

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI TIZI-OUZOU  
FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET INFORMATIQUE  
DEPARTEMENT INFORMATIQUE



# MEMOIRE

de fin d'études

*En Vue De l'Obtention Du Diplôme Master  
Académique En Informatique*

*Option : Conduite Projet Informatique*

## Thème

**Etude de la qualité de service des réseaux  
mobiles :  
Cas ATM Mobilis**

Dirigé par :

*M<sup>r</sup> DIB Ahmed*

Réalisé par :

*M<sup>elle</sup> MEZIANE Lynda  
M<sup>elle</sup> MEZZOU Hassina*

Promotion 2013/2014

# Remerciements

*Ce travail de master a été réalisé dans le cadre d'une convention établie entre le Département Informatique de l'Université Mouloud et l'Entreprise de la téléphonie mobile ATM Mobilis.*

*Nous exprimons nos remerciements à Mr DIB pour avoir dirigé ce travail. Ses conseils, et ses encouragements nous ont été très précieux.*

*Notre profonde reconnaissance et considération au jury qui nous fera l'honneur d'évaluer le fruit de notre étude.*

*Nous tenons également à exprimer notre profonde gratitude et reconnaissance à toute l'équipe du service technique et maintenance de ATM Mobilis d'Alger et de Tizi-Ouzou, en particulier Mme SENANI et MM. SOFIAN ET BENZID, pour l'accueil et l'aide qu'il nous ont apporté tout au long de la réalisation de ce travail.*

*Enfin, nous tenons à associer à ces remerciements toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de travail.*

# Dédicaces

*Je dédie cet ouvrage  
A mon père,  
Pour m'avoir toujours aider,*

*A ma mère,  
Pour qui je ne trouve aucune dédicace lui convenant pour tout ce que je  
lui dois,  
que Dieu lui prête longue vie*

*A mon frère et mes sœurs  
Pour m'avoir rendu aussi la vie agréable, que Dieu les garde,*

*A tous mes amis(es)  
L'une des sources de ma bonne humeur  
A tous mes enseignants  
A tous ce que j'aime et qui m'aiment  
Et à toute ma famille.*

*A toi Lynda et toute ta famille.*

HASSINA

# Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail*

*A Mes très chers parents que j'adore pour leur soutien et leur développement  
tout au long de mes études.*

*A mes chère sœurs : Lisa et Inès que j'aime énormément*

*A toute la famille : Meziane et Merabet*

*A tous mes amis sans exception*

*A tous les étudiants du département Informatique*

*A toi Hassina et à toute ta famille*

**LYNDA**

# Liste des figures

<b>Figure 1:</b> Figure représentant un motif élémentaire (à gauche) et un ensemble de motifs dans un réseau (à droite).....	4
<b>Figure 2 :</b> Architecture d'un réseau GSM.....	5
<b>Figure 3:</b> Le Sous-système Radio BSS.....	6
<b>Figure 4:</b> Le Sous-système d'Acheminement.....	9
<b>Figure 5 :</b> Le Sous-système d'Exploitation et de Maintenance.....	10
<b>Figure 6 :</b> Technique d'accès multiple FDMA.....	11
<b>Figure 7:</b> technique d'accès multiple TDMA.....	13
<b>Figure 8 :</b> Puissances instantanée et moyenne d'un mobile.....	14
<b>Figure 9 :</b> processus du handover.....	18
<b>Figure 10:</b> Dispositif du Drive Test.....	24
<b>Figure 11 :</b> Différents équipements.....	25
<b>Figure 12 :</b> les opérateurs Mobile.....	37
<b>Figure 13 :</b> Organigramme de ATM Mobilis.....	39
<b>Figure 14:</b> carte géographique de la couverture du réseau Mobilis .....	44
<b>Figure 15 :</b> Le taux de congestion SDCCH.....	46
<b>Figure 16 :</b> Trafic SDCCH.....	47
<b>Figure 17 :</b> Taux de coupures SDCCH.....	48
<b>Figure 18 :</b> Taux de congestion TCH.....	50

<b>Figure 19</b> : Taux de coupures TCH .....	52
<b>Figure 20</b> : Carte de couverture réseau mobile pour la zone d'Azazga.....	55
<b>Figure 21</b> : Interface identification .....	58
<b>Figure 22</b> : Interface pour création d'un nouveau rapport .....	58
<b>Figure 23</b> : Interface pour ajout des composant .....	59
<b>Figure 24</b> : Interface représentant la coupure TCH.....	59
<b>Figure 25</b> : Interface représentant le taux de succès de TCH.....	60
<b>Figure 26</b> : L'interface représentant la congestion TCH.....	60

# Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : Indicateurs de performance.....	27
<b>Tableau 2</b> : Taux de succès d'appels .....	32
<b>Tableau 3</b> : Taux de coupure d'appels.....	32
<b>Tableau 4</b> : Qualité du signal.....	33
<b>Tableau 5</b> :Répartition du marché de la téléphonie.....	36
<b>Tableau 6</b> : Critère de l'évaluation de réseau Mobilis.....	53
<b>Tableau 7</b> : Résultat d'évaluation de QoS.....	54
<b>Tableau 8</b> : Critère d'évaluation de l'outil Tems.....	55

# Liste des acronymes

## A-----

**AUC** : Authentification Center

**ARTPT** : Autorité de Régulation de la Poste de T' Télécommunication

## B-----

**BCCH** : Broadcast Control Channel

**BSC** : Base Station Controller

**BSS** : Base Station Sub-System

**BTS** : Base Transceiver Station

## C-----

**CCONGS** : Congestion Counter

**CCALL**: Call Attempt Counter

**CCP** : Centre des Chèques Postaux

**CRD**: Call detail record

**CSSR** :

**CNSCAN**: Number of Accumulations of SDCCH Traffic Level Counter

**CTRALACC** : Traffic Level Accumulator

## D-----

**DCR** : Drop Call Rate

**DCS**: Digital Communication System

**DSC** : Digital Cellular System

## E-----

**EIR**: Equipment Identity Register

**EPE** : Entreprise Publique Economique

**EDGE** :Enhanced Data Rates for GSM

*F*-----  
-----

**FDMA**: Frequency Division Multiple Access

*G*-----  
-----

**GP** :Grand Publique

**GMSC** : Gateway Mobile Switching Center

**GPS** : Global Positioning System

**GPRS** : General Packet Radio Service

**GSM** : Global System for Mobile Communications

*H*-----  
-----

**HLR** : Home Local Register

**HO**: HandOver

**HOSUCBCL**: Number of successful assignment handovers to better cell

*I*-----  
-----

**IMEI**: International Mobile Equipment Identity

**IMSI**: International Mobile Subscriber Identity

**IT**: Intervalles de Temps

*K*-----  
-----

**KPI**: Key Performance Indicator

**KIPCO** : Koweite Project Company

*L*-----  
-----

**LAPDM** : Link Access Protocol on the D Mobil Channel

*M*-----  
-----

**MMS** : Multimédia Message Service

**MS**: Mobile Station

**MSC**: Mobile-services Switching Centre

**MVPN** : Mobile Virtual Private Network

*N*-----  
-----

**NSS** : Network Sub-System

*O*-----  
-----

**OMC** : Operation Management Center

**OSS** : Operation Sub-System

**OTH** : Orascom Télécom Holding

**OSI**: Open System Interconnect

*P*-----  
-----

**PDCH**: Physical Data Channel

**PDG** : Président Directeur Général

*Q*-----  
-----

**QoS** : Qualité de service

*R*-----  
-----

**RF** :

**RNO**: Radio Network Optimisation

**RTCP** : Réseau de Télécommunication Commuté Public

**RXQUAL** :

**RXLEV** : Receive Signal Level

*S*-----  
-----

**SDCCH** : Stand-alone Dedicated Control Channel

**SIM**: Subscriber Identity Module

**SMS**: Short Message Service

**SPA** :Societe Par Action

*T*-----  
-----

**TASSALL**: Assignment attempts for all MS power classes

**TCH** : Channel Traffic

**TDMA** : Time Division Multiple Access

**TFCASSALL**: Assignment complete for all MS power classes

**TFNDROP**: Dropped connections due to failure

**TFNSCAN**: Number of accumulations of traffic level counter

**TFNRELCONG**: Number of released TCH due to Tadio Resource Congestion.

**TFNRELCONGSUB**: Number of Released TCH due to Radio Resource Congestion, Overlaid Subcell

**TFTRALACC**: Traffic level accumulator

**THNRELCONG**: Number of Released TCH due to Radio Resource Congestion

**THTRALACC**: Traffic level accumulator

**THNSCAN**: Number of accumulations of traffic level counter

**THNDROP**: Dropped connections due to failure

**THCASSALL**: Assignment complete for all MS power classes

**TRX** : Transmission Reception Unit

**TTC** :Toutes Taxes Comprises

*U*-----

---

---

**UGB** : United Gulf Bank

**UMTS** : Universal Mobile Telecommunication System

*V*-----

---

---

**VLR** : Visitor Location Register

**VPN**:Virtual Private Network

*W*-----

---

---

**WTA** : Watania Telecom Algérie

# SOMMAIRE

Introduction générale

## Chapitre I : Principes de base de fonctionnement de réseau GSM

I.1 INTRODUCTION.....	2
I.1.1 Historique.....	3
I.2 Technologie GSM.....	3
I.2.1 Concepts de base de GSM.....	3
I.3 Architecture du réseau GSM.....	5
I.3.1 Sous-système Radio BSS.....	6
I.3.2 Sous-système Réseau NSS.....	7
I.3.3 Sous-système opérationnel OSS.....	9
I.3.4 Sous-système d'exploitation et de maintenance OMC.....	9
I.4 Interfaces.....	10
I.5 Technique d'accès sur GSM .....	11
I.5.1 Définition.....	11
I.5.2 FDMA .....	11
I.5.3 TDMA .....	12
I.5.4 Combinaison TDMA et FDMA.....	13
I.6 Interférences du système.....	14
I.6.1 Technique de gestion améliorée de l'interférence.....	14
I.6.2 Transmission discontinue.....	15
I.7 Gestion de localisation .....	16
I.7.1 Méthode de localisation manuelle .....	16

I.7.2 Méthode de l'utilisation de la zone de localisation .....	16
I.7.3 Méthode de localisation périodique .....	16
I.7.4 Méthode de localisation sur changement de zone .....	17
I.8 Handover .....	17
I.8.1 Définition .....	17
I.8.2 Exigences du handover pour les GSM.....	17
I.8.3 Handover intracellulaire.....	18
I.8.4 Handover intercellulaire.....	18
I.9 Conclusion.....	19

## **Chapitre II : Concepts de la qualité de service dans les réseaux mobiles**

II.1 INTRODUCTION.....	20
II.2 Qualité de service et les indicateurs de performances .....	20
II.2.1 Définition .....	20
II.2.2 Buts de la QoS.....	21
II.2.3 Les critères d'évaluation de la qualité de service dans le réseau GSM.....	21
II.2.3.1 La couverture réseau.....	21
II.2.3.2 Le taux de succès d'appels.....	22
II.2.3.3 La qualité de communication.....	22
II.2.3.4 La coupure de communication.....	23
II.2.4 Les techniques de supervision de la QoS .....	23
II.2.4.1 Drive Test .....	24
II.2.4.2 Indicateur Ericsson .....	25
II.2.5 Paramètres de performance.....	26
II.2.5.1 Les indicateurs de qualité de service.....	26

II.2.5.2 Les indicateurs de performance KPI ( <i>Key Performance Indicator</i> ) .....	27
II.2.6 La phase SDCCH .....	27
II.2.6.1 Le taux de congestion SDCCH ( <i>SDCCH assign congestion</i> ) .....	28
II.2.6.2 Le taux de coupure SDCCH ( <i>SDCCH drop rate</i> ) .....	28
II.2.6.3 Le trafic de SDCCH.....	29
II.2.7 Phase TCH.....	29
II.2.7.1 Le taux de congestion TCH .....	29
II.2.7.2 La coupure de TCH ( <i>TCH drop rate</i> ).....	30
II.2.7.3 Le taux de succès d'appels ( <i>call setup success rate</i> ).....	30
II.3 Critères d'évaluation de la qualité de service .....	31
II.4 Conclusion.....	33

### **Chapitre III : Opérateurs des réseau mobiles : Cas d'ATM Mobilis**

III.1 INTRODUCTION.....	34
III.2 Le secteur de la téléphonie en Algérie et l'opérateur MOBILIS .....	35
III.3 Le marché Algérien de la téléphonie mobile .....	35
III.4 Opérateurs de la téléphonie mobile en Algérie.....	37
III.4.1 Définition d'un opérateur .....	37
III.4.2 Les opérateurs du marché Algérien .....	37
III.4.2.1 Présentation de l'opérateur Orascom Télécom Algérie( Djezzy) .....	37
III.4.2.2 Présentation de l'opérateur Watania Télécom Algérie (Nedjma).....	38
III.5 Identité et historique d'ATM Mobilis.....	38
III.5.1 Historique et statut .....	38

III.5.2 Organigramme de ATM Mobilis .....	39
III.5.3 Organisation interne de Mobilis .....	40
III.5.3.1 Division Affaires Générales .....	40
III.5.3.2 Division Réseau et Service .....	40
III.5.3.3 Division commerciale et Marketing .....	40
III.5.3.4 Autres directions – Cellule d'audit .....	40
III.5.4 Missions et objectifs de l'entreprise .....	41
III.5.4.1 Missions .....	41
III.5.4.2 Les objectifs .....	41
III.5.5 les engagements pris par ATM Mobilis .....	42
III.5.6 Chiffres clefs d'ATM Mobilis.....	43
III.5.7 Le réseau technique de ATM Mobilis.....	43
III.5.7 La couverture du réseau Mobilis .....	44
III.6 Conclusion .....	44

## **Chapitre IV : Evaluation de la qualité de service : Cas d'ATM Mobilis**

IV.1 INTRODUCTION.....	45
IV.2 Evaluation de la qualité de service à ATM Mobilis par les indicateurs de performances .....	45
IV.2.1 Phase SDCCH.....	45
IV.2.1.1 Taux de congestion SDCCH (SDCCH assign congestion).....	45
IV.2.1.2 Taux de trafic de SDCCH.....	46
IV.2.1.3 Taux de coupure SDCCH .....	47
IV.2.2 Phase TCH.....	49
IV.2.2.1 Taux de congestion TCH.....	49

IV.2.2.2 Trafic du TCH.....	50
IV.2.2.3 Le taux de coupure de TCH (TCH drop rate).....	51
IV.2.2.4 Taux de succès d'appels (call setup success rate).....	52
IV.2.3 Critères d'évaluation de réseau ATM Mobilis .....	52
IV.2.3.1 Résultat de l'évaluation.....	54
IV.2.3.2 Utilisation de l'outil Tems pour l'évaluation de la QoS.....	55
IV.3 Outil de mesure utilisés à ATM Mobilis pour le suivi de la QoS .....	54
IV.3.1 Définition .....	56
IV.3.2 Environnement.....	56
IV.3.3 Les modules Business Objects .....	57
IV.3.4 Les interfaces de Business Object .....	58
IV.4 CONCLUSION.....	61
<b>CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>62</b>
<b>REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE .....</b>	<b>63</b>

# INTRODUCTION GENERALE

Le Système GSM (*Global System for Mobile*) communication représente un des succès industriels les plus marquants de ces dernières années. Le marché de la téléphonie mobile apparaît de plus en plus concurrentiel en égard au nombre d'opérateurs de réseau mobile en activité sur le territoire national et de ceux à venir. La baisse des tarifs de communications liée à cette concurrence s'accompagne, au grand désavantage des consommateurs, d'une dégradation considérable de la qualité de service. D'un point de vue utilisateur la qualité de service (QoS) se définit comme l'effet global produit par la qualité de fonctionnement d'un service qui détermine le degré de satisfaction de l'usage (UIT-T E-800).

En application du code des télécommunications, l'agence Algérie Télécom a délivré des autorisations à des opérateurs de réseaux mobiles. A cet effet trois opérateurs ont été agréés et sont en activité sur le territoire national.

Ces trois opérateurs à savoir : ATM Mobilis, Nedjma (Ooredoo) et Djezzy entrent en compétition concurrentielle par la multiplication des services et des technologies modernes. Il est donc nécessaire de s'intéresser aux indicateurs techniques mesurés au sein des réseaux, aux indicateurs de qualité significatifs de la perception des clients.

ATM Mobilis rentre donc en compétition avec les deux autres opérateurs dans le cadre de sa mission. Il assure une qualité du fonctionnement de ses différents services et ses offres promotionnelles, une continuité en appel sans interruption, une mobilité très aisée pour l'abonné sans perturbation et cela pendant la durée de la communication. Cependant il est à signaler que certains phénomènes peuvent impacter négativement sur cette QoS à savoir :

- Perturbation du signal radio (diffraction, réflexion)
- Nature de l'environnement (végétation, relief, bâtiments, cours d'eau)
- Perturbations climatiques.

Dans le cadre de notre mémoire de fin d'études, nous mènerons la réflexion sur le thème : « Etude de la qualité de service dans les réseaux mobiles : cas de ATM Mobilis ». L'objectif est d'améliorer de façon continue la qualité de service qu'il fournit aux

populations, et déterminer un indicateur unique de QoS des réseaux mobiles afin de satisfaire les clients.

Pour cela, nous avons structuré notre travail en quatre chapitres :

Le chapitre I présente les principes de base de réseau GSM ainsi que sa technologie. Le deuxième est consacré aux principales notions liées à l'évaluation de la qualité de service des réseaux mobiles et ses critères d'évaluation et aussi aux différentes notions des indicateurs de performance de la QoS. Le quatrième chapitre est dédié à la présentation des opérateurs de réseau mobile en Algérie. Une attention particulière a été consacrée à l'opérateur ATM Mobilis qui a fait l'objet de cette étude. Le dernier chapitre de ce mémoire présente une étude de l'évaluation de la qualité de service du réseau ATM Mobilis. Cette étude a été réalisée à partir des données fournies par les services techniques de cet opérateur.

## I.1 INTRODUCTION

### I.1.1 Historique

Le réseau GSM (*Global System for Mobile communications*) constitue au début du 21ème siècle le standard de téléphonie mobile le plus utilisé en Europe. Il s'agit d'un standard de téléphonie dit « de seconde génération » (2G) car, contrairement à la première génération de téléphones portables, les communications fonctionnent selon un mode entièrement numérique. Baptisé « Groupe Spécial Mobile » à l'origine de sa normalisation en 1982, il est devenu une norme internationale nommée « Global System for Mobile communications » en 1991. En Europe, le standard GSM utilise les bandes de fréquences 900 MHz et 1800 MHz. Aux Etats-Unis par contre, la bande de fréquence utilisée est la bande 1900 MHz. Ainsi, on qualifie de tri bande (parfois noté tri bande), les téléphones portables pouvant fonctionner en Europe et aux Etats-Unis et de bi bande ceux fonctionnant uniquement en Europe.

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

## I.2 Technologie GSM

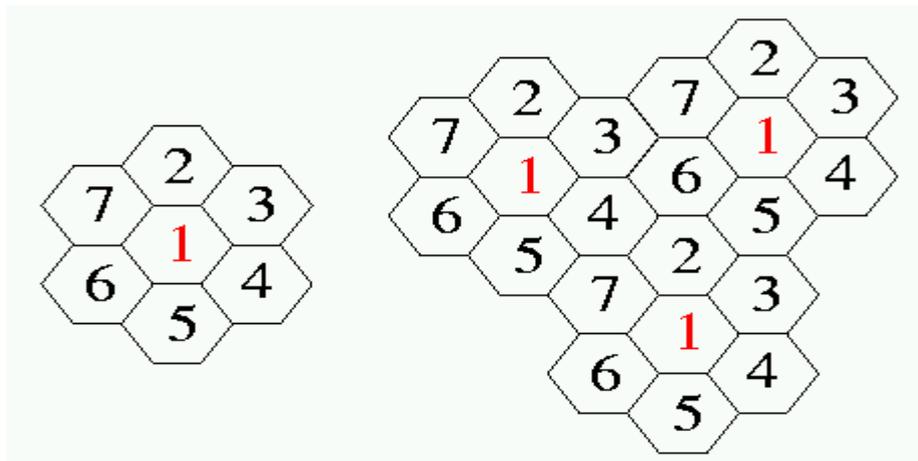
### I.2.1 Concepts de base de GSM

#### 1°/ Concept cellulaire

Un système de radiotéléphonie utilise une liaison radio électrique entre le terminal portatif et le réseau téléphonique. La liaison radio entre le téléphone mobile et le réseau doit être de qualité suffisante, ce qui nécessite la mise en place d'un ensemble de stations de base (BTS ou *Base Transceiver Station*) sur l'ensemble du territoire que l'on souhaite couvrir, de telle sorte que le terminal soit toujours à moins de quelques kilomètres de l'une d'entre elles. On entend par cellule, la surface sur laquelle le téléphone mobile peut établir une liaison avec une station de base déterminée. Le principe consiste à diviser une région en un certain nombre de cellules desservies par un relais radioélectrique (la BTS) de faible puissance, émettant à des fréquences différentes de celles utilisées sur les cellules voisines. Ces cellules doivent être contiguës sur la surface couverte. Evidemment, le nombre de fréquences accordées au système GSM étant restreint, l'opérateur est obligé de réutiliser les mêmes fréquences sur des

cellules suffisamment éloignées de telle sorte que deux communications utilisant la même fréquence ne se brouillent pas. [1]

La figure 1 représente ensemble des motifs dans un réseau GSM



**Figure 1:** Figure représentant un motif élémentaire (à gauche) et un ensemble de motifs dans un réseau (à droite). [2]

## 2°/ Concept de mobilité

L'avantage essentiel que présentent les systèmes de communication mobile par rapport aux réseaux fixes est la mobilité. Le service de mobilité regroupe plusieurs fonctions. D'une part, un usager d'un réseau mobile, qui se déplace en différents points du territoire couvert, doit pouvoir appeler et être appelé. Le système doit alors connaître en permanence la localisation de chaque mobile pour pouvoir le joindre, alors qu'un mobile actif, en état de veille, doit signaler ses mouvements au système et ceci même en absence de communication usager. La fonction correspondante est appelée « gestion de l'itinérance » ou roaming. Chaque système de communication radio mobile gère l'itinérance de ces abonnés de façon plus ou moins complexe en fonction du type de service offert, de la densité d'utilisateurs, du taux d'appels entrants, etc. Les concepteurs de ces systèmes cherchent à minimiser le coût des méthodes de gestion de l'itinérance. En effet, elles n'engendrent pas de communications. Elles ne sont donc pas facturées aux abonnés mais utilisent certaines ressources du réseau. D'autre part, pendant une communication, il existe un lien radio point à point entre une station de base déterminée et le mobile. Il est souhaitable d'assurer la continuité du service alors que l'utilisateur se déplace. Il peut être nécessaire de changer la station de base avec laquelle le terminal est relié tout en maintenant la communication. Le mécanisme assurant cette fonction est appelé « transfert intercellulaire » ou handover. [1]

### I.3 Architecture du réseau GSM

Comme tout système de radiotéléphonie, le GSM Communications doit :

- Offrir un vaste éventail de service de télécommunications compatibles avec ceux des réseaux fixes ;
- Offrir des services spécifiques compatibles à la mobilité des usagers ;
- Assurer la compatibilité d'accès à n'importe quel utilisateur dans n'importe quel pays exploitant le système GSM ;
- Assurer la localisation automatique des mobiles sous la couverture globale de l'ensemble des réseaux ;
- Permettre une grande variété de terminaux mobiles ;
- Obtenir une bonne efficacité spectrale ;
- Obtenir des coûts permettant d'assurer le succès du service.

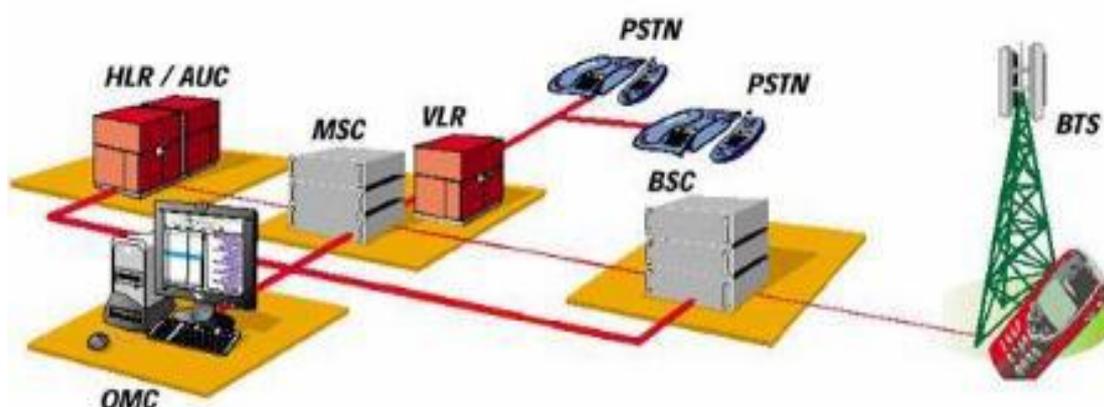
L'architecture de base d'un réseau GSM prévoit en trois sous-systèmes principaux dont chacun dispose d'un certain nombre d'unités fonctionnelles est connecté à l'autre à travers des interfaces standard les principaux sous système sont :

**1°/ Sous-système radio BSS** (*Base Station Sub-System*), qui assure les transmissions radioélectriques et gère la ressource radio.

**2°/ Sous-système réseau NSS** (*Network Sub-System*), réalise les fonctions d'établissements des appels et de la mobilité.

**3°/ Sous-système d'exploitation et de maintenance OSS** (*Operation Sub-System*), qui permet à l'exploitant d'administrer son réseau.

La figure 2 illustre la disposition de chacun de ces éléments sur l'architecture ci-contre.



**Figure 2.** Architecture d'un réseau GSM

### I.3.1 Sous-système Radio BSS

Le sous-système Radio BSS Il assure les transmissions radioélectriques et gère la ressource radio. Il est constitué de :

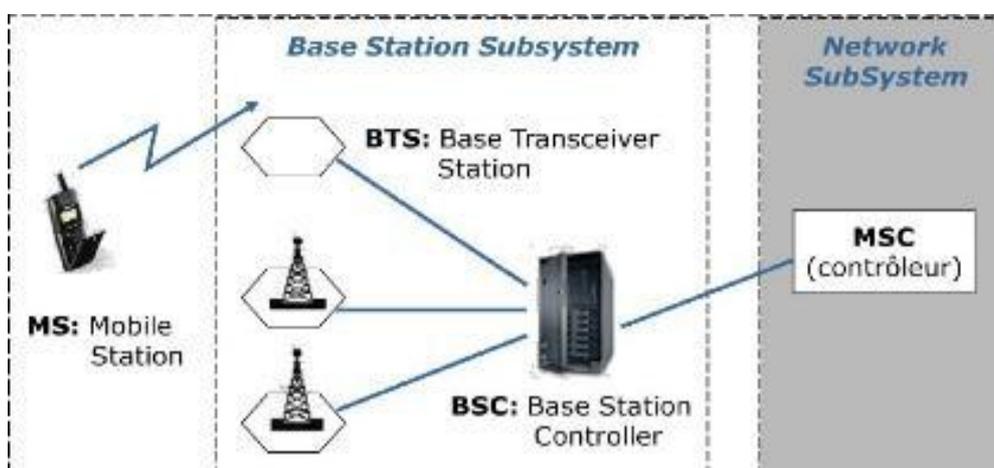
- Stations mobiles MS (*Mobile Station*), permettant aux abonnés d'accéder aux services de télécommunication ;
- Stations de bases BTS, assurant le lien radioélectrique avec les MS. La figure 3 représente le sous - système Radio BSS.

#### 1°/ Contrôleurs de stations de bases BSC

Contrôleurs de stations de bases BSC (*Base Station Controller*) gèrent les BTS et assurent la fonction de concentration du trafic. Transcodeurs 13-64 Kbits/s TRAU pour adapter le codage de la voix sur l'interface radio 13 Kbits/s aux circuits de parole 64 Kbits/s du réseau fixe.

#### 2°/ Station de base ou BTS

Une station de base BTS, assure la couverture radioélectrique d'une cellule (unité de base pour la couverture radio d'un territoire) du réseau. Elle fournit un point d'entrée dans le réseau aux abonnés présents dans sa cellule pour recevoir ou transmettre des appels. Une station de base gère simultanément huit communications grâce au multiplexage TDMA (*Time Division Multiple Access*), utilisé. Une station de base est essentiellement un ensemble émetteur/récepteur, lui-même élément de la chaîne de communication.



**Figure 3:** Le Sous-système Radio BSS

### I.3.2 Sous-système Réseau NSS

Avant l'établissement d'une communication vers le mobile demandé, il faut déterminer le routage à effectuer. Le sous système réseau regroupe toutes les fonctions de routage et de communication. Il est constitué:

- Du MSC (*Mobile Switching Centre*), qui assure l'inter fonctionnement du système cellulaire avec le RTCP (*Réseau de Télécommunication Commuté Public*) ;

- De l'enregistreur de localisation d'accueil associé VLR, qui mémorise les informations dynamiques relatives aux abonnés présents dans la zone géographique considérée. De l'enregistreur de localisation nominal HLR (*Home Location Register*), qui contient les données de référence propres à chaque abonné ;

- Du Centre d'authentification AUC (*authentication Centre*), qui génère et stocke les paramètres d'authentification pour l'identification de l'abonné ;

- De l'enregistreur des identités des équipements EIR (*Equipment Identity Register*), qui contient les identités des terminaux IMEI (*International Mobile Equipment Identity*). Ce module n'existe que pour certains opérateurs.

#### 1°/ Commutateur MSC

Le commutateur MSC, assure l'interconnexion du réseau mobile avec le réseau téléphonique public. Il prend en compte les spécificités introduites par la mobilité, le transfert intercellulaire, la gestion des abonnés visiteurs. Le commutateur est un noeud important du réseau, il donne accès vers les bases de données du réseau et vers le centre d'authentification qui vérifie les droits des abonnés.

#### 2°/ GMSC (*Gateway Mobile – services - Switching Centre*)

Le GMSC est un réseau (RTCP par exemple) doit router un appel vers un abonné mobile sans pouvoir interroger le HLR concerné, l'appel est routé vers un MSC. Ce MSC interrogera le HLR concerné et routera ensuite l'appel vers le MSC sous lequel le mobile est localisé (il peut s'agir du même MSC). Un MSC qui reçoit un appel d'un autre réseau et qui assure le routage de cet appel vers la position de localisation d'un mobile est appelé Gateway MSC (GMSC). Il s'agit en quelque sorte de la « porte d'entrée » dans le réseau GSM.

### **3°/ MSC visité**

Un MSC est dit visité pour un mobile, lorsque le mobile est localisé sous la zone de couverture de ce MSC. Un VMSC est également GMSC lors d'appels d'un autre réseau (RTCP par exemple), vers des mobiles localisés sous ce MSC.

### **4°/ Enregistreur de localisation nominal (HLR)**

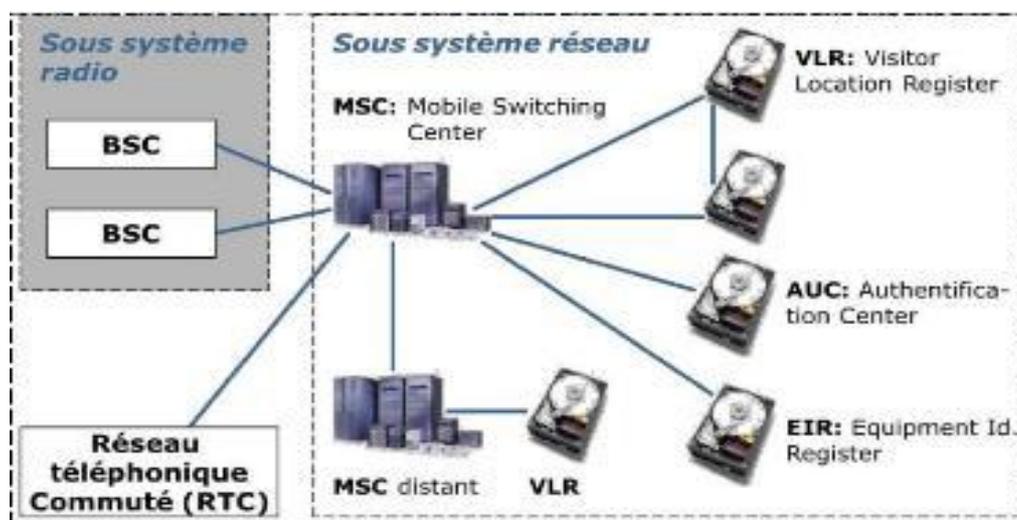
L'enregistreur de localisation nominal est une base de données contenant les informations relatives aux abonnés du réseau. Dans cette base de données, un enregistrement décrit chacun des abonnements avec le détail des options souscrites et des services supplémentaires accessibles à l'abonné. A ces informations statiques, sont associées d'autres dynamiques comme la dernière localisation connue de l'abonné, l'état de son terminal, Le HLR différencie les entités d'abonné et de terminal : Un abonné est reconnu par les informations contenues dans sa carte d'abonnement appelée SIM (*Subscriber Identity Module*). Les informations dynamiques relatives à l'état et à la localisation de l'abonné sont particulièrement utiles lorsque le réseau achemine un appel vers l'abonné, car il commence par interroger le HLR avant toute autre action. Le HLR contient aussi la clé secrète de l'abonné qui permet au réseau de l'identifier.

### **5°/ Centre d'authentification (AUC)**

Le centre d'authentification, est associé à un HLR et sauvegarde une clé d'identification pour chaque abonné mobile enregistré dans ce HLR. Il contrôle les droits d'usage possédés par chaque abonné sur les services du réseau. Ce contrôle est important à la fois pour l'opérateur (contestation de facturation) et l'abonné (fraude).

### **6°/ Enregistreur de localisation des visiteurs (VLR)**

L'enregistreur de localisation des visiteurs, est une base de données associée à un commutateur MSC. Sa mission est d'enregistrer des informations dynamiques relatives aux abonnés de passage dans le réseau. Cette gestion est importante car on doit connaître dans quelle cellule se trouve un abonné pour l'acheminement d'appel. La spécificité des abonnés GSM étant la mobilité, il faut en permanence localiser tous les abonnés présents dans le réseau et suivre leurs déplacements. A chaque changement de cellule d'un abonné, le réseau doit mettre à jour le VLR du réseau visité et le HLR de l'abonné, d'où un dialogue permanent entre les bases de données du réseau. La figure 4 ci-dessous représente le système d'acheminement.



**Figure 4:** Le Sous-système d'Acheminement

### I.3.3 Sous-système opérationnel OSS

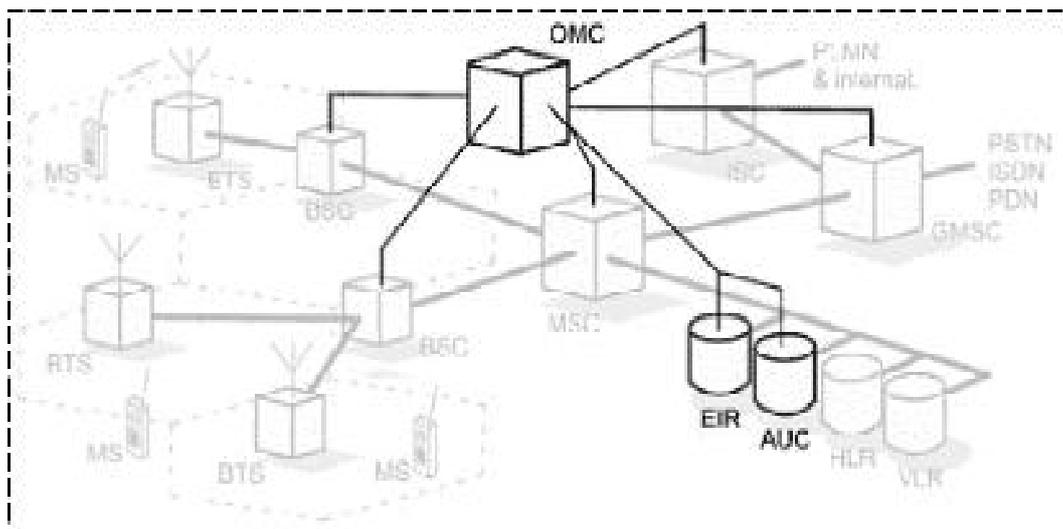
Le sous-système opérationnel assure la gestion et la supervision du réseau. C'est la fonction dont l'implémentation est laissée avec le plus de liberté dans la norme GSM. La supervision du réseau intervient à de nombreux niveaux :

- Détection de pannes ;
- Mise en service de sites ;
- Modification de paramétrage ;
- Réalisation de statistiques.

### I.3.4 Sous-système d'exploitation et de maintenance OMC

Le sous-système d'exploitation et de maintenance (*Operation and Maintenance Centre*) est l'entité de gestion et d'exploitation du réseau. Elle regroupe la gestion administrative des abonnés et la gestion technique des équipements. La gestion administrative et commerciale du réseau s'intéresse aux abonnements en termes de création, modification, suppression et de facturation, ce qui suppose une interaction avec la base de données « HLR ». La gestion technique veille à garantir la disponibilité et la bonne configuration matérielle des équipements du réseau. Ses axes de travail sont la supervision des alarmes émises par les équipements, la suppression des dysfonctionnements, la gestion des versions logicielles, de la performance et de la sécurité.

Dans les OMC, on distingue l'OMC/R (Radio) qui est relié à toutes les entités du BSS, à travers les BSC, l'OMC/S (System) qui est relié au sous système NSS à travers les MSC. Enfin l'OMC/M (Maintenance) contrôle l'OMC/R et l'OMC/S. la figure 5 montre le compteur de maintenance OMC.



**Figure 5** : Le Sous-système d'Exploitation et de Maintenance

#### I.4 Interfaces

Les interfaces normalisées sont utilisées entre les entités du réseau pour la transmission du trafic (paroles ou données) et pour les informations de signalisation. Dans le réseau GSM Les données de signalisation sont séparées des données de trafic toutes les liaisons entre les équipements GSM sauf avec la station mobile sont des liaisons numériques. La liaison entre BTS et MS est une liaison radio numérique. On distingue trois interfaces sont :

##### 1°/ Interface UM

Appelée aussi air en radio, entre BTS et MS. Elle s'appuie sur le protocole LAPDM (*link access protocol on the mobile Channel*) ce dernier est utilisé pour le transport du trafic et des données de signalisation, le téléphone portable et le sous système radio communiquent par l'intermédiaire de l'interface UM, qui est une liaison radio.

##### 2°/ Interface A bis

Entre BTS et BSC s'appuie sur le protocole LAPD, il est utilisé pour le transport du trafic et des données de signalisation.

### 3°/ Interface A

Entre BSC et MSE s'appuie sur le protocole sémaphore N7 de CCITT. Il est utilisé pour le transport de trafic et des données de signalisation. Le sous système radio et le sous système réseau, eux, communiquent par l'intermédiaire de l'interface A.

## I.5 Technique d'accès sur GSM

### I.5.1 Définition

La technique d'accès utilisé dans un réseau GSM est une combinaison de deux techniques appelées FDMA (*Frequency Division Multiple Access*) et TDMA (*Time Division Multiple Access*) qui sont basées par la répartition en temps et en fréquence. La première méthode utilisée par les systèmes analogiques et la répartition en fréquence FDMA. Par la suite, avec les systèmes numérique, apparaît la répartition dans le temps TDMA (Time Division Multiple Access).

### I.5.2 FDMA

C'est la méthode la plus ancienne, le spectre disponible est divisé en plusieurs canaux radio avec une largeur de bande fixe comme illustré dans la figure 6. Chaque canal fréquentiel est assigné a un seul utilisateur simultanément. La méthode d'affectation d'un canal est alors basée sur une règle du type première arrivé, première servi. Cette technique s'applique principalement aux signaux analogiques.

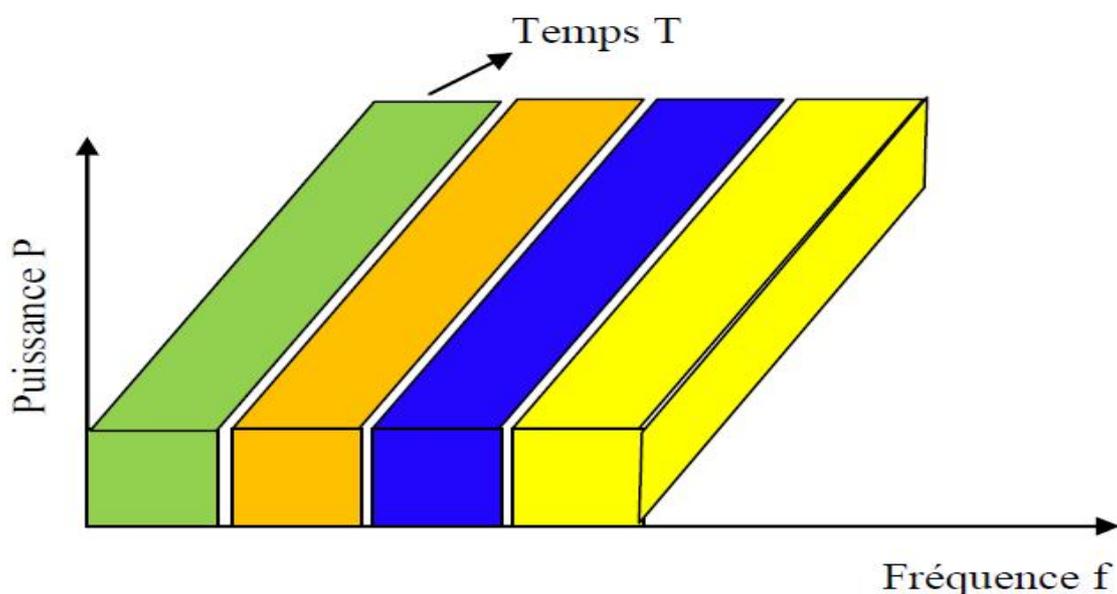


Figure 6 : Technique d'accès multiple FDMA

**Avantages**

- Faible complexité de terminal mobile : pas d'égalisation ou de tramage complexe et de synchronisation ;
- Transmission et synchronisation continue possible.

**Inconvénients**

- Coût des équipements fixes élevés : plus d'équipements au niveau de la station de base (un canal par porteuse) ;
- Nécessite d'un duplexeur : contre les interférences entre émetteur et récepteur du mobile .

**I.5.3 TDMA**

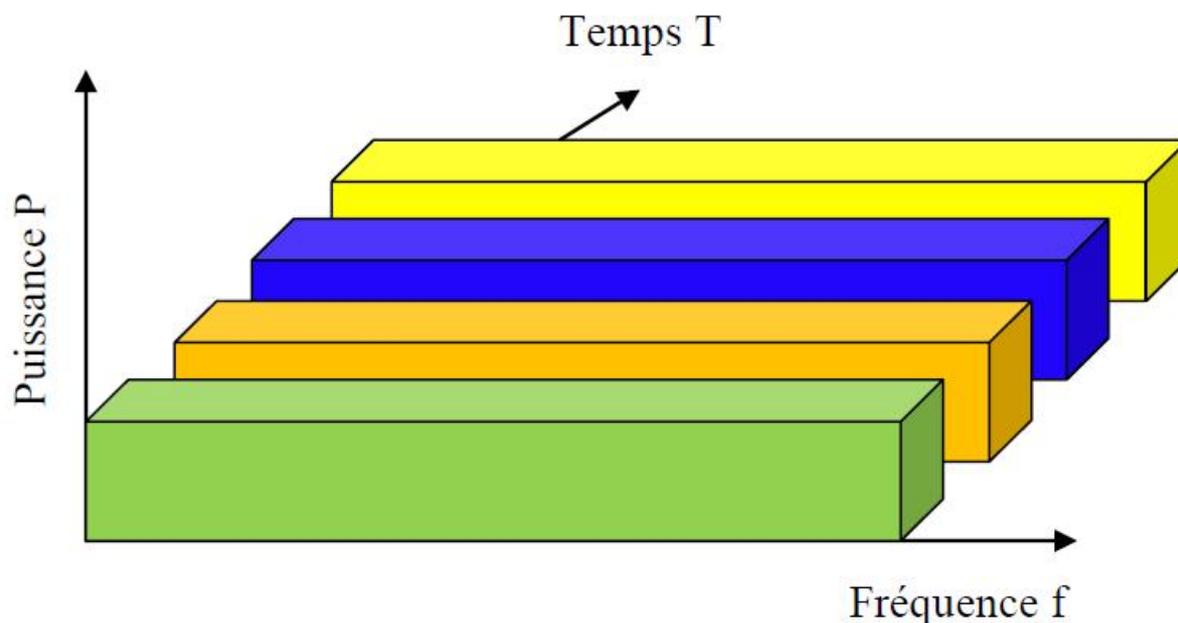
A la différence de FDMA, une simple bande de fréquences est à la disposition d'une certain nombre d'abonnées avec TDMA , la bande de fréquences est divisée en trame de TDMA de longueur finie comme illustré dans la figure 7 . Chaque trame est divisée en n time slots (TS) chacun des ces n time slots de la trame peut être assigné à un abonné différent de cette façon, une simple bande de fréquence peut contenir jusqu'à n abonnés. La transmission d'un seul abonné comporte différents time slots assignés cycliquement à l'abonné (généralement un TS par trame ; de plus longs cycles sont également possible) avec TDMA, chaque bande de fréquence est uniquement employée par un seul abonné à un moment particulier ceci empêche la production d'interférence entre différents abonnés (on réduit le bruit autant que possible ou selon les exigences). Le TDMA est surtout utilisé dans les systèmes de deuxième génération, tels que le GSM ou le IS-136 (appelé aussi Digital AMPS).

**Avantages**

- Coût réduit de la station de base.
- Souplesse de modification sur les débits transmission.

**Inconvénients**

- Complexité au niveau de mobile traitement numérique plus complexe
- Ajout de bits de signalisation de synchronisation.



**Figure 7:** Technique d'accès multiple TDMA

#### **I.5.4 Combinaison TDMA et FDMA**

Le réseau GSM 900 est un réseau Numérique qui utilise la bande 900 MHz. Il y'a 124 fréquences disponibles dans l'ensemble de la bande de fréquences. Pour optimiser l'utilisation de l'ensemble de ces fréquences, on a opté la combinaison de deux techniques appelées TDMA et FDMA. La TDMA permet de diviser chaque fréquence en huit (8) slots de période, la FDMA permet de diviser chaque sous bande en 124 fréquences de largeur de 200Khz, ainsi on 124 couples de fréquence.

#### **I.6 Interférences du système**

Les interférences résultant d'une charge de trafic élevée peuvent entraîner une mauvaise qualité de la voix et des coupures de liaison radio dans les réseaux GSM. De telles sources d'erreurs sont rapidement et efficacement détectées par les analyseurs de réseau radio de Rohde et Schwarz.

**1°/ Les interférences co-canal**, dues aux émissions d'autres équipements sur la même bande de fréquence.

**2°/ Les interférences sur canal adjacent** dues aux émissions d'autres équipements sur des fréquences adjacentes.

## I.6.1 Technique de gestion améliorée de l'interférence

### 1°/ Contrôle automatique de la puissance

Il consiste à minimiser la puissance par deux mécanismes :

#### a/ Statique

Equilibrage les deux voies sur les liaisons radio avoir la qualité de communication satisfaisante radio l'économie d'énergie de terminaux mobiles.

#### b/ Dynamique

Il permet de dynamiser le niveau d'interférence entre deux canaux radio l'économie d'énergie des terminaux mobile.

Les normes GSM 900 et DCS 1800 fixent les puissances de sorties des téléphones mobiles et des BTS. Il existe toutefois plusieurs classes d'équipements auxquelles correspond une puissance nominale.

Dans le cas des téléphones GSM 900, la classe 4 est la plus courante; sa puissance instantanée maximale est de 2 W pendant la durée d'un « time slot ». Comme le mobile n'émet que pendant 1 « time slot » sur 8 , la puissance moyenne maximale est donc de 0,25 W (2 W divisés par 8). Voici le schéma illustré dans la figure 8.

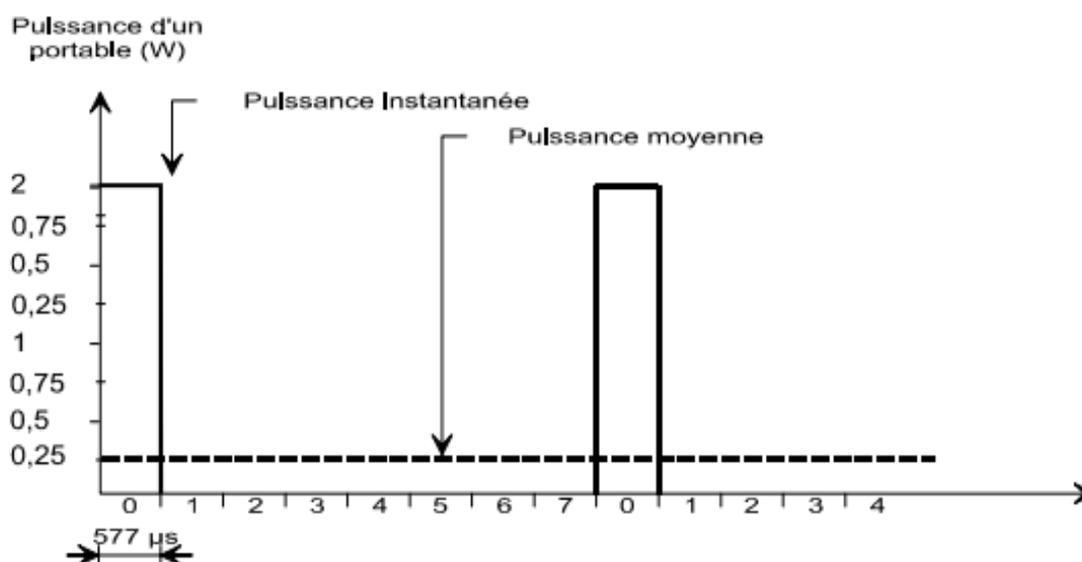


Figure 8 : Puissances instantanée et moyenne d'un mobile

Il faut également préciser qu'il s'agit de valeurs maximales (pour la classe 4), car le mobile règle automatiquement sa puissance en fonction de la qualité de la liaison avec la BTS. Par exemple, si le mobile est proche, une puissance nettement inférieure à 2 W sera suffisante pour assurer une transmission de qualité. Inversement, s'il est très éloigné, ou s'il se trouve dans un milieu clos (dans un bâtiment, en sous-sol, dans un véhicule, ...), le téléphone augmentera progressivement sa puissance pour atteindre, si nécessaire, la valeur instantanée de 2 W. La plage de variation de la puissance instantanée d'un téléphone de classe 4 s'étend de 20 mW à 2 W ; ce mécanisme est appelé « contrôle automatique de la puissance » ou « power control ».

### **I.6.2 Transmission discontinue**

Lors d'une communication avec un téléphone GSM, la transmission est interrompue lorsque son utilisateur ne parle pas (en fait il ne subsiste que des « bursts » séparés par un intervalle d'une durée de quelques secondes au lieu d'un burst toutes les 4,625 ms lorsque l'utilisateur parle) ; cette fonction est appelée « discontinuous transmission » ; son but est de réduire la consommation électrique du téléphone afin d'accroître l'autonomie de la batterie. La réduction de consommation est une exigence importante vu la taille de plus en plus petite des téléphones mobiles. Le mécanisme de « discontinuous transmission » contribue, notamment, à réduire l'exposition moyenne aux champs électromagnétiques émis par le téléphone. Toutefois, à l'autre extrémité de la liaison (par exemple un téléphone fixe), l'absence de réception (bruit) donne l'impression que la communication est interrompue ; un bruit « artificiel » (appelé « comfort noise ») est donc rajouté à la réception dans le but de remédier à ce problème.

### **I.7 Gestion de localisation**

Cette procédure, permet au système de connaître à tout moment la position du mobile avec plus ou moins de précision. Deux mécanismes fondamentaux sont utilisés dans la gestion de la localisation :

- la localisation qui permet la localisation du mobile à chaque instant
- la recherche qui permet au système de chercher le mobile et de le trouver.

Il y a plusieurs méthodes de gestion de localisation d'abonner, dont les plus importants sont :

### **I.7.1 Méthode de localisation manuelle**

C'est une méthode utilisée dans les systèmes sans cordon CT2 à borne publique. Elle consiste, à la recherche en priorité auprès de la borne où l'abonné s'est enregistré, et s'il n'y a pas de réponse, la recherche sera étendue aux bornes voisines. Ainsi, l'avantage de cette méthode est la simplicité, mais, en contre partie il y a une faible ergonomie.

### **I.7.2 Méthode de l'utilisation de la zone de localisation**

C'est la méthode la plus répandue à l'heure actuelle, elle permet : de définir les zones de localisations (ensemble de cellules optimisées en fonction de différentes variables), la gestion de la localisation sans l'intervention de l'utilisateur et le suivi des usagers dans le réseau. Ainsi, la recherche a lieu dans la zone de localisation courante de l'abonné. L'avantage de cette méthode se manifeste dans l'obtention des ressources consommées limitées à la zone de localisation de l'abonné,

### **I.7.3 Méthode de localisation périodique**

Dans cette méthode, le mobile envoie son identité périodiquement au réseau, c'est une méthode simple, mais elle nécessite une consommation plus élevée de ressources, qui sont indépendantes de la mobilité de l'utilisateur,

### **I.7.4 Méthode de localisation sur changement de zone**

Le principe de cette méthode, consiste en premier lieu à l'écoute du mobile des informations diffusées par le réseau sur le canal BCCH (*broadcast control channel*), puis à l'enregistrement du mobile de sa zone de localisation, si ce numéro est différent du dernier numéro stocké, il y aura une mise à jour de localisation, le principal avantage de cette méthode, est de ne permettre une mise à jour de localisation que si le mobile se déplace, et par la suite, pas de gaspillage de puissance.

## **I.8 Handover**

### **I.8.1 Définition**

Le handover ou transfert intercellulaire est un mécanisme fondamental dans les communications mobiles cellulaires (GSM, CDMA, UMTS(*Universal Mobile Telecommunication System*) ou LTE par exemple).

Le handover désigne l'ensemble des opérations mises en œuvre pour permettre qu'un téléphone mobile ou un smartphone (dénommés station mobile - MS en GSM, ou User Equipement dans les réseaux 3G et 4G) change de cellule radio sans interruption de la conversation ou du transfert des données. Ce mécanisme peut être complété par un service d'itinérance, qui se manifeste dans le cas où la station mobile quitte une cellule gérée par un opérateur pour une autre appartenant à un autre opérateur, qu'il y ait, ou pas, une conversation en cours.

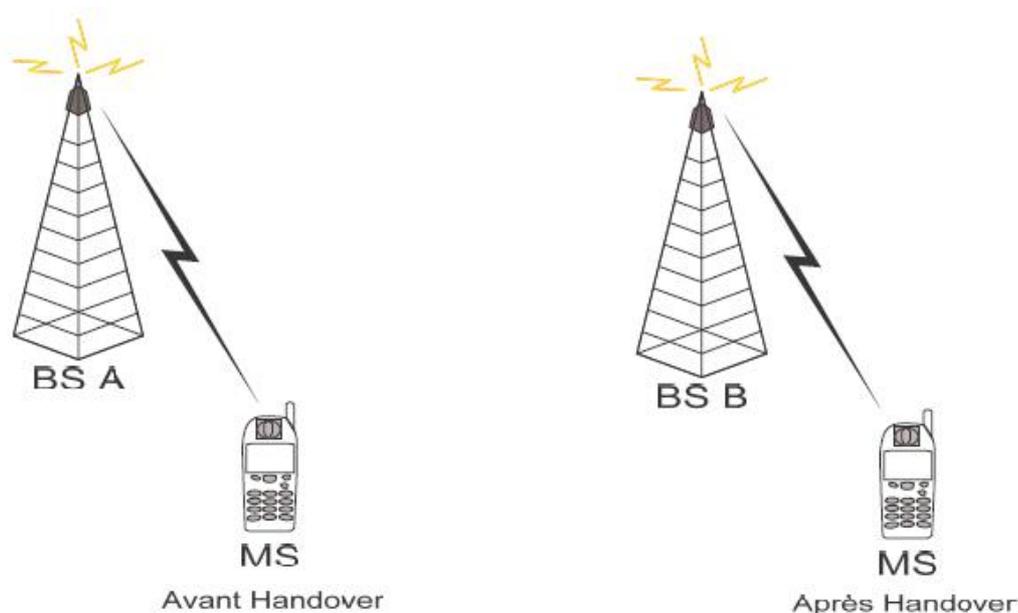
Les objectifs du handover sont de maintenir une qualité de communication acceptable, de minimiser le niveau d'interférence global et d'allouer un autre canal dédié à une MS déjà en mode dédié.

### **I.8.2 Exigences du handover pour les GSM**

Le processus de handover ou handoff à l'intérieur de n'importe quel système cellulaire est d'une grande importance. Il s'agit d'un processus critique et si elle est négligée handover peut entraîner la perte de l'appel. Appels interrompus sont particulièrement ennuyeux pour les utilisateurs et si le nombre d'appels perdus est en hausse, il aura insatisfaction des clients et ils sont susceptibles de changer à un autre réseau comme il y a qu'un seul réseau au Comores (Comores Télécoms), donc on risque de devenir fou. En conséquence GSM handover était un domaine auquel une attention particulière a été accordée lors de l'élaboration de la norme.

### **I.8.3 Handover intracellulaire**

Lorsque les mesures montrent une qualité du signal reçue faible avec un niveau de champs du signal élevé dans la cellule de service, il est probable que cette mauvaise qualité du signal soit due aux interférences sur le canal et non à l'éloignement de la MS (voir Figure 9). Il est peut être intéressant de transférer les communications sur un autre canal. Le handover intracellulaire ne se fait pas sur les mêmes critères que le handover intercellulaire. De plus il ne modifie le circuit de parole qu'au niveau de la BTS,



**Figure 9 :** Processus du handover

#### **I.8.4 Handover intercellulaire**

Un handover entre deux cellules différentes se produit normalement quand les mesures effectuées montrent un niveau de champ et/ou une qualité du signal reçu faible sur la cellule courante et un niveau de champ du signal meilleur sur la cellule voisine. Ce type de handover, peut aussi se produire quand une cellule voisine permet la communication avec un niveau de puissance plus faible. Ceci indique typiquement que la MS est sur le bord de la cellule, Si un grand nombre d'appels est généré sur une cellule donnée, un handover inter-cellulaire serait alors nécessaire pour l'équilibrage du trafic dans cette cellule, par un transfert de certaines communications à d'autres cellules qui sont moins congestionnées que la première cellule. Ainsi, dans ce type de handover, on peut trouver d'autres types de handover :

##### **1°/ Handover intercellulaire / intra - BSC**

Ce handover est géré par le même BSC, il est effectué entre deux cellules du même BSC, quand la qualité de communication se dégrade dans l'une de ces deux cellules, mais elle est élevée dans l'autre.

##### **2°/ Handover inter - BSC / intra-MSC**

C'est un handover entre deux BSC qui sont gérés par le même MSC.

**3°/ Handover inter - MSC**

Dans ce type de handover, le mobile change de cellule, de BSC et de MSC.

**4°/ Handover Inter - System**

Un nouveau canal est attribué dans un autre réseau mobile que celui qui est chargé de la MS (exemple entre un réseau GSM et un réseau UMTS).

**I.9 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons présenté les réseaux GSM, en insistant sur ses principaux caractéristiques et en citant ses différents mécanismes et ses procédures de gestion de la mobilité (handover).

Dans le suivant chapitre, nous allons présenter en général les différents critères de qualité de service dans les réseaux mobiles ainsi que les principales techniques qui permettent leur supervision.

## II.1 INTRODUCTION

Le terme QoS (*qualité de service*) a une signification très importante dans le domaine des télécommunications. L'objectif de ce chapitre est de rattacher le projet à son cadre théorique à rappeler l'évaluation de la qualité de service et des performances qui sont des notions fondamentales de la technologie GSM et définir les différentes notions des indicateurs de performance de la QoS et les outils utilisés. En effet l'évaluation de l'état du système et la détection des dysfonctionnements sont des tâches primordiales pour que l'opérateur puisse avoir une maîtrise sur le réseau et mener à bien ses actions et interventions de maintenance. Les réseaux mobiles d'une manière générale ont une particularité par rapport aux réseaux fixes surtout lorsqu'il s'agit d'évaluer ses performances. Le terme de qualité de service a une signification spécifique dans le monde de la communication des réseaux mobiles. Il se rapporte à la rentabilité et à la fiabilité du réseau et de ses services.

## II.2 Qualité de service et les indicateurs de performances

### II.2.1 Définition

La qualité de service est définie dans la recommandation E-800 de l'UIT par « un effet global produit par la qualité de fonctionnement d'un service qui détermine le degré de satisfaction de l'utilisateur d'un service ».

Dans le contexte actuel, la qualité de service est devenue un facteur déterminant pour les opérateurs de télécommunication qui se sont donc aperçus que la qualité de leurs services et de leurs prestations doit être constamment contrôlée et suivie d'une part pour connaître l'état de fonctionnement de leurs infrastructures et d'une autre part pour pouvoir améliorer leurs compétitivités.

Pour simplifier et pour faciliter la compréhension et la mise en place d'une approche simple de qualité de service, les principes suivants sont définis :

- La qualité de service ne concerne que l'ensemble des propriétés caractéristiques et paramètres pouvant être choisis, mesurés et comparés à des valeurs limites (valeur seuil).
- Evaluation de la qualité de service peut réduire quelques caractéristiques essentielles de qualité. Il n'est pas nécessaire de définir et mesurer chaque propriété des dispositifs de service.
- Il est important de définir un ensemble commun d'outils pour fournir des résultats comparables, non seulement pour faire face à la concurrence, mais aussi pour fidéliser la clientèle.

### II.2.2 Buts de la QoS

Les objectifs de la QoS sont nombreux. On peut citer :

- Identifier les fautes occasionnelles sur le sous-système BBS ;
- Etablir l'action corrective (action par instructions ou maintenance) ;
- Détecter et identifier les fautes récurrentes du système ;
- Détecter et identifier les problèmes radio sur une cellule ;
- Analyser la situation radio et définir l'action corrective (nouvelle fréquence, modification de l'antenne, ajustement dans paramètres..) ;
- Le système moniteur change en terme de : Changement, modèle de trafic, gain obtenu par la mise à jour software à la modification réseau, etc.

### II.2.3 Les critères d'évaluation de la qualité de service dans le réseau GSM

La communication vocale constitue le service prédominant dans les réseaux GSM. Vis-à-vis de ce service, la satisfaction de l'utilisateur pourrait se traduire en trois contraintes notamment :

- La couverture réseau qui consiste pour un abonné à pouvoir joindre n'importe qui ? n'importe quand et n'importe où ;
- Après établissement de la communication, la conversation doit être audible et compréhensible par les deux interlocuteurs (qualité de la communication) ;
- La liaison téléphonique ne doit pas être coupée en cours de communication (taux de coupure de communication).

#### II.2.3.1 La couverture réseau

La couverture réseau s'apprécie d'un point de vue de l'abonné directement sur son terminal qui affiche le nombre de barrettes indiquant le signal reçu. Un faible niveau de puissance ou l'absence de puissance se traduit par la présence d'une ou deux barrettes sur l'écran du terminal ou par l'indication d'absence du signal.

L'indicateur de couverture réseau exprime en tout point de service la probabilité d'établir une communication de bonne qualité. Cet indicateur fait partie des contraintes considérées lors de l'établissement de la couverture du réseau.

Les principales causes de la mauvaise qualité de service du point de vue couverture sont :

- Nombre insuffisant de station de base ;

- Mauvais paramétrage (physique et logique) des stations de base (tilts, azimuts, puissance, etc.) ;
- Types d'antennes et qualité d'installation (pertes dans les câbles) ou de maintenance (humidité des feeders, dégradation des câbles, etc.) ;
- Qualité de terminal de l'usage (sensibilité) ou détérioration de la partie émission / réception RF.

### **II.2.3.2 Le taux de succès d'appels**

Ce taux indique le nombre d'appels terminés sur le nombre de tentatives d'appels. Dans le processus de dimensionnement des ressources, cet indicateur est appelé taux de blocage. Au niveau de l'abonné, une mauvaise qualité de service, pour cet indicateur, se traduit par la difficulté d'établir des appels : l'abonné doit tenter plusieurs fois son appel avant d'obtenir une ressource.

Les principales causes de la mauvaise qualité de service du point de vue disponibilité des ressources sont :

- la capacité insuffisante (incohérence entre le dimensionnement des ressources et le trafic réel) ;
- la valeur inadaptée du seuil d'accès minimum à la cellule ;
- les interférences sur le lien montant ou le lien descendant qui rendent difficile l'établissement d'une liaison de signalisation de l'établissement d'un appel ;
- le mauvais paramétrage du réseau qui ne permet pas une répartition homogène du trafic entre les cellules.

### **II.2.3.3 La qualité de communication**

Elle est également un indicateur très important pour l'abonné. Si le taux d'erreurs binaires est inférieur à un seuil déterminé pendant toute la communication, l'utilisateur perçoit une communication de bonne qualité. Un autre indicateur relatif à la qualité de la communication est celui de taux de collisions destructives. Une collision destructive se produit lorsque plus de trois bursts GSM consécutifs présente un niveau d'interférences supérieures au seuil acceptable. Dans ce cas, la trame de parole GSM (transmise sur 8 bursts consécutifs) sera mal reçue par l'utilisateur et la qualité du signal de parole sera dégradée.

L'indicateur DCR (*Drop Call Rate*). Il est par exemple utilisé pour estimer la qualité des liens dans le cas où le saut de fréquence est activé. Les pertes de trames peuvent également se traduire par des microcoupures pendant l'appel traduisant une mauvaise qualité de communication.

Les principales raisons à l'origine des problèmes indiqués ci-dessus et qui conduisent à la perception d'une mauvaise qualité de service par l'abonné du point de vue de l'indicateur de qualité de communication est :

- le niveau d'interférences externes trop élevé (interférences dues à des émissions canal ou sur canal adjacent par des équipements autres que ceux du réseau) ;
- l'interférence canal ou sur canal adjacent trop élevée (mauvais plan de fréquences typiquement) ;
- le mobile situé hors couverture du réseau ;
- la mauvaise installation des équipements radio ;
- le problème de transmission (mauvaise synchronisation se traduisant par des pertes d'informations et du grésillement dans les communications vocales).

#### **II.2.3.4 La coupure de communication**

La coupure d'une communication (*call drop* en anglais) a plusieurs origines. Elle est particulièrement désagréable pour l'abonné qui considère cet événement plus négatif que la difficulté d'obtenir une ressource (cas du blocage d'appel).

Les principales raisons qui conduisent à la perception d'une mauvaise qualité de service par l'abonné pour l'indicateur d'interruption des communications sont les suivantes :

- la mauvaise couverture (trou de couverture où zone de couverture insuffisante de signalisation et/ou de trafic ;
- le problème de Handover (mauvais paramétrage ou congestion dans la cellule cible) ;
- le mauvais paramétrage radio (liste des cellules voisines incomplète par exemple).

#### **II.2.4 Les techniques de supervision de la QoS**

Afin de s'assurer du bon fonctionnement des services, plusieurs outils de mesures et d'analyses de la QoS, sont mis en place par l'opérateur en divers points de son réseau. La comparaison entre les indicateurs obtenus par ces techniques aux différentes valeurs seuil (définies dans le cahier de charges des opérateurs), permet d'identifier les origines des

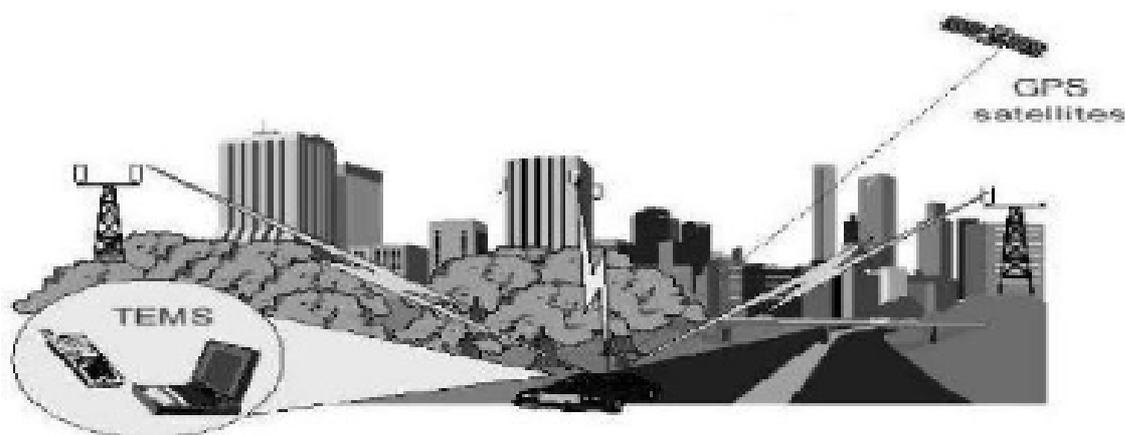
différents problèmes (échec d'établissement de communication, coupure de session, etc.). En général, trois manières de détermination de la Qos d'un réseau GSM s'offrent à nous.

#### II.2.4.1 Drive Test

Les mesures Drive Test sont des campagnes de mesure effectuées par les techniciens et ingénieurs de l'opérateur. Elles constituent le meilleur moyen de vérifier les performances du réseau et de les ajuster aux attentes des abonnés car elles décrivent l'état de la qualité du réseau telle qu'elle est perçue par les abonnés. La figure 10 présente un schéma démonstratif sur la technique du Drive Test.

Durant les campagnes de mesure, le technicien teste :

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



**Figure 10:** Dispositif du Drive Test

Le Drive Test est une équipe qui se déplace dans une voiture munie d'une chaîne de mesure numérique de type Drive Test composé essentiellement de :

- Terminal Mobile et carte SIM ;
- GPS (Global Positionning System);
- Laptop ET Software.

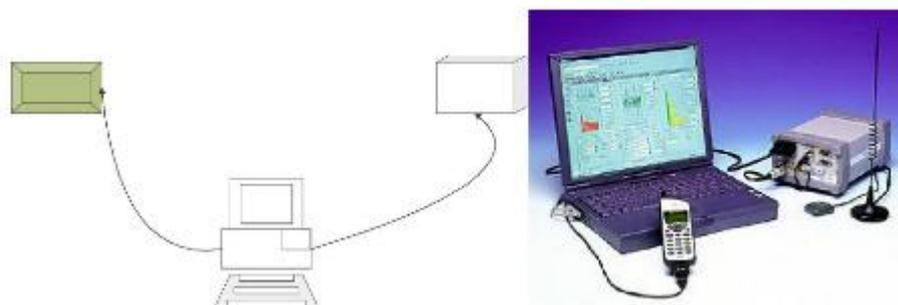
### 1°/ Les éléments de la chaîne de mesure

La chaîne de mesure Drive Test est basée principalement sur des mesures d'accessibilité et d'établissement de communication (TCH ou channel traffic). Ses différents équipements sont les suivants (Figure 11) :

1/ Le Mobile Station (MS) : dans la chaîne de mesure est appelé mobile à trace directement rattaché au Laptop par câble avec qui il communique les mesures effectuées. Ce MS contient plusieurs fonctionnalités, il renseigne sur la couverture (RxLev) sur le mode Idle ou actif

2/ Le Global Positioning System (GPS) : c'est un outil indispensable dans la chaîne de mesure car il renseigne sur la position géographique de chaque point de mesure afin de localiser exactement le défaut sur le réseau. Une précision du GPS est demandée. Elle est de l'ordre de quelques mètres.

3/ L'ordinateur portable + Software (Tems investigation) : ils permettent l'acquisition et le traitement des données récupérées des mobiles à trace et des récepteurs GPS. Une fois les mesures obtenues, cet ensemble permet de constater l'état du réseau en place.



**Figure 11** : Différents équipements (1 : Mobile Station ; 2 : GPS ; 3 : L'ordinateur portable + Software)

#### II.2.4.2 Indicateur Ericsson

L'outil RNO (*Radio Network Optimisation*) est un logiciel de gestion des équipements Ericsson qui permet le management en temps réel de tout le réseau. Outre les fonctionnalités classiques à savoir la gestion des alarmes, le suivi et la configuration des composants physiques et logiques du réseau, ce logiciel permet :

- Une analyse totalement informatisée des mesures de performance ;
- La visualisation et l'export des données sur la configuration software et hardware du réseau ;

- La détection des problèmes liés à la qualité de service du réseau et la localisation des questions les plus urgentes ;

- Le choix des actions correctives à entreprendre pour améliorer la QoS. L'optimisation de la recherche des ressources radio ;

Cependant le RNO présente un ensemble de limitation qui se résume dans les points suivants :

- Une limite au niveau du nombre de licence ;
- Il est Opérationnel que pour un seul constructeur à savoir Ericsson ;
- Il présente un retard au niveau de l'import des données, ce qui oblige parfois les ingénieurs à utiliser d'autres outils .

## II.2.5 Paramètres de performance

### II.2.5.1 Les indicateurs de qualité de service

Un indicateur est une valeur basée sur un ou plusieurs compteurs et qui est représentatif des performances du réseau. Parmi les objectifs des indicateurs de qualité de service BSS, on distingue :

- Identifier les défauts dans les éléments du sous-système radio et d'établir les actions correctives pour gérer la qualité de service ;

- Détecter et identifier les problèmes radio d'une cellule et aider les équipes d'optimisation radio à analyser la situation et à définir les actions correctives (changement de fréquence, ajustement d'un paramètre, . . .) ;

- Suivre des changements du sous-système radio ;

Les indicateurs radio sont établis à partir des compteurs de performance fournis par le centre d'opération et d'entretien du sous-système radio OMC\_R. Ce dernier possède différents types de compteurs qui sont organisés en 3 classes :

**1°/ Compteurs cumulatifs** : le compteur est incrémenté à chaque fois où l'évènement compté aura lieu. Il est réinitialisé quand une nouvelle période est commencée. Il indique juste le nombre d'évènements qui ont eu lieu dans une période de temps.

**2°/ Compteurs statiques** : ce sont des données statiques collectées relativement à l'état d'une ressource spécifique.

**3°/ Evénements d'observations** : ce sont des observations sur un événement système. Par exemple, l'évènement Channel Seizure Time pour un SDCCH (Stand-alone Dedicated Control Channel) est un compteur d'observation qui indique le temps et la date quand le SDCCH est mesuré.

### II.2.5.2 Les indicateurs de performance KPI (*Key Performance Indicator*)

Un indicateur de performance est une mesure ou un ensemble de mesures basées sur un ou plusieurs compteurs et qui est représentatif des performances du réseau.

Il existe plusieurs classes d'indicateurs de performance. Ces indicateurs se rapportent aux problèmes que l'on rencontre le plus souvent sur le réseau d'accès et sont utilisés à ce titre afin de résoudre la problématique de l'interface Radio. On distingue plusieurs types d'indicateurs de performance à savoir :

- Les indicateurs de qualité : ils permettent d'apprécier la qualité de service du réseau en termes de qualité du signal radio ;

- Les indicateurs de coupure : ils permettent d'apprécier la qualité de service en termes de coupure d'appel sur le réseau ;

- Les indicateurs d'accessibilité au réseau : ils permettent d'apprécier la qualité de service en termes d'accessibilité au réseau.

Le tableau 1 donne quelques indicateurs de performances.

**Tableau 1** : Indicateurs de performance

<b>Indicateur</b>	<b>Signification</b>
SDCCH_assign_Congestion	Congestion sur le canal SDCCH
SDCCH_Drop_Rate	Taux coupures sur le canal SDCCH
SDCCH_Traffic_Rate	Taux de trafic de SDCCH
TCH_congestion	Congestion sur le canal TCH
TCH_Traffic	Taux de trafic sur le canal TCH
Call_setup_success_Rate	Taux de succès d'appel

### II.2.6 La phase SDCCH

#### 1°/ Définition

Le SDCCH (*Stand-alone Dedicated Control Channel*) est utilisé par le réseau GSM pour la transmission de signaux ainsi que des messages de texte. Il est donc possible pour les messages courts d'être transmis sous la forme de texte. Ce canal est utilisé de différentes manières :

- Établissement d'appel ;

- SMS / à partir de MS en mode dédié ;
- L'authentification et le cryptage ;
- La demande et la congestion (des requêtes envoyés du mobile vers le réseau afin d'utilisé ces Services) ;
- L'activation ou non attribution d'un SDCCH.

### II.2.6.1 Le taux de congestion SDCCH (*SDCCH assign congestion*)

#### 1°/ Principe de SDCCH congestion Rate

Le Taux de congestion SDCCH est l'un des compteurs le plus important qui indique l'accessibilité dans un service de circuit. Ce compteur fournit le rapport de saisies de SDCCH échoué à cause du SDCCH occupé sur la demande totale du SDCCH. Il indique les demandes ayant échoué pour le SDCCH pour diverses raisons. Le Taux de congestion SDCCH indique également l'état de l'utilisation des ressources du SDCCH. Ce rapport est donné par la formule suivante :

$$\text{Taux de congestion SDCCH} = \frac{\text{saisies échouées SDCCH}}{\text{nombre total de demandes SDCCH}} \times 100\% \quad (1)$$

### 2.2.6.2 Le taux de coupure SDCCH (*SDCCH drop rate*)

#### 1°/ Définition

Le taux de coupure des appels du SDCCH indique la probabilité des coupures d'appel lorsque la MS occupe the SDCCH. Il est l'un des indicateurs clés de performance (KPI) en matière d'accessibilité. Ce KPI reflète l'état de la saisie des canaux de signalisation [3].

#### 2°/ Formule recommandée

Le taux de coupure des appels du SDCCH est obtenu sur la base des résultats de mesure du trafic. La formule recommandée est la suivante :

$$\text{Taux Coupures Appels sur SDCCH} = (\text{Coupures Appels sur SDCCH} / \text{Saisies Réussies sur SDCCH} + \text{Saisies Réussies sur SDCCH dans transfert de canal de signalisation}) \times 100\% \quad (2)$$

#### 3°/ Types de coupures

Les différentes coupures rencontrées sont :

- Coupure pour cause BSS ;
- Coupure pour cause HO ;
- Coupure pour défaillance radio.

#### 4°/ Facteurs qui affectent le taux de coupures de SDCCH

Selon les plaintes des utilisateurs et de l'expérience de l'optimisation du réseau, les principaux facteurs qui affectent le taux de coupures d'appels sur SDCCH sont les suivants:

- Défaillance matérielle ;
- Transmission ;
- Version de la mise à jour ;
- Paramétrage ;
- Interférences Intra-réseaux et inter réseaux ;
- Une ou plusieurs fréquences de la cellule sont interférées [3].

#### II.2.6.3 Le trafic de SDCCH

Dans le trafic canal SDCCH, plusieurs procédures sont réalisées :

- Mise à jour de localisation ;
- Enregistrement périodique SMS ;
- Services supplémentaires.

#### 1°/ Formule recommandée

$$\text{Trafic SDCCH} = \frac{\text{Trafic de niveau accumulateur}}{\text{nombre d'accumulation de compteur}} \quad (3)$$

### 2.2.7 Phase TCH

#### 1°/ Définition

Le TCH (*Traffic Channel*) est le canal alloué au mobile quand il est en communication. Il existe deux types de canaux TCH :

- Un canal TCH pleine débit noté TCH/FR qui utilise un canal physique ;
- Un canal TCH demi débit noté TCH/HR qui partage un canal physique avec un autre TCH/HR.

#### II.2.7.1 Le taux de congestion TCH

#### 1°/ Définition

Le taux de congestion TCH est la proportion du nombre de Saisies ou d'appels TCH rejetées sur le nombre de demandes TCH saisies. Si le taux de congestion TCH est élevé, la QoS du réseau se détériore. Dans ce cas, on peut augmenter la capacité du réseau de telle façon à réduire le taux de congestion TCH [4].

**2°/ Formule recommandée**

Le taux de congestion TCH est obtenu à partir du résultat de mesure du trafic. La formule recommandée définie pour le BSC est comme suit :

$$\text{Taux congestion TCH} = \frac{\text{Saisies TCH rejetées dues TCH Occupé}}{\text{Demandes TCH Saisies}} \times 100\% \quad (4)$$

**3°/ Facteurs influençant le taux de congestion TCH**

Selon les applications réelles et l'expérience de l'optimisation, les facteurs influençant le taux de congestion TCH sont les suivantes:

- Capacité du réseau et la distribution du trafic ;
- Anomalies se produisant lors de l'installation de l'équipement, transmission, ou sur le matériel ;
- Interférences du réseau ;
- Problèmes de mesure du KPI ;
- Installations incorrectes incorrects ;
- Problèmes des périphériques tiers ;
- Problèmes de version du logiciel.

**II.2.7.2 La coupure de TCH (TCH drop rate)****1°/ Définition**

Le taux de coupure TCH est le nombre de communications coupées sur le nombre total de prises réussies.

**2°/ Formule recommandée**

Ce rapport est donné par la formule suivante :

$$\text{Coupure TCH} = \frac{\text{nombre communication coupées}}{\text{nombre total prises réussies}} \quad (5)$$

**II.2.7.3 Le taux de succès d'appels (*call setup success rate*)****1°/ Définition**

Le taux de succès d'établissement d'appel est l'une des performances clé indicateurs (KPI) utilisés par les opérateurs de réseaux pour évaluer les performances des réseaux et ont une

influence directe sur la satisfaction du client avec le service fourni par le réseau et de son opérateur.

CSSR est un terme désignant dans les télécommunications, indique le nombre d'appels terminés sur le nombre de tentatives d'appels.

### **2°/ Formule recommandée**

La formule de calcul recommandée est la suivante :

$$\text{CSSR} = \frac{\text{Appels Réussies}}{\text{Nombre Tentatives Appels}} \times 100\% \quad (6)$$

## **II.3 Critères d'évaluation de la qualité de service**

### **1°/ Critère d'évaluation**

Chaque opérateur est qualifié en fonction de la valeur de l'écart entre son résultat et la valeur de référence de l'indicateur de performance considéré. La valeur de référence est fixée par l'indicateur considéré échelonné sur 5 niveaux : excellent, bon, moyen, insuffisant, mauvais par rapport à la valeur de référence.

#### **a/ Taux de succès d'appels**

Sa valeur de référence définie dans le cahier de charge des opérateurs est de 95%, ce qui signifie que le CSSR doit être supérieur à 95% pour que la qualité soit considéré comme bonne en ce qui concerne le succès d'appels.

L'évaluation consiste à attribuer les niveaux de qualité des réseaux en fonction du taux de succès d'appels (CSSR). Le tableau ci-dessous illustre bien cela .

**Tableau 2 : Taux de succès d'appels**

Niveau de Qos en fonction du taux de succès d'appels (CSSR)	
Taux de succès d'appels (CSSR)	Niveau Qos
CSSR > 99%	Excellent « ***** »
95% < CSSR ≤ 99%	Bon « **** »
90% < CSSR ≤ 95%	Moyen « *** »
80% < CSSR ≤ 90%	Insatisfaisant « ** »
CSSR ≤ 80%	Mauvais « * »

**b/ Taux de coupure d'appels**

Sa valeur de référence est de 2%, ce qui signifie que le CDR (*call detail record*) doit être inférieur à 2% pour que la qualité soit considérée comme bonne en ce qui concerne les coupures d'appels.

Le tableau ci-dessous donne les niveaux de qualité des réseaux en fonction du taux de coupure d'appels (CDR).

**Tableau 3 : Taux de coupure d'appels**

Niveau de Qos en fonction du taux de coupure d'appels (CDR)	
Taux de coupure d'appels (CDR)	Niveau Qos
CDR > 0.2%	Excellent « ***** »
0.2% < CDR ≤ 0.5%	Bon « **** »
0.5% < CDR ≤ 2%	Moyen « *** »
2% < CDR ≤ 5%	Insatisfaisant « ** »
5% ≤ CDR	Mauvais « * »

### c/ Qualité de signal

L'évaluation de la qualité du signal se fera alors par des mesures sur terrain du RxQual en considérant un échantillon représentatif en termes de zones, de points de mesures, de bandes de fréquences et de tranches horaires. La qualité de signal sera appréciée en fonction de la proportion des points de mesures respectant les valeurs de RxQual comme indiqué dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 4 : Qualité du signal**

Qualité du signal ( RxQual)	
Valeur RxQual et proportion des points	Niveau du signal
$0 \leq \text{RxQual} < 3$ pour 95% des points	Excellent « ***** »
$0 \leq \text{RxQual} < 3$ pour 85% des points	Bon « **** »
$0 \leq \text{RxQual} < 3$ pour 75% des points	Moyen « *** »
$0 \leq \text{RxQual} < 5$ pour 80% des points	Insatisfaisant « ** »
$0 \leq \text{RxQual} < 5$ pour moins de 80% des points	Mauvais « * »

## II.4 Conclusion

Dans cette partie, nous avons parlé sur des éléments qui permettent d'effectuer la qualité de service des réseaux mobiles GSM, qui a une importante signification pour les opérations mobiles. Elle déploie un arsenal gigantesque de moyens et d'équipements pour répondre à son objectif, donc ce qui permet de mesurer les performances du réseau. Ainsi, il a été question de montrer bien théoriquement les différents critères d'évaluation de la QoS. Dans le chapitre suivant nous allons présenter l'entreprise ATM Mobilis et ces différentes fonctionnalités pour satisfaire les clients .

### III.1 INTRODUCTION

Un pilotage efficace permet de bien gérer l'activité de l'entreprise, dans cette mesure le pilotage pour un fournisseur de services est caractérisé par un certain nombre de spécificités vu les exigences d'un secteur orienté client comme les opérateurs de la téléphonie mobile tel que ATM Mobilis.

Lorsque l'expression « performance d'une entreprise » est utilisée, le premier réflexe est de penser à la rentabilité financière et à la productivité. Pendant longtemps, il a été possible de se satisfaire de cette approche. Mais aujourd'hui, l'évolution du contexte industriel et des technologies a changé la donne.

La compétitivité de l'entreprise, qui se trouve dans un environnement rudement concurrentiel comme celui du marché algérien de la téléphonie mobile, n'est plus seulement basée sur les coûts, mais aussi sur la qualité, les délais, la satisfaction des besoins et des envies du client. Les nouveaux dirigeants ne se contentent plus de contrôler leurs données financières, ils veulent pouvoir piloter la performance de leur entreprise. Le défi aujourd'hui pour Mobilis est ce passage d'une culture Produit /Services à une culture Client. Pour cela les Dirigeants de Mobilis ont besoin d'élargir leur champ de vision à la globalité de l'entreprise et ils ont besoin de nouveaux outils. De nombreuses approches, outils, solutions de pilotage sont disponibles de nos jours.

Ce qui revient pour MOBILIS à identifier ses besoins, formaliser sa stratégie et ses objectifs, préparer et accompagner le changement, et, enfin, bien choisir sa solution technique. La démarche la plus courante consiste à consacrer l'essentiel de son temps, et de son budget, à mettre en place un système de mesure de performance intégrant toutes les formes de celle-ci pour pouvoir adapter sa culture au nouvel environnement économique, technologique et même socioculturel afin d'améliorer, à tous les niveaux, la valeur pour le client.

Evidemment dans ce type de secteur, l'amélioration des processus d'activité, de l'achat jusqu'au service après vente, est une mission quotidienne afin de renforcer la position de la société et son service offert pour ces clients.

C'est dans ce cadre que s'inscrit ce travail qui a pour objectif de mettre en lumière ces spécificités et la mission de ce service stratégique dans la vie quotidienne de la société et de mettre un outil performant permettant le pilotage de la société en outre le tableau de bord afin de :

- Transmettre des informations à tous les niveaux ;
- Conduire, piloter et surveiller les processus opérationnels ;

- Connaître l'état d'avancement d'un ou de plusieurs projets, ou d'un plan d'action en temps réel, Analyser les écarts .

Prendre les bonnes décisions et choisir les meilleurs outils et pratiques. Afin réaliser les objectifs arrêtés par l'entreprise qui sont :

- Optimiser et maintenir la qualité de ses services et de son réseau ;
- Renforcer et améliorer la qualité de la relation avec les clients ;
- Gérer avec plus de précision ses processus afin de les améliorer ;
- Expliquer plus clairement nos intentions ;

La réactivité de l'entreprise dépend de l'information qu'elle peut avoir sur :

- Son marché et son évolution Les services de la concurrence ;
- Les besoins implicites, explicites et les attentes présents et futures des clients.

### **III.2 Le secteur de la téléphonie mobile en Algérie et l'opérateur MOBILIS**

Le marché Algérien a connu plusieurs vagues de développement. Nous présenterons dans cette partie le phénomène de la téléphonie mobile en Algérie et les différents opérateurs. On présentera ensuite l'opérateur Mobilis, sa structure ainsi que ses différentes offres et services.

### **III.3 Le marché Algérien de la téléphonie mobile**

Le marché de la téléphonie mobile continue sa croissance exceptionnelle. Les récentes statistiques de l'Autorité de Régulation de la Poste et des Télécommunications (ARPT) révèlent que notre pays comptait 32 millions d'abonnés fin 2009. Ainsi- tous les Algériens ou presque- ont un téléphone portable. Il y a dix ans le téléphone mobile était le signe distinctif et le signe d'appartenance aux cercles privilégiés.

Aujourd'hui sous l'influence de la réforme du secteur des télécom en Algérie il est présent chez toutes les couches sociales, le moyen de communication le plus branché dans une société ou les moyens de communications demeurent rares.

Dynamisé par l'explosion de la téléphonie mobile et des services de données dans le monde, le marché Algérien connaît une croissance soutenue ces dernières années.

Actuellement, on assiste à une ébullition de téléphonie mobile, les ventes explosent, les technologies se succèdent à un rythme très rapide et l'offre des services croît sans cesse. Le taux de pénétration du téléphone mobile est de 91,68 %. Autrement dit, sur 100 habitants, il y a 92 abonnés. L'Algérie serait largement en avance en matière de téléphonie mobile, en comparaison aux autres pays de la région d'Afrique du Nord. Sur 100 habitants, il y a 92 personnes qui sont abonnées chez un des trois opérateurs mobiles. Des conclusions d'une

dernière étude britannique réalisée par l'agence *Companies and Markets*. Selon cette étude britannique, le marché algérien de la téléphonie mobile est l'un des plus développés en Afrique.

Il a eu une croissance exceptionnelle de 200% en quatre ans. Par opérateurs, le nombre d'abonnés est de 14,6 millions pour Djezzy, 10 millions pour Mobilis et 8 millions pour Nedjma. Le nombre des abonnés prépayés est plus important que celui du postpayé «95% » des parts de marché sont en prépayé ».

#### - Une offre en constante amélioration

Après plusieurs années de stagnation, le secteur algérien des télécommunications connaît depuis le début 2004 une activité sans précédent avec la vente de la deuxième licence privée de téléphonie mobile. Les pouvoirs publics préoccupés par le développement du secteur privé, notamment de la téléphonie mobile, ont réussi à dynamiser un secteur jusqu'à présent paralysé par le monopole public. Toutefois, si la croissance du nombre d'abonnés au service mobile des trois opérateurs (Djezzy, Nedjma et Mobilis) est très élevée, la téléphonie fixe peine encore à décoller et reste en dessous des standards régionaux. Pour combler ce retard tout en développant un environnement propice au secteur privé, les pouvoirs publics ont adopté une politique volontariste pour transformer les opérateurs historiques fixe et mobile en sociétés modernes capables de rivaliser avec le secteur privé dans la perspective d'une privatisation.

#### - Répartition du marché de la téléphonie

**Tableau 5** : Répartition du marché de la téléphonie

	<b>Téléphonie fixe</b>	<b>Téléphonie mobile</b>
<b>Nombre d'abonnés</b>	3 693 191	27 031 472
<b>Part de marché</b>	13,5%	86,5%
<b>Télé densité</b>	10,80%	79,04%

### III.4 Opérateurs de la téléphonie mobile en Algérie

#### III.4.1 Définition d'un opérateur

L'opérateur de télécommunications est l'entité qui met à disposition des services de communication à distance. Cela entend généralement un lien vers au moins un réseau ouvert de communication (exemple réseau commuté, Internet), mais le réseau peut se suffire à lui-même.

#### III.4.2 Les opérateurs du marché Algérien

Aujourd'hui l'Algérie compte sur trois opérateurs opérationnels sur le marché (MOBILIS, DJEZZY, OOREDOO) (Figure 12).



Figure 12 : les opérateurs mobiles

##### III.4.2.1 Présentation de l'opérateur Orascom Télécom Algérie( Djazzy)

Présent au Moyen Orient, en Asie et en Afrique, Orascom Télécom Holding (O.T.H) est un leader dans le domaine de la téléphonie et des nouvelles technologies. Implanté en Algérie, en Egypte, en Tunisie, au Pakistan, au Bangladesh, en Irak, au Zimbabwe ainsi qu'en Europe à travers le groupe Weather Investment, avec les deux opérateurs Wind Italy et Wind Hellas en Grèce, le groupe Orascom Telecom compte désormais plus 50 Millions d'abonnés dans le monde, ce qui lui confère une envergure internationale.

C'est en juillet 2001 que le groupe Orascom Télécom remporte la deuxième licence de téléphonie mobile en Algérie, et ce pour un montant de 737 millions de dollars.

La marque Djazzy, enregistrée comme entreprise de droit algérien et lancée en février 2002, est devenue leader dans le domaine de la téléphonie mobile, avec plus de 14 millions

d'abonnés à la fin de l'année 2009. L'opérateur connaît une croissance très forte, le 1<sup>er</sup> million d'abonnés ayant été atteint en septembre 2003. Il compte aujourd'hui plus de 3000 employés.

#### **III.4.2.2 Présentation de l'opérateur Watania Télécom Algérie (Nedjma)**

Watania Telecom, l'opérateur de référence de Watania Telecom Algérie, a été fondé en 1999 au Koweït. Il fait partie des sociétés de Koweït Projects Company (KIPCO), la plus importante entreprise privée du Koweït avec un actif de plus de 10 milliards USD. Watania Telecom a connu une croissance fulgurante dans l'univers des télécommunications sans fil au Moyen-Orient et en Afrique du Nord.

Watania Telecom Algérie (WTA) a été mise en place par la société Koweïtienne Watania Telecom, à laquelle s'est jointe United Gulf Bank (UGB). Grâce à ses investissements, Nedjma se taille la place de leader de l'innovation et de la plus-value : elle se focalise sur le développement d'offre et services à forte valeur ajoutée utilisant la technologie multimédia. WTA a obtenu une licence de desserte nationale des services de téléphonie mobile sans fil en Algérie le 2 décembre 2003, grâce à une soumission gagnante de 421 millions de dollars US. Dotée d'une licence d'une durée de 15 ans, le 25 août 2004 WTA a procédé au lancement commercial de sa marque « Nedjma », et est devenue donc le 3<sup>e</sup> opérateur de téléphonie mobile en Algérie. L'opérateur compte aujourd'hui plus de 8 millions d'abonnés et plus de 1600 employés.

### **III.5 Identité et historique d'ATM Mobilis**

Nous nous intéresserons dans cette section à la présentation de l'opérateur national historique qui a fait l'objet de notre étude « ATM Mobilis ».

#### **III.5.1 Historique et statut**

ATM Mobilis est une filiale d'Algérie Télécom qui a été créée pour prendre en charge le domaine du mobile. C'est la conséquence de la restructuration du secteur et de l'ouverture à la concurrence du marché algérien des télécommunications qui a été consacré par la loi 2000-03. ATM Mobilis est une entreprise publique économique (EPE), sous le statut juridique d'une société par action « SPA » au capital de 100.000.000 da, divisée en 1000 actions de 100.000 DA. Elle possède son conseil d'administration et son assemblée générale. Tous ces organes légaux fonctionnent puisqu'il y a eu déjà en début d'année une AG et trois conseils d'administration.

*La mise à niveau de Mobilis a été opérée sur tous les plans : technologiques, financiers, commerciaux et humains. Elle a nécessité :*

- L'introduction de nouveaux outils d'audit, qualité revenue assurance, géomarketing, veille marketing et technologique, communication interne on-line et système d'information ;
- Le lancement d'une vaste campagne de recrutement pour renforcer toutes les structures de l'entreprise ;
- Le lancement du nouveau programme de formation du personnel pour assurer une vraie montée en compétence de ses salariés ;
- La définition complète des procédures et processus touchant toutes les activités de l'entreprise.

### III.5.2 Organigramme de ATM Mobilis

La figure ci-dessous représente l'organigramme de ATM Mobilis



**Figure 13 :** Organigramme de ATM Mobilis

### **III.5.3 Organisation interne de Mobilis**

ATM Mobilis est dirigé par un Président Directeur Général (PDG) et entouré de Divisionnaires, Directeurs Centraux et Régionaux et de Conseillers. Son conseil d'administration est composé de membres issus d'horizons professionnels différents, qui valident les choix stratégiques de la direction. ATM Mobilis se décompose en trois principales divisions :

#### **III.5.3.1 Division Affaires Générales**

Elle se compose de 5 directions :

- direction affaires juridique et contentieux ;
- direction des achats et de la logistique ;
- direction de la qualité ;
- direction de la formation ;
- direction des ressources humaines.

#### **III.5.3.2 Division Réseau et Service :**

elle se compose de 4 directions :

- Direction ingénierie et développement réseau ;
- Direction transmission ;
- Direction déploiement et opération réseau ;
- Direction maintenance réseau.

#### **III.5.3.3 Division commerciale et Marketing :**

elle se compose de 5 directions

- Direction marketing GP ( grand publique) ;
- Direction distribution et vente GP ;
- Direction relation client GP ;
- Direction marché entreprise ;
- Direction de la marque et de la communication.

#### **III.5.3.4 Autres directions – Cellule d'audit**

- Direction du système d'information ;
- Direction de la marque et de la communication ;
- Direction stratégie, programmation et performance ;

- Direction des finances et de la comptabilité .

De plus, le cabinet du PDG est composé de conseillers chargés chacun des tâches confiées par le PDG.

Le PDG est également assisté d'un avocat conseil chargé des résolutions juridiques.

### **III.5.4 Missions et objectifs de l'entreprise**

#### **III.5.4.1 Missions**

ATM Mobilis a pour mission principale d'offrir un service de téléphonie mobile de grande qualité, simple, efficace et accessible au plus grand nombre de personnes. Elle exerce sur l'ensemble du territoire national pour :

- Installer, développer, exploiter et gérer les réseaux de la TM,
- Maintenir et monter des équipements de la TM,
- Fournir des prestations et mettre à la disposition de ses clients des produits,
- Etablir, exploiter et gérer les interconnexions permettant à tout opérateur de la TM National ou international d'assurer la communication entre les clients,
- Assurer en permanence la disponibilité de ses produits, sur l'ensemble du territoire,
- Exercer ses activités dans le respect de la concurrence,
- Offrir ses produits et services dans le mobile en provenance et à destination des pays étrangers dans le respect des règles définies par le règlement international dans le domaine d'activité [5].

#### **III.5.4.2 Les objectifs**

Chaque entreprise doit définir ses objectifs à tous les niveaux (objectifs commerciaux, financier, marketing, etc.) . Elle doit se fixer des buts pour l'ensemble de l'entreprise, puis pour chaque domaine d'activité stratégique. Les objectifs d'ATM Mobilis sont :

- Développer le parc d'abonnés et acquérir de nouvelles parts de marché ;
- Améliorer la couverture radio et la maintenir opérationnelle ;
- Introduire les nouvelles technologies et devenir leader sur le marché ;
- Devenir l'opérateur multimédia par excellence ;
- Déploiement du service EDGE (*Enhanced Data Rates for GSM*);
- Extension du réseau UMTS (3G) ;
- Devenir opérateur corporatif ;

- Déploiement des services MVPN (*Mobile virtual private network*), VPN (*Virtual Private Network*) ;
- Développer le réseau commercial ;
- Employer une démarche marketing innovante et une politique de communication efficace [5].

### III.5.5 les engagements pris par ATM Mobilis

Afin de concrétiser ses ambitions, atteindre ses buts et réaliser ses objectifs, ATM Mobilis s'engage envers sa clientèle à :

- Proposer des offres simples, claires et transparentes qui répondent aux attentes des consommateurs ;
- Améliorer constamment ses produits, ses services et sa technologie ;
- Atteindre tous les segments de la population et rendre la TM abordable à ceux au revenu moyen et qui représentent la majorité de la population ;
- Mettre à la disposition du client un réseau de haute qualité ;
- Déployer son réseau uniformément dans les différentes régions du pays ;
- Acheminer dans les meilleures conditions tous les appels des clients quelque soit la destination demandée ;
- Répondre dans les meilleurs délais à toute réclamation ;
- Rester en permanence à l'écoute du client dans le but de passer rapidement d'un abonné administré à une véritable relation client ;
- Essayer de créer un lien solide avec les clients par les centres de services, le centre d'appel et par son site Web ;
- entreprendre différentes actions promotionnelles et publicitaires afin de séduire les clients potentiels ;
- Innover constamment et faire converger son réseau et ses services pour mieux répondre aux besoins de la société Algérienne de l'information de demain ;
- Assurer la diffusion d'une image positive de l'entreprise à travers les médias (slogans, messages) pour établir une relation de fidélité avec les clients ;
- Acheminer dans les meilleures conditions tous les appels quelle que soit la destination demandée ;
- Proposer des offres simples, claires transparentes et sans surprise ;
- Rester en permanence à l'écoute des clients et répondre dans les meilleurs délais à toutes réclamations ;

- Adapter son réseau et ses services aux besoins de la société de l'information de demain.

### III.5.6 Chiffres clefs d'ATM Mobilis

- Parc d'abonnés : +10 millions ;
- Part de marché : +30% ;
- Couverture : 98.42% ;
- Effectifs : 3709 ;
- Réseau commercial: 116 agences ;
- Points de vente indirects: 52500 ;
- Distributeurs régionaux et nationaux : 5 ;
- GTS Phone ;
- Algérie Poste avec ses 3300 bureaux répartis sur tout le territoire national

GSM Algérie .

### III.5.7 Le réseau technique de ATM Mobilis

le réseau Mobilis est composé de :

- 19 MSC (Mobile switching center) ;
- 72 BSC (Base station controller) ;
- 4791 BTS (Base transceiver station) ;
- 12 497 TRX (Transmission reception unit) ;
- Une plate-forme de réseau intelligent ;
- Une plate-forme GPRS/MMS ;
- Une plate-forme de messagerie vocale ;
- Une plate-forme de messagerie SMS .

La stratégie adoptée par Mobilis en ce qui concerne l'équipement de son réseau à été la suivante :

- Étendre son coeur de réseau avec la société Ericsson ;
- Étendre son réseau radin en diversifiant ses équipementiers à savoir Ericsson, Huawei et ZTE ;

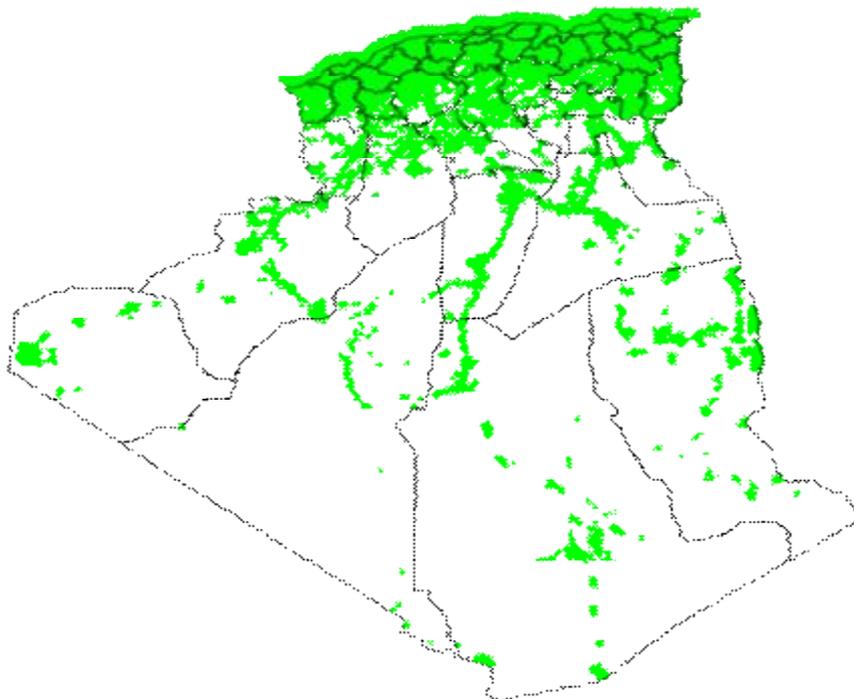
Le réseau ATM Mobilis dispose d'un réseau :

- De haute qualité : il a su absorbé sans dommages des pics de trafic très importants ;
- De technologie éprouvée : Ericsson est l'un des leaders mondiaux dans le domaine ;

- Très puissant : il se prête avec succès aux évolutions et demandes du marché en service.

### III.5.7 La couverture du réseau Mobilis

Le plus grand réseau en Algérie couvre 99% de la population en 2G comme illustré dans la figure 14.



**Figure 14:** Carte géographique de la couverture du réseau Mobilis [6]

### III.6 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons donné une vue générale sur l'opérateur ATM Mobilis et défini ses fonctionnalités et ses devoirs envers ces clients.

Dans le chapitre suivant nous allons parler sur les différents techniques de supervision de la QoS et ses critères d'évaluation.

## IV.1 INTRODUCTION

Dans le cadre d'une démarche qualité, il est important de connaître l'état, le statut d'un fait, d'un événement pour ensuite le comparer à une valeur cible qui caractérise un objectif. On sait qu'un opérateur est performant lorsque le client ne parle pas, ne se plaint pas, ne l'alerte pas sur les services qui fournit et assure. Un indicateur est donc un événement, un fait observable, mesurable et déterminé par un calcul qui identifie de façon quantitative une amélioration ou dégradation du comportement du procédé, Pour la mise à jour de l'état de fonctionnement du réseau, plusieurs outils d'analyses de la QoS sont mis en place comme celle utilisé par ATM Mobilis le « Business Object ». Dans ce chapitre nous avons présenté l'évaluation de la QoS en utilisant ces indicateurs de performance à l'aide de l'outil de mesure pour la région de Tizi-Ouzou. Les données quotidiennes fournies par le service technique de ATM Mobilis (Alger) couvrent la période allant du 20/08 /2014 au 27/08/2014.

## IV.2 Evaluation de la qualité de service à ATM Mobilis par les indicateurs de performances

### IV.2.1 Phase SDCCH

#### IV.2.1.1 Taux de congestion SDCCH (SDCCH assign congestion)

La formule recommandée pour déterminer le taux de congestion SDCCH est donnée par la relation suivante :

$$\text{Taux de congestion SDCCH} = \frac{\text{CCONGS}}{\text{CCALLS(Busy hour sts)}} \times 100\% \quad (7)$$

avec

**CCONGS:** Congestion counter

**CCALL:** Call attempt counter

La figure 15 donne le taux de congestion SDCCH. Elle montre que pour la période allant du 20/08/2014 au 22/08/2014 et pour la période allant du 24/08/2014 au 2//08/2014 le taux de congestion SDCCH est relativement constant. Les faibles valeurs enregistrées (environ 2,40 pour la période allant du 20/08/2014 au 22/08/2014 et 1,80 pour la période allant du 24/08/2014 au 2//08/2014) indiquent une bonne qualité de service du réseau. Par contre pour la période allant du 24/08/2014 au 2//08/2014, on remarque dans ce graphe que le site présente une congestion SDCCH, tel que le taux de congestion a atteint une valeur élevée (10.20%) à la date du 23/08/14. Cela indique qu'en cette journée, il y a présence de cellules

gestionnées et les canaux SDCCH ou TCH sont saturés. Par conséquent, l'accès au réseau dans ce cas, est difficile. Pour résoudre le problème, il faut d'abord voir s'il ne présente pas une congestion TCH qu'il faut résoudre si c'est le cas. Dans le cas contraire, on étudie la répartition des causes des prises de canaux SDCCH et suivre la démarche suivante : 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 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.

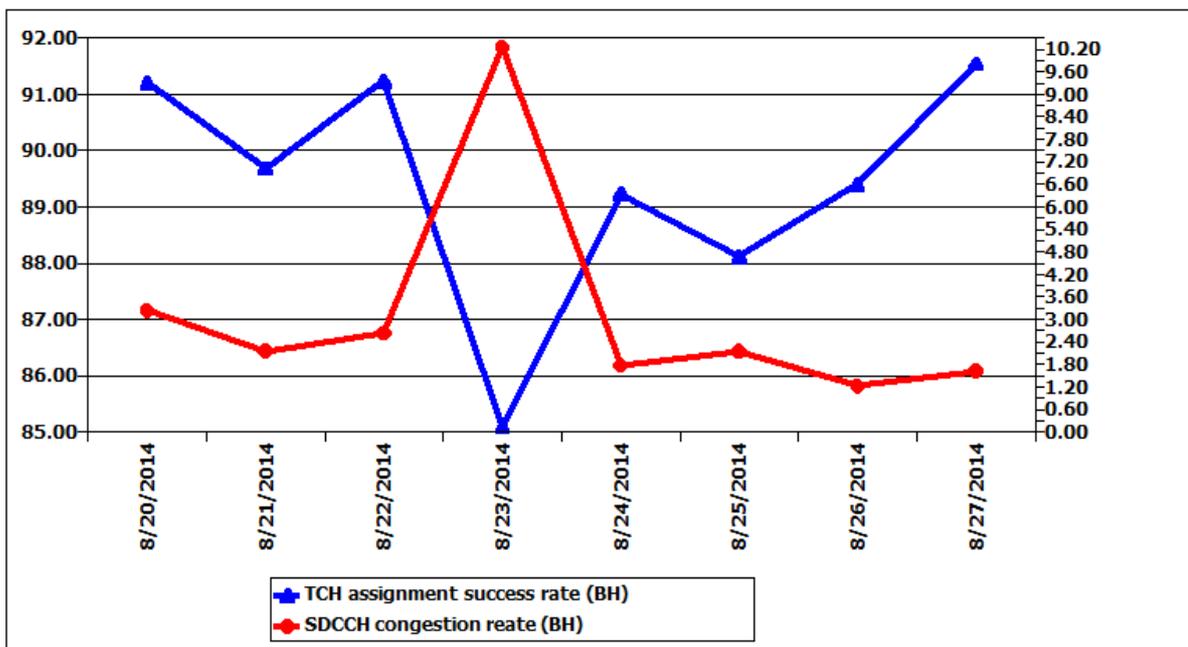


Figure 15 : Taux de congestion SDCCH

IV.2.1.2 Taux de trafic de SDCCH

La formule recommandée pour la détermination de ce taux est la suivante:

$$\text{Trafic SDCCH} = \frac{\text{CTRALACC (Busy hour sts)}}{\text{CNSCAN (SUM)}} \tag{8}$$

Où

**CTRALACC** : Accumulateur au niveau du trafic

**CNSCAN**: Nombre d'accumulations du compteur du niveau de trafic SDCCH.

La figure 16 illustre le trafic SDCCH. ce graphe indique que le taux de trafic est élevé à environ 2200 correspondant à la même date de congestion SDCCH. Le problème est du donc

à la congestion de la cellule. Pour les autres jours (avant et après congestion), ce taux est variable. Après la date de congestion, il diminue d'environ de 25% jusqu'à la date 26/08/14 puis augmente légèrement jusqu'au 27/08/14.

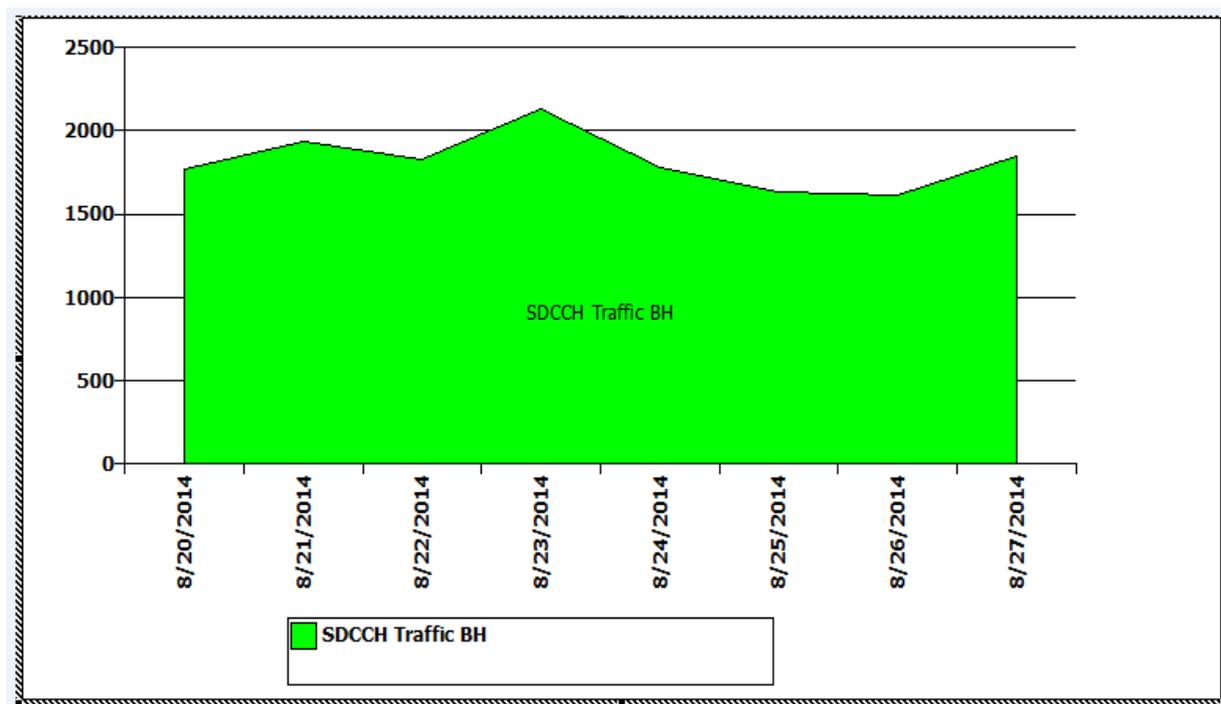


Figure 16 : Trafic SDCCH

#### IV.2.1.3 Taux de coupure SDCCH

La formule recommandée pour le calcul du taux de coupure, obtenu sur la base des résultats de mesure du trafic, est la suivante:

$$\text{Taux de coupure SDCCH} = \frac{\text{CNDROP}}{\text{CMSESTAB}} \times 100\% \quad (9)$$

A partir de graphe on déduit le taux de coupures de SDCCH comme suit :

**Taux de coupures sur SDCCH**= <CNDROP> -

((<CDISQA>+<CDISSS>+<CDISTA>+<CNRELCONG (Query 2 with TP Ericsson BSS PM)>)) /<CNDROP>

avec

**Drop Low SS**= <CDISSS>/<CNDROP>\*100.

**SDCCH drop bad quality** =<CDISQA>/<CNDROP>\*100.

**SDCCH drop TCH congestion** = <CNRELCONG (Query 2 with TP Ericsson BSS PM)>/<CNDROP>\*100.

**SDCCH drop TA** =  $\langle \text{CDISTA} \rangle / \langle \text{CNDROP} \rangle * 100$ .

Avec

**CNDROP**: Dropped connections due to failure.

**CMSRSTAB**: Successful MS channel establishment on SDCCHs.

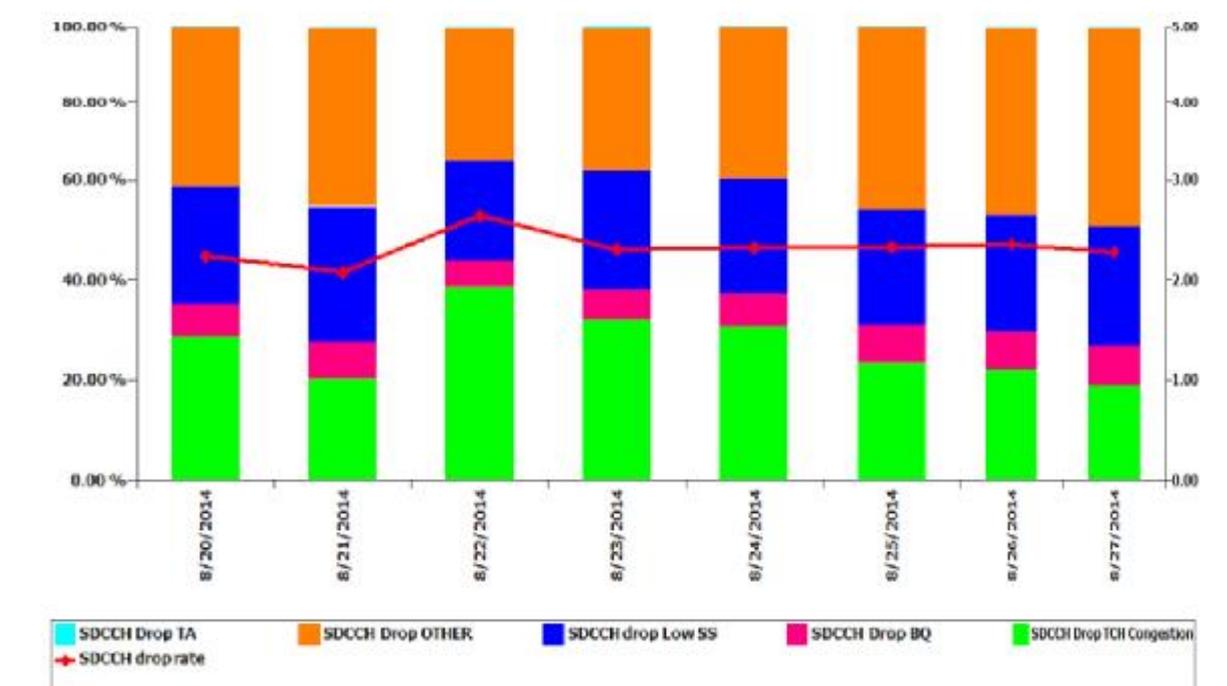
**CDISQA**: Dropped connections at low quality down or up link per cel.

**CDISSS**: Dropped connections at low signal strength down or up link per cell.

**CDISTA**: Dropped connections at excessive TA.

**CNRELCONG**: Number of SDCCH released due to radio resource.

Les résultats obtenus sont représentés par la figure 17. Pour la période envisagée, on remarque que la stabilité d'appels se situe à environ 43% sauf pour la date du 22/08/14 où ce taux a augmenté jusqu'à environ 55%. Ceci est dû à l'augmentation du trafic et un fort taux d'échec d'allocations de canal SDCCH. Il faut noter qu'à ce niveau, l'accès au réseau est plus que difficile.



**Figure 17** : Taux de coupure SDCCH

## IV.2.2 Phase TCH

### IV.2.2.1 Taux de congestion TCH

La formule recommandée et la suivante :

$$\text{Taux congestion TCH} = \frac{(\langle \text{CNRELCONG (Busy hour sts)} \rangle + \langle \text{TFNRELCONG} \rangle + \langle \text{TFNRELCONGSUB} \rangle + \langle \text{THNRELCONG} \rangle + \langle \text{THNRELCONGSUB} \rangle) / \langle \text{TASSALL} \rangle * 100. (4)}$$

Avec

**TFNRELCONG**: Number of released TCH due to radio resource congestion.

**TFNRELCONGSUB**: Number of released TCH due to radio resource congestion, overlaid subcell.

**THNRELCONG**: Number of released TCH due to radio resource congestion.

**THNRELCONGSUB**: Number of released TCH due to radio resource congestion, overlaid subcell.

**TASSALL**: Assignment attempts for all MS power classes.

La figure 18 présente les résultats du taux de congestion TCH pour la période allant du 08 au 27 août 2014. Le graphe indique la présence d'une congestion TCH d'une valeur élevée de 6,67% qui se situe à la date du 23/08/2014. dans ce cas, le réseau est occupé et pour régler ce problème on doit 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. Attention, toutefois, aux interférences !

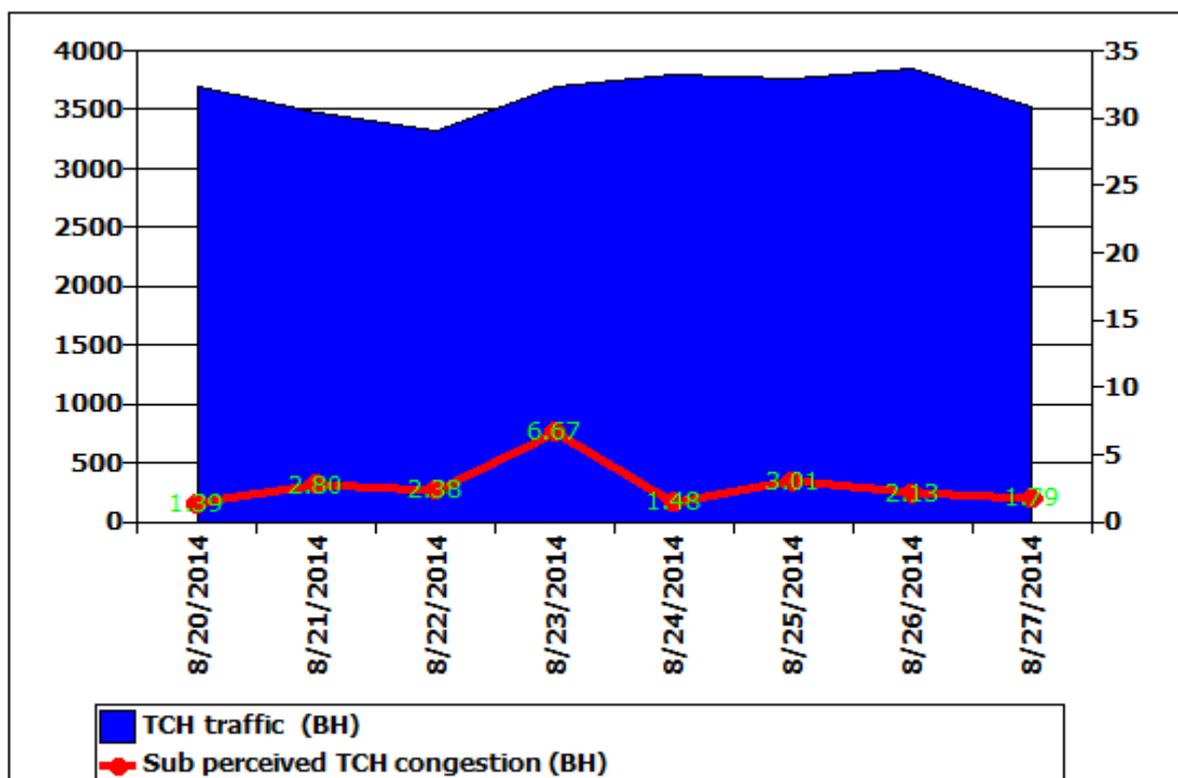


Figure 18 : Taux de congestion TCH

#### IV.2.2.2 Trafic du TCH

La formule recommandée est la suivante :

$$\text{Trafic TCH} = \frac{\langle \text{TFTRALACC (Busy hour sts)} \rangle}{\langle \text{TFNSCAN (avg) (Busy hour sts)} \rangle * 4} + \frac{\langle \text{THTRALACC (Busy hour sts)} \rangle}{\langle \text{THNSCAN (avg) (Busy hour sts)} \rangle * 4}. \quad (10)$$

Avec

**TFTRALACC**: Traffic level accumulator.

**TFNSCAN**: Number of accumulations of traffic level counter

**THTRALACC**: Traffic level accumulator

**THNSCAN**: Number of accumulations of traffic level counter.

Les valeurs du trafic TCH (Figure 18) couvrant la période allant du 20 au 27/08/14 sont relativement élevé ( environ 3600) .

On constat une légère baisse de 8 au 22/08/14 puis une augmentation de 22 au 26/08/14 pour atteindre une valeur d'environ (3000) .

### IV.2.2.3 Le taux de coupure de TCH (*TCH drop rate*)

La formule recommandée est la suivante :

$$\text{THC Drop} = 100 * (\langle \text{THNDROP}(\text{Query 2 with TP Ericsson BSS PM}) \rangle + \langle \text{TFNDROP}(\text{Query 2 with TP Ericsson BSS PM}) \rangle) / (\langle \text{THCASSALL}(\text{Query 2 with TP Ericsson BSS PM}) \rangle + \langle \text{TFCASSALL}(\text{Query 2 with TP Ericsson BSS PM}) \rangle + \langle \text{HOSUCBCL}(\text{Query 2 with TP Ericsson BSS PM}) \rangle + \langle \text{HOSUCWCL}(\text{Query 2 with TP Ericsson BSS PM}) \rangle - \langle \text{HOSUCBCL}(\text{Query 4 with TP Ericsson BSS PM}) \rangle - \langle \text{HOSUCWCL}(\text{Query 4 with TP Ericsson BSS PM}) \rangle + \langle \text{HOVERSUC}(\text{Query 4 with TP Ericsson BSS PM}) \rangle - \langle \text{HOVERSUC}(\text{Query 2 with TP Ericsson BSS PM}) \rangle) \quad (11).$$

Tel que:

**THNDROP:** Dropped connections due to failure

**TFNDROP:** Dropped connections due to failure

**THCASSALL:** Assignment complete for all MS power classes

**TFCASSALL:** Assignment complete for all MS power classes

**HOSUCBCL:** Number of successful assignment handovers to better cell

**HOSUCWCL:** This counter has both internal and external handovers

**HOSUCBCL:** To see only internal or external handovers

**HOSUCWCL:** ADJACENT\_TYPE from keys class should be used

**HOVERSUC:** ADJACENT\_TYPE is I for internal and for external handovers

**HOVERSUC:** Number of successful handovers to the neighbouring cell

Les résultats du taux de coupures TCH, donnés par la figure 19, couvrent une large période allant du 10 au 28/08/2014. De fréquentes et importantes coupures (supérieures à 80% dans certains cas) sont signalées du 10 au 17/08/2014. Pour y voir, on doit vérifier en premier lieu la couverture du réseau. , dans le cas ou la zone étudiée est bien couverte, il est possible que la cellule est congestionnée ( Congestion SDCCH et TCH). , si c'est le cas il faudra d'abord résoudre le problème de congestion, si non le problème est soit au niveau des composants aériens de la cellule (antenne, câble,...etc. ) soit au niveau de l'interférence de fréquence. Pour ce dernier cas, il faudra vérifier la conformité de la répartition de la fréquence de la cellule avec celle de ces voisins , si non tilter les antennes des sites voisins.

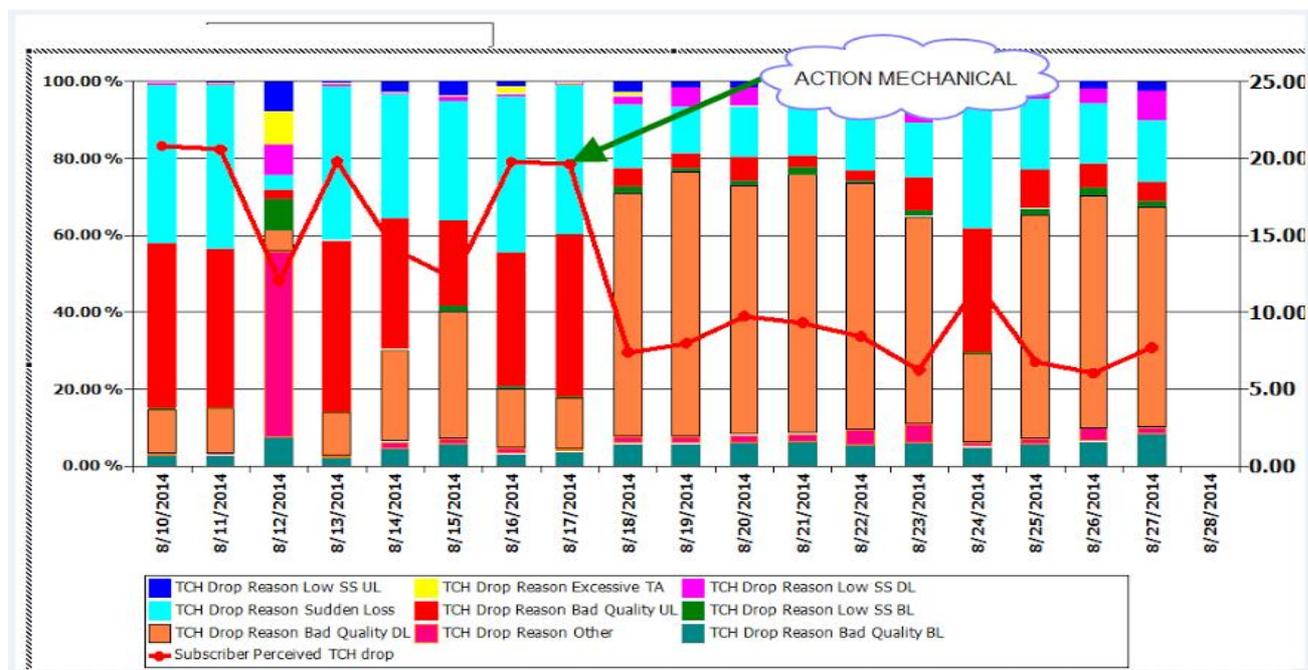


Figure 19 : Taux de coupures TCH

#### IV.2.2.4 Taux de succès d'appels (call setup success rate)

La formule recommandée pour le calcul du taux de succès d'appels est la suivante:

$$\text{Taux succès} = \frac{\text{THCASSALL (Busy hour sts)} + \text{TFCASSALL (Busy hour sts)}}{\text{TASSALL}} \times 100\% \quad (12)$$

Avec

**THCASSALL:** Assignment complete for all MS power classes

**TFCASSALL:** Assignment complete for all MS power classes

**TASSALL:** Assignment attempts for all MS power classes.

Les résultats du taux de succès d'appels dans la (figure 15) pour la période du 20 au 27/082014 sont donnés par la figure. Ce taux est relativement élevé (> 91%) pour les journées du 20, 22 et 27/08/2014. La valeur la plus faible (85%) est celle de la journée du 23/08/2014 correspondant à la période de congestion du réseau.

#### IV.2.3 Critères d'évaluation de réseau ATM Mobilis

L'indicateur unique de qualité de service étant obtenu à partir des trois indicateurs (taux de succès d'appel « CSSR », taux de coupure d'appel « CRD », qualité de signal « RxQual »), son évaluation se fera en fonction de ceux-ci.

L'objectif est de donner des valeurs de pondération à toutes les catégories afin de les agréger en un score unique. Si l'intérêt est évident pour le grand public (possibilité de comparer un score unique entre différents indicateurs), il fait disparaître beaucoup d'information et se fait par un choix de pondération qui demeure assez subjectif. En effet, il n'existe pas de méthode pour déterminer, par exemple, lequel des indicateurs de qualité a le plus d'impact.

Les critères de classification des réseaux mobiles sont définis comme indiqué dans le tableau 6 ci-dessous :

**Tableau 6 : Critère d'évaluation du réseau Mobilis**

<b>Critère de qualité du réseau</b>			
<b>CSSR</b>	<b>CDR</b>	<b>RxQual</b>	<b>IQos Niv de QoS du réseau</b>
CSSR > 99%	CDR > 0.2%	0 ≤ RxQual < 3 pour 95% des points	Excellent « ***** »
95% < CSSR ≤ 99%	0.2% < CDR ≤ 0.5%	0 ≤ RxQual < 3 pour 85% des points	Bon « **** »
90% < CSSR ≤ 95%	0.5% < CDR ≤ 2%	0 ≤ RxQual < 3 pour 75% des points	Moyen « *** »
80% < CSSR ≤ 90%	2% < CDR ≤ 5%	0 ≤ RxQual < 5 pour 80% des points	Insatisfaisant « ** »
CSSR < 80%	5% ≤ CDR	0 ≤ RxQual < 5 pour moins de 80% des points	Mauvais « * »

### IV.2.3.1 Résultats de l'évaluation

Les résultats obtenus sont donnés dans le tableau 7.

**Tableau 7** : Résultats d'évaluation de QoS

<b>Indicateur de qualité du réseau</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
CSSR	86.2%	93.6%	52.4%	52.4%
CRD	0.44%	1.47%	0.39%	0.39%
RxQual < 3	77%	78%	75%	75%
QoS du réseau : IQoS	<b>Insuffisant</b>	<b>Moyen</b>	<b>Mauvais</b>	<b>Mauvais</b>

D'après les résultats donnés dans ce tableau, on dire que :

Le site B avec 93.6% est le meilleur réseau en termes de taux de succès d'appel devant le site A (86.2%) qui précède largement le site C et le site D avec le même taux estimé à 52.4%. Ainsi le site B affiche un niveau de QoS moyen, le site A un niveau insuffisant et les deux autres un niveau très mauvais.

Le site A et D se partagent la place de meilleur réseau en termes de taux de coupure d'appel avec 0.39% devant le site A (0.44%) qui devancent largement le site B (1.47%). Les deux premiers sites ainsi que le site A affichent un bon niveau de QoS, quand au dernier le site B il justifie sa place avec un niveau de QoS considéré moyen.

Le site B (78%) est le meilleur réseau en termes de qualité du signal (avec un niveau de qualité moyen) devant le site A (77% avec un niveau de qualité insuffisant) qui précède les deux autres, à savoir, le site C (75%) et le site D (75%) (Avec tous deux un niveau de qualité jugé mauvais). Cependant tous les sites présentent un niveau de QoS moyen.

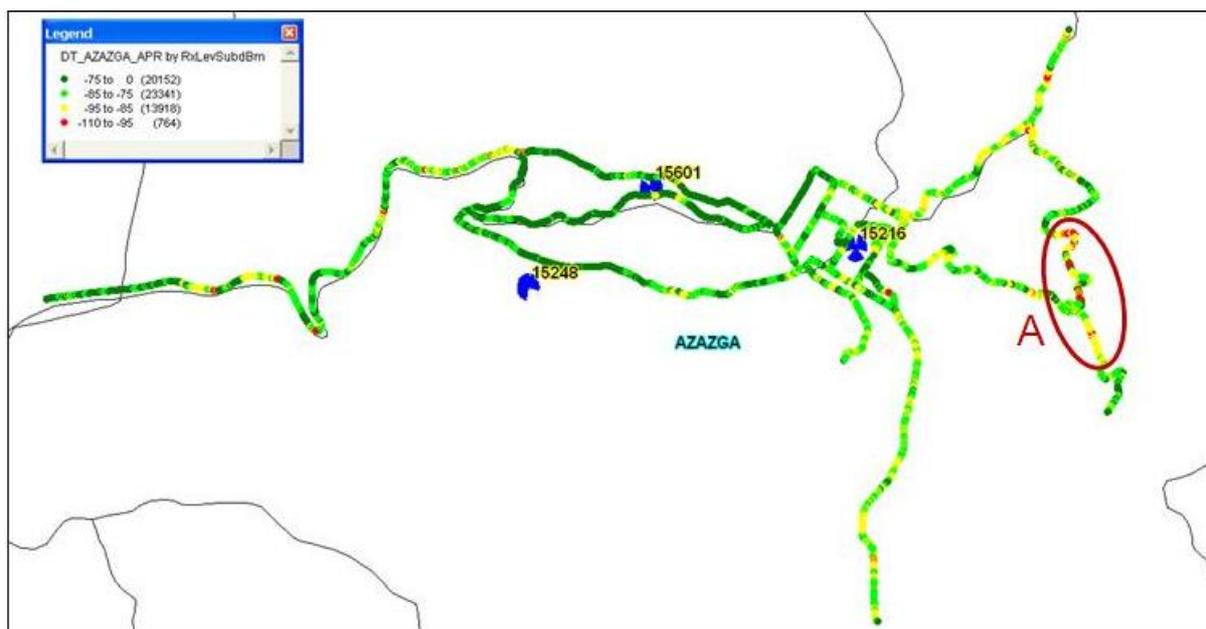
### IV.2.3.2 Utilisation de l'outil Tems pour l'évaluation de la QoS

Les critères de l'évaluation de cet outil sont donnés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 8** : Critère d'évaluation de l'outil Tems

Qualité d'Usignal	
RxQual	QoS du réseau : IQoS
-85 to 0	Excellent
-85 to -95	moyen
-95 to -105	mauvais

L'application de cet outil au réseau mobile de la région d'Azazga (Tizi-Ouzou) a donné les résultats représentés par la figure 20.



**Figure 20** : Carte de couverture réseau mobile pour la zone d'Azazga

La figure 2 illustre la carte de couverture réseau pour la ville d'Azazga et ses environs connus comme étant une région montagneuse et très boisée. La zone comprend 3 sites du réseau codés comme suit : 15248, 15601 et 15216. La qualité de la couverture du réseau

mobile sur la carte est symbolisée par 4 couleurs : vert olive, vert clair, jaune et rouge. Pour chaque couleur La valeur estimée de la qualité du signal représentée par une couleur en quelques points de la zone couverte est donnée en haut et à gauche de la carte. Les résultats montrent qu'à l'exception de la zone A (à droite de la carte), couverte par le site 15216, cette région est relativement bien couverte (prédominance de la couleur vert olive et vert clair). La mauvaise couverture de la zone A et d'autres points de la région s'expliquent probablement par le relief accidenté et très boisé de la région.

### **IV.3 Outil de mesure utilisé à ATM Mobilis pour le suivi de la QoS**

L'un des outils utilisés à ATM Mobilis pour le suivi de la QoS se nomme Business Object. C'est un outil de gestion de la performance du réseau mobile. Il permet de suivre l'évolution des indicateurs en vue de faire une analyse pour l'amélioration de la qualité de service.

#### **IV.3.1 Définition**

Business Object est une société franco-américaine née en 1989 et a conçu un outil d'aide à la décision accessible à l'utilisateur final. Il permet l'interrogation, la présentation et l'analyse des données issues d'un système d'informations afin de prendre des décisions [7].

#### **IV.3.2 Environnement**

##### **1/ Client- serveur**

Business Objects utilise l'architecture Client/serveur : Le poste client est convivial, ergonomique, supporte les logiciels bureautiques standards, peut être connecté au réseau, donne une indépendance à son utilisateur. Les serveurs sont puissants, supportent des bases de données volumineuses, peuvent centraliser des données de références communes à tous. Mode de fonctionnement :

1. Création d'une requête en local dans un document.
2. Le SQL généré par Business Objects est envoyé au serveur
3. Le serveur exécute le SQL et rapatrie les résultats en local.
4. L'utilisateur peut exploiter ses données en local : - Mise en forme - Analyse dynamique – Impression.

## 2/ Sécurisé

Protections des données : BO ne permet de faire que de la sélection de données. Il protège ainsi de toute insertion, modification ou suppression de données. L'Univers accède à ces données d'un serveur via une connexion SGBDR déjà sécurisée. Confidentialité : l'accès aux Univers est géré par le Superviseur. De même, l'accès à certains objets peut être interdit par ce dernier selon leur niveau de confidentialité. BO permet une gestion totale des droits au niveau traitement et au niveau données. [7]

### IV.3.3 Les modules Business Objects

1/ **Business Objects** : création de rapports.

Reporter : module de base permettant l'interrogation et la présentation de données.

Analyser : module d'analyse par changement d'axes.

Explorer : module d'analyse par exploration.

2/ **DESIGNER** : Construire les Univers, les documenter et les mettre à disposition des équipes utilisatrices.

3/ **SUPERVISOR** : Gérer les droits d'accès : définir les groupes et les utilisateurs, leur affecter des droits sur les différents modules et leur fonctionnalités, et sur les ressources Univers et documents.

4/ **BROADCAST AGENT** : Automatiser les tâches répétitives de traitement et de diffusion (programmer des traitements sur des documents à intervalles réguliers).

5/ **BUSINESS QUERY** : Interrogation à partir d'Excel (appeler dans Excel l'éditeur de requête Business Objects et faire la mise en forme avec Excel).

6/ **WEB INTELLIGENCE** : Business Objects sur le WEB, interroger, mettre en forme et analyser les informations sur le Web.

7/ **BUSINESS MINER** : Analyser des corrélations entre variables et construire des arbres de décision. [7]

### IV.3.4 Les interfaces de Business Objects

Les interfaces de cet outil se présente comme suit :

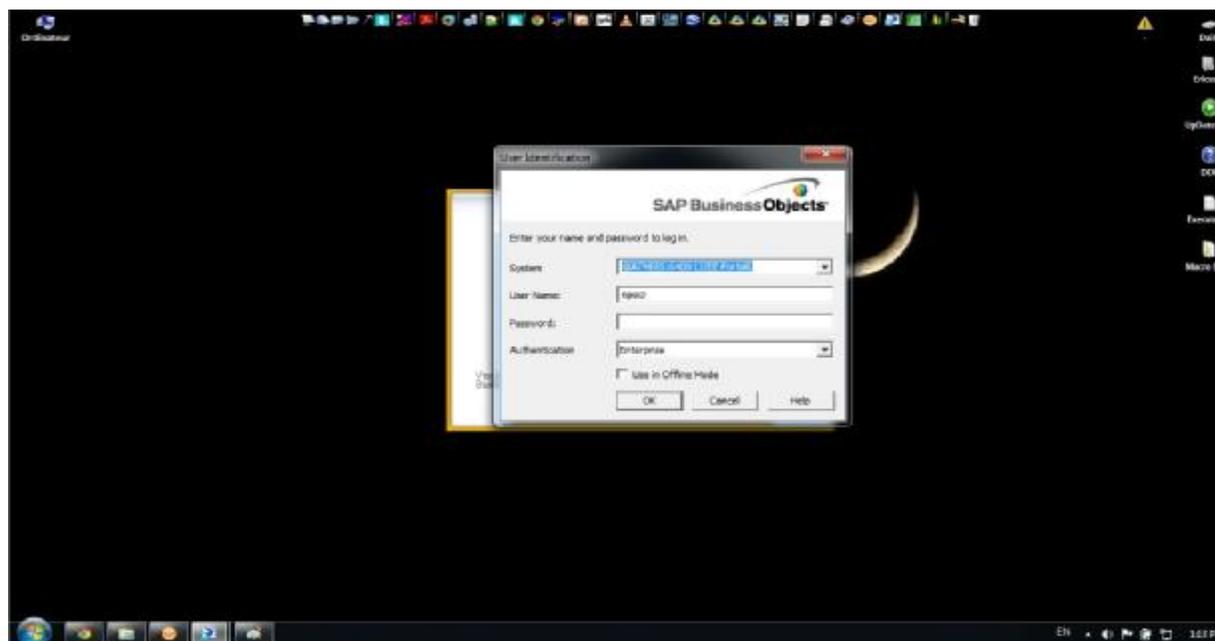


Figure 21 : Interface identification

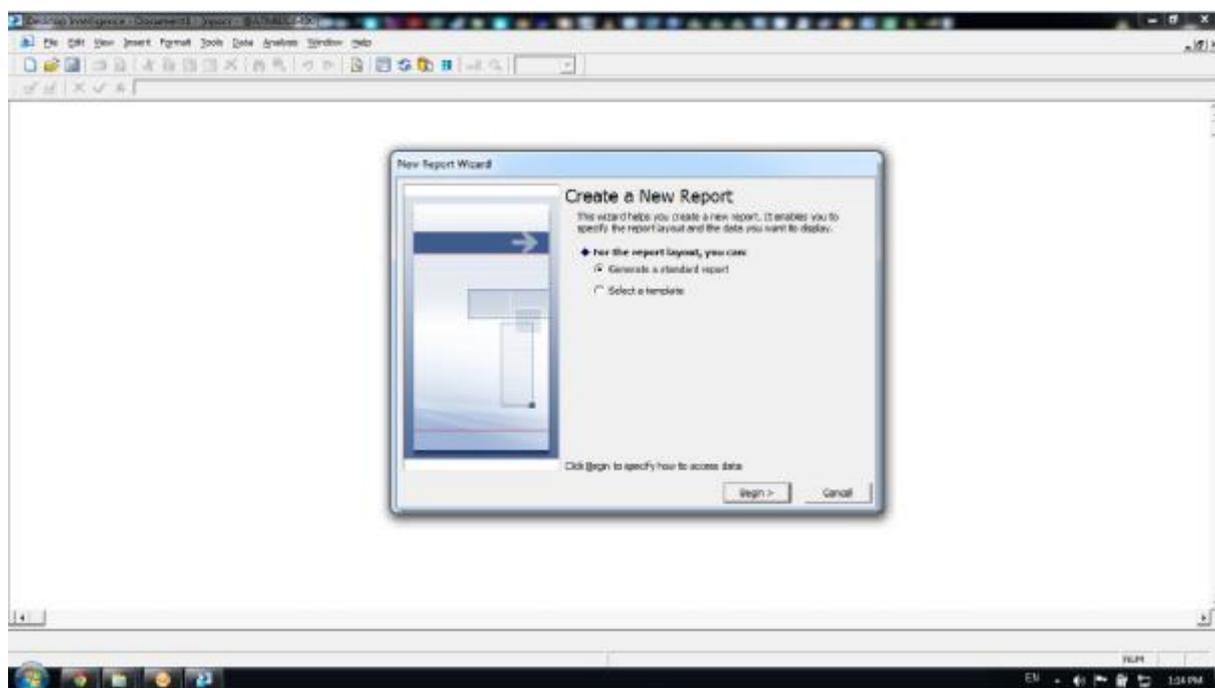


Figure 22 : interface pour la création d'un nouveau rapport



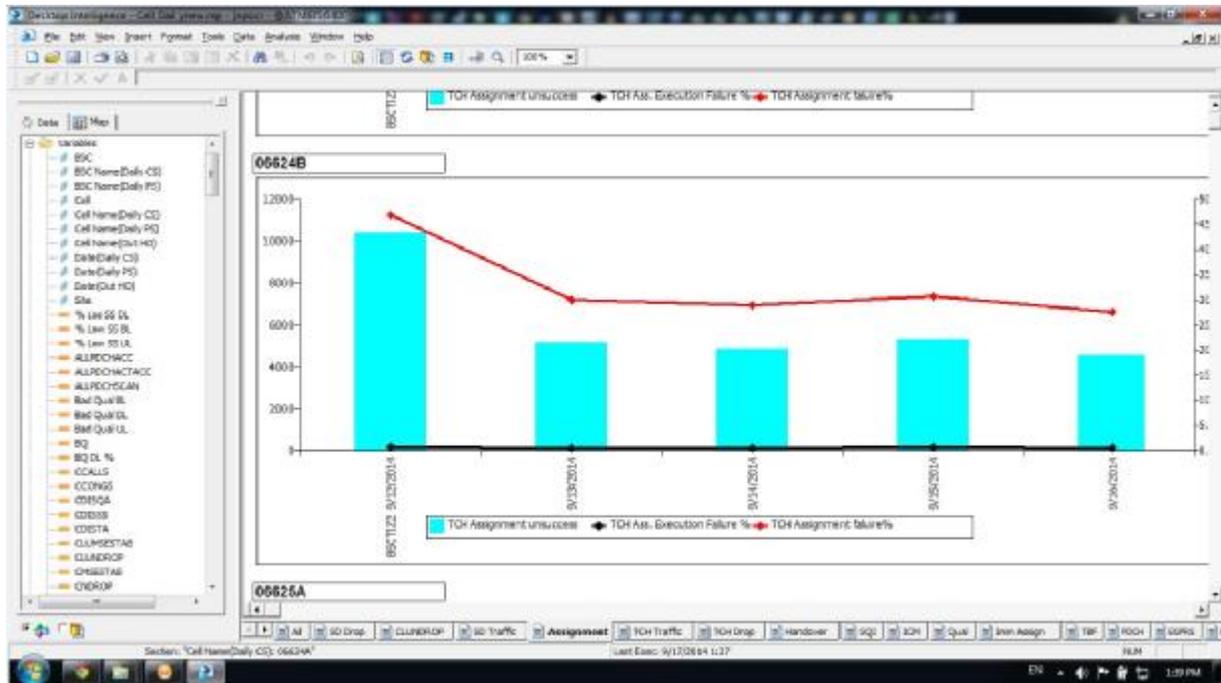


Figure 25 : Interface représentant le succès de TCH

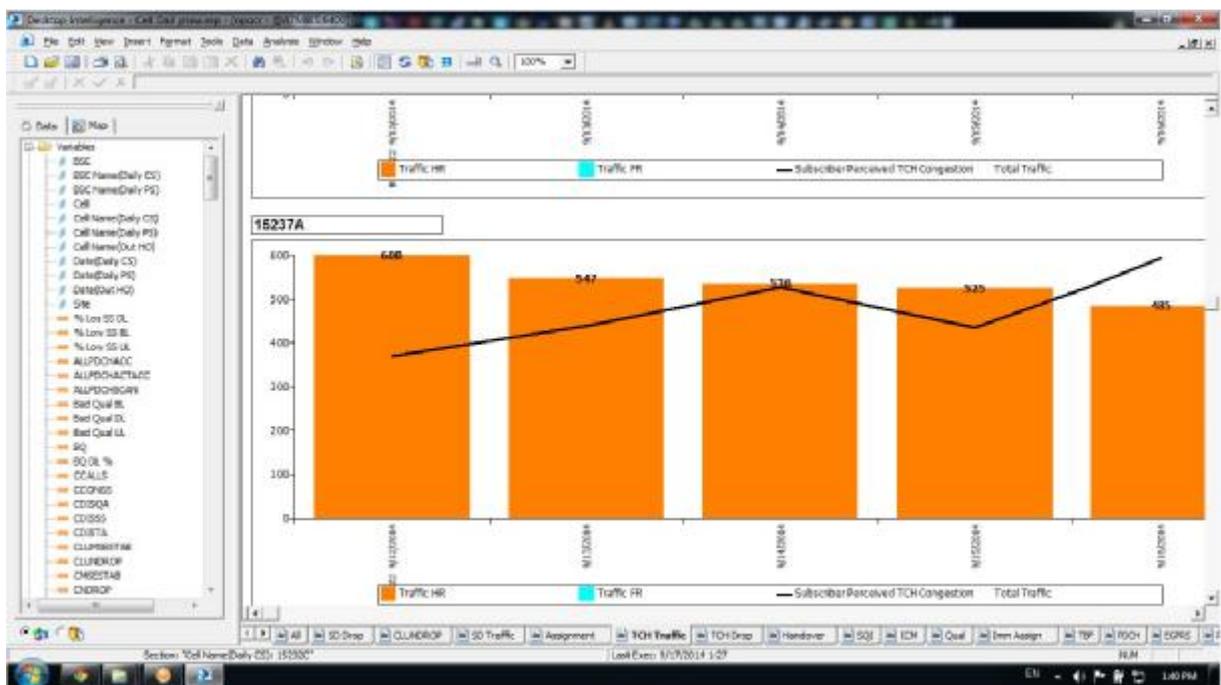


Figure 26 : Interface représentant la congestion TCH

**CONCLUSION**

Dans cette partie, nous avons présenté une étude de l'évaluation de la qualité de service du réseau ATM Mobilis pour la période allant du 20/08/2014 au 22/08/2014. À l'exception de la journée du 23/08/2014, les valeurs du taux de congestion SDCCH et TCH enregistrées sont relativement faibles indiquant une bonne qualité de service du réseau. Ce fait est confirmé par le taux de trafic élevé pour cette date.

# CONCLUSION GENERALE

En guise de conclusion nous pouvons dire que l'objectif phare de ce travail était l'étude de la qualité de service « QoS » dans le réseau mobile GSM à savoir l'opérateur Mobilis, dans lequel nous avons eu des éléments pouvant entrer en compte dans cette étude.

En effet cette tâche a nécessité un approfondissement de nos connaissances et une subtilité dans nos recherches en matière du réseau GSM et des divers éléments de la qualité de service de ce réseau ainsi que certains problèmes que nous pouvons rencontrer.

Dans la première partie, nous avons fait un étalage sur la généralité du réseau GSM , (des différents concepts dont il est question dans ce type de réseau) et des principes que nous pouvons avoir, ainsi que des perturbations auxquelles les ondes peuvent se confronter lors de la transmission de l'information dans un milieu dit. de ce fait on a abordé une description sur de l'architecture globale du réseau. Nous sommes entrés dans les profondeurs de sa structure, dans laquelle nous avons cerné les différents sous-systèmes, les interfaces par lesquelles ces sous-systèmes sont liés.

La deuxième partie est consacrée aux principes et aux caractéristiques de la qualité de service « QOS » dans lesquelles sont énumérées les mesures de performance, les critères pour une meilleure prise en charge du réseau, les éléments qui permettent de mesurer ces performances. A cela sont ajoutés les différents problèmes que l'on peut rencontrer dans le réseau.

Le troisième chapitre est consacré à la téléphonie mobile en Algérie. En ce qui nous concerne l'opérateur MOBILIS, à savoir son organisation interne, ses objectifs sa compétitivité avec les autres opérateurs sur le terrain et surtout ses engagements envers sa clientèle.

Enfin, le tout a été bouclé par une étude des cas de mesures, dans lesquels nous avons mentionné les niveaux de couverture en particulier dans la wilaya de Tizi-Ouzou, et la qualité de la communication, tout cela par l'outil « BUSINESS OBJECT » qui est l'un des outils

appropriés pour l'analyse et l'évaluation de la QOS, en utilisant des indicateurs de performance et une optimisation des services offerts aux abonnés.

# REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] [http://memoireonline.com/10/12/6245/m\\_Technique-de-maintenance-du-reseau-GSM-IOMC-R.html](http://memoireonline.com/10/12/6245/m_Technique-de-maintenance-du-reseau-GSM-IOMC-R.html)
- [2] <http://www2.ulg.ac.be/telecom/publi/publications/mvd/Demoulin2004Principes/>
- [3] <http://fr.scribd.com/doc/61607719/02-GSM-BSS-Network-KPI-SDCCH-Call-Drop-Rate-Optimization-Manual>
- [4] <http://fr.scribd.com/doc/61607803/05-GSM-BSS-Network-KPI-TCH-Congestion-Rate-Optimization-Manual>
- [5] [http://www.memoireonline.com/02/12/5295/m\\_Management-des-performances-equilibrees2.html#toc6](http://www.memoireonline.com/02/12/5295/m_Management-des-performances-equilibrees2.html#toc6)
- [6] <http://www.mobilis.dz/>
- [7] <http://christian-manzoni.developpez.com/tutoriels/business-intelligence/designer/?page=SI>