



**LICENCE**  
**Electronique Télécommunication et Informatique**  
**(ETI)**

**RAPPORT DE FIN D'ETUDES**

**Intitulé :**

**Benchmark QoS :Etude et analyse  
de la qualité du service réseau voix et  
data 2G et 3G ;**

**Réalisé Par :**

**Jaouad Ballat**

**Encadré par :**

M<sup>LLE</sup> Imane EL MORABIT (Sofrecom)

P<sup>r</sup> Najia ES-SBAI (FST)

**Soutenu le 15 Juin 2012 devant le jury**

Pr T.LMCHARFI (FST)

Pr F. ABDI (FST)

# Dédicace

*« Louange à Allah qui nous a guidés à ceci. Nous n'aurions pas été guidés, si Allah ne nous avait pas guidés ».*

*A celui qui m'a indiqué la bonne voie en me rappelant que la volonté fait toujours les grands hommes...*

*A mon Père.*

*A celle qui a attendu avec patience les fruits de sa bonne éducation...*

*A ma Mère.*

*Que Dieu vous garde.*

*A mes chères sœurs : Fatin et Ilham*

*A mon petit frère : Mohammed*

*A la mémoire de mon grand-père.*

*A tous mes amis et tous ceux qui me sont chers...*

*Je dédie ce travail.*

## Remerciement

Ce travail s'inscrit dans le cadre d'un projet de fin d'études en télécommunications, option :

Électronique télécommunication et informatique, à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès (FSTF).

A son terme, je tiens à remercier Mme. Najia Essbaï, Professeur à FSTF, pour son encadrement, sa disponibilité, ses conseils généreux et pour le soutien constant qu'elle n'a cessé de me prodiguer.

J'aimerais aussi exprimer ma forte gratitude à tous les enseignants de FSTF pour la qualité de l'enseignement qu'ils nous ont bien voulu prodiguer durant nos études.

Mes remerciements s'adressent également à Mlle Imane EL MORABIT et Mr Mohammed CHARAF Ainsi qu'à tout le reste de l'unité d'affaires Réseaux et Services qui ont bien voulu m'accueillir.

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1</b> : chaine de mesures en opération sur terrain.....	18
<b>Figure 2</b> : Mesure Data.....	18
<b>Figure 3</b> : Mesure des paramètres Rxlev,Rxqual (2G).....	18
<b>Figure 4</b> : Mobiles à traces pour l'optimisation et le test des réseaux GSM/GPRS/UMTS.....	20
<b>Figure 5</b> : Architecture générale du réseau GSM.....	23
<b>Figure 6</b> : Architecture du réseau GPRS.....	24
<b>Figure 7</b> : Canal de transmission GSM.....	25
<b>Figure 8</b> : Structure de la multi trame GPRS.....	28
<b>Figure 9</b> : Structure d'accueil Actix.....	32
<b>Figure 10</b> : Create Superstream.....	34
<b>Figure 11</b> : couchez les fichiers à superstreamer.....	34
<b>Figure 12</b> : choisie de la bonne échelle.....	35
<b>Figure 13</b> : Affichage des Maps.....	35
<b>Figure 14</b> : Affichage du rapport C/I.....	36
<b>Figure 15</b> : Affichage du MOS.....	36
<b>Figure 16</b> : Affichage du Band.....	36

<b>Figure 17</b> : Affichage des événements.....	37
<b>Figure 18</b> : Créé un Workbook.....	38
<b>Figure 19</b> : choisie le Template.....	38
<b>Figure 20</b> : copie des cartes.....	39
<b>Figure 21</b> : copie des échelles.....	39
<b>Figure 22</b> : Générateur.....	40
<b>Figure 23</b> : Processus d'analyse et d'optimisation.....	47
<b>Figure 24</b> : Parcours du test.....	50
<b>Figure 25</b> : Fichiers de mesure.....	51
<b>Figure 26</b> : Les données post-traitées sous Actix.....	52
<b>Figure 27</b> : Histogramme du CRC.....	53
<b>Figure 28</b> : La moyenne du MOS.....	53
<b>Figure 29</b> : Le graphe du Rxlev.....	53
<b>Figure 30</b> : Le graphe du Rxqual.....	54
<b>Figure 31</b> : Le graphe du rapport C/I.....	54
<b>Figure 32</b> : Histogramme du CRC.....	55
<b>Figure 33</b> : Tableau du MOS.....	55

<b>Figure 34 : Le graphe</b>	
<i>Rxlev</i> .....	55
<b>Figure 35 : Le graphe de</b>	
<i>Rxqual</i> .....	56
<b>Figure 36 : Le graphe du rapport</b>	
<i>C/I</i> .....	56
<b>Figure 37 : http</b>	
<i>browsing</i> .....	57
<b>Figure 38: % of DL http transfert</b>	
<i>success</i> .....	58
<b>Figure 39: Application throughput</b>	
<i>FTP</i> .....	58
<b>Figure 40: % of UL FTP</b>	
<i>success</i> .....	58
<b>Figure 41: Application throughput</b>	
<i>FTP</i> .....	58

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1 : Canaux logiques</b>	
<i>GSM</i> .....	27
<b>Tableau 2 : Principaux inducteur de qualité de</b>	
<i>service</i> .....	41

<b>Tableau 3</b> : Exemple de convention de niveau de champ.....	43
<b>Tableau 4</b> : Correspondance entre Rxqual et BER.....	43
<b>Tableau 5</b> : Exemple de convention de RXqual.....	44
<b>Tableau 6</b> : Correspondance entre FER et Rxqual.....	44
<b>Tableau 7</b> : Seuils de Couverture.....	47
<b>Tableau 8</b> : Seuils de qualité Radio .....	47
<b>Tableau 9</b> : Seuil C/I.....	48
<b>Tableau 10</b> : Seuil de débit de transfert.....	48
<b>Tableau 11</b> : Seuil de chargement d'une page Web par technologie .....	57
<b>Tableau 12</b> : http DL.....	58
<b>Tableau 13</b> : UL FTP.....	59

## LISTE D'ABRÉVIATIONS

*AGCH: Access Grant Channel*

*BCCH: Broadcast Control Channel*

*BG: Border Gateway*

*BMC: Broadcast/Multicast Control*

*BSS: Base Station Sub-system*

*BTS: Base Transceiver Station*

*C/I: Carrier to Interference*

*CSD: Circuit Switched Data*

*DPDCH: Dedicated Physical Data Channel*

*DPCCH: Dedicated Physical Control Channel*

*EDGE: Enhanced Data Rates for GSM Evolution*

*FACCH: Fast Associated Control Channel*

*FCCH: Frequency Correction Channel*

*FDMA: Frequency Division Multiple Access*

*FN: Frame Number*

*FTP: File Transfer*

*GGSN: Gateway GPRS Support Node*

*GMSK: Gaussian Minimum Shift Keying*

*GPRS: General Packet Radio Service*

*GPS: Global Positioning System*

*GSM: Global System for Mobile communications*

*HSCSD: High Speed Circuit Switched Data*

*HSDPA: High Speed Downlink Packet Access*

*HSDSCH: High Speed Downlink Shared Channel*

*IP: Internet Protocol*

**LAC:** Location Area Code

**LLC:** Logical Link Control

**MCC:** Mobile Country Code

**MMC:** Multimedia Card

**MMS:** Multimedia messaging service

**MNC:** Mobile Network Code

**NSS:** Network Sub System

**OS:** Operating System

**OSS:** Operation Sub-System

**PBCCH:** Packet Broadcast Common Control Channel

**PCH:** Paging Channel

**PC:** Personal Computer

**PDCH:** Packet Data Channel

**PDCP:** Packet Data Convergence Protocol

**PDP:** Packet Data Protocol

**PDU:** Packet Data Unit

**PSK:** Phase Shift Keying

**PTCCH:** Packet Timing Control Channel

**RAC:** Routing Area Code

**RACH:** Random Access Channel

**RF:** Radio Frequency

**RLC/MAC:** Radio Link Control/Medium Access Control

**RR:** Radio Resource

**RRC:** Radio Resource Control

**RSCP:** Received Signal Code Power

**RTC:** Réseau Téléphonique Commuté

**RXLEV:** Received Signal Level

**RXQUAL:** Received Signal Quality

**SACCH:** Slow Associated Control Channel

**SCH:** Synchronisation Channel

**SDCCH:** Stand-alone Dedicated Channel

**SGSN:** Serving GPRS Support Node Protocol

**SMS:** Short message service

**SMSS:** Switching and Management Sub-System

**TA:** Timing Advance

**TCH:** Traffic Channel

**TCP:** Transmission Control Protocol

**TDMA:** Time Division Multiple Access

**TN:** Time slot Number

**UMTS:** Universal Mobile Telecommunications System

**USB:** Universal Serial Bus

**WCDMA:** Wideband Code Division Multiple Access

## SOMMAIRE

Introduction .....	13
I-Présentation Sofrecom .....	14
I-1 Groupe Sofrecom .....	14
I-2 Sofrecom Services Maroc (SSM) .....	14
I-3 Les prestations de Sofrecom Maroc.....	15
<b>Première Partie</b> : Mobiles à Traces.....	17
Introduction .....	18
I-Mise en Situation.....	19
II-Fonction.....	19
Conclusion.....	21
<b>Deuxième Partie</b> : Les réseaux 2G-3G.....	22
Introduction .....	23
I-Evolution des réseaux cellulaires .....	24
II-Interface Radio GSM .....	24
II-1-Partage des ressources radio .....	25
II-2-Des canaux physiques aux canaux logiques .....	25
II-3-Classification des canaux logiques .....	26
II-3-1-Canaux dédiée au mobile .....	26
II-3-2-Canaux communs à plusieurs mobiles .....	26
III- L'interface radio GPRS .....	27
III-1-Couches physiques .....	27
III-2-Les canaux logiques .....	27
III-3-Petit mot sur EDGE.....	28
IV- Interface radio UMTS.....	28
IV-1-Les couches de l'interface radio.....	28
IV-1-1-La couche physique.....	29

IV-1-2 La couche liaison de données.....	29
IV-1-3 La couche radio RRC (Radio ressource control).....	29
IV-2-Les canaux de l'interface radio.....	29
IV-2-1 Les canaux logiques.....	30
IV-2-2 Les canaux de transport.....	30
IV-2-3 Les canaux Physiques.....	30
IV-3 Petit mot sur HSDPA.....	30
Conclusion .....	30
<b>Troisième Partie</b> : Présentation de l'application et identification des besoins .....	31
I-présentation de l'application.....	32
II-Objectif de travail.....	32
III-Méthodologie de travail .....	32
III-1 Organisation de l'environnement de travail .....	32
III-2 Vérification des fichiers brutes .....	33
III-3 Convertir les fichiers de mesures .....	33
III-4 Charger les fichiers sous Actix .....	33
III-5 Concaténation des fichiers nmf .....	33
III-6 Choix des paramètres à visualiser .....	34
III-7 Création Rapport .....	37
III-8 Enregistrement des Maps.....	38
III-9 Génération Dashboard.....	39
IV-Qualité de service dans GSM/UMTS.....	40
IV-1 Qualité de service dans GSM.....	40
IV-1-1-Définition .....	40
IV-1-2 Indicateurs et compteurs de qualité de service .....	40
IV-1-3 Critères de qualité de service.....	40
IV-2 Qualité de service dans GPRS.....	42
IV-3 Qualité de service dans UMTS.....	42

V-Exemples de paramètres radio.....	42
VI-Indicateurs d'accès au réseau GPRS.....	44
VII-Indicateurs du service FTP.....	45
VIII-Indicateurs du service WEB.....	45
IX-Indicateurs du service WAP.....	45
X- Indicateurs RNO.....	46
X-1 Définition.....	46
X-2 Indicateurs de performance KPI.....	46
XI-Processus d'analyse et d'optimisation.....	47
XI-1-Statistiques de couverture.....	47
XI-2-Statistiques de qualité .....	47
XI-3-Statistiques du rapport C/I .....	47
IX-4-Statistiques des débits de transmission des données.....	47
Conclusion .....	48
<b>Quatrième Partie</b> : Etude QoS bout en bout des réseaux 2G et 3G de IAM, méditel et inwi.....	49
Introduction.....	50
I-Etude de Qualité des réseaux Voix 2G (GSM).....	50
I-1-Le parcours réalisés (Axe Marrakech Fès).....	50
I-2-Le post-traitement.....	51
I-3- L'analyse.....	52
II-Etude de Qualité des réseaux Voix 2G et 3G (Dual).....	54
II-1-Le parcours réalisés.....	55
II-2-post-traitement.....	55
II-3-Analyse.....	55
III-Etude de Qualité des réseaux Data 2G et 3G.....	56
III-1-post-traitement(Amman).....	56
III-2-Analyse.....	57
Conclusion.....	59
Conclusion générale & perspective.....	60
Annexe .....	61

Bibliographie & Webographie.....	64
----------------------------------	----

## Introduction Générale

Le développement de l'activité des sociétés de services informatiques et la guerre acharnée sur les parts de marché ont poussé bon nombre d'entreprises à délocaliser leurs productions. Ce choix a pour objectif de réduire la masse salariale, qui constituent l'essentiel des charges, afin d'améliorer la compétitivité. Sofrecom Services Maroc (SSM) constitue l'un des aboutissements de la politique d'offshoring de Sofrecom, filiale du groupe France Telecom, qui trouve au Maroc de vraies opportunités d'investissement et de croissance. Qui dit maîtrise des coûts parle avant tout de la mise en place d'un dispositif de mesure capable de donner à temps les informations nécessaires au décideur, afin d'agir sur le système productif. Notre

objectif dans ce travail était de repenser ce dispositif de manière à répondre exactement au besoin exprimé par les managers, et de développer un noyau qui servira de système d'information plus global intégrant plusieurs processus managériaux. SSM, en tant que société de service, est organisée en projets, cela nous a amené à s'intéresser aux dernières évolutions dans ce domaine qui capte de plus en plus l'attention des organisations. Au-delà de la conceptualisation, l'implémentation d'un tel système nécessite le développement ou l'acquisition de logiciel pour automatiser et simplifier la collecte et le traitement des données.

Les réseaux cellulaires sont de plus en plus complexes et difficiles à gérer c'est pourquoi les opérateurs et les ingénieurs de réseaux sont toujours en quête de nouvelles solutions logicielles et matérielles pour le contrôle et l'optimisation des réseaux cellulaires.

Ainsi plusieurs produits, plus ou moins puissants, de drive test ont envahi le marché. Mais la plupart de ces produits sont plus ou moins chers et donc inaccessibles pour les petites et moyennes entreprises.

En effet, les mobiles de test ou les téléphones à trace, comme on les nomme souvent, sont des outils de plus en plus puissants et performants pour le test et l'optimisation des réseaux cellulaires. Ils servent notamment à collecter les informations directement de l'interface radio à les traiter et à les exploiter pour améliorer les performances des réseaux.

Dans le cadre de son activité Benchmark QoS (quality of service), l'unité d'affaire Réseau & Services participe au traitement et à l'analyse des données de mesures à l'aide de l'outil Actix, et des macros développées pour cet intérêt. Actix permet donc d'étudier la qualité de la voix et de la data, 2G et 3G, et d'analyser avec précision, tous les problèmes liés à l'optimisation des réseaux.

Ainsi, et dans le cadre de ce travail, on propose de consacrer tout normalement la première partie à une étude globale des mobiles à traces avec les différentes technologies et avantages.

Une deuxième partie viendra présenter les différentes technologies de réseaux cellulaires depuis les réseaux GSM (Global System for Mobile communications) jusqu'aux réseaux haut débit HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) en mettant l'accent sur leurs interfaces radio sans trop s'encombrer des détails.

Le troisième chapitre présentera notre application avec plus de précision et en identifiera les besoins attendus par les utilisateurs ce qui est une étape très importante pour la compréhension du système. Une analyse et une description complète de Actix seront faites dans ce chapitre. Finalement, le quatrième chapitre va s'intéresser, logiquement, au développement et au test de l'application. On identifiera l'environnement de développement et le progrès réalisé

## *PRÉSENTATION SOFRECOM*

Sofrecom Service Maroc est une filiale de Sofrecom, SSII française spécialisée dans les Telecom, servant de plateforme offshore pour les projets de la société

mère.



## I-Présentation Sofrecom

### I-1 Groupe Sofrecom

Le groupe Sofrecom fait partie du groupe France Télécom. Il est composé d'une équipe internationale d'experts et de consultants spécialistes en télécommunications. C'est parmi les leaders dans les domaines du Conseil, de l'Ingénierie et des Systèmes d'Information qui intervient à l'international depuis plus de 30 ans. Ses prestations d'adressent à tout type d'opérateur (fixe, mobile, Internet) et s'appuient sur des compétences pluridisciplinaires et multiculturelles. Il a fait preuve, au fil des projets et à travers le monde, d'un savoir-faire unique dans divers domaines des télécoms. Son siège social se trouve en France et il est implantée dans divers pays du monde dont l'Argentine, la Pologne, l'Indonésie, l'Afrique du Sud, l'Algérie et le Maroc.

### I-2 Sofrecom Services Maroc (SSM)

C'est une filiale de Sofrecom France qui a été créée en août 2000 au Maroc. Elle a été alliée à Unilog (qui vient d'être rachetée par le groupe LogicaCMG) pour créer un centre de services à Rabat en juin 2004. Ainsi son activité a été élargie pour devenir une société de service en Informatique et Télécommunications. Conçue pour offrir un service d'externalisation IT, elle bénéficie d'une infrastructure de pointe et d'ingénieurs marocains hautement qualifiés. Ses activités sont nombreuses, elle offre des solutions réseaux et télécommunications et des solutions de sécurités. Elle est aussi connue par son Conseil en Télécommunications et ses développements informatiques tels que migration d'applications, portails, développement éditeur, suite Gaia Sofrecom et TMA : France Télécom.

A titre indicatif, son chiffre d'affaire pour cette année est de 2.000.000.00 DH.

### I-3 Les prestations de Sofrecom Maroc

Les principales prestations de Sofrecom Maroc sont : concevoir le développement d'application, intégrer des solutions réseaux, intégrer des solutions de sécurité et conseiller.

#### 🚦 Développement d'application :

Les ingénieurs de Sofrecom allient la maîtrise des outils de conception et de développement, des SGBD, des serveurs d'application, des différentes architectures logicielles et des outils d'aide à la décision. Ils s'occupent du :

- Développement d'application et des portails.
- La migration d'applications, des données ou de systèmes.
- L'intégration et mise en œuvre d'outils décisionnels.
- La Tierce Maintenance Applicative (TMA).
- L'optimisation des bases de données.

#### 🚦 Intégration de solutions Réseaux :

Dans ce domaine, Sofrecom présente diverses solutions :

- Solutions intégrées au Système d'Information :

- Centres d'appels
- VoIP
- Serveurs vocaux interactifs
- Wlan...

- Solutions d'infrastructure :

- Wifi
- Wimax
- MPLS
- QoS

#### 🚦 Intégration de solutions de sécurité :

Sofrecom présente des solutions évolutives pour la protection des réseaux et des Systèmes d'Information dans différents champs :

- Ingénierie : restriction des flux, filtre de paquets...

- Transport et stockage de données : VPN, chiffrement, sécurité des bases de données, contrôle d'intégrité...
- Accès et authentification : gestion centralisée des utilisateurs, infrastructures à clés publiques, signature électronique, Single Sign On ...
- Surveillance des réseaux : IP intelligence, tableaux de bord de contrôle, détection préventive des failles, détection d'intrusion, gestion des journaux d'évènements...

🚧 Conseil Télécom :

Le conseil de Sofrecom consiste à guider les opérateurs dans leur développement pour leur permettre de faire face aux évolutions du marché. Dans ce domaine, Sofrecom offre des audits, des études stratégiques, des plans schémas directeurs, des Benchmarks, des contrats de gestion et du conseil en organisation.

# *Chapitre I*

## Mobiles à traces

Vu l'ampleur et la complexité des réseaux cellulaires de point de vue planification et déploiement, il est souvent difficile de prévoir avec certitude le comportement, la qualité et les performances de ces réseaux et donc on est souvent face à des dégradations par rapport aux études théoriques faites.

Les mobiles à traces ou les mobiles de test sont des outils utilisés pour mesurer et détecter ces éventuelles dégradations. Ainsi, leurs présences dans les chaînes de mesure s'avèrent utile dans le processus d'optimisation et d'amélioration des réseaux cellulaires.

Les chaînes de mesures utilisées pour les actions d'audit de qualité permet de collecter l'ensemble des messages et paramètres échangés entre un terminal (2G, 3G/3G+, WiMAX, CDMA, ...) et le réseau. Ces mesures sont ensuite traitées et analysées pour en extraire des statistiques de couverture, de qualité de communication, ...



Figure 1: Chaîne de mesures en opération sur terrain



Figure 2 : Mesures Data

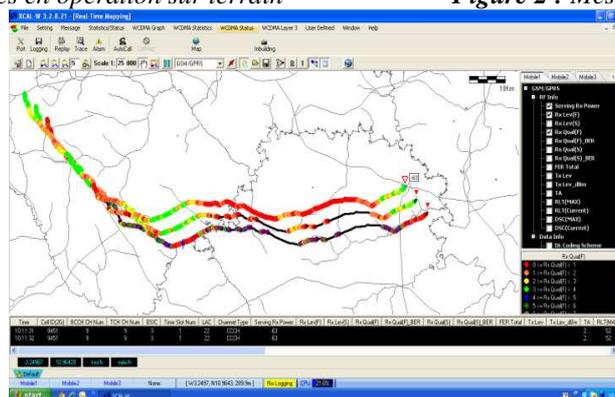


Figure 3 : Mesure des paramètres RxLev, RxQual (2G)

### *I-Mise en situation*

Un système de télécommunication cellulaire comporte des stations mobiles et des moyens de communication fixes. Les moyens de communication fixes comprennent,

en outre, des stations radio de base fixes à chacune desquelles sont assignés des canaux de radiocommunication pour échanger des informations numériques avec les stations mobiles dispersées dans les cellules du réseau. Au moins un canal radio de signalisation supporte des signaux de signalisation protocolaires pour établir et rompre des communications entre des stations mobiles et des terminaux téléphoniques reliés aux moyens de communications fixes.

Les moyens de communication fixes comprennent également des contrôleurs, des centres de commutation, des enregistreurs de localisation et des supports de transmission d'information numérique et de signaux téléphoniques afin de commuter des communications demandées par les stations mobiles et destinées aux stations mobiles, localiser les stations mobiles dans le réseau et gérer le trafic dans le réseau de télé télécommunication cellulaires

Dans les réseaux de télécommunication cellulaires tels que définis ci-dessus, des dysfonctionnements de moyens directement liés aux transmissions et réceptions de communications dans une cellule donnée ne sont pas détectés par des moyens de supervision et de maintenance inclus dans le réseau de télécommunication cellulaire. Par exemple, une irrégularité intervenant au cours d'une communication avec une station mobile dans une cellule donnée n'est pas signalée. Plus généralement, aucun moyen de surveillance n'est prévu actuellement pour détecter tout arrêt ou rupture pendant l'établissement ou la phase de conversation ou la libération d'une communication de départ ou d'arrivée.

A cette fin, un procédé pour tester une cellule dans un réseau de télécommunication cellulaire comprenant des moyens de communication fixes desservant plusieurs stations de base associées respectivement à des cellules du réseau est caractérisé par un placement d'une station mobile de test dans le réseau en coexistence avec un certain environnement comportant essentiellement des terminaux ou des interfaces.

En effet, les opérateurs de télécommunication utilisent classiquement pour tester fonctionnellement les réseaux cellulaires et mettre en œuvre des mesures de couverture de réseau et de qualité de service, des systèmes, également appelés outils de traces, comportant un ou plusieurs terminaux mobiles de test, un terminal qui est un instrument d'interface à partir duquel un utilisateur pilote le test et a accès aux informations dites de traces qui lui sont renvoyées par le ou les terminaux mobiles.

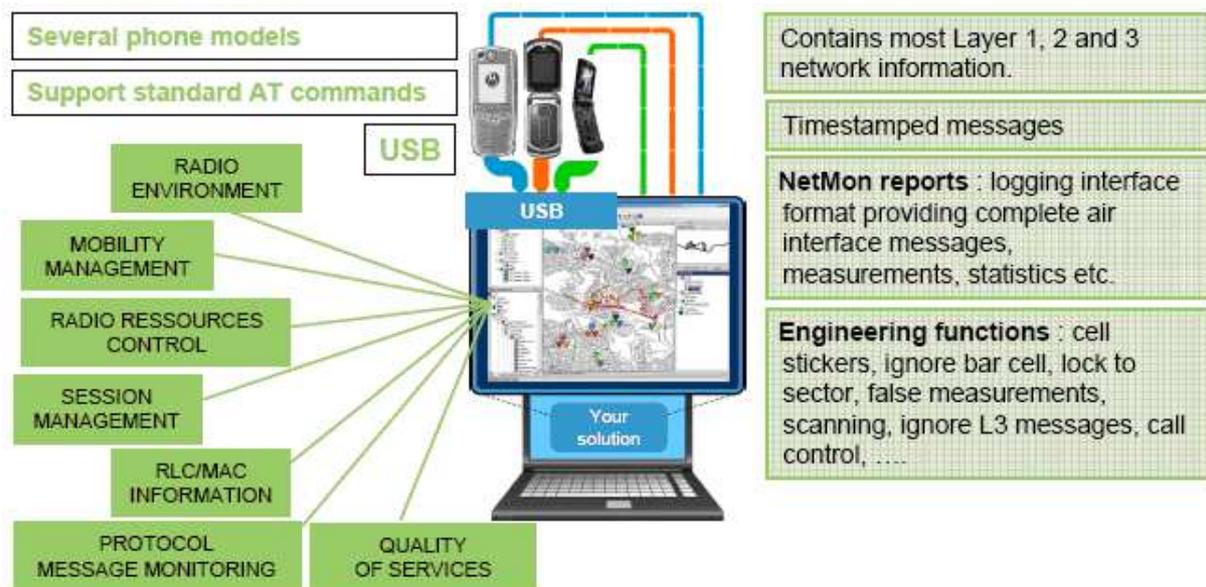
Habituellement, le mobile de test est relié au terminal d'interface par une liaison série et les échanges d'informations entre le mobile et le terminal se fait par des protocoles spécifiques appelés protocoles de trace.

Le mobile de test peut être utilisé comme un téléphone portatif ordinaire sur un réseau opérationnel mais il a la particularité d'envoyer sous forme brute (une suite d'octets) les messages échangés avec le réseau et les mesures effectuées.

Le rôle du terminal d'interface est d'afficher sous une forme conviviale les échanges entre mobile de test et réseau.

## II- Fonctions

Les principales fonctions des mobiles de test peuvent être résumées par la figure suivante :



**Figure 4:** Mobiles à traces pour l'optimisation et le test des réseaux GSM / GPRS / EDGE / UMTS / HSDPA

Les mobiles à traces permettent de faire des tests précis pour les réseaux cellulaires. En effet ils collectent la totalité ou la plupart des informations des trois premières couches relativement aux technologies des réseaux cellulaires avec indication exacte du temps et de la position si le mobile est équipé des capacités GPS (Global Positionning System) nécessaires.

Quoiqu'ils soient très variés en architecture et en technologie, ils sont généralement conçus pour prélever des mesures radios sur le champ pour pouvoir les traiter et les exploiter afin de fixer des problèmes éventuels dans le réseau en question ou pour en améliorer les performances. De façon générale ils se révèlent compétents dans les domaines suivants :

- L'environnement radio
- Gestion de mobilité
- Contrôle des ressources radio
- Gestion de session
- Information RLC/MAC (Radio Link Control/Medium Access Control)
- Protocole de surveillance de messages
- Qualité de service

Les mobiles à traces offrent en général des fonctions standard qui permettent une étude bien plus efficace des réseaux en question parmi lesquels on cite essentiellement la fonction de scan qui permet de focaliser l'étude sur un ou plusieurs canaux de la bande de fréquence allouée pour voir la réponse et les performances du réseau pour ces canaux particuliers. Le mode scan peut donc être plus rapide en terme d'informations à collecter et à analyser que le mode

trace normal où le mobile sera amené à suivre de façon dynamique l'évolution de tous les paramètres réseaux.

Une autre fonction qui est assez importante que les précédentes et qu'on trouve généralement intégrée dans les mobiles à traces est la fonction de forçage. Le forçage permet par exemple au mobile de s'attacher à une cellule bien particulière, d'avoir un canal déterminé, de forcer la sélection et la resélection des cellules, d'accepter les cellules interdites en terme de niveau de champ ou de qualité de signal, de forcer un handover simple ou cyclique, etc.

Ainsi, le mode forçage ouvre de grandes possibilités de test et il garantit des tests très efficaces pour l'optimisation en orientant le comportement du réseau selon le choix de l'utilisateur.

### **Conclusion**

Dans ce chapitre on a présenté le besoin qu'on a pour les mobiles à trace ou les mobiles de test.

Les mobiles à trace opèrent aux seins des réseaux cellulaires et relèvent leurs mesures et leurs tests grâce à l'interface radio de ces derniers. Une description de ces réseaux et surtout de leurs interfaces radio sera donc utile et c'est justement le thème du chapitre suivant.

# *Chapitre II*

## Les Réseaux 2G-3G

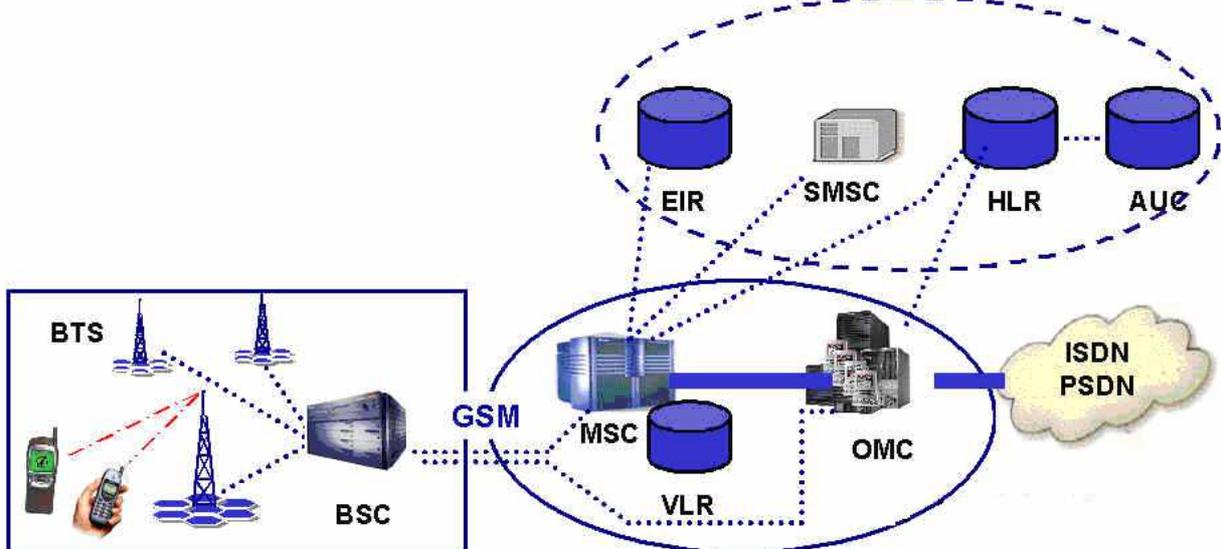
Dans ce chapitre on va essayer de décrire quelques aspects de l'architecture et des caractéristiques des réseaux GSM, GPRS et UMTS sans trop entrer dans les détails de ces technologies. En effet on va surtout mettre l'accent sur l'interface radio des différents réseaux et qui s'avère nécessaire pour la compréhension globale du projet après avoir présenté l'évolution des réseaux cellulaires.

### *I-Evolution des réseaux cellulaires*

Le réseau GSM a pour premier rôle de permettre des communications entre abonnés mobiles (GSM) et abonnés du réseau téléphonique commuté (RTC ou réseau fixe). Le réseau GSM s'interface avec le réseau RTC et comprend des commutateurs. Le réseau GSM se distingue par un accès spécifique : la liaison radio.

Le réseau GSM est composé de trois sous ensembles : Le sous système radio BSS (Base Station Sub-system) assure et gère les transmissions radios, le sous système d'acheminement NSS ou le Network Sub-System (on parle aussi de SMSS ou Switching and Management Sub System pour parler du sous système d'acheminement) comprend l'ensemble des fonctions nécessaires pour les appels et la gestion de la mobilité et le sous-système d'exploitation et de maintenance OSS (Operation Sub-System) qui permet à l'opérateur d'exploiter son réseau.

La mise en place d'un réseau GSM (en mode circuit) va permettre à un opérateur de proposer des services de type " Voix " à ses clients en donnant l'accès à la mobilité tout en conservant un interfaçage avec le réseau fixe RTC existant.



**Figure 5:** Architecture générale du réseau GSM.

Un réseau GPRS est en premier lieu un réseau IP (Internet Protocol). Le réseau est donc constitué de routeurs IP. L'introduction de la mobilité nécessite par ailleurs la précision de deux nouvelles entités : Le noeud de service SGSN (Serving GPRS Support Node) et le noeud de passerelle GGSN (Gateway GPRS Support Node). Une troisième entité le BG (Border Gateway) : joue un rôle supplémentaire de sécurité.

Le réseau GPRS vient ajouter un certain nombre de " modules " sur le réseau GSM sans changer le réseau existant. Ainsi est conservé l'ensemble des modules de l'architecture GSM.

La mise en place d'un réseau GPRS va permettre à un opérateur de proposer de nouveaux services de type " Data " à ses clients. Le GPRS est en mode paquets. Le service GPRS permet de considérer le réseau GSM comme un réseau à transmission de données par paquets avec un accès radio et des terminaux mobiles. Le réseau GPRS est compatible avec les protocoles IP et X.25. Des routeurs spécialisés SGSN (Serving GPRS Support Node) et GGSN (Gateway GPRS Support

Node) sont introduits sur le réseau comme on a déjà dit. La transmission par paquet sur la voie radio permet d'économiser la ressource radio : un terminal est susceptible de recevoir ou d'émettre des données à tout moment sans qu'un canal radio soit monopolisé en permanence comme c'est le cas en réseau GSM.

Le débit maximal instantané annoncé pour le GPRS est de 171.2 Kbit/s même s'il est limité à 48 Kbit/s en liaison descendante.

La mise en place d'un réseau GPRS permet à un opérateur de proposer de nouveaux services de type Data avec un débit de données 5 à 10 fois supérieur au débit maximum théorique d'un réseau GSM. (On rappelle que le débit max. en GSM est de 9.6 Kbit/s).

Le réseau GPRS constitue finalement une étape vers le réseau UMTS .Le réseau UMTS vient se combiner aux réseaux déjà existants. Les réseaux existant GSM et GPRS apportent des fonctionnalités respectives de Voix et de Data. Le

réseau UMTS apporte ensuite les fonctionnalités Multimédia.

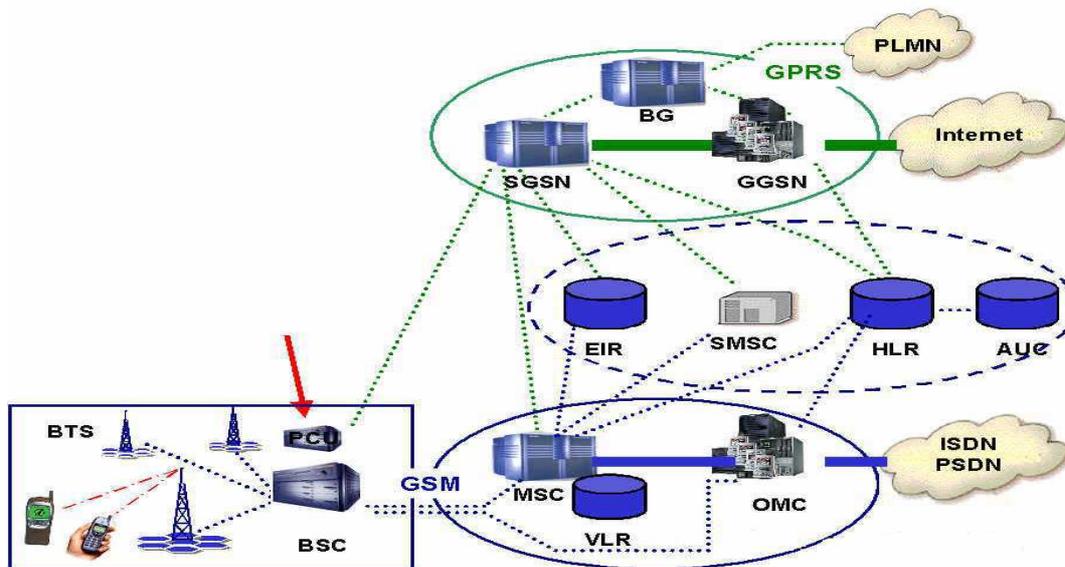


Figure 6 : Architecture du réseau GPRS.

Il est important de noter deux éléments : Le coût élevé de la mise en place d'un système UMTS (l'achat de la licence plus les modifications majeures sinon totales des éléments de base du réseau comme les stations et les antennes répartis de manière massive sur un territoire national). La mise en place d'un réseau UMTS va permettre à un opérateur de compléter son offre existante par l'apport de nouveaux services en mode paquet complétant ainsi les réseaux GSM et GPRS.

L'UMTS est ainsi une extension du GPRS et fonctionne également en mode paquet. La vitesse de transmission offerte par les réseaux UMTS atteint les 2 Mb/s. L'infrastructure UMTS permet l'élargissement des fréquences ainsi que la modification du codage des données. Mais les investissements en architecture réseau sont conséquents puisque le mode de communication entre les terminaux 3G et les BTS (Base Transceiver Station appelé Node B) est différent. Les modifications matérielles sont très importantes.

## II-L'interface radio GSM

L'interface radio est l'interface entre la station mobile et le réseau. Pour assurer cette liaison un système radio a besoin d'une bande de fréquences. Les réseaux GSM utilisent les bandes de fréquences comprises entre 890 et 915 MHz pour le canal montant et entre 935 et 960 MHz pour le canal descendant [8].

- ✚ Canaux montants ou uplink : communication du mobile vers la station de base.
- ✚ Canaux descendants ou downlink communication de la station de base vers le mobile.

### II-1 Partage des ressources radio

La bande radio représentant une ressource rare alors, pour optimiser son utilisation, il faut donc l'employer le plus judicieusement possible. Le premier choix architecturale qu'il faut faire à ce niveau, concerne le découpage optimal du spectre alloué (plus précisément du plan temps / fréquence) pour obtenir des canaux physiques qui supporteront le plus grand nombre de communications téléphoniques possibles.

A cet égard, le GSM utilise la méthode d'accès FTDMA : une combinaison des 2 techniques FDMA (Frequency Division Multiple Access) et TDMA (Time Division Multiple Access) pour limiter les inconvénients et profiter des avantages de chaque mode.

En effet, la bande spectrale est multiplexée en fréquence (FDMA) pour obtenir plusieurs canaux et chacun de ces canaux est multiplexé selon une technique temporelle (TDMA) d'ordre 8.

Lors de l'établissement d'une communication, une fréquence est allouée à l'utilisateur selon le FDMA, de même qu'un slot selon le TDMA. On peut donc avoir 8 communications simultanées sur un même canal.

La figure suivante montre un peu comment plusieurs mobiles peuvent accéder à la station de base en partageant le temps :

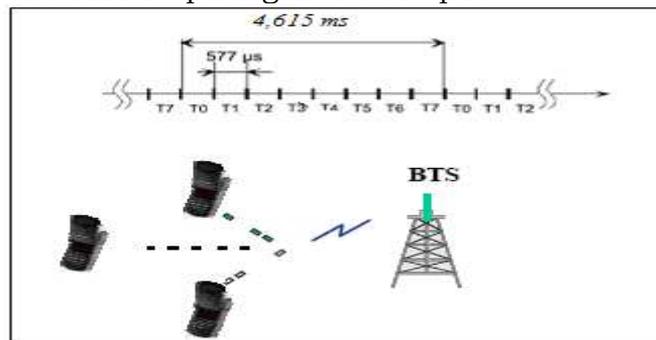


Figure 7 : Canal de transmission GSM

Sur une même porteuse, les slots sont regroupés par paquet de 8 pour former la trame TDMA.

La durée d'une trame TDMA est donc donnée par la formule suivante :

Trame TDMA = 8 Time slot = 4.6152 ms.

Chaque utilisateur utilise un slot par trame TDMA. Les slots sont numérotés par un indice TN (Time slot Number) qui varie de 0 à 7.

### II-2 Des canaux physiques aux canaux logiques

Un canal physique simplex est constitué de la répétition périodique d'un slot dans la trame TDMA sur une fréquence particulière.

Un canal physique duplex correspond à deux canaux physiques simplex. Si la porteuse supportant la voie descendante est  $f_d$  (i) et la voie montante est sur la fréquence  $f_u$  (i) alors on a la formule suivante :  $f_u$  (i) =  $f_d$  (i) - écart duplex.

L'écart duplex est de 45 Mhz pour GSM 900, et 95 Mhz pour GSM 1800.

Un canal physique duplex correspond à la ressource radio qu'il faut utiliser pour supporter une communication téléphonique. D'une manière générale, sur une interface radio une multitude de fonctions de contrôle de natures variées doivent être prévues. En particulier :

- ✚ Diffusion des informations système (broadcast Channels).

- ✚ Prévenir les mobiles des appels entrants et faciliter leurs accès au système (Common Control Channels).
- ✚ Contrôler les paramètres physiques avant et pendant les phases actives de transmission (FACCH ou Fast Associated Control CHannel, SCH ou Synchronisation CHannel et SACCH ou Slow Associated Control CHannel).

Fournir des supports pour la transmission de la signalisation téléphonique (SDCCH ou Stand-alone Dedicated CHannel).

Pour introduire plus de souplesse, on a défini des structures de multitrames (une structure de plusieurs trames successives). Un ensemble de slots dans une multiframe va donc permettre de transporter, avec une périodicité bien définie, un certain type d'information de contrôle ou de signalisation. Cet ensemble de slots forme un canal logique.

### *II-3 Classification des canaux logiques*

#### *II-3-1- Canaux dédiés au mobile*

→ TCH (Trafic CHannel) : Réservé au transfert de la voix (ou des données).

→ SDCCH (Stand-alone Dedicated Control CHannel) : Permet au mobile de transférer de la signalisation sur la voie montante quand une conversation n'est pas en cours. C'est sur cette voie que transite les SMS.

→ SACCH (Slow Associated Control CHannel) : Durant une conversation, c'est cette voie qui est utilisée pour remonter au réseau les mesures effectuées par le mobile ainsi que d'autres éléments de signalisation. Sert à assurer le bon déroulement de la conversation.

→ FACCH (Fast Associated Control CHannel) : Lorsqu'en cours de conversation, en phase de handover, le besoin se fait sentir d'un débit élevé pour la signalisation, on crée un

FACCH. Les ressources radio sont "volées" au TCH, pour transmettre ce surplus de signalisation.

#### *II-3-2. Canaux communs à plusieurs mobiles*

→ BCCH (Broadcast Control CHannel) : diffuse les informations système.

→ PCH (Paging CHannel) : diffuse les recherches d'utilisateurs par paging

→ RACH (Random Access CHannel) : utilisé pour les accès aléatoires que réalise un mobile pour demander l'allocation de canaux dédiés. C'est le seul canal commun sur la voie montante.

→ AGCH (Access Grant CHannel) : canal de la voie descendante par lequel se réalise l'allocation de canaux dédiés par le réseau.

Le tableau suivant résume l'ensemble des canaux logiques GSM :

Catégorie	Nom	Fonctions
canaux dédiés	TCH	Transfert de la voix
	SDCCH	Signalisation
	SACCH	Supervision de la liaison
	FACCH	Exécution du handover
voie balise	FCCH	Calage sur les fréquences porteuses
	SCH	Synchronisation
	BCCH	Information système
canaux de contrôle commun	RACH	Accès aléatoire du mobile
	AGCH	Allocation de ressources
	PCH	Appel du mobile
	CBCH	Diffusion de messages courts

Tableau 1: Canaux logiques GSM

### III-L' interface radio GPRS

L'interface radio GPRS s'appuie sur celle du GSM. Elle utilise les mêmes bandes de fréquences, la même modulation à savoir le GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying) et les mêmes canaux physiques. En revanche, sa structure de multitrame est légèrement différente.

En plus le GPRS introduit de nouveaux canaux logiques, avec davantage de souplesse dans le codage protecteur d'erreur, une couche MAC (Medium Access Control) pour partager dynamiquement les ressources radio entre plusieurs utilisateurs et un protocole de fiabilisation du lien radio qui est le RLC (Radio Link Protocol).

#### III-1 La couche physique

Comme le GSM, le GPRS utilise un accès radio en FTDMA (Frequency Time Division Multiple Access) qui est un mode hybride entre le TDMA et le FDMA. Un canal occupe une bande de 200 kHz. La trame TDMA dure 4,615 ms et est constituée de 8 slots de 577  $\mu$ s. La modulation est une GMSK offrant un débit brut d'environ 270 Kbit/s par slot.

Un canal physique est défini par un timeslot sur une fréquence particulière. Pour distinguer les canaux physiques GSM des canaux physiques GPRS, ces derniers portent le nom de PDCH (Packet Data CHannel).

Enfin, à l'instar de ce qui se passe en HSCSD (High Speed Circuit Switched Data) qui est un service GSM en mode circuit qui sert à augmenter le débit de transfert, un utilisateur GPRS peut se voir allouer plusieurs slots d'une même trame. Cette allocation multislots peut de surcroît différer entre la voie montante et la voie descendante, permettant ainsi de traiter efficacement les transmissions asymétriques.

Il existe 29 classes de mobiles multislots. Les mobiles des classes 1 à 12 et de 19 à 29 sont dits de type 1 ou half-duplex alors que les mobiles de classes 13 à 18 sont de type 2 ou full duplex, c'est-à-dire qu'ils sont capables d'émettre et de recevoir simultanément. Pour les mobiles de type 1, les PDCH de transmission ne doivent pas se situer, au sein d'une trame TDMA, entre deux PDCH de réception.

### III-2 Les canaux logiques

La multiframe de base du GPRS est définie par l'occurrence d'un même canal physique dans 52 trames successives et non 26 ou 51 comme dans le GSM. La multiframe est organisée comme suit:

- $12 \times 4 = 48$  timeslots radio pour le transport des données et de la signalisation.
- 2 timeslots de contrôle de l'avance en temps ou PTCCH (Packet Timing Control Channel) et 2 timeslots idle.

Les 48 timeslots radio sont divisés en 12 blocs radio. Chaque bloc contient 4 timeslots qui sont pris dans 4 trames successives. Contrairement au GSM, l'unité élémentaire allouée en GPRS est un bloc, soit 4 slots GSM. Cette unité correspond à la taille des blocs RLC/MAC.

Un bloc RLC/MAC se transmet donc exactement dans un bloc de la multiframe GPRS, soit 4 PDCH sur 4 trames successives.

Un bloc radio peut transporter un bloc RLC/MAC de données ou de signalisation indépendamment du bloc RLC/MAC transporté par le bloc radio précédent. Les messages RLC/MAC de contrôle de l'avance en temps, ou PTCCH, subissent un traitement particulier.

Ils sont transmis dans 4 slots répartis sur deux multiframe (slots des trames 12 et 38 pour une numérotation des trames de 0 à 51).

La structure temporelle de la multiframe GPRS est illustrée dans la figure suivante :

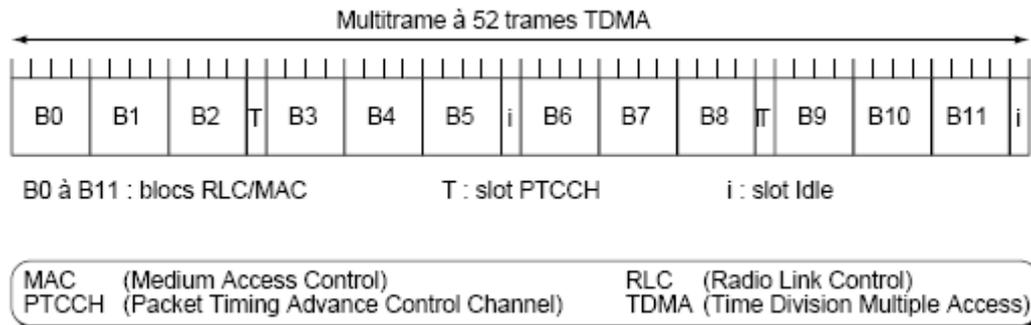


Figure 8 : Structure de la multiframe GPRS

### III-3 Petit mot sur EDGE

La technologie EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution), basée sur la technique de communication des réseaux GSM et sur une modulation 8PSK (Phase Shift Keying à 8 états) est considérée comme la génération 2.5 venant compléter les performances de transmission des réseaux GPRS. La vitesse de transfert de données pour un réseau EDGE peut théoriquement atteindre un débit maximum de 473,6 Kbps contre seulement 160 Kbps pour un réseau GPRS.

Le fonctionnement de base d'un réseau EDGE ou EGPRS est très proche d'un réseau GPRS. Pour l'utilisateur, il s'agit de disposer d'un mobile compatible avec la technologie EDGE au même titre que le GPRS. Pour l'opérateur, il suffit de rajouter un équipement EDGE au niveau de ses BTS. Le reste du réseau GSM/GPRS est utilisé de manière identique et transparente par l'EGPRS.

## IV- L'interface radio UMTS

### IV-1 Les couches de l'interface radio

L'interface radio est divisée en trois couches :

- 📶 Couche physique.

- 📶 Couche liaison de données, elle est subdivisée essentiellement en 4 sous couches :

MAC (Medium Access Control), RLC (Radio Link Control), BMC (Broadcast/Multicast Control) et PDCP (Packet Data Convergence Protocol).

- 📶 Couche radio.

### *IV-1-1 La couche physique*

Elle réalise les fonctions de :

- Codage canal.
- Modulation.
- Adaptation de débit.
- Contrôle de puissance.

### *IV-1-2 La couche liaison de données*

#### *IV-1-2-1 Fonctions de la couche MAC (Medium Access Control)*

Les fonctions de la couche MAC sont :

- ✚ Le Mapping des canaux logiques sur les canaux de transport appropriés.
- ✚ La sélection du format de transport approprié pour chaque canal de transport en fonction du débit instantané.
- ✚ Gestion de la priorité entre les différents flots de données d'un même mobile.
- ✚ Multiplexage des PDU (Packet Data Unit) des couches hautes dans des blocks de transport distribués sur des canaux de transport communs sur la couche physique.
- ✚ Démultiplexage des PDU des couches hautes provenant des blocs des canaux de transport communs.
- ✚ Chiffrement.

#### *IV-1-2-2 Fonctions de la couche RLC (Radio Link Control)*

Les fonctions de la couche RLC sont les suivantes :

- ✚ Segmentation et réassemblage.
- ✚ Transfert des données utilisateur.
- ✚ Correction des erreurs.
- ✚ Distribution des PDU dans l'ordre, aux couches hautes.
- ✚ Contrôle de flux.
- ✚ Vérification du numéro de séquence.
- ✚ Détection et correction des erreurs de protocole.
- ✚ Fonction de suspension et de reprise pour le transfert de données.

#### *IV-1-2-3 La couche PDCP (Packet Data Convergence Protocol)*

Elle est utilisée dans un domaine à commutation de paquet, elle :

- ✚ Permet la compression et la décompression d'en-tête IP.
- ✚ Contient l'adresse IP source et destination.
- ✚ Assure l'indépendance de l'UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network) vis à vis des protocoles de transport réseau.

#### *IV-1-2-4 La couche BMC (Broadcast/Multicast Control)*

Elle assure notamment la diffusion de messages SMS.

### *IV-1-3 La couche radio RRC (Radio resource control)*

Contrôle le fonctionnement global de l'interface d'accès UMTS en assurant les tâches suivantes :

- ✚ Gestion de la signalisation entre l'UTRAN et les mobiles.
- ✚ Configuration des ressources pour les couches protocolaires 1 et 2.
- ✚ Transfert des messages de signalisation en provenance du réseau coeur.

### *IV-2-Les canaux de l'interface radio*

En UMTS, les données générées par les couches hautes sont transportées sur l'interface radio par l'intermédiaire de canaux de transport qui sont mappés sur différents canaux physiques de la couche physique.

Il existe 3 classes de canaux qu'on détaille dans les paragraphes suivants :

#### *IV-2-1 Les canaux logiques*

Les services de transfert de données de la couche MAC sont fournis sur des canaux logiques.

Chaque type de canal logique est défini par le type d'information transférée. Les canaux logiques sont généralement classifiés en deux groupes : les canaux de contrôle qui sont utilisés pour transférer les informations du plan contrôle et les canaux de trafic qui sont utilisés pour transférer les informations du plan usager.

#### *IV-2-2 Les canaux de transport*

La notion de canal de transport correspond aux mécanismes destinés à fiabiliser les échanges de données de l'interface radio, du codage canal, etc.

Il existe deux types de canaux de transport : les canaux dédiés (réservés à un seul utilisateur) et les canaux communs (informant un groupe d'utilisateurs). Ainsi, les canaux de transport de l'UTRAN représentent le format et plus généralement la manière dont les informations sont transmises sur l'interface radio et sont donc représentatifs de la qualité de service fournie par le réseau sur la partie radio.

#### *IV-2-3 Les canaux Physiques*

Ils sont caractérisés par les codes de canalisation et d'embrouillage (une paire de porteuses) et une phase relative pour la voie montante. Ils sont unidirectionnels.

Les canaux physiques sont les canaux effectivement utilisés par la couche physique. On distingue deux types de canaux physiques dédiés sur le lien montant : le DPDCH (Dedicated Physical Data Channel) et le DPCCH (Dedicated Physical Control Channel).

#### *IV-3 Petit mot sur HSDPA*

Le High-Speed Downlink Packet Access (HSDPA) est un nouveau protocole de téléphonie mobile et qui est désigné parfois sous le nom de la technologie 3.5G. C'est une évolution de la technologie UMTS qui permet une plus grande capacité de transfert de données (jusqu'à 14,4 Mbit/s dans le Downlink). HSDPA définit un nouveau canal WCDMA : le HSDSCH (High Speed Downlink Shared Channel) qui fonctionne d'une manière différente des canaux WCDMA existants et qui permet d'augmenter le débit par rapport au réseau UMTS.

### **Conclusion**

Au cours de ce chapitre, on a présenté les différentes technologies de réseaux cellulaires et notamment les technologies GSM, GPRS et UMTS avec des petits aperçus sur les technologies EDGE qui constituent des évolutions pour certains des réseaux précédents.

Sans trop s'encombrer de détails, on a mis l'accent sur l'interface radio de chaque technologie puisque c'est le milieu où les mobiles de test opèrent et le milieu à travers lequel ils prennent leurs mesures et font leurs tests.

Dans la partie suivante, on se propose de donner une présentation globale de notre projet et de décrire les premières étapes de réalisation à savoir l'identification des besoins et la démarche suivie lors de la conception.

# *Chapitre III*

Présentation de l'application  
et

Identification des besoins

Dans ce chapitre on se propose de présenter notre application qui sert à interfacier avec les mobiles à traces décrits dans le premier chapitre et qui traite les paramètres des différents réseaux cellulaires.

On commencera par une description globale de l'outil qu'on nommera ACTIX en expliquant notamment l'architecture client-serveur sur laquelle est basée notre application et les différents apports de l'outil.

### *I-Présentation de l'application*

Actix Analyzer est une solution d'analyse des réseaux de télécommunication qui présente des avantages de robustesse et de configuration poussés. Ce logiciel est parmi les plus utilisés dans le domaine du benchmarking QoS et affiche en son compteur près de 200 opérateurs et équipementiers de télécommunications, ainsi que 90% des opérateurs 3G mondiaux.



*Figure 9: Interface d'accueil Actix*

### *II-Objectif du travail*

L'objectif de ce travail est de développer une application permettant d'analyser les données recueillies (fichiers de mesures drive-test et indicateurs KPI), détecter les problèmes pouvant se présenter et de proposer les recommandations possibles en vue d'optimiser la qualité de service dans le réseau.

### *III-Méthodologie du travail*

#### *III-1 Organisation de l'environnement de travail*

Les données brutes et les résultats après post-traitement doivent être organisés sous 3 répertoires comme suit :

1. "Données brutes"
  - 1.1. "Nom du pays"
    - 1.1.1. "nbl" : qui contient les fichiers brutes à réception
    - 1.1.2. "nmf" : qui contient les fichiers après conversion au format .nmf
2. "Résultat"
  - 2.1. "Nom du pays"
    - 2.1.1. "Date de mesure\_Ville" : contient tous les fichiers résultats:
      - Les workbooks : 1 pour chaque opérateur, nommé "Date de mesure\_nom opérateur"

- Le fichier : Dashboard.pdf,
- 8 images qui correspondent aux maps et à leurs échelles,
- Le Dashboard .ppt et le Workbook .xlsx généré parallèlement nommé : "Pays-Ville"

3. "Dashboard"

### 3.1. "Nom du Pays"

Ce dossier contient toutes les versions du Dashboard final sous format .ppt ; et la dernière version sous format .pdf

### *III-2 Vérification des fichiers brutes*

Dès réception des fichiers de mesures, qui sont normalement déposés sous le serveur "Makalu", il faudra les télécharger et les mettre sous le répertoire créé et nommé comme indiqué ci-dessus.

En cas d'un local statique, il est préférable de télécharger les fichiers de mesure directement du serveur de transfert des fichiers, afin de communiquer les résultats au mesureur le plus rapidement possible.

Les mesureurs doivent impérativement respecter les règles de nomenclature afin de ne pas porter confusion lors du traitement.

Exemple : « 10oct16 083011 ABENGOUROU\_Orange 1.1.nbl »

### *III-3 Convertir les fichiers de mesures*

Les données brutes sont reçues sous format .nbl ; il faudra donc les convertir au bon format (.nmf, ou .dt) lisible par Actix avant de pouvoir les charger.

La conversion se fait à l'aide de l'outil "Nemo File Manager", qui permet de récupérer les fichiers brutes directement de leur emplacement (dossier nbl) et de les remettre sous le bon répertoire (nmf) après conversion.

### *III-4 Charger les fichiers sous Actix*

Les données, une fois convertis au format .nmf, peuvent être chargés dans Actix. Il suffit donc de sélectionner tous les fichiers, et les glisser au niveau d'Actix, en plaçant le curseur sur : "Loaded Data Files"

### *III-5 Concaténation des fichiers nmf*

La concaténation se fait par opérateur,

Il s'agit de 2 cas de figures :

- Un seul fichier reçu par opérateur : traitement direct du fichier après chargement,
- Deux ou plusieurs fichiers sont reçus par opérateur : dans ce cas, il faut les fusionner pour avoir un seul fichier global à post-traiter ;

🔧 Menu "Tool" → Create superstream ;

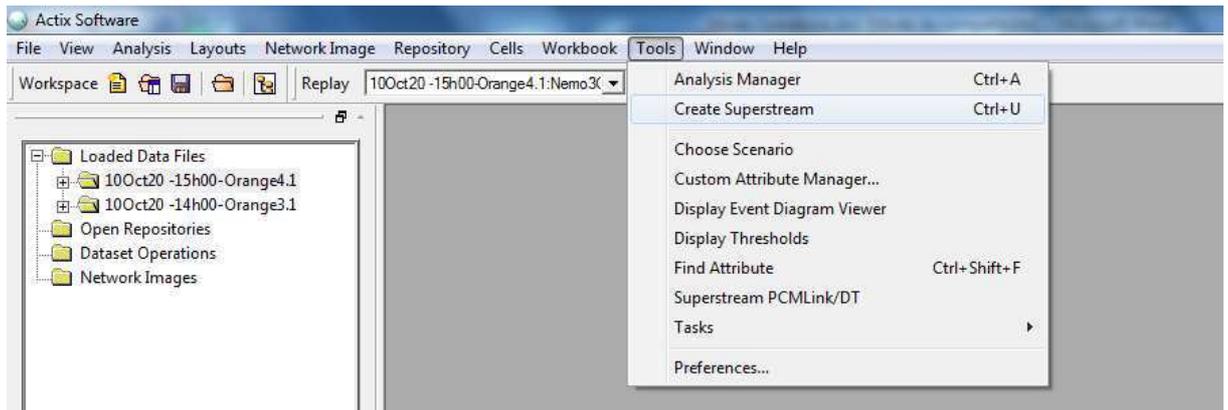


Figure 10 :Create Superstream

✚ Choisir les fichiers à fusionner → Nommer : "Date\_Opérateur" →OK ;

### Traitement des fichiers de mesures

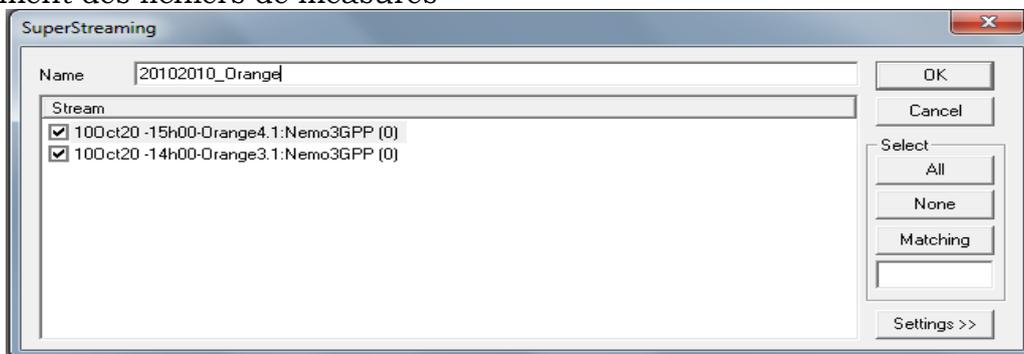


Figure 11: couchez les fichiers à Super streamer

Dès lors, on oublie tous les fichiers reçus et on ne traite que le fichier généré après fusion.

NB. Il ne faut pas oublier de vérifier, avant de procéder à la fusion, s'il y'a un chevauchement au niveau des fichiers du même opérateur.

#### III-6 Choix des paramètres à visualiser

Dans l'explorateur des fichiers, on peut choisir les paramètres à visualiser, il existe plusieurs types de visualisation (dans une table, sur une carte, dans un fichier Excel, etc).

Pour la visualisation cartographie : Pointer sur le paramètre choisi avec le bouton droit de la souris → Display on map.

Ensuite pour le reste des paramètres, il suffira juste de cliquer dessus et les glisser sur la même map.

Pour le traitement standard ; quatre paramètres sont à visualiser sur carte avant de générer le rapport, en plus des évènements :

- ServRxLevSub (niveau de champ en dBm)

Pour trouver ce paramètre :

GSM → Downlink Measurements → ServRxLevSub

2 types de légendes sont prédéfinies afin de caractériser le niveau de champs, on choisi la bonne échelle selon le besoin :

- Default : pour lancer un rapport ;
- rxlev : pour copier les maps ;

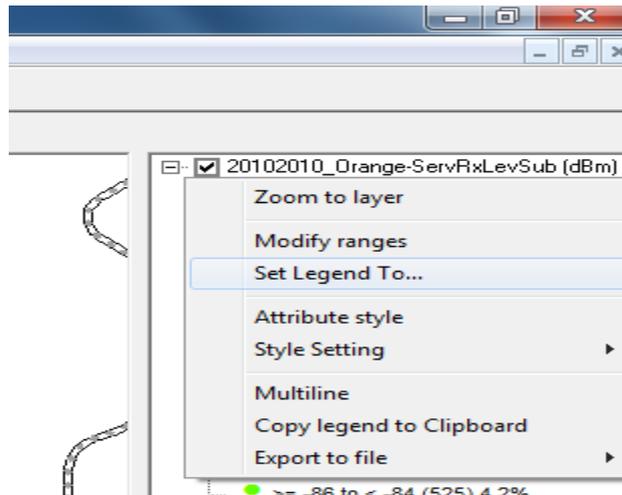


Figure 12 : choix de la bonne échelle

Pour ce, cliquer sur le paramètre à droite avec le bouton droit de la souris "Set legend to" et choisir "default" ou "rxlev".

Ceci est visualisé avec des couleurs que l'on peut également choisir et qui sont prédéfinies au préalable, pour caractériser le niveau de champ comme très bon, bon ou mauvais.

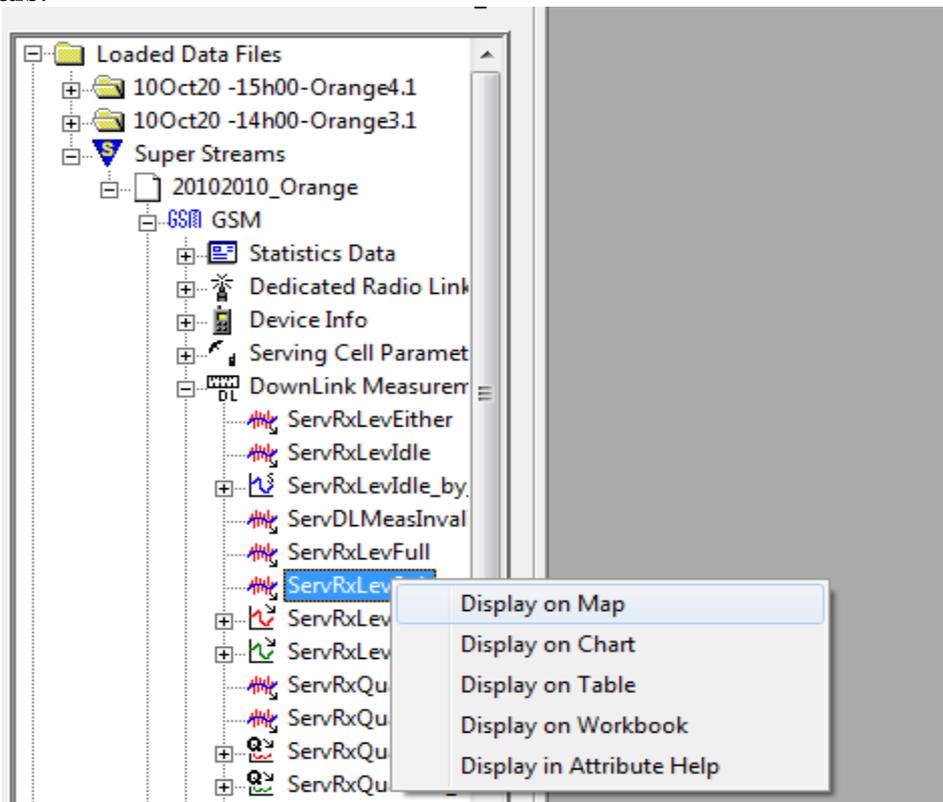


Figure 13 : Afficher les maps

- ServC2I (niveau de champ en dB)
- C'est le ratio du signal sur le bruit ;
- GSM → Downlink Measurements → C/I → ServC2I
- Également, 2 types de legends sont prédéfinies:
- Default : pour lancer un rapport
- c2i : pour les maps

On change à chaque fois la légende selon le besoin de la même façon : "Set legend to"

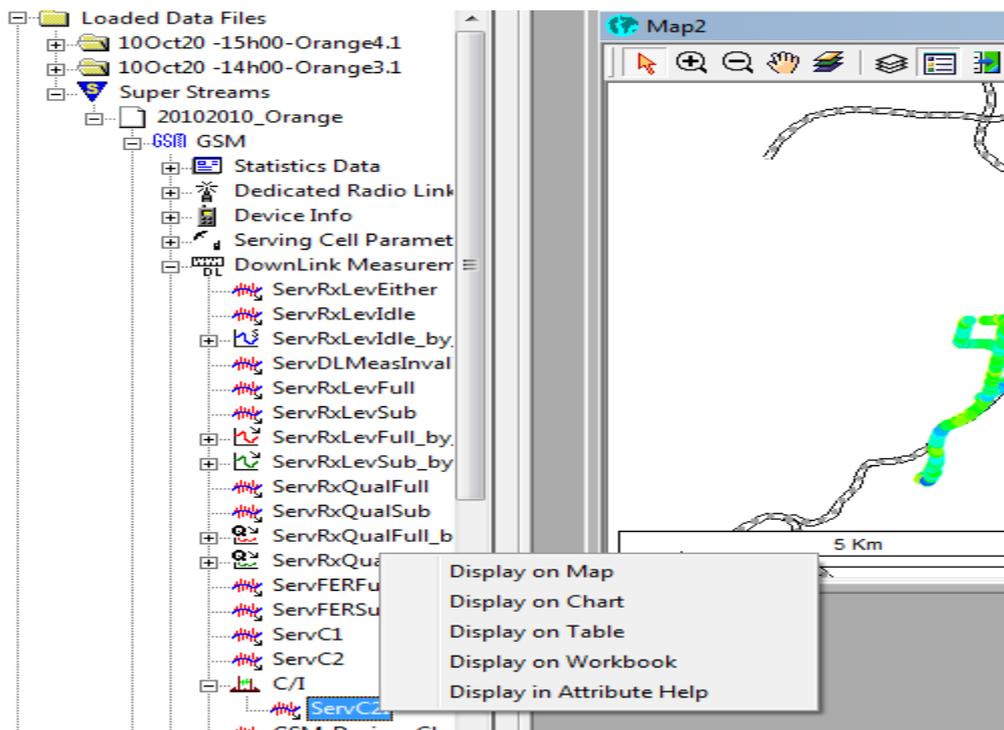


Figure 14 : affichage de Rapport C/I

- Nemo\_AQDL\_Mean - MOS (Mean Opinion Score)

On le trouve dans :

Vendor specific → Nemo → AQDL → Nemo AQDL Mean

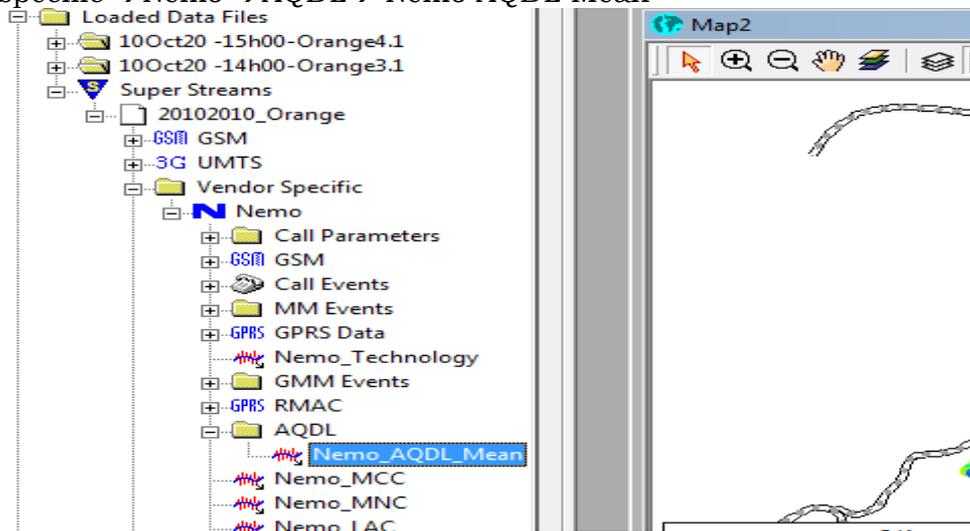


Figure 15 : affichage du MOS

- ServBand

Pour le visualiser : GSM → Dedicated Radio Link → ServBand

Il n'ya que deux echelles : 900 ou 1800, donc la légende ne change pas également.

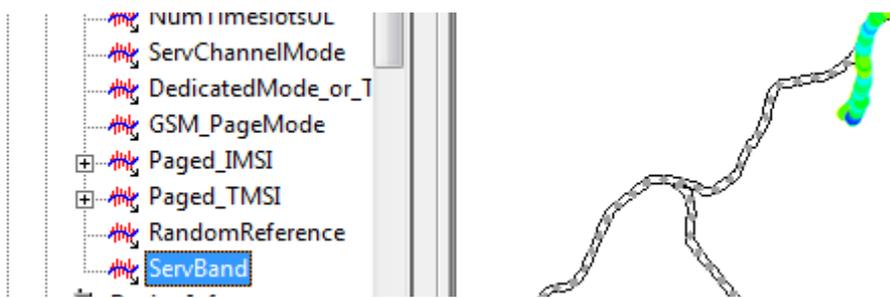


Figure 16 : affichage du Band

### Les évènements NEMO

Pour la partie évènements (drop call, success call, normal disconnect, abnormal disconnect...) il est important d'utiliser les évènements NEMO et non pas Actix.

S'il y'a des évènements d'échecs ou de coupure, l'évènement sera affiché, sinon ils ne figureront pas parmi les paramètres.

Pour les visualiser GSM→Nemo →Call events

→ NemoEventAbnormalCallDisconnect (CAD)

→ NemoOutgoingCallSetupFailed (CAF)

On peut trouver les deux évènements, un des deux ou aucun s'il n'ya aucun drop ni fail.

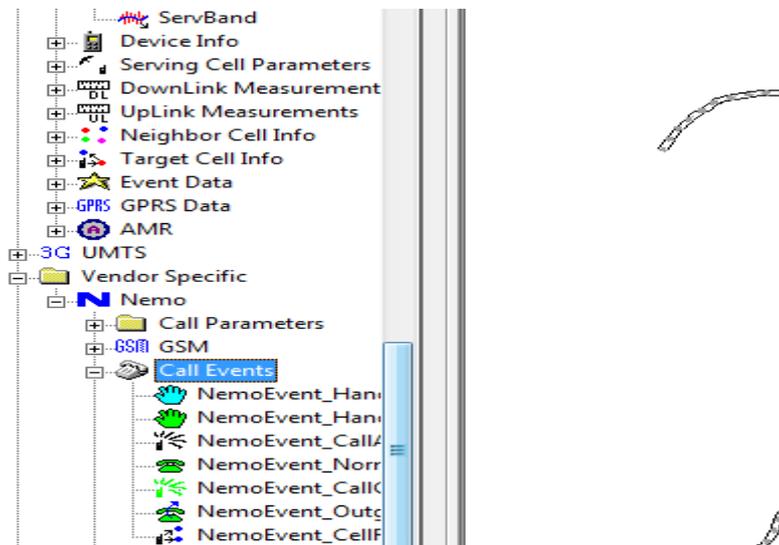


Figure 17 : affichage des événements

Dans cet exemple, il n'ya pas de drop ni de call failed, sinon on les aurait vu sous forme de "téléphone rouge".

### III-7 Création des rapports :

C'est l'étape après avoir affiché les paramètres et réglé leurs échelles.

Pour une optimisation du temps de traitement, Le rapport créé sous format Ms Excel est utilisé comme Template, l'outil gardera le même format et remplacera uniquement les valeurs.

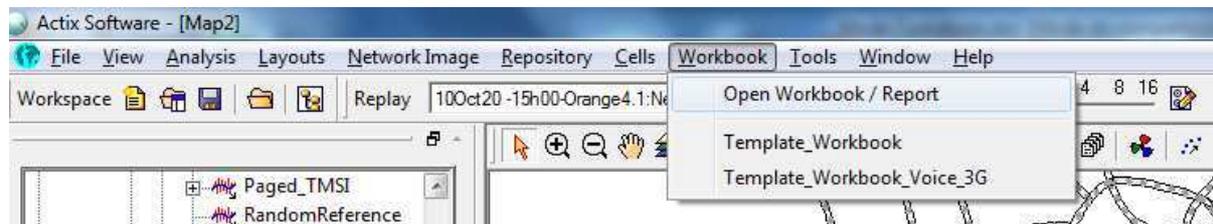
Menu Workbook → Open workbook / report → Template Workbook (pour la voix 2G)

Une fenêtre s'affichera qui donne le choix entre les fichiers en cours de traitement, choisir celui en question→Ok.

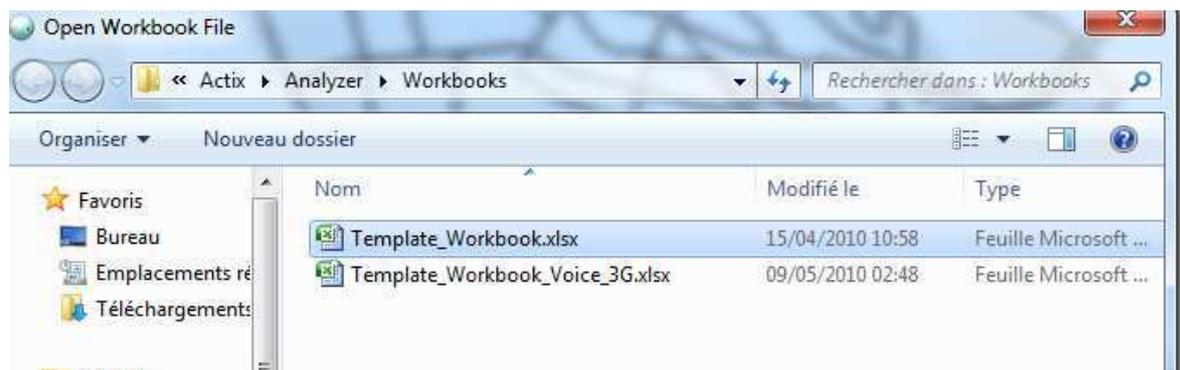
Dès que le rapport est généré, il faudra le sauvegarder dans le bon répertoire, le nommer "Date des mesures\_Nom de l'opérateur"

Attention : il faut faire un "Save as" pour ne pas écraser le fichier qui sert de Template.

→ Le même processus est à suivre pour chaque opérateur, ce processus commence par la fusion des fichiers, puis affichage des paramètres et se termine par la génération du workbook.



*Figure 18 : Créé un Workbook*



*Figure 19 : choisir le Template*

### *III-8 Enregistrement des maps :*

Les cartes affichées pour chacun des paramètres sont à sauvegarder sous le même répertoire. Ensuite, copier la carte, et la légende correspondante comme suit :

- rxlev // rxlev\_scale
- c2i // c2i\_scale
- mos // mos\_scale
- band // band\_scale

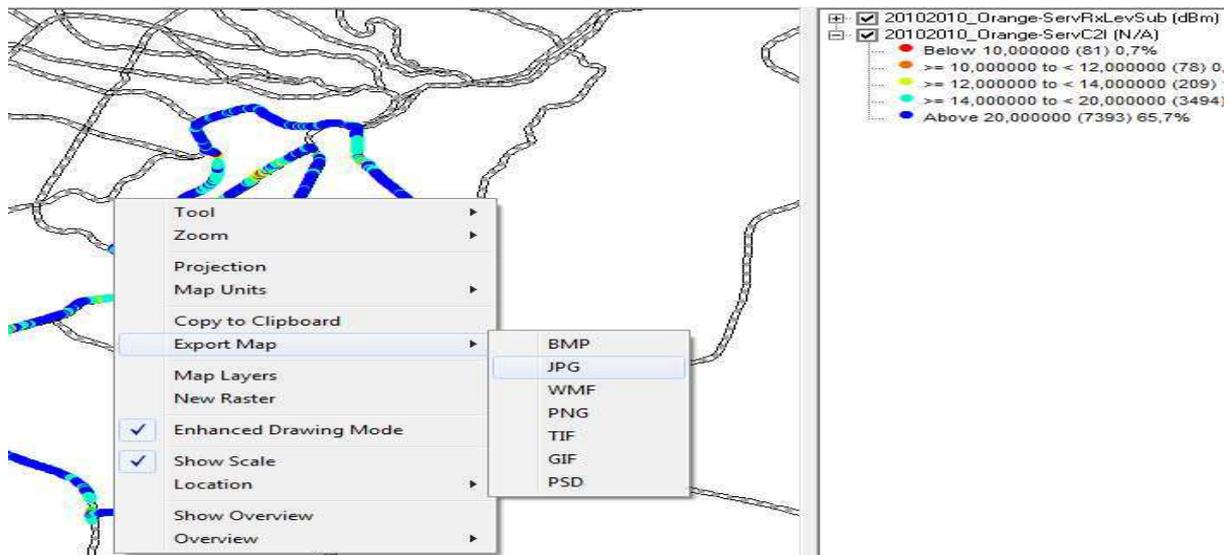


Figure 20 : copie des cartes

Exemple pour les échelles :

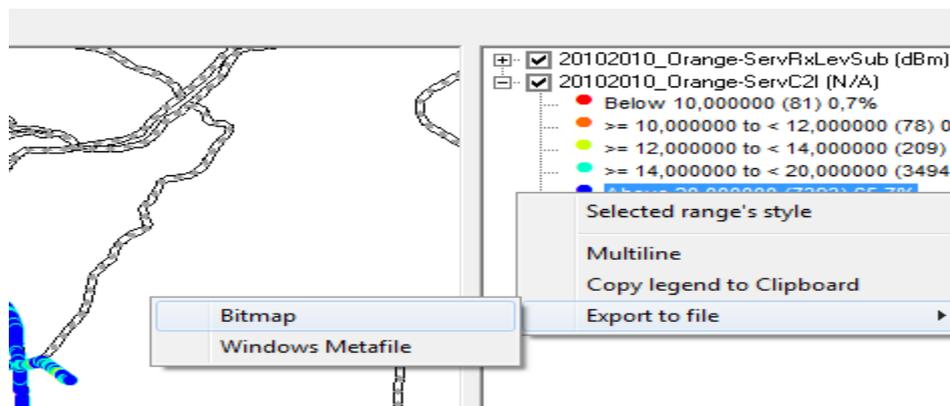


Figure 21 : copie des échelles

Pour les évènements, il ne faut pas les décocher, ils doivent apparaitre sur les parcours pour tous les paramètres.

En cas de besoin, et selon le parcours, il faudra, en plus de la prises des cartes en gardant leurs tailles normales ; zoomer sur les parties où le parcours n'est pas clair ; et les enregistrer aussi sous le même répertoire, les nommés rxlev1, c2i1, mos1, et band.

### III-9 Génération du Dashboard

Nous sommes maintenant prêt pour générer le Dashboard .ppt, Il faudra rajouter le fichier "Dashboard\_2007" sous le même répertoire, le remplir, et faire tourner la macro.

2 fichiers seront donc automatiquement générés, .ppt et .xls, les deux sous le même nom : "Pays-Ville".

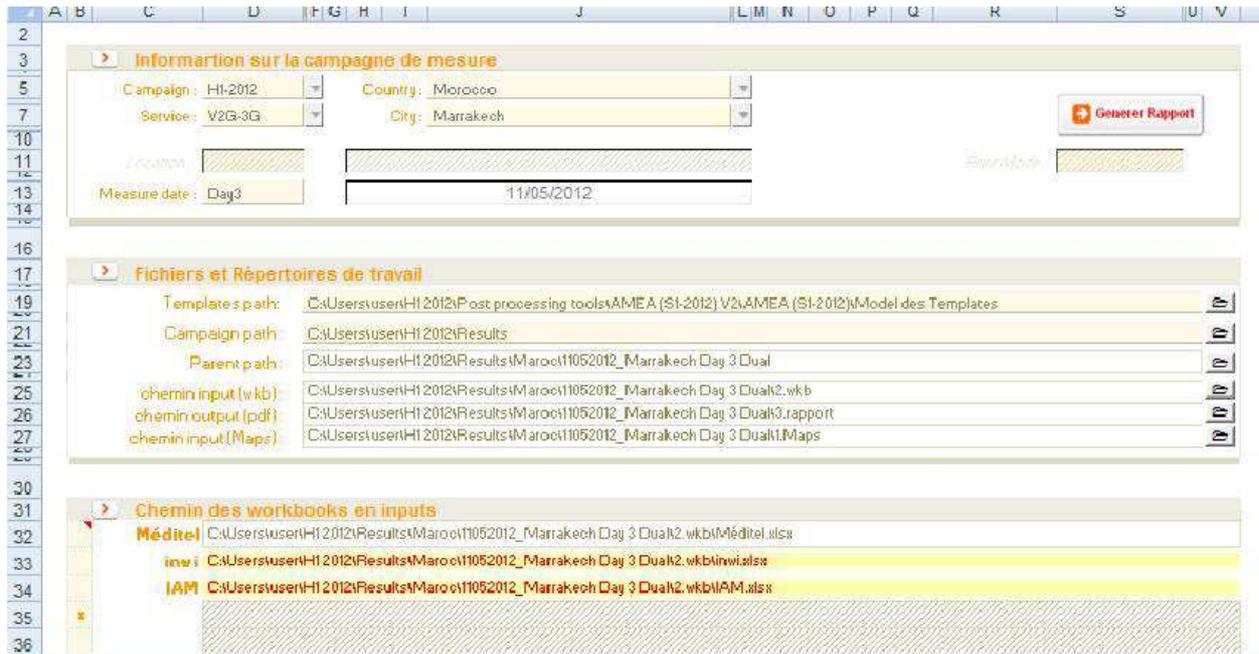


Figure 22 : générateur

**Remarque :** on suit les mêmes étapes pour l'étude de qualité pour les réseaux 3 G sauf qu'au niveau des Maps on affiche les cartes suivant :

- rxlev // rxlev\_scale
- rxqual//rxqual\_scale
- c2i // c2i\_scale
- mos // mos\_scale
- band // band\_scale
- Txpow//Txpow\_scale
- techno//techno\_scale
- rscp//rscp\_scale
- ecno//ecno\_scale
- SC//SC\_scale

## IV-Qualité de Service dans GSM/GPRS/UMTS (QoS)

### IV-1 Qualité de service dans GSM

#### IV-1-1-Définition

La qualité de service est définie comme étant « l'effet global produit par la qualité de fonctionnement d'un service qui détermine le degré de satisfaction du service, Les mesures réalisées sont liées à des événements (dérangement, rétablissement, etc.) à des états (panne, disponibilité, indisponibilité, interruption, etc.) ou à des activités (maintenance par exemple) et à leur durée. Ces mesures affectent les mesures liées à la qualité de service et à la qualité de fonctionnement du réseau ».

#### IV-1-2 Indicateurs et compteurs de qualité de service

Les indicateurs de qualité de service peuvent être classés en deux catégories :

- ✚ Indicateurs globaux : Ils permettent de déterminer l'efficacité d'une procédure particulière par exemple taux de blocage, taux d'interruption de communication, etc. Ils sont utilisés pour quantifier la qualité globale du réseau, estimer l'impact de la qualité sur les usagers ou bien comparer les réseaux entre eux.
- ✚ Indicateurs intermédiaires : Ils permettent de déterminer l'efficacité d'une sous procédure par exemple le nombre d'appels satisfaits. Ils permettent de

détecter, d'identifier et de localiser un problème dans le réseau et d'en déterminer la cause éventuelle.

#### ***IV-1-3 Critères de qualité de service***

La qualité de service d'un réseau cellulaire perçue par les usagers du réseau est une notion qui regroupe plusieurs aspects qui peuvent être appréhendés à travers les critères suivants :

- Couverture du réseau (puissance du signal reçu en tout point de la couverture) ;
- Facilité d'établissement d'appel (taux de congestion du réseau) ;
- Qualité des communications (taux d'erreurs binaires et microcoupures) ;
- Interruption de communications (perte totale de communication en cours).

Du côté opérateur, la QoS est évaluée par les moyens ci-dessous :

<b>Indicateurs de qualité de service</b>	<b>Mode d'évaluation</b>
Couverture	Mesures radio et plaintes des abonnés
Taux d'appels réussis	Mesures système
Qualité de la communication pendant l'appel	Mesures radio Mesures système Analyseurs de qualité vocale
Taux de coupure d'appels	Mesures système

*Tableau 2 : Principaux indicateurs de qualité de service.*

#### ***IV-1-3-1 Couverture du réseau***

L'état de la couverture du réseau est évalué par l'abonné directement sur son terminal qui affiche le nombre de barrettes indiquant la puissance du signal reçu. Un faible niveau de champ ou l'absence du champ 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 du réseau exprime en tout point de service la probabilité d'établir une communication de bonne qualité.

Les principales causes d'une mauvaise qualité de service du point de vue couverture sont :

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

#### ***IV-1-3-2 Taux d'appels réussis***

Cet indicateur reflète la disponibilité des ressources, il donne la probabilité que toutes les ressources soient occupées lors d'une demande de canal.

Au niveau d'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.

#### ***IV-1-3-3 Qualité de communications***

La qualité des communications est également un indicateur très important pour l'abonné.

Les principales raisons à l'origine des problèmes 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 sont :

- Niveau d'interférences externes trop élevé (interférences dues à des émissions cocanal ou sur canal adjacent par des équipements autres que ceux du réseau) ;
- Interférences cocanal ou sur canal adjacent trop élevées (mauvais plan de fréquences);
- Mobile situé hors couverture du réseau ;
- Mauvaise installation des équipements radio ;
- Problème de transmission ;
- Paramétrage inadéquat du handover ;

#### *IV-1-3-4 Coupure de communications*

La coupure d'une communication (call drop) a plusieurs origines. Elle est particulièrement désagréable pour l'abonné. Les principales raisons qui conduisent à la perception d'une mauvaise qualité de service par l'abonné et pour l'indicateur d'interruption des communications sont les suivantes :

- Mauvaise couverture (trou de couverture ou zone de couverture insuffisante);
- Interférences élevées ayant entraîné l'impossibilité de maintenir les liens de signalisation et/ou de trafic ;
- Problème de handover;
- Mauvais paramétrage radio (liste des cellules voisines incomplète par exemple) ;

#### *IV-2 Qualité de service dans GPRS*

Les services de transmission de données, notamment avec l'importance grandissante de l'Internet nécessitent la mise en œuvre de réseaux optimisés pour le transport de trafic de type Internet et vocal. Le réseau GPRS doit répondre à ces contraintes de qualité de service pour la transmission de données.

GPRS est ainsi un réseau de transmission de données par paquet utilisant le même sous-système radio que le GSM. La notion d'appel utilisée est remplacée par la notion de contexte PDP. Un contexte PDP sera caractérisé par une qualité de service définie par un ensemble de paramètres regroupés dans un profil de QoS. Les attributs permettent de définir la QoS d'un contexte PDP :

- Précédence : définit la priorité à maintenir le service dans des conditions difficiles.

Il y a trois niveaux de précédence : haut, normal et bas ;

- *Fiabilité* : ce paramètre définit la probabilité de perte de message ;
- *Délai* : c'est le délai de transit et qui doit être compris entre 0.5 et 0.75 secondes ;

#### *IV-3 Qualité de service dans UMTS*

L'UMTS propose 4 classes de qualité de services selon les applications :

- ✚ La classe Conversational qui permet aux conversations vocales de proposer une bande passante contrôlée avec échange interactif en temps réel avec un minimum de délai entre les paquets.
- ✚ La classe Streaming qui permet aux services de streaming de fournir une bande passante continue et contrôlée afin de pouvoir transférer la vidéo et l'audio dans les meilleures conditions.
- ✚ La classe Interactive destinée à des échanges entre l'équipement usager et le réseau comme la navigation Internet qui engendre une requête et une réponse par le serveur distant.
- ✚ La classe Background, qui affiche la plus faible priorité, permet des transferts de type traitements par lots qui ne demandent pas de temps réel et un minimum d'interactivité (envoi et réception de messages électroniques).

### V-Exemples de paramètres radio

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

- ✚ **RXLEVFULL** : niveau de puissance reçu par le MS, obtenu par moyennage du niveau du signal pendant une période SACCH (environ ½ seconde), cette valeur de RXLEVEL est codée sur 6 bits (de 0 à 63).

La correspondance entre Rxlev et l'appréciation de la couverture dépend des choix de l'opérateur comme le montre le tableau II.2.

Niveau de couverture	RXLEV(dBm)
Pas de couverture	-110 -95
Mauvaise couverture	-95 → -85
Assez bonne couverture	-85 → -75
Bonne couverture	-75 → -65
Très bonne couverture	-65 → -46

Tableau 3 : Exemple de convention de niveau de champ

✚ **RXQUALFUL** : c'est un indicateur de niveau de qualité. Il est obtenu par moyennage du taux d'erreurs binaire BER pendant quatre périodes de mesures SACCH.

Ce BER est quantifié sur 8 niveaux (codé sur trois bits, et donc, varie de 0 à 7). Chaque niveau de qualité (de 0 à 7) correspond à un BER donné :

RXQUAL	BER
0	≤0.2%
1	De 0.2% à 0.4%
2	De 0.4% à 0.8%
3	De 0.8% à 1.6%
4	De 1.6% à 3.2%
5	De 3.2% à 6.4%
6	De 6.4% à 12.8 %
7	≥12.8%

Tableau 4 : Correspondance entre RXQUAL et BER.

La correspondance entre RxQual et l'appréciation de la qualité dépend des choix de l'opérateur, le tableau II.4 donne un exemple de convention de qualité de service.

Qualité correspondante	RxQual
Très bonne	0→2
Bonne	2→4
Assez bonne	4→6
Mauvaise	6→7

*Tableau 5 : Exemple de convention de Rxqual*

✚ **FER**, Frame Erasure Rate : c'est un indicateur de niveau de qualité spécifique au taux de rejet de trame. Dans le tableau 2.4 nous présentons la correspondance entre le FER et le RXQUAL.

RXQUAL	FER
0	≤4.5%
1	De 4.5% à 8.5%
2	De 8.5% à 12.5%
3	De 12.5% à 16.5%
4	De 16.5% à 20.5%
5	De 20.5% à 24.5%
6.7	≥12.8%

*Tableau 6 : Correspondance entre FER et RXQUAL.*

- ✚ **BER**, Bloc Error Rate : le taux d'erreur bloc est un indicateur de qualité spécifique au mode paquet. Un BER très petit implique un coût important car beaucoup de retransmission.
- ✚ **Le rapport C/I** : le rapport signal sur interférence est le rapport de l'intensité du signal de la cellule de service courante par celle des composants du signal non désiré (interférant). La fonction de mesure du C/I permet l'identification des fréquences qui sont particulièrement exposées à de hauts niveaux d'interférence, ce qui devient utile dans la vérification et l'optimisation des plans de fréquences.
- ✚ **RXFREQ** : c'est le numéro de fréquence sur laquelle un canal est alloué à la MS en réception.
- ✚ **MSPWR** : cet indicateur permet le contrôle de la puissance émise par la MS.
- ✚ **Cell\_Id** : numéro d'identification de la cellule.

- ✚ **TIMESLOT** : numéro des intervalles de temps alloués au mobile et qui transporte le TBF.

### **VI-Indicateurs d'accès au réseau GPRS**

- ✚ **Taux d'indisponibilité de la couverture GPRS** : Nombre de points de mesure où le service est indisponible / nombre de points de mesure.
- ✚ **Taux d'échec à l'établissement de la connexion GPRS** : Nombre d'échec de tentatives d'activation de PDP Context / Nombre de tentatives d'activation du contexte PDP Context.
- ✚ **Durée moyenne de l'établissement de la connexion GPRS** : La durée de l'établissement de la connexion GPRS est la mesure de l'intervalle de temps entre le clic de composer après le lancement de la connexion modem et l'affichage de connexion établie.
- ✚ **Durée moyenne de déconnexion** : La durée de déconnexion GPRS est la mesure de l'intervalle de temps entre le clic sur le bouton déconnecter et la disparition de la boîte de dialogue de la connexion du modem GPRS.

### **VII-Indicateurs du service FTP**

- ✚ **Taux d'échec à la connexion au service FTP** : Nombre d'échec d'accès à la commande permettant de déclencher le transfert FTP du fichier / Nombre de tentatives.
- ✚ **Taux d'échec du service FTP** : Nombre d'échec de transfert FTP du fichier / Nombre de tentatives.
- ✚ **Durée moyenne de transfert de fichier** : Temps de transfert du fichier FTP téléchargé (indiqué par l'utilitaire FTP).
- ✚ **Taux de coupure de la connexion GPRS durant le service FTP** : Nombre de déconnexions du modem GPRS / Nombre de connexions réussies du modem GPRS.
- ✚ **Débit apparent sens montant du service FTP** : Valeur du taux de transfert Uplink fourni par l'utilitaire FTP, sinon Taille du fichier transféré / Temps de transfert.
- ✚ **Débit apparent sens descendant du service FTP** : Valeur du taux de transfert fourni Downlink par l'utilitaire FTP, sinon Taille du fichier transféré / Temps de transfert.

### **VIII-Indicateurs du service WEB**

- ✚ **Taux d'échec du service Web** : Nombre de séries où une page au moins n'a pas été chargée correctement / Nombre de séries effectuées avec Connexion Modem GPRS réalisée (coupures exclues).
- ✚ **Durée moyenne de chargement d'une page** : La durée de chargement d'une page est la mesure de l'intervalle de temps entre la validation de l'URL dans l'explorateur internet et de l'affichage du message « terminé » en bas à gauche, la page étant correctement et intégralement chargée.
- ✚ **Taux de coupure de la connexion durant le service Web** : Nombre de coupures de la connexion modem GPRS / Nombre de connexions modem GPRS réalisées.
- ✚ **Débit apparent du service Web** : Somme des tailles des pages chargées / Somme des durées de chargement.

### **IX-Indicateurs du service WAP**

- ✚ **Taux d'échec à la connexion au portail Wap** : Nombre d'échec de chargement de la première page du Portail Wap / Nombre de tentatives de chargement.

- ✚ **Durée moyenne de la connexion au portail Wap** : Temps entre la demande de chargement de la première page du Portail à partir du mobile et l'affichage complet de cette page.
- ✚ **Taux d'échec de chargement de pages Wap** : Nombre de séries où une page au moins n'a pas été chargée correctement / Nombre de séries effectuées avec la première page du Portail Wap chargée.
- ✚ **Durée moyenne de chargement de pages Wap** : Moyenne des chargements de pages Wap.
- ✚ **Taux de coupure du service Wap** : Nombre de désactivation du contexte PDP / Nombre de chargements de la page d'accueil du Portail Wap réalisés.

## X- Indicateurs RNO

### X-1 Définition

Les mesures issues des compteurs au niveau de l'OMC sont faites sur un intervalle de temps précis et sont liées à un évènement survenu dans le réseau. Elles servent aux calculs des indicateurs de qualité de service. Ces indicateurs donnent une mesure représentative de la performance du réseau. L'analyse de ces indicateurs est très importante pour la supervision de la qualité de service. Dans la formule ci-dessous nous citons un exemple d'utilisation des compteurs bruts pour le calcul d'un indicateur.

Taux de coupure = coupure radio + coupure radio pendant réallocation + coupure interface Gb + problème transmission + coupure BSS / nombre de TBF établis.

### X-2 Indicateurs de performance KPI

L'analyse des indicateurs de performance KPI (Key Performance Indicator) permet le suivi de la qualité de service. En effet, ces indicateurs permettent la localisation des anomalies dans le réseau et par la suite, l'identification des causes de ces problèmes afin de faire les actions correctives nécessaires.

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

## XI-Processus d'analyse et d'optimisation

Les mesures, les analyses et les réclamations des abonnés sont les informations qui vont permettre d'analyser et détecter les problèmes de qualité de service ou de fonctionnement du réseau.

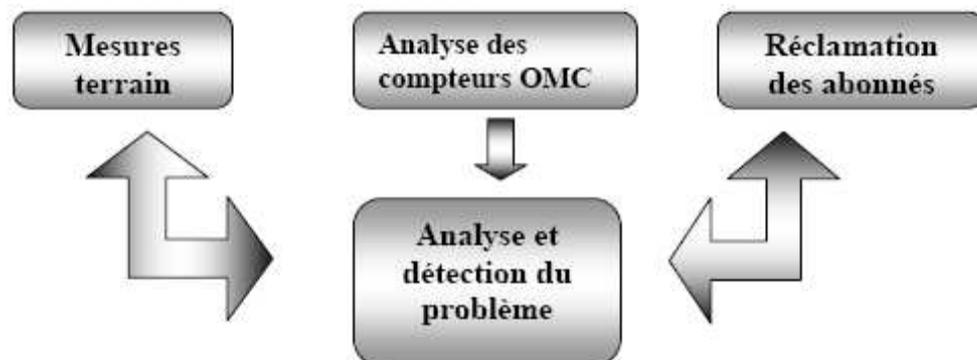


Figure 23 : Processus d'analyse et d'optimisation.

Dans la phase d'analyse de la performance du réseau et de la détection des anomalies, il y a une comparaison entre les indicateurs obtenus et les paramètres

seuils (fixés par l'opérateur) qui présentent les seuils d'une qualité de service acceptable.

### *XI-1-Statistiques de couverture*

Elle nous renseigne sur l'état de couverture du réseau. Elle se présente sous la forme d'un histogramme illustrant les pourcentages de couverture en outdoor, incar, indoor, deep indoor et pas de couverture suivant les seuils présentés dans le tableau 7.

Etat de couverture	Etat de couverture
Pas de couverture	$-120 \leq x < -94$
Outdoor	$-94 \leq x < -82$
Incar	$-82 \leq x < -74$
Indoor	$-74 \leq x < -65$
Deep Indoor	$-65 \leq x < -10$

*Tableau 7 : Seuils de couverture*

### *XI-2-Statistiques de qualité*

C'est une statistique qui nous renseigne sur les pourcentages des signaux de bonne, moyenne ou mauvaise qualité sous forme d'un histogramme en fonction des certaines valeurs seuils fixés par l'opérateur.

<i>Qualité de signal</i>	<i>Intervalle</i>
Bonne qualité	$0 \leq x < 4$
Qualité moyenne	$4 \leq x < 5$
Mauvaise qualité	$5 \leq x < 8$

*Tableau 8 : Seuils de qualité radio*

### *XI-3-Statistiques du rapport C/I*

Elle nous donne le rapport C/I dans chaque zone d'étude sous forme d'un histogramme illustrant les pourcentages de C/I selon des seuils bien déterminés en donnant un rapport C/I faible, moyen ou important.

<i>Rapport C/I</i>	<i>Intervalle</i>
Mauvaise rapport	$5 \leq x < 10$

Rapport moyen	$10 \leq x < 15$
Bon rapport	$15 \leq x < 35$

*Tableau 9 : Seuils C/I*

#### *IX-4-Statistiques des débits de transmission des données*

**Débit\_Transfert\_Maximal\_Moyen** : Le débit maximal moyen à atteindre pour le transfert des données,

**Débit\_Transfert\_Moyen** : Le débit moyen estimé pour le transfert des données en tenant compte des erreurs de transmission.

<i>Débit (Kbits/s)</i>	<i>Intervalle</i>
Débit faible	$0 \leq x < 0.5$
Débit moyen	$0.5 \leq x < 4$
Bon débit	$4 \leq x < 8$
Débit important	$8 \leq x < 12$
Débit très important	$12 \leq x < 70$

*Tableau 10 : Seuils de débit de transfert*

#### **Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons décrit les principaux indicateurs de la qualité de service GSM /GPRS/UMTS ainsi que les différents paramètres qui permettent sa gestion. Dans ce chapitre nous avons décrit les principaux indicateurs de la qualité de service ainsi que les différents paramètres qui permettent sa gestion. Ensuite, nous nous sommes intéressés à l'énumération des divers problèmes qui peuvent être rencontrés dans un tel réseau.

La dernière partie a été réservée aux étapes de détection des problèmes pour pouvoir par la suite élaborer les algorithmes d'optimisation décrivant les actions possibles qui peuvent être prises face à ces problèmes.

# *Chapitre IV*

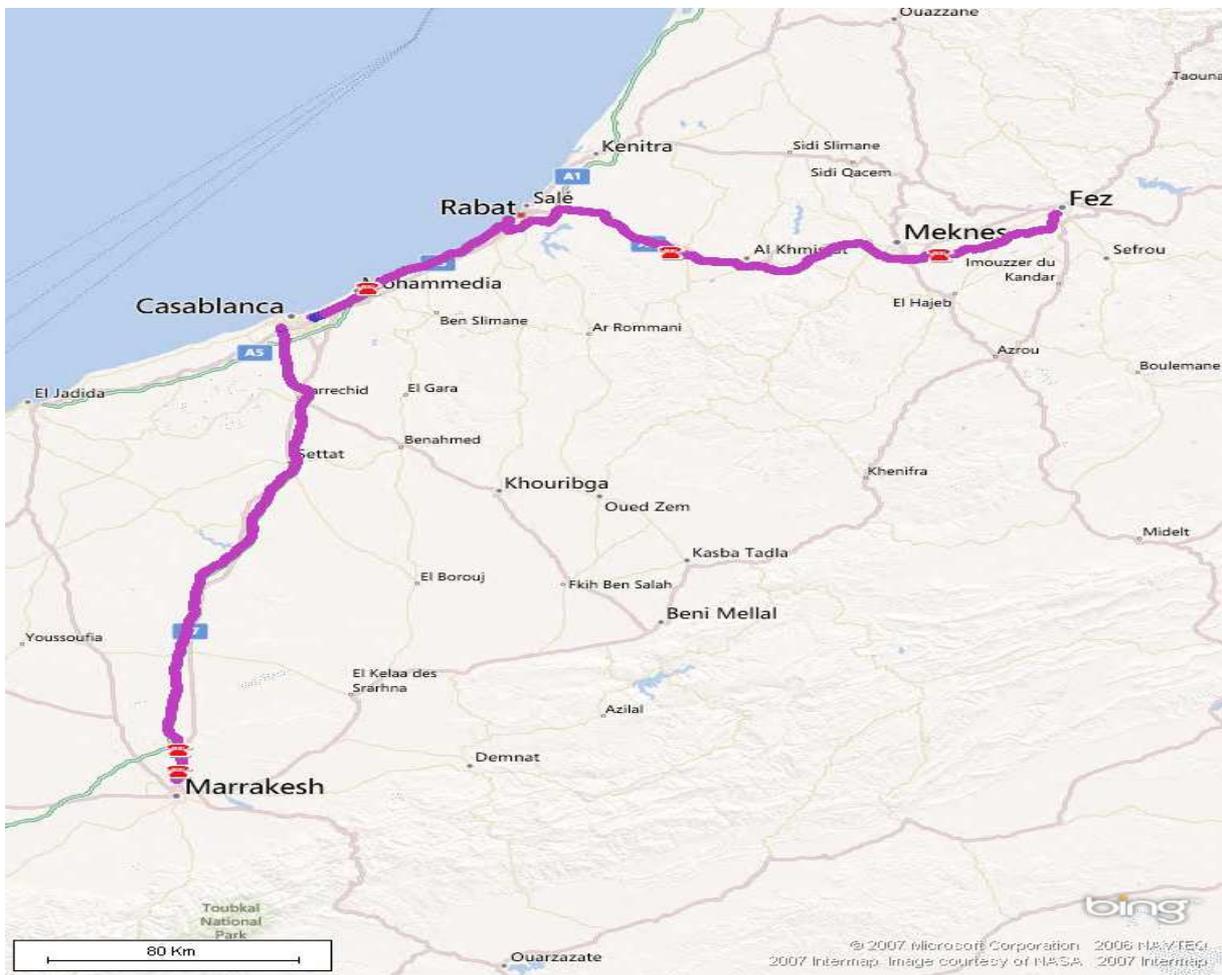
Etude QoS bout en bout des  
réseaux 2G et 3G de Maroc  
Télécom, Méditel et INWI

## Introduction

Comme c'est déjà indiqué le processus de suivi de qualité est devenu une tâche indispensable pour les opérateurs mobiles car il permet la connaissance de leurs forces et leurs faiblesses ce qui leur fournit la base pour définir des options pour maximiser les revenus et le potentiel des entreprises. Dans ce chapitre, nous nous intéresserons à définir les différentes étapes réalisées lors de l'étude et l'analyse d'un parcours de mesures de la qualité de service de bout en bout (End to End) afin d'évaluer la qualité réellement perçue par un client.

### *I-Etude de Qualité des réseaux Voix 2G (GSM) :*

#### *I-1-Le parcours réalisés (Axe Marrakech Fès)*



**Figure 24 : Parcours du Test**

Un fichier de mesures global est réalisé, ce dernier sert ensuite à l'analyse du réseau :

	A	B	C	D	E	F	G	H	
1	Message	Time	Distance	Longitude	Latitude	Voice_Call_ID	NemoEvent_CallAttempt_CAA		Nen
2	12	15/mars/10 17:04:25	0.44478	-7.53209	33.59389		0		
3	30	15/mars/10 17:04:26		-7.53209	33.59389	1	1		
4	43	15/mars/10 17:04:27	0.926594	-7.53209	33.59389		0		
5	56	15/mars/10 17:04:28	1.019217	-7.53208	33.59389	1	0		
6	74	15/mars/10 17:04:29	1.473539	-7.53208	33.59389	1	0		
7	96	15/mars/10 17:04:30	1.473539	-7.53208	33.59389	1	0		
8	116	15/mars/10 17:04:31	1.566162	-7.53208	33.59389	1	0		
9	143	15/mars/10 17:04:32	1.899747	-7.53208	33.59388	1	0		
10	170	15/mars/10 17:04:33	1.899747	-7.53208	33.59388	1	0		
11	198	15/mars/10 17:04:34	1.899747	-7.53208	33.59388	1	0		
12	226	15/mars/10 17:04:35	1.899747	-7.53208	33.59388	1	0		
13	254	15/mars/10 17:04:36	1.899747	-7.53208	33.59388	1	0		
14	279	15/mars/10 17:04:37	1.899747	-7.53208	33.59388	1	0		
15	298	15/mars/10 17:04:38	2.354068	-7.53208	33.59388	1	0		
16	314	15/mars/10 17:04:39	2.354068	-7.53208	33.59388	1	0		
17	332	15/mars/10 17:04:40	2.354068	-7.53208	33.59388	1	0		
18	350	15/mars/10 17:04:41	2.354068	-7.53208	33.59388	1	0		
19	368	15/mars/10 17:04:42	2.354068	-7.53208	33.59388	1	0		
20	386	15/mars/10 17:04:43	2.354068	-7.53208	33.59388	1	0		
21	410	15/mars/10 17:04:44	2.354068	-7.53208	33.59388	1	0		
22	434	15/mars/10 17:04:45	2.354068	-7.53208	33.59388	1	0		
23	452	15/mars/10 17:04:46	2.446692	-7.53208	33.59388	1	0		
24	474	15/mars/10 17:04:47	2.446692	-7.53208	33.59388	1	0		
25	496	15/mars/10 17:04:48	2.446692	-7.53208	33.59388	1	0		
26	514	15/mars/10 17:04:49	2.446692	-7.53208	33.59388	1	0		
27	533	15/mars/10 17:04:50	2.446692	-7.53208	33.59388	1	0		
28	552	15/mars/10 17:04:51	2.539315	-7.53208	33.59388	1	0		
29	570	15/mars/10 17:04:52	2.539315	-7.53208	33.59388	1	0		
30	586	15/mars/10 17:04:53	2.539315	-7.53208	33.59388	1	0		
31	602	15/mars/10 17:04:54	2.539315	-7.53208	33.59388	1	0		
32	619	15/mars/10 17:04:55	2.539315	-7.53208	33.59388	1	0		
33	634	15/mars/10 17:04:56	2.539315	-7.53208	33.59388	1	0		
34	650	15/mars/10 17:04:57	2.539315	-7.53208	33.59388	1	0		
35	666	15/mars/10 17:04:58	2.631938	-7.53208	33.59388	1	0		
36	684	15/mars/10 17:04:59	2.631938	-7.53208	33.59388	1	0		
37	704	15/mars/10 17:05:00	2.631938	-7.53208	33.59388	1	0		
38	720	15/mars/10 17:05:01	2.631938	-7.53208	33.59388	1	0		

Figure 25: fichier de mesure

### I-2-Le post-traitement :

Le post-traitement est la phase qui vient juste après les mesures, dès qu'on reçoit les fichiers de mesures qui sont en format nbl on les convertit en format nmf via Nemo file manager et ensuite on les traite avec l'outil Actix Analyser.

Après avoir réalisé les mesures on a reçu 12 fichiers de type nbl quatre pour IAM, quatre pour Méditel, et quatre pour Inwi, par la suite on a post-traité ces fichiers via Actix Analyser.

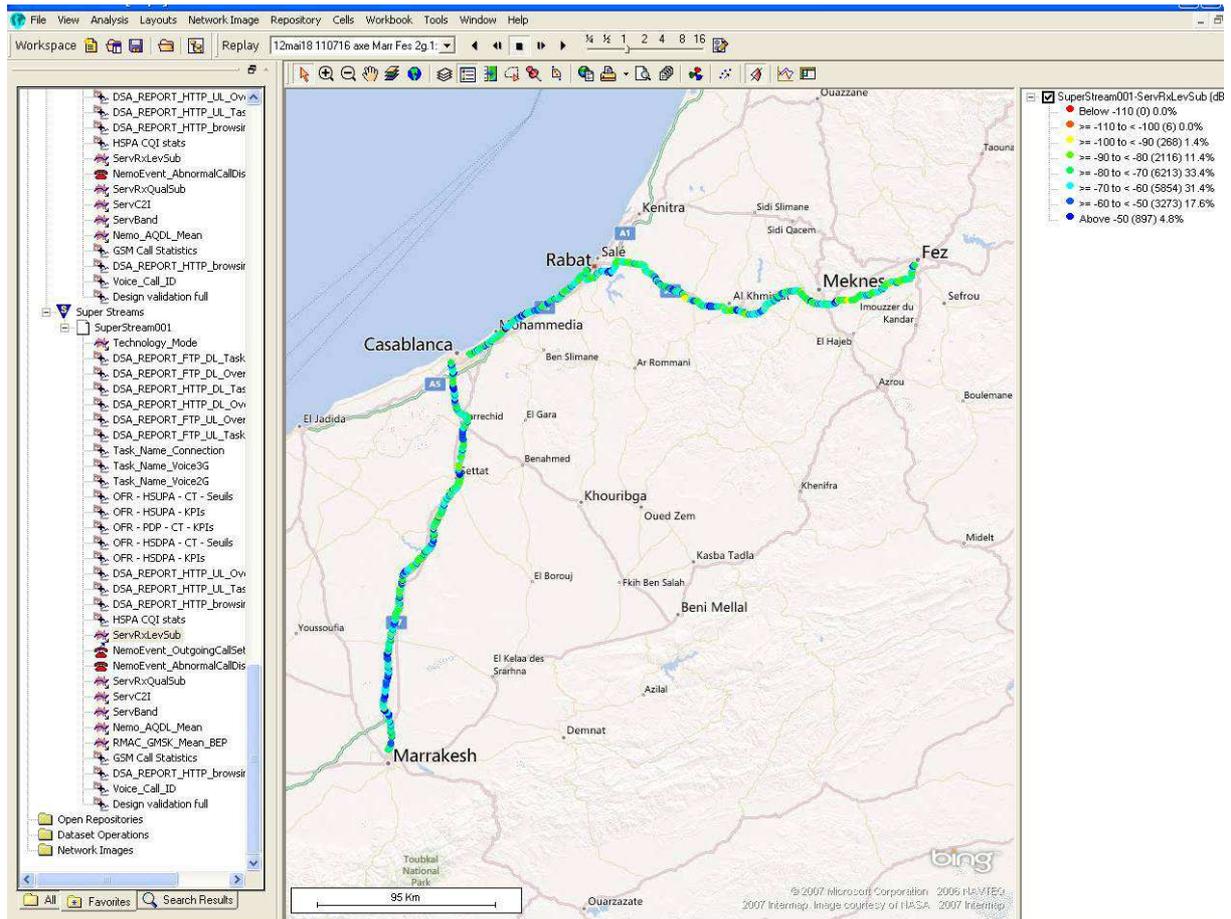
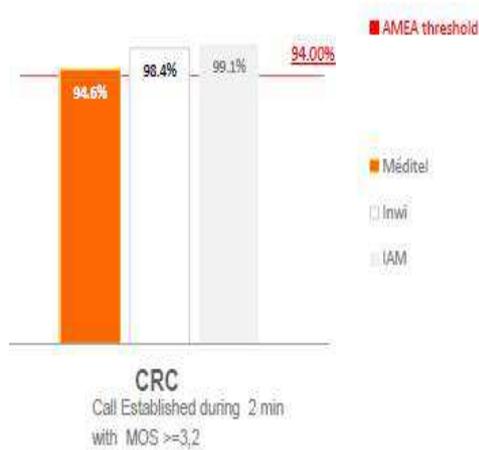


Figure 26 : les données post-traitées sous Actix

Actix nous offre la possibilité de générer des workbooks à partir des graphes montrés sous Actix, ces workbooks nous permettent à la suite de générer un tableau de bord qui à son tour nous permet d'effectuer la phase analyse.

### I-3- L'analyse :

L'analyse est la phase la plus important durant l'étude QOS end to end, cette phase nous permet d'analyser les performances des réseaux et par la suite détecter les anomalies.



	Méditel	Inwi	IAM
Call attempts	148	128	116
Nbr serving cells	262	313	276
Average MOS	3.62	3.59	3.57

**Figure 27:** Histogramme du CRC

**Figure 28 :** la moyenne du MOS pour IAM, Méditel et

*Inwi*

Le **CRC** (Communication Réussie de durée courte et de qualité vocale Correcte) est un KPI défini par l'ITU, le CRC est le nombre des appels qui ont un MOS > 3.3 divisé par le total des tentatives d'appel. AMEA (groupe France Télécom) a défini comme seuil pour le CRC une valeur de 94%. En consultant le graphe et le tableau du MOS, on trouve que la moyenne du MOS et le CRC pour IAM sont respectivement de 3.57 et 99.1% ce qui montre que la clarté des communications est très bonne, alors que dans le cas de Méditel on a 3.62 comme valeur du MOS et 94.6% pour le CRC ce qui implique que le réseau GSM de Méditel dans cette zone permet une communication moyenne, aussi pour Inwi on trouve que 98.4% comme valeur de CRC et 3.59 comme valeur du MOS ce qui montre que la qualité de voix pour le réseau GSM de Inwi est très bonne.

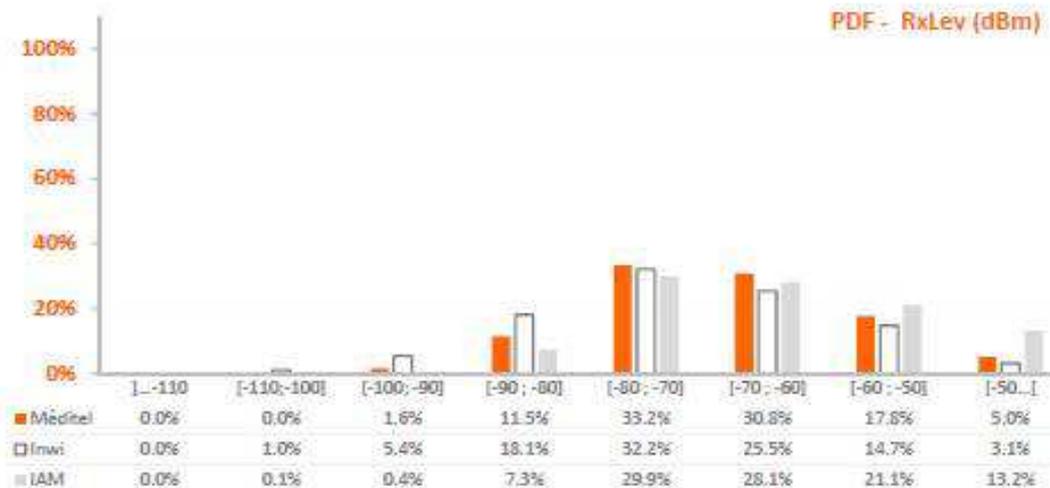


Figure 29: Le graphe du RxLev

En consultant le graphe ci-dessus on remarque que 29.9% des mesures du réseau IAM et 32.2% des mesures du réseau Inwi aussi que 33.2% des mesures du réseau

Méditel sont entre -80dBm et -70dBm ce qui montre que pour les trois opérateurs la couverture GSM sur cette zone est très satisfaisante.



Figure 30: Le graphe du RxQual

D'après le graphe du RxQUAL on constate que les mesures dans l'intervalle [0;1] du réseau IAM, Méditel et Inwi sont respectivement de 90.5%, 83.5% et 82% ce qui implique que le niveau de qualité pour les trois opérateurs est très bonne.

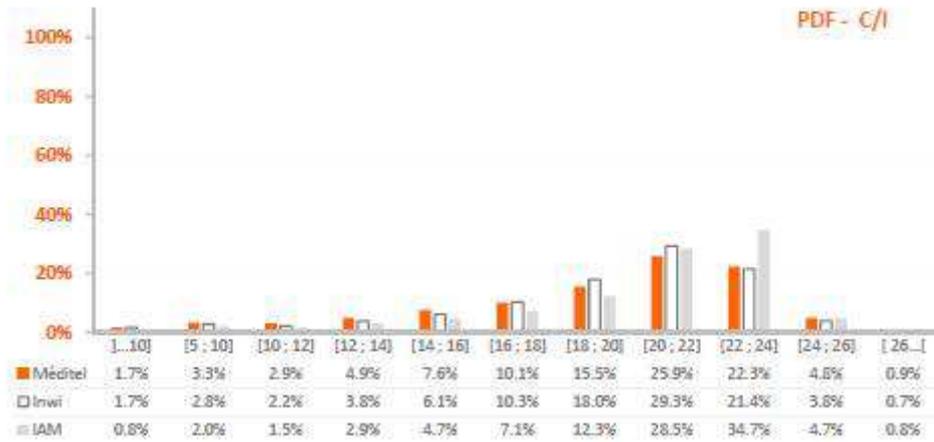


Figure 31: Le graphe du rapport C/I

En consultant le graphe on trouve que 25.9% des résultats pour Méditel, 29.3% pour Inwi et 34.7% pour IAM appartient à l'intervalle [20 ; 22] ce qui montre qu'ils ont un bon rapport signal canal sur bruit.

## II-Etude de Qualité des réseaux Voix 2G et 3G (Dual) :

### II-1-Le parcours réalisés :

Le parcours réalisé est le même que le précédent.

### II-2-post-traitement :

Pour la voix Dual (2G et 3G) au Maroc on fait juste les mesures de Méditel et pour les autres pays on fait les mesures pour Orange

### II-3-Analyse



Figure 33 : Tableau du MOS

Figure 32: Histogramme du CRC

D'après le graphe et le tableau du MOS ci-dessus, on trouve que la moyenne du MOS et le CRC pour Méditel Dual est respectivement de 3.66 et 91% ce qui montre que la qualité de la voix du réseau Méditel Dual est faible.

### [V2G] 3.Radio metrics (1)

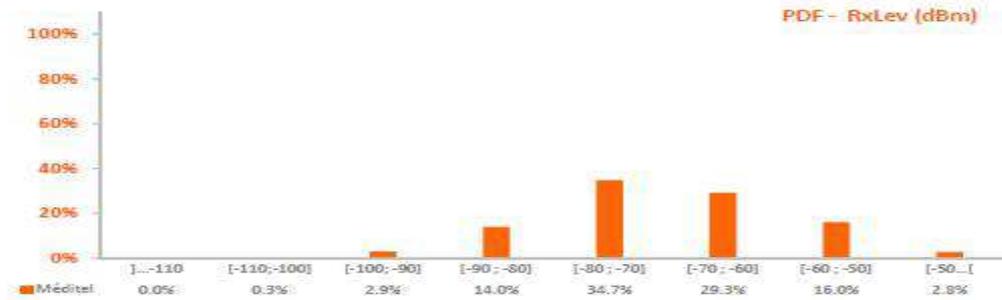


Figure 34: Le graphe Rxlev

D'après le graphe on remarque que 34.7% est inclus dans l'intervalle [-80 ; -70] dBm Donc on peut déduire que la couverture dans cette zone est très satisfaisante.

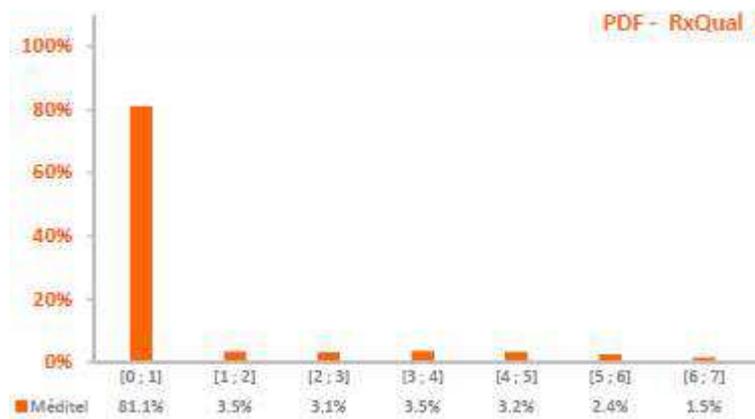


Figure 35: Le graphe Rxqual

D'après le graphe Ci-dessus on constate que les mesures dans l'intervalle [0;1] du réseau Méditel ont comme valeur 81.1% ce qui implique que le niveau de qualité est très bon.

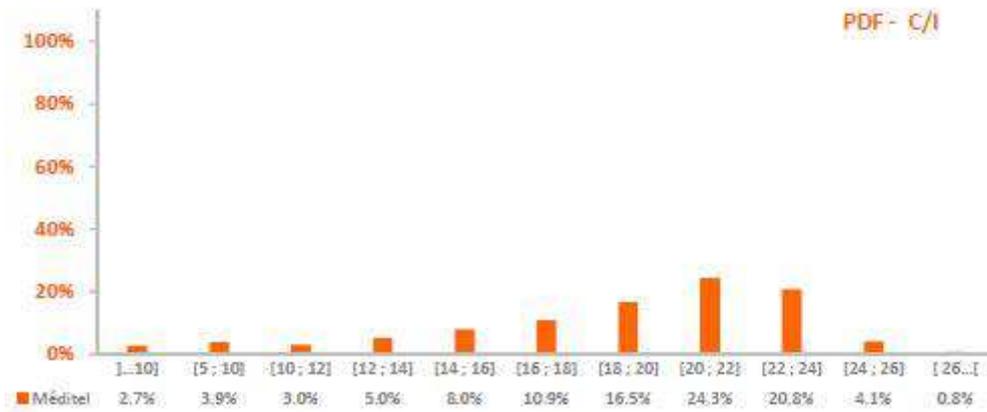


Figure 36: Le graphe du rapport C/I

En consultant le graphe on trouve que 24.3% des résultats pour Méditel appartient à l'intervalle [20 ; 22] ce qui montre qu'ils ont un bon rapport signal canal sur bruit.

### III-Etude de Qualité des réseaux Data 2G et 3G:

#### III-1-post-traitement(Amman) :

Après avoir réalisé les mesures on a reçu 12 fichiers de type nbl quatre pour Orange, quatre pour Zain, et quatre pour Umniah ensuite on a post-traité ces fichiers via Actix Analyser après avoir les converties en format NMF.

En suivant les mêmes procédures faites pour 2 G et Dual on génère un Workbook pour chaque opérateur.

#### III-2-Analyse :

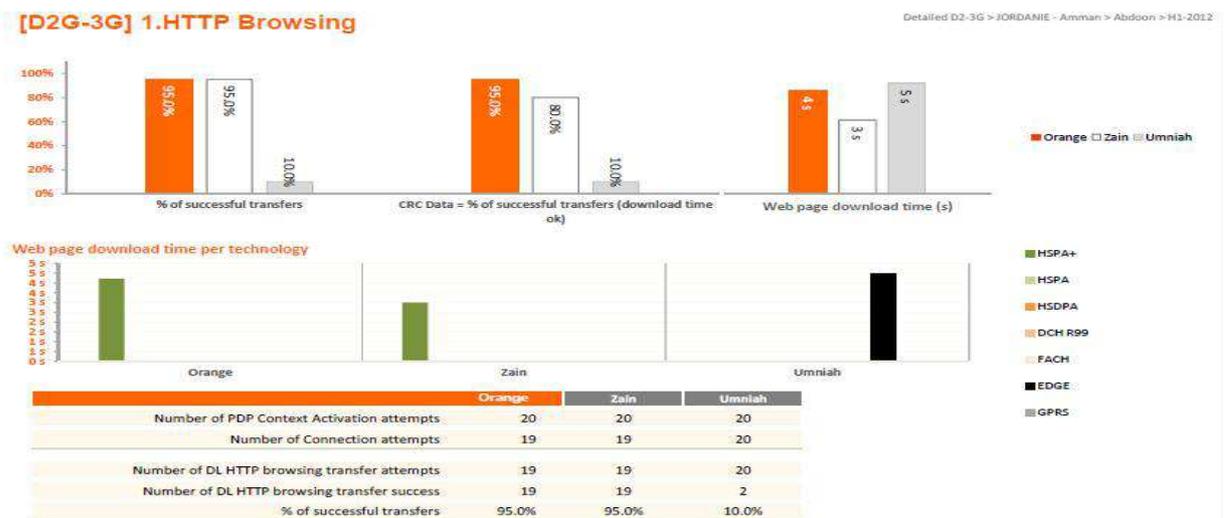


Figure 37 : http Browsing

D'après la figure précédente, on remarque que Orange et Zain utilise la même technologie (HSPA+), par contre Umniah utilise EDGE, et on remarque aussi que le taux des fichiers transférés avec succès pour Orange et pour Zain ont comme valeur 95% (Number of DL http browsing transfer success/ Number of PDP context

Activation attempts) et pour Umniah 10% ce que nous ramène à dire que Orange et Umniah ont une bonne connection.

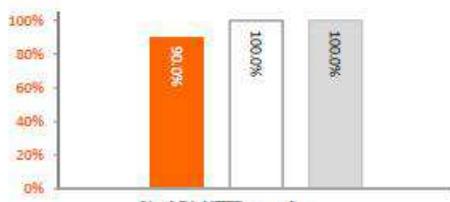
<b>Technologie</b>	<b>Temps de chargement (S)</b>
GPRS	80
EDGE	40
3GR99	20
HSDPA	12

**Tableau 11** : Seuil de chargement d'une page par technologie.

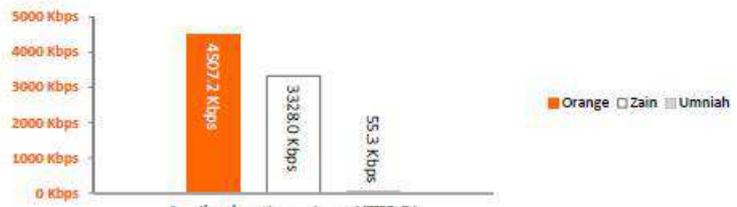
En comparant les résultats de la figure et le tableau précédent on conclut que soit Orange soit Zain ont un bon temps de chargement ( $\leq 12s$ ), même chose on peut le dire sur Umniah qui a comme temps de chargement 5s.

### [D2G-3G] 2.HTTP DL

Detailed D2-3G > JORDANIE - Amman > Abdoon



**Figure 38**: % of DL http transfert success



**Figure 39**: Application Throughput http DL

	Orange	Zain	Umniah
Number of PDP Context Activation attempts	10	10	10
Number of Connection attempts	10	10	10
Number of DL HTP transfer attempts	10	10	10
Number of DL HTTP transfer success	9	10	10
% of DL HTTP transfer success	90.0%	100.0%	100.0%
Application throughput HTTP DL	4507.2 Kbps	3328.0 Kbps	55.3 Kbps

**Tableau12**: http DL

La capacité des fichiers téléchargés pris en compte dépend de la technologie :



- 300 Kbytes pour GPRS.
- 1Mbytes pour EDGE.
- 2 Mbytes pour 3G R99.
- 15 Mbytes pour HSDPA.

On remarque que pour la technologie de HSDPA pour Orange est très bonne que celui de Zain. Pour Umniah elle a un bon débit par rapport à la technologie qu'elle utilise (EDGE).

### [D2G-3G] 3.FTP UL

Detailed D2-3G > JORDANIE - Amman > Abdoon >

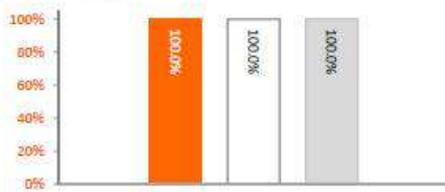


Figure 40: % of UL FTP success

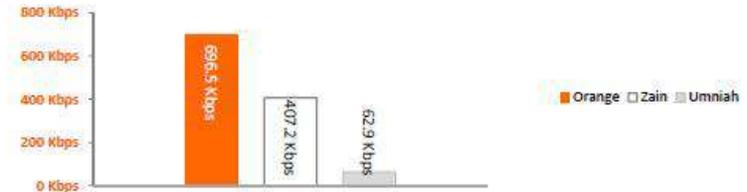


Figure 41: Application throughput FTP

	Orange	Zain	Umniah
Number of PDP Context Activation attempts	10	10	10
Number of Connection attempts	10	10	10
Number of UL FTP transfer attempts	10	10	10
Number of UL FTP transfer success	10	10	10
% of UL FTP transfer success	100.0%	100.0%	100.0%
Application throughput FTP UL	696.5 Kbps	407.2 Kbps	62.9 Kbps

Tableau 13: UL FTP

La capacité des fichiers chargés pris en compte dépend de la technologie :

- ✚ 150 Kbytes pour GPRS.
- ✚ 0.5 Mbytes pour EDGE.
- ✚ 1 Mbytes pour 3G R99.
- ✚ 5Mbytes pour HSDPA.

D'après les figures et le tableau précédent on remarque que tous les opérateurs ont un 100% comme valeur FTP chargé avec succès, et ils ont un bon débit de chargement par rapport à la technologie utilisée.

### Conclusion :

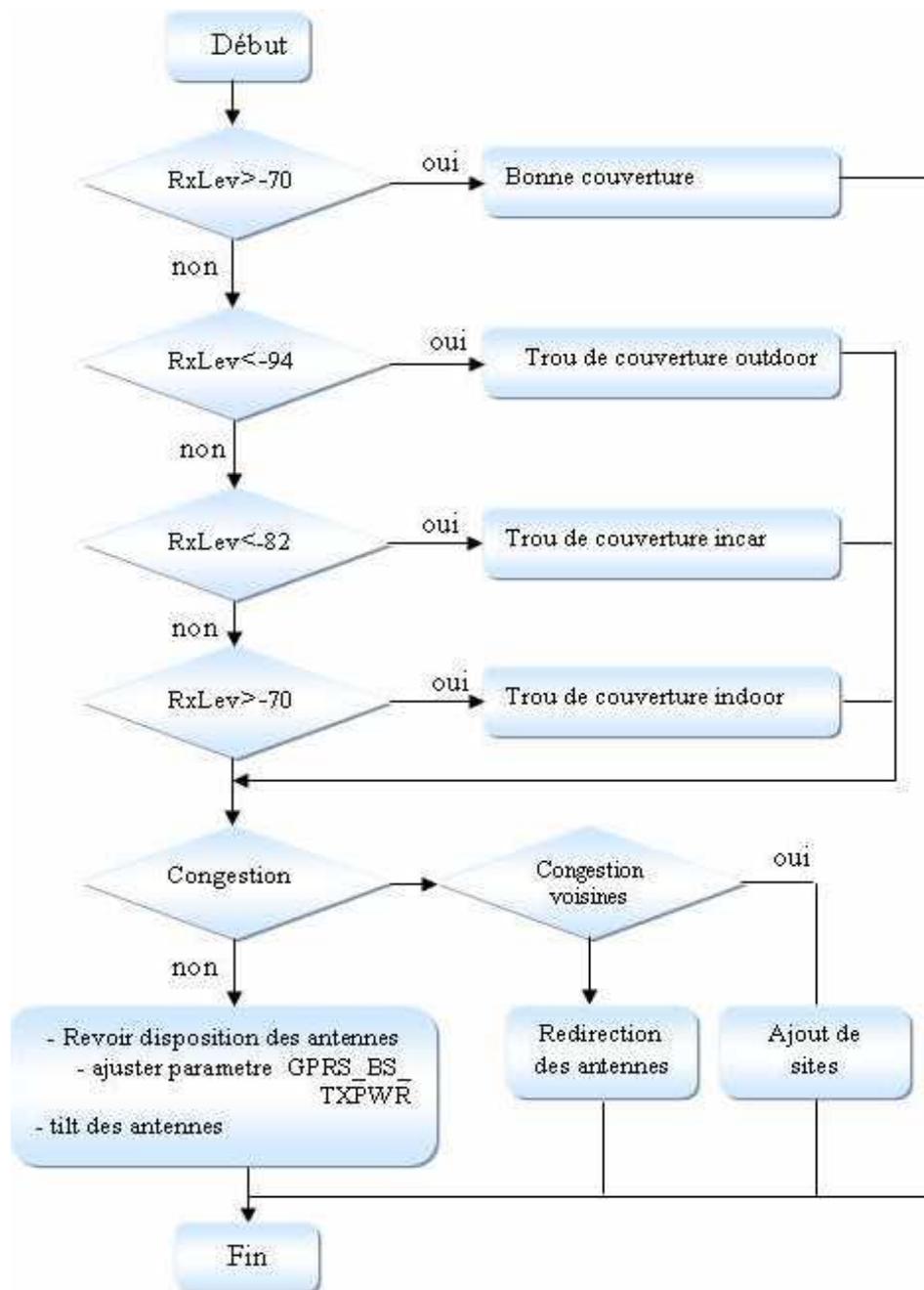
Dans ce chapitre, nous avons défini tous les éléments qui nous ont aidés à réaliser l'étude de la qualité de service des réseaux 2G et 3G IAM, Méditel et Inwi ainsi que toutes les phases de réalisation.

## Conclusion générale

L'amélioration des performances d'un réseau est un objectif essentiel que vise à atteindre tout opérateur télécoms. Ce but est atteint par la garantie d'un niveau de couverture global et une qualité de communication satisfaisante. Ainsi l'objectif de ce travail est le traitement et l'analyse des mesures de l'interface radio GSM dans les différents pays de la zone AMEA et ce afin d'évaluer la qualité réellement perçue par le client et de l'améliorer par la suite. En effet l'accomplissement de cette tâche a nécessité l'approfondissement de mes connaissances du réseau 2G et 3G est une étude détaillée des divers enjeux de la qualité de service dans un tel réseau. Ce stage de fin d'études m'a donné une occasion opportune me permettant de confronter l'acquis théorique à l'environnement pratique. En effet, ce stage m'a permis de prendre certaines responsabilités, et de montrer de plus en plus mes connaissances théoriques et pratiques. C'est là que réside la valeur d'un tel projet de fin d'études qui joint les exigences de la vie professionnelle aux cotés bénéfiques de l'enseignement pratique que j'ai eu à la faculté des sciences et techniques.

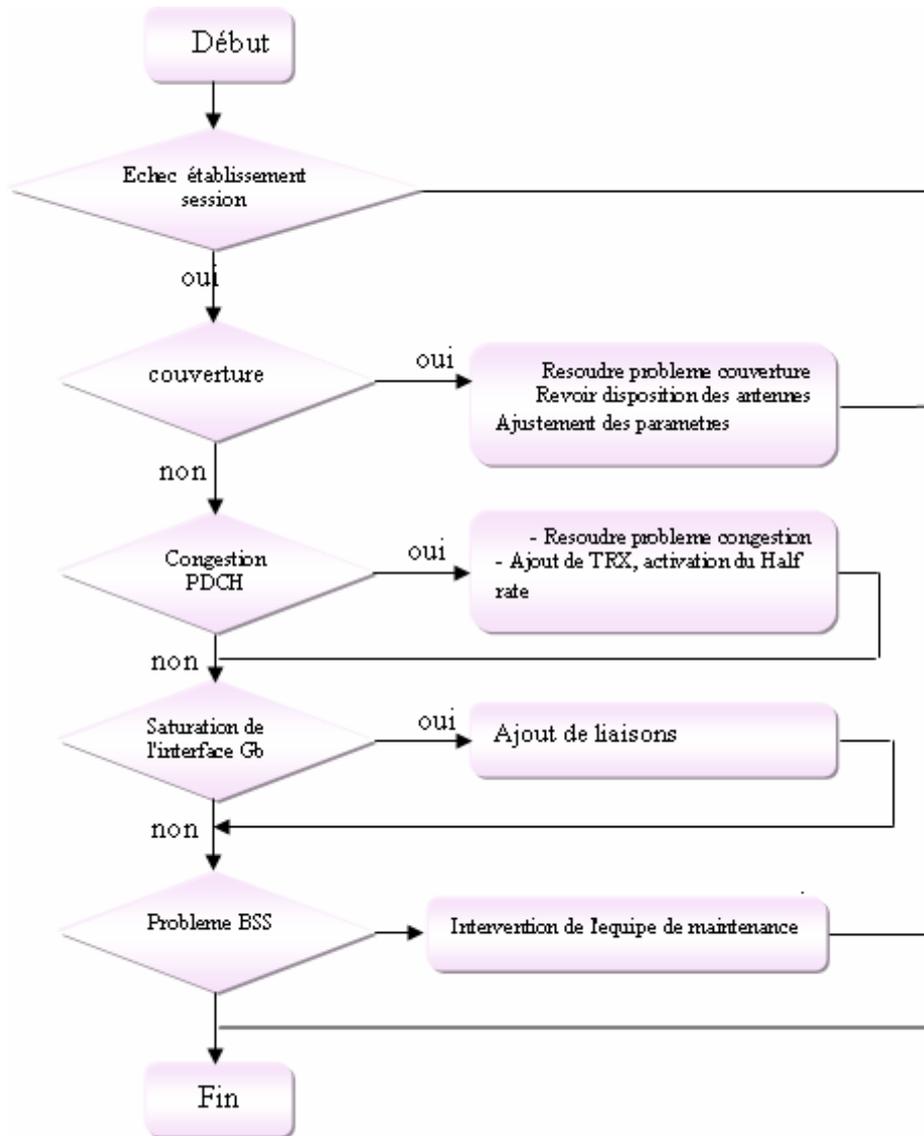
# Annexes

Voici les algorithmes d'optimisation décrits dans le troisième chapitre de ce manuscrit :



*Algorithme d'optimisation du problème de couverture*





*Algorithme d'optimisation du problème d'échec d'établissement des sessions*

### Annexe 3

## Bibliographie & Webographie

**[1]** comment ca marche, janvier 2007.

**[2]** Willy pirard, <<Principe de fonctionnement des réseaux de téléphonie mobile GSM>>1995.

**[3]** Wikipédia, l'encyclopédie en ligne

**[4]** André Gourdin, Jean-Louis Bosc et Kamal Landran, <<test de cellule dans un réseau de télécommunication cellulaire >>, France Télécom 1997.

**[5]** Imane ELMORABIT <<Mode opératoire : post traitement des données de mesures sous ACTIX>> version n°2 2010.

**[6]** Hocin NAJI <<Développement d'une chaîne de mesure pour l'évaluation de couverture GSM>>, Rapport de fin d'étude, SUP'COM 2005/2006

**[7]** Optimisation GSM sous ACTIX généralités et spécificités 2G, Genetel Ref CF052221FRv1.