile Switching Center),
- . Commutateur d'entrée de service mobile (GMSC-Gateway MSC),

- Registre des abonnés locaux (HLR – Home Location Register),
- . Base de donnée tampon (VLR – Visitor Location Register),
- Centre d'authenticité (AuC – Authentication Center),
- Registre d'identification d'équipement (EIR – Equipement Indentity Register).

1.3.4 Les interfaces

On appelle interface un lien entre 2 entités. L'interface Air (ou Um) est supportée par la liaison radio mobile et BTS alors que les interfaces Abis et Ater sont supportées par des liaisons hertziennes, filaire cuivre ou optique établissant des liens au débit multiples de 2Mbits/s. Il est préférable d'utiliser des fibres optiques entre des MSC (s'il y a plusieurs MSC).
Les protocoles de signalisation sont adaptés aux contraintes de ces interfaces. Notons que les impédances des équipements en téléphonie sont normalisées à 120 Ω pour avoir l'adaptation en impédance.

Nom	**Localisation**	**Utilisation**
Um	MS vers BTS	Interface radio
Abis	BTS vers BSC	Contrôle de la signalisation et transmission de commandes des opérations et des maintenances
Ater	BSC vers Transcoder	Véhicule les TS pour la signalisation SS7 entre le BSC et le MSC à travers le TC
A	Transcoder vers MSC	Transport du trafic et des données de signalisation
C	GMSC vers HLR	Interrogation HLR pour appel entrant
	SM-GMSC vers HLR	Interrogation HLR pour message court entrant
D	VLR vers HLR	Gestion des informations d'abonnés et de localisation
	VLR vers HLR	Service supplémentaire
E	MSC vers SM-GMSC	Transport des messages courts
	MSC vers MSC	Exécution des handovers
G	VLR vers VLR	Gestion des informations d'abonnés
F	MSC vers EIR	Vérification de l'identité du terminal
B	MSC vers VLR	Vérification de la localisation du terminal
H	HLR vers AUC	Echange des données d'authentification

Tableau 1.01 : *Liste des interfaces dans un système GSM*

1.4 L'interface radio élaborée Um

La transmission radio est assurée par l'interface Radio (Um), la partie la plus complexe et sophistiquée dans le système. Les principales caractéristiques de cette transmission radio sont :

- la méthode d'accès multiple (TDMA avec saut de fréquence)
- la largeur des canaux fréquentiels
- le nombre d'utilisateurs par porteuse
- les éléments de la chaîne de transmission (modulation, codage, entrelacement…)

Les fréquences utilisées sont données dans le tableau qui suit [1]:

	GSM	**DCS**
Bande de fréquence	890-915 Mhz Uplink	1710-1785 Mhz Uplink
	935-960 Mhz Downlink	1805-1880 Mhz Downlink
Nombre d'intervalles de temps par trame TDMA	8	
Ecart Duplex	45 Mhz	95 Mhz
Occupation spectrale	200 khz	
Rapidité de modulation	271 kbauds	
Débit de la parole	13 kbps (5,6 kbps)	
Débit maximal des données	12 kbps	
Accès multiple	FDMA et TDMA	
Rayon des cellules	0,3 à 30 km	0,1 à 4 km
Puissances des terminaux	2 W (8W)	1w

Tableau 1.02: *Les interfaces radio élaborées*

1.4.1 Le partage des ressources radio

1.4.1.1 Le partage en fréquence (FDMA)

La bande autorisée à chaque opérateur est divisée en canaux fréquentiels de largeur 200 kHz. Ces fréquences sont allouées de façon fixe aux différentes BTS et s'appellent ARFC (Absolute Radio Frequency Channel). Il faut veiller à ce que 2 BTS voisines n'utilisent pas des porteuses proches.

Chaque porteuse est identifiée par son ARFCN (Absolute Radio Frequency Channel Number) codé sur 10 bits où la fréquence f (en MHz) de la voie descendante est donnée dans l'analyse spectrale suivant [3] :

Voies descendante :

	Fmin(MHz)	Fmax(Mhz)
GSM	935+(0,2x1)=9,32,2	935+(0,2x124)=959,8
DCS	1805+[0,2x(512-512)]=1805,2	1805,2[0,2x(885-512)]=1879,8

Voies ascendante :

	Fmin(MHz)	Fmax(Mhz)
GSM	932,2-45=887,2	959,8-45=914,8
DCS	1805,5-45=1760,2	1879,8-45=1834,8

Tableau 1.03: *L'analyse spectrale de l'interface Um*

1.4.1.2 Le partage en temps (TDMA)

Chaque porteuse est divisée en intervalles de temps ou timeslots (TS). La durée d'un slot en GSM est fixée à 75/130 ms soit environ 0,5769 ms. Le slot accueille un élément de signal radioélectrique : le burst. Le TDMA permet à différents utilisateurs de partager la même fréquence.

Par porteuse, les timeslots sont regroupés par 8 (multiplexage de 8 canaux physiques). En TDMA, la durée de la trame TDMA = 8 Tslot= 4,6152 ms. A chaque utilisateur en communication est alloué un slot par trame TDMA.

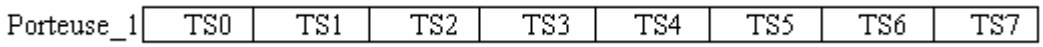


Figure 1.03 : *Porteuse et timeslot*

Les trames générées par une BTS dans le sens descendant sont synchronisées et les trames du sens montant ont un retard de 3 slots. Cela permet aux mobiles d'émettre et de recevoir sur le même slot distinctement.

Parmi toutes les fréquences porteuses composant une cellule, il existe une seule fréquence balise (voix descendante) qui sert notamment à diffuser un ensemble d'informations relatives à cette cellule. Tous les mobiles raccrochés à cette cellule reçoivent cette information. Cette information est primordiale pour la mesure radio.

Le TS 0 de la fréquence balise est réservé à la diffusion (BCCH). Certains timeslots peuvent être réservés à la signalisation, mais sont surtout alloués aux utilisateurs (TCH).

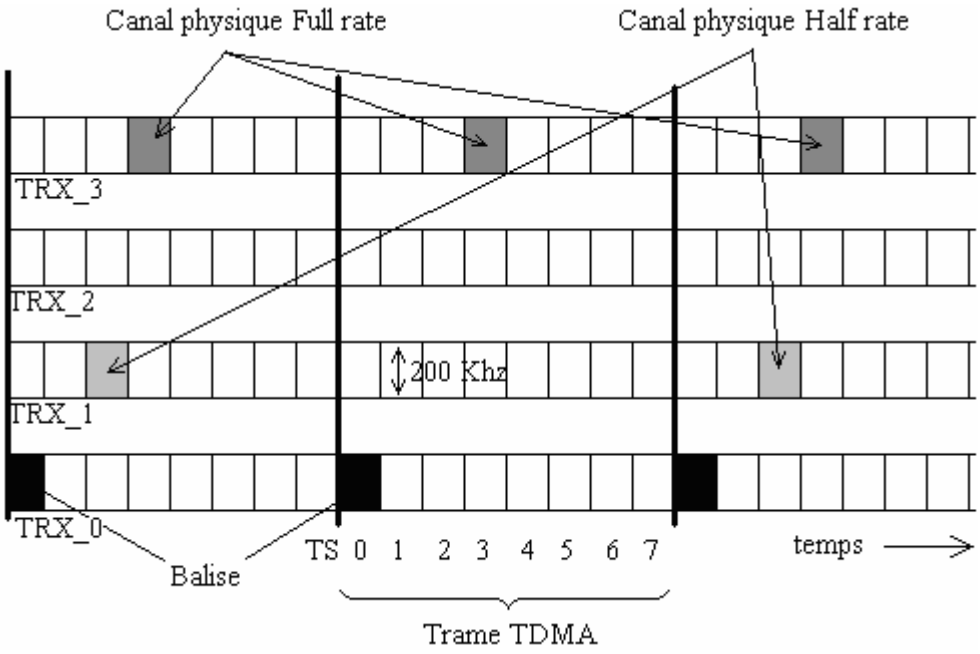


Figure 1.04 : *Accès multiple d'une cellule à 4 porteuses*

Chaque utilisateur utilise 1 slot par trame TDMA. Le «canal physique» utilisé à la communication est donc la répétition périodique d'un slot dans la trame TDMA sur une fréquence particulière (FDMA).

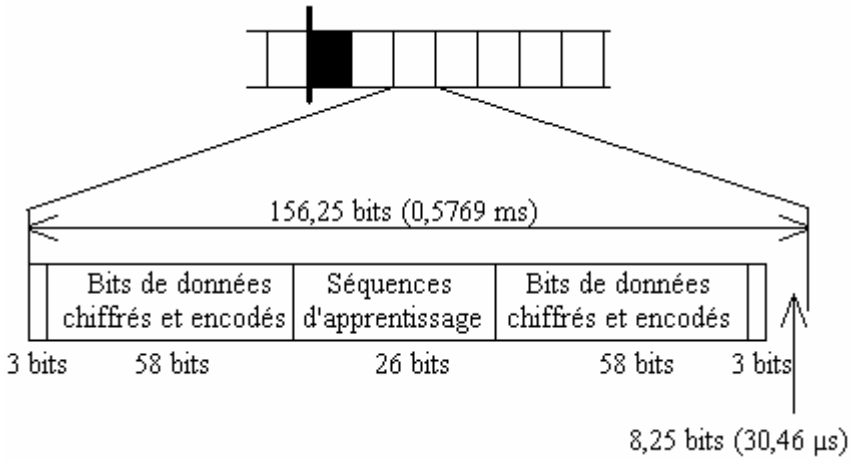


Figure 1.05 : *Format d'un Burst*

On peut donc dire que

Slot = Burst + Période de garde (30,46 µs)

1.4.2 La répartition de l'OMERT

Deux plans de fréquences sont utilisés en GSM : un plan à 900 Mhz et un plan à1800 Mhz [2]. Le Plan à 900Mhz comporte 124 canaux radio et le plan à 1800 Mhz renferme 375 canaux. Comme trois opérateurs disposent d'une licence d'exploitation d'un réseau GSM à Madagascar, l'OMERT (Office Malgache d'Etude et de Régulation de Télécommunication) est chargé de la répartition des droits d'utilisation des fréquences afin d'éviter les brouillages inter-opérateur.

Tous les pays exploitant la norme GSM disposent de ces 2 plans de fréquences, ce qui contraint les opérateurs à négocier la répartition de ces fréquences afin d'éviter les perturbations radioélectriques transfrontalières.

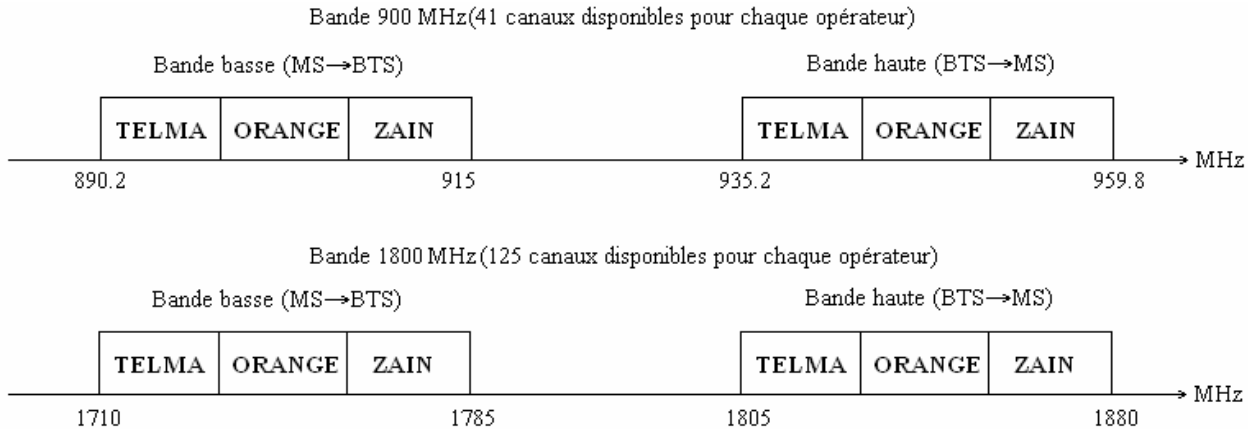


Figure 1.06: *Distribution des fréquences GSM à Madagascar (Interface Um)*

1.4.3 Affectation des Canaux radio

L'affectation des canaux sur les BTS respecte une répartition très rigoureuse afin d'obtenir la meilleure couverture radio sans perturbation. Ainsi, les BTS géographiquement adjacentes se verront affecter des canaux différents pour afin de parer à tout risque de brouillage entre les BTS elles-mêmes. Dans ce cas, on doit tenir compte du BSIC, du BCCH et du LAC.

Le LAC (Location Area Code) est une délimitation géographique technique dans le réseau. La mise en place des LAC a pour but d'améliorer l'accès au réseau en diminuant les charges en Paging (paging : recherche de l'emplacement géographique d'un MS).

Les avantages sont :

- la minimisation du nombre de Location Update sur le réseau

- la diminution du trafic SDCCH des cellules en frontière de LAC : plus la LAC est importante plus le rapport entre le nombre de cellule et la zone de LAC est faible.

Donc malgré le nombre plus important de cellules en zone frontière le trafic SDCCH est diminué.

- les ressources SDCCH des BSC sont moins sollicitées.

- la simplicité de gestion des zones.

- le Paging en cas de MTC (Mobile Terminal Call) ou appel entrant est donc extrêmement diminué.

Les ressources en paging des BSC et du MSC sont économisées. Mais il y a aussi des inconvénients comme :

- le nombre de Paging est nettement plus important.

- les cellules en zones frontières sont à optimiser finement, ainsi les paramètres de Cell Reselect Hysteresis et d'AGCH sont à étudier précisément.

- les ressources SDCCH des cellules et du BSC sont beaucoup plus sollicitées, ce qui peut provoquer une congestion importante sur des cellules déjà fortement sollicitées.

- le nombre de HO Inter LAC est beaucoup plus important ce qui implique une sollicitation du MSC sur la gestion des HO inter BSC. Le nombre de Location Update devient plus important.

Parmi les fréquences affectées à une BTS, une fréquence particulière appelée fréquence BCCH (Canal de diffusion et de Contrôle) permet au mobile:

- de détecter l'existence de la couverture radio GSM (diffusion) lorsque le mobile est sous tension sans communication (état de veille) et par conséquent de mettre à jour sa localisation sur les bases de données du réseau (VLR/HLR)

- d'établir une communication

- de prolonger une communication en changeant de BTS en cours de communication sans être couper (fonction Handover).

La diffusion du BCCH sur la zone géographique choisie par l'architecte réseau est donc primordiale car elle conditionne le bon fonctionnement du réseau. On veille donc tout particulièrement à respecter scrupuleusement le raccordement des Jumpers en fonction de l'attribution des fréquences à la BTS et à la zone géographique (cellule ou secteur) à laquelle elle est associée.

En effet toute erreur à ce niveau, engendrera des disfonctionnements importants (non qualité) perçus par l'utilisateur sous forme de non couverture (absence réseau) et de coupures en cours de communication ce qui est inacceptable sur le réseau.

Avec le BTS, l'interface radio est le responsable du:

- partage en fréquence (canaux fréquentiels de 200 KHz)
- partage en temps (slot de durée 0,5769 ms)
- saut de fréquence (allocation d'un même numéro de slot mais sur des fréquences différentes)
- duplexage (séparation des bandes montantes et descendantes)
- codage de la parole 13 kbps (trames de 20 ms et synthétisation de la voix)
- codes correcteurs d'erreurs (cycliques ou convolutionnels)
- contrôle de puissance
- entrelacement (rendre aléatoire les positions des erreurs qui arrivent généralement en salves)
- modulation GMSK

1.4.4 Les canaux logiques et les TRX

Dans un secteur, le premier TRX utilise son premier canal en BCCH (indiquant que ce TRX est la balise), en SDCH, en PDCH (pour les GPRS) et ne reste que 5 TCH. Les TRX restants peuvent utiliser chacun leurs 8 canaux en TCH. Rappelons que les TRX non balise peuvent comporter ou non des SDCH.

Il y a deux grandes classes de canaux logiques :

– les canaux dédiés

– les canaux communs.

Un canal logique dédié fournit une ressource réservée à un seul mobile. On lui attribue une paire de slots (montant et descendant) où il est le seul à recevoir et à émettre dans la structure de multitrame. Les canaux dédiés sont duplex. Un canal logique commun est simplex (attribué sur une voie seulement suivant les cas) et partagé par un ensemble de mobiles. Dans le sens descendant, les informations sont diffusées et plusieurs mobiles sont à l'écoute. Ces données peuvent concerner le système dans son ensemble ou un mobile en particulier qui, par exemple, peut recevoir un appel entrant. Dans le sens montant, la fonction d'accès multiple est remplie. Chacun peut émettre et les collisions sont résolues par les méthodes classiques de résolution de contention.

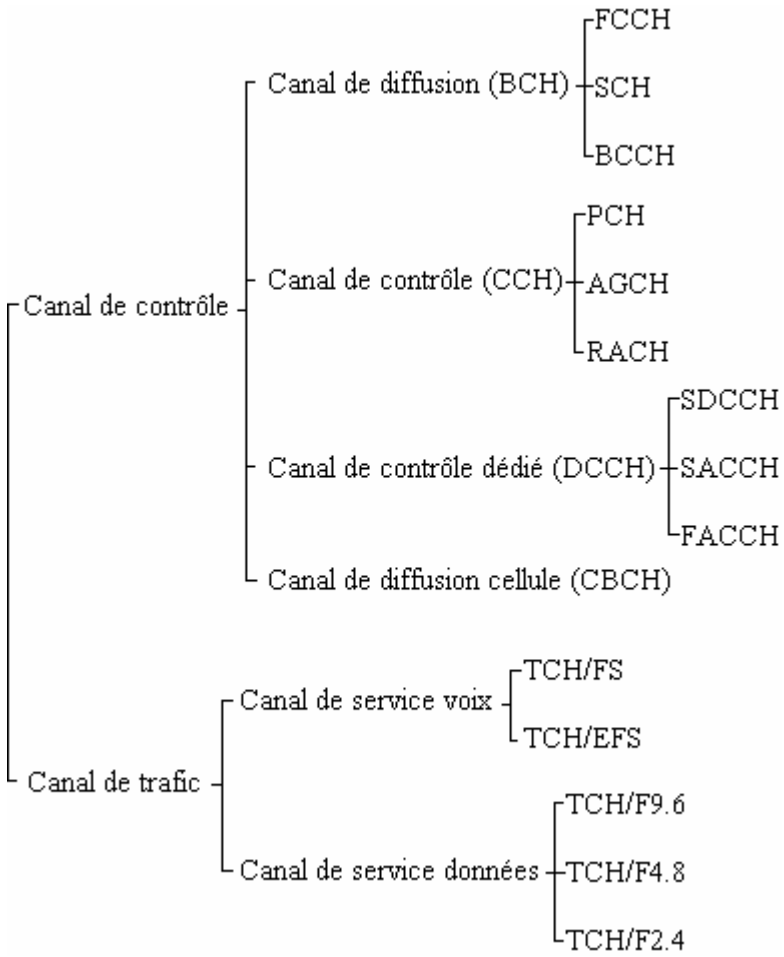


Figure 1 .07: *Classification des canaux logiques*

Ce qui nous importe le plus est la voie balise. C'est une des fonctions primordiales dans un système cellulaire: elle permet au mobile de se raccorder en permanence à la station de base la plus favorable et elle est essentielle pour l'introduction des fonctions clés dans un système radio mobile, à savoir l'itinérance et le *handover*.

La voie balise d'une station de base correspond aux deux éléments suivants :

Une fréquence descendante (ou fréquence-balise) sur laquelle est émis en permanence un signal modulé de puissance constante qui permet aux mobiles de faire des mesures de puissances ;

Un ensemble de canaux logiques en diffusion (regroupés sous le terme Broadcast Channel) implantés sur cette fréquence-balise principalement sur le slot 0.

Les canaux logiques en diffusion permettant à chaque mobile d'accrocher au système local en acquérant les paramètres analogiques et logiques nécessaires.

Il s'agit des canaux suivants :

- FCCH

Le canal FCCH (Frequency Correction CHannel) consiste en un burst particulier émis environ toutes les 50 ms et présent seulement sur le slot 0 de la voie balise. Il correspond à une porteuse pure qui permet au mobile de se caler sur la fréquence nominale de la station de base.

- SCH

Le canal SCH (Synchronisation CHannel) a pour objectif de fournir aux mobiles tous les éléments nécessaires à une synchronisation complète.

Deux niveaux de synchronisation peuvent être distingués :

- La synchronisation fine : aide à la détermination du TA (Timing Advance).
- La synchronisation logique : détermination du FN (Frame Number) entre BTS et MS.

- BCCH

Le canal BCCH (Broadcast Control CHannel) permet la diffusion périodique de données caractéristiques de la cellule. Suivant la nécessité pour le mobile d'acquérir avec rapidité ces informations, elles sont diffusées plus ou moins fréquemment.

1.5 La gestion de l'interface radio

L'interface radio, à cause notamment de ses caractéristiques très fluctuantes, représente l'interface la plus délicate à gérer dans un système radio mobile. Son optimisation doit être effectuée de sorte à atteindre les objectifs suivants :

- Minimiser le niveau d'interférence global,
- Minimiser la puissance utilisée au niveau des mobiles,
- Contrôler le taux d'erreurs des communications.

1.6 Les antennes

1.6.1 Les choix techniques

Les caractéristiques techniques des antennes sont définies par le constructeur. Elles figurent sur le catalogue constructeur. Mis à part le réglage du tilt électrique (lors que celui-ci est réglable) ces caractéristiques sont donc des valeurs fixes et non modifiables. Ce sont [4] :

- la bande de fréquence (MHz)
- le gain (dB_i)
- la polarisation
- l'angle d'ouverture
- le tilt électrique

L'architecte réseau choisit le modèle d'antenne qui correspond le mieux à la couverture radioélectrique qu'il souhaite obtenir. Comme on a vu les avantages de chaque bande de fréquence, les constructeurs proposent des antennes compatibles avec diverses bandes de fréquence. Les opérateurs choisissent les antennes en fonction des caractéristiques techniques des antennes et des contraintes d'installation auxquelles ils sont soumis (poids, encombrement, intégration dans le site etc.…). La norme imposée par OMERT autorise l'utilisation des antennes 900Mhz et 1800MHz compatibles avec les plans de fréquences précédemment présentés.

Parmi les références utilisées, nous trouverons:

- des antennes mono bandes compatibles 900MHz ou 1800 MHz
- des antennes bi bandes compatibles 900 MHz et 1800MHz.

Dans la migration vers le 3G à Madagascar, l'utilisation d'antennes tri bandes est privilégiée sur les sites hébergeant les 2 technologies pour des raisons techniques radio et "génie civil" (charge pondérale sur les supports, discrétion…).

Il n'y a pas d'amplification du signal radio dans une antenne. Le gain d'une antenne est une notion de «gain relatif »à une antenne fictive appelée antenne isotrope. Le gain d'une antenne caractérise son "pouvoir de concentration" vers une zone géographique appelée zone de couverture

Les antennes rayonnent dans le plan horizontal et dans le plan vertical. On rencontre fréquemment le H65 – V5. D'une façon théorique, on a 65° de rayonnement dans le plan horizontale et 5° dans le plan verticale, les deux valeurs sont par rapport à la normale. En effet avec une antenne H65 nous obtiendrons sans aucun problème une couverture pour un secteur de 120°.

En règle générale le plan de rayonnement est perpendiculaire au plan d'installation de l'antenne. Cependant, par construction il est possible d'agir sur cet angle de façon à diriger le plan de rayonnement dans l'axe recherché. On parle alors de Tilt électrique. Le tilt électrique est obtenu par construction même de l'antenne. Il peut être fixe ou réglable selon les modèles d'antennes. Si

l’antenne ne dispose pas de tilt électrique, l’inclinaison sera faite de façon mécanique. La façade l’antenne sera donc inclinée.

1.6.2 Les choix géographiques

L'implantation des sites radioélectriques est le fruit d’une profonde étude technique en fonction des besoins de couverture. Les techniciens choisissent les points hauts existants comme les terrasses d'immeubles et de château d’eau afin d'éviter au maximum des opérations lourdes de génie civil comme la construction d’une structure haut de type pylône pour installer ses antennes.
L'adresse du site correspond à un point géographique précis repérable sur une carte par des coordonnées géographiques (latitude/longitude), voire des coordonnées GPS utilisées par les logiciels de simulation et de prédiction de couverture. Les sous-traitants se doivent donc de réaliser l'installation précisément sur le lieu même de ce point géographique.
La hauteur de l’installation sera aussi le résultat d’une profonde étude. Le principe sera comme l’indique la figure suivante. La couverture est simulée sur un logiciel cadastral tenant compte du relief de Madagascar. L’adresse et la hauteur figurent sur le cahier des charges de la société [2].

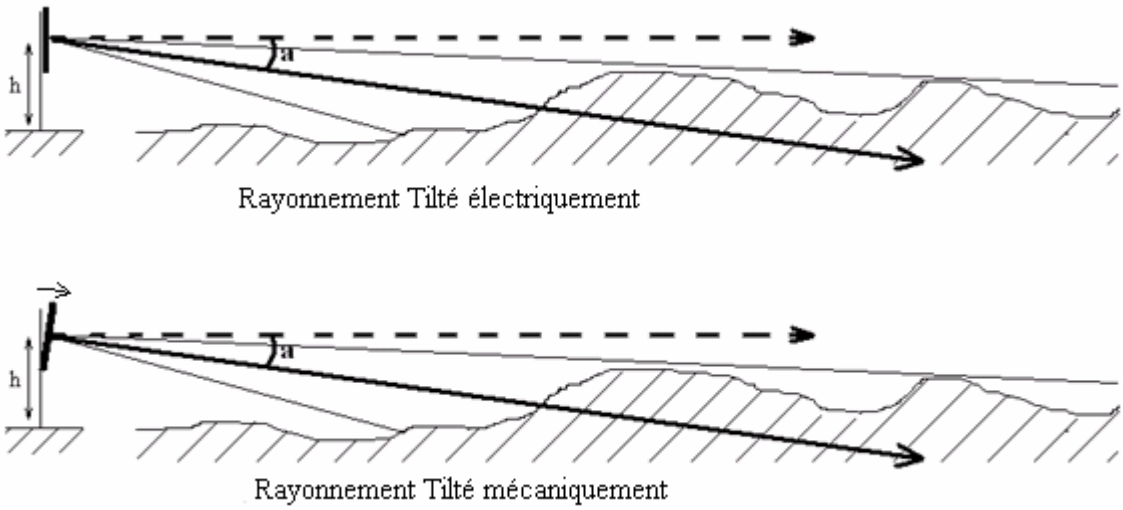


Figure 1.08 : *Le principe du Tilt*

On appelle azimut l'angle de pointage d'une antenne par rapport au nord géographique. L'azimut est un angle toujours positif mesuré dans le sens rétrograde c'est-à-dire dans le sens des aiguilles d'une montre. Pour simplifier la nomination des secteurs d’une cellule, le secteur qui aura la valeur minimale en azimut sera la « Secteur_1 » et ainsi de suite.

Tilt électrique et mécanique se cumulent algébriquement. Ainsi si on utilise une antenne tiltée électriquement d'un angle e et qu'on l'incline mécaniquement d'un angle m, nous obtenons un tilt résultant de e+m. L'utilisation simultanée des tilts électriques et mécaniques ou tilts combinés est couramment utilisée lorsque nous disposons uniquement d'antennes tiltées électriquement et non réglables.

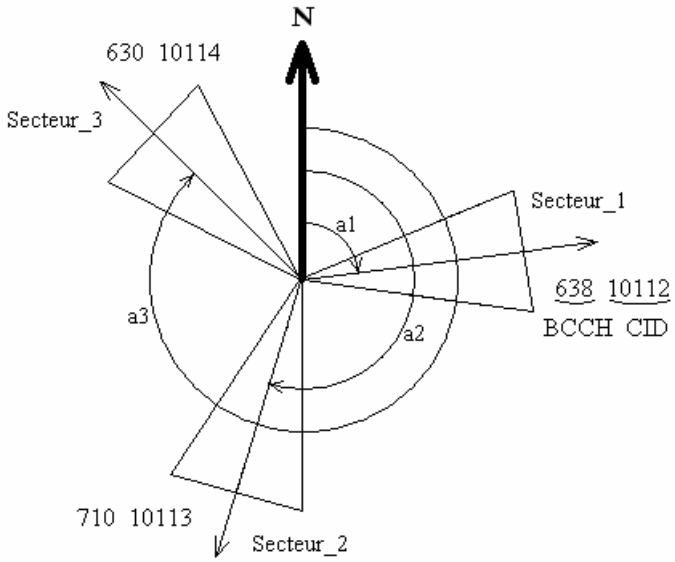


Figure 1.09 : *Positionnement et identification des secteurs*

L'affectation des fréquences radioélectriques étant propres à chaque secteur (ou cellule radio) identifiée par un BCCH particulier. Le CI (Cell Identification) est propre à chaque secteur.

1.7 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons commencé par donner un aperçu sur les réseaux cellulaires, les avantages d'une telle architecture et ses inconvénients, avant d'illustrer l'architecture même du réseau GSM et les différentes interfaces. Notre attention s'est portée tout particulièrement sur l'interface radio, en donnant les différents canaux mis en œuvre, leurs rôles dans la gestion du lien entre le mobile et la BTS. Enfin, nous avons illustré les différentes fonctions mises en œuvre dans la gestion physique du lien radio.

Cependant, ces fonctions ne sont pas suffisantes pour garantir une bonne qualité de service, les opérateurs souciant de leurs pouvoirs concurrentiels doivent mettre un mécanisme leurs permettant de vérifier les performances de leurs réseaux, c'est ce que nous allons illustrer dans le chapitre suivant.

CHAPITRE II
LA QUALITE DE SERVICE

2.1 Introduction

Les caractéristiques fluctuantes de l'interface radio et la nature dynamique de l'environnement du réseau font du design des réseaux radio mobiles une tâche perpétuelle. En effet, l'environnement change du fait même de la variation du trafic, mais aussi de l'introduction de nouveaux services, systèmes ou tarifs par exemple. Il s'agit, des notions de robustesse et d'évolutivité des réseaux qui s'inscrivent alors comme des critères clés et primordiales pour les opérateurs qui deviennent de plus en plus souciant de leurs pouvoirs concurrentiels.

Tout au long du cycle de vie d'un réseau de communication mobile, Il est donc essentiel à l'opérateur de mesurer et de prévoir un mécanisme lui permettant l'évaluation des performances de son réseau ainsi que de toutes ses entités notamment de la partie radio. Dans cette optique, les mesures de performances et d'optimisation ont constitué un processus cyclique.

Ce chapitre présente une vue sur l'analyse des performances des réseaux radio mobiles et recense l'importance des mesures de drive test dans le processus d'optimisation de ces performances avant de présenter le principe de ces mesures.

2.2 La définition de la qualité de service dans le réseau GSM

La recommandation E-800 de l'UIT (Union Internationale des Télécommunications) définit la qualité de service QoS (Quality of Service) par « l'Effet global produit par la qualité de fonctionnement d'un service qui détermine le degré de satisfaction de l'usager d'un service » [5]. Le QoS comporte l'opérabilité de service, l'accessibilité au service, le maintien du service, etc.

La qualité de service dans le réseau GSM est l'effet global produit par la qualité de fonctionnement de ses services. Elle détermine un degré de satisfaction de l'usager de ces services. Pour permettre une QoS acceptable, il y a plusieurs critères à ajuster, dont les plus importants sont :

- La couverture : la détection de ce problème s'explique par l'inexistence des barrettes sur l'écran du terminal, ainsi, ce problème ne peut pas être détecté par le système mais évalué par les plaintes des abonnées et par les mesures radio, les actions peuvent être : une diminution dans le nombre des sites, mauvaise configuration du réseau (position des sites,

types d’antennes, direction et hauteur), problèmes d’installation (pertes des puissances dans les câbles) ou problèmes de maintenance,

- Le taux d’appels réussis : la diminution de cette valeur implique que les utilisateurs ne peuvent pas établir une communication, ce problème est évalué par l’opérateur grâce aux mesures radio. Les actions de l’échec d’établissement d’appels s’expliquent par : le niveau d’accès minimum dans la cellule, l’incohérence entre dimensionnement des ressources et trafic réel, l’interférence et par la mauvaise couverture radio.
- La qualité de la voix : qui s’explique par la mauvaise qualité de communication, l’opérateur évalue ce problème par les mesures système et par les analyseurs de la qualité vocale, les causes de dégradation de la qualité de la voix sont : les interférences externes, les interférences co-canal ou sur canal adjacent, la hors couverture, la mauvaise installation, le réseau de transmission et la qualité des terminaux.
- Les coupures d’appels : la coupure de communication peut être due à : la mauvaise couverture, les interférences, les problèmes de handover, l’ajustement local des paramètres de handover et les batteries du mobile.

2.3 Concepts de la QoS dans le réseau GSM

La qualité de service dans le réseau GSM est l'effet collectif produit par la qualité de fonctionnement de ses services. Elle détermine un degré de satisfaction de l'utilisateur de ces services. Pour garantir une QoS acceptable, il y a plusieurs critères à ajuster, ces critères diffèrent selon qu'ils soient considérés par l'opérateur ou par l'utilisateur :

2.3.1 Côté opérateur

Côté opérateur, la couverture ne peut être évaluée via l'étude des données système. L'opérateur détecte généralement ce genre de problèmes à partir des plaintes des abonnés et de l'analyse de mesures radio faites sur le terrain (Mesures Drive test). Le taux de coupure des appels ainsi que le taux d'appels réussis sont, par contre, des données qui peuvent être déduites à partir des mesures systèmes (Mesures OMC). Pour estimer la qualité de la voix, on peut combiner les données issues des mesures radio, les données issues des mesures système et les résultats que nous délivrent les analyseurs de la qualité vocale.

2.3.2 Coté utilisateur

Les critères les plus courants suivant lesquels un abonné peut juger la qualité de service sont :

- La couverture : indiquée par les barrettes affichées sur le mobile. La qualité de la couverture est le critère le plus trivial à partir duquel l'abonné peut estimer la qualité du réseau.
- L'établissement d'appel : l'échec de l'établissement d'appel ou une longue durée d'établissement d'appel pénalisent le service offert par l'opérateur.
- La qualité vocale : les conditions de propagation radio et les handovers doivent être transparents aux abonnés et ne doivent pas influer sur la qualité vocale de la communication.
- Les coupures d'appel (Call Drop) : c'est un phénomène qui gène beaucoup les abonnés. En fait, il vaut mieux échouer à établir un appel que couper l'appel en pleine communication.

Ces critères sont perceptibles par les abonnés et le moindre défaut peut causer leurs insatisfactions. Il est donc impératif de soigner ces paramètres en résolvant les problèmes qui les génèrent, s'il y en a, et en essayant de les éviter en bien dimensionnant les divers paramètres du réseau.

2.4 Indicateurs de QoS GSM

L'analyse des indicateurs permet le suivi de la qualité de service. En effet, ces indicateurs permettent la localisation des anomalies dans le réseau et par la suite, l'identification des causes de ces problèmes afin d'adopter les actions correctives nécessaires

Il y a deux types d'indicateurs :

- Les indicateurs globaux : Ils résument l'efficacité de tout le réseau. Ils sont employés pour la quantification globale du réseau, pour l'estimation de l'impact d'une mauvaise qualité sur le client et permettent aussi la comparaison entre les réseaux (concurrence...),
- Les indicateurs intermédiaires : Ils nous renseignent sur l'efficacité des services intermédiaires du réseau, et par conséquent, ils impliquent les indicateurs globaux. Ces indicateurs permettent : la détection, l'identification et la localisation des problèmes dans le réseau, ainsi que l'identification des causes.

2.5 Le paramètre RXQuality

Le RXQuality ou tout simplement RXQual est un paramètre traduisant la qualité du signal en termes de taux d'erreur binaire, BER (Bit Error Rate), mesuré uniquement à l'état dédié et sur la cellule serveuse, codé sur trois bits et prend des valeurs entre 0 et 7.

2.5.1 Bit Error Rate

La correspondance entre les valeurs de Bit Error Rate (BER) et de RXQual est donnée par le tableau suivant :

RXQual	BER
0	<0,2%
1	0,2%<BER<0,4%
2	0,4%<BER<0,8%
3	0,8%<BER<1,6%
4	1,6%<BER<3,2%
5	3,2%<BER<6,4%
6	6,4%<BER<12,8%
7	12,8%<BER

Tableau 2.01 : *Tableau de correspondance BER-RXQual*

La correspondance entre RXQual et l'appréciation de la qualité dépend des choix de l'opérateur, le tableau suivant donne un exemple de convention de qualité de service.

RXQual	Qualité de la zone couverture
0 --> 2	Très bonne
2 --> 4	Bonne
4 --> 6	Assez bonne
6 --> 7	Mauvaise

Tableau 2.02 : *Exemple de convention de qualité de services*

2.5.2 Frame Erasure Rate

Alors le Frame Erasure Rate (FER) est un indicateur de niveau de qualité spécifique au taux de rejet de trame. Dans le tableau suivant nous présentons la correspondance entre le FER et le RXQual.

RXQuality	FER
0	<4,5%
1	4,5%<FER<8,5%
2	8,5%<FER<12,5%
3	12,5%<FER<16,5%
4	16,5%<FER<20,5%
5	20,5%<FER<24,5%
6 et 7	>24,5%

Tableau 2.03 : *Tableau de correspondance FER-RXQual*

2.6 Le paramètre RXLevel

Le niveau du champ RXLevel ou RXLev consiste à mesurer sur la voie balise BCCH, le niveau de champ RxLev reçu par le mobile. Une mesure de niveau de champ est en effet faite immédiatement après chaque tentative d'accès au réseau.

La correspondance entre Rxlev et l'appréciation de la couverture dépend des choix de l'opérateur comme le montre le tableau suivant :

RXLevel	Appréciation
-82 dbm<RX Level<-25 dbm	Indoor
-92 dbm<RX Level<-82 dbm	Indoor Window
-102 dbm<RX Level<-92 dbm	Outdoor
RX Level <-102dbm	Pas de service

Tableau 2.04 : *Tableau de correspondance RXLevel-Appréciation*

Indoor : le MS reçoit du signal de façon optimale même dans un appartement

Indoor Window : le MS doit se trouver à la proximité d'une fenêtre pour avoir une bonne réception

Outdoor : le MS n'a une bonne réception que dans la cour

La figure suivante montre la relation qui existe entre le niveau de champs reçu et la qualité de la communication. On remarque que si le niveau de champs est très dégradé, la qualité est aussi très faible.

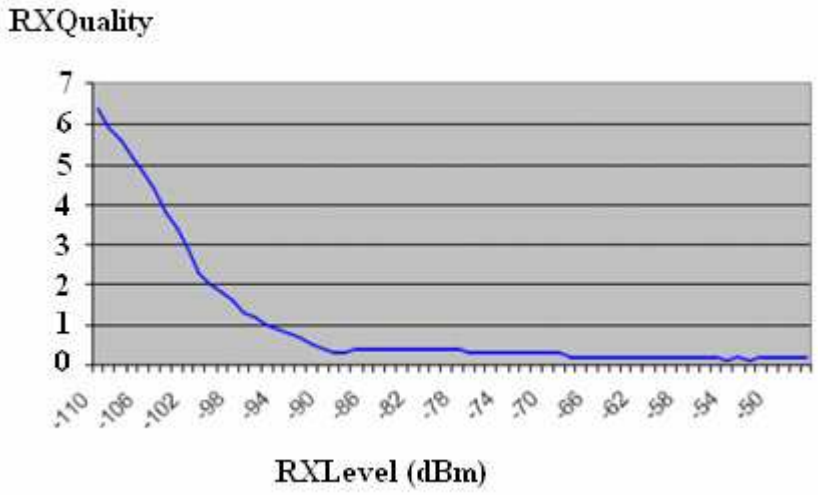


Figure 2.03 : *Correspondance entre la qualité de la réception et le niveau de champ reçu*

2.7 Les paramètres radio

L'ajustement des paramètres de travail est une tâche essentielle lors de la mise en exploitation du réseau. Elle permet l'activation ou la désactivation de certaines fonctionnalités pour le maintien de la qualité et l'optimisation du réseau.

Il y a deux types de paramètres [6] :

- Les paramètres constructeurs (ou fournisseur d'équipement) : Ce sont des paramètres système (activation de certaines fonctionnalités telles que le chiffrement, le contrôle de puissance...) préconisés par le constructeur et sont, aussi, relatifs à l'équipement (version de logiciel...),
- Les paramètres ingénierie : Ces paramètres sont à l'initiative des opérateurs. Ils sont modifiés au niveau de l'OMC. L'optimisation de ces paramètres est un processus délicat mais une tâche essentielle pour le maintien de la qualité de service acceptable surtout suite à des modifications de certaines fonctionnalités ou services.

Il y a plusieurs paramètres logiques, mais les plus important parmi eux et qui agissent directement sur la QoS, sont :

- RXLEVEL_ACCESS_MIN : Il définit le niveau de puissance minimale requis lors de l'accès à une cellule donnée, il permet l'ajustement de la surface de la cellule. Ce paramètre joue un rôle important dans l'ajustement de la charge de trafic dans une cellule. Ainsi, si la cellule est très congestionnée une augmentation de valeur de ce paramètre permet la diminution de sa zone de service (délimiter le nombre des utilisateurs qui peuvent accéder à cette cellule) et si la cellule elle n'est pas congestionnée, elle va augmenter sa zone de service par diminution de la valeur de

RXLEVEL_ACCESS_MIN (augmenter le nombre d'abonnées qui peuvent accéder à cette cellule), mais en contre partie, l'augmentation de la zone de service de la cellule va engendrer des problèmes d'interférences, et par la suite, une dégradation de la qualité de service. Une modification de 3 dB de la valeur de RXLEV_ACCESS_MIN correspond à 21% du rayon de la cellule et 46% de sa surface.

- L_RXLEVEL_XX_H (XX=DL ou UP) : ce paramètre présente le seuil de déclenchement de handover sur les deux liens (DL ou UP), suite à l'affaiblissement du niveau de champ sur ces deux liens. Le RXLEVEL_XX_H permet le déclenchement de handover le plus proche possible de la bordure de la cellule, dans le cas où il n'y a, ni un trou de couverture, ni d'interférences à l'intérieur de cette cellule. L'augmentation de la valeur de ce paramètre diminue le nombre d'exécution des handovers, et par la suite, attente de déclenchement du handover jusqu'à la dégradation de la qualité de communication. Par contre, une diminution de la valeur de ce paramètre entraîne une augmentation du nombre du handovers ping-pong, valeur par défaut comprise entre -101 dB et –110 dB.
- L_RXQUAL_XX_H (XX=DL ou UP) : c'est le paramètre qui spécifie le seuil de déclenchement du handover sur qualité sur l'un des deux liens (DL ou UP). Il maximise la qualité de communication et minimise le taux de handover suite, respectivement, à l'élévation et à la diminution de sa valeur, ainsi, si la valeur de ce paramètre est très faible, alors le nombre de handover augmente, mais une augmentation de la valeur de RXQUAL_XX_H entraîne une diminution du nombre du handover jusqu'à la dégradation de la qualité de communication, valeur typique de 1,6% à 3,2%,
- HO_MARGIN : c'est l'hystérésis permettant d'obtenir un compromis entre le taux de handovers ping-pong et la qualité de service. L'augmentation de sa valeur entraîne un retard dans le déclenchement du handover, et par la suite une dégradation de la qualité de service (avec un nombre de handover ping-pong faible), par contre, la diminution de sa valeur augmente le nombre du handover ping-pong (avec une qualité satisfaisante).
- Cell_RESELECT_Offset : favorise les cellules d'une bande,
- Temporary_Offset : évite la réselection ping-pong,
- Cell_Reselect_Hystéris: évite la réselection de cellules appartenant à des LACs différents et réduit le taux de pagings infructueux. Exemple de valeur : 6 dB,
- L_RXLEVEL_ZONE : c'est un seuil utilisé dans le motif à cellules concentriques, il présente le seuil permettant le changement de zone (de la zone inner vers la zone outer ou vice versa).

- MS_TXPWR_MAX_CCH : Paramètre fixant la puissance à laquelle le mobile doit émettre lors de l'accès initial à une cellule, c'est donc, la puissance maximum autorisée des mobiles sur le canal d'accès RACH,
- L_RXLEVEL_CPT_HO : c'est le seuil permettant le changement de couche (de la couche micro cellulaire vers la couche macro cellulaire et vice versa), l'augmentation de la valeur de ce paramètre entraîne la diminution de la charge de trafic dans les couches micro cellulaires et l'augmentation de cette charge dans les couches macro -cellulaires.

2.8 Le Drive test

La méthode de mesure du Drive test consiste à la caractérisation précise des canaux radio. Cette technique d'analyse permet la récupération d'une trace de mesure faite par le mobile à différents instants et à différents endroits. Ceci est utile pour l'investigation de l'environnement radio.
Le Drive test nous offre une série de mesures, dont les principales sont [2] :
- Longitude, Latitude (X, Y) : le système de localisation nous donne les coordonnés de chaque point de mesure,
- RXLevel : niveau de puissance reçu par le MS, obtenu par moyennage du niveau du signal pendant une période SACCH (environ 1/2 secondes), cette valeur de RXLevel est codée sur 6 bits (de 0 à 63). La puissance du signal reçue par le mobile varie de -110 dBm à -48 dBm.
- RXQual : c'est un indicateur de niveau de qualité. Il est obtenu par moyennage du taux d'erreurs binaires BER pendant une période de mesure SACCH, ce BER est quantifié sur 8 niveaux (codé sur trois bits, et donc, $2^3 = 8$ valeurs).
- BCCH : Broadcast control Channel
- CI (Cell Identification) : numéro d'identification de la cellule
- BSIC (Base Station Identification Code) : identificateur de cellule. En effet, la même fréquence peut être utilisée pour supporter la voie balise de deux stations suffisamment éloignées. Les deux stations ne se brouillent pas sur leur zone de service respective mais un mobile situé à mi-distance peut recevoir alternativement l'une ou l'autre station avec un niveau de champ suffisant. Afin de différencier les deux stations, on utilise le code de couleur BSIC. Le couple (BCCH, BSIC) permet sur une zone donnée de déterminer parfaitement une cellule.

2.8.1 Le principe des drives tests

C'est une enquête qui vise à évaluer par le biais d'une campagne terrain la couverture des réseaux mobiles dans des départements précis. Elle permet de déterminer pour chaque canton :

- Un taux d'accessibilité : capacité pour un utilisateur d'accéder au réseau, c'est à dire d'obtenir lors d'une tentative d'appel la tonalité de sonnerie ;
- Un taux de couverture : capacité pour un utilisateur d'accéder au réseau et de maintenir une communication de qualité correcte pendant un certain temps fixé par l'opérateur.

Ces deux taux reflètent deux aspects de la couverture : La couverture mesurée par le second taux est plus proche de la réalité client, mais la notion de couverture associée à l'accessibilité reste intéressante car elle correspond à une perception minimaliste de la couverture.

- La qualité de communication une fois que celle-ci est établie.

2.8.2 Les équipements utilisés

La méthode du *drive test* consiste à embarquer dans une voiture les équipements suivants

- Un MS : un mobile de test équipé d'un logiciel spécial. Il est appelé généralement Mobile à trace,
- Un PC portable : permet d'automatiser l'acquisition et le stockage des données.
- Une interface RS 232 pour assurer le lien entre la sortie série de la MS et le port série du PC. Dans notre cas, nous utiliserons la communication bluetooth.

Tout le long du trajet, le MS fait des mesures instantanées. Les données sont présentées en temps réel. Les événements seront stockés dans un fichier.

2.9 Les mesures

Elles constituent pour cela 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.

Grâce à ces mesures, l'opérateur peut évaluer les performances de son réseau et peut l'améliorer grâce à un processus d'optimisation dont ces mesures constituent le principe.

Le rôle des mesures dans cette optimisation est primordial. Une idée sur le processus d'optimisation est illustrée dans la figure qui suit :

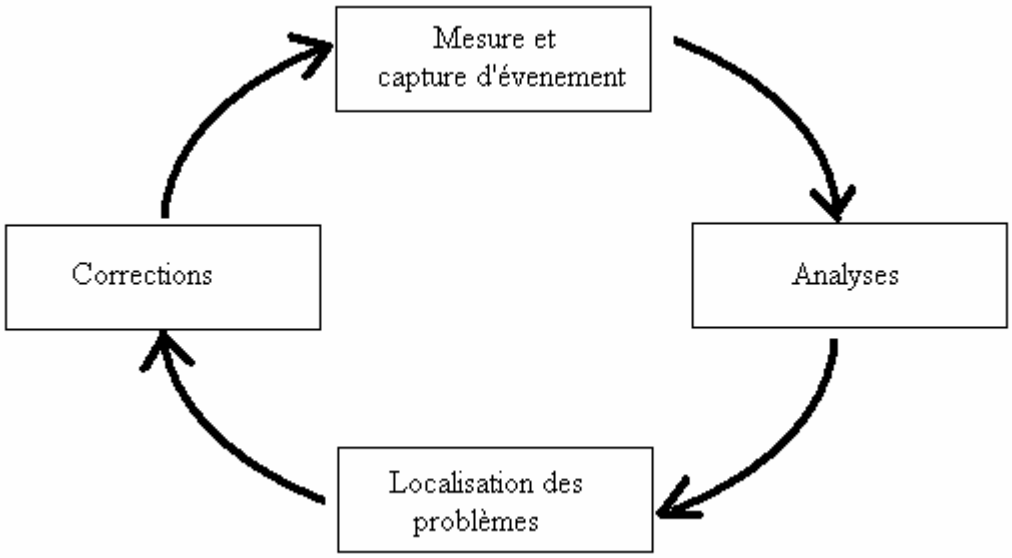


Figure 2.04 : *Processus d'optimisation*

Un drive test est une étape dont le but est de collecter les mesures de couverture et d'interférence telles qu'elles sont perçues par l'abonné. Une fois que les données sont recueillies dans la région à laquelle s'intéresse l'opérateur, elles sont par suite analysées à l'aide d'outils spéciaux (le *MAPINFO* par exemple).

Les ingénieurs utilisent ces outils pour localiser les problèmes tels que les trous de couverture ou des problèmes d'interférence, identifier leurs causes et décider les solutions adéquates.

2.10 Les étapes de détection de problèmes

2.10.1 Problème de couverture

La couverture d'une station de base peut s'étendre sur un rayon de 400m à 30km selon la densité de la zone couverte urbaine ou rurale. Le problème de couverture apparaît lorsque les ondes émises par le mobile n'arrivent pas à la BTS la plus proche, ou bien lorsque celles émises par l'antenne de la station de base n'arrivent pas avec une puissance suffisamment détectable par la station mobile.

Le manque de couverture pour une région peut être aussi causé par une disposition spéciale des antennes, tel dans le cas d'un obstacle se trouvant entre la station mobile et l'antenne (bâtiments, montagne). Ce problème doit être bien étudié au moment de la mise en place du réseau GSM et du

déploiement des sites afin de bien servir la zone voulue et d'éviter les chevauchements des couvertures pour des cellules voisines. Cela exige une bonne connaissance du terrain au moment de la mise en place des antennes et, par suite le suivi de l'évolution de l'environnement autour des antennes (nouveaux bâtiments) pour assurer une couverture continue.

La résolution de ce problème reste spécifique au site concerné. Plusieurs solutions sont envisageables :

- Ajout de sites

C'est la solution la plus évidente, dans le cas où il y a une absence de couverture et où l'émission des antennes de BTS les plus proches ne peut pas atteindre la zone détectée avec suffisamment de puissance.

- Action sur les antennes

Cette action peut être :

- Un tilt : qui consiste à changer l'angle par rapport à la verticale ascendante. Le tilt permet de varier la zone de couverture en gardant le même sens de rayonnement.
- Une réorientation : C'est le changement de la direction et du sens du diagramme de rayonnement de l'antenne.
- Un changement : Cette action permet d'augmenter plusieurs paramètres de l'antenne tels que l'ouverture du digramme de rayonnement ou la puissance d'émission

2.10.2 Problème d'interférence

Dans des communications radioélectriques et dans le cas de plusieurs émetteurs répartis sur une zone donnée, les stations mobiles vont recevoir un ensemble d'ondes provenant de plusieurs stations de base. Les interférences sont dues à la réutilisation de fréquences. En effet, deux signaux de même fréquence interfèrent entre eux, ce qui mène à un mélange de deux communications. Par conséquent, le signal résultant est incompréhensible : ce type d'interférence est appelé interférence "co-canal". L'interférence peut avoir lieu également entre deux signaux des fréquences adjacentes, elle est alors dite interférence du canal adjacent, mais ses influences sur la communication sont moins graves que la première.

Pour éviter ce problème, l'opérateur doit bien choisir son motif de réutilisation de fréquences.

Pour diminuer son effet, la norme met aussi à sa disposition d'autres techniques telles que l'entrelacement spatial et temporel des bursts et le saut de fréquences pour diminuer son effet.

Mais en dépit de ces techniques, le problème d'interférence persiste encore dans les réseaux cellulaires et on se voit parfois obligé, dans le cas d'une mauvaise configuration, de procéder à un changement de fréquences sur des cellules particulières à condition, bien sûre, de ne pas affecter d'autres cellules et entraîner de nouveau de l'interférence.

2.10.3 Problèmes de handovers

2.10.3.1 Les différentes causes de handovers

Handovers d'urgence :

- Handover sur niveau : déclenché si le niveau de puissance reçue par la BTS se dégrade. Ce handover est déclenché si

$$RXLEV_XX < L_RXLEV_XX_H$$

Handover sur interférences : ce handover est déclenché au sein de la cellule de service lorsque les interférences deviennent importantes. Il se fait en changeant de TCH et se déclenche si les deux conditions suivantes sont satisfaites

$$RXLEV_XX > RXLEV_XX_IH$$

Et

$$RXQUAL_XX > L_RXQUAL_XX_H$$

Ceci indique que ce type de handover est déclenché dans le cas ou le niveau de champ dans la cellule de service est suffisant mais la qualité de la liaison est mauvaise : cas d'un canal interféré.

- Handover sur distance : se produit lorsque le mobile s'éloigne de la BTS et quitte sa zone de couverture.

Handovers de meilleure condition :

- Handover concentrique : c'est un handover intracellulaire qui se produit dans les cellules concentriques. Il s'agit du passage de la station mobile de la zone inner vers la zone outer et vice versa. Au niveau de la BTS, ce handover est expliqué par le basculement d'un mobile d'un TRX vers un autre.
- Handover sur meilleure cellule (better cell) : il est qualité de HO de confort. Il permet de sélectionner la cellule qui convient le mieux au mobile (niveau de champ, qualité du signal reçu).
- Handover sur capture : il se produit pour passer d'une cellule A de couche inférieure vers une cellule B de couche supérieure. Si le niveau de champ du signal reçu sur la cellule B est supérieur au paramètre RXLEV_CPT_HO, le mobile fait un handover de

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

la cellule A vers la cellule B. La valeur de ce paramètre peut influer sur la congestion de la cellule A. En effet, si on augmente la valeur de ce paramètre, on favorise la migration des appels vers la cellule de couche supérieure en diminuant, en parallèle, la charge de la cellule de la couche inférieure.

Handover sur trafic :

Ce genre de handover se produit en général lorsqu'un mobile se trouvant à la frontière d'une cellule effectue une demande de handover vers une cellule congestionnée, le réseau l'oriente directement vers une autre cellule (voisine de la première) mais qui n'est pas congestionnée.

Ce type de handover est possible en activant le paramètre EN_TRAFIC_HO par couple de cellules, la cellule cible est en général une cellule non congestionnée.

2.10.3.2 Détection des causes d'échec de handovers

Afin de déterminer les causes d'échec de handover, on peut entreprendre la démarche suivante:

- Si l'échec se situe au niveau des handovers sortants, il faudrait :
  - Déterminer la phase d'échec de handover (préparation ou exécution).
  - Vérifier, avant tout, les relations de voisinage : relations manquantes ou relations unidirectionnelles.
  - Si l'échec se situe à la phase préparation, (non-allocation des canaux demandés), alors il faut voir si les cellules cibles ne sont pas congestionnées. De plus, il faudrait déterminer si les handovers non réussis sont des handovers intra-BSC ou inter-BSC. Dans le cas où la majeure partie de ces handovers est du type inter-BSC, il faudrait vérifier :

1. S'il n'y a pas de problème MIC sur l'interface Ater (MIC défectueux, sous dimensionnement de l'interface Ater, etc.).

2. Si la cellule concernée est située entre 2 MSC, c'est-à-dire qu'elle appartient à un

MSC A et que certaines de ses voisines appartiennent à un autre MSC B. Dans ce cas, vérifier que les cellules voisines sont déclarées comme externes au MSC A.

Si l'échec se situe à la phase exécution (échec de handover sur les canaux alloués) alors on peut distinguer les cas suivants :

1. Retour à l'ancien canal (Reverse to Old Channel) : le mobile retourne à son ancien canal à cause d'un échec radio ou BSS sur la cellule cible. Dans ce cas l'appel n'est pas coupé mais le handover est déclaré échouant.

2. Coupure d'appel pendant le handover (Drop Handover) : il peut avoir deux causes :

- Drop BSS : Suite à une panne matérielle du BSC ou du transcodeur.

- Drop radio : Suite à un problème au niveau de l'interface air. Pour déterminer son origine il faudrait étudier les causes du déclenchement du handover.

- Si l'échec du handover se situe au niveau des handovers entrants, il faudraitd'abord déterminer sa phase, à la suite de quoi nous pourrons distinguer les mesures adéquates :
    - Si l'échec se situe à la phase préparation alors il faudrait :

1. Voir si cette cellule est congestionnée et, si c'est le cas, résoudre d'abord le problème de congestion.

2. Déterminer si cette cellule est du type concentrique. Si elle l'est, vérifier s'il n'y a pas de congestion dans l'une des zones concentriques sans qu'il n'y ait de congestion sur toute la cellule.

- Si l'échec se situe à la phase exécution, alors il peut y avoir probablement présence de l'une des causes suivantes :

1. Fail BSS : Suite à une panne matérielle du BSC ou du transcodeur.

2. Fail Radio : suite à un problème aérien. Pour déterminer les causes de l'échec, il faudrait étudier les phases de déclenchement du handover.

2.10.4 Problèmes d'échec d'établissement d'appel

Lorsque le site présente un échec d'établissement d'appel, la première chose à vérifier est la couverture. Dans le cas où la zone étudiée est bien couverte, il faudrait vérifier si la cellule est congestionnée (Congestion TCH ou SDCCH). Si c'est le cas, il faudrait commencer d'abord par résoudre le problème de congestion ; sinon, il s'impose de vérifier le taux de coupure des canaux SDCCH (Drop SDCCH). S'il se trouve qu'il a augmenté, il faudrait en rechercher les causes.

2.10.5 Problèmes de coupure d'appels

2.10.5.1 Drop BSS

Pour détecter les causes de ce problème on peut considérer les potentialités suivantes :

- une défaillance matérielle interne au BSC.

- un problème du transcodeur.

Ce genre de problèmes nécessite l'intervention de l'équipe OMC que ce soit en réinitialisant le logiciel de la BTS ou en se déplaçant sur site pour diagnostiquer le problème de prés.

2.10.5.2 Drop handover

Si la tentative de handover échoue et si le mobile ne réussit pas à reprendre son ancien canal, l'appel est coupé. Il faut donc analyser les causes d'échec du handover.

2.10.5.3 Drop radio

Dans ce cas l'appel est coupé suite à un problème au niveau de l'interface air. Pour situer l'origine de la coupure, nous sommes amenés à étudier la répartition des causes de handovers :

a) Si la plupart des HO se font sur la qualité, les causes peuvent être dues :

- à une mauvaise couverture de la cellule.
- au fait qu'une ou plusieurs fréquences de la cellule sont interférées. Dans ce cas, il s'avère indispensable de vérifier la conformité du plan de fréquence aussi bien dans la cellule de service (fréquence du BCCH si la plupart de handovers se font sur qualité du Down Link) ou TCH si la plupart de handovers se font sur qualité du Up Link) du site considéré que dans les sites voisins.

b) Si la plupart des handovers se font sur niveau, les causes peuvent être :

- une mauvaise couverture de la cellule.
- un problème au niveau des composants aériens de la cellule (antennes, cables feeder).

c) Si la plupart des handovers se font sur interférence, la cellule devrait probablement être interférée. Il faudrait alors vérifier la conformité de la répartition des fréquences de la cellule avec celles de ses voisines, sinon tilter les antennes des sites voisins.

2.10.6 Les problèmes de congestion

2.10.6.1 Congestion TCH

Si le site présente une congestion TCH, la procédure à suivre est la suivante :

a) Tester si les sites voisins sont congestionnés et, si ce n'est pas le cas, activer le handover sur trafic. En effet, si la charge d'une cellule dépasse son seuil maximum (High Trafic Load), le BSC responsable essayera de relayer les stations mobiles situées aux frontières de cette cellule vers les cellules voisines les moins congestionnées, et ceci en diminuant la valeur du paramètre HO_MARGIN.

b) Vérifier si l'antenne du site congestionné ou les antennes des sites voisins sont mal titlées. En effet, en améliorant les tilts des sites voisins, ces derniers pourront supporter un trafic supplémentaire provenant de sites congestionnés

c) Si les cellules voisines sont aussi congestionnées ou si l'activation du handover sur trafic ne résous pas le problème, activer l'utilisation mi-débit (Half Rate). Cette technique permet à 16 utilisateurs d'utiliser une même trame radio au lieu de 8, mais avec un débit qui est réduit à la moitié. L'incovénient de cette technique est qu'elle consomme beaucoup de ressources BSC.
En fait, le BSC contient des cartes de contrôle dont chacune est capables chacune de gérer 4 TRX en Full Rate, mais uniquement 2 en Half Rate.
d) Si le cellule congestionnée est abritée par une cellule parapluie, vérifier la valeur du paramètre RXLEV_CPT_HO.

2.10.6.2 Congestion SDCCH

Si le site présente une congestion SDCCH, il faut d'abord voir s'il présente une congestion TCH. Si c'est le cas, il faut alors commencer par résoudre la congestion TCH, sinon étudier la répartition des causes de prises de canaux SDCCH et suivre la démarche suivante :
a) Si la plupart des prises de SDCCH se font pour la mise à jour de localisation (Location Update), c'est que ce site est situé entre deux zones de localisation différentes. Pour remédier à cela, il faudrait alors vérifier les conditions suivantes :
- Si tous les sites voisins appartiennent à une autre zone de localisation, il faut vérifier la valeur du paramètre CELL_RESELECT_HYSTERESIS.
- Si la valeur de ce paramètre est optimale, il faut étudier la possibilité de basculer ce site sur cette zone de localisation.
b) Si la plupart des prises de SDCCH se font pour l'établissement d'appel ou l'envoi de SMS (Short Message Service) alors il faut voir si les ressources BTS permettent de remplacer un ou plusieurs canaux TCH en canaux SDCCH, sans que ceci ne cause une congestion TCH. Si le nombre de TCH est optimal, on pourrait étudier la possibilité de combiner le BCCH avec le SDCCH.

2.11 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons défini la QoS, en insistant sur les indicateurs et les paramètres logiques qui permettent la décision de l’état de la performance du réseau et nous avons aussi présenté les différents outils d’analyse qui servent à l’obtention de ces indicateurs de qualité.

CHAPITRE III
LE DEVELOPPEMENT DE L'OUTIL DE L'EVALUATION DE COUVERTURE

3.1 Introduction

Le mobile est relié à l'ordinateur par une liaison série. Il permet théoriquement de récupérer l'ensemble des trames de signalisation et les en-têtes des trames de données qui circulent sur la voie radio au cours d'une communication. Le mobile remonte également des informations concernant son environnement radio, et en particulier les mesures des niveaux de réception des signaux émis par les stations
voisines.

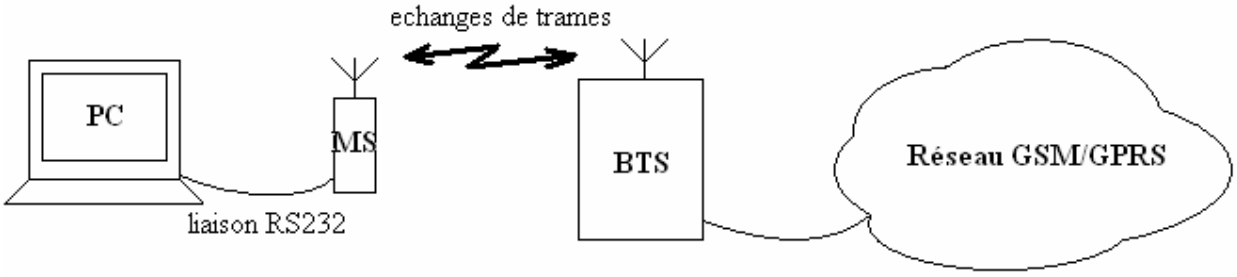


Figure 3.01 : *La liaison des équipements*

Ce schéma généralise le principe fondamental de notre travail. Néanmoins, on va détailler chaque étape.

3.2 Principe du téléphone de trace

Les informations remontées par le mobile sont généralement composées de deux parties. Il y a d'une part des informations remontées par le mobile et dont le format exact dépend du mobile utilisé et d'autre part les trames normalisées qui circulent effectivement sur la voie radio. La réception de ces trames n'est utile que si l'utilisateur est capable de les interpréter. Le format binaire n'est pas très convivial et ne permet pas de mettre en évidence les aspects les plus importants des procédures radio. Notre outil permet donc d'automatiser ce décodage, d'interpréter le contenu des trames et surtout de présenter le résultat de façon à permettre à l'utilisateur de comprendre le fonctionnement du système GSM.
Il s'agit en effet, d'un échange de codes ASCII entre le mobile à trace et le PC. Sachant que le mobile est capable de fournir les trames brutes qu'il échange avec le réseau, pour pouvoir les visualiser sur écran de l'ordinateur, le mobile, connecté sur le port série (utilisant un débit de 9600

bauds), a besoin d'être stimulé par une série de commandes. L'envoi d'une trame par le mobile est conditionné par la réception par celui-ci de la commande d'activation d'envoi correspondante.
Il est possible de taper ces commandes à partir de l'Hyper Terminal, le mobile répond donc à chacune par l'envoi de la trame correspondante, décrivant un canal logique précis selon son mode (*Idle* ou *Dedicated*). Certaines de ces commandes sont mémorisées par le mobile, il suffit d'envoyer la commande d'activation d'envoi de la trame une seule fois pour que le mobile continue à l'envoyer chaque fois qu'elle est reçue ou envoyée à la BTS. D'autres ont besoin d'être envoyées périodiquement pour que le mobile y réponde par la trame correspondante.

3.3 Développement de l'application

Le mot « Visual » fait référence à la méthode utilisée pour créer l'interface graphique utilisateur. En effet, au lieu de rédiger de multiples lignes de code pour décrire la position des éléments de l'interface, il suffit d'ajouter des objets prédéfinis à l'endroit adéquat sur l'écran.
Le mot « Basic » fait référence au langage BASIC (Beginners All-Purpose Symbolic Instruction Code). Il constitue une évolution par rapport au BASIC initial [7].

3.3.1 Les Critères de choix du Visual Basic

Le Visual Basic représente une nouvelle approche en ce qui concerne la rédaction de programmes. En effet, nous ne sommes pas obligés de rédiger des multitudes de lignes pour définir l'emplacement des objets de l'interface puisque il existe déjà des objets prédéfinis. En outre, il est l'un des outils les plus efficaces pour la réalisation des applications performantes. Les fonctionnalités avancées de Visual Basic 6.0 tel que la compilation du code, la rapidité de l'affichage des formulaires et l'accès amélioré à la base de données permettent au développeur de créer des applications ayant des performances élevées.

3.3.2 Les commande AT

Les commandes AT désignent des groupes de commandes, mis au point par Hayes afin de conduire le fonctionnement des modems. Les lettres A et T composent les préfixes de ce groupe de commandes. La quasi-totalité des modems sont configurables, et surtout les plus récents, qui reconnaissent un grand nombre de protocoles. La configuration de ces modems peut se faire à travers une liaison RS-232, qui permet de transmettre des commandes vers le modem. Le logiciel

de communication communique avec le modem dans un langage de commande spécial souvent appelé jeu de commandes AT : c'est le langage Hayes. Les commandes AT sont organisées en lignes et sont entrées en mode commande (c'est le mode par défaut) où le microprocesseur du modem reçoit des caractères au travers de sa liaison RS-232, les interprète comme des commandes et retransmet les résultats au travers de cette même liaison. Il ignore alors totalement ce qui se passe sur sa connexion au RTC, qui est le plus souvent raccrochée.

Elles ont le point commun de commencer par « AT » et se terminer par un retour chariot.

La firme Hayes, fabricant de modems, a développé un protocole pour la commande d'un modem externe à partir d'un ordinateur. Le protocole définit diverses commandes permettant par exemple :

- de composer un numéro de téléphone
- de commander le raccordement du modem à la ligne (l'équivalent de décrocher le téléphone)
- de connaître l'état de la ligne : tonalité d'invitation à transmettre, ligne occupée...
- de spécifier le type de transmission et le protocole de liaison à utiliser
- de régler le volume (En physique, le volume d'un objet mesure « l'extension dans l'espace » qu'il possède dans les trois...) sonore du haut-parleur (Un haut-parleur est un transducteur électromécanique destiné à produire des sons à partir d'un signal électrique. On...) interne du modem
- d'envoyer les caractères transmis simultanément vers l'écran
- d'afficher certains renseignements concernant le modem
- de manipuler les registres internes du modem

Voici la structure de base d'une ligne de commande AT :

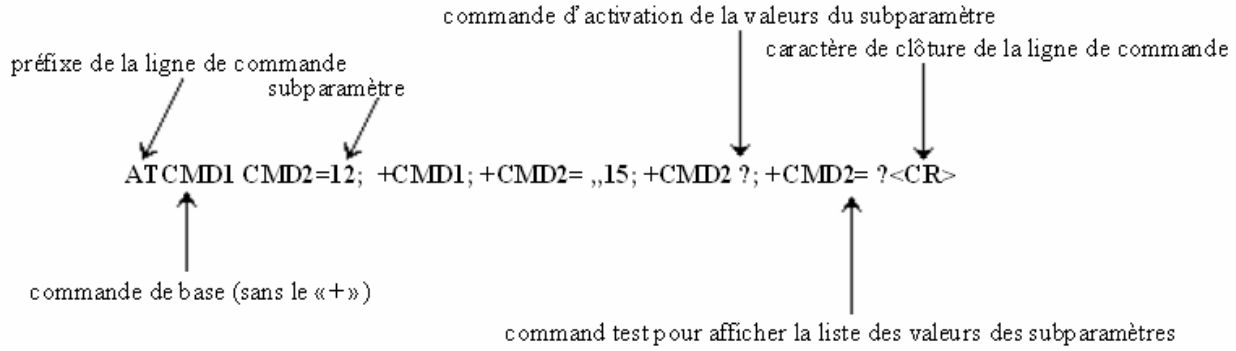


Figure 3.02 : *La structure de base d'une ligne de commande AT*

Voici quelques exemples de commande AT [8] :

- ATA : décrocher, engager une connection (sans appel)

- ATB : détection automatique du terminal
- ATDT (Dial Tone = fréquence vocale) ou ATDP (Dial Pulse = impulsions) : Engager une connection (avec appel)
- ATH : raccrochage
- ATE : Echo des commandes
- ATZ : initialisation du modem
- ATV : Type des messages renvoyés par le modem (numérique/texte)
- AT&F : reconfiguration avec les paramètres par défaut
- AT+FCLASS : sélectionne la classe de service active
- AT&W : sauvegarde la configuration courante
- AT+GMI : indentification du constructeur
- AT+CNUM : affiche le numéro de l'abonnée
- AT+COPN : affiche les noms des opérateurs
- AT&C : Gestion du signal CD
- AT&D : Gestion du signal DTR
- AT&K : Sélection du type de contrôle de flux
- AT&S : Gestion du signal DSR
- ATI : Requête d'information d'identification

3.3.3 Utilisation du contrôle Communications

Le contrôle Communications permet d'ajouter des fonctionnalités simples de communications pour port série, ou évoluées afin de créer un outil de communications complet géré de manière événementielle. Le contrôle Communications donne accès à une série de commandes de communication standard. Il nous permet de nous connecter à un port série ou à un autre périphérique de communication (un modem, par exemple), d'émettre des commandes, d'échanger des données, et de contrôler et traiter divers événements et erreurs pouvant se produire au cours d'une connection série [9].

3.3.3.1 Utilisations possibles

- Composition d'un numéro téléphonique.
- Surveillance de l'arrivée de données entrantes sur un port série.
- Création d'un programme terminal complet.

3.3.3.2 Notions fondamentales sur les communications série

Chaque ordinateur comporte un ou plusieurs ports séries. Ceux-ci sont nommés successivement : COM1, COM2, etc. Sur un PC standard, un modem peut être connecté à COM2, un scanner à COM3, etc. Les ports série offrent un canal pour la transmission de données à partir de ces périphériques série externes.

Le port série joue essentiellement un rôle d'interpréteur entre l'unité centrale et le périphérique série. Lors de l'envoi de données sur le port série à partir de l'unité centrale, les octets transmis sont convertis en bits série. À la réception des données, la conversion inverse est effectuée.

Une couche supplémentaire d'interprétation est requise pour compléter la transmission des données. Côté système d'exploitation, Windows utilise un pilote de communications, Comm.drv, pour envoyer et recevoir des données à l'aide de fonctions Windows API standard. Le constructeur du périphérique série fournit un pilote connectant son matériel à Windows. Lorsque nous utilisons le contrôle Communications, nous émettons des fonctions API, qui sont ensuite interprétées par Comm.drv et passées au pilote du périphérique.

En tant que programmeur, seul le côté Windows de cette interaction nous concerne. En qualité de programmeur Visual Basic, seule nous incombe la conception de l'interface fournie par le contrôle Communications aux fonctions API du pilote de communication de Windows. En d'autres termes, ceci correspond à définir et à contrôler les propriétés et événements du contrôle Communications.

3.3.3.3 Utilisation d'un modem

Dans la plupart des cas, nous utiliserons le contrôle Communications pour programmer une application pilotant un modem. Ce contrôle permet l'utilisation du jeu de commandes Hayes standard pour composer un numéro de téléphone. Une fois que la connection port série a été établie à l'aide des propriétés CommPort, Settings et PortOpen, nous utilisons la propriété Output pour activer le modem et communiquer avec celui-ci. La propriété Output assure l'émission de commandes contrôlant l'interaction entre deux modems.

Par exemple :

```
MSComm1.Output = "ATDT0326418593" & vbCr    ' Active le modem et compose un numéro de téléphone.
```

Dans l'exemple ci-dessus, la commande "AT" initialise la connection, "D" compose le numéro et "T" choisit la numérotation par tonalités (et non par impulsions). Un caractère de retour chariot

(vbCr) doit être inclus lors de l'émission vers un terminal mais non lors de l'émission de tableaux d'octets. Lorsqu'une commande aboutit, un code de résultat "OK" est renvoyé.

3.3.3.4 Protocole de communication

La gestion des tampons de réception et d'émission doit également vérifier l'aboutissement des échanges de données (notamment que la vitesse de réception des données ne provoque pas de dépassement des limites du tampon).

L'expression Acquittement se réfère aux protocoles de communication interne grâce auxquels les données sont transférées du port matériel au tampon de réception. Lorsqu'un caractère de données arrive sur le port série, le périphérique de communication doit le placer dans le tampon de réception pour permettre à notre programme de le lire. Le protocole d'acquittement veille à ce qu'aucune perte de données ne soit causée par un débordement de tampon dû à une vitesse d'arrivée des données trop rapide.

Nous définissons la propriété Handshaking pour spécifier le protocole de communication à utiliser pour notre application. Par défaut, cette valeur est définie à None (comNone). Nous pouvons toutefois spécifier l'un des autres protocoles suivants [10] :

Paramètre	Valeur	Description
comNone	0	Aucun protocole (par défaut).
ComXOnXOff	1	Acquittement Xon/XOff.
ComRTS	2	Acquittement RTS/CTS (Demande pour émettre/Prêt à émettre).
comRTSXOnXOff	3	Acquittement par RTS et Xon/Xoff.

Tableau 3.01 : *Les propriétés Handshaking*

Nous devons choisir un protocole en fonction du périphérique auquel nous nous connectons. L'affectation de la valeur comRTSXOnXOff convient aux deux protocoles.

Dans de nombreux cas, le protocole de communications gère lui-même l'acquittement. L'affectation à cette propriété d'une valeur autre que comNone peut parfois provoquer des conflits. Par exemple si nous choisissons comRTS ou comRTSXOnXOff, nous devons affecter la valeur True à la propriété RTSEnabled. Sinon, nous ne pourrons que nous connecter et envoyer des données, mais pas en recevoir.

3.3.3.5 L'événement OnComm et la propriété CommEvent

Selon la portée et les fonctionnalités de votre application, vous devrez éventuellement contrôler un certain nombre d'événements ou d'erreurs pouvant se produire lors de la connection à un autre périphérique, ou lors de la réception ou de la transmission de données.

L'événement OnComm et la propriété CommEvent permettent d'intercepter et de vérifier la valeur des événements et des erreurs de communication.

Lorsqu'un événement ou une erreur de communication se produit, l'événement OnComm est déclenché et la valeur de la propriété CommEvent change. Par conséquent, si nécessaire, vous pouvez vérifier la valeur de cette propriété à chaque événement OnComm. Les communications (surtout sur des lignes téléphoniques) pouvant être imprévisibles, l'interception de ces événements et erreurs permet d'y répondre de façon appropriée.

3.3.3.6 Signaux de contrôle du modem

Les différents signaux échangés entre l'ordinateur (DTE, Data Terminal Equipment) et le modem (DCE, Data Communications Equipment) sont précisés dans la norme RS.232/V.24 :

- les données à transmettre arrivent au DCE par la ligne Emission
- les données reçues par le DCE apparaissent sur la ligne Réception
- DSR (Data Set Ready, modem prêt) est au niveau actif quand le DCE est alimenté et raccordé au réseau
- DTR (Data Terminal Ready, ordinateur prêt) est actif quand le DTE est prêt
- RTS (Request To Send, demande d'émission) est activé par le DTE lorsqu'il veut envoyer des données
- CTS (Clear To Send, prêt à émettre) est activé par le DCE lorsqu'il a établi la liaison et est prêt à recevoir les données à transmettre
- CD (Carrier Detect, porteuse détectée) est activé par le DCE lorsqu'il reçoit une porteuse provenant du DCE distant
- RI (Ring Indicator, indicateur d'appel) est activé par le DCE lorsqu'il reçoit un signal de sonnerie

Prenons l'exemple de l'établissement d'un appel :

- avant de démarrer une transmission de données, l'ordinateur vérifie que le modem est sous tension en vérifiant le niveau de DSR
- l'ordinateur donne l'ordre au modem de former le numéro de téléphone

- le modem distant appelé détecte la sonnerie et prévient le DTE distant auquel il est raccordé en activant sa ligne RI
- quand le DTE distant est prêt à recevoir les données, il active sa ligne RTS
- le DCE distant active alors sa porteuse
- notre modem détecte la porteuse et prévient l'ordinateur en activant CD
- l'ordinateur active RTS pour demander s'il peut commencer la transmission
- le modem répond en activant CTS, et la transmission des données peut commencer

Pour configurer un port de communications série, on a les paramètres suivants :

- comm[:] : Indique le numéro du port de communications asynchrones (COM).
- baud=b : Spécifie la vitesse de transmission par seconde. Le tableau suivant indique chacune des abréviations correctes de b et la vitesse de transmission associée :

Valeur	Vitesse
11	110 bauds
15	150 bauds
30	300 bauds
60	600 bauds
12	1200 bauds
24	2400 bauds
48	4800 bauds
96	9600 bauds
19	19 200 bauds

Tableau 3.02 : *Les vitesses de transmission du port Com*

- parity=p : Spécifie la manière dont le système utilise le bit de parité pour contrôler les erreurs de transmission. Le tableau suivant répertorie les valeurs valides de p. La valeur par défaut est e.

Valeur	Description
n	aucune
e	paire
o	impaire
m	marque
s	espace

Tableau 3.03 : *Le contrôle d'erreur du port Com*

- data=d : Spécifie le nombre de bits de données d'un caractère. Les valeurs valides de d s'échelonnent de 5 à 8. La valeur par défaut est 7.
- stop=s : Spécifie le nombre de bits d'arrêt qui définissent la fin d'un caractère : 1, 1,5 ou 2. Si le débit en bauds est 110, la valeur par défaut est 2 ; sinon, la valeur par défaut est 1.
- to={on|off} : Indique si un délai de coupure est activé ou non. L'option par défaut est off.
- xon={on|off} : Indique si le protocole xon ou xoff de contrôle de flux des données est activé ou désactivé.
- odsr={on|off} : Indique si le protocole de sortie qui utilise le circuit modem prêt (DSR) est activé ou non.
- octs={on|off} : Indique si le protocole de sortie qui utilise le circuit prêt à émettre (CTS) est activé ou non.
- dtr={on|off|hs} : Indique si le circuit terminal de données prêt (DTR) est activé ou non, ou établi par le protocole.
- rts={on|off|hs|tg} : Indique si le circuit demande pour émettre (RTS) est activé, désactivé, protocole ou bascule.
- idsr={on|off} : Indique si la communication est sensible ou non au circuit modem prêt (DSR).

3.4 L’environnement de travail

Pour le développement de notre application, nous avons utilisé le Visual Basic.
L’environnement de programmation de ce logiciel est composé de nombreuses fenêtres permettant de définir l’apparence des dialogues et des fenêtres de l’application, de saisir le code source, d’insérer des contrôles, d’influer sur la présentation et le comportement des objets ou de gérer confortablement des projets.
Lors du développement d’un projet, plusieurs fenêtres sont ouvertes : une fenêtre de création des feuilles, de création de menu, la fenêtre des propriétés ainsi que la boite à outils elles sont utilisées à tour de rôle. La fenêtre d’édition de code source et les fenêtres de test ne sont requises que pour la saisie de code et pour la correction d’erreur.
L’activation d’un objet par un double clic dans une feuille en création permet de passer instantanément à la fenêtre d’édition de code [11].

3.5 Conception de la solution et programmation

La conception représente une phase sensible et primordiale dans le cycle de développement d'une application. Dans le cas des modèles objets, la conception joue un rôle plus important dans la mesure où elle vise à réutiliser des composants générés. Ce rôle est encore plus éminent lorsqu'il s'agit d'une application gérant beaucoup de flux de données entre diverses entités. En effet, les objets génériques doivent assurer une réutilisation au sein d'une même application et même d'une application à l'autre. De ce fait nous avons attaché une attention particulière à cette phase.
Dans ce chapitre, nous allons présenter, dans un premier temps, la modélisation des différents objets dont nous aurons besoin dans notre application pour passer, par la suite, à la présentation et à la conception du logiciel que nous devons réaliser.
Afin de récupérer les informations nécessaires, nous devons tout d’abord réaliser la communication entre le mobile à trace et le PC [12].

3.5.1 Organigramme

On va illustrer l'accès au port COM par un organigramme. Comme il n'y a qu'un seul port ouvert entre le DTE et le DCE, on va adopter le principe du TDMA pour les différentes commandes c'est-à-dire qu'ils occuperont le port à tour de rôle.

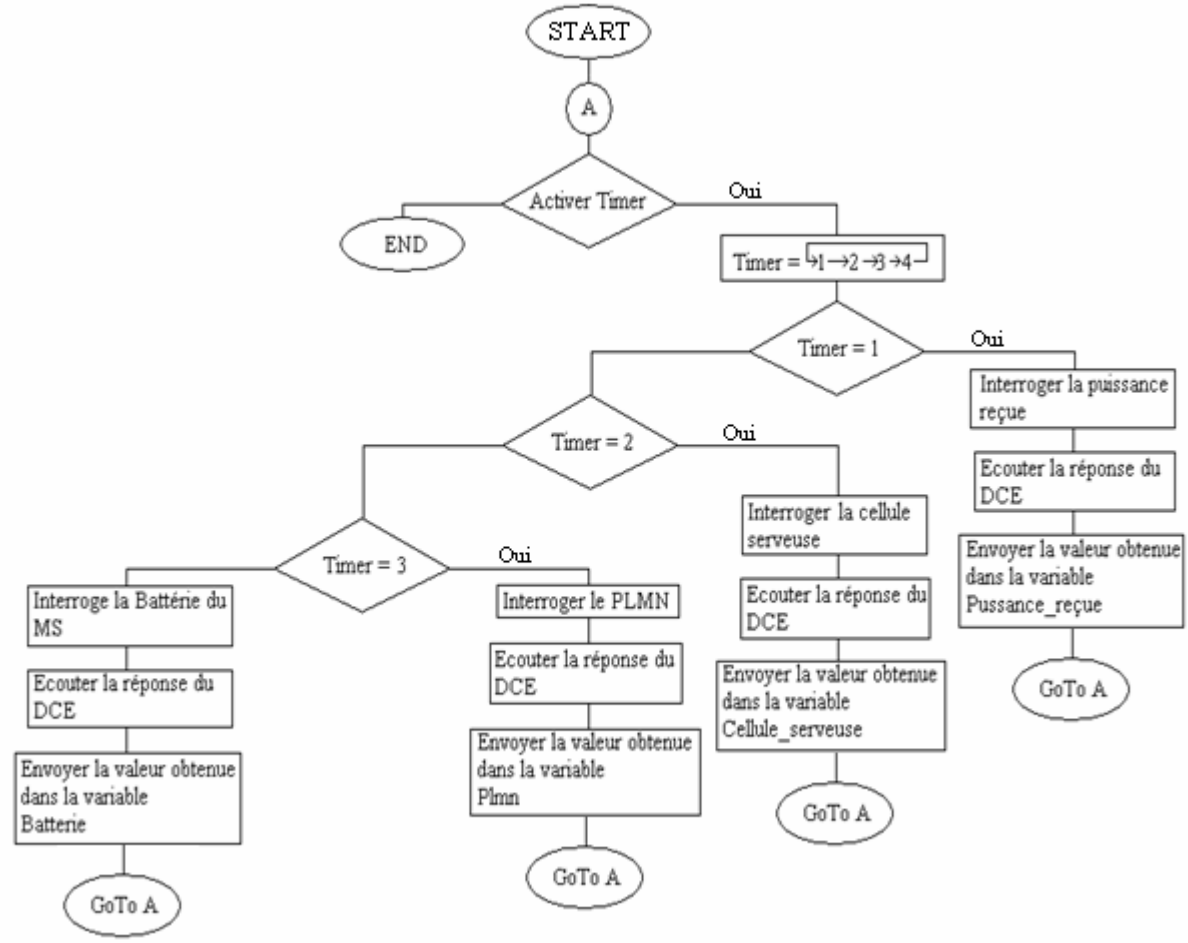


Figure 3.03 : *L'organigramme de la base de l'application*

3.5.2 Elément du code source

Voici un extrait de code source qui consiste à écouter les erreurs et événements sur le port COM :

```
Select Case MSComm1.CommEvent
        ' Traite chaque événement ou erreur en insérant du
        ' code sous chaque instruction Case
```

```
Case comEventBreak      ' Un signal d'arrêt a été reçu.
            MessageLabel.Caption = "comEventBreak"
Case comEventCDTO     ' Erreur de délai d'attente
                      ' Détection de porteuse.
            MessageLabel.Caption = "comEventCDTO"
Case comEventCTSTO    ' Erreur de délai d'attente
                        ' Prêt à émettre.
            MessageLabel.Caption = "comEventCTSTO"
Case comEventDSRTO    ' Erreur de délai d'attente
                      ' Modem prêt.
            MessageLabel.Caption = "comEventDSRTO"
Case comEventFrame      ' Erreur de trame
            MessageLabel.Caption = "comEventFrame"
Case comEventOverrun    ' Données perdues.
            MessageLabel.Caption = "comEventOverrun"
Case comEventRxOver     ' Dépassement de la
                        ' Capacité du tampon de réception.
            MessageLabel.Caption = "comEventRxOver"
Case comEventRxParity   ' Erreur de parité.
            MessageLabel.Caption = "comEventRxParity"
Case comEventTxFull     ' Tampon de transmission
                        ' plein.
            MessageLabel.Caption = "comEventTxFull"
Case comEventDCB        ' Erreur inattendue lors de
                        ' l'extraction du bloc de
                        ' contrôle de périphérique]
            MessageLabel.Caption = "comEventDCB"
Case comEvCD            ' Modification dans la ligne
                        ' Détection de porteuse.
            MessageLabel.Caption = "comEvCD"
Case comEvCTS           ' Modification dans la ligne Prêt
                        ' à émettre.
            MessageLabel.Caption = "comEvCTS"
Case comEvDSR           ' Modification dans la ligne
                        ' Modem prêt.
            MessageLabel.Caption = "comEvDSR"
Case comEvRing          ' Modification dans l'Indicateur d'appel.
            MessageLabel.Caption = "comEvRing"
Case comEvReceive       ' Nombre de caractères indiqué
                        ' par la propriété RThreshold reçus.
            MessageLabel.Caption = MSComm1.Input
Case comEvSend          ' Nombre de caractères indiqué
                        ' par la propriété SThreshold
                        ' dans le tampon de transmission.
            MessageLabel.Caption = MSComm1.Output
Case comEvEOF           ' Caractère de fin de fichier
                        ' trouvé dans le flux en entrée
            MessageLabel.Caption = "comEvEOF"
```

End Select
Voici le code source permettant de capturer la mesure vers un fichier Excel nommé Mesure.xls :

```
Private Sub CatchBtn_Click()
CountCatch = CountCatch + 1
   If CatchFlag = False Then
      xlApp.Workbooks.Open ("C:\TCO-ESPA\Couverture GSM\Mesures\Mesure.xls")
      CatchFlag = True
   End If
      Workbooks("Mesure.xls").Activate
      ActiveSheet.Cells(CountCatch, 1).Value = LongitudeMsLabel.Caption
      ActiveSheet.Cells(CountCatch, 2).Value = LatitudeMsLabel.Caption
      ActiveSheet.Cells(CountCatch, 3).Value = RxlevLabel.Caption
      ActiveSheet.Cells(CountCatch, 4).Value = RxqualLabel.Caption
      ActiveSheet.Cells(CountCatch, 5).Value = SitenameLabel.Caption
      ActiveSheet.Cells(CountCatch, 6).Value = CellnameLabel.Caption
      ActiveSheet.Cells(CountCatch, 7).Value = LacLabel.Caption
      ActiveSheet.Cells(CountCatch, 8).Value = CiLabel.Caption
      ActiveSheet.Cells(CountCatch, 9).Value = BsicLabel.Caption
      ActiveSheet.Cells(CountCatch, 10).Value = BcchLabel.Caption
      ActiveSheet.Cells(CountCatch, 11).Value = SystemLabel.Caption
      ActiveSheet.Cells(CountCatch, 12).Value = LongitudeSiteLabel.Caption
      ActiveSheet.Cells(CountCatch, 13).Value = LatitudeSiteLabel.Caption
      ActiveWorkbook.Save
      xlApp.Workbooks.Open (Btsfiletrack)
      Workbooks("Btsfile.xls").Activate
End Sub
```

CatchBtn est le nom du command « Capturer la mesure ». A chaque clique sur ce command, le programme va vers la ligne suivant de la feuille Excel par l'incrémentation du variable CountCatch.

Voici le code source permettant de sélectionner le BTSFile.xls :

```
Private Sub mnutoolopenbts_click()
        CMD.DialogTitle = "Select BTS File"
        CMD.CancelError = True
        CMD.Filter = "Microsoft Excel Documents(*.xls)|*.xls"
        CMD.FilterIndex = 1
        CMD.InitDir = "c:\"
        On Error GoTo Annuler
        CMD.ShowOpen
Annuler:
        Debug.Print Err
End Sub
```

CMD est un commande prédéfinit permettant d'utiliser la boite de dialogue parcourir et sauvegarder de Windows.

3.6 L’exploitation du logiciel

Le principal but de notre réalisation est d’acquérir les informations sur la couverture GSM concernant :

- le niveau du champ (la puissance) reçue au niveau du mobile
- la qualité de la réception
- le maximum d’information sur le serveur
- les moyens de stocker ces mesures pour pouvoir les interpréter ultérieurement
- les coordonnées géographiques du lieu où se déroule la mesure

La figure qui suit est la capture d’écran du moniteur de notre application :

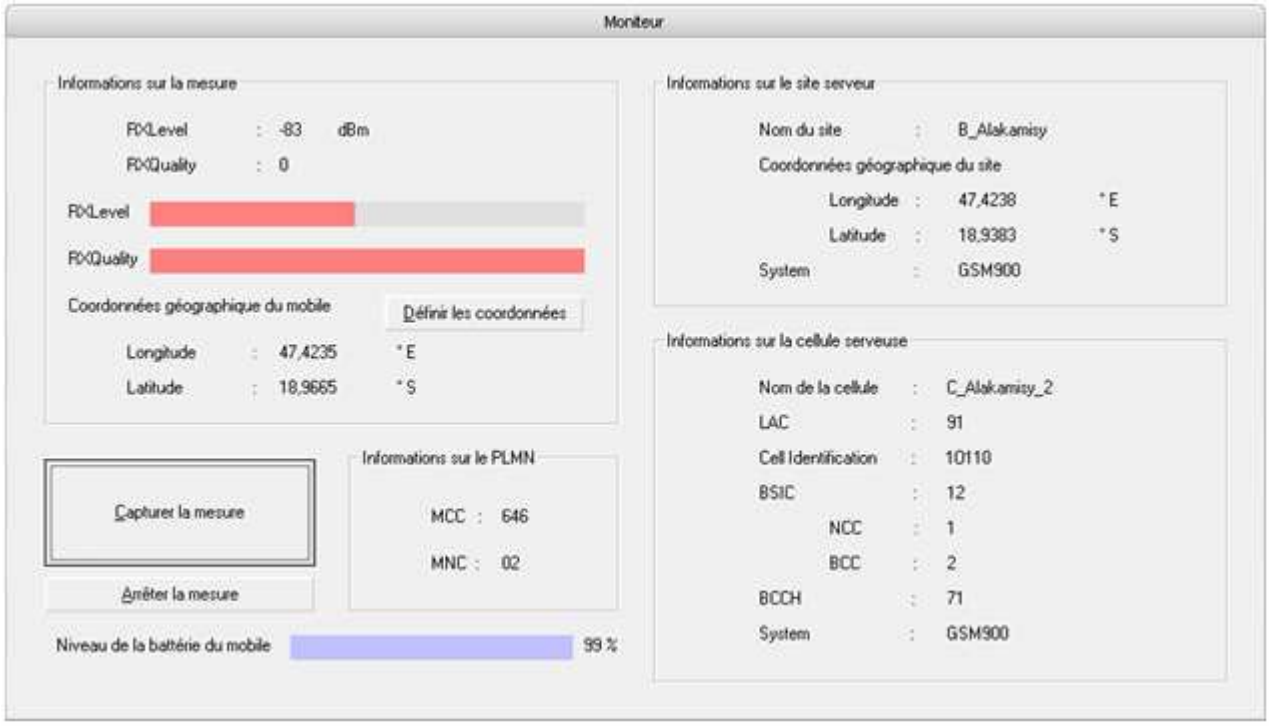


Figure 3.04 : *Le moniteur*

Le moniteur est subdivisé en 4 entités :

- Les informations sur le site serveur. Cette entité liste le nom du site serveur, le system adopté et les coordonnées géographiques du site.
- Les informations sur la cellule serveuse. C’est une liste plus complète que précédemment. On peut visualiser le nom de la cellule serveuse, le LAC responsable, l’indentification de cette cellule, les codes couleurs de cette cellule et le canal balise BCCH.

- L’information sur l’opérateur. Le MCC est un code pour Madagascar et le MNC le code propre à l’opérateur.
- Et les informations sur le mobile. Ça concerne le niveau de champ reçu au niveau du mobile, la qualité de la réception et les coordonnées géographiques du mobile.

La commande Capturer la mesure enregistre tous ces valeurs dans un fichier. A ce moment là, la campagne (le drive test) est sur le point de collecter des données. Chaque fois qu’on appui sur ce bouton, les valeurs sont collés sur la ligne suivantes du feuille Excel active.

La commande Arrêter la mesure a pour rôle de quitter le moniteur pour d’autre nouvelle tâche, ou pour quitter l’application.

Nous illustrons dans la figure suivante le fichier de sortie sous forme Excel [13] :

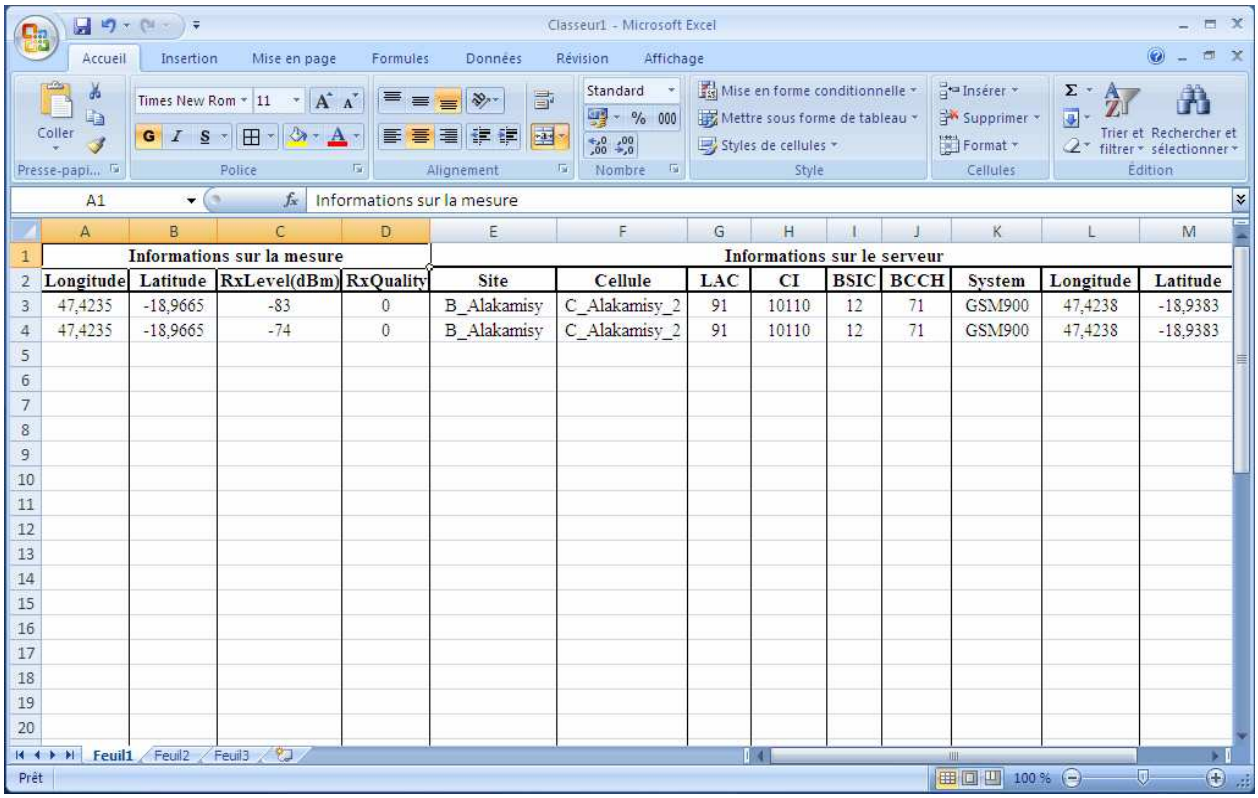


Figure 3.05 : *Le fichier Excel d’enregistrement des mesures*

Ces valeurs sont obtenues par le bouton capturer la mesure dans la console. On peut stocker les bases de données dans des fichiers Microsoft Accès, MySql… ou créer son propre fichier de stockage comme les fichiers Dat, Csq… Microsoft Excel est plus simple et plus pratique pour pouvoir visualiser en même temps la quasi-totalité des mesures effectuées. Les autres détails concernant l’exploitation du logiciel sont dans l’annexe.

3.7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons tout d'abord donné le principe d'un mobile à trace ainsi que l'analyse des trames échangées entre le mobile et le réseau. L'objectif était de concevoir un outil permettant d'acquérir les différents paramètres nécessaires pour la caractérisation de la QoS d'un réseau GSM. L'acquisition des ces paramètres se fait en utilisant des commandes AT après la configuration de l'interface série. Dans ce troisième volet, nous avons détaillé le fonctionnement de l'outil développé tout en présentant le langage utilisé ainsi que ses critères du choix.

CONCLUSION GENERALE

Concevoir un logiciel d'analyse de la qualité de service sur l'interface radio GSM était l'objectif principal de notre travail. En effet l'accomplissement de cette tâche a nécessité l'approfondissement de nos connaissances du réseau GSM et une étude détaillée des divers enjeux de la qualité de service dans un tel réseau ainsi que les différents problèmes que nous puissions rencontrer.

Ainsi dans le premier chapitre, nous avons présenté l'architecture du réseau GSM ainsi que les différents paramètres radio qui influent sur sa qualité de service.

Dans le second, nous avons détaillé les différentes techniques permettant à un opérateur de superviser la qualité de service de son réseau à savoir les mesures Drive Test qui fait l'objet de notre travail.

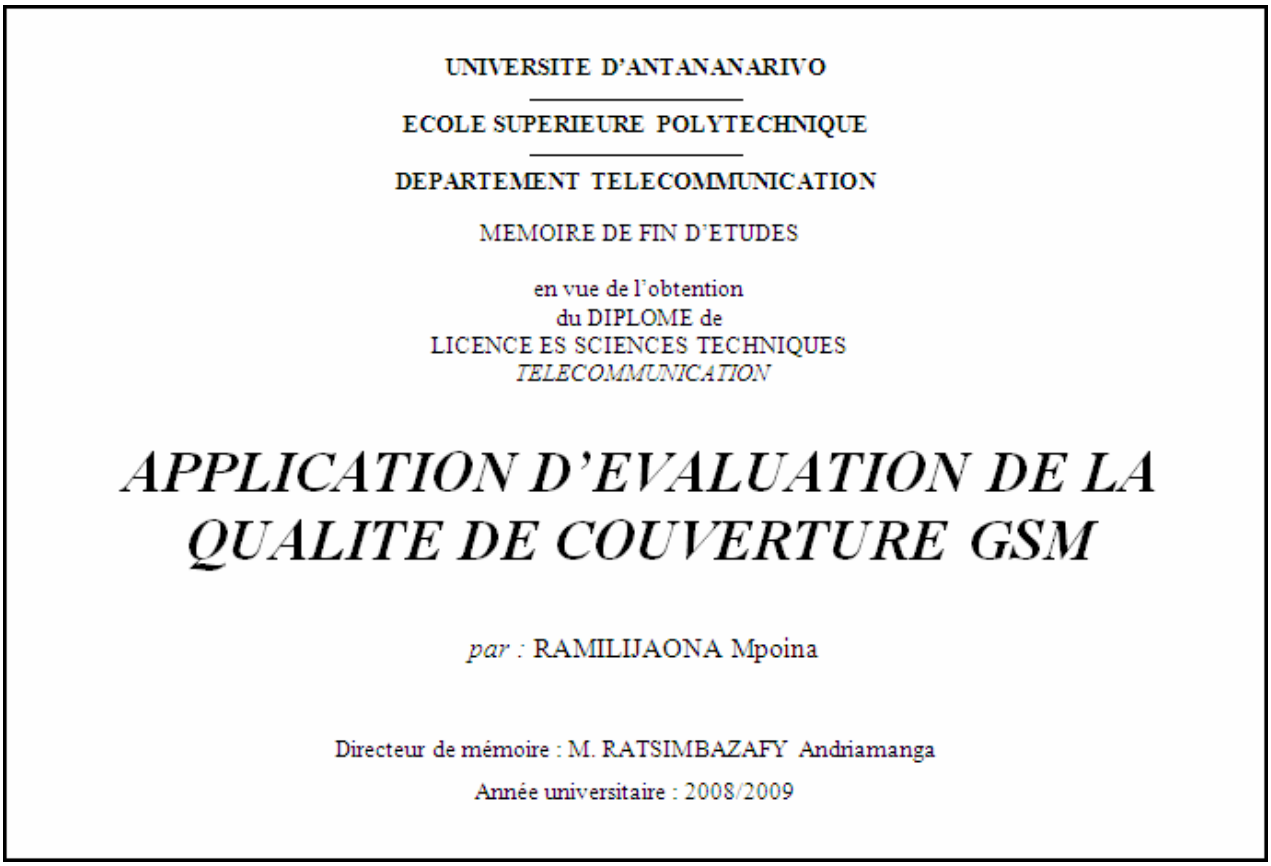
Nous sommes passés par la suite au développement d'un outil permettant d'acquérir les différents paramètres nécessaires pour la caractérisation de la QoS d'un réseau GSM. En effet, nous avons donné le principe du mobile à trace ainsi que l'analyse des trames échangées entre le mobile et le réseau. L'acquisition des ces paramètres se fait en utilisant des commandes AT après la configuration de l'interface série. Dans ce troisième volet, nous avons détaillé le fonctionnement de l'outil développé tout en présentant le langage utilisé ainsi que ses critères du choix

Pour ce qui est de l'avenir de ce logiciel, de nombreuses choses sont encore à faire. Les possibilités sont multiples comme par exemple l'intégration des indicateurs du réseau GPRS, qui a d'autres spécifications autres que le GSM, ainsi que d'autres formes de transmission et surtout l'utilisation d'un récepteur GPS qui, mentionnons le, coûte dans les 300 000 Ar. Les données récupérées ne seront pas analysées de la même manière.

ANNEXES

ANNEXE 1 : LES AUTRES EXPLOITATIONS DU LOGICIEL

On va visualiser les autres fonctionnalités du logiciel qu'on n'a pas mentionné précédemment.


UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT TELECOMMUNICATION

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

en vue de l'obtention
du DIPLOME de
LICENCE ES SCIENCES TECHNIQUES
TELECOMMUNICATION

APPLICATION D'EVALUATION DE LA QUALITE DE COUVERTURE GSM

par : RAMILIJAONA Mpoina

Directeur de mémoire : M. RATSIMBAZAFY Andriamanga

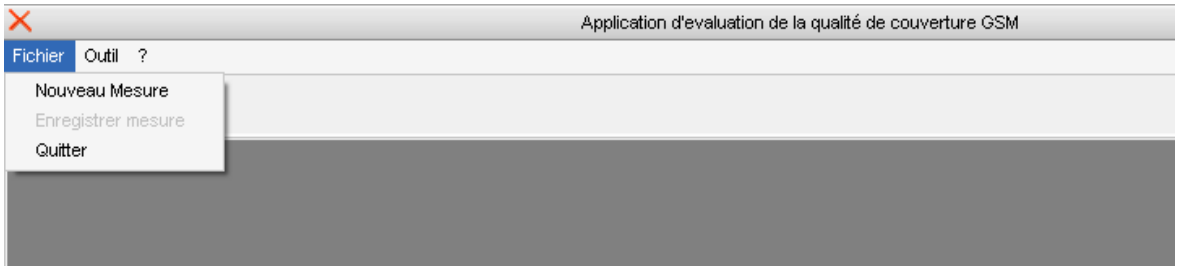
Année universitaire : 2008/2009

Figure A1.01 : *L'écran d'accueil*

L'écran d'accueil est programmé pour s'afficher pendant 10 secondes, le temps pour que l'utilisateur puisse lire les informations concernant le logiciel [14].

La fenêtre principale présente un vaste espace sombre indiquant que le logiciel est prêt à recevoir un nouveau projet. Pour faciliter la tâche de l'utilisateur, on a mis en place une barre d'outils en dessous de la barre de menu. Ce logiciel est conçu pour être plus interactif.

Figure A1.02 : *Fenêtre principale*



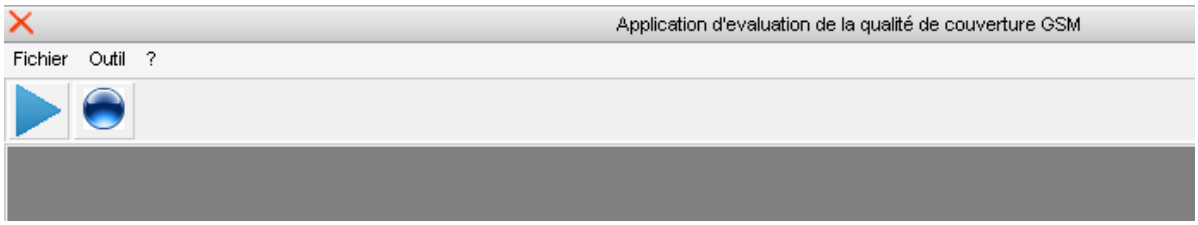


Figure A1.03 : *La barre de menu et la barre d'outils*

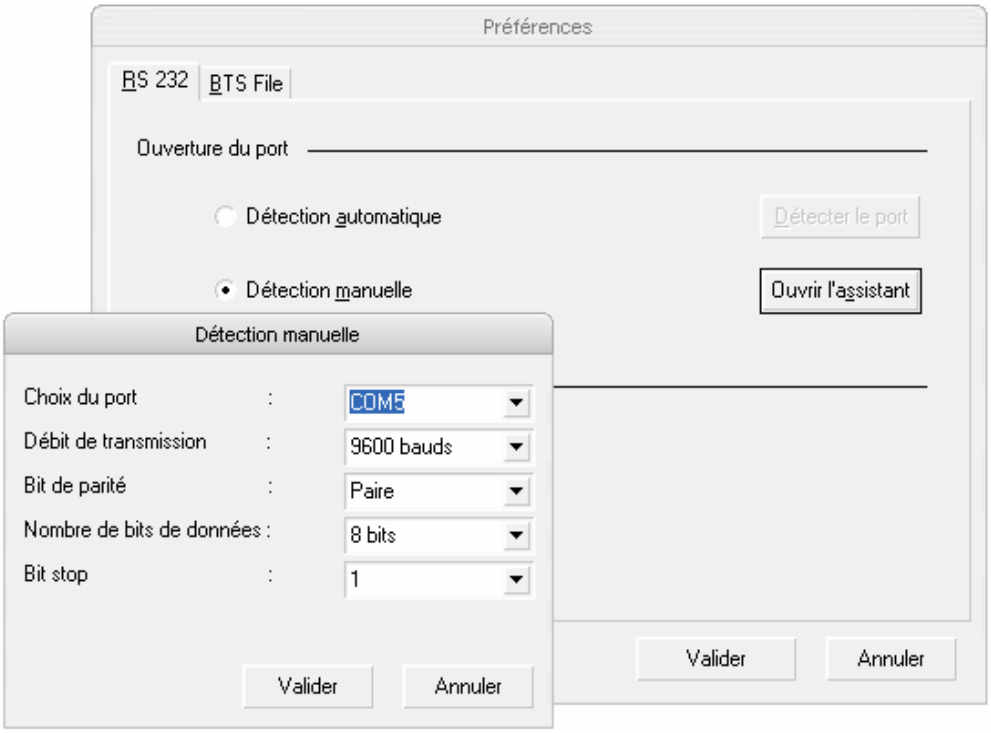


Figure A1.04 : *L'assistant de communication RS 232 – Détection manuelle*

Figure A1.05 : *L'assistant de communication RS 232 – Détection automatique*

Le mode de communication avec le mobile est établi de façon automatique ou manuel. Le mode automatique est plus facile et plus interactif. En fait, l'application scanne tous les ports COM physiques et logiques présents sur le PC et les testent un par un avec un établissement d'appel. Par contre, le mode manuel est plus détaillé et plus technique mais l'utilisateur est censé savoir en avance le port série opérationnel.

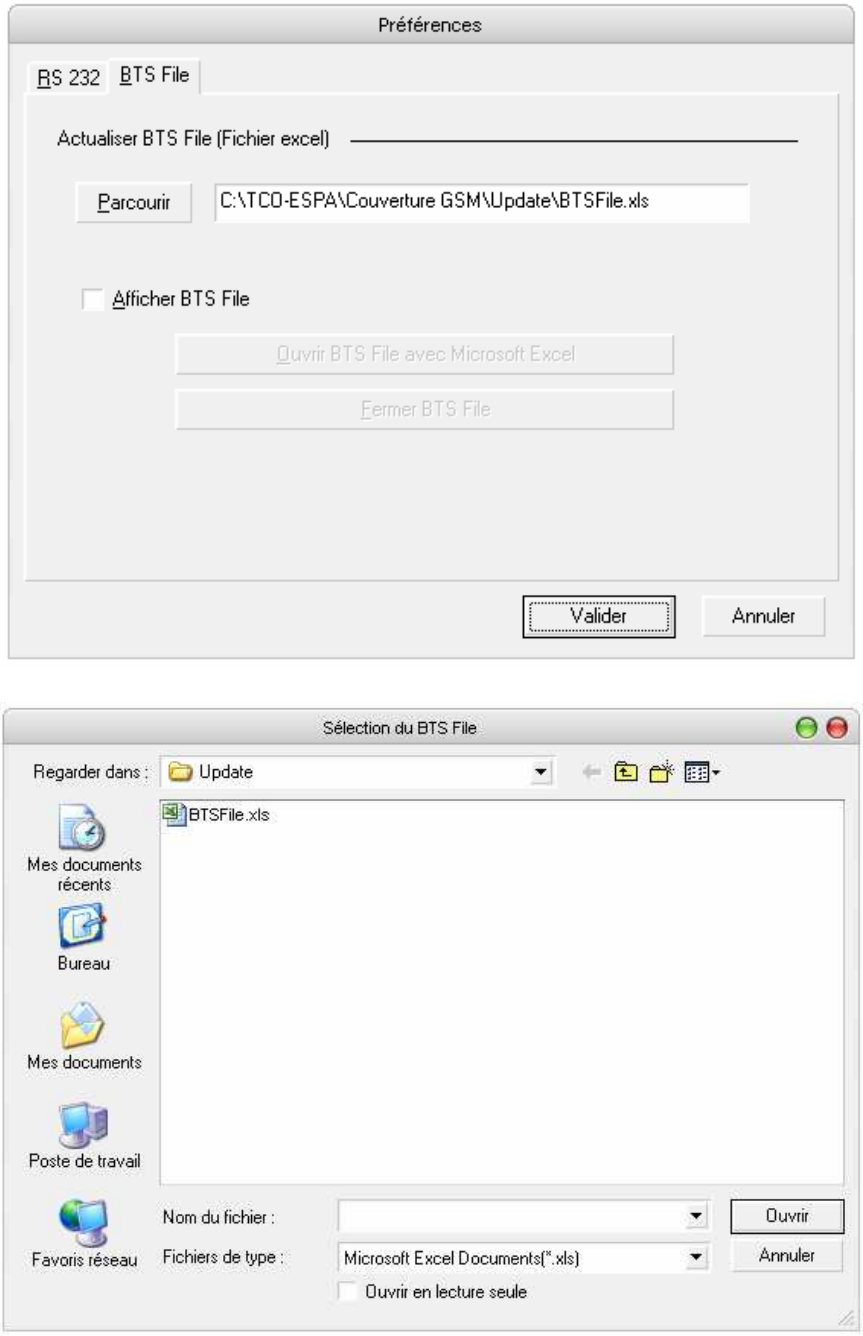


Figure A1.06 : *La sélection du BTS File*

Le BTS File est un fichier propre pour chaque opérateur. Ce fichier contient des informations jugées confidentielles car il contient des informations stratégiques pour l'opérateur en question, à savoir le canal BCCH utilisé, le CI, le BSIC, l'azimut des antennes, etc. Pour la réalisation de ce logiciel, Orange Madagascar à donné la permission d'utiliser les contenues du BTS File liés au site d'Alakamisy, d'Ambatomirahavavy et d'Ampitatafika. Ce sont les sites candidats pour servir la cite universitaire de Vontovorona.

Ce fichier est fréquemment actualisé, c'est pourquoi le logiciel permet à l'utilisateur de parcourir vers d'autre BTS File en format Excel.

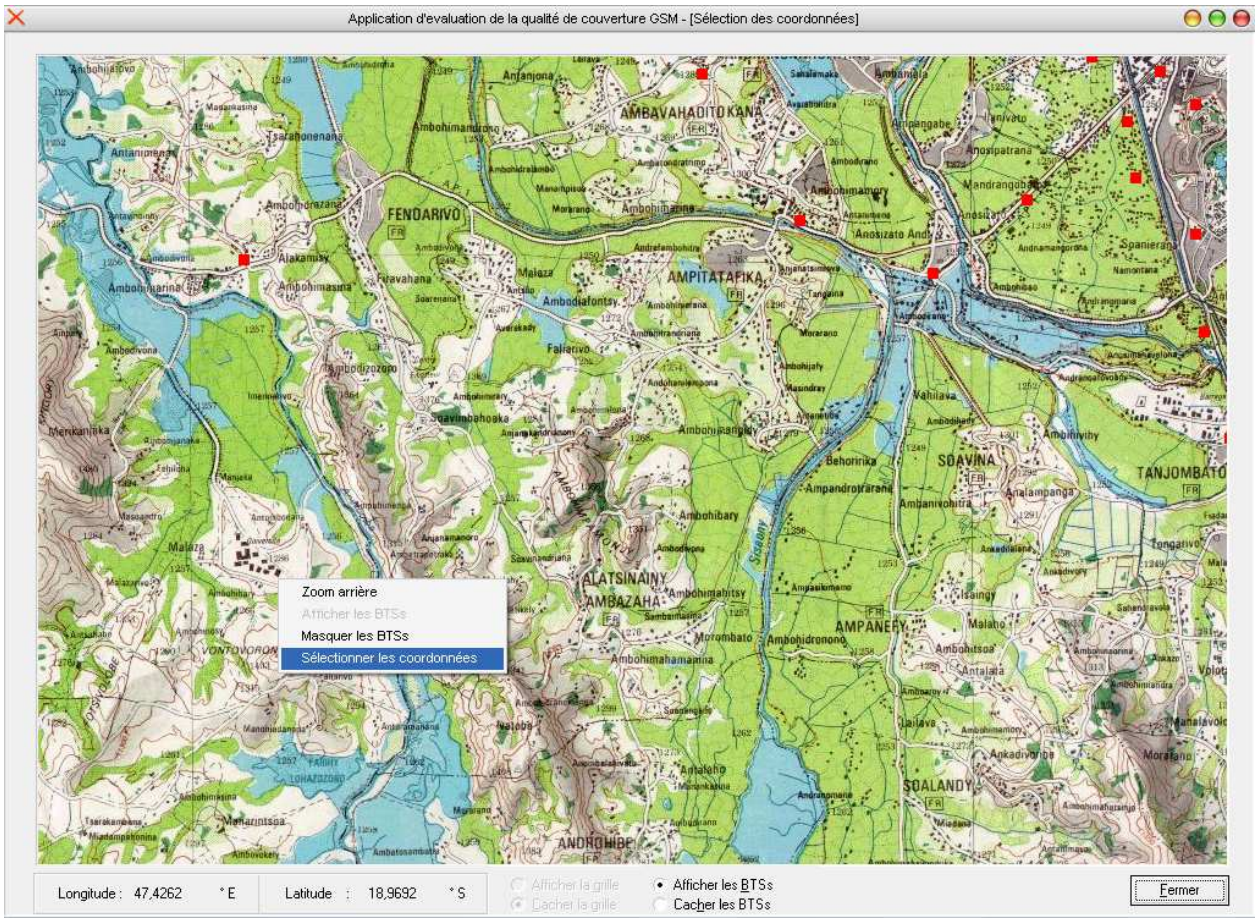


Figure A1.07 : *La carte*

La carte permet de déterminer les coordonnées géographiques de points où se passe la mesure [15]. Il est important de savoir l'emplacement géographique du mobile pour donner du sens à la mesure. On ne peut apporter la moindre interprétation et analyse si on ne connait pas l'endroit en question.

Le system de projection adopté pour cette carte est l'UTM (Universal Transverse Mercator). L'origine de ce system est l'intersection entre l'équateur et la méridienne origine (ou tous simplement le méridien GMT).

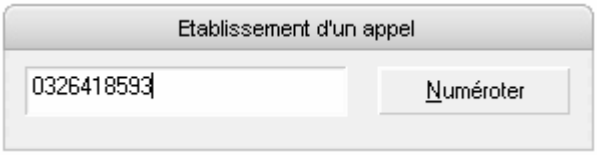


Figure A1.08 : *L'établissement d'une communication*

Il est nécessaire d'effectuer la mesure au cour d'une communication pour savoir les éventuelles erreurs que peuvent subir les abonnées en communication.

Figure A1.09 : *A propos du logiciel*

ANNEXE 2 : LA PUISSANCE EN DBM ET EN WATT

Les techniciens en radiofréquences expriment parfois la puissance en dBm au lieu d'utiliser Watt. Il y a une formule de conversion de la puissance en dBm vers Watt et vice versa.

En voici la formule de conversion Watt en dBm:

$$P(dBm) = 10\log_{10}\left(\frac{P(Watt)}{P_0}\right)$$

Avec P_0 une référence qui a pour valeur 1mW.

dBm	mW	dBm	mW	dBm	mW
-50	1,00E-05	-76	2.511886431509577E-08	-102	6.309573444801916E-11
-51	7.943282347242805E-06	-77	1.995262314968879E-08	-103	5.011872336272715E-11
-52	6.30957344480193E-06	-78	1.584893192461111E-08	-104	3.9810717055349693E-11
-53	5.011872336272715E-06	-79	1.2589254117941661E-08	-105	3.1622776601683795E-11
-54	3.981071705534969E-06	-80	1,00E-08	-106	2.5118864315095722E-11
-55	3.162277660168379E-06	-81	7.943282347242821E-09	-107	1.995262314968875E-11
-56	2.5118864315095774E-06	-82	6.3095734448019175E-09	-108	1.5848931924611106E-11
-57	1.9952623149688786E-06	-83	5.011872336272715E-09	-109	1.2589254117941661E-11
-58	1.584893192461111E-06	-84	3.981071705534969E-09	-110	1,00E-11
-59	1.258925411794166E-06	-85	3.1622776601683793E-09	-111	7.943282347242788E-12
-60	1,00E-06	-86	2.511886431509582E-09	-112	6.309573444801917E-12
-61	7.943282347242805E-07	-87	1.995262314968875E-09	-113	5.011872336272714E-12
-62	6.30957344480193E-07	-88	1.584893192461111E-09		
-63	5.011872336272714E-07	-89	1.258925411794166E-09		
-64	3.9810717055349694E-07	-90	1,00E-09		

-65	3.162277660168379E-07	-91	7.943282347242822E-10
-66	2.511886431509577E-07	-92	6.309573444801917E-10
-67	1.9952623149688787E-07	-93	5.011872336272715E-10
-68	1.584893192461111E-07	-94	3.9810717055349697E-10
-69	1.2589254117941661E-07	-95	3.1622776601683797E-10
-70	1,00E-07	-96	2.511886431509572E-10
-71	7.943282347242805E-08	-97	1.995262314968875E-10
-72	6.30957344480193E-08	-98	1.584893192461111E-10
-73	5.011872336272714E-08	-99	1.258925411794166 3E-10
-74	3.981071705534969E-08	-100	1,00E-10
-75	3.162277660168379 4E-08	-101	7.943282347242789E-11

Tableau A2.1 : *La table de conversion dBm → mW*

ANNEXE 3 : LES FONCTIONS MATHEMATIQUES UTILISEES

Concevoir des logiciels n'est pas simplement créer des interfaces pour l'utilisateur, des connaissances en mathématiques sont fréquemment indispensables. Si les variables sont discrets, il est probable que l'on puisse utiliser des suites de termes. Dans le cas contraire, si les variables sont continues, on peut faire recours à des fonctions.

La droite suivante fait la conversion entre le RSSI (Received Signal Strength Indication) reçu à travers le réseau GSM et l'affichage de la puissance reçue. L'équation correspondante est donc traitée dans l'application.

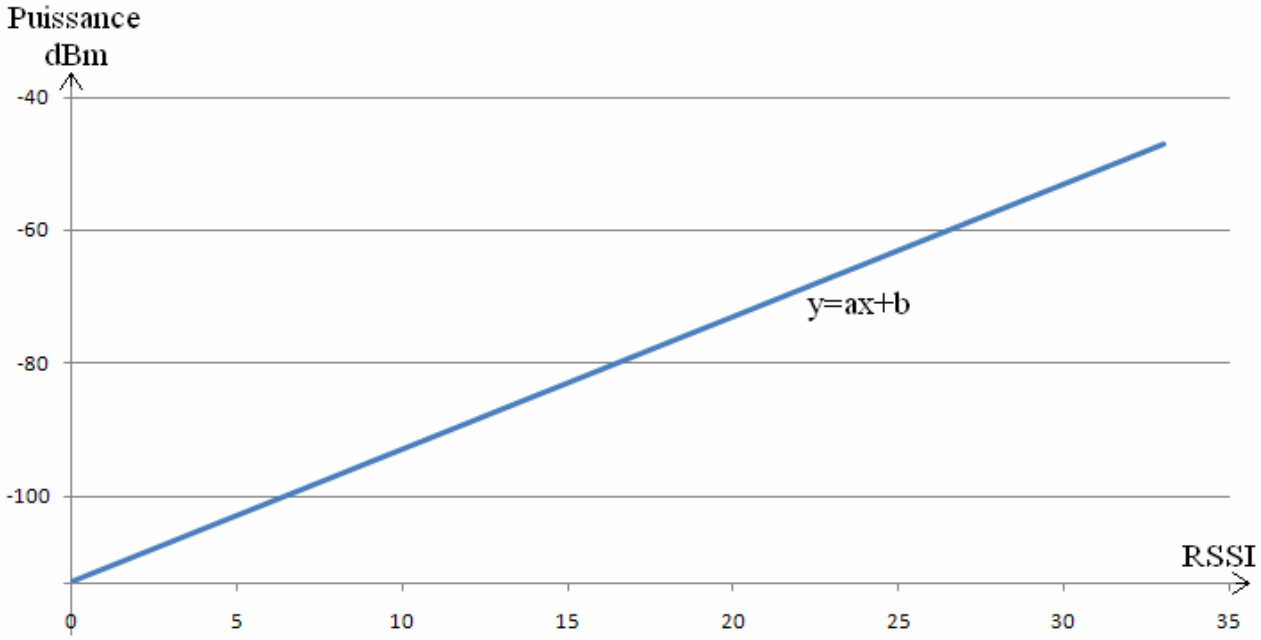


Figure A3.01 : *La conversion en dBm*

De la même manière, pour la plateforme de la carte géographique, la conversion du pixel en longitude et latitude obéit à la courbe dans la figure suivante. C'est une courbe tangente à la droite (*y=ax+b)* à l'origine et qui s'éloigne de plus en plus à cette droite suivant un rayon de courbure. Chercher l'expression exacte d'une telle équation peut prendre davantage de temps (des semaines).

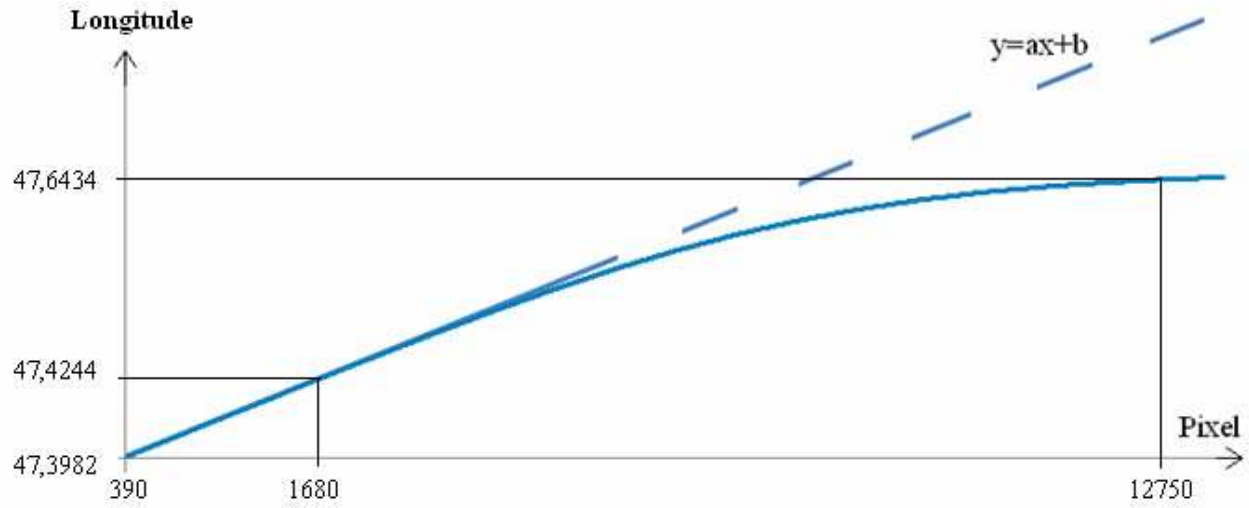


Figure A3.02 : *La conversion du pixel horizontal en longitude*

La conversion du pixel vertical en latitude obéit au même principe. L'antécédent c'est la valeur obtenue par la position du curseur. Les coordonnées géographiques sont donc les images obtenues par les fonctions admettant le genre de courbe ci-dessus.

BIBLIOGRAPHIE

[1] Rakotomalala M.A. *«Les réseaux mobiles»* Cours L3 Dépt TCO, AU 2009-2010

[2] Ramilijaona M. Rapport de stage, Orange Madagascar, *«Service Optimisation Réseau – Mesure Radio»* Décembre 2008-Fevrier 2009

[3] *« Le réseau GSM »* www.commentcamarche.net

[4] Mitchell S. Moore, *«Telecommunications, a beaginner's guide»*, The McGrawHill Companies, 2002

[5] William C. Hardy, *«QoS Measurement and evaluation of Telecommunications Quality of Service»* John Wiley & Sons, 2001

[6] Sara Jane LUDOVICY, *«Rapport de Stage de fin d'études - France Telecom»*, 28 août 2006

[7] Thierry Aim, *«Foire aux questions»* http://www.developpez.com, 22 Déc 2008

[8] Nokia Corporation, *«AT Command Set for Nokia GSM and WCDMA Products»* http://www. Forum.Nokia.com, 02 Avr 2004

[9] Christopher E. Strangio, *«The RS232 Standard»*, CAMI Research Inc., Acton, Massachusetts, 2006

[10] Ratsimbazafy A. *«Téléinformatiques»* Cours L3 Dépt TCO, AU 2009-2010

[11] Steven Holzner, *«Visual Basic 6 Black Book»*, The Coriolis Group, 08 Janv 1998

[12] B.W.Boehm, *«Méthodologie de la programmation – Théorie et pratique »*, 1999

[13] J.M Rabilloud, *«Programmer efficacement Microsoft Excel»* http://www.developpez.com

[14] Rocky Mountain, *«How to splash screen»* http://www.vb-helper.com, 20 Nov 2009

[15] Microsoft Corporation, *«MousePointer for Visual Basic 6.0 Users»* http://www.microsoft.msdn.com, 2010

[16] Gilbert Miralles, *«Les bases de la gestion de fichiers»* http://www.developpez.com, 16 mars 2003

RENSEIGNEMENTS

- Nom : RAMILIJAONA
- Prénoms : Mpoina
- Adresse de l'auteur : Lot F II 15 Ambohimahitsy Ambohimangakely

  N° Téléphone : 033 07 446 24
  E-mail : mpoina@gmail.com
- Titre du Mémoire : REALISATION D'UNE APPLICATION D'EVALUATION DE LA QUALITE DE COUVERTURE GSM
- Nombre de pages : 67
- Nombres de tableaux : 11
- Nombre de figures : 26
- Mots clés : GSM, 2G, interface UM, mesure radio, RXLevel, RXQual, QoS
- Directeur de mémoire : M. RATSIMBAZAFY Andriamanga

  N° Téléphone : 034 01 377 97

RESUME

Ce présent document contient les informations concernant l'implémentation de la mesure radio en GSM. Visual Basic est le choix de la conception de ce logiciel à cause de sa prise en charge du port de communication RS 232. Concevoir un logiciel de mesure de la qualité de service sur l'interface radio GSM était l'objectif principal de notre travail. En effet l'accomplissement de cette tâche a nécessité l'approfondissement de nos connaissances du réseau GSM et une étude détaillée des divers enjeux de la qualité de service dans un tel réseau ainsi que les différents problèmes que nous puissions rencontrer. Les principaux paramètres mis en cause durant ce mémoire sont les RXLevel (le niveau du champ reçu), le RXQual (la qualité de la réception) et l'identité des cellules. Ce sont tous des paramètres clés dans l'optimisation de la qualité de couverture GSM

ABSTRACT

This document contains information about GSM radio measurement implementation. Visual Basic was chosen to its RS232 communication port manager. Our goal was to create software about GSM radio interface Quality of Service measurement. The accomplishment of this task needed a growing of our knowledge on GSM network, and details about different stake of Quality of Service on such network, and also about different trouble we can meet. Mains parameters at stake along this project are RXLevel (received signal strength), RXQuality (reception quality) and cellule identities. There are all keys parameters on optimization of coverage quality on GSM.