

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
UNIVERSITE Mouloud MAMMARI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE  
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

**Mémoire de Fin d'Etudes**  
**De MASTER ACADEMIQUE**

Filière : Télécommunications  
Spécialité : Réseaux et Télécommunications

*Présenté par :*

**M<sup>r</sup> BELACEL Sid-ali**

**M<sup>r</sup> AMIS Nassim**

Thème

**Outils de maintenance de réseaux mobile 4G**  
**sous logiciel ASTELLIA**

**M<sup>r</sup>Y.ATTAF**, Maitre de conférences, UMMTO, promoteur

**M<sup>r</sup>R.ZERROUKI** Directeur d'études,      OTA-DJEZZY, Co-encadreur

PROMOTION 2017/2018

## **Remerciements**

*Avec un grand plaisir on remercie Allah qui nous a aidés et nous a donné la patience, le courage et la force d'achever ce travail.*

*Nous tenons à remercier en cette occasion tout le corps professoral et administratif de département de génie électrique et d'informatique de l'université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou pour la richesse et la qualité de leurs enseignements et qui déploient de grands efforts actualisée.*

*Nous tenons à remercier sincèrement notre promoteur **Mr ATTAF** pour nous avoir encadré et dirigé ce travail et qui a été disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire.*

*Un grand merci à **Mr ZERROUKI** notre encadreur au sein de L'entreprise OTA-DJEZZY, et un grand merci à toute les équipes des services de OTA-DJEZZY qui nous ont vraiment aidé, soutenu, encouragé, et le temps qu'ils ont bien voulu nous consacrer.*

*Nous tenons à exprimer nos reconnaissances et notre gratitude à tous nos enseignant(e)s qui nous ont accompagnés(e)s durant notre formation et nos familles et nos ami(e)s pour leurs aides considérables.*

*A tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire.*

*Nassim  
Sid-ali*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes chers Parents, aucun hommage ne pourrait être à la hauteur d'amour dont ils ne cessent de me combler. Que dieu leur procure bonne santé et longue vie,*

*A mes chers frères et sœurs : mouhand, mourad, karim, pour leurs encouragements, permanents, et leur soutien moral,*

*A ma fiancé hanane qui m'a vraiment aidé durant tout mon parcours universitaire, et que dieu nous protège*

*A tous Mes Ami (e)s : bleaid, Karim, Massi, Salim, , Mariem et à mon binôme sid-ali ainsi que mes cousin(e)s,*

*Pour toute ma famille et mes proches pour leurs soutiens tout au long de mon parcours universitaire,*

*Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible,*

*Merci d'être toujours là pour moi.*

*Nassim*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes chers Parents, aucun hommage ne pourrait être à la hauteur d'amour dont ils ne cessent de me combler. Que dieu leur procure bonne santé et longue vie,*

*Mes chères grand parents que dieu les accueille dans son vaste paradis,*

*A mon chère frère : Yacine et ma chère sœur : Sabrina, pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,*

*A tous Mes Ami (e)s : Belaid, Karim, Massi, Salim, Samir, Yacine, Said, et à mon binôme Nassim ainsi que mes cousin(e)s,*

*Pour toute ma famille et mes proches pour leurs soutiens tout au long de mon parcours universitaire,*

*Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible,*

*Merci d'être toujours là pour moi.*

*Sidali*

# **Table des figures**

## Table des figures

- Figure 1.1 : Les différentes technologies sans fil
- Figure 1.2 : Exemple d'un réseau personnel sans fil WPAN
- Figure 1.3 : Architecture du réseau métropolitain sans fil
- Figure 1.4 : Architecture du réseau GSM
- Figure 1.5 : Architecture du réseau GPRS
- Figure 1.6 : Architecture du réseau UMTS
- Figure 2.1 : Architecture du réseau GSM
- Figure 2.2 : le lien entre les 3 sous-systèmes (BSS, NSS, OSS)
- Figure 2.3 : Architecture du réseau GPRS
- Figure 2.4 : Architecture du réseau UMTS
- Figure 2.5 : Présentation générale sur le système LTE
- Figure 2.6 : Architecture du réseau 4G LTE
- Figure 2.7 : Architecture d'EPS (Evolved Packet System)
- Figure 2.8 : Architecture de l'e-UTRAN
- Figure 2.9 : Comparaison 3G / 4G
- Figure 3.1 : Architecture de la fibre optique
- Figure 3.2 : Trace MME
- Figure 3.3 : Trace ASTELLIA
- Figure 3.4 : Trace MME après modification du profil
- Figure 3.5 : Trace ASTELLIA après modification du profil
- Figure 3.6 : Trace IMSI (CS)
- Figure 3.7 : Trace ASTELLIA (CS)
- Figure 3.8 : Trace KPI (CS)
- Figure 3.9 : Trace IMSI (PS)

Figure 3.10 : Trace ASTELLIA (PS)

Figure 3.11 : Trace KPI (PS)

# Liste des tableaux

## **Liste des Tableaux**

Tableau 2.1 : Tableau de donnée (GSM, GPRS, UMTS)

Tableau 2.2 : Différents Paramètres du LTE et LTE-Advanced.

# **Glossaire**

# Glossaire

---

<b>1G</b>	1ère Génération De La Téléphonie Mobile
<b>2G</b>	2ème Génération De La Téléphonie Mobile
<b>3G</b>	3ème Génération De La Téléphonie Mobile
<b>4G</b>	4ème Génération De La Téléphonie Mobile
<b>5G</b>	5ème Génération De La Téléphonie Mobile
<b>3GPP</b>	3ème Génération Partnership Project

## A

<b>AMPS</b>	Advanced Mobile Phone System
<b>AuC</b>	Authentication Center
<b>ADSL</b>	Asymmetric Digital Subscriber Line

## B

<b>BLR</b>	Boucle Locale Radio
<b>BSS</b>	Base Sub-system
<b>BTS</b>	Base Transceiver Station
<b>BSC</b>	Base Station Controller
<b>BG</b>	Border Gateway

## C

<b>CDMA</b>	Code Division Multiple Access
<b>CS</b>	Call Switching

## E

<b>EIR</b>	Equipment Identity Register
<b>EDGE</b>	Enhanced Data Rates for GSM Evolution
<b>EPS</b>	Evolved Packet System
<b>EPC</b>	Evolved Packet Core
<b>E-UTRAN</b>	Evolved UTRAN

## F

<b>FDD</b>	Frequency Division Demultiplexed
<b>FRE</b>	Frame Error Rate

# Glossaire

---

## G

<b>GSM</b>	Groupe Spécial Mobile
<b>GPRS</b>	General PacketRadio Service
<b>GGSN</b>	Gateway GPRS Support Node
<b>GMSC</b>	Gateway MSC

## H

<b>HLR</b>	Home Location Register
<b>HSS</b>	Home Subscriber Service
<b>HW</b>	Hard War

## I

<b>IEEE</b>	Institute of Electrical and ElectronicEngineers
<b>IMEI</b>	International Mobile station Equipment Identity
<b>IMSI</b>	International Mobile SubscriberIdentity
<b>IP</b>	Internet Protocol
<b>IuPS</b>	Interface PacketSwitching
<b>IuCS</b>	Interface Call Switching

## L

<b>LAN</b>	Local Area Network
<b>LTE</b>	Long Term Evolution

## M

<b>MSC</b>	Mobile Switching Centre
<b>MMS</b>	Multimedia Messaging Service
<b>MC</b>	Mobile center
<b>MME</b>	Mobility Management Entity

## N

<b>NSS</b>	Network Sub-System
<b>NMT</b>	Nordique Mobile Téléphone

# Glossaire

---

**NMC** Network and Management Centre

## Q

**OSS** Opération Sub-System

**OFDMA** Orthogonal Frequency Division Multiple Access

**O.T.H** Orascom Telecom Holding

**OMC** Operations and Maintenance Center

## P

**PDA** Personnel Digital Assistant

**PLMN** Public Land Mobile Network

**PDN** Packet Data Network

**PDH** Hiérarchie Numérique Plésiochrone

**PS** PacketSwitching

## Q

**QoS** Quality Of Service

**QPSK** Quadrature Phase Shift Keying

## R

**RTCP** Réseau Téléphonique Commuté Public

**RNIS** Réseau Numérique à Intégration de Services

**RTC** Réseau Téléphonique Commuté

**RNC** Radio Network Controller

**RF** Radio Frequency

**RRC** RadioRessource Control

**RNS** Radio Network Subsystem

## S

**SMS** Short Message Service

**SGSN** Serving GPRS Support Node

**SMSC** Short Message Service Center

**SC-FDMA** Single Carrier – Frequency Division Multiple Access

# Glossaire

---

**S-GW** Serving-GetWay  
**SDH** Synchronous Digital Hierarchy

## T

**TACS** Total Access Communication System  
**TDD** Time Division Demultiplexed  
**TDMA** Time Division Multiple Access

## U

**UMTS** Universal Mobile Télécommunication System  
**UTRAN** UMTS Transport Access Network  
**UIT** Union Internationale des Télécommunications  
**UE** Utilisateur Equipment

## V

**VLR** Visitor Location Register

## W

**WPAN** Wireless Personal Area Network)  
**WLAN** Wireless Local Area Network)  
**WMAN** Wireless Metropolitan Area Network)  
**WWAN** Wireless Wide Area Network)  
**WIMAX** Worldwide Interoperability for Microwave Access  
**WiFi** Wireless Fidelity  
**WAP** Wireless Application Protocol  
**W-CDMA** Wideband Code Division Multiple Access  
**WDM** Wavelength Division Multiplexing)

# Sommaire

---

**Remerciement**

**Dédicace**

**Table des figures**

**Liste des Tableaux**

**Glossaire**

**Introduction générale**..... 1

## **Chapitre 1 : Généralités sur les réseaux sans fil**

1.1. Introduction .....	3
1.2. Définition des réseaux sans fil .....	3
1.3. Les technologies sans fil .....	3
1.4. Présentation des réseaux personnels sans fil (WPAN).....	5
1.4.1. Le Bluetooth.....	5
1.4.2. Le HomeRF.....	5
1.4.3. La technologie ZigBee .....	6
1.4.4. Les liaisons infrarouges.....	6
1.5. Présentation des réseaux locaux sans fil (WLAN).....	6
1.5.1. Le Wifi .....	6
1.5.2. Le HyperLAN2 .....	7
1.6. Présentation des réseaux métropolitains sans fil (WMAN).....	7
1.7. Présentation des réseaux étendus sans fil (WWAN).....	8
1.7.1. GSM .....	8
1.7.2. GPRS.....	9
1.7.3. UMTS.....	10
1.8. Avantages et inconvénients des réseaux sans fil.....	11
1.9. Conclusion.....	12

## **Chapitre 2 :l'évolution de la téléphonie mobile (2G ,3G, 4G)**

2.1. Introduction .....	13
2.2. Historique.....	13
2.3. Les différentes normes téléphoniques .....	14
2.3.1. La première génération des téléphones mobiles (1G).....	14
2.3.2. La deuxième génération des téléphones mobiles (2G).....	14
2.3.2.1. Le réseau GSM.....	15

# Sommaire

---

2.3.2.2. Le réseau GPRS(General Packet Radio) (2.5G).....	17
2.3.3. La troisième génération des téléphones mobiles 3G (UMTS) .....	20
2.3.3.1. Architecture du réseau UMTS.....	21
2.3.3.2. Les fréquences de l'UMTS .....	22
2.3.3.3. Le débit de l'UMTS .....	23
2.3.3.4. Le mode de transmission dans le réseau UMTS .....	23
2.3.4. La quatrième génération des téléphones mobiles 4G (LTE).....	25
2.3.4.1. Définition des réseaux LTE.....	25
2.3.4.2. Les Buts de la 4G LTE .....	26
2.3.4.3. Architecture du réseau 4G LTE .....	27
2.3.4.4. Débits et fréquences du réseau 4G .....	29
2.3.4.5. Délai pour la transmission de données LTE.....	30
2.4. Comparaison entre les réseaux 3G et 4G .....	30
2.5. Conclusion.....	31

## **Chapitre 3 : l'application du logiciel ASTELLIA à la détection de pannes**

3.1. Présentation de la société Djazzy .....	32
3.2. Introduction .....	33
3.3. Les différents services DJEZZY .....	33
3.3.1. Service supervision .....	33
3.3.2. Service BSS (Base Station Sub-system).....	34
3.3.3. Service NSS (Network Switching Center) .....	36
3.3.4. OSS (OperationSub-System).....	38
3.3.5. Service transmission.....	39
3.3.5.1. Transmission de type PDH.....	40
3.3.5.2. Transmission de type SDH.....	40
3.3.5.3. Transmission par fibre optique .....	41
3.4. Les différentes pannes et solution dans les services Djazzy .....	42
3.5. Conclusion .....	50
<b>Conclusion générale</b> .....	<b>51</b>

## **Références Bibliographiques**

## **Annexes**

# **Introduction Générale**

## Introduction générale

Les réseaux mobiles et sans fil ont connu un essor sans précédent ces dernières années. Il s'agit d'une part du déploiement de plusieurs générations successives de réseaux de télécommunications essentiellement dédiés à la téléphonie (2G, GSM) puis plus orientés vers le multimédia (3G, UMTS), ensuite vers la quatrième génération (4G LTE). [1].

D'autre part, les réseaux locaux sans fil sont rentrés dans la vie quotidienne au travers de standards phares tels que WiFi, Bluetooth, etc. Les évolutions se poursuivent de partout, tant dans le monde des réseaux spécialisés (capteurs, étiquettes intelligentes, etc.) que des réseaux télécoms. Ceux-ci voient désormais des solutions concurrentes apparaître provenant de divers horizons : monde télécoms classiques avec HS(D) PA, monde des réseaux sans fil avec le WiMAX voire le monde de la diffusion télévision terrestre et satellite (DVB-T, DVB-H, DVB-S). La future génération de réseaux sans fil dite de quatrième génération (4G) apporte un véritablement tournant dans le foisonnement et la disparité des solutions existantes. L'objectif cette fois sera certes d'augmenter les débits et les applications prises en charge par ces réseaux mais encore de construire un cadre permettant leur interopérabilité. Des premières solutions sont déjà disponibles auprès de la plupart des opérateurs de télécommunications mais la plupart d'entre elles sont des solutions spécifiques à un type d'interconnexion et à un opérateur.[2].

Dans ce mémoire on se verra de présenter les différentes normes (générations) de téléphonie mobile, on commencera tout d'abord par l'ancienne génération très connu et très répondu dans le monde la 2G (GSM), c'est la norme la plus utiliser dans le monde de nos jours et elle est toujours utilisée, ensuite on passera à la 2.5G (GPRS) le réseau issu du réseau GSM, ce réseau et une extension du réseau GSM, après on présentera les réseaux 3G (UMTS), et on finira par présenté la 4G (LTE).

Notre travail s'est donc concentré sur l'étude de la maintenance 4G LTE, présentation des différents services d'OTA-DJEZZY ou on a fait notre stage, et quelle que exemple de panne que on a pu voir et leurs solution en utilisant logiciel ASTELLIA NOVA EXPLORER.

Pour ce faire nous avons organisé ce mémoire en trois chapitres.

Le premier chapitre porte sur les généralités des réseaux sans fils.

Le deuxième chapitre traite sur l'évolution de la téléphonie mobile (2G, 3G, 4G).

Le troisième chapitre porte sur l'application du logiciel ASTELLIA à la détection de pannes. Nous terminons ce mémoire par une conclusion générale, les références bibliographiques et une annexe.

# **Chapitre 1 :**

# **Généralités sur les**

# **réseaux sans fil**

## 1.1 Introduction

Les réseaux sans-fil connaissent actuellement un succès très important dont leur nombre croît très rapidement au sein des entreprises et du grand public. Ils offrent en effet une flexibilité largement supérieure aux réseaux filaires, en s'affranchissant notamment des problèmes de câblage et de mobilité des équipements. Il existe plusieurs familles de réseaux sans fil, chacune étant développée par des organismes différents et donc incompatibles entre elles. [3]

## 1.2 Définition des réseaux sans fil

Un réseau sans fil (en anglais Wireless network) est comme son nom l'indique un réseau dans lequel au moins deux terminaux peuvent communiquer sans liaison filaire. Grâce aux réseaux sans fil, un utilisateur a la possibilité de rester connecté tout en se déplaçant dans un périmètre géographique plus ou moins étendu, c'est la raison pour laquelle on entend parfois parler de "mobilité". [3].

Les réseaux sans fil sont basés sur une liaison utilisant des ondes radioélectriques (radio et infrarouges) en lieu et place des câbles habituels. Il existe plusieurs technologies se distinguant d'une part par la fréquence d'émission utilisée, ainsi que le débit et la portée des transmissions.

Les réseaux sans fil permettent de relier très facilement des équipements distants d'une dizaine de mètres à quelques kilomètres. De plus l'installation de tels réseaux ne demande pas de lourds aménagements des infrastructures existantes comme c'est le cas avec les réseaux filaires (creusement de tranchées pour acheminer les câbles, équipements des bâtiments en câblage, goulottes et connecteurs), ce qui a valu un développement rapide de ce type de technologies.

Ils sont en pleine expansion du fait de la flexibilité de leur interface. Ce qui permet à l'utilisateur de changer de place tout en restant connecté.

## 1.3 Les technologies sans fil

Les technologies dites « sans fil », ces normes facilitent et réduisent le coût de connexion pour les réseaux de grande taille. Avec peu de matériel et un peu d'organisation, de grandes quantités d'informations peuvent maintenant circuler sur plusieurs centaines de mètres, sans avoir recours à une compagnie de téléphone ou de câblage. [4]. Ces technologies peuvent être classées en quatre parties :

- Les réseaux personnels sans fil : WPAN (**W**ireless **P**ersonal**A**rea**N**etwork) ;
- Les réseaux locaux sans fil : WLAN (**W**ireless **L**ocal **A**rea **N**etwork) ;
- Les réseaux métropolitains sans fil : WMAN (**W**ireless **M**etropolitan**A**rea**N**etwork) ;
- Les larges réseaux sans fil : WWAN (**W**ireless **W**ide **A**rea **N**etwork)

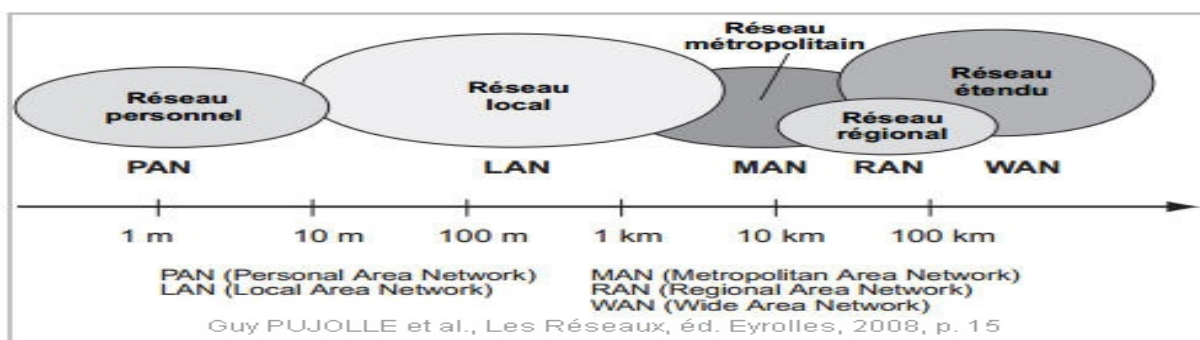
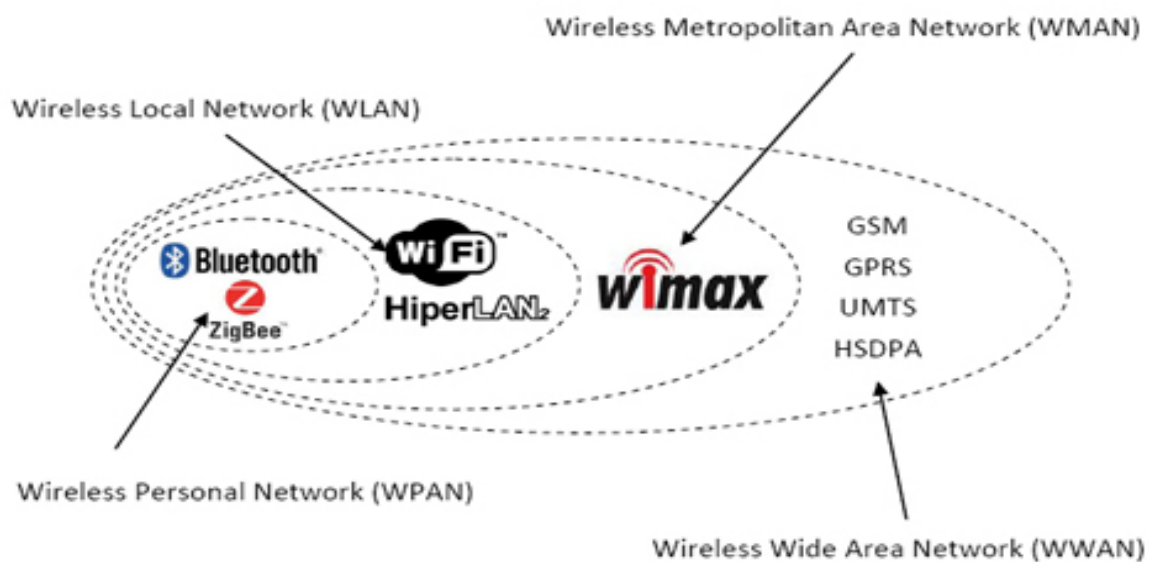
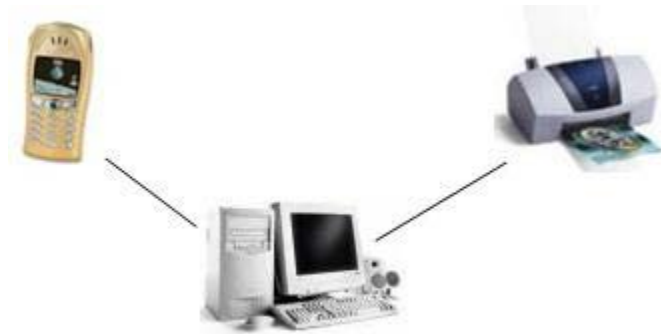


Figure 1.1 : Les différentes technologies sans fil.

### 1.4 Présentation des réseaux personnels sans fil (WPAN)

Le réseau personnel sans fil (appelé également réseau individuel sans fil ou réseau domestique sans fil et noté WPAN) concerne les réseaux sans fil d'une faible portée : de l'ordre de quelques dizaines de mètres. [5].

Ce type de réseau sert généralement à relier des périphériques (imprimante, téléphone portable, appareils domestiques, ... ou un assistant personnel (PDA : **P**ersonnel **D**igital **A**ssistant)) à un ordinateur sans liaison filaire ou bien à permettre la liaison sans fil entre deux machines très peu distantes. La Figure 1.2 représente un exemple de réseau personnel sans fil



**Figure 1.2 :** Exemple d'un réseau personnel sans fil WPAN.

Il existe plusieurs technologies utilisées pour les WPAN :

#### 1.4.1 Le Bluetooth

Lancé en 1994 par Ericsson, son débit théorique est de 1Mbits/s pour une portée maximale d'environ 30 mètres. L'avantage est que cette technologie est peu gourmande en énergie, c'est pourquoi elle est adaptée pour les petits périphériques comme le téléphone portable ou encore une souris.

#### 1.4.2 Le HomeRF

Lancé en 1998, n'a pas su conquérir les utilisateurs malgré le soutien d'Intel. Cette solution a été abandonnée en 2003. Sa vitesse était d'environ 10Mbits/s avec une portée avoisinant les 100 mètres

### 1.4.3 La technologie ZigBee

Solution très récente. Il s'agit d'une variante du Bluetooth qui permet d'obtenir des liaisons sans fil à très bas prix et avec une consommation d'énergie très faible. L'avenir de cette solution est garanti. La technologie sans fil s'est toujours heurtée au fait que les appareils sans fil sont extrêmement consommateurs d'électricité.

C'est pour cela que l'IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) a développée ZigBee. Ce dernier permet la communication machine à machine, avec une très faible consommation électrique et des coûts très bas. Des constructeurs comme Motorola ou Philips le soutiennent déjà. Sa vitesse maximum est de 128 Kbits/s. Contrairement au Wifi ou au LAN, ZigBee n'a pas besoin d'un système centralisé pour coordonner le flux de messages.

### 1.4.4 Les liaisons infrarouges

Elles sont omniprésentes dans la maison. Par exemple, on peut citer les télécommandes. Cette solution est très simple et pas cher. Par contre, elles sont très sensibles au positionnement des appareils (ils doivent être en face l'un de l'autre) et aux perturbations lumineuses. La liaison fonctionne sur quelques mètres pour une vitesse de quelques Mégabits par secondes.

## 1.5 Présentation des réseaux locaux sans fil (WLAN)

Le LAN sans fil (WLAN) est un système de transmission des données conçu pour assurer une liaison indépendante de l'emplacement des périphériques informatiques qui composent le réseau et utilisant les ondes radios plutôt qu'une infrastructure câblée. Il permet de relier entre eux les terminaux présents dans la zone de couverture. Ce qui est très intéressant c'est sa vitesse de transfert. [5].

Il existe différentes technologies utilisées pour les WLAN :

### 1.5.1 Le Wifi

WiFi est un ensemble de protocoles de communication sans fil régis par les normes du groupe IEEE 802.11. Grâce aux normes WiFi, il est possible de créer des réseaux locaux sans fil à haut débit. Dans la pratique, le WiFi permet de relier des ordinateurs portables, des machines de bureau, des assistants personnels (PDA : Personal Digital Assistant.), des objets communicants ou même des périphériques à une liaison haut débit (de 11 Mbit/s théoriques ou 6 Mbit/s réels en 802.11b à 54 Mbit/s théoriques ou environ 25 Mbit/s réels en 802.11a

ou 802.11g sur un rayon de plusieurs dizaines de mètres en intérieur (généralement entre une vingtaine et une cinquantaine de mètres).

### 1.5.2 Le HyperLAN2

Hyperlan est une norme européenne. A la base, elle offre un débit de 20Mbits/s, mais la version Hyperlan2 permet d'atteindre 54Mbits/s sur un rayon d'action identique à celui du Wifi. Cette solution exploite la gamme de fréquence de 5GHz alors que le Wifi utilise les 2,4GHz. Cela autorise aujourd'hui son exploitation pour un usage local, sous certaines conditions qui notamment concernent la puissance des émetteurs. Il faut noter que cette solution perd sur terrain au profit du Wifi.

## 1.6 Présentation des réseaux métropolitains sans fil (WMAN)

Le réseau métropolitain sans fil (WMAN pour Wireless Metropolitan Area Network) est connu sous le nom de Boucle Locale Radio (BLR). Les WMAN sont basés sur la norme IEEE802.16. La boucle locale radio offre un débit utile de 1 à 10 Mbit/s pour une portée de 4 à 10 kilomètres, ce qui destine principalement cette technologie aux opérateurs de télécommunication. [5].

La norme de réseau métropolitain sans fil la plus connue est le WiMAX, permettant d'obtenir des débits de l'ordre de 70 Mbit/s sur un rayon de plusieurs kilomètres.

La Figure représente l'architecture de réseau métropolitain sans fil

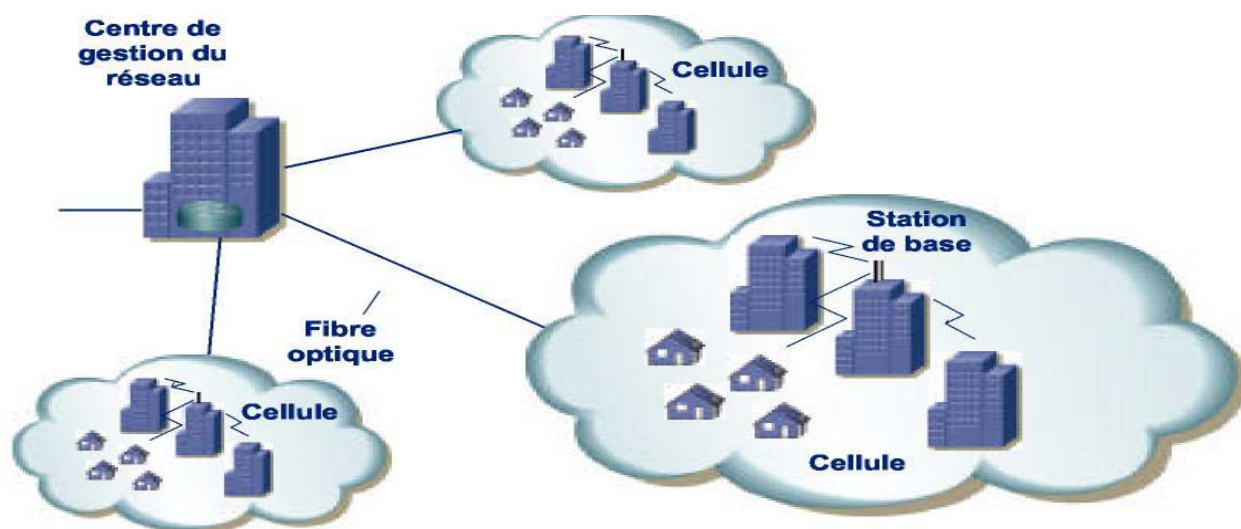


Figure 1.3: Architecture du réseau métropolitain sans fil.

## 1.7 Présentation des réseaux étendus sans fil (WWAN)

Le réseau étendu sans fil WWAN est également connu sous le nom de réseau cellulaire mobile. Il s'agit des réseaux sans fil les plus répandus puisque tous les téléphones mobiles sont connectés à un réseau étendu sans fil. [5]. Les principales technologies sont les suivantes :

- GSM (Groupe Spécial Mobile) ;
- GPRS (General PacketRadio Service) ;
- UMTS (UniversalMobile Télécommunication System).

Nous allons expliquer brièvement les 3 technologies :

### 1.7.1 GSM

Le GSM est un système de radiotéléphonie cellulaire numérique, qui offre à ses abonnés des services qui permettent la communication de station mobile de bout en bout à travers le réseau. La téléphonie est le service le plus important des services offerts. Ce réseau permet la communication entre deux postes mobiles ou entre un poste mobile et un poste fixe. Les autres services proposés sont la transmission de données et la transmission de messages alphanumériques courts.

La Figure 1.4 représente l'architecture du réseau GSM.

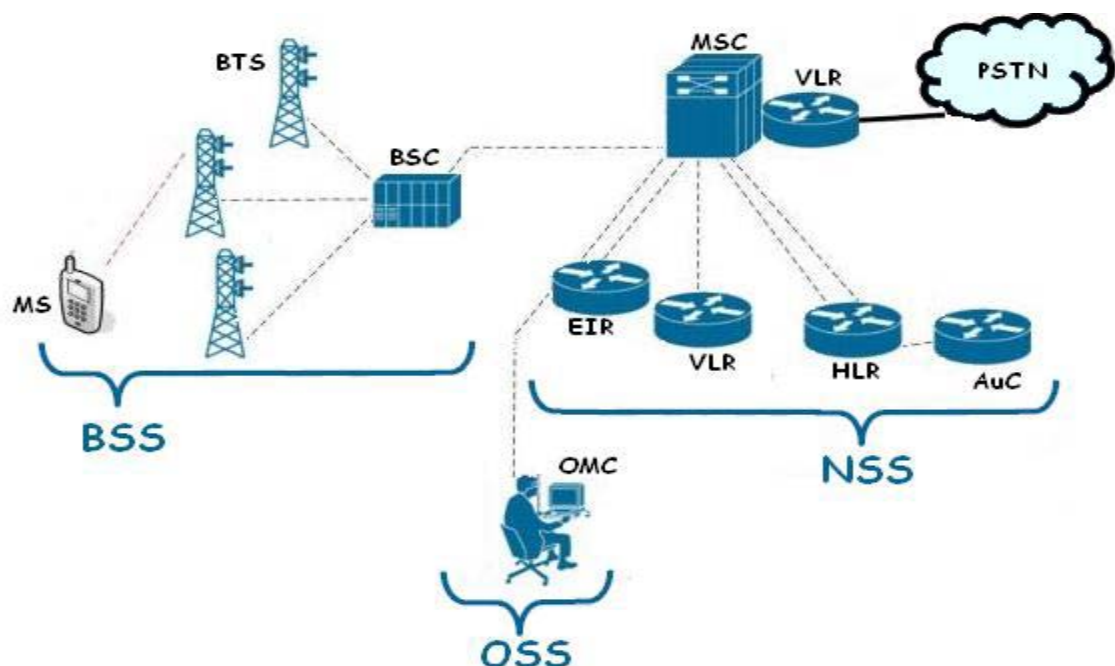


Figure 1.4 : Architecture du réseau GSM.

➤ **BSS (Base Sub-system)**: sous-système radio, sa fonction principale est la gestion de l'attribution des ressources radio, indépendamment des abonnés, de leur identité ou de leur communication.

➤ **NSS (Network Sub-System)**: le sous-système d'acheminement, Il assure principalement les fonctions de commutation et de routage. C'est donc lui qui permet l'accès au réseau public RTCP (**R**éseau **T**éléphonique **C**ommuté **P**ublic) ou RNIS (**R**éseau **N**umérique à **I**ntégration de **S**ervices). En plus des fonctions indispensables de commutation, on y retrouve les fonctions de gestion de la mobilité, de la sécurité et de la confidentialité qui sont implantées dans la norme GSM.

➤ **OSS (Opération Sub-System)**: le sous-système d'exploitation et maintenance, Il assure la gestion et la supervision du réseau. C'est la fonction dont l'implémentation est laissée avec le plus de liberté dans la norme GSM. La supervision du réseau intervient à de nombreux niveaux :

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

### 1.7.2 GPRS

Le réseau GPRS vient ajouter un certain nombre de « modules » sur le réseau GSM sans changer le réseau existant. Ainsi son but est de conserver l'ensemble des modules de l'architecture GSM, nous verrons par ailleurs que certains modules GSM seront utilisés pour le fonctionnement du réseau GPRS. [6].

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.

La figure 1.3 présente l'architecture du réseau GPRS.

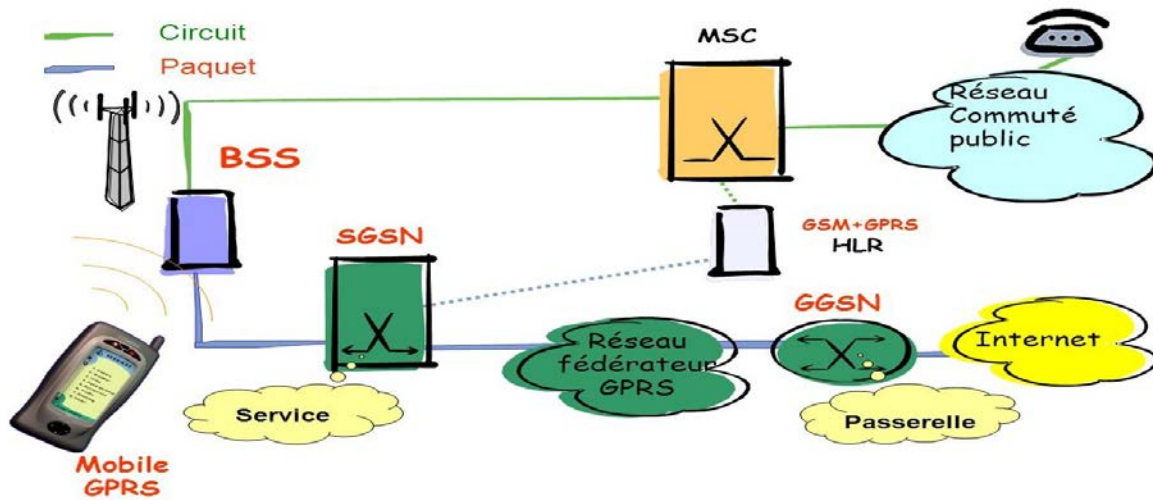


Figure 1.5 : Architecture du réseau GPRS

### 1.7.3 UMTS

Le réseau cœur de l'UMTS s'appuie sur les éléments de base du réseau GSM et GPRS. Il est en charge de la commutation et du routage des communications (voix et données) vers les réseaux externes. Dans un premier temps le réseau UMTS devrait s'appuyer sur le réseau GPRS [6].

Le réseau UMTS vient se combiner aux réseaux déjà existants GSM et GPRS, qui apportent des fonctionnalités respectives de Voix et de Données, le réseau UMTS apporte ensuite les fonctionnalités Multimédia.

Le réseau cœur se décompose en deux parties : le domaine circuit dans un premier temps et le domaine paquet. La figure 1.6 présente l'architecture du réseau UMTS.

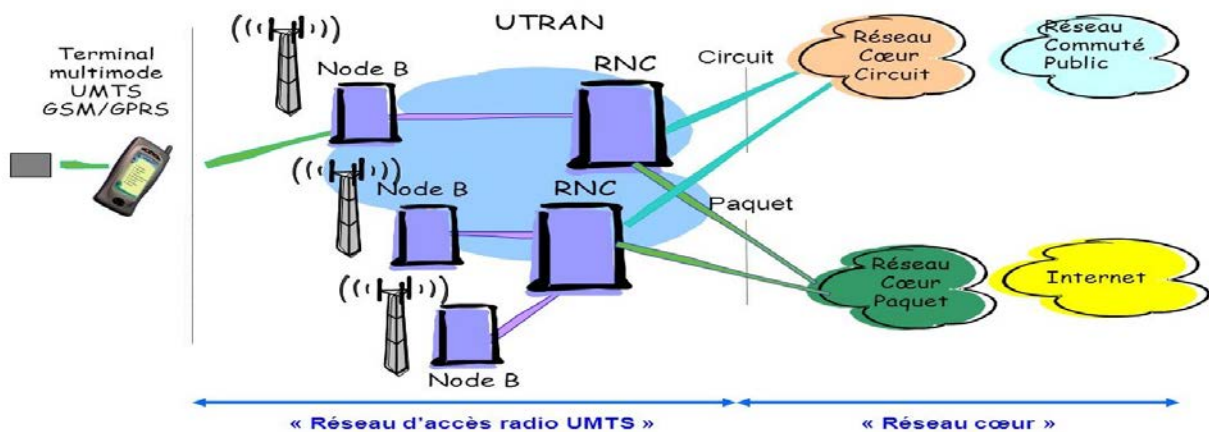


Figure 1.6 : Architecture du réseau UMTS

## 1.8 Avantages et inconvénients des réseaux sans fil

La majorité des réseaux sans fil disposent des mêmes avantages, à savoir la mobilité, une facilité et une rapidité d'installation et d'utilisation. [9].

➤ **Mobilité** : c'est évidemment le principal avantage qu'offre un WLAN, contrairement au réseau fixe, un utilisateur peut accéder à des informations partagées ou se connecter à Internet sans avoir à être relié physiquement au réseau.

➤ **Simplicité d'installation** : l'installation d'un WLAN est relativement simple et rapide, comparée à celle d'un réseau local, puisqu'on élimine le besoin de tirer des câbles dans les murs et les plafonds. De ce fait, les WLAN peuvent être installés là où les câbles ne peuvent être déployés facilement, par exemple pour couvrir un événement limité dans le temps, comme un salon, une conférence ou une compétition sportive.

➤ **Topologie** : la topologie d'un WLAN est particulièrement flexible, puisqu'elle peut être modifiée rapidement. Cette topologie n'est pas statique, comme dans les réseaux locaux filaires, mais dynamique. Elle s'édifie dans le temps en fonction du nombre d'utilisateurs qui se connectent et se déconnectent.

➤ **Coût** : l'investissement matériel initial est certes plus élevé que pour un réseau filaire, mais, à moyen terme, ces coûts se réduiront. Par ailleurs, les coûts d'installation et de maintenance sont presque nuls, puisqu'il n'y a pas de câbles à poser et que les modifications de la topologie du réseau n'entraînent pas de dépenses supplémentaires.

➤ **Inter connectivité avec les réseaux locaux** : les WLAN sont compatibles avec les LAN existants, comme c'est le cas des réseaux WIFI et Ethernet, par exemple, qui peuvent coexister dans un même environnement.

➤ **Fiabilité** : les transmissions sans fil ont prouvé leur efficacité dans les domaines aussi bien civils que militaires. Bien que les interférences liées aux ondes radio puissent dégrader les performances d'un WLAN, elles restent assez rares. Une bonne conception du WLAN ainsi qu'une distance limitée entre les différents équipements radio (station set ou points d'accès), permettent au signal radio d'être transmis correctement et autorisent des performances similaires à celles d'un réseau local. Étant donné que la norme 802.11 est l'objet de notre étude, dans la suite du document on va étudier et présenter les différentes normes.

Comme rien n'est jamais parfait, ce type de réseau présente également quelque inconvénient :

- Problèmes liés aux ondes radio (taux d'erreur plus important):
  - ✓ Interférences (provenant d'autres réseaux)
  - ✓ Effets multi-trajets
- La réglementation ;
- Effets sur la santé ;
- La sécurité ;
- Typiquement très peu de bande passante (comparer aux réseaux filaires) ;
- Plusieurs solutions propriétaires (la normalisation prend du temps = consensus) ;
- Les produits doivent se conformer aux restrictions nationales : difficile d'avoir une solution globale

## 1.9 Conclusion

En conclusion, Les réseaux sans fil en général, sont des technologies intéressantes et très utilisées dans divers domaines comme l'industrie, la santé et le domaine militaire. Cette diversification d'utilisation revient aux différents avantages qu'apportent ces technologies, comme la mobilité, la simplicité d'installation (absence de câblage) c'est-à-dire dans un réseau sans fil les stations ne sont plus reliées entre elles physiquement par un câble mais par l'intermédiaire d'un support sans fil, La disponibilité (aussi bien commerciale que dans les expériences). Mais la sécurité dans ce domaine reste un sujet très délicat, car depuis l'utilisation de ce type de réseaux plusieurs failles ont été détectées. Et finalement les réseaux sans fil ne visent toutefois pas à remplacer les réseaux filaires mais plutôt à leur apporter les nombreux avantages découlant d'un nouveau service : la mobilité de l'utilisateur.

**Chapitre 2 :**  
**L'évolution de la**  
**téléphonie mobile**  
**(2G ,3G, 4G)**

## 2.1 Introduction :

Le domaine de télécommunication mobile a connu un remarquable essor dans notre paysces dernières années, plusieurs générations ont vues le jour (1G, 2G, 3G, 4G et prochainement la 5G pas encore mis en œuvre) en apportant un débit exceptionnel et qui ne cesse d'augmenter, une bande passante de plus en plus large, et un des avantages d'une telle bande passante est le nombre d'utilisateur pouvant être supportés. [1].

Les réseaux de la 1ere génération (appelée aussi 1G) ont été intégrés au réseau de télécommunication dans les années 80. Ces systèmes ont cependant été abandonnés il y a quelques années laissant la place à la seconde génération, appelée 2G lancée en 1991. Elle est encore active de nos jours. Nous pouvons distinguer deux autres types de générations au sein même de la seconde : la 2.5 et la 2.75. Le principal standard utilisant la 2G est GSM. A la différence de la 1G, la seconde génération de norme permet d'accéder à divers services, comme l'utilisation de WAP permettant d'accéder à internet, tant dit que pour la 3eme génération connus sous le nom de 3G permet un haut débit pour l'accès à internet et le transfert de données. En ce qui concerne la nouvelle génération 4G (LTE), déployer jusque-là que par quelque pays, elle permet le très haut débit, une moindre latence et beaucoup d'autres services.

Dans ce chapitre nous allons présenter les défrettes générations de téléphones mobiles, leurs architectures ainsi que d'autres services pouvant être utilisés par chacune de ces générations cellulaires.

## 2.2 Historique

L'usage des services de communications mobiles a connu un essor remarquable, ces dernières années. La fin 2012 environs de 6.4 milliards d'abonnés à travers le monde.

C'est véritablement un nouveau secteur de l'industrie mondiale qui s'est créé, regroupant notamment constructeurs de circuits électroniques, de terminaux mobiles, d'infrastructures de réseaux, développeurs d'applications et de services et opérateurs de réseaux mobiles.

### 2.3 Les différentes normes téléphoniques

Avant d'expliquer l'état actuel des technologies utilisées aujourd'hui, il nous semble intéressant de rappeler l'évolution de ces techniques, cela a pour avantage de savoir de quoi nous sommes partis pour mieux se positionner à l'heure actuelle.

#### 2.3.1 La première génération des téléphones mobiles (1G)

C'est à la fin des années 70 et début des années 80 que les communications mobiles ont fait un saut en avant (au niveau de la mobilité et de la capacité). Les évolutions des technologies des semi-conducteurs et microprocesseurs ont permis la conception de mobiles plus petits, plus légers, plus sophistiqués et surtout accessibles pour un plus grand nombre d'utilisateurs. [8].

Ces cellulaires de 1<sup>ère</sup> Génération transmettent la voix d'une façon analogique. Les plus importants systèmes sont AMPS (Advanced Mobile Phone System), NMT (Nordique Mobile Téléphone), et TACS (Total Access Communication System).

Avec l'introduction de la 1<sup>ère</sup> Génération de mobile sur le marché, la vente annuelle a augmenté, atteignant ainsi les 20 millions d'utilisateurs dans les années 90.

Ce système avait des handicaps, le premier était le nombre très limité de communications simultanées dans une même cellule. Le second, vient du fait que chaque pays édicte sa norme, si bien que les systèmes de radiocommunications sont incompatibles d'un pays à l'autre.

#### 2.3.2 La deuxième génération des téléphones mobiles (2G)

Le GSM est apparu dans les années 90. Il s'agit de la norme 2G. Son principe, est de passer des appels téléphoniques, s'appuyant sur les transmissions numériques permettant une sécurisation des données (avec cryptage), il a connu un succès et a permis de susciter le besoin de téléphoner en tout lieu avec la possibilité d'émettre des minimes messages (SMS, limités à 80 caractères). Ainsi qu'il autorise le roaming entre pays exploitant le réseau GSM. [7].

Devant le succès, il a fallu proposer de nouvelles fréquences aux opérateurs pour acheminer toutes les communications, et de nouveaux services sont aussi apparus, comme le MMS. Le débit de 9.6 kbps proposé par le GSM est insuffisant, dans ce concept, ils ont pensé à développer de nouvelles techniques de modulations et de codages qui ont permis d'accroître le débit pour la nouvelle génération.

### 1.3.2.1 Le réseau GSM

Le début de la téléphonie mobile était réellement en 1982 par un Groupe Spécial Mobile appelé GSM qui a été créé pour élaborer les normes de communications mobiles pour l'Europe dans la bande de fréquences de 890 à 915 [MHz], la première communication GSM a eu lieu en 1991, ainsi, GSM change de signification et devient Global System for Mobile communications, ces spécifications ont été conçues pour des systèmes fonctionnant dans la bande des 1800 [MHz]. [7].

Cette norme (GSM) a enrichi le réseau téléphonique vu que c'est une norme et protocole d'accord paneuropéens, d'infrastructure normalisée, le nouveau concept de la carte Sim, une Transmission numérique, codage de la parole (cryptage), de nouveaux services (SMS, Voice mail, MMS.....) et surtout la prise en charge d'un nombre importants d'abonnés.

Notons que GSM est la deuxième génération du réseau mobile.

Le réseau GSM a pour premier rôle de permettre des communications entre abonnés mobiles (GSM) et abonnés du réseau téléphonique commuté (RTC .réseau fixe).

Il se distingue par un accès spécifique appelé la liaison radio. La figure 1.1 présente l'architecture du Réseau GSM.

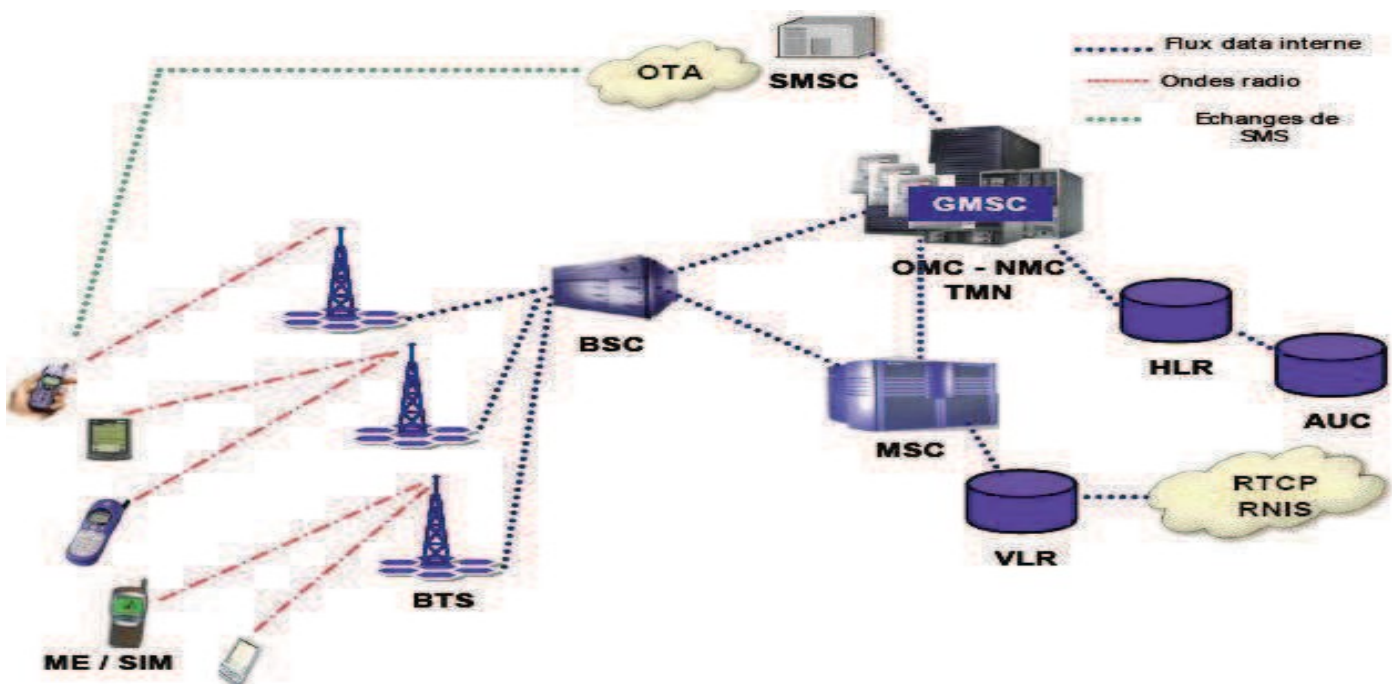
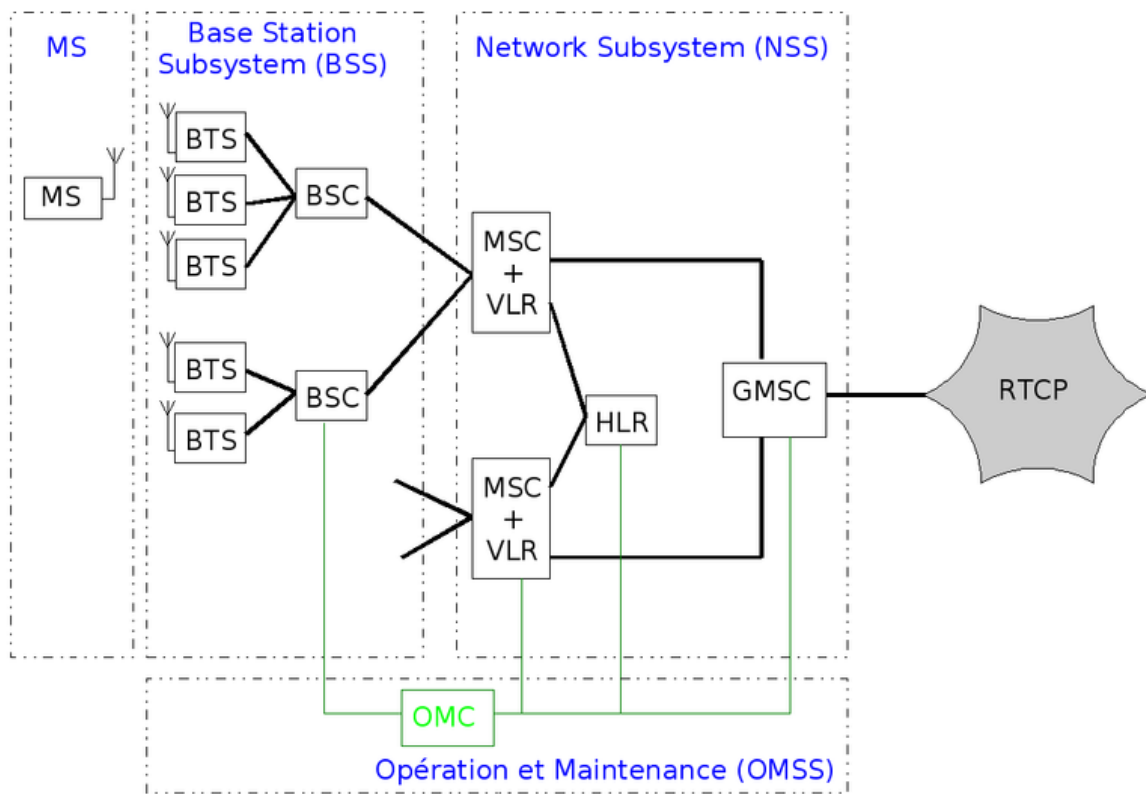
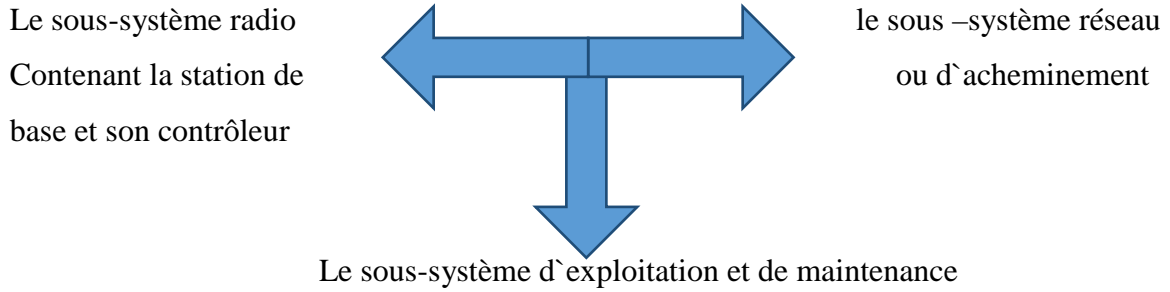


Figure 2.1 : Architecture du réseau GSM

**A) Architecture d'un réseau GSM**

L'architecture d'un réseau GSM peut être divisée en trois sous-systèmes[7].



**Figure 2.2 :** Le lien entre les 3 sous-systèmes (BSS, NSS, OSS)

**a. Le sous-système radio(BSS)**

BSS pour base station sub-system, c'est un sous-système de l'architecture GSM qui assure les transmissions radioélectriques et gère la ressource radio.

Le BSS comprend les MC qui sont des stations mobile, les BTS qui sont des émetteurs-récepteurs ayant un minimum d'intelligence et les BSC qui contrôlent un ensemble de BTS et permettent une première concentration des circuits.

**b. Sous-système réseau (NSS)**

Appelé Network Switching Center (NSS), joue un rôle essentiel dans un réseau mobile. Alors que le sous-réseau radio gère l'accès radio, les éléments du NSS prennent en charge toutes les fonctions de contrôle et d'analyse d'informations contenues dans des bases de données nécessaires à l'établissement de connexions utilisant une ou plusieurs des fonctions suivantes : chiffrement, authentification ou roaming.

Le NSS est constitué de plusieurs éléments qui sont : Mobile Switching Center (MSC), Home Location Register (HLR)/ Authentication Center (AuC), Visitor Location Register (VLR), Equipment Identity Register (EIR).

**c. Sous-système d'exploitation et de maintenance (OSS)**

Cette partie du réseau regroupe trois activités principales de gestion ; la gestion administrative, commerciale et technique.

Le réseau de maintenance technique s'intéresse au fonctionnement des éléments du réseau. Il gère notamment les alarmes, les pannes, la sécurité, . . . Ce réseau s'appuie sur un réseau de transfert de données, totalement dissocié du réseau de communication GSM.

**2.3.2.2 Le réseau GPRS (General Packet Radio) (2.5G)**

La mise en place d'un réseau GPRS va permettre à un opérateur de proposer de nouveaux service de type 'Data' à ses clients.

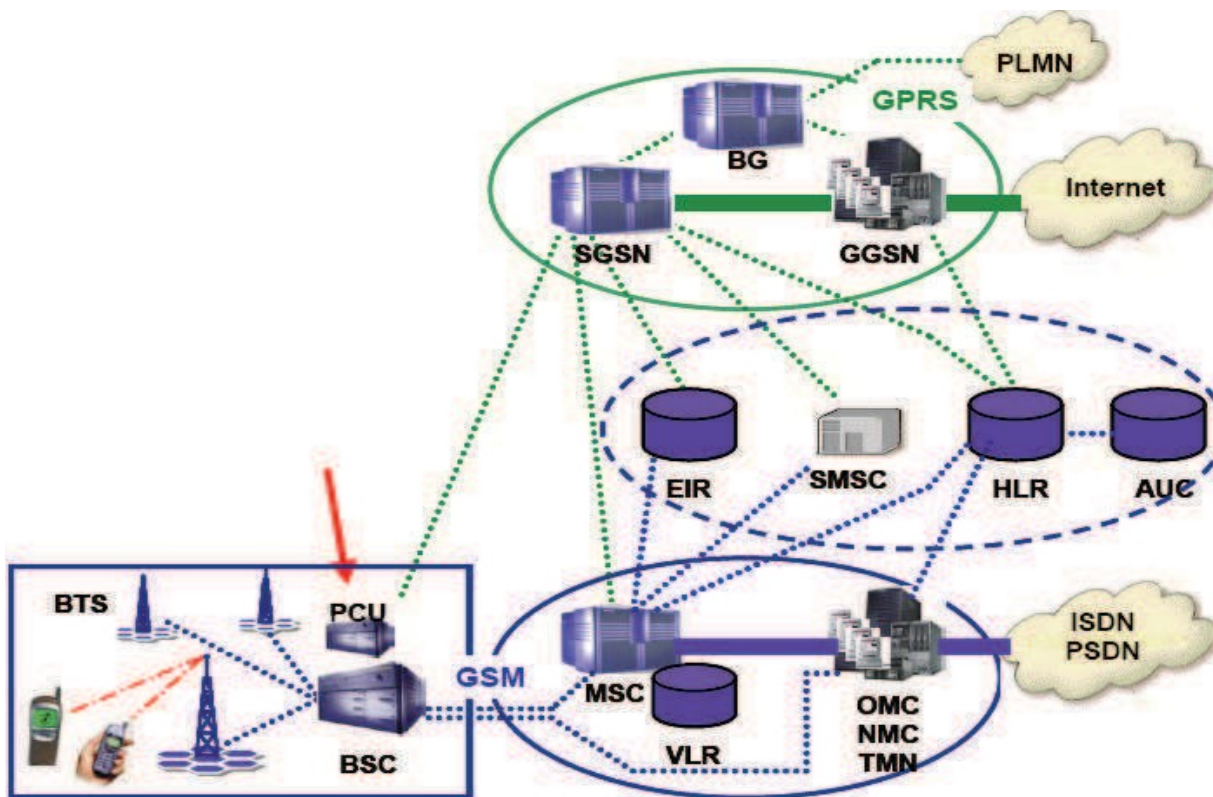
Le réseau GPRS vient ajouter un certain nombre de « modules » sur le réseau GSM sans changer le réseau existant, ainsi son but est de conserver l'ensemble des modules de l'architecture GSM en utilisant le mode de transmission par « paquets ». Cette méthode est plus adaptée à la transmission des données. En effet, les ressources ne sont allouées que

lorsque des données sont «échangées», contrairement au mode «Circuit» en GSM ou un circuit est établi et les ressources associées pour toute la durée de la communication.

Le GPRS a ensuite évolué au début des années 2000 vers la norme EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) 2.75G, également optimisée pour transférer des données et qui utilise les mêmes fréquences radio. [7].

Nous verrons par ailleurs que certains modules GSM seront utilisés pour le fonctionnement du réseau GPRS.

La **Figure 2.3** présente l'architecture de réseau GPRS



**Figure 2.3** : Architecture du réseau GPRS.

Un réseau GPRS est un réseau IP. Qui est donc constitué de routeurs IP. L'introduction de la mobilité nécessite par ailleurs la précision de deux nouvelles entités

### **A. Le nœud de service (SGSN)**

Le nœud de service dénommé SGSN (Serving GPRS Support Node) est relié au BSS du réseau GSM. Le SGSN est en connexion avec l'ensemble des éléments qui assurent et gèrent les transmissions radio : BTS, BSC, HLR ...

Le SGSN joue un rôle de routeur, il gère les terminaux GPRS présents dans une zone donnée. Le SGSN est le « contrôleur » des terminaux GPRS présents dans sa zone de surveillance.

### **B. Le nœud de passerelle (GGSN)**

Le nœud de passerelle dans le GPRS dénommé GGSN (Gateway GPRS Support Node) est relié à un ou plusieurs réseaux de données (Internet, autre réseau GPRS...). Le GGSN est un routeur qui permet de gérer les transmissions de paquets de données :

- Paquets entrants d'un réseau externe, acheminés vers le SGSN du destinataire.
- Paquets sortants vers un réseau externe, émanant d'un destinataire interne au réseau.

### **C. Le module BG (Border Gateway)**

Le concept de BG (Border Gateway) permet de connecter les réseaux GPRS via un réseau fédérateur qui assure les fonctions de sécurité pour la connexion entre ces réseaux. Ces BG ne sont néanmoins pas spécifiés par les recommandations mais elles jouent le rôle d'interface avec les autres PLMN (Public Land Mobile Network) permettant ainsi de gérer les niveaux de sécurité entre les réseaux (par exemple entre deux opérateurs concurrents).

### **D. Les équipements GSM utilisés**

Le réseau GPRS appuie son architecture sur les éléments du réseau GSM :

- Les BTS et BSC permettent de couvrir un territoire national pour localiser les terminaux.
- Le MSC et le VLR permettent également de gérer les problématiques d'itinérance des abonnés sur les réseaux GSM et GPRS.
- Le SMSC et le GMSC permettent la communication interne au réseau par l'envoi de messages courts à destination du terminal GPRS.
- Le HLR permet de gérer les problématiques liées à la localisation des individus (en mode GPRS, fournir une carte de la ville où se trouve l'abonné).
- L'EIR permet de gérer les problématiques liées au terminal visé.

Le réseau GPRS est totalement dépendant du bon fonctionnement des infrastructures du réseau GSM. Le réseau GSM constitue donc en effet une base pour la mise en place du réseau GPRS.

L'ensemble des éléments GSM et GPRS sont associés pour fournir un service GPRS.

Deux protocoles sont alors utilisés :

- Le traditionnel protocole IP qui assure une ouverture vers les terminaux fixes extérieurs au réseau.
- Le protocole SS7 (Signal Sémaphore 7) qui est un protocole interne au réseau GPRS.

### ✓ **Le type de transmission dans le réseau GPRS**

Ce standard utilise un mode de transmission par paquet. Lorsque le mobile transmet des données vers un terminal fixe, les données sont transmises via le BSS (BTS + BSC) au SGSN qui envoie ensuite les données vers le GGSN qui les route vers le destinataire.

Le routage vers des terminaux (terminal mobile vers terminal mobile ou terminal fixe vers terminal mobile) utilise le principe de l'encapsulation et des protocoles tunnels. Les données revues par le GGSN sont transmises au SGSN dont dépend le mobile destinataire.

### ❖ **La gestion d'itinérance**

La gestion de l'itinérance reprend les principes du réseau GSM avec le regroupement de cellules en zones. Le terminal GPRS peut se trouver dans trois modes

- ✓ Etat de « repos », le mobile est éteint.
- ✓ Etat de « surveillance », le mobile est localisé au niveau de la zone de routage. Le mobile peut être appelé par le SGSN.
- ✓ Etat « prêt », le mobile est localisé au niveau de la cellule. Le mobile peut recevoir des informations ; dans cet état le terminal est localisable à la cellule près.

Une zone de routage est un regroupement de cellules (cellules réseau GSM).

En état de « surveillance » puis de « prêt », le terminal ne monopolise pas de canal radio s'il n'y a pas de transmission ou de réception de données.

### **2.3.3 La troisième génération des téléphones mobiles 3G (UMTS)**

La 3G a été définie dans la release R99 sous le nom UMTS (Universal Mobile Télécommunication System). Certains préfèrent encore l'appeler W-CDMA (Wideband Code

Division Multiple Access) qui est la technologie d'accès radio permettant à plusieurs utilisateurs de communiquer en même temps.

L'objectif de la 3G était le haut débit, en théorie 2 Mbps (soit 6\*384 kbps) avec une mobilité faible et proche de l'antenne, et un débit de 384 kbps en mouvement, ce qui est proche des offres ADSL de l'époque. [9].

La 3G a nécessité la mise en place d'infrastructures radio en parallèle du réseau EDGE et du réseau GPRS dont le coût a été estimé à quelques milliards d'euros. Il s'agit du coût de la mise en place de nouvelles antennes, nommé «Nœud B » (Node B) et d'un contrôleur de nœud nommé RNC. Le Node B est donc l'équivalent de la BTS utilisée en GSM, avec une bande de fréquence différente mais en utilisant la technologie de modulation HPSK (Hybrid Phase Shift Keying) et une technologie d'accès W-CDMA différente.

La Node B et le RNC forment l'accès radio UMTS dénommé UTRAN (UMTS TERRESTRIAL Radio Access Network). Ils se rajoutent donc au GERAN (GSM-EDGE RAN), l'ensemble UTRAN et GERAN forme donc maintenant le BSS.

La 3G a été impulsée pour permettre des applications vidéo sur le mobile et améliorer la QoS (Quality Of Service) du multimédia. Les applications visées étaient la possibilité de regarder des vidéos, de la visiophonie etc... outre l'augmentation de débit, un point complexe à résoudre était de passer d'un service de téléphonie « mode circuit » vers un service DATA « mode paquets ».

L'idée été d'ajouter des amplificateurs avant chaque antenne, ce qui permet d'amplifier le signal pour que celui-ci puisse être reçu par une autre antenne tout en changeant les techniques de modulation. Pour cela il a fallu améliorer les terminaux mobiles (Smartphone, Tablette...) permettant un usage plus confortable de la connexion haut débit.

### **2.3.3.1 Architecture du réseau UMTS**

Le réseau cœur de l'UMTS s'appuie sur les éléments de base du réseau GSM et GPRS. Il est en charge de la commutation et du routage des communications (voix et

données) vers les réseaux externes. Dans un premier temps le réseau UMTS devrait s'appuyer sur le réseau GPRS. [9].

Le réseau UMTS vient se combiner aux réseaux déjà existants GSM et GPRS, qui apportent des fonctionnalités respectives de Voix et de Données, le réseau UMTS apporte ensuite les fonctionnalités Multimédia.

Le réseau cœur se décompose en deux parties : le domaine circuit dans un premier temps et le domaine paquet. La figure 2.4 présente l'architecture du réseau UMTS.

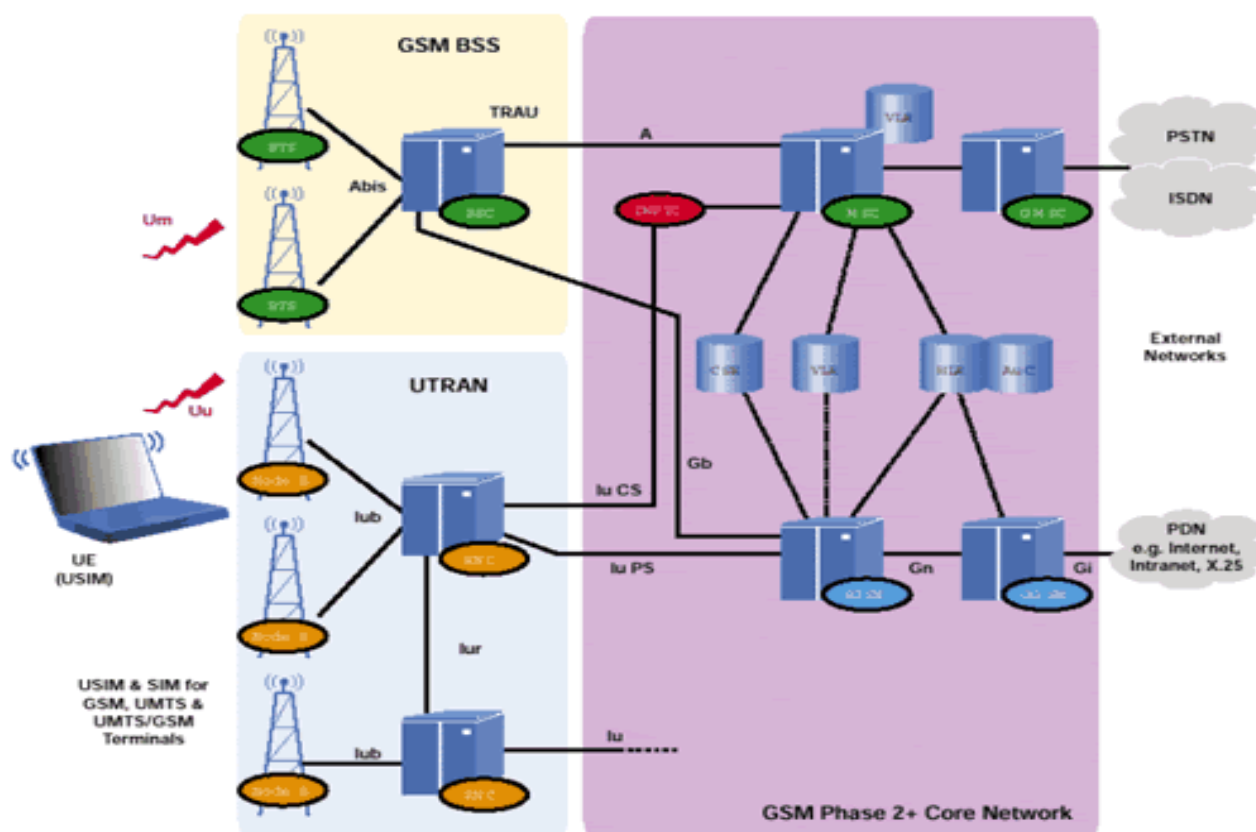


Figure 2.4 : Architecture du réseau UMTS

### 2.3.3.2 Les fréquences de l'UMTS

L'UIT (Union Internationale des Télécommunications) a désigné des bandes de fréquences pour les différents systèmes de l'UMTS qui sont :

- Duplex temporel TDD (Time Division Demultiplexed) : 1885 à 1920 MHz (uplink bande de 35Mz) et 2010 à 2025 MHz (downlink bande de 15 MHz).

- Duplex fréquentiel FDD (Frequency Division Demultiplexed) 1920 à 1980 MHz (uplink bande de 60 MHz) et 2110 à 2170 MHz (downlink bande de 60 MHz).
- Bandes satellites : 1980 à 2010 MHz (uplink de 30 MHz) et 2170 à 2200 MHz (downlink de 30 MHz).

La bande passante d'un canal est de 5MHz avec une largeur spectrale réelle de 4,685 MHz.

### 2.3.3.3 Le débit de l'UMTS

L'UMTS permet théoriquement des débits de transfert de 1,920 Mbit/s, mais fin 2004 les débits offerts par les opérateurs dépassent rarement 384 Kbit/s. Néanmoins, cette vitesse est nettement supérieure au débit de base GSM qui est de 9,6 kbit/s

Le débit est différent suivant le lieu d'utilisation et la vitesse de déplacement de l'utilisateur :

- En zone rurale : 144 kbit/s pour une utilisation mobile (voiture, train, etc.) ;
- En zone urbaine : 384 kbit/s pour une utilisation piétonne.
- En zone bâtiment : 2000 kbit/s depuis un point fixe.

Grâce à son débit, l'UMTS ouvre la porte à des applications et services nouveaux. Il permet en particulier de transférer dans des temps relativement courts des contenus multimédia tels que les images, les sons et la vidéo.

Les nouveaux services concernent surtout l'aspect vidéo : Visiophonie, MMS Vidéo, Vidéo à la demande, Télévision.

### 2.3.3.4 Le mode de transmission dans le réseau UMTS

Dans l'UMTS, la transmission repose sur deux modes :

#### ❖ Le mode circuit :

Le domaine circuit permettra de gérer les services temps réels dédiés aux conversations téléphoniques (vidéo-téléphonie, jeux vidéo, applications multimédia). Ces applications nécessitent un temps de transfert rapide. Lors de l'introduction de l'UMTS le débit du mode domaine circuit sera de 384 Kbits/s.

L'infrastructure s'appuie alors sur les principaux éléments du réseau GSM : MSC/VLR (bases données existantes) et le GMSC afin d'avoir une connexion directe vers le réseau externe.

❖ **Le mode paquet :**

Ce domaine permet de gérer les services non temps réel. Il s'agit Principalement de la navigation sur Internet, de la gestion de jeux en réseaux ainsi que l'accès et l'utilisation des e-mails. Ces applications sont moins sensibles au temps de transfert, c'est la raison pour laquelle les données transiteront en mode paquet.

Le débit du domaine paquet sera sept fois plus rapide que le mode circuit, environ 2Mbits/s.

L'infrastructure s'appuie alors sur les principaux éléments du réseau GPRS : SGSN (bases de données existantes en mode paquet GPRS, équivalent des MSC / VLR en réseau GSM) et le GGSN (équivalent du GMSC en réseau GSM) qui jouera le rôle de commutateur vers le réseau Internet et les autres réseaux publics ou privés de transmission de données.

**Tableau de donnée (GSM, GPRS, UMTS) :**

	<b>Débit</b>	<b>Mode de communication</b>	<b>Type de trame</b>
<b>GSM</b>	13kb/s	mode de communication circuit	Trame TDMA
<b>GPRS</b>	171.2kb/s : débit théorique 50kb/s : débit réel	mode de communication packet	Trame TDMA
<b>UMTS</b>	2Mb/s	mode de communication packet	Trame CDMA

**Tableau 2.1 :** Tableau de donnée (GSM, GPRS, UMTS)

### 2.3.4 La quatrième génération des téléphones mobiles 4G (LTE)

La 4G est la quatrième génération de réseau mobile. Elle est la norme succédant à la 3G. Pour résumer, la 4G c'est la norme des standards de téléphonie mobile permettant des débits jusqu'à 50 fois plus important que la première norme. [8].

#### 2.3.4.1 Définition des réseaux LTE

Une des particularités de la technologie LTE (Long Term Evolution) ou la 4G est d'avoir un « cœur de réseau » basé sur IP et de ne plus offrir de mode commuté (établissement d'un circuit pour transmettre un appel 'voix'), ce qui signifie que la 4G s'appuie sur un réseau de transport à commutation de paquet IP. Elle n'a pas prévu de mode d'acheminement pour la voix, autre que la VoIP, contrairement à la 3G qui transporte la voix en mode circuit.

Le LTE utilise des bandes de fréquences hertziennes d'une largeur pouvant varier de 1,4 MHz à 20 MHz, permettant ainsi d'obtenir (pour une bande 20 MHz) un débit binaire théorique pouvant atteindre 300 Mbit/s en « downlink », alors que la "vraie 4G" offre un débit descendant atteignant 1 Gbit/s.

La technologie LTE repose sur une combinaison de technologies sophistiquées à même d'élever nettement le niveau de performances (très haut débit et latence) par rapport aux réseaux 3G existants. Le multiplexage OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) apporte une optimisation dans l'utilisation des fréquences en minimisant les interférences. Le recours à des techniques d'antennes multiples (déjà utilisés pour le Wi-Fi ou le WiMax) permet de multiplier les canaux de communication parallèles, ce qui augmente le débit total et la portée.

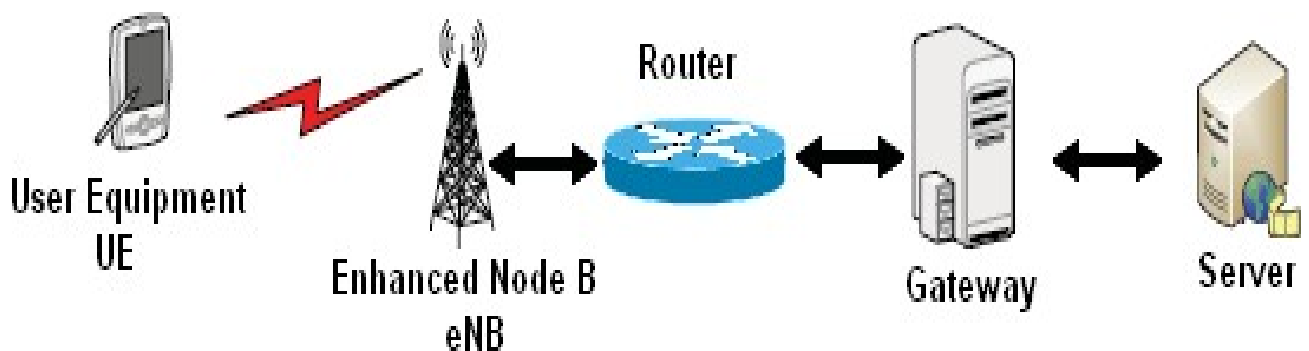


Figure 2.5: Présentation générale sur le système LTE

La norme LTE-Advanced impose des critères de base sur le débit et sur la latence, comme le résume le tableau suivant :

		LTE	LTE-advanced
<b>Débits crêtes maximums</b>	DownLink	300 Mb/s	1 Gb/s
	UpLink	75 Mb/s	500 Mb/s
<b>Bandes de fréquence</b>		1.4 à 20 MHz	100 Mhz
<b>Latence</b>	Données	10 ms	10ms (RTT)
	Session	100 ms	50ms
<b>Efficacité spectrale DL/UL</b>	Max	5.0/2.5 b/s/Hz	30/15 b/s/Hz
	Moyen	1.8/0.8 b/s/Hz	2.6/0.2 b/s/Hz
	En limite	0.04/0.02 b/s/Hz	0.009/0.07 b/s/Hz

**Tableau 2.2 :** Différents Paramètres du LTE et LTE-Advanced.

### 2.3.4.2 Les Buts de la 4G LTE

La 4<sup>ème</sup> génération (4G LTE) vise à améliorer l'efficacité spectrale et à augmenter la capacité de gestion du nombre de mobiles dans une même cellule. Elle tente aussi d'offrir des débits élevés en situation de mobilité et à offrir une mobilité totale à l'utilisateur en établissant l'interopérabilité entre différentes technologies existantes. Elle vise à rendre le passage entre les réseaux transparent pour l'utilisateur, à éviter l'interruption des services durant le transfert intercellulaire, et à basculer l'utilisation vers le tout-IP.

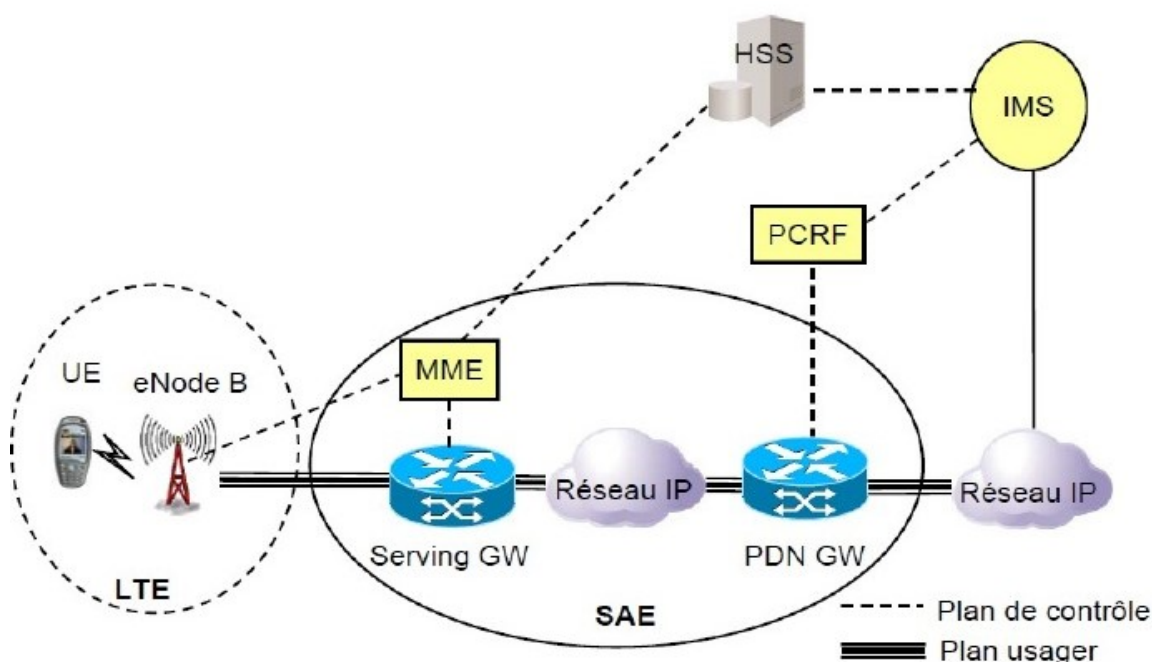
Les principaux objectifs visés par les réseaux de la 4G LTE sont les suivants :

- Assurer la continuité de la session en cours.
- Réduire les délais et le trafic de signalisation.
- Fournir une meilleure qualité de service(QoS).
- Optimiser l'utilisation des ressources.
- Réduire le délai de relève, le délai de bout-en-bout, la gigue et la perte de paquets.
- Minimiser le coût de signalisation.

### 2.3.4.3 Architecture du réseau 4G LTE

Les réseaux LTE sont des réseaux cellulaires constitués de milliers de cellules radio qui utilisent les mêmes fréquences hertziennes, y compris dans les cellules radio mitoyennes, grâce aux codages radio OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) et SC-FDMA (Single Carrier – Frequency Division Multiple Access).

La Figure 2.6 présente l'architecture du réseau 4G LTE.



**Figure 2.6:** Architecture du réseau 4G LTE.

Les nouveaux blocs spécifiés pour l'architecture, connus aussi sous le nom d'EPS (Evolved Packet System), sont l'EPC (Evolved PacketCore) et l'E-UTRAN (Evolved UTRAN).

#### A) EPC : Evolved PacketCore

Le cœur de réseau appelé « EPC » (Evolved PacketCore) utilise des technologies «full IP », c'est-à-dire basées sur les protocoles Internet pour la signalisation qui permet des temps de latence réduits, le transport de la voix et des données. Ce cœur de réseau permet l'interconnexion via des routeurs avec les autres eNodeB distants, les réseaux des autres Opérateurs mobiles, les réseaux de téléphonie fixe et le réseau Internet.

EPC Simplifie le réseau d'architecture à tout IP, comme il assure la mobilité entre 3GPPbased système, et aussi non 3GPP based système par exemple WIMAX et CDMA2000.

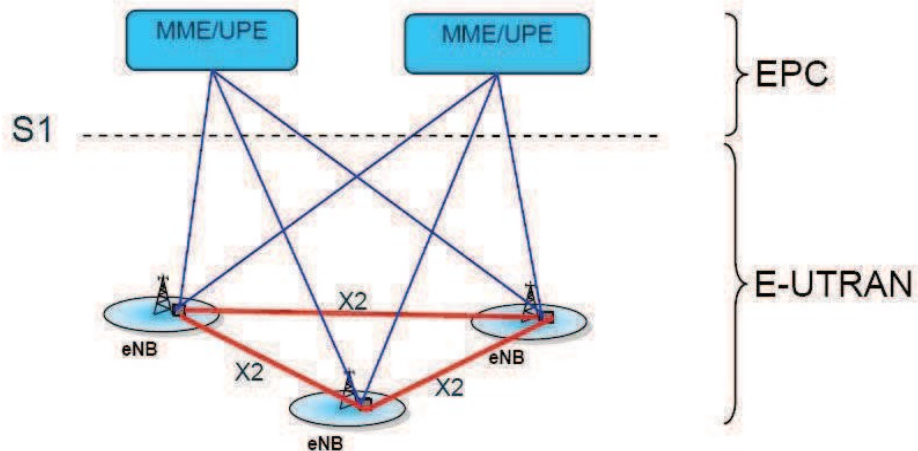


Figure 2.7: Architecture d'EPS (Evolved Packet System)

**B) La partie radio eUTRAN**

La partie radio du réseau, appelée « eUTRAN » est simplifiée par rapport à celles des réseaux 2G (BSS) et 3G (UTRAN) par l'intégration dans les stations de base « eNodeB » avec des liaisons en fibres optiques et des liens IP reliant les eNodeB entre eux (liens X2).

Ainsi que des fonctions de contrôle qui étaient auparavant implémentées dans les RNC (RadioNetwork Controller) des réseaux 3G UMTS. Cette partie est responsable sur le management des ressources radio, la porteuse, la compression, la sécurité, et la connectivité vers le réseau Cœur évolué.

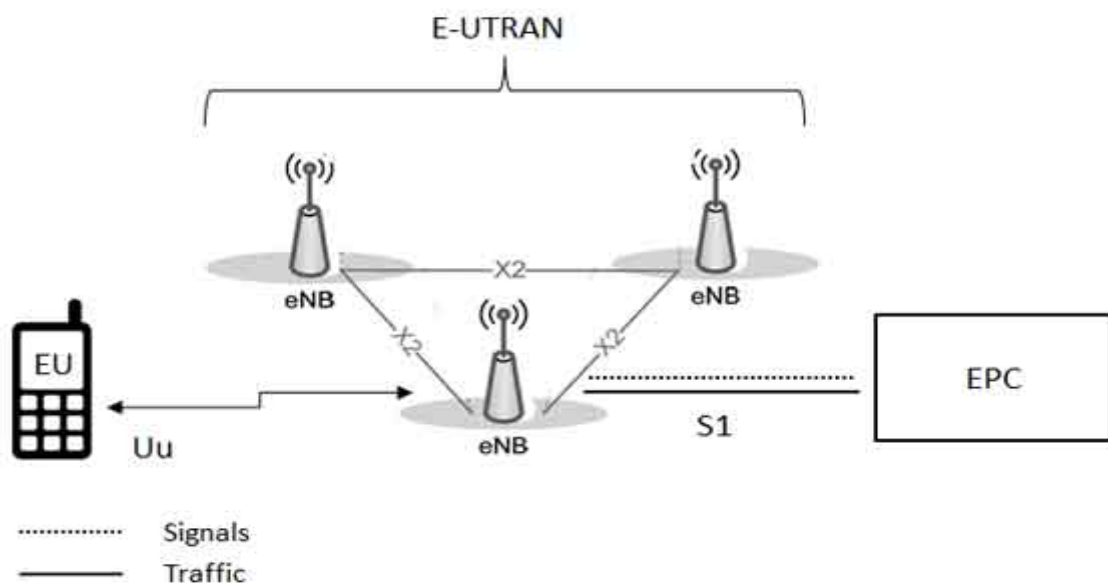


Figure 2.8: Architecture de l'e-UTRAN

### ❖ eNodeB

L'eNodeB est l'équivalent de la BTS dans le réseau GSM et NodeB dans l'UMTS, la fonctionnalité de handover est plus robuste dans LTE. Ce sont des antennes qui relient les UE avec le réseau cœur du LTE via les RF (Radio Frequency) air interface. Ainsi qu'ils fournissent la fonctionnalité du contrôleur radio réside dans eNodeB, le résultat est plus efficace, et le réseau est moins latent, par exemple la mobilité est déterminée par eNodeB à la place de BSC ou RNC des réseaux GSM et l'UMTS.

#### 2.3.4.4 Débits et fréquences du réseau 4G

L'évolution des débits suit une progression semblable à celle de la capacité de calcul. Chaque nouvelle technologie de réseaux mobiles augmente les débits et suscite une attente de débits supérieurs. Il était ainsi également clair dès 2004 que le LTE devrait fournir de très hauts débits. Au-delà des limitations capacitaires, le débit fourni à un utilisateur dépend de ses conditions radio, liées en particulier à sa position dans la cellule, des techniques de transmission employées et de la ressource spectrale disponible.

L'établissement des standards de performances communément admis pour les réseaux 4G : 100 Mbit/s sur le lien radio descendant (antenne relais vers mobile), et 50 Mbit/s maximum sur le lien montant (mobile vers antenne relais). La technologie LTE fonctionne dans une variété de fréquences selon la zone géographique couverte : 700 MHz aux Etats-Unis pour le réseau de Verizon Wireless, 2,6 GHz et 800 MHz en Europe, et 2,1 GHz pour le réseau japonais de NTT Docomo (opérateur japonais).

Les objectifs de débit maximal définis pour le LTE sont les suivants :

- 100 Mbit/s en voie descendante pour une largeur de bande allouée de 20 MHz, soit une efficacité spectrale crête de 5 bit/s/Hz.
- 50 Mbit/s en voie montante pour une largeur de bande allouée de 20 MHz, soit une efficacité spectrale crête de 2,5 bit/s/Hz.

Ces chiffres supposent un UE de référence comprenant :

- Deux antennes en réception.
- Une antenne en émission.

Pour le LTE y a aura, deux antennes d'émission à la station de base et deux antennes en réception au niveau de l'UE.

L'utilisateur peut ainsi accéder à ses services favoris chez lui ou hors de son domicile avec une fluidité homogène. En complément, le débit est jugé comme un facteur de comparaison entre opérateurs et une course aux débits est en marche dans certains pays.

Enfin, des débits toujours plus élevés ouvrent la porte à l'introduction de nouveaux services, sources de revenus et/ou de différenciation pour les opérateurs.

### 2.3.4.5 Délai pour la transmission de données LTE

Le délai pour la transmission de données est de moins de 5 ms entre l'équipement utilisateur (UE) et « l'Access Gateway » (passerelle d'accès) dans une situation de non charge ou un seul terminal est actif sur l'interface radio. La valeur moyenne du délai devrait avoisiner les 25 ms en situation de charge moyenne. Ainsi, il permet de supporter les services en temps réel IP.

## 2.4 Comparaison entre les réseaux 3G et 4G

La figure suivante montre une simple comparaison entre l'architecture du réseau de troisième génération et celui de la quatrième génération.

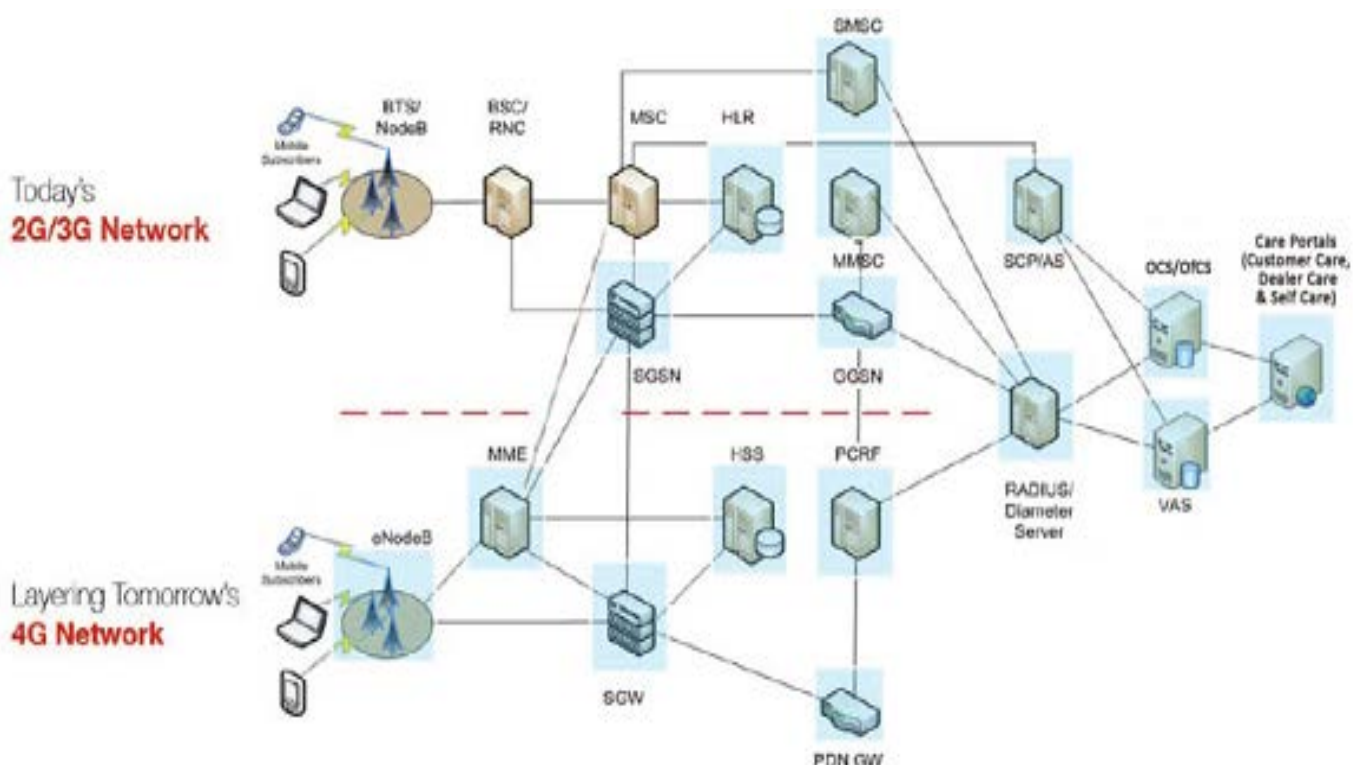


Figure 2.9 : Comparaison 3G / 4G.

Les MME (Mobility Management Entity) remplacent les dispositifs PDSN / SGSN et BCS/RNC.

Les eNodeBs remplacent les BTS / NodeBSeving.

Les PDN (Packet Data Network) remplacent les GGSN.

## 2.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté d'une façon générale les différentes générations de téléphone mobiles et les principales caractéristiques d'un réseau cellulaire.

Ainsi, la mise en œuvre du service GPRS implique une évolution matérielle et logiciel s'ajoutant au réseau GSM déjà existants. L'évolution du GSM vers GPRS prépare à l'introduction des réseaux de troisième génération l'UMTS. En ce qui concerne l'infrastructure, des modifications doivent être effectuées pour l'intégration du GPRS ou l'UMTS par l'ajout d'autres équipements, et le chargement de logiciels.

Le GPRS constitue une évolution majeure vers la troisième génération (UMTS). Il est conçu pour la transmission de données en mode paquet pour assurer l'accès simple au réseau Internet.

Pour les réseaux 4G (LTE), nous avons présenté un aperçu des différents composants et caractéristiques de la technologie LTE (quatrième génération) afin de présenter par la suite la terminologie des termes utilisés dans cette technologie.

**Chapitre 3 :**  
**L'application du**  
**logiciel ASTELLIA à**  
**la détection de**  
**pannes**

### 3.1 Présentation de la société Djazzy

Présent au Moyen Orient, en Asie et en Afrique, Orascom Telecom Holding (O.T.H) est un leader dans le domaine de la téléphonie et des nouvelles technologies.

Implanté en Algérie, en Egypte, en Tunisie, au Pakistan, au Bangladesh, en Irak et, au Zimbabwe, le groupe Orascom Telecom compte désormais 50 Millions d'abonnés dans le monde, ce qui lui confère une envergure internationale. Avec 13 millions d'abonnés au mois de février 2011. L'opérateur a connu une croissance très forte, il a acquis un million de nouveaux abonnés en 6 mois entre juin et décembre 2007, le premier million d'abonnés ayant été atteint en septembre 2003. Elle compte plus de 3000 employés.

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

Avec 2,5 milliards USD d'investissement depuis 2001 à ce jour, fort d'un capital humain de plus de 3000 employés, plus de 14 millions d'abonnés, et plusieurs offres et solutions (GSM et VSAT), Orascom Télécom Algérie (membre du groupe Orascom Telecom).

Les numéros de de téléphones des abonnés de DJEZZY commencent par (07)7x xx xxxx , (07)9x xx xxxx ou (07)8x xx xxxx pour les numéros plus récents.

A ce jour :

- 70 centres de service à travers tout le territoire national sont à votre disposition 7j/7 de 8h00 à 20h00.
- Pour vous sentir partout chez vous, plus de 370 opérateurs Roaming dans plus de 174 pays.
- Plus de 93% de la population couverte.

### 3.2 Introduction

Dans ce chapitre on va présenter les différents services de l'entreprise OTA-DJEZZY avec quelle que exemple de pannes et leur solution.

On a effectué un stage au sein de l'entreprise OTA-DJEZZY, Site de Delly Brahim-05 MSC-Alger. Au cours de ce stage au département O&M, on a pu étudier l'architecture et les signaux des réseaux mobiles GSM, GPRS, UMTS et LTE.

Plus largement, ce stage a été l'opportunité pour nous d'appréhender sur les secteurs suivants : BSS, NSS, OSS, Transmission, Supervision. Et d'enrichir mes connaissances dans le domaine de la téléphonie mobile et les nouvelles technologies, ce stage nous a permis de vivre le métier d'un ingénieur en O&M et comprendre dans quelle domaine on aura un bon parcours professionnel.

Notre stage rassemble les services suivants : BSS, NSS, OSS, Transmission, Supervision.

### 3.3 Les différents services DJEZZY

#### 3.3.1 Service supervision

Leur mission consiste à Superviser les équipements du réseau national 24H/24 7J/7. Détection, analyse et alerting de Problèmes liés au réseau Djezzy « régler les problèmes du premier niveau et alerter les services et responsables concernés et suivi de ses dernier jusqu'à leurs résolution », envoyer des rapports concernant l'état du réseau et la qualité des interventions.

### 3.3.2 Service BSS (Base Station Sub-system)

Le sous-système radio gère la transmission radio. Il est constitué de plusieurs entités dont le mobile, la station de base (BTS, Base Transceiver Station) et un contrôleur de station de base (BSC, Base Station Controller) dans le réseau GSM. [7].

Et dans le réseau 3G (UMTS) on a la mise en place d'une nouvelle antenne "Node B" qui est l'équivalent de la BTS dans le GSM, et d'un contrôleur de nœud nommé RNC.

Et dans le réseau 4G LTE on a la nouvelle antenne "e-Node B" remplacent les BTS et "Node B" et le MME remplacent le BSC et le RNC.

#### ❖ Définition des équipements

##### a) La station de base (BTS : Base Transceiver Station)

La station de base est l'élément central, que l'on pourrait définir comme un ensemble émetteur/récepteur pilotant une ou plusieurs cellules.

- Assure la couverture radio d'une cellule (rayon de 200m à 30 Km).
- Contient 1 à 8 porteuses radios, 8 canaux pleins débit par porteuse (multiplexage).
- Prends en charge : Modulation-démodulation, correction des erreurs, cryptage des communications, mesure qualité et puissance de réception.

##### b) Le contrôleur de station de base (BSC : Base Station Controller)

Le contrôleur de station de base gère une ou plusieurs stations de base et communique avec elles par le biais de l'interface A-bis. Ce contrôleur remplit différentes fonctions tant au niveau de la communication qu'au niveau de l'exploitation.

- Le BSC agit comme un concentrateur puisqu'il transfère les communications provenant des différentes stations de base vers une sortie unique.
- Dans l'autre sens, le contrôleur commute les données en les dirigeant vers la bonne station de base.
- Dans le même temps, le BSC remplit le rôle de relais pour les différents signaux d'alarme destinés au centre d'exploitation et de maintenance.
- Il alimente aussi la base de données des stations de base.

---

**c) La Node B**

C'est l'unité de transmission/réception radio avec les cellules. Il peut gérer une ou plusieurs cellules.

Le rôle du Node B est de convertir les données transmises sur le réseau vers l'interface radio. En particulier, il prend en charge la correction d'erreur, l'adaptation du débit, l'étalement de spectre du W-CDMA, la modulation QPSK (Quadrature Phase Shift Keying), et le contrôle de puissance du signal.

Il réalise la monitorisation du réseau, par la mesure du taux d'erreur par trame (FRE Frame Error Rate).

**d) Le RNC (Radio Network Controller):**

Le RNC est un contrôleur de Node B. Le RNC est encore ici l'équivalent du BSC dans le réseau GSM. Le RNC contrôle et gère les ressources radio en utilisant le protocole RRC (RadioResource Control) pour définir procédures et communication entre mobiles (par l'intermédiaire des Node B) et le réseau.

Le RNC s'interface avec le réseau pour les transmissions en mode paquet et en mode circuit. Le RNC est directement relié à un Node B, il gère alors:

- Le contrôle de charge et de congestion des différents Node B.
- Le contrôle d'admission et d'allocation des codes pour les nouveaux liens radio (entrée d'un mobile dans la zone de cellules gérées...).

Il existe deux types de RNC:

- Le Serving RNC qui sert de passerelle vers le réseau.
- Le Drift RNC qui a pour fonction principale le routage des données.

**e) La e-Node B**

L'eNodeB est l'équivalent de la BTS dans le réseau GSM et NodeB dans l'UMTS, la fonctionnalité de handover est plus robuste dans LTE. Ce sont des antennes qui relient les UE avec le réseau cœur du LTE via les RF air interface. Ainsi qu'ils fournies la fonctionnalité du contrôleur radio réside dans eNodeB, le résultat est plus efficace, et le réseau est moins latent, par exemple la mobilité est déterminée par eNodeB a la place de BSC ou RNC.

### **f) MME (Mobility Management Entity)**

Cette partie est responsable de la localisation et la poursuite du terminal mobile (UE) entre les appels et la sélection d'une bonne S-GW (Serving-GetWay) à travers une connexion. Comme elle réalise le dernier point de la protection par codage, donc par conséquent c'est le point qui valide l'interception de signalisation. Ainsi, qu'elle contrôle le signal entre le UE (Utilisateur Equipment) et le réseau cœur, et assure l'établissement, la maintenance, et l'élargissement de la porteuse radio services.

### **3.3.3 Service NSS (Network Switching Center)**

Le sous-système réseau, appelé Network Switching Center (NSS), joue un rôle essentiel dans un réseau mobile. Alors que le sous-réseau radio gère l'accès radio, les éléments du NSS prennent en charge toutes les fonctions de contrôle et d'analyse d'informations contenues dans des bases de données nécessaires à l'établissement de connexions utilisant une ou plusieurs des fonctions suivantes: Chiffrement, authentification ou Roaming. [7].

Le NSS est constitué de:

- Mobile Switching Center (MSC)
- Home Location Register (HLR) / Authentification Center (AuC)
- Visitor Location Register (VLR)
- Equipment IdentityRegister (EIR)

#### **❖ Mobile Switching Center (MSC)**

Les MSC sont des commutateurs de mobiles généralement associés aux bases de données VLR. Le MSC assure une interconnexion entre le réseau mobile et le réseau fixe public. Le MSC gère l'établissement des communications entre un mobile et un autre MSC, la transmission des messages courts et l'exécution du handover si le MSC concerné est impliqué. (Le handover est un mécanisme grâce auquel un mobile peut transférer sa connexion d'une BTS vers une autre (handover inter BTS) ou, sur la même BTS d'un canal radio vers un autre (handover intra BTS). On parle de transfert automatique inter/intra cellule.

Le commutateur est un nœud important du réseau, il donne un accès vers les bases de données du réseau et vers le centre d'authentification qui vérifie les droits des abonnés. En

---

connexion avec le VLR le MSC contribue à la gestion de la mobilité des abonnés (à la localisation des abonnés sur le réseau) mais aussi à la fourniture de tous les services offerts par le réseau: voix, données, messageries ... Le MSC peut également posséder une fonction de passerelle, GMSC (Gateway MSC) qui est activée au début de chaque appel d'un abonné fixe vers un abonné mobile.

Un couple MSC / VLR gère généralement une centaine de milliers d'abonnés. Les commutateurs MSC sont souvent des commutateurs de transit des réseaux téléphoniques fixes sur lesquels ont été implants des fonctionnalités spécifiques au réseau GSM.

### ❖ Home Location Register (HLR)

Il existe au moins un enregistreur de localisation (HLR) par réseau. Il s'agit d'une base de données avec des informations essentielles pour les services de téléphonie mobile et avec un accès rapide de manière à garantir un temps d'établissement de connexion aussi court que possible, Le HLR contient :

Toutes les informations relatives aux abonnés (le type d'abonnement, la clé d'authentification Ki .cette clé est connue d'un seul HLR et d'une seule carte SIM., les services souscrits, le numéro de l'abonné (IMSI), etc.)

Ainsi qu'un certain nombre de données dynamiques telles que la position de l'abonné dans le réseau et l'état de son terminal (allumé, éteint, en communication, libre).

Les données dynamiques sont mises à jour par le MSC. Cette base de données est souvent unique pour un réseau GSM et seules quelques personnes y ont accès directement.

### ❖ Authentication Center (AuC)

Lorsqu'un abonné passe une communication, l'opérateur doit pouvoir s'assurer qu'il ne s'agit pas d'un usurpateur. Le centre d'authentification remplit cette fonction de protection des communications. Pour ce faire, les normes GSM prévoient deux mécanismes :

1. Le chiffrement des transmissions radio. Remarquons qu'il s'agit d'un chiffrement faible, qui ne résiste pas longtemps à la crypto-analyse
2. L'authentification des utilisateurs du réseau au moyen d'une clé Ki, qui est à la fois présente dans la station mobile et dans le centre d'authentification.

Grâce à ce mécanisme d'authentification, un VLR peut accueillir un mobile appartenant à un autre réseau sans qu'il ne soit nécessaire de publier la clé de chiffrement du mobile.

On peut dès lors distinguer trois niveaux de protection :

1. La carte SIM qui interdit à un utilisateur non enregistré d'avoir accès au réseau.
2. Le chiffrement des communications destiné à empêcher l'écoute de celles-ci.
3. La protection de l'identité de l'abonné.

### ❖ Visitor Location Register (VLR)

Cette base de données ne contient que des informations dynamiques et est liée à un MSC. Il y en a donc plusieurs dans un réseau GSM. Elle contient des données dynamiques qui lui sont transmises par le HLR avec lequel elle communique.

Lorsqu'un abonné entre dans la zone de couverture du centre de commutation mobile auquel elle est rattachée, dès qu'il quitte cette zone de couverture ses données sont transmises à un autre VLR ; les données suivent l'abonné en quelque sorte.

### ❖ Equipment Identity Register (EIR)

Vu que le téléphone mobile doit potentiellement pouvoir accueillir n'importe quelle carte SIM de n'importe quel réseau. Il est donc imaginable qu'un terminal puisse être utilisé par un voleur sans qu'il ne puisse être repéré, malgré que l'accès au réseau est sécurisé.

Pour lutter contre ce risque, chaque terminal reçoit un identifiant unique (International Mobile station Equipment Identity, IMEI) qui ne peut pas être modifié sans changer le terminal. En fonction de données au sujet d'un terminal, un opérateur peut décider de refuser l'accès au réseau.

### 3.3.4 OSS (OperationSub-System)

L'OSS (OperationSub-System) 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 accès à la mobilité tout en conservant un interfaçage avec le réseau fixe RTC existant.

### ❖ Présentation d'I.OMC et du NMC

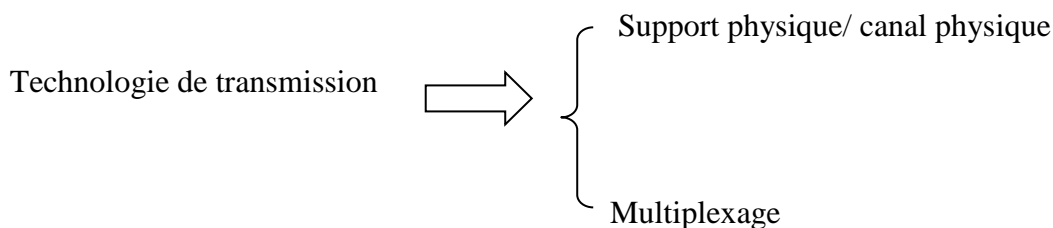
Deux niveaux de hiérarchie sont définis dans la norme GSM. Les OMC (Operations and Maintenance Center) et les NMC (Network and Management Centre).

Cette organisation a été définie afin de permettre aux opérateurs télécoms de gérer la multiplicité des équipements (émetteurs, récepteurs, bases de données, commutateurs ...) et des fournisseurs.

Le NMC permet l'administration générale de l'ensemble du réseau par un contrôle centralisé. Ainsi que les OMC permettent une supervision locale des équipements (BSC / MSC / VLR) et transmettent au NMC les incidents majeurs survenus sur le réseau. Les différents OMC assurent une fonction de médiation.

### 3.3.5 Service transmission

OTA utilise plusieurs technologies pour assurer une bonne transmission entre ces services et une qualité robuste pour ces abonnés ; citant ces technologies ; la SDH, la PDH, le WDM, le Vsat et la compression.



Les distinctions fondamentales entre les différents types de réseaux : Signaux c'est que les réseaux locaux utilisent des techniques de transmission différentes qui conduisent à des réalisations sur des divers supports.

- ✓ Le support physique peut être :
  - Le faisceau hertzien.
  - cable coaxial (Cuivre).
  - Paire torsadée.
  - Fibreoptique.
  - Laser infrarouge en vue directe, radio fréquences.

### 3.3.5.1 Transmission de type PDH

La hiérarchie courante PDH (Hiérarchie Numérique Plésiochrone) a évolué principalement pour répondre à la demande de la téléphonie (voix).

La PDH est un capable de multiplexer et de transporter des éléments binaires de débit inférieur en les transmettant à des débits supérieurs. [7].

❖ **Exemple de panne dans la transmission PDH :** (Instabilité sur 2 site PDH) :

On a une instabilité sur 2 site PDH, l'équipe du service de transmission coté PDH ( le service de transmission et dévisé on 3 service SDH, PDH, WDM) vérifie les historiques d'alarmes et

aussi des performances du lien.

D'après les alarmes et les performances on distingue le problème s'il est : energie, ou mal fixation des antenne, ou power.

Une fois que le service de transmission PDH a distingué le problème, une équipe sera informé pour intervenir sur le site. Sinon ils vont routé le trafic sur un autre chemin si possible soit sur la fibre optique ou la radio.

### 3.3.5.2 Transmission de type SDH

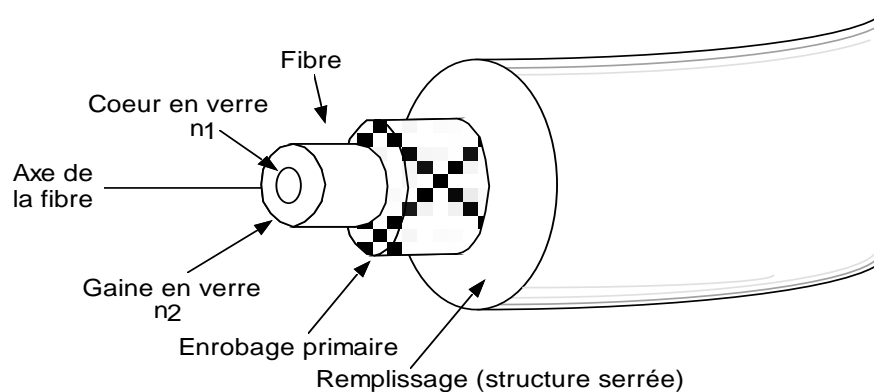
La SDH offre des avantages significatifs sur la PDH. La SHD repose sur une trame numérique de niveau élevé qui apporte, en plus du haut débit (plus élevé qu'en PDH) :

- Une souplesse accrue quant à la possibilité d'extraire ou d'insérer directement un signal constituant du multiplex.
- Une facilité d'exploitation maintenance : des débits importants sont réservés à ces fonctions.
- Une possibilité d'évolution vers des hauts débits : les trames synchrones hauts débits sont construites par multiplexage synchrone de l'entité de base. Cette entité de base définit implicitement toutes les trames hauts débits, la limitation n'est plus que technologique.
- Une interconnexion de systèmes à haut débit facilitée par la normalisation de la trame de ligne et des interfaces optiques correspondantes.
- Des architectures de réseaux assurant la sécurisation contre les défauts de ligne ou d'équipements.

- La modularité des équipements SDH est plus adaptée aux progrès de la technologie que les équipements plésiochrones.

### 3.3.5.3 Transmission par fibre optique

La fibre optique présente, en termes de transmission, une faible atténuation, une très grande bande passante, multiplexage de plusieurs signaux, un faible poids, une très petite taille, une grande souplesse. [7]...Au niveau électromagnétique, la fibre n'est pas sensible aux parasites et n'en crée pas elle-même. Le Coût global de la mise en œuvre d'un système est généralement inférieur à celui d'un système sur cuivre.



**Figure3.1** : Architecture de la fibre optique

#### ❖ Avantages de la fibre optique :

- ✓ Très faible atténuation et très grande bande passante.
- ✓ Immunité aux rayonnements (EMI-RFI) des :
  - Orages, éruptions solaires.
  - Lignes haute tension, sous stations, moteurs, etc.
  - Transmissions à haute puissance : TV, radio, radar, etc.

Par contre très sensible à l'humidité :

- ✓ Pas de para diaphonie.
- ✓ Compacte et légère :
  - Peut être posée dans des conduits pratiquement saturés.
- ✓ Haut degré de sécurité :
  - Les données restent dans la fibre.
  - Très difficile à espionner.

❖ Exemple de panne dans la fibre optique :

Si on a une coupure dans la fibre optique, il y'aura signalisation d'alarme au niveau du service de transmission, l'équipe du service analysera la panne.

Après que le service de transmission analyse la panne, soit :

- Ils envoient une équipe pour intervenir sur le site.
- Sinon, routé le trafic sur un autre chemin, soit sur la fibre optique ou la radio.

### 3.4 Les différentes pannes et solution dans les services Djezzy

➤ Service NSS

On a reçu une plainte d'un abonné VIP qui n'a pas pu se connecter sous le réseau 4G.

Pour résoudre le problème on a commencé par ouvrir c'est traces car le réseau et surveillé des probes (sonde) de surveillance.

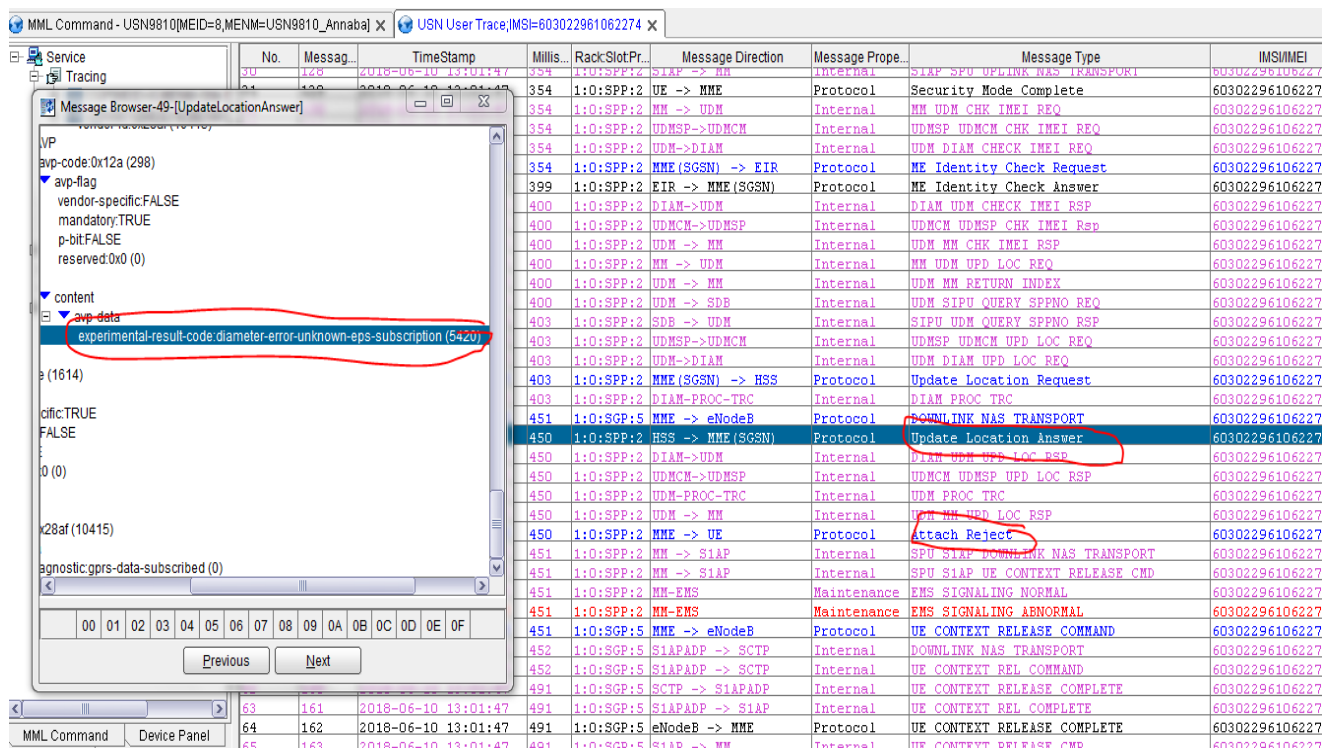


Figure 3.2 : Trace MME

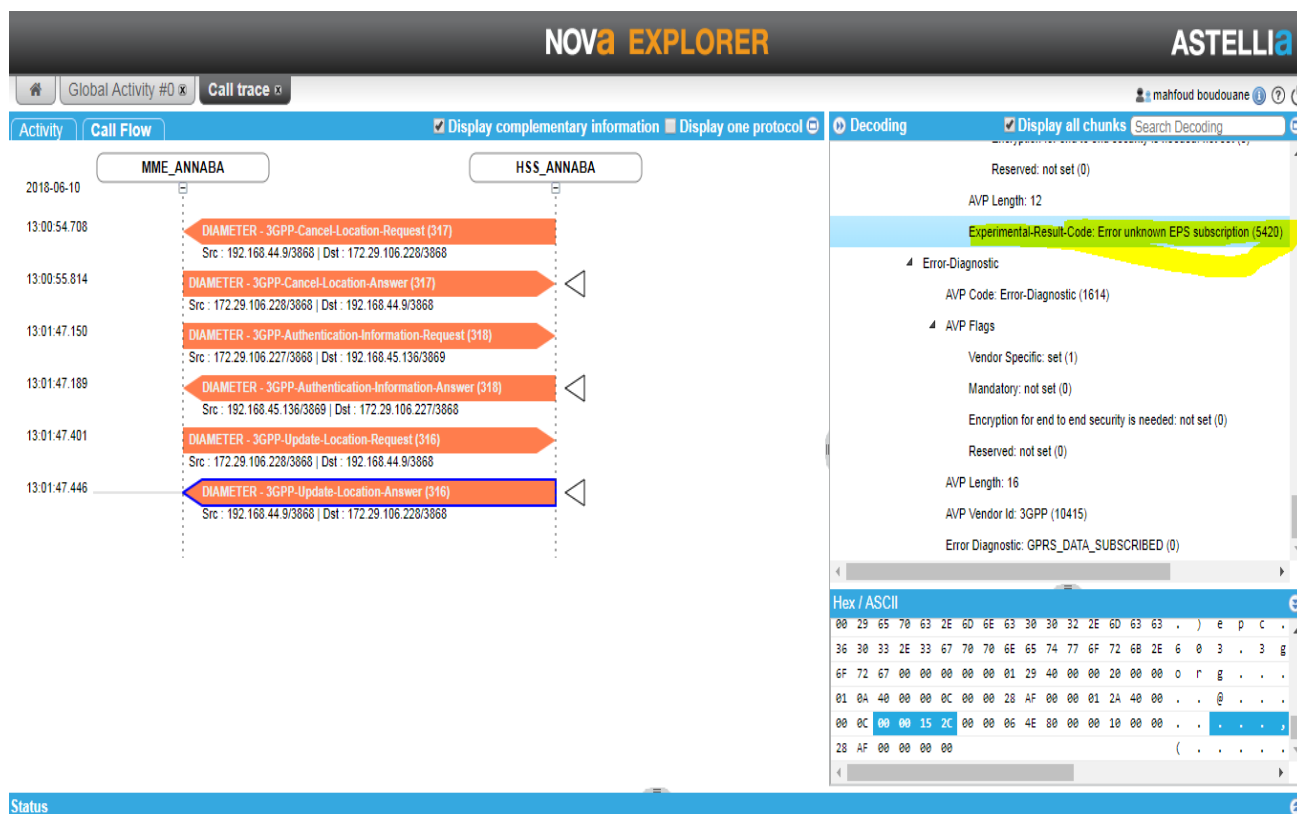


Figure3.3: Trace ASTELLIA

Après analysé notre trace on a trouvé que le problème viens de notre HSS (HLR), après la vérification de son profile sur HLR, on a trouvé qu'il n'était pas provisionné par le service 4G.

- Son profil sur HLR

```
+++ USCDB 2018-06-10 13:12:09
PGW #030514
%%LST EPS: ISDN="213770900934"; %%
RETCODE = 0 SUCCESS0001: Operation is successful

IMSI = 603022961062274
ISDN = 213770900934
EPS = NOTPROV
ANCHOR = FALSE

ICSIND = FALSE
```

---

Après on a provisionné son profil par le service 4G sur son profil HLR (baring 4G), en ajoutant le service 4G.

- Après modification de son profil

```
+++   USCDB           2018-06-10 13:16:05
PGW   #030697
%%LST EPS: ISDN="213770900053"; %%
RETCODE = 0 SUCCESS0001: Operation is successful
```

```
          IMSI = 603022961062274
          ISDN = 213770900934
          EPS = PROV
AMBRMAXUL = 1000000000
AMBRMAXDL = 2000000000
PLMNTPLID = 1
          ANCHOR = FALSE
          ICSIND = FALSE
          MPS = FALSE
          TAUTIMER = 0
          MDT = NOTGIVEN
LTEAUTOPROV = FALSE
RELAY_NODE = FALSE
          EPSODBPOS = NOBPOS
LTE_M2M_FLAG = FALSE
```

Total count = 15

There is together 1 report

--- END

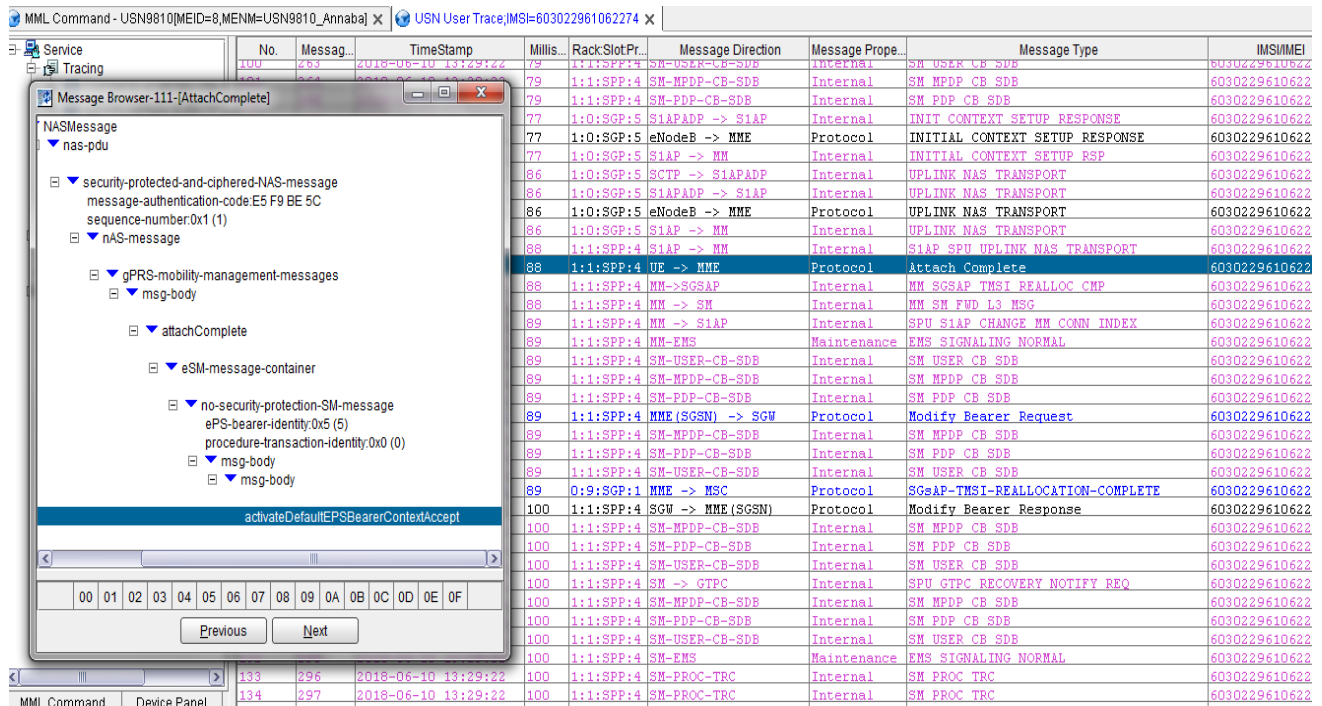


Figure 3.4 : Trace MME après modification du profil

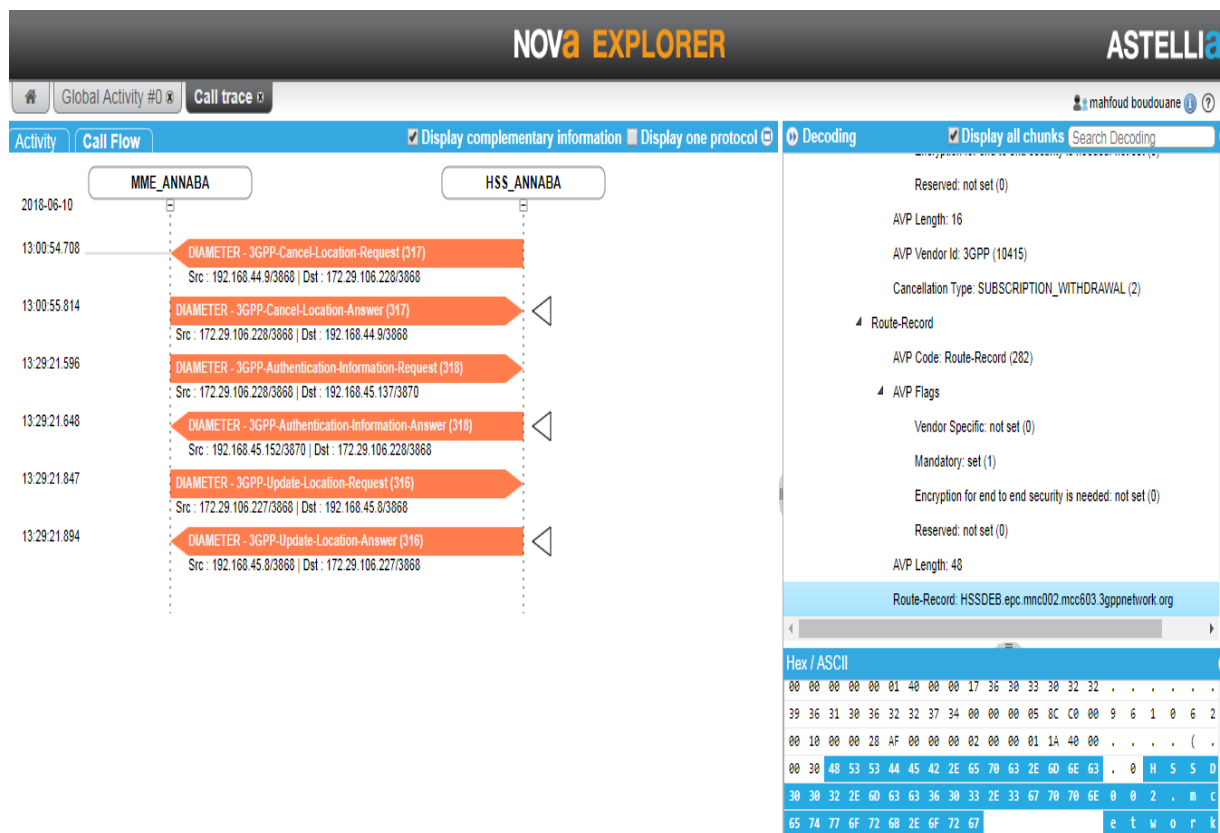


Figure 3.5 : Trace ASTELLIA après modification du profil

L'abonné a pu se localiser et se connecter sur le réseau 4G

➤ Service BSS

a) Call drop CS (baisse d'appelle)

On a un problème de baisse d'appel dans la voix (call drop CS), pour résoudre le problème on commence par ouvrir les traces.

Lancer la trace pour sur un IMSI du plaignant en sélectionnant les Interfaces 3G (IuCS) pendant la période de la Plainte.

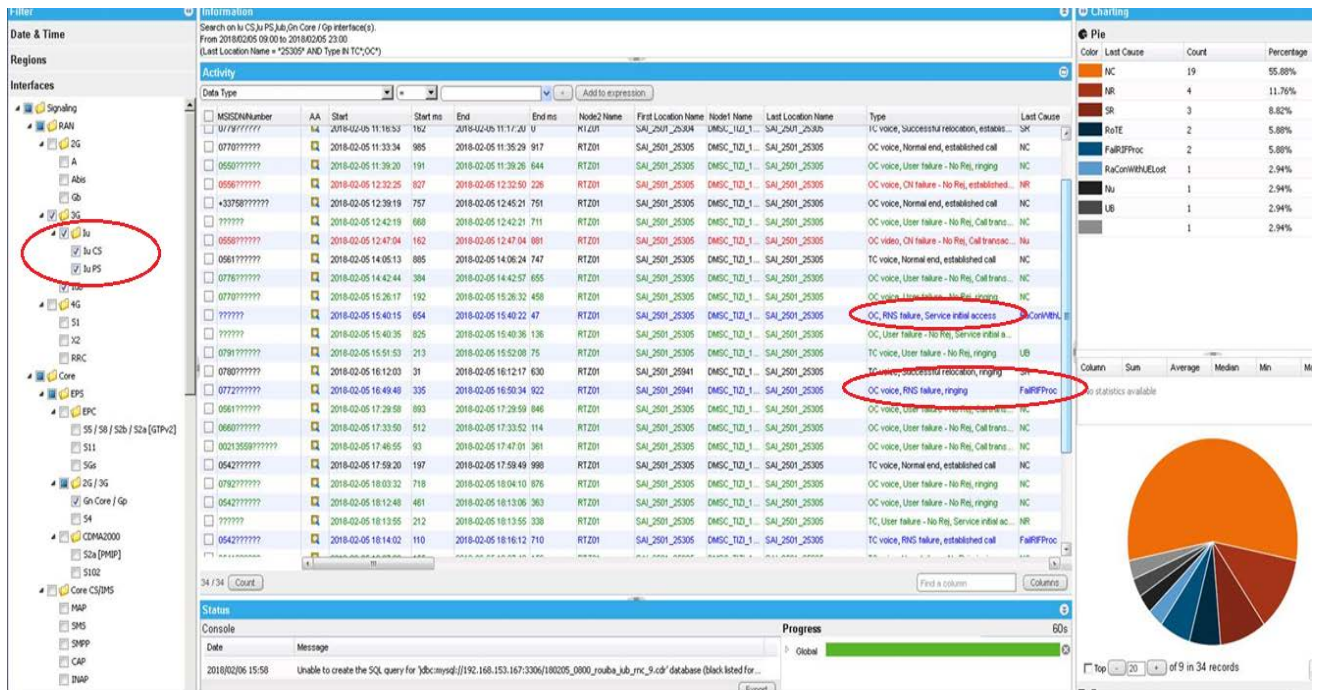


Figure 3.6 : Trace IMSI (CS).

D'après la Trace reçu on a un failure (échec) important sur la cellule SAL\_2501\_25305, ce failure est de type Radio (RNS\_ failure)

• Remarque

Pour ce type de failure on peut avoir différent causes:

1. FailRaInProc (Failure in the Radio Interface Procédure): c'est l'échec de la procédure d'interface radio.
2. RaConWithUElost (Radio ConnectionWith UE Lost) : c'est la connexion radio avec UE Lost.
3. NoRadResInTargetCell (No RADIO ressource Available Target Cell) :Pas de ressource RADIO Cellule cible disponible (en cas de Congestion).

Dans ce cas on a un FailRaInProc : Failure in the Radio InterfaceProcédure (déconnexion après la phase CC Alerting& CC Connect, Ce Drop est dû à un Problème RADIO)

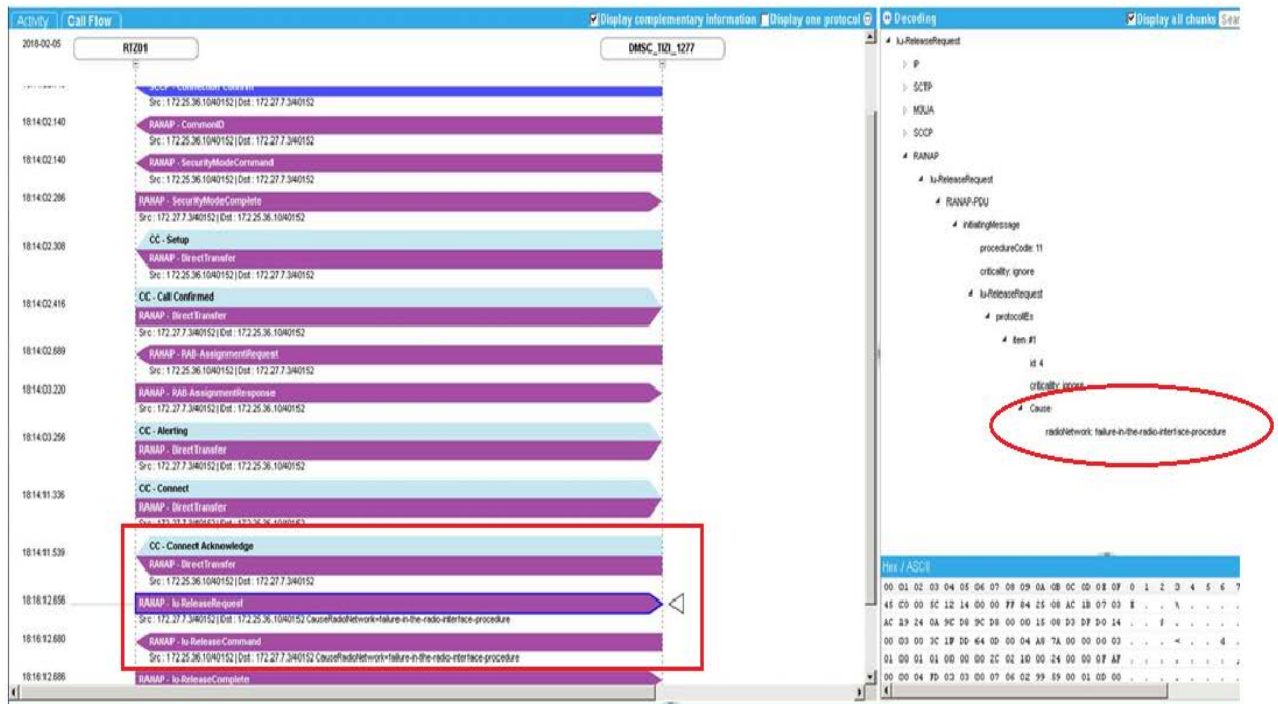


Figure 3.7: Trace ASTELLIA (CS).

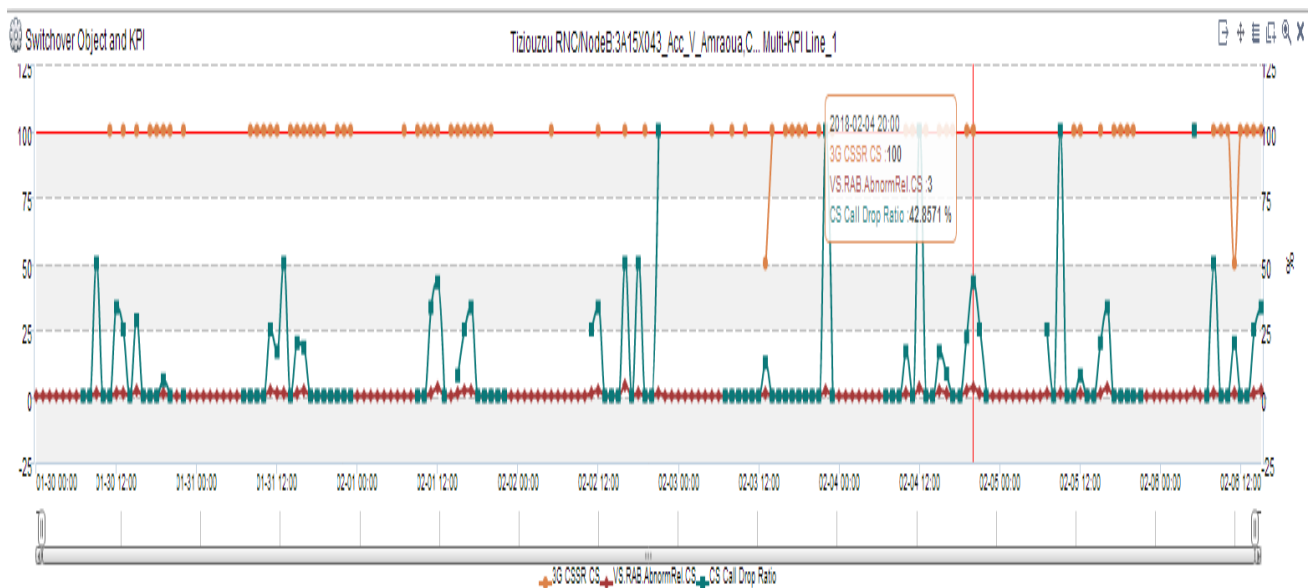


Figure 3.8: Trace KPI (CS).

**b) Call drop Ps**

On a un problème de connexion (Call drop PS), pour résoudre ce problème on a commencé pas ouvrir les traces.

Lancer la trace sur l'IMSI du plaignant en sélectionnant l'interface IuPS et l'interface Gn, pendant la période de la plainte.

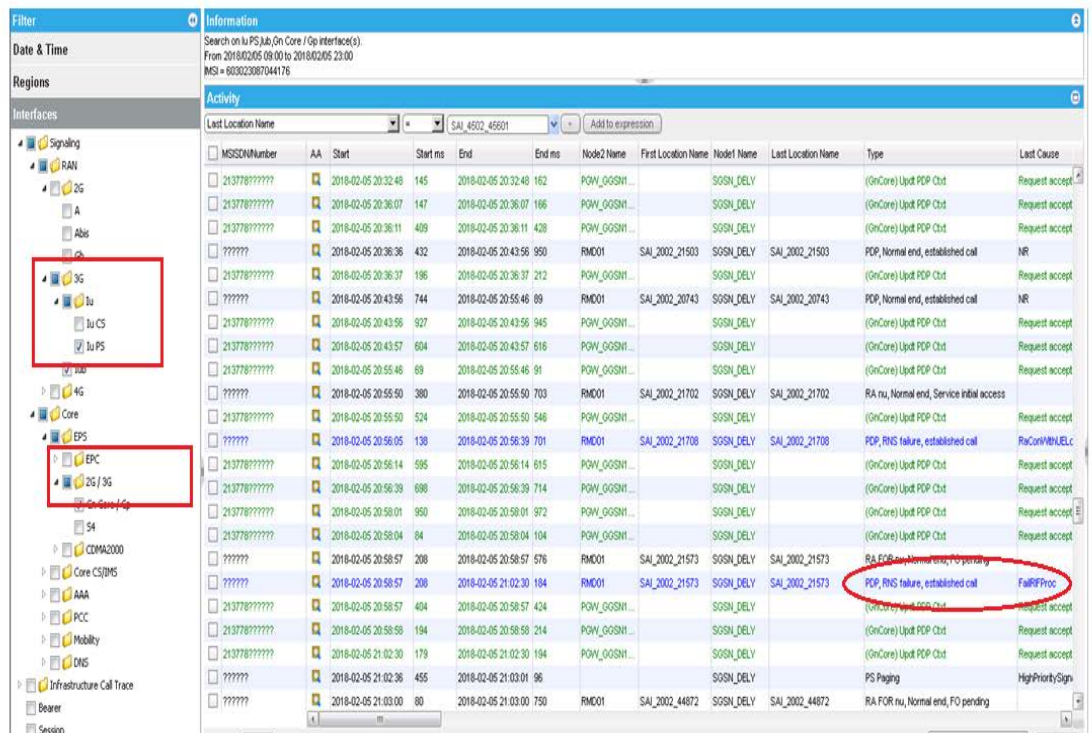


Figure 3.9 : Trace IMSI (PS).

• **Remarque :**

On à 4 types de Problème Radio (RNS failure) les plus récurrent

1. PDP, RNS failure, established call.
2. PDP, RNS failure, RAB re-assignment
3. Reloc-intra, RNS failure, Incoming relocation.
4. Service Req, RNS failure, service initial access.

La trace ASTELLIA (PS), ci-dessous ne montre qu'après le RAB assignRequest & RAB assignReponse, il y a eu Release Request.

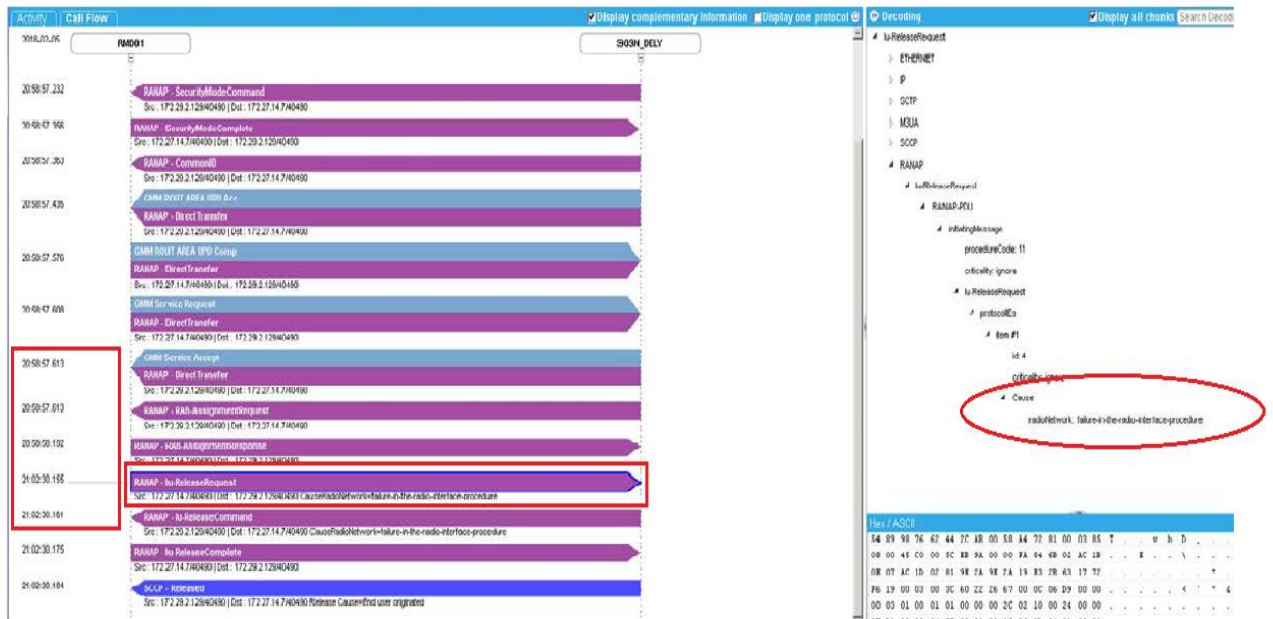


Figure 3.10 : Trace ASTELLIA (PS).

Ce release est survenu après une période de 3 minutes 30, suite à une perte de couverture du UE (fail in the radio interface prod).

Cette porteur de couverture est du soit un Problème HW soit ou une Mauvaise couverture de la cellule SAI\_2002\_21573

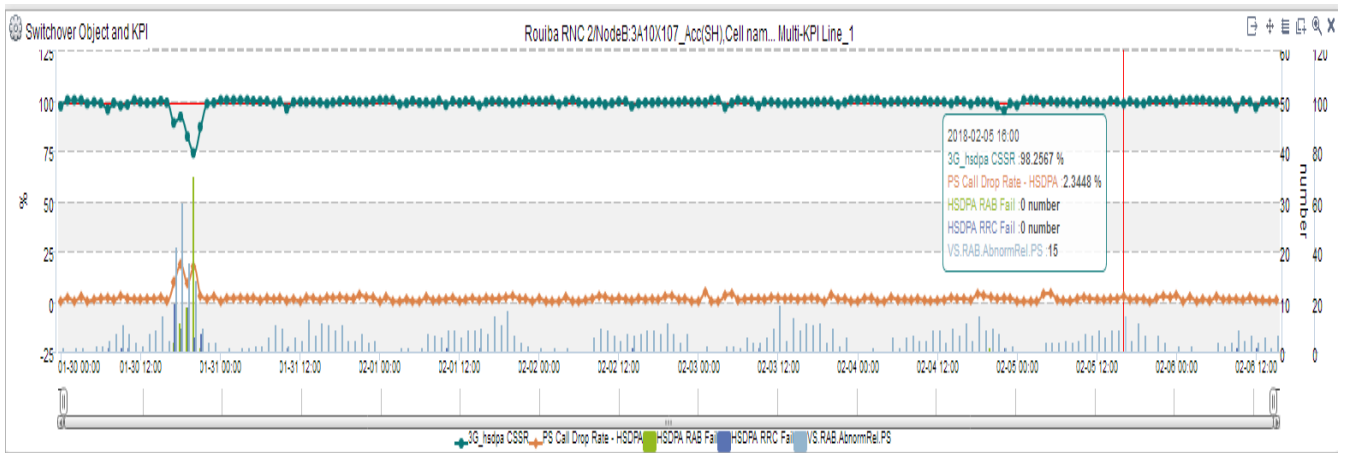


Figure 3.11: Trace KPI (PS).

**Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons présenté d'une façon approfondie les différents services de OTA-DJEZZY et les différents équipements et le rôle de chaque service.

Ces services nous importent une bonne qualité de service et une bonne couverture nationale et internationale du réseau à ses clients.

De plus, chaque service est relié à un autre et ils sont importants sans exception.

A la fin de ce chapitre nous avons présenté deux exemples de panne et leurs solutions, on utilisant le logiciel ASTELLIA pour détecté les pannes.

# **Conclusion**

## Conclusion générale

Durant ce travail on a pu constater que les générations de téléphonie mobile ont été développées pour garantir de meilleure performance en particulier les Qualités de Services.

Tout ça en apportant de nouvelles applications, de nouveaux services, ainsi qu'une meilleure gestion.

Mais cette technique pose beaucoup de problèmes dans les répétitions des pannes. Notre travail est de détecter ces pannes, les identifier et les solutionnés.

On a effectué notre travail dans une entreprise très bénéfique, d'où on a appris beaucoup de choses pratique.

Nous avons effectué des stages dans tout les services de DJEZZY (Supervision, Service radio BSS, Service Core NSS, Service Transmission, Service OSS). On a étudié et simuler toute les pannes possible, ce travail est très complexe.

Le logiciel ASTELLIA de dernière génération répond très bien à ce genre de situation.

Notre utilisation d'ASTELLIA à la détection des deux pannes, a donné de très bons résultats, cependant nous devons le tester sur plusieurs pannes pour valider le travail.

On espère que ce mémoire servira de support pour les promotions futures, et souhaitons qu'ils vont améliorer ce travail.

# **Références Bibliographiques**

## Références bibliographiques

- [1]. BOUCHENTOUF Hadjer et BOUDGHENE STAMBOULI Riyad, « Etudes des performances des réseaux 4G(LTE) ». Mémoire de MASTER en Télécommunication, Université Abou BekrBelkaid de Tlemcen, 2013.
- [2]. <<<http://wifi-cours-d-introduction2-les-technologies-sans-fil>>>, Date de consultation mars 2018.
- [3] : BELABDELLI Abdelheq et OUKAZ Mokhtar, << Dimensionnement D'un Réseau Sans Fil Wifi>>, Mémoire de MASTER en Télécommunication, Université Abou BekrBelkaid de Tlemcen, 2012.
- [4].<<[http://www.memoireonline.com/07/09/2324/m\\_Les-technologies-sans-fil.](http://www.memoireonline.com/07/09/2324/m_Les-technologies-sans-fil.) >>, Date de consultation avril 2018.
- [5].<<Guy Pujolle, ‘Les réseaux’,5ème édition,Dunod, 2011>>.
- [6]. <<[http://fr.wikipedia.org/wiki/Serving\\_GPRS\\_Support\\_Node](http://fr.wikipedia.org/wiki/Serving_GPRS_Support_Node)>>.
- [7]. <<Rapport interne de la société djezzy>>.
- [8]. YAHIAOUI Hamza et LOUNNAS Redouane, << Etude des performances des réseaux 4G LTE>>, Master réseaux, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 2017.
- [9]. << Pérez André ‘ Architecture des réseaux de mobile : GSM/ GPRS, UMTS/HSPA, EPS, NGN, IMS’’, Collection Architecture, Application, Service, 2102-3220>>.
- [10]. << Al Agha, Khaldoun ‘Réseau de mobiles & réseaux sans fil’’, Paris : Eyroiles 2001>>.

# **Annexes**



## **1. Définition de Nova**

Nova est la solution de surveillance d'analytique et de troubleshooting(dépannage) en temps réel d'Astellia destinée aux réseaux mobiles multi-équipementiers.

Nova fournit une visibilité complète sur la performance du réseau, le comportement des terminaux, des abonnés et l'utilisation des services.

## **2. E2E dépannage en profondeur**

Astellia Nova Explorer est une application puissante pour le dépannage de bout en bout (du RAN au cœur), l'identification des causes des problèmes des clients et la détection des dégradations.

## **3. Avantages**

Diagnostic rapide et facile

Échec rapide de l'identification des causes profondes

Multi-dimensionnel: abonnés, NE, appareil, service, cellule ...

Multi-techno: 2G, 3G, 4G, RAN et Core

Multi-source: données basées sur la sonde et traces d'appel

Vendeur agnostique

## **4. Parcourir les activités des abonnés au niveau du réseau**

Obtenez une visibilité instantanée sur la santé du réseau en lançant des requêtes au niveau xDR sur toutes les technologies, différentes interfaces et différents sites (cellules, clusters, etc.).

Tirez parti des fonctions puissantes de filtrage et de distribution pour affiner vos investigations et aller au fond des problèmes.

Les requêtes peuvent être partagées avec des collègues pour améliorer l'efficacité de l'équipe.

Les données peuvent également être exportées au format csv.

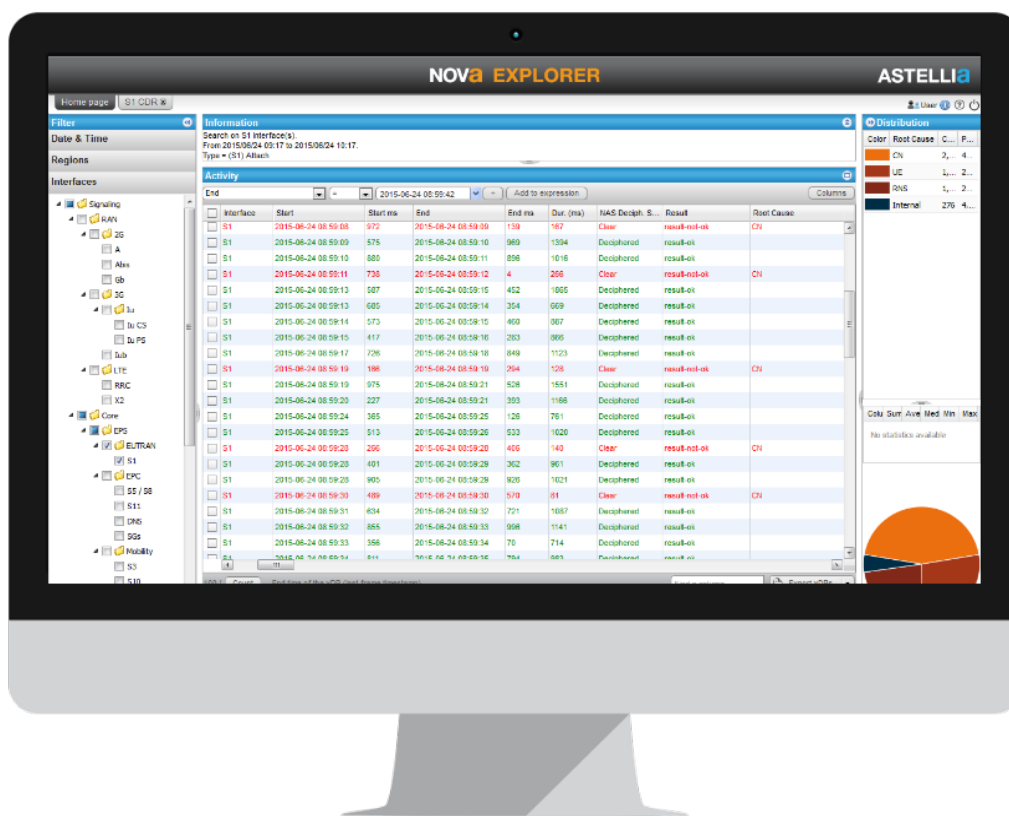


Figure1 : Trace IMSI

Utiliser les organigrammes de messages E2E pour identifier les équipements défectueux.

Il suffit d'un clic depuis la vue xDR pour un flux complet de messages E2E et multi-RAT. Les graphiques de décodage complet et de mesure radio sont affichés dans la même fenêtre.

Les organigrammes peuvent être exportés au format html et par exemple être envoyés aux fournisseurs d'équipement de réseau pour mettre en évidence un équipement défectueux. Les messages peuvent également être exportés au format pcap.

