

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE
TIZI-OUZOU



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

Mémoire de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Electronique

Spécialité : Télécommunications et Réseaux

Filière : Génie Electrique

Thème

**Etude du réseau 3G (UMTS) pour
une optimisation du handover dans la
région de Tizi-Ouzou**

Proposé par :

Mr. LAHDIRI.T

Présentée par:

Dirigé par :

Mr .MOHIA .Y

M^{elle} MAR Ndéye Ndack

Année universitaire : 2013/2014

Remerciements

Je remercie le bon DIEU grâce à qui ce travail, ainsi accomplie, n'aurait jamais pu arriver à terme.

En second lieu je tien a remercier mes parents qui malgré la distance qui nous sépare m'ont toujours soutenu et n'ont préservé aucun effort pour la réussite de mes études. Tout mot dit, je ne les remercierai jamais assez.

Ensuite je remercie infiniment Monsieur **MOHIA YACINE** mon encadreur au sein de l'école, pour ses conseils, son soutien, et son encadrement.

Aussi je tien a exprimer ma profonde gratitude a **MR LAHDIR TOFIK** chef du centre de commutation mobile(MSC/BSC) de MOBILIS a Tizi-Ouzou qui a mis à ma disposition toutes les ressources nécessaires pour le bon déroulement de ce travail et qui n'a pas hésité un instant à m'orienter avec ses précieuses directives et ses judicieux conseils.par son nom je remercie tout l'équipe de ce centre ou j'ai effectué mon stage pour leur soutien et leur conseil a mon égard.

Je ne saurais terminer sans remercier tous mes professeurs de l'université Mouloud Mammeri qui m'ont toujours soutenu et encouragé durant tous mon cursus et n'ont jamais hésité à partager leur connaissance avec moi.

Enfin je remercie tous mes amis, proches et camarades de classes ainsi que toutes les personnes qui m'ont aidé à la réalisation de ce travail.

DEDICACES

Ce travail est dédié à mes très chers parents

Ma chère mère qui ma mise au monde et a toujours guidé mes pas.

Mon cher père qui s'est sacrifié et continue toujours de le faire pour le bonheur de ses enfants. Aucune dédicace ne pourra exprimer mon admiration envers toi papa.

A ma grande sœur Mingué qui par son exemple j'ai toujours voulu aller de l'avant.

A ma grande sœur Ndathé que j'aime de tout mon cœur.

A Mes frères Mamadou et Momar ainsi qu'à tout les membres de ma famille.

*A tous mes professeurs qui m'ont enseigné
Puisse ce modeste travail vous exprimer ma
profonde reconnaissance à votre égard.*

A tous mes amis et à tous ceux qui me sont chère.

Introduction Générale.....11

Chapitre1 : Etude de l'architecture de la 3G

Introduction	14
1. Les services présents aux anciennes générations.....	14
2. Les services proposés avec l'UMTS.....	14
2.1. Catégorie conversationnelle.....	14
2.2. Catégorie de flux continu ou streaming.....	15
2.3. Catégorie interactive.....	15
2.4. Catégorie d'arrière-plan.....	15
3. Architecture de l'UMTS	
3.1. L'architecture fonctionnelle.....	16
3.1.1. La strate d'accès.....	16
3.1.2. La strate de non-accès.....	16
3.2. Architecture physique.....	18
3.2.1. Le Domaine de l'équipement de l'utilisateur.....	18
3.2.1.1 Mobile Equipment (ME).....	19
3.2.1.2 UMTS Integrated Circuit Card (USIM).....	20
3.2.2. Domaine de l'infrastructure.....	21
3.2.2.1. Domaine du réseau d'accès UTRAN.....	23
3.2.2.1.1. Le Node B (nœud B).....	24
3.2.2.1.2. Le Radio Network Controller (RNC)	25
3.2.2.2. Domaine du réseau cœur CN.....	26
3.2.2.2.1. Le groupe des éléments communs.....	27
3.2.2.2.2 Le domaine CS (circuit switched).....	27
3.2.2.2.3 Le domaine PS	28
4. Les techniques d'accès FDD et TDD.....	28

5. Le partage de ressource.....	29
6. Le Handover.....	30
Conclusion	33

Chapitre2 : Etude des différents protocoles entre les nœuds

Introduction.....	34
1. Interfaces UMTS.....	34
1.1. L'interface uu	35
1.2. Interface Iu.....	37
1.2.1. Interface IuCs.....	38
1.2.2 Interface IuPs.....	39
1.3 Interface IUR.....	41
1.4 Interface Iub.....	41
2. Les protocoles de l'UMTS.....	42
2.1. Le protocole RANAP.....	43
2.2. Le protocole SCCP (Signaling Connection Control Part).....	43
2.3. Le protocole MTP3b (Message Transfer Part Broadband).....	43
2.4. Le Protocole SSCOP	46
2.5 Protocole SSCF-NNI.....	46
2.6. Le Protocole AAL2	46
2.7. Le Protocole AAL5	47
2.8. Le protocole Q.2630.1.....	48
2.9. Le protocole Q.2150.1.....	48
2.10. Protocole ATM: Asynchronous Transfer Mode.....	48
2.11. Le protocole SCTP: Stream Control Transmission Protocol	48

2. 12. Protocole RNSAP: Radio network subsystem application part	49
2.13. Protocole NBAP.....	50
3. Les canaux de transports.....	50
3.1. Les canaux de l'UMTS.....	50
3.2. Canaux logiques	51
3.3. Canaux de transport	52
Conclusion.....	54

Chapitre3 : Notion de la QOS et d'indicateur de performance KPI.

Introduction.....	55
1. Les classes de service.....	55
1.1. La classe A ou Conversational.....	56
1.2. La classe B ou Streaming.....	56
1.3. La classe C ou interactive.....	56
1.4. La classe D ou Background.....	56
2. La qualité de service dans les réseaux UMTS.....	57
2.1. Architecture.....	57
2.2. Les attributs du RAB.....	60
3. Les indicateurs clés de performance KPI.....	60
3.1. Statistiques et indicateur clé de performance.....	61
3.1.1. Utilisation des statistiques.....	61
3.1.2 Évaluation du réseau	62

3.1.3 Analyse des pannes et le contrôle des améliorations.....	62
3.1.4 Principe d'extraction des statistiques.....	62
3.2. Compteurs et les indicateurs clés de performance	63
3.2.1. Compteurs.....	63
3.2.2 Formule.....	64
3.3. Les Classes des Indicateurs 3G.....	64
3.3.1. L'accessibilité au service.....	64
3.3.1.1. Indicateurs d'accessibilité	64
3.3.2. La maintenabilité du service.....	65
3.3.2.1 Indicateurs de maintien de l'appel.....	65
3.3.3 Intégrité du service	65
3.3.3.1 Indicateurs d'intégrité	66
3.3.4 Disponibilité	66
3.3.4.1 Indicateurs de disponibilité.....	66
3.3.5. Mobilité	66
3.3.5.1 Indicateur de mobilité	66
3.3.6 Exemple de quelques KPI et leur marge acceptable.....	67
Conclusion.....	68

Chapitre 4 : Optimisation du handover dans la région de Tizi-Ouzou

Introduction.....	69
1. Optimisation du réseau	69
1.1 Identifications des problèmes	71
1.2. Traitement des problèmes.....	73
1.2.1 Problème hardware	74
1.2.2. Problème de configuration	75

SOMMAIRE

1.2.3. Problèmes de mauvais plan de fréquence	76
1.3 Envoie de la requête.....	77
Conclusion	78

Conclusion Générale

Chapitre 1

Fig1 :schéma récapitulatif de l'évolution du réseaux mobile jusqu'à la 3G

Fig1.1: Schéma général de l'architecture d'un réseau UMTS

Fig1.2 : Schéma détaillé de l'architecture d'un réseau UMTS

Fig1.3 : Les trois grandes composantes du réseau UMTS

Fig1.4 : Domaine de l'équipement de l'utilisateur

Fig. 1.5: Exemple de terminal mobile utilisé en 3G

Fig1.6 : Présentation de l'UICC

Fig. 1.7 : Domaine de l'infrastructure

Fig. 1.8 : Réseau cœur et le réseau d'accès

Fig. 1.9 : Schéma fonctionnel du réseau d'accès UTRAN

Fig1.10 :les différents types de cellules

Fig1.11:Le réseau cœur

Fig1.12: Technique de multiplexage

Fig 1.13: Mécanisme de soft/softer hand handover

Fig1.14 : Mécanisme de hard handover

Chapitre 2

Fig 2.1 : Structure en couche des interfaces Réseaux de l'UTRAN

Fig 2.2 : couche protocolaire de l'interface radio UTRAN

Fig 2.2 : couche protocolaire de l'interface radio UTRAN

Fig 2.4 : Piles de protocoles de l'interface IuCs

Fig 2.5 : pile de protocoles de l'interface IUPS

Fig 2.6 : Pile de protocoles de l'interface Iur

Fig 2.7 : pile de protocoles de l'interface iub

Fig. 2.8 : Présentation du protocole SS7et du model OSI.

Fig 2.9 : Format de la mini cellule AAL2

Fig 2.10:les diferents canaux de transports

Chapitre3

Fig. 3.1 : Les classes de QOS de l'UMTS

Fig. 3.2: Les services supports de l'UMTS

Fig 3.3 : Principe d'extraction des statistiques

Chapitre4

Fig. 4.1 : Organigramme d'optimisation

Fig 4.2 : Pourcentage des KPI pour le BSC Tizi-Ouzou

Fig. 4.3 : Exemple d'affichage des pourcentages des KPI

Fig. 4.4: handover au niveau du BSCTIZ1.

Fig. 4.5 : Handover au niveau cellulaire

Fig. 4.6 : « Daily report » des NODE B de Tizi-Ouzou

Fig. 4.7 : CDD des TRX des NODE B de Tizi-Ouzou

Fig. 4.8 : Les situations d'alarmes du CDD

Fig. 4.9: Exemple d'un plan de fréquence de MOBILIS

Table des figures

Tab1 : tableau des canaux logique de l'UMTS

Tab2 : tableau des canaux de transport de l'UMTS

Tab3 : Caractéristiques des classes de QOS de l'UMTS

Tab 4 : Valeur de quelques KPI

INTRODUCTION GENERALE

Aujourd'hui, tout le monde parle de la téléphonie 3G (troisième génération), néanmoins, avant d'arriver à la 3G, il y a eu de grandes évolutions de la téléphonie mobile. Tout a commencé avec la téléphonie 0G, ou 'téléphone radio mobile'. Cette technologie était surtout présente dans les voitures avec des systèmes embarqués. L'exemple principal est le système ARP (Auto radio puhelin), lancé en Finlande en 1971. Ce sont des téléphones analogiques assez conséquents, très gourmands en énergie et nécessitant une antenne de près de 1 mètre de long (d'où l'intégration dans les voitures) : ils n'auraient jamais pu être portatifs comme à l'heure actuelle.

Puis, est apparue la téléphonie 1G. C'était en quelque sorte une évolution de la 0G puisque maintenant le « hand-over » est possible grâce à une signalisation numérique (identification sur le réseau). Néanmoins, la transmission de la voix reste analogique et le système reste avant tout embarqué dans les voitures. Il faudra attendre 1991, date de lancement de *Pocitel*, premier téléphone 1G.

En 1987, la norme GSM voit le jour, mais ce n'est que bien plus tard, à la fin du XXe siècle, que la technologie GSM va être exploitée. Son principal atout, qui aura fait le succès, c'est sa « numérisation ». En effet, la voix est convertie numériquement et compressée afin de créer un réseau « tout numérique ». L'ère de la téléphonie 2G ne fait que commencer.

Ensuite, vinrent se greffer à cette technologie, des améliorations qui ont exploité au maximum la 2G, tant au point de vue équipement, qu'au point de vue débits. L'inconvénient principal consiste en les droits de licence qui ont coûté cher. Le premier exemple est le GPRS (*General Packet Radio System*), qui permet d'obtenir des débits théoriques de l'ordre de 114 kbit/s, plus proche de 40 kbit/s dans la réalité (2,5G). Le deuxième exemple est la norme EDGE (*Enhanced Data Rates for Global Evolution*), présentée comme 2.75G, qui quadruple les améliorations du débit de la norme GPRS en annonçant un débit théorique de 384 Kbps, ouvrant ainsi la porte aux applications multimédias (en réalité la norme EDGE permet d'atteindre des débits maximum théoriques de 473 kbit/s, mais elle a été limitée afin de se conformer aux spécifications (IMT-2000 et de l'ITU).

Enfin, cela nous amène à introduire sur la technologie 3G, à savoir l'UMTS (Universal Mobile Télécommunication System). Sa bande de fréquence attribuée est plus large que celle du GSM et même si la version actuelle est encore limitée à 384 Kbps en réception et à 64 kbps en émission dans des conditions optimales (en mouvement, le débit tombe à 144 kbps), le débit théorique maximal pourra atteindre 2 Mbps (en situation fixe).

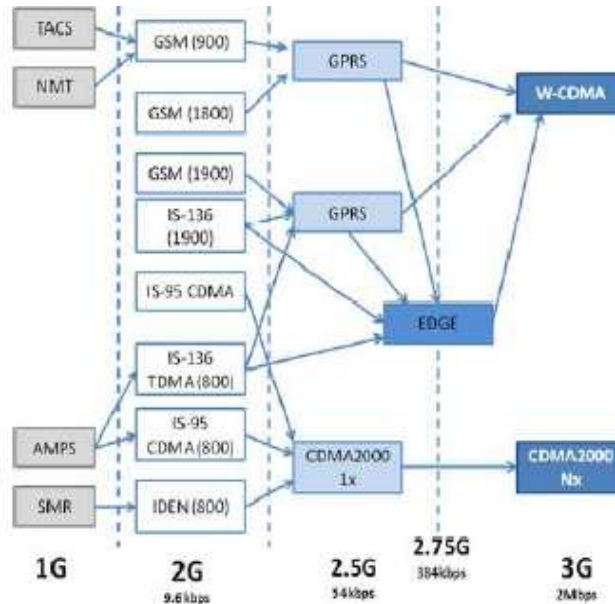


Fig1 :schema recapitulatif de l'évolution du reseaux mobile jusqu'à la 3G.

Dans ce travail, nous allons étudier le fonctionnement de cette nouvelle technologie et mettre en avant ses principaux atouts. Dans le premier chapitre, nous allons étudier son architecture, dans le deuxième chapitre nous chercherons à connaître les différents protocoles entre les nœuds et dans le troisième chapitre, nous parlerons des classe de services de l'UMTS(QoS) ainsi que des indicateurs de performance puis enfin en guise de pratique nous illustrerons nos propos par une optimisation du handover dans le réseaux de Tizi-Ouzou (1)

Introduction

Comme nous l'avons déjà mentionné précédemment, la 3^{ème} génération des mobiles (UMTS) a été développée dans le respect d'une certaine continuité avec les réseaux de 2^{ème} génération actuellement en service. Ainsi la norme UMTS a hérité d'un certain nombre de concepts et d'éléments d'architecture de La norme GSM ayant été repris à l'identique dans la norme UMTS, d'autres ont été plus ou moins modifiés ou améliorés.

Dans ce chapitre nous parlerons principalement de l'architecture de l'UMTS ensuite nous définirons quelques notions liées au réseau 3G tels que les techniques d'accès, le partage de ressource et le handover.

1. Les services présents aux anciennes générations

Le GSM offre différents services en fonction des quatre catégories de qualité de service (QoS) qui sont :

- ❖ Catégorie conversationnelle (voix) ;
- ❖ Catégorie de flux continu ou streaming (multimédia audio) ;
- ❖ Catégorie interactive (WEB/WAP, jeux vidéo en ligne – GPRS/EDGE, accès aux bases de données) ;
- ❖ Catégorie d'arrière-plan (email, SMS, téléchargement – GPRS/EDGE).

2. Les services proposés avec l'UMTS

En plus des services offerts par le service GSM, l'UMTS offre d'autres services supplémentaires.

Nous allons détailler l'ensemble de ces services pour les quatre catégories décrites ci-dessus.

NB : Les éléments en gras correspondent aux nouveautés de la technologie 3G.

2.1. Catégorie conversationnelle

La voix : ce type de communication est le fondement de la téléphonie. Sans voix, il n'y aurait pas de téléphone. Inutile de décrire davantage son utilité.

La visiophonie : ce type de communication permet de voir le correspondant à travers son combiné tout en discutant. La visiophonie nécessite néanmoins un débit assez important comparé au débit de la voix

2.2. Catégorie de flux continu ou streaming

Multimédia : ce service permet d'accéder à des contenus de types audio, vidéo en streaming. Cela permet de regarder la télévision, des films sans avoir à les télécharger sur le mobile puis à les regarder (Remarque : possible avec le EDGE aussi); le flux est mis en mémoire tampon et est lu directement. On notera d'ailleurs pour la 3G, une modification de la connexion au WAP/WEB sur un temps et non plus une quantité et un service de TV HD .

VoD (Vidéo à la Demande) : ce service permet à l'utilisateur, à n'importe quel moment, de pouvoir regarder le film de son choix. Ce service existe sur les connections internet de type Home, et, grâce à l'augmentation des débits, sur le portable avec l'UMTS.

Webcast : ce service n'est autre que l'envoi des services multimédia en *streaming*. Il est difficilement gérable de son mobile. Le flux provient de serveurs WEB. Ce service n'est autre que du monitoring.

2.3. Catégorie interactive

WEB/WAP : ce service permet d'accéder à l'internet mobile et l'internet pc.

Jeux vidéo en ligne : ce service permet de jouer contre ou avec d'autres adversaires en ligne. Ce service est similaire aux services développés pour les salles de jeux en réseaux et les jeux du type Warcraft TM.

Accès aux bases de données : ce service permet d'accéder aux bases de données du monde entier depuis son mobile.

2.4. Catégorie d'arrière-plan

Email : ce service permet d'envoyer et de recevoir ses emails depuis votre mobile. Il est nécessaire de disposer d'un compte messagerie internet pour pouvoir y avoir accès.

SMS : pour Short Message Service, ce service permet d'envoyer des mini messages à n'importe quel numéro mobile, et, depuis quelque temps, à n'importe quel numéro fixe aussi.

Téléchargement : ce service permet d'obtenir n'importe quel fichier depuis le WEB ou le WAP pour l'enregistrer .

3. Architecture de l'UMTS

Ce qui caractérise l'UMTS sont ses performances radio liées à la nouvelle technologie radio utilisé l'UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network), un réseau de services mobile complexes et une architecture flexible et modulaire permettant l'évolution de la technologie et sa compatibilité avec les différents systèmes de deuxièmes et troisièmes générations.

Le système UMTS est modélisé à partir de deux points de vue, l'un physique et l'autre fonctionnel.

3.1. L'architecture fonctionnelle

Elle se modélise par strates. Ces dernières définissent la façon dont les trois domaines communiquent entre eux. Cette architecture UMTS se compose de deux strates, une strate d'accès et une strate de non-accès.

3.1.1. La strate d'accès

La strate d'accès regroupe les fonctions propres au transport de l'information entre la partie terminale mobile et le nœud du réseau cœur qui fait l'interface avec les réseaux externes.

3.1.2. La strate de non-accès

Cette strate représente l'ensemble des protocoles qui permet l'échange d'information entre l'équipement usager et le réseau cœur indépendamment du réseau d'accès radio utilisé

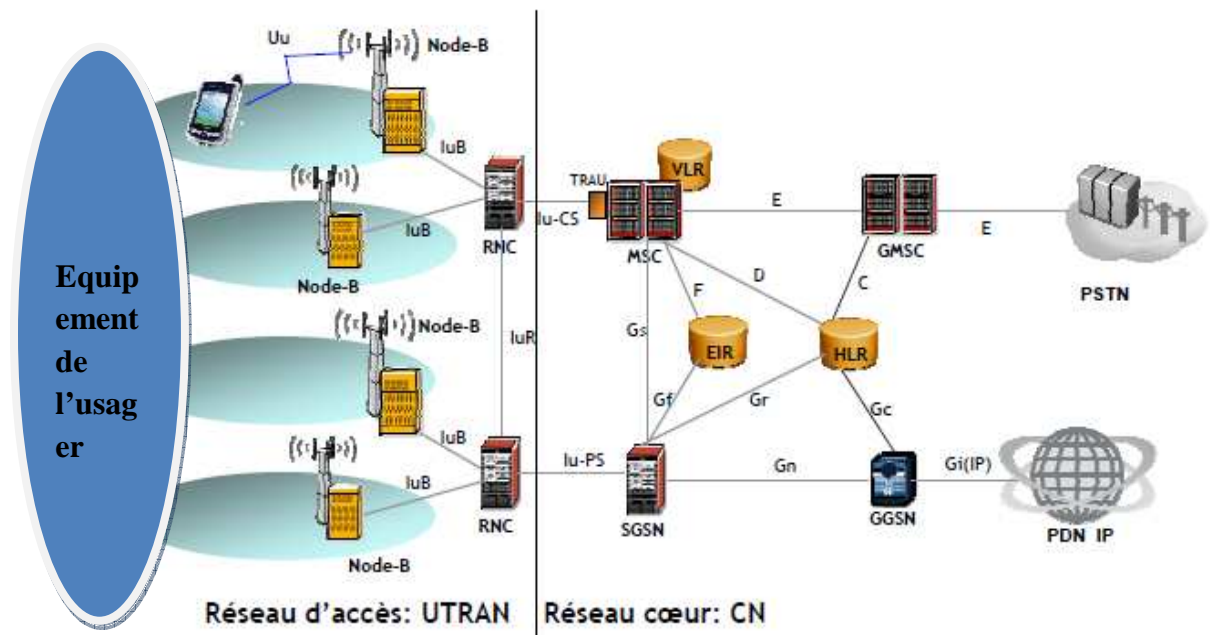


Fig1.1: Schéma général de l'architecture d'un réseau UMTS

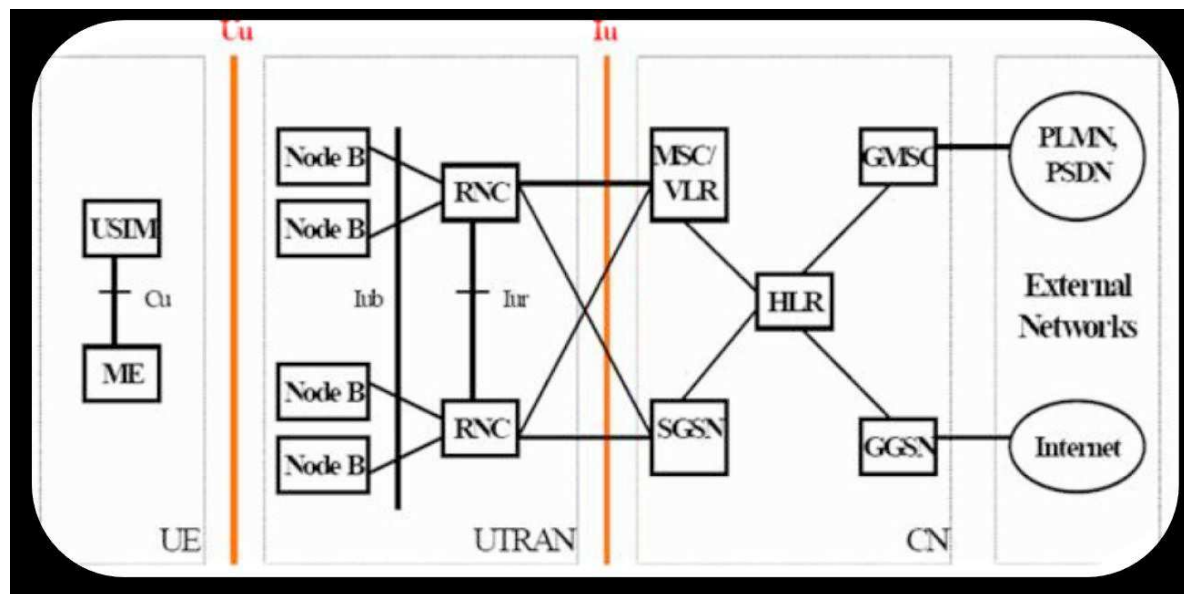


Fig1.2 : Schéma détaillé de l'architecture d'un réseau UMTS

3.2. Architecture physique

Pour modéliser l'architecture physique, le concept de domaine est utilisé. Il permet d'introduire les équipements composant ce réseau ainsi que la façon de les délimiter.

Cette architecture se compose de deux domaines principaux, le domaine de l'équipement de l'utilisateur et le domaine de l'infrastructure. Ce dernier se subdivise en deux sous-domaines, le domaine du réseau d'accès et le domaine du réseau cœur. Le domaine de l'équipement de l'utilisateur comprend tous les équipements terminaux, il peut être également divisé en deux sous-domaines, l'équipement mobile et le module d'identité des services de l'utilisateur USIM (Universal Subscriber Identity Module). Évidemment, les mobiles UMTS ne seront plus de simples téléphones, mais des terminaux multimédia capables d'offrir simultanément des services de transmission de données, d'audio et de vidéo en tout lieu et à tout moment.

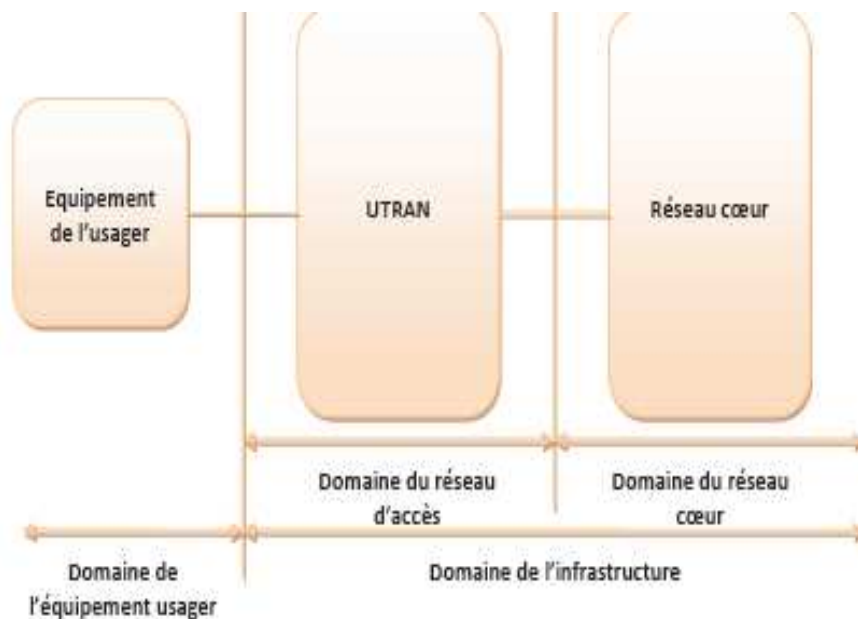


Fig1.3 : Les trois grandes composantes du réseau UMTS

3.2.1. Le Domaine de l'équipement de l'utilisateur

L'équipement utilisateur est utilisé pour désigner la station mobile dans un réseau UMTS. Il représente le vecteur qui permet à l'abonné d'accéder au réseau et également à ses services.

On distingue deux différentes parties au point de vue fonctionnel : l'équipement mobile (ME : Mobile Equipment) et le module d'identité universel de l'abonné (USIM : Universal Subscriber Identity Module).



Fig1.4 : Domaine de l'équipement de l'utilisateur

3.2.1.1 Mobile Equipment (ME)

L'équipement mobile est chargé de la transmission radio et des procédures associées. Il est encore divisé en deux parties : la terminaison mobile (MT : Mobile Termination) et l'équipement terminal (TE : Terminal Equipment).

La terminaison mobile assure la transmission de l'information vers le réseau UMTS (ou autre) à travers l'interface radio et applique les fonctions de modulation, de correction d'erreurs, d'étalement de spectre et d'autre encore qui lui sont l'intermédiaire d'un adaptateur, est la partie de l'UE où les données d'information sont générées en émission ou traitées en réception.

Le MT et le TE peuvent faire partie d'un équipement unique ou être séparés en deux équipements. Le TE peut être par exemple, un ordinateur portable et le MT un terminal mobile utilisé comme modem.



Fig 1.5: Exemple de terminal mobile utilisé en 3G

3.2.1.2 UMTS Integrated Circuit Card (USIM)

L'USIM est une application qui permet à l'abonné d'accéder aux services souscrits. Elle gère également les informations associées à la souscription de l'abonné et les procédures d'authentification et de chiffrement. L'USIM réside dans une carte à puce (smart card) appelée UICC (UMTS Integrated Circuit Card).

Comme la carte SIM (Subscriber Identity Module) utilisée en GSM, l'USIM conserve les informations liées à l'abonné et bien d'autres propres à un environnement où plusieurs opérateurs et plusieurs fournisseurs de services peuvent intervenir. L'USIM peut être utilisée sur un terminal UMTS indépendamment du fabricant et en général de l'opérateur du réseau : la carte associe un abonné à un ou plusieurs fournisseurs de service et pas nécessairement à l'opérateur du réseau courant.

Au niveau de l'infrastructure, c'est dans le réseau nominal que les informations concernant les services souscrits par l'abonné sont enregistrées. L'USIM est la clef d'accès à ces services. Lors d'une demande de service (un appel téléphonique par exemple), le réseau de service dans lequel l'abonné est itinérant doit dialoguer avec le réseau d'accès (radio ou câblés) nécessaire suivant les conditions et les caractéristiques des services souscrits.

L'UICC peut contenir une application USIM et SIM, ce qui peut permettre son utilisateur aussi bien dans un réseau UMTS que GSM. D'ailleurs, les mécanismes permettant l'accès à un réseau GSM peuvent être directement imbriqués dans l'USIM. Enfin, plusieurs

applications USIM peuvent résider dans une même UICC, chacune pouvant être associée à différents fournisseurs de service. Toutes ces possibles configurations pour l'UICC sont schématisées ci-dessous.

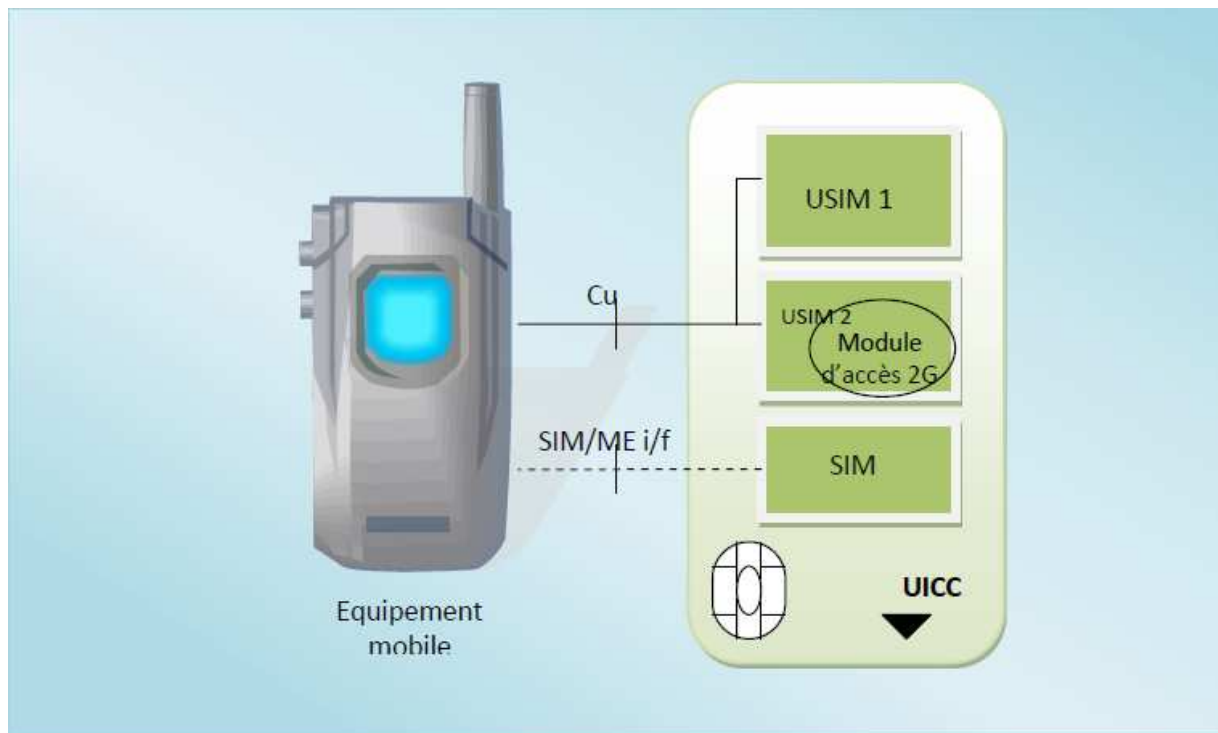


Fig 1.6 : Présentation de l'UICC

3.2.2. Domaine de l'infrastructure

Le domaine de l'infrastructure se compose de deux domaines :

Le réseau d'accès propose les fonctions permettant d'acheminer les informations (Trafic de données et trafic de signalisation) depuis l'utilisateur jusqu'au réseau cœur. C'est l'UTRAN qui est utilisée pour ce domaine. Elle fournit à l'équipement usager les ressources Radio et les mécanismes nécessaires pour accéder au cœur du réseau. C'est la plus importante innovation de l'UMTS (c'est une des raisons du coup élève de sa mise en place et nous en parlerons donc de façon plus approfondie dans la suite.

Le domaine du réseau cœur regroupe les fonctions permettant, la gestion des appels, l'itinérance, la sécurité, la communication avec les réseaux externes. Il permet à l'utilisateur de communiquer à l'intérieur d'un même réseau de téléphonie mobile et assure l'interconnexion de ce dernier avec des réseaux internes ou externes, fixes ou mobiles, numériques ou analogiques. Ce réseau cœur est une évolution de ce qui existait déjà pour le GPRS.



Fig 1.7 : Domaine de l'infrastructure

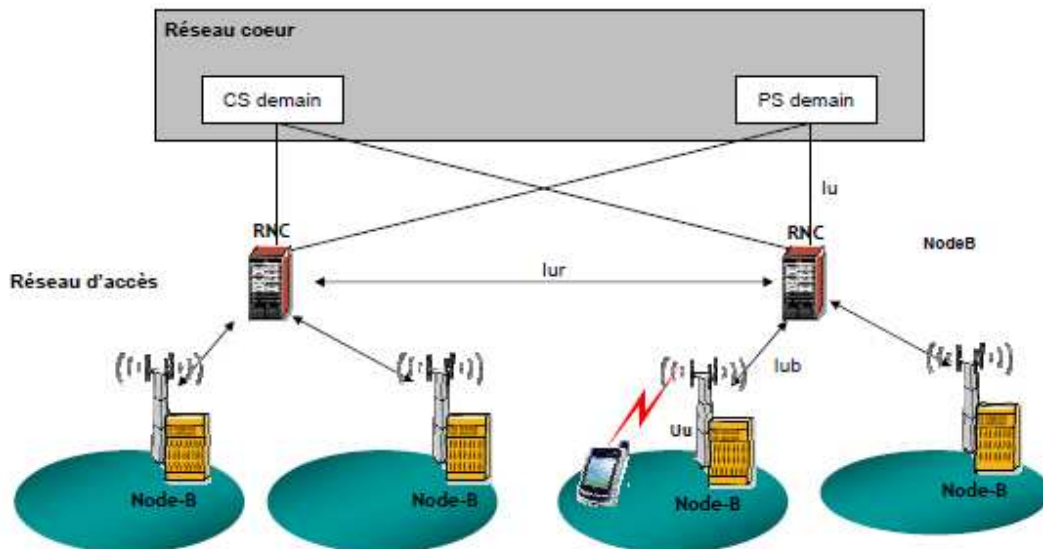


Fig 1.8 : Réseau cœur et le réseau d'accès

3.2.2.1. Domaine du réseau d'accès UTRAN

L'interface entre le réseau de cœur de l'UMTS et le réseau d'accès, est appelé Iu. Cette interface a été définie d'une manière aussi polyvalente que possible, afin de pouvoir connecter n'importe quel type de réseau d'accès de technologies différentes (BRAN, SRAN, etc.), au réseau cœur de l'UMTS.

Cette notion est très importante car elle signifie, que l'UTRAN, bien qu'étant le réseau d'accès de l'UMTS, n'est qu'une des alternatives d'accès à la voie radio. L'UMTS est donc un système polyvalent et très modulable.

Si l'on regarde de plus près le fonctionnement interne du réseau d'accès UTRAN, on remarque qu'il est constitué de plusieurs éléments, ou modules, qui permettent, d'une part, à l'utilisateur de se connecter au réseau, et d'autre part d'acheminer les informations vers le cœur du réseau de l'UMTS.

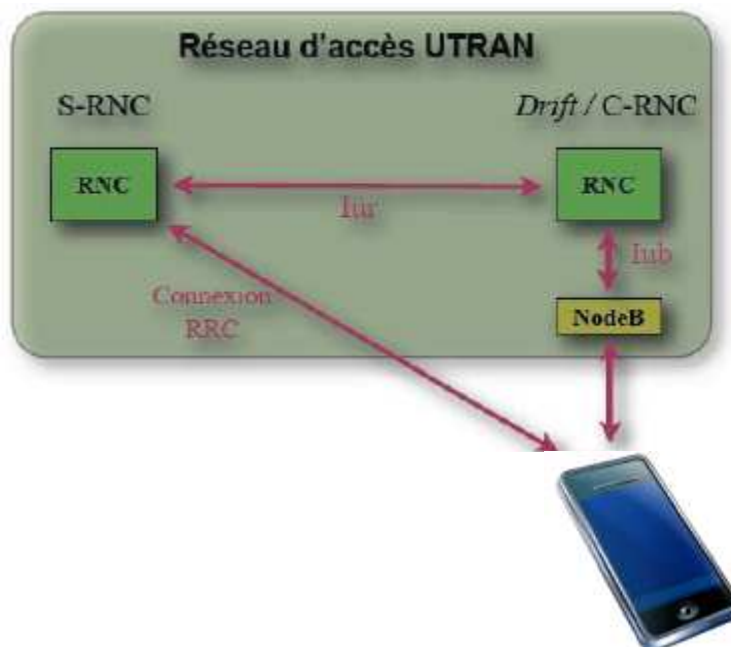


Fig 1.9 : Schéma fonctionnel du réseau d'accès UTRAN

3.2.2.1.1. Le Node B (nœud B):

Son rôle principal est d'assurer les fonctions de réception et de transmission radios pour une ou plusieurs cellules de l'UTRAN. Les fonctions de ce nœud B sont principalement des tâches de niveau couche physique. C'est le nœud B qui va s'occuper entre autres de l'entrelacement, du codage et décodage canal pour la correction d'erreurs, de l'adaptation du débit et de la modulation QPSK. Il va permettre notamment :

- **Le contrôle de puissance.** Lors de celui-ci il, le nœud B va prélever quelques mesures sur le signal reçu et va envoyer une commande pour que l'UE adapte sa puissance. Cela permet une meilleure autonomie pour l'équipement usager ainsi qu'une limitation des interférences dans une même cellule. Cette limitation des interférences est particulièrement importante car les performances du CDMA y sont directement liées.

- **Du point de vue du handover** (changement de canal physique lorsqu'on se déplace) le nœud B joue un rôle actif. Il envoie les mesures nécessaires au RNC pour que celui-ci détermine le besoin d'un handover. Grâce au CDMA en UMTS, plusieurs cellules adjacentes peuvent utiliser la même fréquence porteuse et donc contrairement au GSM, lors du passage d'une cellule à l'autre il n'y a plus aucune interruption de la communication. C'est ce qu'on appelle le soft-handover (en GSM c'est du hard Handover). Nous y reviendrons plus largement par la suite.

- **La macro diversité :** Notre UE pourra communiquer simultanément avec plusieurs nœuds B. La macro diversité permet d'augmenter significativement la qualité lors des communications et permet ce soft-handover. Aussi un Node B doit être capable de gérer jusqu'à quatre fréquences porteuses. Théoriquement chaque porteuse fournit un débit de 2 Mbit/s par cellule radio. Il existe plusieurs types de cellules radio selon l'environnement. La figure suivante représente les différents types de cellules radio

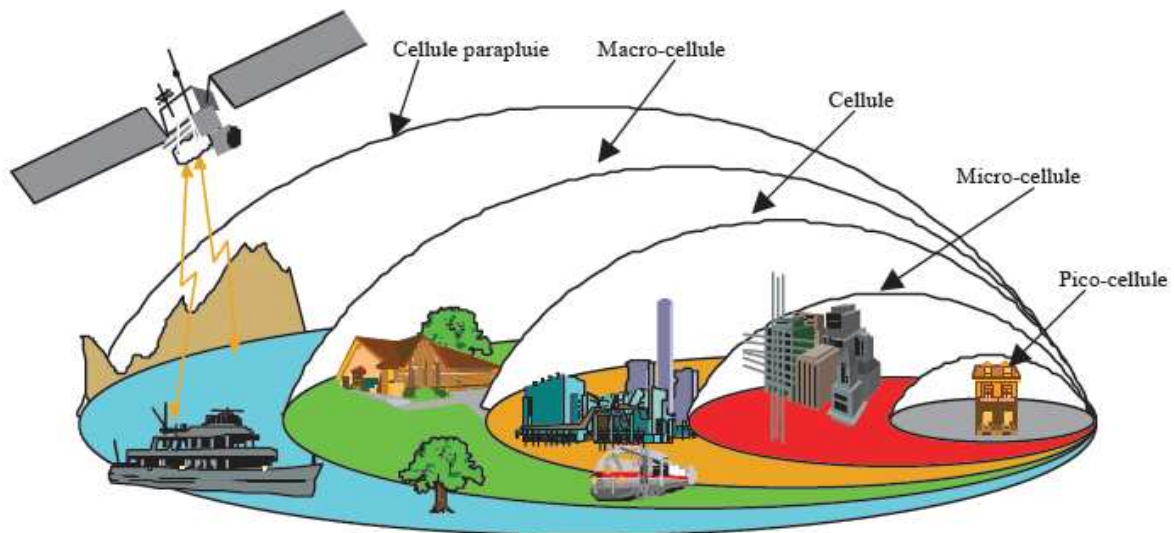


Fig1.10 :les differents types de cellules

- ❖ Une pico-cellule permet des débits de l'ordre de 2 Mbits/s lors d'un déplacement de l'ordre de 10 km/h (marche à pied, déplacement en intérieur, etc.).
- ❖ Une microcellule permet des débits de l'ordre de 384 kbits/s lors d'un déplacement de l'ordre de 120 km/h (véhicule, transports en commun, etc.).
- ❖ Une macro-cellule permet des débits de l'ordre de 144 kbits/s lors d'un déplacement de l'ordre de 500 km/h (Train à Grande Vitesse, etc.).

3.2.2.1.2. Le Radio Network Controller (RNC)

Son rôle principal est le routage des communications entre le Node B et le réseau cœur. Quand un mobile est en communication, une connexion RRC (*Radio Resource Control*) est établie entre le mobile et un RNC de l'UTRAN. Le RNC, en charge de cette connexion, est appelé SRNC (*Serving RNC*). Lorsque l'utilisateur se déplace dans le réseau, il peut être conduit à changer de cellule en cours de Communication, et peut même se retrouver dans une cellule faisant partie d'un Node B ne dépendant plus de son SRNC. On l'appelle alors *controlling RNC*, le RNC en charge de ces Cellules distantes. D'un point de vue RRC, le RNC distant est appelé *drift RNC*. Les données échangées entre le *servicing RNC* et le mobile, transitent par les interfaces Iur et Iub. Le *drift RNC* joue donc le rôle de simple routeur vis à vis de ces données.

Si chaque RNC a un rôle bien établi de *Controlling RNC* vis-à-vis des équipements Node B qui lui sont rattachés, il n'en va pas de même des rôles *Servicing* et *Drift*. Ainsi, chaque

RNC peut être à la fois *Serving* et *Drift pour des mobiles différents*, suivant la manière dont les connexions RRC sont établies.

3.2.2.2 Domaine du réseau cœur CN

Le réseau cœur de l'UMTS est composé de trois parties dont deux domaines :

- ❖ Le domaine CS (Circuit Switched) utilisé pour la téléphonie
- ❖ Le domaine PS (Packet Switched) qui permet la commutation de paquets.
- ❖ Les éléments communs aux domaines CS et PS

Ces deux domaines permettent aux équipements usagers de pouvoir gérer simultanément une communication paquets et circuits. Ces domaines peuvent être considérés comme des domaines de service. Ce type d'architecture permet de pouvoir créer ultérieurement d'autres domaines de service. Le schéma ci-dessous représente l'architecture du réseau cœur de l'UMTS :

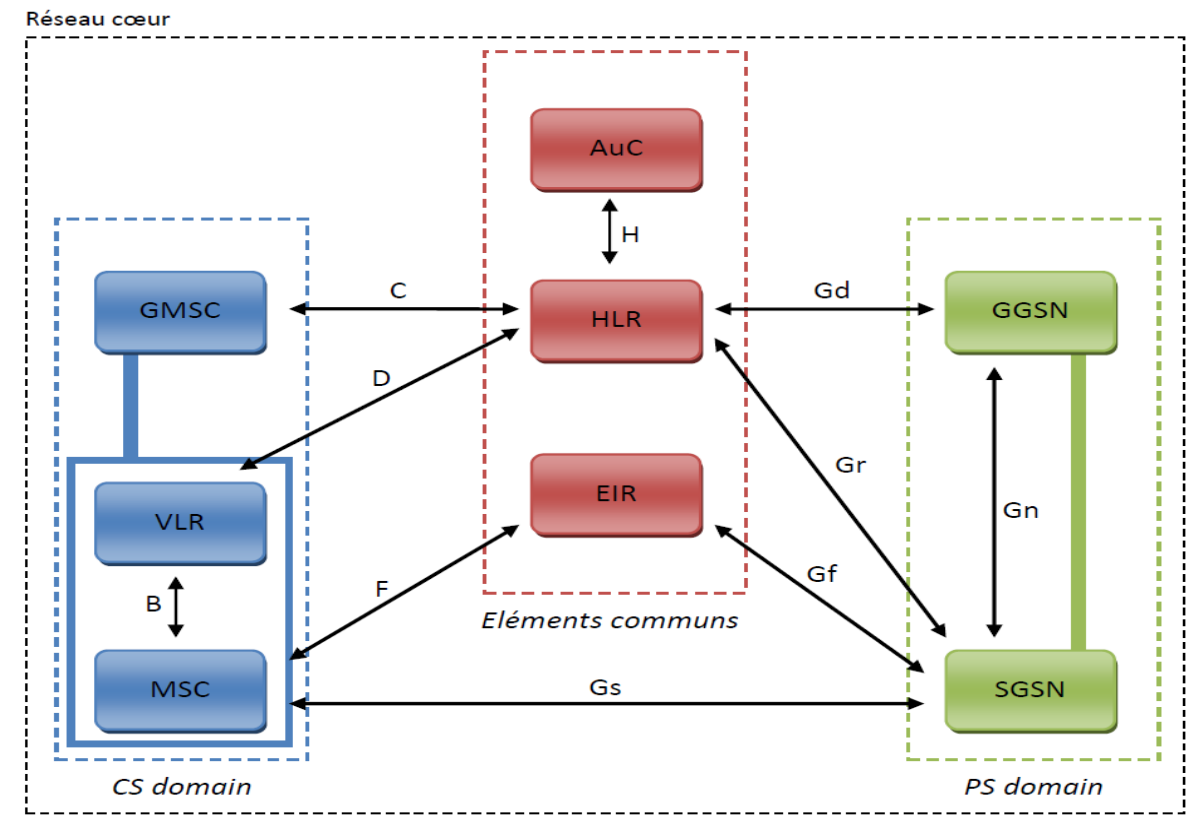


Fig1.11: Le réseau cœur

3.2.2.2.1. Le groupe des éléments communs

Le HLR (*Home Location Register*) : c'est la base de données contenant les informations relatives à l'abonné gérées par l'opérateur. Pour chaque abonné, le HLR mémorise les informations suivantes:

- ✓ les informations de souscription (abonnement, souscription à tel service, débit maximale autorisé, etc..)
- ✓ l'identité du mobile, ou IMSI (International Mobile Station Identity)
- ✓ le numéro d'appel de l'abonné.

Le AuC (*Authentication Center*) : C'est un élément permettant au réseau d'assurer certaines fonctions de sécurité, tels que l'authentification de l'abonné et le chiffrement de la communication. Ces deux fonctions de sécurité sont activées au début de l'établissement de l'appel avec l'abonné. En cas d'échec de l'une d'entre elles, l'appel est rejeté. L'AuC est couplé au HLR et contient, pour chaque abonné, une clé d'identification lui permettant d'assurer les fonctions d'authentification et de chiffrement.

L'EIR (*Equipment Identity Register*) : Est un équipement optionnel destiné à lutter contre le vol des terminaux mobiles. L'EIR est, en fait, une base de données contenant la liste des mobiles interdits (*black list*). L'identification du mobile se fait grâce à son IMEI (*International Mobile Station Equipment Identity*).

3.2.2.2.2 Le domaine CS (circuit switched)

Le domaine circuit permet de gérer les services temps réels correspondant aux conversations téléphoniques, à la vidéo-téléphonie et aux applications multimédia. Ces applications nécessitent un temps de transfert réduit. Le débit supporté par ce mode sera de 384 kbit/s .Il comprend :

Le MSC (*Mobile-services Switching Center*) est un commutateur de données et de signalisations. Il est chargé de gérer l'établissement de la communication avec le mobile.

Le **GMSC** (*Gateway MSC*) est un MSC un peu particulier servant de passerelle entre le réseau UMTS et le RTCP (*Réseau Téléphonique Commuté Public*). Lorsqu' on cherche à joindre un mobile depuis un réseau extérieur à l'UMTS, l'appel passe par le GMSC qui effectue une interrogation du HLR avant de router l'appel vers le MSC dont dépend l'abonné.

Le **VLR** (*Visitor Location Register*) est une base de données attachée à un ou plusieurs MSC. Le VLR est utilisé pour enregistrer les abonnés dans une zone géographique appelée LA (*Location Area*). Le VLR contient des données assez similaires à celles du HLR. Le VLR mémorise, pour chaque abonné, plusieurs informations, telles que l'identité temporaire du mobile (pour limiter la fraude liée à l'interception et à l'utilisation frauduleuse de l'IMSI) ou la zone de localisation (LA) courante de l'abonné.

3.2.2.2.3. Le domaine PS

Le domaine paquet permet de gérer les services non temps réel correspondant à la navigation sur Internet, aux jeux en réseau et aux E-mail. Ces applications sont moins sensibles au temps de transfert et ces données pourront transiter en mode paquet. Le débit supporté pourra atteindre 2 Mbit/s. Il comprend :

Le SGSN (*Serving GPRS Support Node*) : qui joue le même rôle que le VLR, c'est à dire la localisation de l'abonné, mais cette fois, cela se fait sur une RA (*Routing Area*).

Le GGSN (*Gateway GPRS Support Node*) a une fonction identique à celle du GMSC, pour la partie paquet du réseau, en jouant le rôle de passerelle vers les réseaux à commutation de paquets extérieurs (Internet public, un intranet privé, etc...).

4. Les techniques d'accès FDD et TDD

La norme UMTS propose deux techniques de multiplexage pour son interface radio :

- Le TDD (*Time Division Duplex*, figure a.) ;
- Le FDD (*Fréquence Division Duplex*, figure b.)

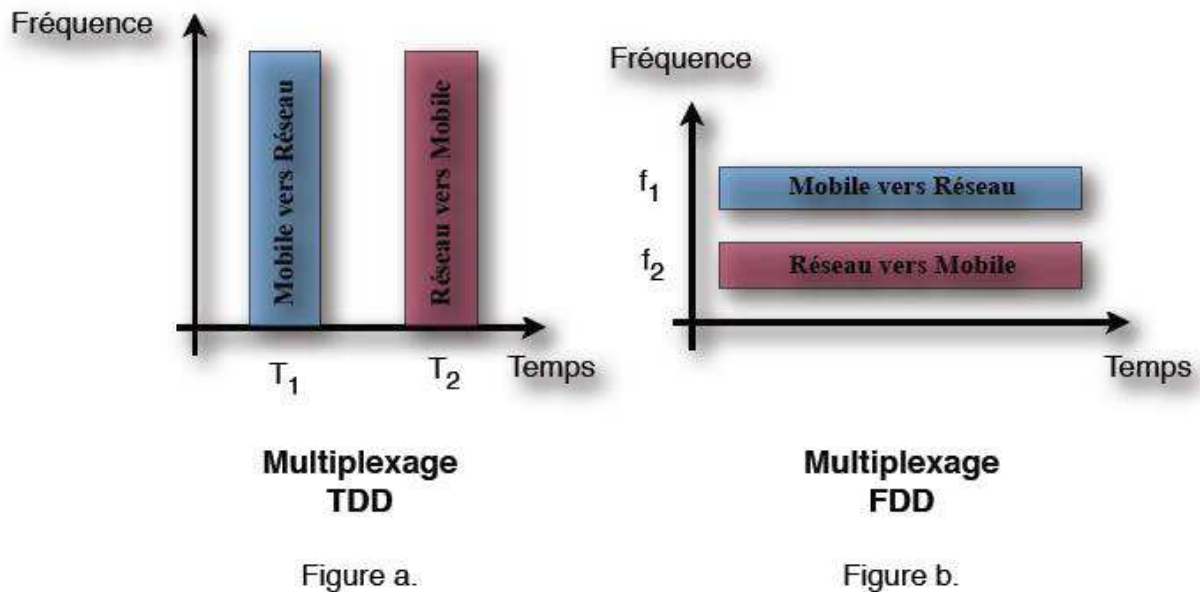


Fig1.12: Technique de multiplexage

En TDD, une seule et unique fréquence est utilisée alternativement par les deux voies de communications. Cette technique est la plus flexible lorsque le spectre n'est disponible qu'en quantité limitée.

En revanche, en FDD, chaque sens de communication (Mobile vers Réseau et Réseau vers Mobile) utilise une fréquence particulière. Le mobile et le réseau peuvent donc transmettre simultanément. L'un des inconvénients de cette technique réside dans l'écart duplex, entre les deux voies de communication, utilisé pour séparer les étages de transmission et de réception radio. La nécessité de maintenir cet écart, également appelé "*Bande de Garde*", entraîne une sous utilisation du spectre radio.

En FDD, on attribue en général la même quantité de spectre aux deux voies de communication, ce qui est tout à fait adapté aux applications présentant un débit symétrique, comme la téléphonie. En revanche, lorsque les débits ne sont pas équilibrés (comme la navigation sur internet), cette technique n'est pas optimale.

5. Le partage de ressource

Le CDMA (Code Division Multiple Access) est basé sur la répartition par codes. En effet, chaque utilisateur est différencié du reste des utilisateurs par un code N qui lui a été alloué au début de sa communication et qui est orthogonal au reste de codes liés à d'autres

utilisateurs. Dans ce cas, pour écouter l'utilisateur, le récepteur n'a qu'à multiplier le signal reçu par le code N associé à cet utilisateur. La tentative de choix d'une interface radio unique, parmi plusieurs propositions de constructeurs et d'opérateurs, a finalement abouti, début 1998, à l'adoption de deux normes d'interface différentes incompatibles entre elles et qui sont toutes deux des évolutions de la technique CDMA : W-CDMA (Wide Band CDMA) et TD-CDMA (Time Division CDMA). Le W-CDMA utilise le mode de duplexage FDD (Frequency Division Duplex). W-CDMA utilise deux bandes passantes de 5 Mhz, l'une pour le sens montant (uplink), l'autre pour le sens descendant (downlink). Le débit maximal supporté par un seul code est de 384 kbit/s. Pour les services à haut débit, plusieurs codes sont nécessaires pour supporter un débit de 2 Mbit/s.

Le TD-CDMA utilise le mode de duplexage TDD (Time Division Duplex). TD-CDMA n'utilise qu'une bande passante de 5 Mhz divisée en intervalles de temps (time slot) ; elle est utilisée pour les deux sens. Elle comprend donc une composante TDMA (Time Division Multiple Access) fondée sur la trame GSM en plus de la séparation par code. Ce concept offre une large gamme de débits de service en allouant plusieurs codes ou plusieurs intervalles de temps à un utilisateur. Le débit de 2 Mb/s peut être obtenu en allouant plusieurs codes ou plusieurs intervalles de temps à un utilisateur, mais des raisons techniques et complexes (dus par exemple au déplacement ou au déphasage) limitent le bon fonctionnement de ce système aux bâtiments ou aux petites cellules.

L'ensemble de ces deux interfaces constitue l'UTRA (Universal Terrestrial Radio Access). WCDMA est particulièrement adapté aux grandes cellules alors que TD-CDMA est limité aux petites cellules. En terme de services supportés, W-CDMA est adapté aux services symétriques (voix et services de données à bas et moyen débit en mode symétrique) alors que TD-CDMA est approprié pour les services de données en mode paquet, à haut débit et asymétrique. Ces deux modes devront cohabiter dans un même terminal et un même réseau afin de couvrir l'ensemble des services et des environnements prévus pour l'UMTS.

6. Le Handover

Comme indiqué précédemment, L'UMTS supporte deux catégories de handovers : soft handover et hard handover.

Un soft handover survient entre deux cellules ou deux secteurs qui sont supportés par différents Node B. L'UE transmet ses données vers différents Node B simultanément et reçoit des données de ces différents Node B simultanément. Dans le sens descendant, les données utilisateur délivrées à l'UE sont émises par chaque Node B simultanément et sont combinées dans l'UE. Dans le sens montant, les données utilisateur émises par l'UE sont transmises à chaque Node B qui les achemine au RNC où les données sont combinées.

Donc Le soft Handover correspond au cas où les deux liens radio sont contrôlés par des stations de base différentes.

Le softer Handover est la situation dans laquelle une seule station de base reçoit les signaux d'un seul utilisateur à partir de deux secteurs qu'ils desservent. La figure suivante illustre la procédure de soft Handover

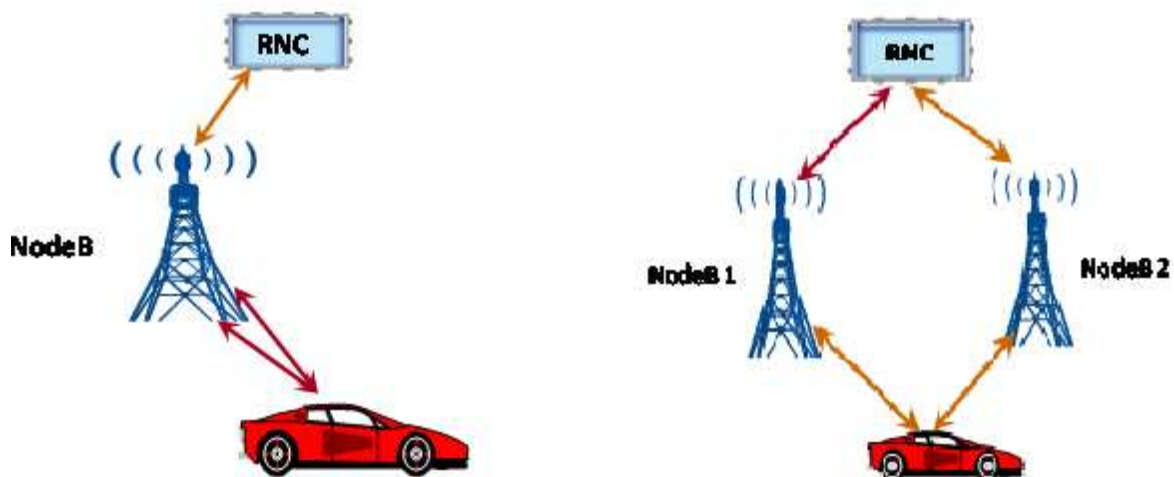


Fig 1.13: Mécanisme de soft/softer handover

Le hard handover consiste à libérer l'ancienne connexion avant qu'une nouvelle connexion radio entre le mobile et le réseau soit établie.

Un hard handover survient dans différentes situations, telles que entre cellules utilisant des fréquences différentes (handover inter-fréquences) ou entre cellules rattachées à des RNCs différents sans que ceux-ci disposent d'une interface Iur entre eux ou lors d'un handover FDD/TDD puisque l'UE ne peut utiliser qu'une technologie d'accès à un instant donné.

Le hard handover est aussi réalisé dans le cas d'un handover entre une cellule UMTS et une cellule GSM/GPRS (handover inter-système). Au début du déploiement des réseaux UMTS, les handovers vers le GSM seront nécessaires pour assurer une couverture continue.

Dans tous les cas, la décision de handover est prise par le Serving RNC, sur la base des mesures radio qui lui sont rapportées par l'UE.

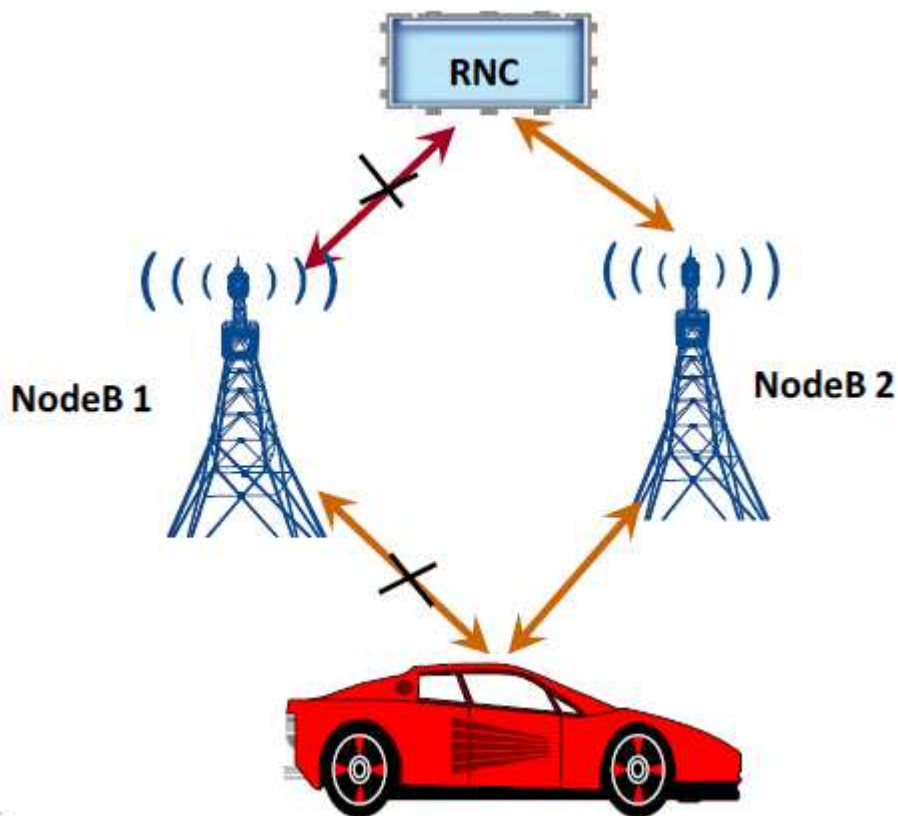


Fig1.14 : Mécanisme de hard handover

Comme pour le GSM, il existe différents types de handover en UMTS.

- Handover Intra-Cellulaire (intra-cell handover) : Il s'agit du cas où le mobile ne change pas de cellule, mais change de fréquence/code.
- Handover inter-cellulaire, intra-Node B : La session radio est transférée d'une cellule à une autre, les deux étant sous la responsabilité du même Node B. Dans le cas, d'un Node B fonctionnant en dual mode, le handover intra Node B inclut le changement de mode (TDD↔FDD). Ce type de handover peut être un soft ou hard handover.

- Handover inter-Node B, intra-RNC : Ce type concerne un changement de Node B. Ce type de handover peut être soft ou hard.

- Handover inter-Node B, inter-RNC avec interface Iur : Il s'agit d'un changement de cellules sous le contrôle de différents RNC. Ce scénario nécessite deux procédures, celle de handover et celle de "SRNS Relocation". Ce type de handover peut être soft ou appelées technologies 3G.

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons eu à développer et à expliquer les différents composants d'un réseau UMTS par l'explication de son architecture et de son mode de fonctionnement à travers le multiplexage et le handover. Notons que des évolutions de l'UMTS sont apparues appelées HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) et HSUPA (High Speed Uplink Packet Access). Elles permettent d'offrir des débits plus importants mais uniquement pour les services paquets. Seules les technologies W-CDMA et TD-CDMA sont utilisées à la fois pour les services circuit et les services paquet. HSDPA améliore le débit descendant (réseaux vers usager) de W-CDMA et permet d'atteindre 14,4 Mbit/s. HSUPA quant à lui améliore le débit montant (usager vers réseau) afin d'atteindre 5,75 Mbit/s. HSDPA et HSUPA requièrent des mises à jour logicielles des équipements du réseau d'accès 3G ainsi que de nouveaux terminaux. De ce fait dans le chapitre suivant, nous allons nous intéresser aux protocoles et interfaces entre les nœuds de son architecture

Introduction :

Le fonctionnement de l'architecture de la 3g doit suivre un certain nombre de norme et des règles précises indispensables à son bon déroulement c'est pourquoi dans ce chapitre nous allons porter notre étude sur les différents interfaces et protocoles qui régissent le fonctionnement ainsi que le déploiement du réseau 3g.

1. Les interfaces de l'UMTS :

La figure ci-dessous représente la structure en couches des interfaces réseau de l'UTRAN, i.e., Iu, Iur et Iub. Ce modèle est générique et s'applique à l'ensemble des interfaces. Il permet d'assurer d'une part l'indépendance des données transportées par rapport à la technologie utilisée pour le transport et d'autre part la séparation complète entre les plans usager et Contrôle.

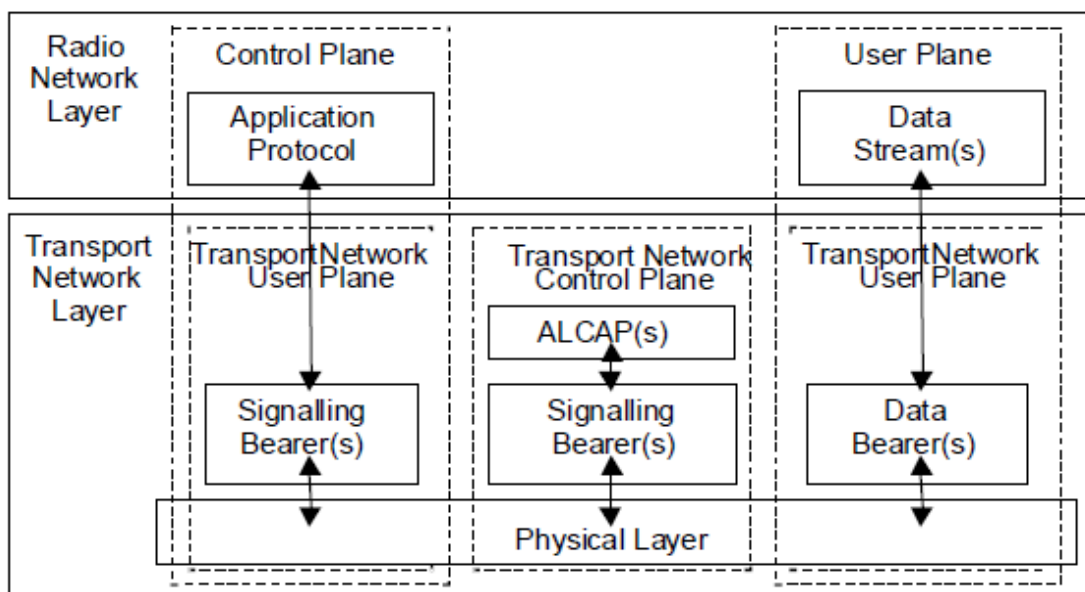


Fig 2.1 : Structure en couche des interfaces Réseaux de l'UTRAN

Le modèle en couche des interfaces réseau peut être décrit en fonction d'une découpe horizontale ou verticale. La découpe horizontale fait apparaître deux couches :

- **La couche de transport (transport network layer) :** est constituée de la couche physique (Physical), des canaux de communication pour la signalisation ou les données (Signaling and Data Bearers) et de la couche ALCAP (Access Link Control Protocol

Application Part) qui permet l'établissement de canaux de transmission du plan usager (data bearer).

- **La couche radio (radio network layer) :** contenant les protocoles d'application (Application Protocol) et de données (data Stream). Tous les aspects spécifiques à l'UTRAN ne se retrouvent que dans la couche radio alors que la couche transport utilise des technologies de transport standard non spécifique à UTRAN.

La découpe verticale fait apparaître trois plans :

- **Le plan de contrôle (control plane) :** qui comprend d'une part les protocoles d'application permettant l'échange de signalisation entre les équipements de l'UTRAN et d'autre part les protocoles assurant le transport de cette signalisation (protocoles support). Parmi les protocoles d'application figurent RANAP (Radio Access Network Application Part), RNSAP (Radio Network Subsystem Application Part) et NBAP (Node B Application Part).

- **Le plan usager (user plane) :** Est le plan par lequel transitent toutes les informations échangées par l'utilisateur (voix, données). Le plan usager comprend les flux de données (data streams) qui utilisent des protocoles support pour le transport de ces données (data bearer).

- **Le plan de contrôle du transport (transport network control plane) :** N'est présent que dans la couche transport et donc absent de la couche radio. Il utilise le protocole ALCAP nécessaire pour l'établissement des supports de données (data bearer) pour le plan usager. Lorsqu'un message de signalisation est initié par un protocole d'application du plan de contrôle, ALCAP déclenche l'établissement d'un support de données spécifique à la technologie utilisée dans le plan usager. Ce plan n'est pas toujours présent sur les interfaces de l'UTRAN, notamment lorsque les canaux du plan usager sont préétablis. Les sections suivantesinstancient ce modèle générique pour dériver les structures en couches des interfaces Uu, Iu, Iur et Iub.

1.1. L'interface uu :

L'interface logique uu sert à connecter le terminal mobile à la station de base par l'intermédiaire d'une liaison radio. la couche physique de l'interface radio est basé sur la technique d'accès multiples a répartition en code CDMA (code division multiple accès).

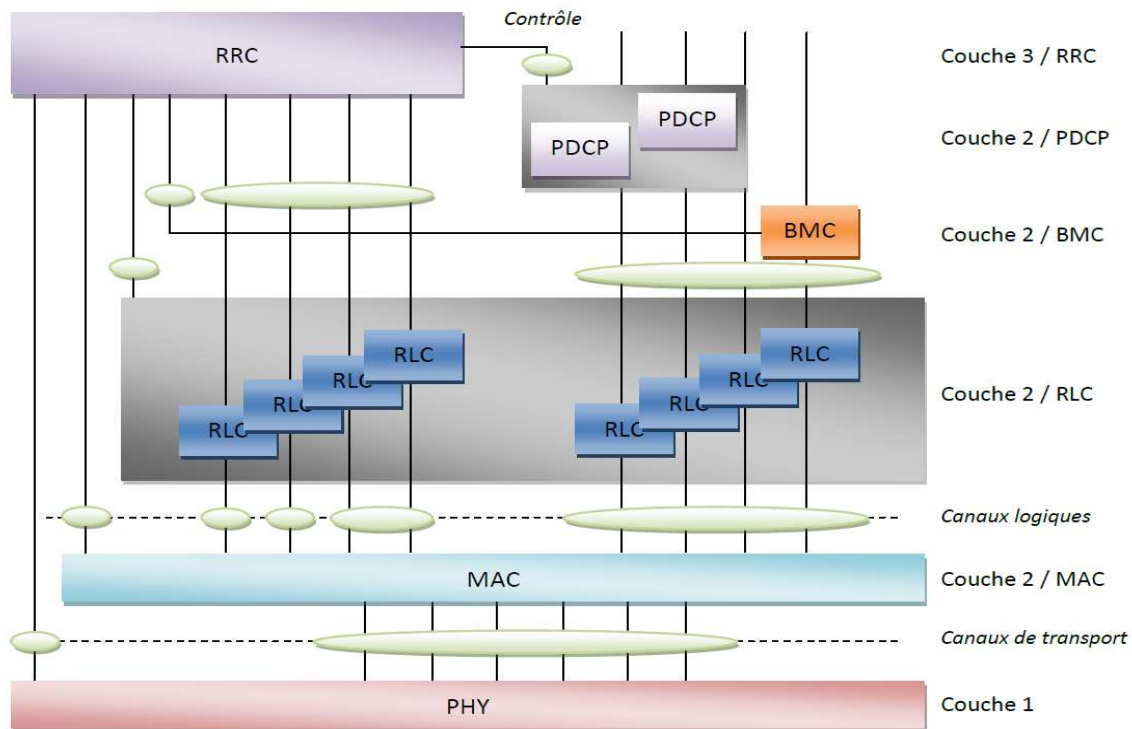


Fig 2.2 : couche protocolaire de l'interface radio UTRAN

L'interface radio de l'UTRAN, comme c'est illustré dans la figure, est structurée en couches dont les protocoles se basent sur les 3 premières couches du modèle OSI (respectivement la couche physique, la couche liaison de données et la couche réseau), ces couches se trouvent coté mobile et coté UTRAN (Node et RNC).

Couche 1 : Représente la couche physique (PHY) de l'interface radio. Elle réalise entre autres les fonctions de détection et correction d'erreurs dans les canaux de transport, multiplexage des canaux de transport sur des canaux physiques, étalement et désétalement de spectre des canaux physiques, prélèvement des mesures radio (envoyées aux couches supérieures), contrôle de puissance en boucle fermée, d'entrelacement et de modulation.

Couche 2 : Fournit les fonctions liées au mapping, chiffrement, retransmission et segmentation. Elle est composée de quatre sous-couches :

- **MAC** (*Medium Access Control*) qui s'occupe du multiplexage de différents flux de données issus d'un même utilisateur ou de flux de données issus d'utilisateurs différents sur un canal de transport unique.
- **RLC** (*Radio Link Control*) établit la connexion entre l'équipement de l'utilisateur UE et le RNC et permet la fiabilité du transport des données entre deux équipements du

réseau. Elle réalise la fonction de segmentation des paquets en des unités de taille prédéfinie par la couche RRC (Radio Resource Control).

- Ces unités sont appelées RLC-PDU (*RLC-Packet Data Unit*). Elle assure aussi le réassemblage des paquets à la réception.
- **BMC** (*Broadcast/Multicast Control*) est en charge d'assurer les fonctions de diffusion de messages sur l'interface radio.
- **PDCP** (*Packet Data Convergence Protocol*) permet de compresser les données ou l'entête des paquets de données via des algorithmes de compression. Cela permet d'exploiter plus efficacement les ressources radio.

Couche3 : Plusieurs fonctions sont assurées par la couche RRC dont:

- Etablissement, ré-établissement, maintenance et libération d'une connexion RRC entre l'UE et l'UTRAN: cela inclut une ré-sélection de cellule optionnelle, un contrôle d'admission et un établissement d'un lien de signalisation avec la couche 2.
- Etablissement, reconfiguration et libération des porteurs radios (Radio Bearer) : un nombre de RBs peut être établi simultanément pour un UE. Ces porteurs sont configurés selon la qualité de service requise.
- Affectation, reconfiguration et libération d'une ressource radio pour une connexion RRC: la couche RRC communique avec l'UE pour indiquer l'allocation de nouvelles ressources (codes, canaux partagés) quand les handovers ont lieu.
- Paging / notification : pour diffuser les informations de paging du réseau à l'UE.
- Diffusion d'information : correspond à « l'information du système ».

1.2. Interface Iu :

L'interface Iu, comme vu sur la figure 5, relie le réseau d'accès radio au réseau cœur. Elle devient IuCs lorsque le réseau d'accès radio s'interface au domaine circuit (3G MSC) et IuPs pour l'interface au domaine paquet (3G SGSN).

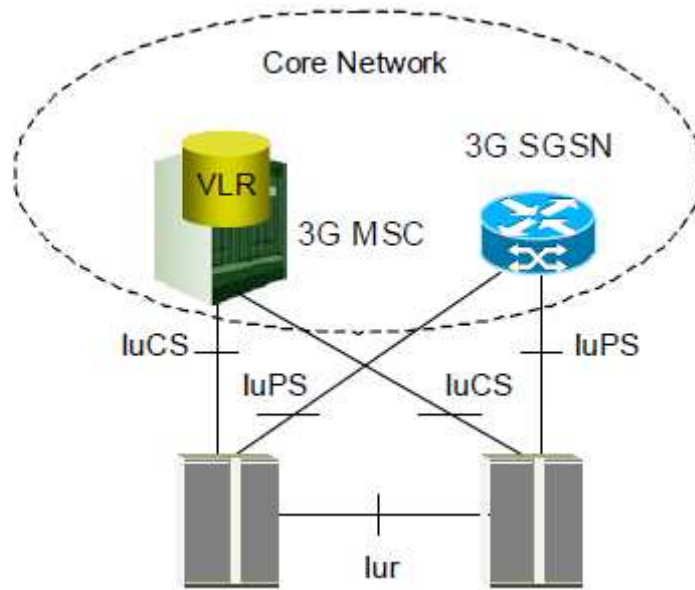


Fig 2.2 : couche protocolaire de l'interface radio UTRAN

1.2.1. Interface IuCs

Les trois plans (découpe verticale) partagent au niveau de l'interface IuCs le mode de transfert ATM. La couche physique peut être supportée par les technologies STM 1 (155 Mbit/s), SONET ou E1 (2 Mbit/s).

La pile protocolaire du plan de contrôle de l'interface IuCs est constituée des protocoles suivants (Figure 2.4) .

- Le protocole d'application RANAP (Radio Access Network Application Part).
- Le protocole SCCP (Signaling Connection Control Part) SS7 qui offre des fonctions de transport.
- Le protocole MTP3b (Message Transfer Part Broadband) qui fonctionne en mode non connecté et qui fournit des fonctions de routage de la signalisation sous forme de paquets contenant dans leur en-tête les adresses SS7 source et destination (adresses SS7 du RNC et du MSC).
- Les protocoles SSCF-NNI (Service Specific Coordination Function), SSCOP (Service Specific Connection Oriented Protocol) et AAL5 (ATM Adaptation Layer 5) qui émulent la couche MTP2 SS7 et qui sont aussi appelés SAAL (Signaling ATM Adaptation Layer). Ils assurent un transport fiable de la signalisation sur ATM.

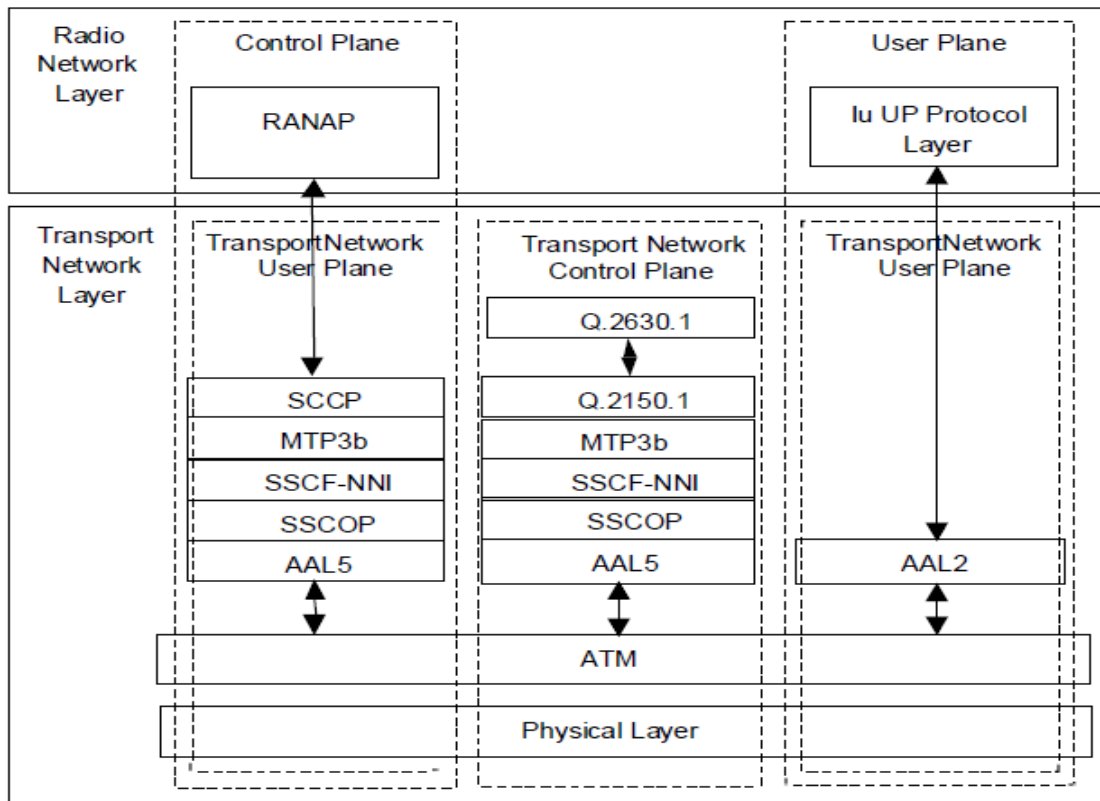


Fig 2.4 : Piles de protocoles de l'interface IuCs

La pile de protocole du plan usager est constituée des protocoles AAL2 et ATM. Une connexion AAL2 est dédiée à chaque service circuit.

La pile protocolaire du plan de contrôle du transport est constituée des protocoles :

- ✓ Q.2630.1
- ✓ Q.2150.1
- ✓ MTP3b sur lequel s'appuie Q.2150.1.
- ✓ SAAL présent aussi dans l'interface de contrôle et sur lequel s'appuie MTP3b.

1.2.2. Interface IuPs

La pile de protocole du plan de contrôle est similaire à celle de l'interface IuCs avec en plus la possibilité de transporter la signalisation RANAP sur SIGTRAN, donc sur le protocole IP .

SIGTRAN définit un protocole de transport fiable appelé SCTP (Stream Control Transmission Protocol) qui s'appuie sur IP ainsi qu'un ensemble de modules d'adaptation permettant d'interfacer des protocoles de signalisation légataires tels que ceux de SS7 (e.g, ISUP, SCCP, etc.). Dans le cas présent, il s'agit de l'adaptation M3UA (MTP3 User Adaptation) qui assure l'acheminement de messages SCCP en traduisant l'interface MTP3

offerte à la couche supérieure SCCP en l'interface SCTP. Le protocole SCTP est un nouveau protocole de transport IP présent au même niveau que les protocoles TCP (Transmission Control Protocol) et UDP (User Datagram Protocol) mais plus robuste que ces derniers pour le transport de la signalisation.

Le plan de contrôle du transport ne s'applique pas à l'interface IuPs. L'établissement d'un tunnel GTP entre le RNC et le 3G SGSN ne nécessite qu'un identifiant pour le tunnel et les adresses IP des deux destinations. Ces informations sont déjà présentes au niveau des messages RANAP.

Dans le plan usager, plusieurs flux de paquets IP sont multiplexés sur un ou plusieurs circuits virtuels permanents AAL5 entre le RNC et le 3G SGSN.

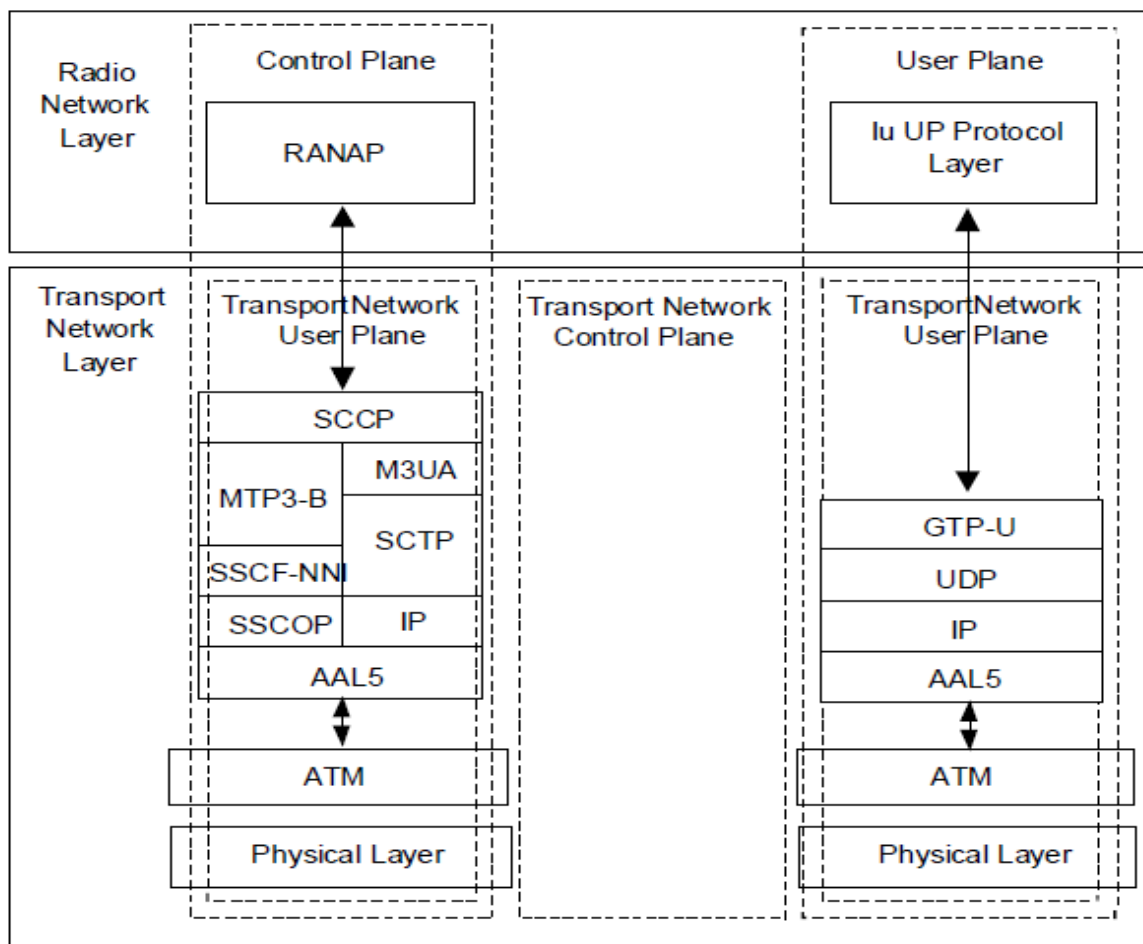


Fig 2.5 : pile de protocoles de l'interface IUPS

1.3. interface IUR

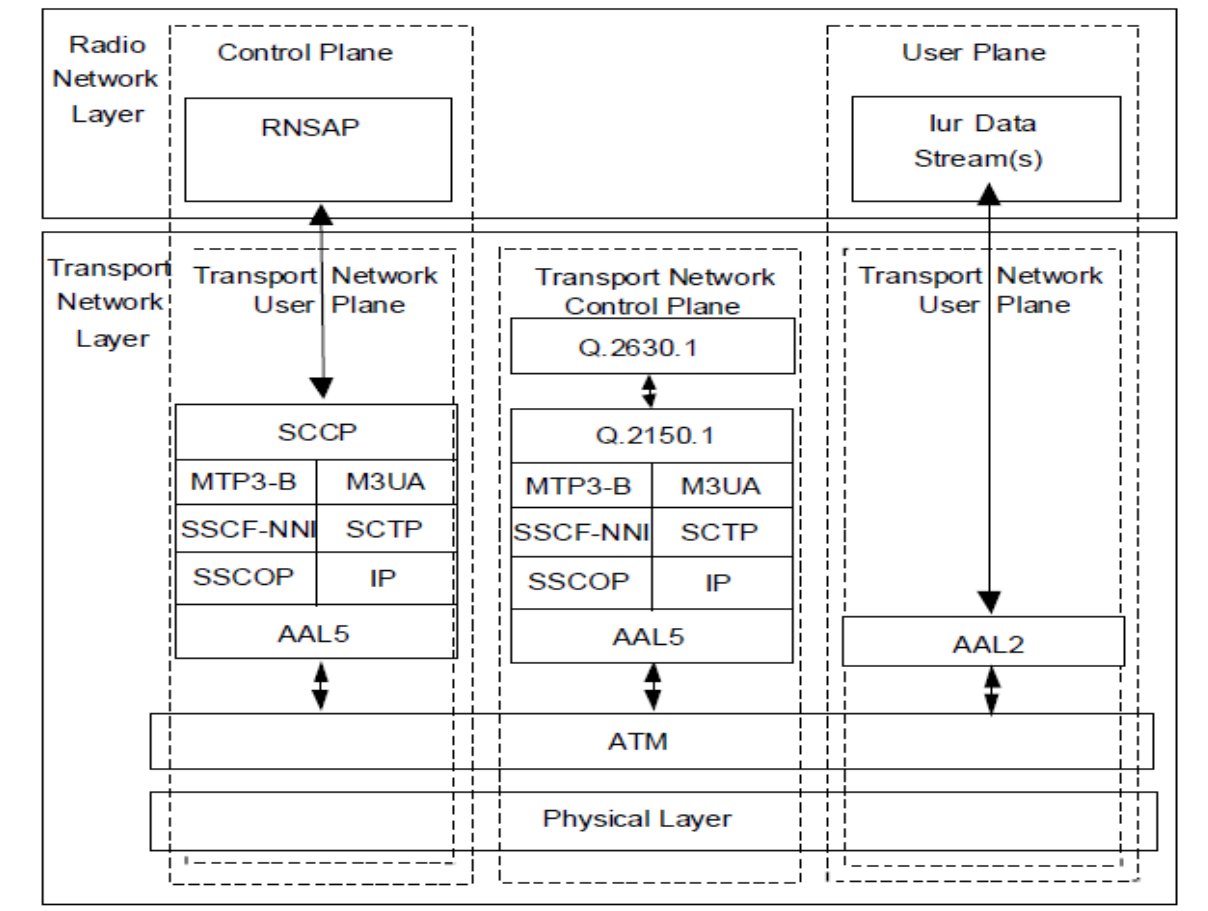


Fig 2.6 : Pile de protocoles de l'interface iur

L'interface Iur supporte la mobilité inter-RNC (SRNS Relocation) et le soft handover entre Node B connectés à différents RNCs.

Les piles de protocoles de la couche transport (Transport Network Layer) sont les mêmes que celles de la couche de transport de l'interface IuCs (Fig 2.4), avec en plus la possibilité d'un transport de la signalisation sur SIGTRAN (M3UA/SCTP).

Le protocole d'application du plan de contrôle est RNSAP (Radio Network Subsystem Application Part).

1.3. Interface Iub

L'interface Iub est présente entre un Node B et le RNC qui le contrôle. Les piles de protocoles de la couche transport (Transport Network Layer) sont similaires à celles de la couche de transport de l'interface Iur (Fig 2.6). La principale différence intervient au niveau

du transport de la signalisation où les couches SS7 sont remplacées par les couches SAAL (Signaling ATM Adaptation Layer).

Le protocole d'application du plan de contrôle est NBAP (Node B Application Part) Permettant la gestion des liens et des mesures radio

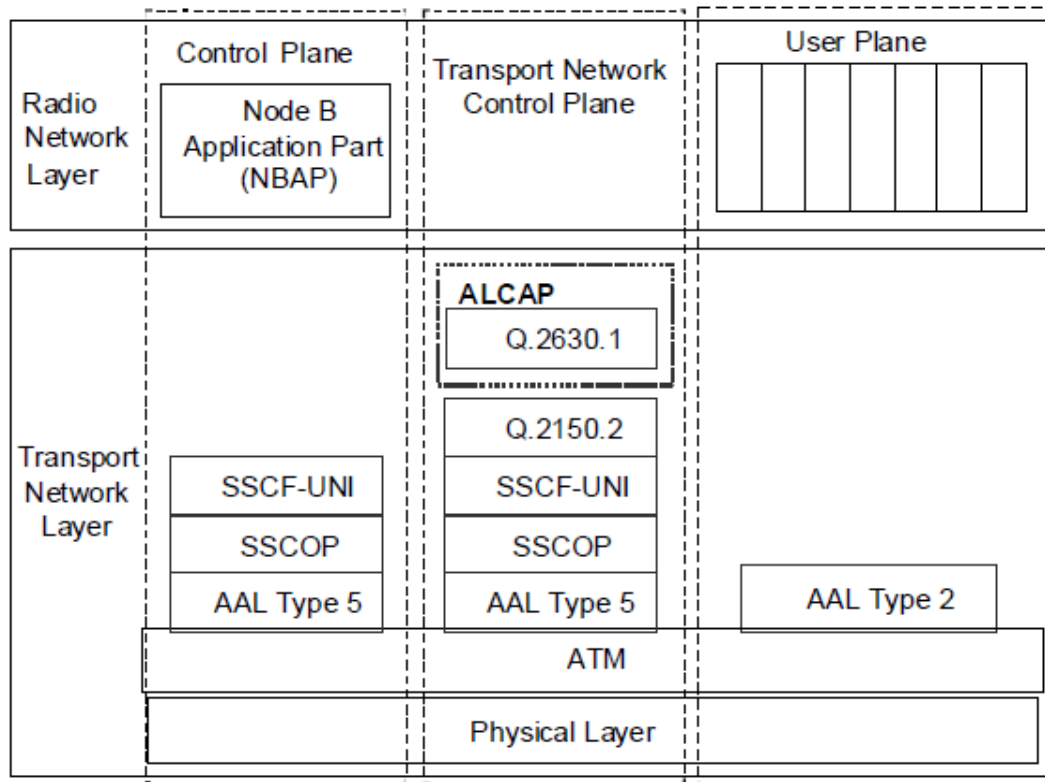


Fig 2.7 : pile de protocoles de l'interface iub

2 .Les protocoles de l'UMTS :

Un protocole est une série d'étapes à suivre pour permettre une communication harmonieuse entre plusieurs ordinateurs ou périphériques reliés en réseau.

Les protocoles sont classés en deux catégories :

- Les protocoles où les machines s'envoient des accusés de réception (pour permettre une gestion des erreurs). Ce sont les protocoles dits **orientés connexion**.
- Les autres protocoles qui n'avertissent pas la machine qui va recevoir les données sont les protocoles dits **non orientés connexion**

Dans cette partie nous allons expliquer le fonctionnement de celles qui sont les plus importantes dans le réseau 3 G.

2.1 Le protocole RANAP :

Le protocole RANAP peut être considéré comme une évolution du protocole de signalisation entre le BSC et le MSC. RANAP assure les fonctions suivantes :

- **Gestion des supports d'accès radio (RAB, Radio Access Bearer) :** Cette fonction permet d'établir, de modifier et de libérer des RABs. Un RAB est une ressource qui permet de transporter les données utilisateur à travers le réseau d'accès.
- **Paging :** cette fonctionnalité permet de rechercher un UE en mode veille dans une zone de localisation lors d'un appel entrant.
- **Transfert de signalisation entre l'UE et le réseau :** L'UE peut échanger de façon transparente des messages de signalisation avec le réseau cœur à travers les protocoles de signalisation d'accès (MM, CM, GMM, SM).

2.2 Le protocole SCCP (Signaling Connection Control Part) :

Le protocole SCCP permet, par l'utilisation d'un système d'adressage global, l'échange de la signalisation au niveau international, par exemple entre deux réseaux différents. SCCP fournit des services réseau en mode non connecté ou en mode connecté, et des capacités de traduction de titre global (GTT, Global Title Translation) au dessus de la couche MTP Level 3. Un titre global est une adresse (par exemple un numéro en 0800, appelant un numéro de carte bancaire ou le numéro d'identification d'un abonné mobile) qui est traduit par SCCP en un code de point de destination et un numéro de sous-système. Un numéro de sous-système identifie uniquement une application au point de signalisation de la destination.

2.3 Le protocole MTP3b (Message Transfer Part Broadband)

Pour expliquer le fonctionnement du protocole MTP3b nous allons nous baser sur la constitution d'un réseau SS7 dont le MTP 3 fait partie de ses couches.

Le réseau SS7 est constitué d'éléments interconnectés qui échangent de l'information afin de supporter les fonctions de télécommunications. Le protocole SS7 est destiné à faciliter ces fonctions et à maintenir le réseau à travers lequel elles sont fournies. Comme la plupart des protocoles modernes, le protocole SS7 possède un modèle en couches.

Voici à droite le protocole SS7 confronté au modèle OSI à gauche :

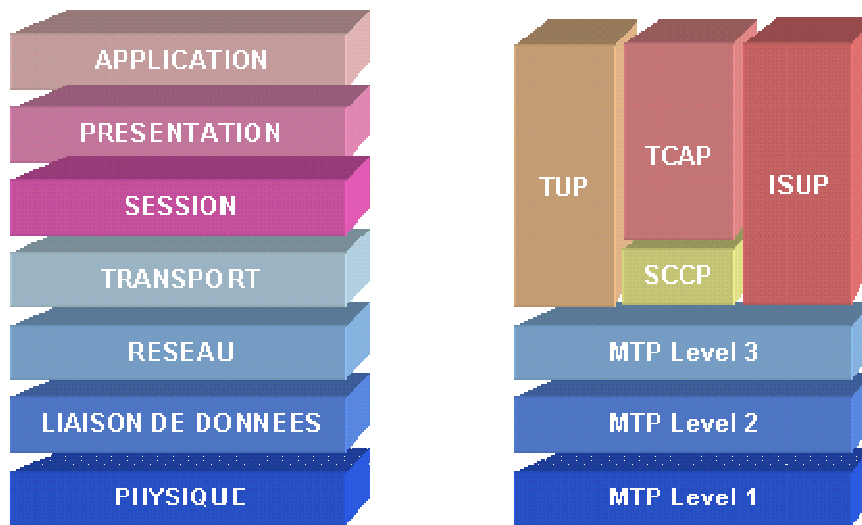


Fig. 2.8 : Présentation du protocole SS7 et du modèle OSI.

Le MTP est divisé en 3 niveaux :

MTP Level 1 : Le niveau le plus bas, MTP Level 1, est équivalent à la Couche Physique du modèle OSI. MTP Level 1 définit les caractéristiques physiques, électriques et fonctionnelles des liens de signalisation numériques du réseau SS7. Les interfaces physiques définies supportent les liens de transmissions normalisés suivants : E-1 (2048 kb/s ; 32 canaux à 64 kb/s), DS-1 (1544 kb/s ; 24 canaux à 64 kb /s), V.35 (64 kb/s), DS-0 (64 kb/s) et DS-0A (56 kb/s). Les liens de signalisation utilisent des canaux DS0 et transportent les informations de signalisation de ligne à un débit de 56 voire 64 kb/s.

MTP Level 2 : Le niveau 2 fournit les fonctionnalités de la Couche Liaison de Données. Il garantit que les deux extrémités d'un lien de signalisation peuvent échanger des messages de signalisation de manière fiable. Il introduit des fonctionnalités telles que :

- ✓ Le contrôle d'erreur
- ✓ Le contrôle de flux
- ✓ Vérification du séquençement

Lorsqu'une erreur survient sur un lien de signalisation, le message est retransmis.

MTP Level 3 : Le niveau 3 assure les fonctions de la Couche Réseau. Il garantit l'acheminement des messages entre les points de signalisation du réseau SS7, qu'ils soient ou non directement connectés. Il offre trois services importants qui sont ceux de la couche réseau :

- ✓ **L'adressage** : Chaque nœud du réseau SS7 tel que les MSC/VLR, SMSC, HLR, STP, etc. Dispose de son adresse appelée Code de Point (PC, Point Code).
- ✓ **Le routage** : Chaque nœud du réseau SS7 dispose d'une table de routage préconfigurée permettant de connaître le nœud suivant par laquelle passer pour acheminer un paquet MTP3 à la destination.
- ✓ **Le contrôle de congestion** : Lorsque des problèmes surviennent au niveau MTP3, le réseau se reconfigure afin d'assurer l'acheminement des paquets à la destination:

Le niveau 4 concerne les services de signalisation. Plusieurs blocs fonctionnels au niveau 4 représentant des applications spécifiques utilisent les services de MTP. Puisque ces blocs fonctionnels sont des utilisateurs de MTP, ils sont référencés comme parties utilisateur.

Plusieurs parties utilisateur peuvent exister simultanément au niveau 4. Des exemples de parties utilisateur sont ISUP (ISDN user part) et TCAP (Transaction Capability Application Part). *ISUP* offre le service de base d'établissement et de libération de circuits ainsi que des services complémentaires (identification de la ligne appelante, renvoi d'appel sur occupation, renvoi d'appel sur non-réponse, renvoi d'appel inconditionnel, etc.).

TCAP offre les services d'invocation à distance. Un exemple d'invocation est l'interrogation d'une base de données de numéro vert afin d'obtenir la traduction entre un numéro vert et le numéro physique correspondant.

Différentes applications utilisent les services de TCAP. Parmi celles-ci, figurent les suivantes:

- INAP (Intelligent Network Application Part) est le protocole permettant l'exécution de services à valeur ajoutée (numéro vert, réseau privé virtuel, carte prépayée, etc.)

- CAP (CAMEL Application Part) permet l'invocation de services à valeur ajoutée du réseau intelligent depuis des réseaux visités.

- MAP (Mobile Application Part) offre le service de mobilité du terminal ainsi que des services complémentaires.

2.4. Protocole SSCOP

La connexion spécifique de service Protocole orienté (SSCOP) a été approuvée récemment, une nouvelle couche d'adaptation ATM du RNIS-LB (AAL) protocole standard, initialement destiné à être utilisé dans la signalisation ATM Adaptation Layer (SAAL), mais aussi pour le soutien de certains types de transfert de données d'utilisateur. SSCOP est un nouveau type de protocole, incarnant plusieurs principes de conception pour liaison à grande vitesse et Les protocoles de couche de transport

2.5 Protocole SSCF-NNI

Le service spécifique Coordination Fonction - Protocole de réseau d'interface de nœud reçoit la signalisation SS7 d'une couche 3 et la mappe à l'SSCOP, et vice versa. Le SSCF-NNI effectue une coordination entre la plus élevée et les couches inférieures.

2.6 Protocole AAL2 :

L'AAL2 (comme n'importe quel autre AAL) est un protocole complexe qui comporte deux sous-couches : la partie basse nommée CPS traite le niveau mini-cellule, et la SSCS supérieure qui traite les fonctions d'adaptation. Deux SSCS ont été définies : une SSCS de segmentation pour le transport des données calquée sur l'AAL5, et une SSCS dite "bande étroite" pour le transport des applications temps réel à l'instar de l'AAL1.

La CPS est bien adaptée aux problèmes qu'elle doit traiter :

- ✓ en multiplexant jusqu'à 248 sources sur un VC ATM, les problèmes de temps de remplissage ATM sont résolus.
- ✓ grâce à une partie utile de longueur variable (jusqu'à 45 octets), la mini-cellule s'adapte facilement à tous les algorithmes de compression connus et permet le

transport du débit variable particulièrement utile pour la parole compressée dans la mesure où certains algorithmes suppriment les temps de silence pour réduire le débit
 ✓ enfin, les aspects temps réel sont pris en charge par le VC sous-jacent dont il conviendra de choisir au mieux l'ATC et la classe de QoS.

Le protocole AAL2 adopté pour l'UTRAN n'utilise que le transport de mini-cellules c'est à dire la CPS sans mettre en œuvre la SSCS bande étroite prévue pour les signaux de parole. En fait, outre sa complexité, les fonctions de cette dernière ont été jugées redondantes avec celles des trames radio à transporter (les FP-PDU).

Dans le cas du transport des messages de données (trafic web, FTP, email etc), les messages peuvent être longs et dépassent les 45 octets dans le cas général : on utilise alors la partie basse de la SSCS de segmentation (la SS-SAR) qui tronçonne les messages en blocs de 45 octets, la mini cellule correspondant à la partie finale du message s'adaptant à la fin du message grâce à sa longueur variable.

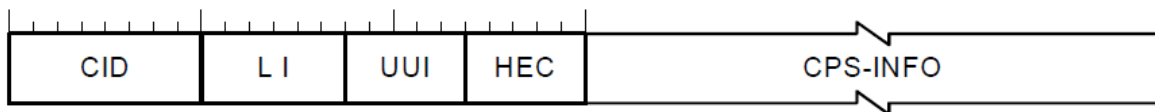


Fig 2.9 : Format de la mini cellule AAL2

- Le champ CID (Channel Identifier) contient sur 8 bits le numéro du canal AAL2 .
- Le champ LI (Length Indicator) code sur 6 bits la longueur de la mini-cellule courante (la longueur maximale par défaut est de 45 octets)
- Le champ UUI (User to User Indication, 5 bits) comporte 32 code points qui servent à transporter de bout en bout des informations relatives à la SSCS .
- Le champ HEC (Header Error Control, 5 bits), sert à protéger l'en-tête de la mini-cellule.

2.7. Le protocole AAL5 :

AAL5 est un mécanisme de segmentation et de réassemblage de paquets. Autrement dit, il est un livre de règles qui expéditeur et le destinataire d'accord sur de prendre un paquet long et en le divisant en cellules. Le travail de l'expéditeur est de segmenter les paquets et de construire l'ensemble de cellules à envoyer. Le travail du récepteur est de vérifier que le paquet a été reçu intact, sans erreurs et de mettre à nouveau ensemble

2.8. Le protocole Q.2630.1 :

Il s'agit d'un protocole de signalisation (de couche) AAL2 qui prend en charge l'établissement et la libération dynamiques de connexions AAL2 point à point.

2.9. Le protocole Q.2150.1:

Il offre un service générique de transport de signalisation et des fonctions de convertisseur de transport de signalisation permettant à la couche Q.2630.1 de ne pas prendre en compte les particularités du service de transport de signalisation sous-jacent.

2.10. Le protocole ATM: Asynchronous Transfer Mode :

Protocole Grande Vitesse Asynchrone qui permet de faciliter le transfert de données de type multimédia. Il permet de faire passer simultanément plusieurs types de données tout en maximisant la bande passante.

2.11 Le protocole SCTP : Stream Control Transmission Protocol

C'est un protocole **unicast** et permet l'échange de données en mode bidirectionnel entre deux points SCTP. Il fournit un **transport fiable**, détecte le rejet, la duplication de données ainsi que les données erronées et retransmet les données corrompues. A ce propos, il gère des temporisateurs plus courts que ceux de TCP car il s'agit de transporter des données de signalisation qui ont des contraintes de temps de livraison plus strictes que celles liées aux données classiques.

Alors que dans TCP un flux fait référence à une séquence d'octets, un flux SCTP fait référence à une séquence de messages. SCTP est donc plus simple à interpréter à la réception. Le nom Stream Control Transmission Protocol découle de la fonction **multi-streaming** fournie par SCTP. Un stream (flot) est un canal logique unidirectionnel permettant l'échange de messages entre terminaisons SCTP. Lors de l'établissement d'une association SCTP, il est nécessaire de spécifier le nombre de streams que comportera cette association. La fonction multi-streaming permet de partitionner les données dans différents stream de telle sorte que la perte d'un message dans un des streams n'ait d'impact sur le transport des données que sur ce stream.

Une des fonctionnalités principales du protocole SCTP est le **multi-homing**, c'est à dire la capacité pour un end point SCTP de supporter plusieurs adresses IP. Ceci est un avantage comparé à TCP. Une connexion TCP est définie par une paire d'adresses de transport (Adresse IP + numéro de port TCP). Chaque end point d'une association SCTP fournit à l'autre extrémité une liste d'adresses IP avec un unique numéro de port SCTP.

L'endpoint est donc l'extrémité logique du protocole de transport SCTP. Une association SCTP associe toutes les combinaisons d'adresses source et destination entre les deux nœuds impliqués.

Chaque end point SCTP peut être adressé par un autre end point SCTP à travers plusieurs chemins correspondant à plusieurs adresses de transport. La fonctionnalité de multi-homing est utilisée à des fins de redondance et non pour permettre un partage de charge entre différentes routes IP.

L'état de chaque chemin est supervisé par SCTP en ce qui concerne son accessibilité, le délai et le nombre de retransmissions consécutives. La supervision du chemin (path monitoring), l'utilisation d'un chemin alternatif pour des retransmissions et la sélection d'un chemin à partir de son état font de SCTP un protocole plus robuste que TCP lors de défaillances partielles du réseau

2. 12. Le protocole RNSAP: Radio Network Subsystem Application Part:

L'interface Iur et le protocole RNSAP sont les deux composants qui permettent le soft handover inter-RNC durant lequel le mobile est connecté avec plus d'un radio link et les BTS sont contrôlés par différents CRNCs. Durant cette procédure, il y a distinction faite entre le SRNC et le DRNC. RNSAP est en fait responsable du contrôle de la connexion entre ces deux entités. Nous pouvons mettre en relief les fonctions suivantes du RNSAP :

- procédures gérant la mobilité : elle concerne les procédures qui gèrent la mobilité au niveau du RAN (Radio Acces Network) le paging de l'utilisateur par exemple.
- procédures dédiées : elles concernent la gestion des canaux dédiés sur l'interface Iur comme le transfert des mesures provenant des canaux dédiés du CRNC vers le SRNC.

- procédures communes : elles sont spécifiques pour les canaux de transport communs.
- procédures globales : elles gèrent les transactions entre différents CRNCs.

2.13. Le protocole NBAP :

Le protocole NBAP ou Node B Application Part représente ici le protocole d'application qui peut être vu comme le protocole de signalisation de la couche réseau radio. La principale fonction du protocole NBAP, comme il a été spécifié dans le 3GPP, c'est de fournir aux RNC les moyens de contrôler et de manager les ressources de la Node B. Si l'interface Iub est basée sous ATM, les messages NBAP sont transportés par le SAAL-UNI, sinon ils sont transmis par le SCTP si l'interface Iub est basée sur IP. Le protocole NBAP définit des procédures de signalisation qui sont essentiellement divisées en deux parties : les procédures communes et les procédures dédiées.

Les procédures communes de NBAP ne sont pas spécifiques aux UE, elles sont plutôt orientées pour la gestion de l'ensemble des fonctionnalités des Node B. Notamment, les configurations des cellules, les configurations des ressources communes des Node B entre autres. Cependant, bien que cela soit spécifique à un UE donné, la mise en place d'un Radio Access Bearer qui sert de transport entre l'UE et le réseau, est traitée dans le cadre des procédures communes.

Dans un tout autre registre nous distinguons aussi les procédures dédiées de NBAP, qui prennent en compte les procédures spécifiques aux UE (mis à part l'établissement du Radio Access Bearer). Ces procédures dédiées se chargent de l'établissement, de la libération et de la reconfiguration des liaisons radio pour un UE donné. Elles incluent aussi l'initialisation et la déclaration des mesures spécifiques des liaisons radio.

3. Les canaux de transports :

3.1. Les canaux de l'UMTS :

Les spécifications de l'UTRAN contiennent une grande variété de canaux de communication, répartis en trois grandes classes : les canaux logiques, les canaux de transport

et les canaux physiques, comme illustré sur la figure. Le canal CTrCH (Coded Composite Transport Channel) correspond à un canal intermédiaire entre les canaux de transport et les canaux physiques.

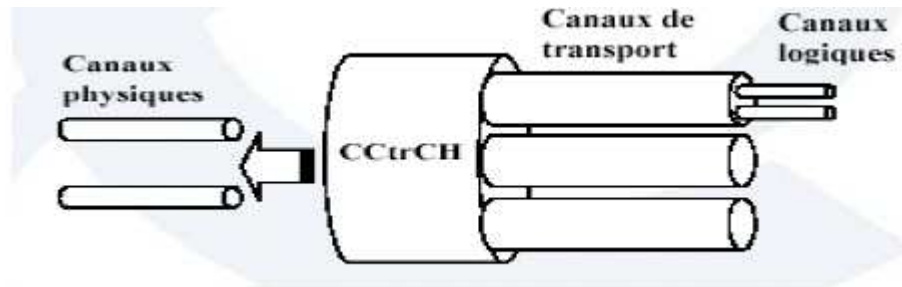


Fig 2.10:les différents canaux de transports

Ces différentes classes de canaux ont été créées pour garantir l'indépendance entre les différents niveaux fonctionnels de l'interface radio. La définition de canaux propres à chaque niveau donne une grande flexibilité à l'UTRAN en lui permettant de s'adapter à la multitude d'applications envisagées pour les réseaux 3G.

3.2 Les canaux logiques :

Ils font référence aux différentes données véhiculées par les protocoles radio de l'UTRAN, surtout celles concernant la couche MAC. Ces canaux se divisent en deux :

- Les canaux logiques de contrôle utilisés pour le transfert des informations dans le plan de contrôle.
- Les canaux logiques de trafic utilisés pour le transfert des informations dans le plan

	Canal	Lien	Fonction
Canaux logiques de Contrôle	Broadcast Control Channel (BCCH)	DL	Diffusion permanente d'information système
	Paging Control Channel (PCCH)	DL	Envoie des messages de paging aux mobiles
	Common Control Channel (CCCH)	UL / DL	Envoie ou réception d'information de contrôle à des mobiles non encore connectés au réseau
	Dedicated Control Channel (DCCH)	UL / DL	Envoie ou réception d'information de contrôle à des mobiles connectés au réseau Transmission de la quasi totalité de la signalisation (RRC et réseau cœur)
Canaux logiques de Trafic	Dedicated Traffic Channel (DTCH)	UL / DL	Echange de données usager avec un mobile connecté au réseau
	Common Traffic Channel (CTCH)	DL	Envoie de données usager en mode de diffusion (groupe de mobile)

Tab1 : tableau des canaux logique de l'UMTS

3.3 Canaux de transport :

Les différentes données issues des couches hautes sont véhiculées dans l'interface air via des canaux de transport. La notion d'un canal de transport est liée surtout à la façon avec laquelle les données sont regroupées et transportées dans les canaux physiques.

Les canaux de transport se divisent en trois :

- Le canal de transport commun est un canal point à multipoint unidirectionnel utilisé pour le transfert d'informations d'un ou de plusieurs utilisateurs.
- Le canal de transport partagé utilisé pour le transport des données de contrôle ou de trafic uniquement en voie descendante en association avec un ou plusieurs canaux dédiés. Il est partagé dynamiquement par différents utilisateurs.
- Le canal de transport dédié qui est un canal point à point dédié à un seul utilisateur et qui transporte des données de contrôle ou de trafic point.

	Canal	Lien	Fonction
canal de transport commun	Broadcast Channel (BCH)	DL	Diffuse l'information aux UEs dans la cellule pour qu'ils puissent identifier le réseau et la cellule
	Forward Access Channel (FACH)	DL	Transporte les données ou les informations aux UEs qui sont enregistrés dans le système. Il est possible d'avoir plus qu'un FACH par cellule
	Paging Channel (PCH)	DL	Transporte les messages qui alerte le UE des appels entrants, SMS, messages et les sessions de données.
	Random Access Channel (RACH)	UL	Transporte les demandes de services des UEs voulant accéder au système
	Common Packet Channel (CPCH)	UL	Fournit une capacité additionnel au-delà de celle de RACH et utilisé aussi pour le contrôle de puissance rapide.
	Downlink Shared Channel (DSCH)	DL	Permet de transporter des informations utilisateurs ou des informations de contrôle dédiées. Il peut être partagé par plusieurs utilisateurs
canal de transport dédié	Dedicated Channel (DCH)	UL / DL	Utilisé pour le transfert des données à un UE particulier. Chaque UE a son propre DCH dans chaque direction.
canal de transport partagé	Dedicated Shared Channel (DCH)	DL	Le seul canal partagé Permet de transporter les données de contrôle ou de trafic.

Tab2 : tableau des canaux de transport de l'UMTS

3.4. Les canaux physiques:

Un canal de transport, caractérisant la manière dont les informations sont transmises sur l'interface radio, est dissocié du canal physique réellement utilisé. Ainsi, un canal physique peut supporter plusieurs canaux de transport ou un canal de transport soit supporté par deux canaux physiques distincts.

Il existe trois catégories de canaux physiques :

- ✓ **Les canaux physiques dédiés à la voie montante :** Il existe deux types de canaux physiques dédiés dans la voie Montante:

- le canal physique dédié de données DPDCH (*Dedicated Physical Data CHannel*).
- le canal physique dédié de contrôle DPCCH (*Dedicated Physical Control CHannel*).
- ✓ **Les canaux physiques dédiés à la voie descendante** : à la différence de la voie montante, il existe un seul type de canal physique dédié dans la voie descendante appelé DPCH (*Dedicated Physical Channel*). Ce canal achemine l'information du canal de transport DCH. Cette information peut être du trafic de données ou de contrôle généré par les couches supérieures également la couche physique elle-même. De ce fait, il peut être considéré comme le multiplexage temporel.
- ✓ **Les canaux physiques communs (PDSCH, CPICH, SCH, etc.)** : Ce sont des canaux physiques dont les terminaux mobiles se servent pour communiquer avec le réseau. Ces canaux transportent les données ou la signalisation vers un ou plusieurs utilisateurs dans une même cellule.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons eu à présenter dans un premier temps les différents interfaces qui régissent l'architecture de l'UMTS, ensuite nous avons expliqué le fonctionnement des protocoles qui permettent la connexion du réseau en expliquant leur rôle et enfin nous avons identifié les différents canaux de transport de l'UMTS qui garantisse les liens entre les différents niveaux fonctionnels.

Néanmoins, pour s'assurer d'un bon fonctionnement de son réseau 3G, tout opérateur doit procéder à l'optimisation de son réseau afin qu'il soit utilisé à bon escient garantissant ainsi la satisfaction de tous les abonnés. Pour ce faire, l'étude des classes de service de l'UMTS(QOS) ainsi que l'analyse des KPIs (Key Performance Indicators) est primordiale et c'est ce qui fera l'objet de notre prochain chapitre.

Introduction

Les indicateurs de performances (KPIs) comme leur nom l'indique sont l'essence d'une optimisation réussie d'un réseau 3G. Ces données sont nécessaires pour garantir la qualité de service requise, respecter le modèle établi du réseau lors de la phase de planification et détecter toute anomalie qui pourrait les contrarier. Les KPIs sont nombreux et concernent toutes les entités du réseau : radio et core. Toutefois, dans notre présent chapitre, nous allons nous concentrer sur les plus importants liés à la partie radio. Leur analyse viendra après une présentation des classes de service dans l'UMTS (QoS) ainsi que leur qualité et les éléments du réseau la décrivant.

1. Les classes de services

Les spécifications du 3GPP définissent quatre classes de qualité de service pour le transport des applications multimédia dans l'UMTS. La différence entre ces classes de QoS se base essentiellement sur des exigences sur le délai, le taux d'erreur binaire (BER) et la priorité de circulation.

Les différentes classes de QoS sont comme le résume la figure ci-dessous :

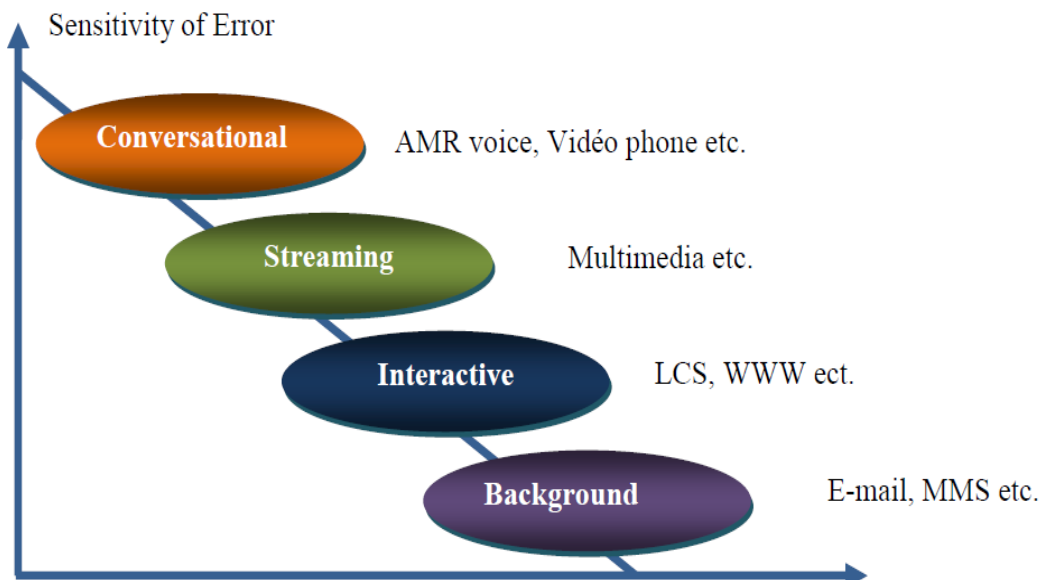


Fig 3.1 : Les classes de QoS de l'UMTS

1.1. La classe A ou conversationnel

Le meilleur exemple de cette classe est la téléphonie. Elle peut être aussi utilisée pour les nouvelles applications Internet à aspect conversationnel en temps réel comme la voix sur IP. Cette classe exige des contraintes strictes sur le délai de transfert des paquets ainsi que sur la variation du délai de transfert, la gigue².

1.2. La classe B ou Streaming

Cette classe est utilisée pour les flux unidirectionnels comme les applications de diffusion vidéo ou audio. Il n'existe pas de contraintes strictes sur le délai de transfert pour les applications « streaming ». Par contre, la variation du délai est un paramètre important parce qu'il est perceptible par l'utilisateur. Toute fois, cette contrainte sur la variation du délai reste tolérante grâce aux tampons du récepteur qui peuvent amortir les variations du délai si elles sont toujours inférieures à une limite donnée.

1.3. La classe C ou interactive

Cette classe est utilisée pour les applications qui nécessitent une interaction entre les deux extrémités de la communication. Un exemple d'application de cette classe est la navigation web. Cette classe est de type transactionnel. Elle nécessite une certaine contrainte sur le délai de transfert des paquets parce que l'utilisateur attend une réponse dans une fenêtre de temps. Cette contrainte n'est pas stricte puisque ce sont des applications non temps réel. En revanche, cette classe doit assurer un taux de perte des paquets assez faible parce que les applications transportées par cette classe sont très sensibles aux pertes.

1.4. La classe D ou Background

C'est la classe la moins exigeante en termes de délai de transfert. Les applications transportées par cette classe sont des applications dont l'utilisateur n'attend pas les paquets. La contrainte la plus importante est le taux de perte. Cette classe est très sensible à la perte de paquets. Les applications e-mail et SMS constituent des exemples de la classe Background.

Les deux premières classes représentent les services exigeants le temps réel. Les deux dernières par contre sont moins sensibles au délai. Le tableau suivant résume les caractéristiques des classes de trafic citées précédemment

Classes de trafic	Conversational	Streaming	Interactif	Background
Caractéristiques fondamentales	conserver la variation de temps entre les entités d'information du flux de données (stream) conversationnel (délai stricte et faible)	conserver la variation de temps entre les entités d'information du flux de données	-Modèle question/réponse -conserver le contenu du paquet (payload)	- La destination n'attend pas les données dans un certain temps. - conserver le contenu du paquet.
Exemple de l'application	- voix	- streaming vidéo	- navigation Web	- téléchargement en arrière plan (background) de mails.

Tab3 : Caractéristiques des classes de QOS de l'UMTS

2. La qualité de service dans les réseaux UMTS

La QoS est définie comme étant l'effet global produit par la qualité de fonctionnement d'un service qui détermine le degré de satisfaction de l'utilisateur du service. Elle doit considérer deux aspects importants qui sont la capacité d'un réseau à fournir le service avec un niveau bien déterminé, et comment satisfaire l'utilisateur final avec ce service, en termes d'usage, d'accessibilité, de continuité et de son intégrité.

2.1. Architecture

Les services du réseau UMTS sont des services de bout en bout (d'un équipement terminal TE à un autre TE). Un service de bout en bout doit avoir une certaine qualité de service fournie à l'utilisateur pour satisfaire sa demande, afin de pouvoir garantir une certaine qualité de service, des services supports (BS : Bearer Services) sont définis entre la source et

la destination d'un service. Un service support comporte tous les aspects nécessaires pour garantir la qualité de service. Ces aspects concernent : le contrôle de signalisation, le transport des données utilisateur et la fonction de gestion de la QoS. La figure suivante représente l'architecture en couches des services supports de l'UMTS. Chaque service support d'un niveau donné utilise les services offerts par les niveaux inférieurs.

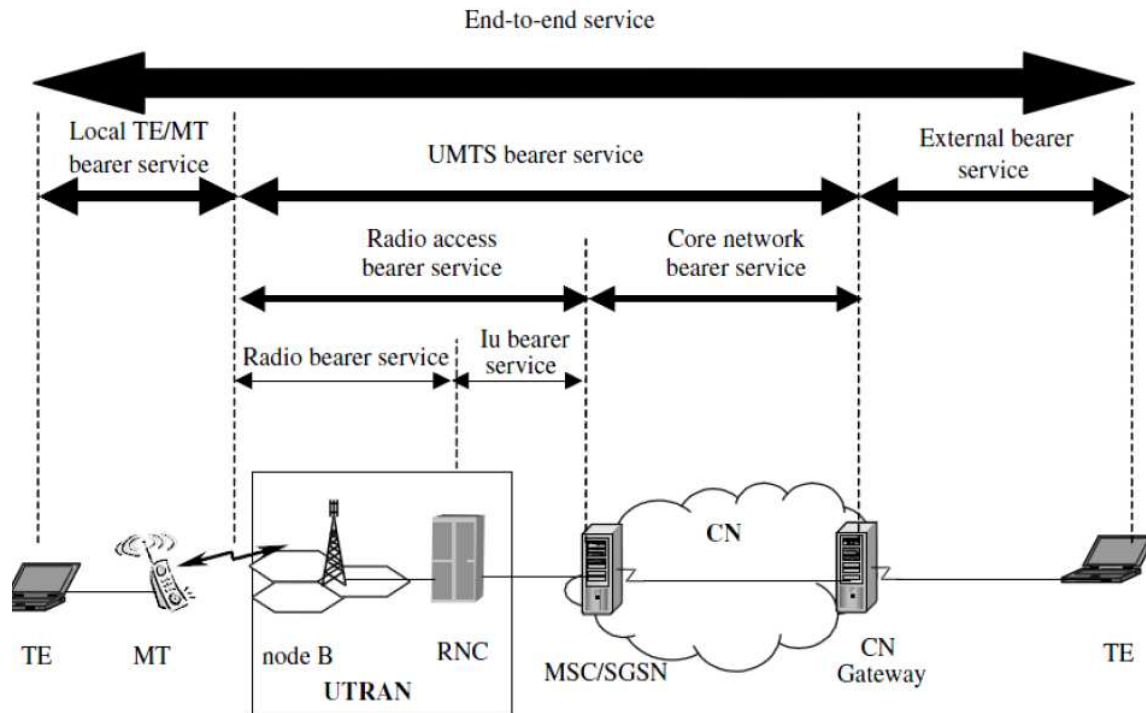


Fig 3.2: Les services supports de l'UMTS

Les services supports sont les suivants :

✓ **Le service de bout en bout (*End-to-End Service*)**

Se situe au niveau application, utilise les services supports du réseau sous-jacent. Il s'étend entre le TE de départ et celui d'arrivée. Ce service peut être transporté sur plusieurs réseaux qui peuvent être non UMTS. Il utilise le service support local TE/MT, le service support UMTS et le service support externe

✓ **Le service support local :**

L'équipement terminal (TE) Est lié au réseau UMTS à travers le terminal mobile (MT: Mobile Terminal). Le service support local TE/MT (TE/MT Local Bearer Service) assure la liaison entre le TE et le MT.

✓ **Le service support de l'UMTS (UMTS Bearer Service) :**

Est le service qui offre la qualité de service de l'UMTS. Ce service utilise le service support d'accès radio et le service support du réseau coeur (CN : Core Network).

✓ **Le service support externe (External Bearer Service) :**

Est un service offert par des réseaux externes, qui peuvent être UMTS ou non.

✓ **Le service support d'accès radio (RAB : Radio Access Bearer Service) :**

Assure le transport confidentiel de la signalisation et des données utilisateur entre le terminal mobile et le nœud de bordure. C'est le nœud de frontière entre le CN et le réseau d'accès. Ce transport s'effectue avec la QoS adéquate au service support négocié de l'UMTS ou, par défaut, avec la QoS de signalisation. Ce service est basé sur les caractéristiques de l'interface radio et est maintenu pour un terminal mobile en mouvement. Lors de l'établissement d'un service support d'accès radio, des paramètres sont communiqués au réseau d'accès UTRAN comme la taille et le format des paquets SDU (Service Data unit) transportés vu que le payload du SDU des données utilisateur transporté par le RAB doit être conforme à un format défini avec des tailles exactes possibles. Ce service utilise le service support radio et le service support de l'interface Iu.

✓ **Le service support du réseau coeur (Core Network Bearer Service) :**

Assure l'interconnexion entre le nœud de bordure et la passerelle entre le réseau coeur et les réseaux extérieurs. Le rôle de ce service est d'utiliser le réseau dorsal (Backbone) pour fournir la qualité de service demandée.

✓ **Le service support radio (Radio Bearer Service) :**

Gère tous les aspects liés au support sur l'interface radio comme les fonctions de segmentation et de réassemblage. Il utilise les services fournis par l'UTRA FDD/TDD: (UMTS Terrestrial Radio Access) en mode FDD (Frequency Division Duplex) et en mode TDD (Time Division Duplex).

✓ **Le service support de l'interface Iu (Iu-Bearer Service) :**

Agit avec le service support physique (Physical Bearer Service) pour assurer le transport entre le réseau d'accès UTRAN et le réseau coeur CN.

✓ Le service support du réseau dorsal (Backbone Bearer Service) :

Gère les fonctionnalités de la couche 1 et 2 pour assurer les besoins de qualité de service du réseau cœur CN. Ce service n'est pas spécifique pour l'UMTS, mais il peut réutiliser les spécifications existantes.

Avant de détailler les possibles arguments que peut avoir le RAB, on doit définir tout d'abord les quatre classes de QoS du réseau UMTS.

2.2. Les attributs du RAB

Lors de l'établissement d'une communication, le réseau d'accès reçoit une demande d'allocation de RAB du réseau coeur avec la liste des attributs de qualité de service associés au RAB. Le réseau d'accès doit alors interpréter les attributs du RAB et déterminer les caractéristiques des ressources à allouer sur les segments radio. Dans la norme de l'UMTS, le RAB est caractérisé par les attributs suivants :

- ❖ Classe de service: cet attribut est la classe de service (conversational, streaming, interactive ou background) de l'application utilisatrice du RAB.
- ❖ Débit maximal, débit garanti, taille des SDU (Service Data Unit), taux de SDU erronés, taux d'erreur résiduel, délai de transfert, priorité (indique la priorité relative du RAB), capacité de préemption et vulnérabilité à la préemption.

En fonction de la valeur de ces différents attributs, l'UTRAN doit être en mesure d'effectuer les opérations suivantes:

- ❖ Le choix d'un codage canal.
- ❖ En fonction des paramètres de débit garanti, débit maximal, classe de service et codage, l'UTRAN détermine le débit de la ressource à utiliser sur l'interface radio.
- ❖ L'allocation du radio bearer de l'Iu bearer.
- ❖ La configuration des protocoles radio, en fonction des caractéristiques des SDU qui seront échangées sur le RAB

3. Les indicateurs clés de performance KPI :

Un KPI est le résultat d'une formule qui est appliquée aux compteurs (appelés les indicateurs de performance). En utilisant un outil spécifique, les KPIs sont extraits dans des

rapports de format prédéfinis. Ces rapports sont adressés aux groupes cibles spécifiques qui peuvent les employer pour différents buts

3.1. Statistiques et indicateur clé de performance

La qualité du service dans les réseaux des télécommunications reflète le niveau de la rentabilité et la fiabilité d'un réseau et de ses services. Ainsi les statistiques sont la manière la plus efficace pour surveiller les performances du réseau. La surveillance du réseau est un élément principal pour atteindre la meilleure qualité du service. La surveillance de QoS comporte l'observation, la qualification et l'ajustement permanent de divers paramètres du réseau. L'objectif de cette partie est de présenter et détailler tous les aspects liés à l'extraction, à la manipulation et à l'exploitation des statistiques

3.1.1. Utilisation des statistiques :

La notion des statistiques dans les réseaux mobiles se rapporte à un ensemble général de métrique qui aide l'opérateur dans trois directions principales :

- D'abord, évaluer les performances du réseau.
- Ensuite, analyser les défauts et vérifier les améliorations.
- En fin, dimensionner l'extension du réseau

La métrique est directement produite par le vrai trafic des abonnés. Chaque événement qui se produit dans le réseau (initiation/terminaison d'appel, l'échec de Handover, etc.) est rapporté à l'ingénieur radio.

En utilisant les statistiques, deux éléments devraient être distingués :

- Des compteurs purs (indicateurs élémentaires de performance, ou PIs), qui sont des valeurs incrémentales des événements, généralement sans pertinence significative si elles sont manipulées individuellement. Ils fournissent des données sur un aspect spécifique (nombre d'appels, par exemple) mais, pratiquement, il est difficile d'interpréter leurs valeurs.
- Les indicateurs de performance (KPI's), qui sont des formules calculées en se basant sur les PI's, traduisent mieux l'expérience de l'abonné.

3.1.2. Évaluation du réseau :

La plupart des opérateurs choisissent les KPIs pertinents pour visualiser leur réseau. Ils établissent également les objectifs à réunir afin de réaliser le niveau voulu de la qualité du service de l'utilisateur. L'idée est de vérifier si les KPIs pertinents dépassent les limites seuil. Sinon, le diagnostic commence à identifier l'élément défectueux du réseau. Les opérateurs donc utilisent les KPIs afin de garder leur réseau performant ainsi que de se situer par rapport aux autres concurrents.

3.1.3. Analyse des pannes et le contrôle des améliorations :

Le dépannage vise à identifier et à corriger la cellule défectueuse, qui dégrade les performances globales d'une zone. Ici, deux approches sont nécessaires: la première est de fixer les seuils afin de visualiser si les performances du réseau ont atteint les objectifs prescrits. La deuxième est de surveiller la variation des performances (pourcentage d'augmentation ou de diminution de certain indicateur). Par exemple, une cellule qui a nettement perdu le trafic d'un jour à l'autre devrait alarmer l'opérateur.

3.1.4. Principe d'extraction des statistiques:

❖ Processus :

Le mécanisme de collection des statistiques est décrit sur la figure ci-dessous. On commence d'abord par le recueil des statistiques, et ensuite les tables des mesures des RNC devraient être configurées et activées. Les tableaux sont organisés par des catégories pour permettre à l'opérateur de réduire la charge et de télécharger seulement les mesures voulues (le trafic, disponibilité de ressource, Handover, contrôle de puissance, etc.). Les abonnés mobiles envoient les mesures à la NodeB lors des deux modes: communication et veille. La NodeB envoie ces mesures à la base de données interne de RNC, les compteurs purs sont calculés dans des formules prédéfinies. Les KPIs calculés sont alors groupés dans des rapports génériques et envoyés au bureau. Autres outils sont généralement développés pour l'usage interne à savoir pour archiver et visualiser les statistiques.

Les statistiques sont quotidiennement rapportées afin de permettre à l'opérateur de surveiller le réseau d'une manière très réactive. Ce mécanisme est illustré sur la figure ci-dessous.

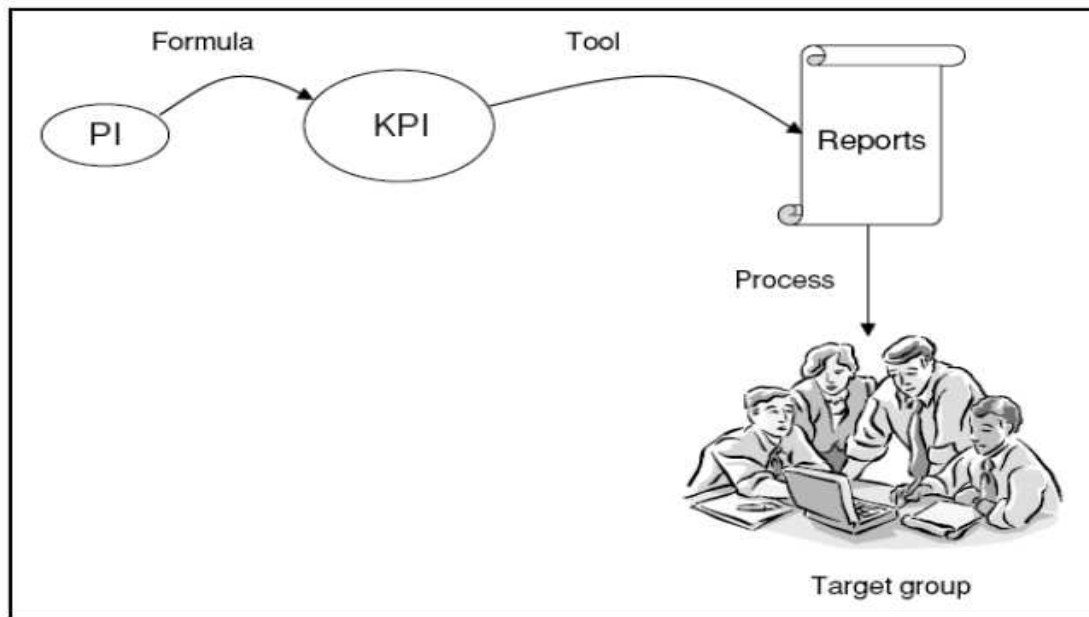


Fig 3.3 : Principe d'extraction des statistiques

3.2 Compteurs et les indicateurs clés de performance :

Les indicateurs clés de performance (Key Performance Indicators, KPIs) peuvent être définis comme ensemble de résultats qui mesurent les performances durant les heures chargées ou les heures normales sur le réseau entier. Le KPI est le résultat d'une formule qui est appliquée aux indicateurs de performance (Performance Indicators, PIs). Le PIs peut être extrait d'un secteur, une cellule, un TRX ou à un niveau d'une cellule adjacente. Des centaines de KPIs existent. Ils emploient des compteurs d'une ou plusieurs mesures et peuvent être calculés à partir d'un compteur ou à d'une formule de plusieurs compteurs. La période de l'observation se rapporte à la durée des échantillons rassemblés : heure, jour, semaine, mois, etc. Le secteur indique l'endroit et les emplacements où les statistiques sont recueillies.

3.2.1 Compteurs :

Un compteur peut être défini comme une valeur incrémental d'un événement spécifique répétitif. Dans la norme UMTS, un événement peut correspondre à un message de signalisation. Par exemple lors d'un appel téléphonique des milliers de messages de signalisations sont échangés entre le UE et le MSC.

La mise à jour des compteurs à un certain point se fait via les messages échangés. Ce point est appelé le « point de déclenchement ». Et comme des milliers de messages de

signalisation existent, de nombreux compteurs peuvent également exister. Cependant, le nombre de compteurs utilisables dépend de la stratégie des fournisseurs des équipements.

3.2.2 Formule:

Une formule signifie une combinaison mathématique des compteurs qui a comme conséquence un indicateur significatif. Définir une formule en utilisant plusieurs PIs aide pour identifier un KPI. Comme expliqué avant, le KPI donne plus de flexibilité et de clarté à l'opérateur dans l'interprétation du comportement du réseau.

Les formules, une fois choisies, devraient rester sans changement afin d'observer l'évolution des performances du réseau dans le temps. Dans un environnement à plusieurs fournisseurs, l'opérateur place une stratégie de performance et définit des formules pour chaque KPI. Alors chaque équipement déclenche ses propres compteurs, des limites entre les formules sont tracées pour chaque fournisseur.

3.3 Les Classes des Indicateurs 3G:

Dans le domaine de l'UMTS, la qualité est mesurée en se basant sur les trois concepts utilisés dans le GSM (l'accessibilité, le maintien et l'intégrité) ainsi que d'autres concepts (Mobilité, disponibilité et charge/utilisation).

3.3.1 L'accessibilité au service:

C'est la possibilité pour l'utilisateur d'établir un appel, donc d'accéder au réseau, quand il le désire, et où il le veut. Elle se calcule dans le réseau UTRAN sur deux étapes : RRC et RAB, et par rapport à différents services.

3.3.1.1 Indicateurs d'accessibilité :

L'accessibilité RRC se calcule par le taux de succès d'établissement de connexions des ressources de contrôle radio RRC qui est définie par rapport à deux type de service CS et PS.

L'accessibilité RAB se calcule par le taux de succès d'établissement de RAB (pour chaque RAB CS et PS et pour chaque débit de données UL et DL).

L'Admission Control est l'option qui permet d'accepter ou de rejeter de nouvelles connexions selon la vérification de certains critères:

- ❖ Grade of Service : constitué de plusieurs indicateurs qui reflète ce taux d'admission pour chaque type de service.
- ❖ Rejet avant ou après Admission Control : il permet de différencier si les connexions étaient rejetées avant ou après le contrôle d'admission.
- ❖ Cause de rejet par admission control : dû essentiellement à l'échec de l'établissement du RAB à cause d'une insuffisance que ça soit au niveau de la puissance en DL, au niveau des codes de canalisation et ou au niveau DL/UL

3.3.2 La Maintenabilité du service:

C'est la possibilité de maintenir l'appel jusqu'à ce qu'il soit terminé normalement sans être déconnecté par le réseau sauf dans le cas d'épuisement du forfait.

3.3.2.1 Indicateurs de maintien de l'appel :

- ❖ Taux de coupure: on peut tirer des informations sur le taux de coupure d'appels sur l'interface radio et le taux total de coupure d'appels détectés par UTRAN.
- ❖ Minutes per Drop : il permet de calculer le temps moyen entre deux coupures consécutives. Cette méthode est appliquée seulement dans le cas du PS et elle n'est pas valable dans le cas du CS.
- ❖ Causes de coupures voix : il ya plusieurs KPI permettant d'identifier les causes de coupures de la voix, comme : la perte de synchronisation UL, le manque de relation de voisinage, déconnexion due au soft handover.

3.3.3 Intégrité du service :

Il s'agit d'une notion relative à la qualité de la voix. Il existe des équipements qui permettent de générer des séquences phonétiques en émission et calcul le taux de corrélation avec la séquence reçue.

3.3.3.1 Indicateurs d'intégrité :

- Throughput moyen par RNC : permet de déterminer le débit moyen par RNC pour les deux types de services PS R99 et HS.
- Throughput moyen par cellule: permet de déterminer le débit moyen par cellule et utilisateur.
- BLER : Le Block Error Rate est déterminé grâce à l'indicateur HS BLER.

3.3.4 Disponibilité :

Il s'agit de résoudre les problèmes concernant la disponibilité du service demandé ainsi que la disponibilité en termes de HS (High Speed) user.

3.3.4.1 Indicateurs de disponibilité :

- Disponibilité cellule : c'est le calcul du pourcentage de disponibilité (la disponibilité de la cellule,...).
- Disponibilité HS : c'est le calcul de la disponibilité du service HS.

3.3.5 Mobilité :

Il s'agit de résoudre les problèmes concernant la gestion de la mobilité ce qui constitue un important défi technique à relever, afin d'empêcher la terminaison forcée de l'appel et permettre l'exécution des applications d'une manière transparente à la mobilité.

3.3.5.1 Indicateur de mobilité

- ✓ Soft et softer Handover : Les indicateurs du taux de succès du Soft Handover (Radio Link Addition) se calculent soit au niveau cellule soit au niveau UtranRelation.

- ✓ Hard Handover : Les indicateurs du taux de succès du hard Handover (Radio Link Addition) se calculent eux aussi soit au niveau cellule soit au niveau UtranRelation.
- ✓ I-RAT Handover : Les indicateurs de l'IRAT HO (l'Inter radio access technologie handover) se calculent en se basant sur : Directed Retry, I-Rat Handover par cellule, I-RAT Handover par service, Les Causes d'échec du I-RAT Handover.
- ✓ HS Cell Change : Le changement de cellule lors d'un service HS s'appelle HS cell Change, et non Handover. L'indicateur qui présente le taux de succès du HS cell change est HS-DSCH cell change success rate.

3.3.6 Exemple de quelques KPI et leur marge acceptable

Nous avons ci dessous la liste des KPI les plus utilisé par MOBILIS.

- ✓ Accessibility Success rate
- ✓ Drop Call
- ✓ Handover
- ✓ Trafic

Néanmoins ils existent d'autres qui peuvent aussi être utilisé. Le tableau suivant montre les valeurs de quelques KPIs ainsi que leurs valeurs respectives.

KPI	Ericsson Initial Suggested end of Service Target
RRC Success Rate – CS	≥98.5%
RRC Success Rate – PS	≥98.5%
RAB Establishment Success Rate – HSDPA	≥98%
RAB Establishment Success Rate – CS64	≥97.5%
RAB Establishment Success Rate – Speech	≥98.5%
RAB Establishment Success Rate – R99 PS	≥97.5%
Interactive	
DCR – Speech	≤1%
DCR – Video	≤2%
R99 Packet Interactive “Minute per Drop” – P5	5 mins
HS “Minutes per Drop” – P5	10 mins
IRAT U2GHO success rate speech	95%

Tab 4 : Valeur de quelques KPI

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons eu à définir dans un premier temps les quatre classes de qualité de service pour le transport des applications multimédia dans l'UMTS. Ensuite nous avons expliqué le fonctionnement des services de l'UMTS. Enfin nous avons porté notre étude sur les indicateurs de performance KPI.

Introduction

L'optimisation est l'une des principales étapes d'amélioration des performances des réseaux des télécommunications, elle consiste en plusieurs types d'analyses et d'actions à entreprendre afin d'améliorer les réseaux aussi bien au niveau de la couverture, de la qualité du lien radio qu'au niveau d'autres paramètres.

Comme indiqué dans le chapitre 3, les KPIs sont les outils qui permettent à chaque opérateur de visualiser les performances de son réseau. Ainsi, pour faire une bonne optimisation il faut toujours vérifier les valeurs des statistiques.

Dans ce chapitre, nous allons réaliser une optimisation du handover dans la région de Tizi-Ouzou. Pour ce faire, nous avons opéré en deux étapes :

- Identification des problèmes par vérification des KPI en utilisant le logiciel BO (Business operator), (le BO est logiciel utilisé par MOBILIS pour le contrôle du trafic)
- Réalisation des actions dans le but de rectifier des paramètres en utilisant le CDD (Cell Design Data), « le daily report » et « les plans de fréquences ».

1. Optimisation du réseau :

L'objectif principal de notre travail est de montrer les principales étapes d'une optimisation du handover en réseau 3 G. Nous nous intéressons ici à la partie « lien radio » du réseau. A cet effet l'organigramme de cette optimisation est donné par la figure suivante.

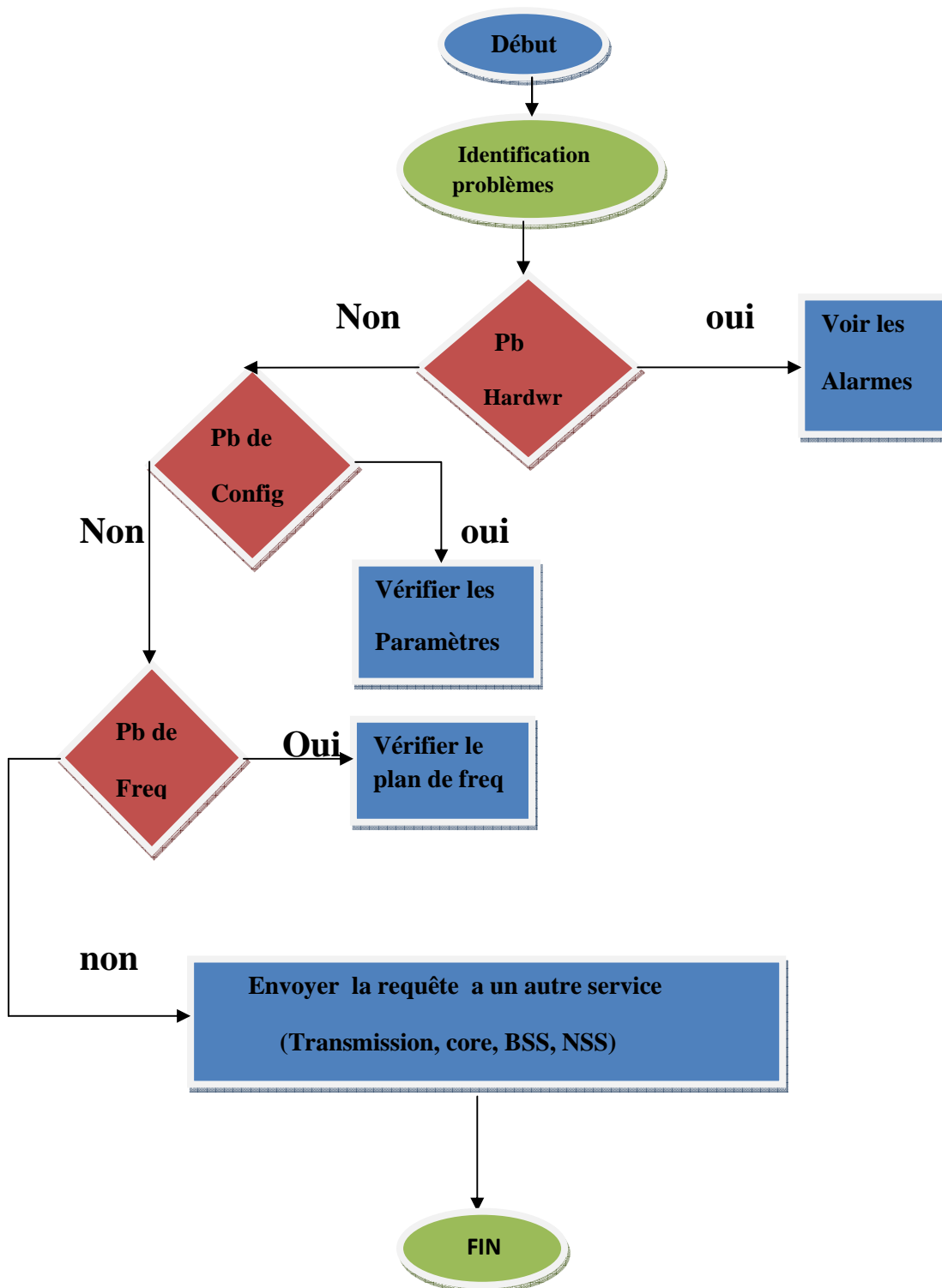


Fig. 4.1 : Organigramme d'optimisation

1.1 Identifications des problèmes :

Cette partie consiste à identifier les différents types de problèmes qui peuvent survenir pendant le fonctionnement du réseau. Ainsi, en utilisant le logiciel bussness operator (BO), les pourcentages des KPIs du réseau peuvent être lus d'une façon continue. La figure suivante montre les pourcentages des KPI dans le BSC pour le cas de Tizi-Ouzou.

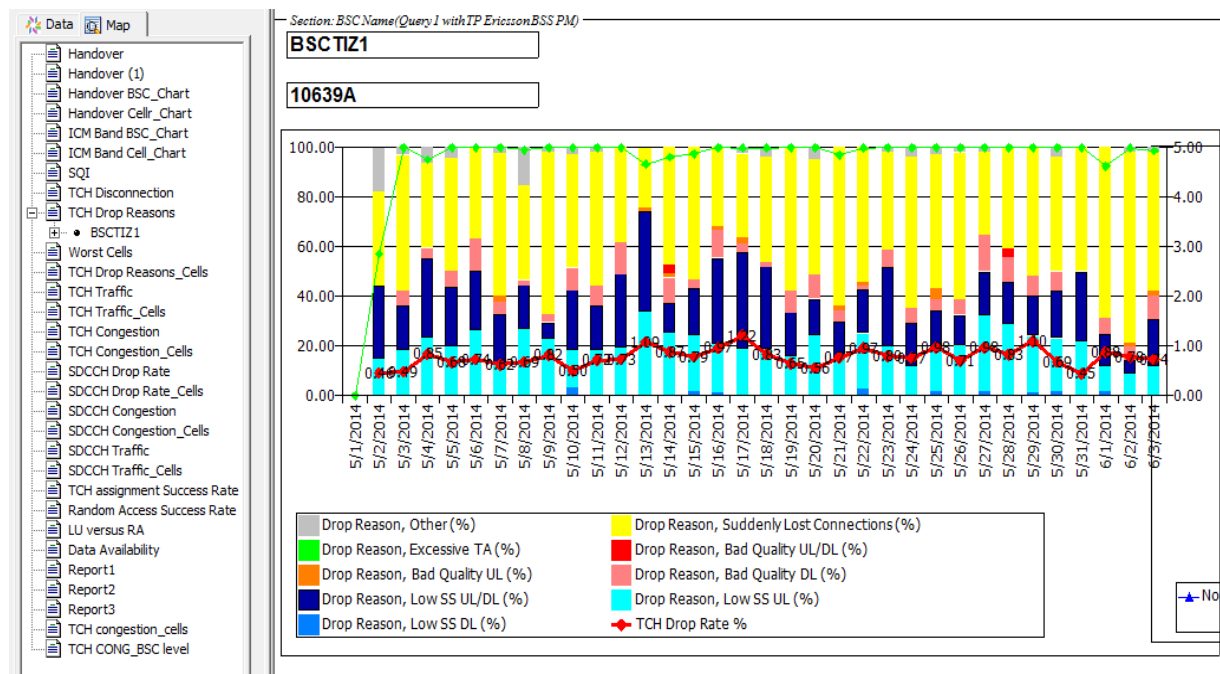


Fig 4.2 : Pourcentage des KPI pour le BSC Tizi-Ouzou

Ces valeurs des statistiques peuvent être vues sous différentes formes et aussi la durée peut être déterminée en fonction de nos choix. À titre d'exemple, la figure 4.3 nous montre le choix des différents types d'affichage qu'on peut choisir.

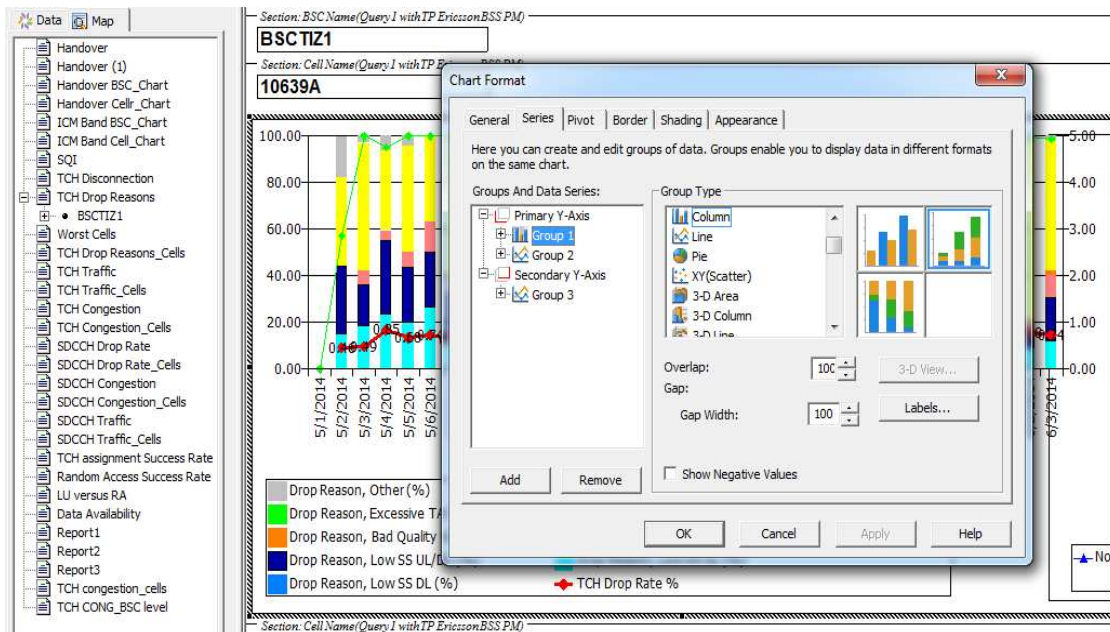


Fig. 4.3 : Exemple d’affichage des pourcentages des KPI

D’une manière plus précise on a observé les valeurs des KPI du handover au niveau du BSC de TIZI pendant une durée de trois mois (du 5 janvier 2014 au 5 mars 2014).

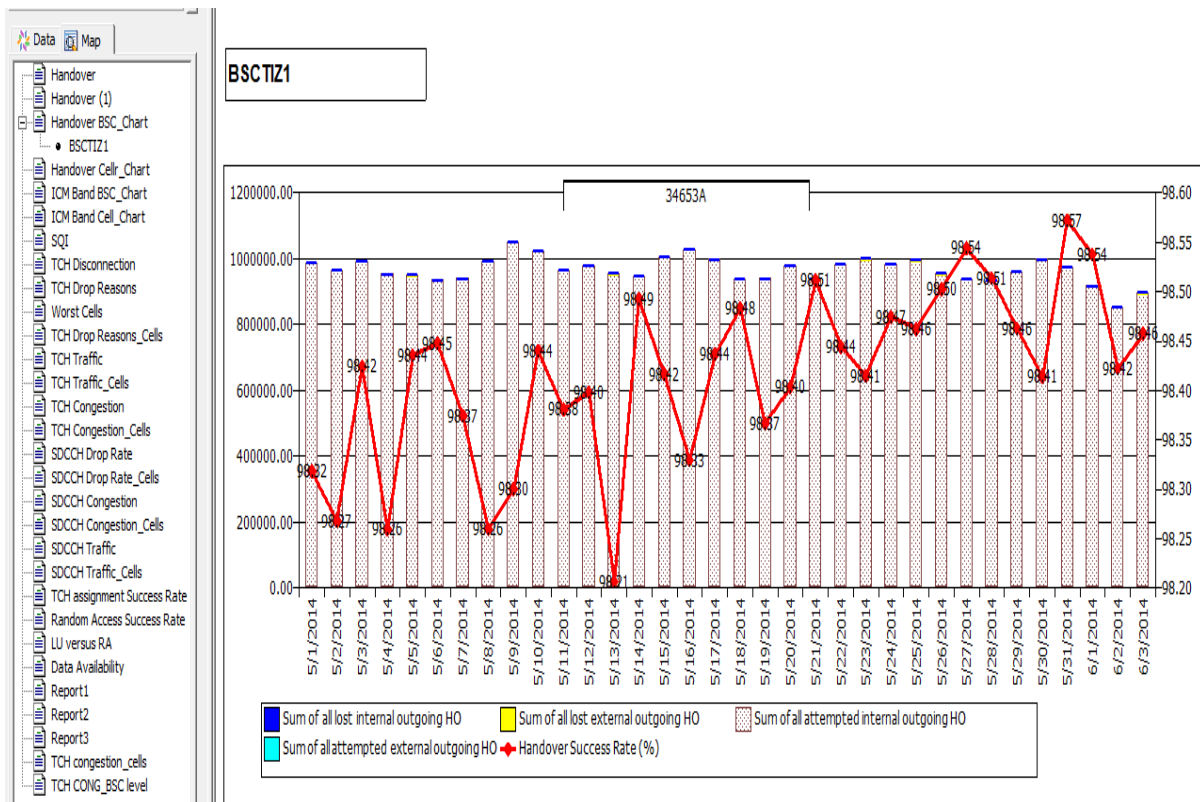


Fig. 4.4: handover au niveau du BSCTIZ1.

Différentes variations de ces statistiques sont constatées sur la fig 4.4 allant de 98.20% à 98.57%.Cependant, le taux optimal de handover est à 100% pour assurer une meilleure couverture pour les clients.

Dans le but de mieux identifier les problèmes, nous avons aussi visualisé les valeurs des KPI du handover (HO success rate) au niveau cellulaire. En raison de nombre important de cellules, uniquement les valeurs des KPI de la cellule 15637A sont affichées (Fig. 4.5).

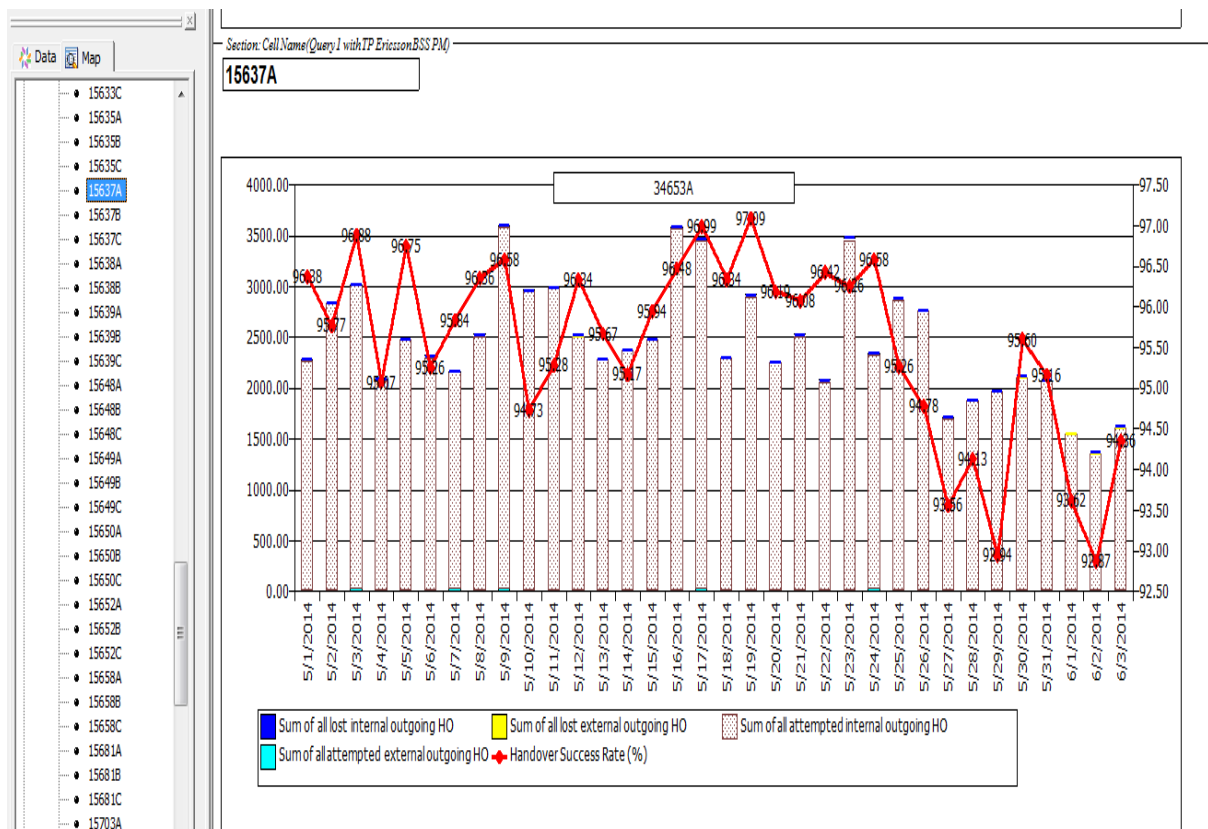


Fig. 4.5 : Handover au niveau cellulaire.

1.2. Traitement des problèmes

Après vérification des KPI, des problèmes peuvent être constatés au niveau de lien radio à savoir « problème hardware », « problème de configuration » ou « problème de planification de fréquences). Le traitement de ces problèmes nous amène à faire une vérification des paramètres qu'on appelle « paramètre audit ».

1.2.1 Problème hardware :

Dans le cas où le problème est de type hardware, on vérifie le fichier « Daily report ». Ce fichier établit un rapport journalier sur l'état de tous les matériels du réseau (NODE B BTS RNC etc..).

Après le diagnostic du problème, un rapport est envoyé au niveau du centre de Tizi-Ouzou. Une équipe spécialisée est envoyée sur place pour régler le problème

La figure suivant nous montre le Daily report de MOBILIS des nodes B de TIZI-OUZOU du 06 mai 2014..


A		B		C		D		E		F		G		H		I		J	
MOBILIS DAILY REPORT NODE B RADIO NETWORK										06/05/2014									
NOM Front Office				nmcto@yahoo.com ; Front.OFFICE@mobilis.dz				10H											
RNC Name	TT ID	Create Date	Site ID	Affected service	Priority	Alarm details		Type	Subcategory										
186	RNCTZ1	712238	08/01/2014 09:46	154214	NODEB	Major	AuxPlugInUnit_CommunicationLostWithAs		FMD Radio	Hardware									
187	RNCTZ1	712247	08/01/2014 09:54	154227	NODEB	Major	BatteryMissing_LossOfMains		FMD Power	External Alarm									
188	RNCTZ1	712269	08/01/2014 10:24	154243	NODEB	Major	154243V/W CELL DOWN BO RADIO: re		FMD Power	Internal Power									
189	RNCTZ1	712338	08/01/2014 11:36	154667	NODEB	Major	SpecificProblem: NumberOfHwEntiti		FMD Radio	Hardware									
190	RNCTZ1	718671	23/01/2014 15:55	154638	NODEB	Major	Site having HwUnit=PSU-3 (equipment_mx		FMD Power	Lost Connection									
191	RNCTZ1	728171	15/02/2014 19:03	154653	NODEB	Major	154653 Disconnected_LossOfMains		FMD Power	Lost Connection									
192	RNCTZ1	730925	22/02/2014 11:17	154617	NODEB	Major	AuxPlugInUnit_CommunicationLostWithAs		FMD Radio	Hardware									
193	RNCTZ1	739778	14/03/2014 10:48	154607	NODEB	Major	LossOfMains PSU-2 PSU-3_Battery		FMD Power	Internal Power									
194	RNCTZ1	744175	24/03/2014 23:46	154237U	CELL	Major	Sec 1 utrancell DISABLED. Sec 1 down.		FMD Radio	Hardware									
195	RNCTZ1	752752	12/04/2014 11:22	154633	NODEB	Major	AuxPlugInUnit_CommunicationLostWithAs		FMD Radio	Hardware									
196	RNCTZ1	752886	12/04/2014 17:03	154604	NODEB	Major	AntennaBranch_FeederCurrentTooLowInBr		FMD Power	Internal Power									
197	RNCTZ1	760676	03/05/2014 10:07	154644	SECTOR	Major	Sector U down, DigitalCable_Disconnected		FMD Radio	Hardware									
225																			
226																			
227																			
228																			
229																			
230																			
231																			
232																			
233																			
234																			
235																			
236																			
237																			

Fig. 4.6 : « Daily report » des NODE B de Tizi-Ouzou

1.2.2. Problème de configuration :

Après l’identification des problèmes lorsqu’on a un problème de configuration on doit directement aller vérifier les paramètres par le biais du CDD : Cell Design Data qui contient tous les structures et paramètre configuré ou activé sur le réseau. Ces données son répertorié dans un fichier Excel dont la mise à jour est assuré par un logiciel appelé x-manager. L’imprimé écran suivant nous montre le CDD des TRX des nodes B de Tizi-Ouzou.

B58		RXOTRX-9-2																											
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M					N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	
EXCHD	MO	CELL	CHGR	TEI	SIG	MCTRI	DCPI	SC	SWVERREPL	SWVEROLD	SWVERACT	DCP2					STATE	BLSTATE	BLO	BLA	LMO	BTS	CONF	DEVS	DEVT	SDEV	RPS	RPT	
2	BBA1G11BPA9	RXOTRX-2-0	34212A	ALL	0	CONC		178	DEFAULT	B4408R022F	B4408R022F	179	180	181	182	183	184	185	186	OPER		0	0	STA	RHDEV-7425	RBLT2-75	1111		
3	BBA1G11BPA9	RXOTRX-2-1	34212A	ALL	1	CONC		187	DEFAULT	B4408R022F	B4408R022F	188	189	190	191	192	193	194	195	OPER		0	0	STA	RHDEV-10533	RBLT2-73	1111		
4	BBA1G11BPA9	RXOTRX-2-2	34212A	ALL	2	CONC		196	DEFAULT	B4408R022F	B4408R022F	197	198	199	200	201	202	203	204	OPER		0	0	STA	RHDEV-7425	RBLT2-75	1111		
5	BBA1G11BPA9	RXOTRX-2-3	34212A	ALL	3	CONC		205	DEFAULT	B4408R022F	B4408R022F	206	207	208	209	210	211	212	213	OPER		0	0	STA	RHDEV-10533	RBLT2-73	1111		
6	BBA1G11BPA9	RXOTRX-2-4	34212B	ALL	4	CONC		214	DEFAULT	B4408R022F	B4408R022F	215	216	217	218	219	220	221	222	OPER		0	0	STA	RHDEV-10572	RBLT2-74	1111		
7	BBA1G11BPA9	RXOTRX-2-5	34212B	ALL	5	CONC		223	DEFAULT	B4408R022F	B4408R022F	224	225	226	227	228	229	230	231	OPER		0	0	STA	RHDEV-10572	RBLT2-74	1111		
8	BBA1G11BPA9	RXOTRX-2-6	34212B	ALL	6	CONC		232	DEFAULT	B4408R022F	B4408R022F	233	234	235	236	237	238	239	240	OPER		0	0	STA	RHDEV-10514	RBLT2-92	1111		
9	BBA1G11BPA9	RXOTRX-2-7	34212B	ALL	7	CONC		241	DEFAULT	B4408R022F	B4408R022F	242	243	244	245	246	247	248	249	OPER		0	0	STA	RHDEV-10514	RBLT2-92	1111		
10	BBA1G11BPA9	RXOTRX-3-0	34643A	ALL	0	CONC		178	DEFAULT	B4408R022F	B4408R022F	179	180	181	182	183	184	185	186	OPER		0	0	STA	RHDEV-10571	RBLT2-115	1111		
11	BBA1G11BPA9	RXOTRX-3-1	34643A	ALL	1	CONC		187	DEFAULT	B4408R022F	B4408R022F	188	189	190	191	192	193	194	195	OPER		0	0	STA	RHDEV-10571	RBLT2-115	1111		
12	BBA1G11BPA9	RXOTRX-3-2	34643A	ALL	2	CONC		196	DEFAULT	B4408R022F	B4408R022F	197	198	199	200	201	202	203	204	OPER		0	0	STA	RHDEV-10571	RBLT2-115	1111		
13	BBA1G11BPA9	RXOTRX-3-3	34643A	ALL	3	CONC		205	DEFAULT	B4408R022F	B4408R022F	206	207	208	209	210	211	212	213	OPER		0	0	STA	RHDEV-10571	RBLT2-115	1111		
14	BBA1G11BPA9	RXOTRX-3-4	34643B	ALL	4	CONC		214	DEFAULT	B4408R022F	B4408R022F	215	216	217	218	219	220	221	222	OPER		0	0	STA	RHDEV-10543	RBLT2-114	1111		
15	BBA1G11BPA9	RXOTRX-3-5	34643B	ALL	5	CONC		223	DEFAULT	B4408R022F	B4408R022F	224	225	226	227	228	229	230	231	OPER		0	0	STA	RHDEV-10543	RBLT2-114	1111		
16	BBA1G11BPA9	RXOTRX-3-6	34643B	ALL	6	CONC		232	DEFAULT	B4408R022F	B4408R022F	233	234	235	236	237	238	239	240	OPER		0	0	STA	RHDEV-10543	RBLT2-114	1111		
17	BBA1G11BPA9	RXOTRX-3-7	34643B	ALL	7	CONC		241	DEFAULT	B4408R022F	B4408R022F	242	243	244	245	246	247	248	249	OPER		0	0	STA	RHDEV-10543	RBLT2-114	1111		
18	BBA1G11BPA9	RXOTRX-3-8	34643C	ALL	8	CONC		250	DEFAULT	B4408R022F	B4408R022F	251	252	253	254	255	256	257	258	OPER		0	0	STA	RHDEV-10522	RBLT2-108	1111		
19	BBA1G11BPA9	RXOTRX-3-9	34643C	ALL	9	CONC		259	DEFAULT	B4408R022F	B4408R022F	260	261	262	263	264	265	266	267	OPER		0	0	STA	RHDEV-10522	RBLT2-108	1111		
20	BBA1G11BPA9	RXOTRX-3-10	34643C	ALL	10	CONC		268	DEFAULT	B4408R022F	B4408R022F	269	270	271	272	273	274	275	276	OPER		0	0	STA	RHDEV-10522	RBLT2-108	1111		
21	BBA1G11BPA9	RXOTRX-3-11	34643C	ALL	11	CONC		277	DEFAULT	B4408R022F	B4408R022F	278	279	280	281	282	283	284	285	OPER		0	0	STA	RHDEV-10522	RBLT2-108	1111		
22	BBA1G11BPA9	RXOTRX-4-0	34644A	ALL	0	CONC		178	DEFAULT	B4408R022F	B4408R022F	179	180	181	182	183	184	185	186	OPER		0	0	STA	RHDEV-10557	RBLT2-154	1111		
23	BBA1G11BPA9	RXOTRX-4-1	34644A	ALL	1	CONC		187	DEFAULT	B4408R022F	B4408R022F	188	189	190	191	192	193	194	195	OPER		0	0	STA	RHDEV-2818	RBLT2-144	1111		
24	BBA1G11BPA9	RXOTRX-4-4	34644B	ALL	4	CONC		214	DEFAULT	B4408R022F	B4408R022F	215	216	217	218	219	220	221	222	OPER		0	0	STA	RHDEV-10557	RBLT2-154	1111		
25	BBA1G11BPA9	RXOTRX-4-5	34644B	ALL	5	CONC		223	DEFAULT	B4408R022F	B4408R022F	224	225	226	227	228	229	230	231	OPER		0	0	STA	RHDEV-2818	RBLT2-144	1111		

Fig 4.7 : CDD des TRX des NODE B de Tizi-Ouzou

On peut aussi y voir aussi les zones ou les situations sont plus alarmantes. La figure suivante nous donne un exemple.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	EXCHID	MO	SCGR	SC	RSITE	ALARM SITUATION						
2	BBA1G11BIPA9	RXOCF-2			DJGHALIL	BTS INT UNAFFECTED						
3	BBA1G11BIPA9	RXOCF-17			BORDJ_GHEDIR	BTS INT UNAFFECTED						
4	BBA1G11BIPA9	RXOCF-27			EL_ACHIR01	BTS INT UNAFFECTED						
5	BBA1G11BIPA9	RXOCF-31			ELEUCHE	MAINS FAILURE						
6	BBA1G11BIPA9	RXOCF-40			HOPITALBBA	BTS INT UNAFFECTED						
7	BBA1G11BIPA9	RXOCF-43			REGRAGA	BTS INT UNAFFECTED						
8	BBA1G11BIPA9	RXOCF-45			CHERCHAR	BTS INT UNAFFECTED						
9	BBA1G11BIPA9	RXOCF-75			CITE_JARDINS	BTS INT UNAFFECTED						
10	BBA1G11BIPA9	RXOCF-81			GARE_ROUTIERE	MAINS FAILURE						
11	BBA1G11BIPA9	RXOTRX-82-2			MICR_ACTEL_BBA	BTS INT UNAFFECTED						
12	BBA1G11BIPA9	RXOTX-82-2			MICR_ACTEL_BBA	BTS INT AFFECTED						
13	BBA1G11BIPA9	RXOCF-85			CITE_1008LOT	MAINS FAILURE						
14	BBA1G11BIPA9	RXOCF-88			ZANOUNA	BTS INT UNAFFECTED						
15	BBA1G11BIPA9	RXOCF-99			CITE_OUCHENE	BTS INT UNAFFECTED						
16	BBA1G11BIPA9	RXOCF-191			CITE_KLALIZ	MAINS FAILURE						
17	BBA1G11BIPA9	RXOCF-301			VILLAGE_NOUR	BTS INT AFFECTED						
18	BBA1G11BIPA9	RXOTRX-301-0			VILLAGE_NOUR	BTS INT AFFECTED						
19	BBA1G11BIPA9	RXOTRX-301-1			VILLAGE_NOUR	BTS INT AFFECTED						
20	BBA1G11BIPA9	RXOTRX-301-2			VILLAGE_NOUR	BTS INT AFFECTED						
21	BBA1G11BIPA9	RXOTRX-301-3			VILLAGE_NOUR	BTS INT AFFECTED						
22												
23												
24												
25												

Fig. 4.8 : Les situations d’alarmes du CDD

1.2.3. Problèmes de mauvais plan de fréquence :

Lorsqu’on rencontre un problème de mauvais plan de fréquence on doit vérifier les plans de fréquence des cellules et essayer de les modifier. L’image suivant nous montre un des plans de fréquence du réseau de MOBILIS ou l’on remarque quelque cas de proximité de fréquence qui peut conduire à des coupures d’appel ou a des échecs de handover.

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons eu à montrer les différentes étapes pour une optimisation du handover dans la région de Tizi-Ouzou. On a eu à étudier des cas concrets de problèmes et d'indiquer la solution à adopter pour pouvoir les résoudre.

CONCLUSION GENERALE

Dans ce mémoire nous avons eu à montrer comment peut se faire une optimisation du handover dans le réseau 3G plus particulièrement dans la région de Tizi-Ouzou.

Avant d'arriver à cela nous avons effectué une étude détaillée de l'architecture de l'UMTS et sur les différents interfaces et protocoles qui régissent le fonctionnement de ce réseau UMTS.

Pour bien mener notre étude nous avons analysé les valeurs des KPI du handover au niveau de Tizi-Ouzou pour une durée de trois mois, qui constitue un ensemble de résultats qui mesurent les performances durant les heures chargées ou les heures normales sur le réseau entier.

Ainsi nous avons pu déceler les différents problèmes qu'on aurait rencontrés et les solutions qu'on pourrait y apporter.

Par ailleurs, à travers ce mémoire je ne prétends pas avoir couvert toutes les notions liées au domaine, mais j'ai essayé d'aller au long des notions dont j'ai eu réellement l'expérience pratique de proche ou de loin.

Pour conclure disons qu'une extension de notre effort pourrait se baser sur ces analyses pour proposer une nouvelle amélioration, avec des éléments techniques fondamentaux. Ainsi, la technologie 3G continuera à se positionner comme un potentiel évolutif qui permet d'élaborer la base des futurs réseaux mobiles en vue de supporter les services et applications évolués.

1G : 1ère Génération

2G : 2ème Génération

2.5 : La génération 2.5

2.75: La génération 2.75

3G: troisième Génération

3GPP: Third Generation Partnership Protocol

A

ATM = Asynchronous Transfer Mode

ATC: Air Traffic Control

ADSL: Asymmetric Digital Subscriber Line

AuC: Authentication Center

AAL-2 = ATM Adaptation Layer, Type 2

AAL-5 = ATM Adaptation Layer, Type 5

ALCAP = **A**ccess Link Control Protocol Application Part

B

BLER: Block Error Rate

BMC: Broadcast/Multicast Control

BS: Bearer Services

BSSAP: Base Station Subsystem Application Part

BSC: Base Station Controller

C

CAP: CAMEL Application Part

CDMA: Code division multiple access

CN: Core Network

CS: Circuit Switched

CPS: Common-Part Sub-layer

CCtrCH: Coded Composite Transport Channel

CRNC: Controlling RNC

CDD: Cell Design Data

D

DL: Down Link

DRNC: Drift RNC

DCR: Dropped Call Rate

E

EDGE: Enhanced Data Rates for Global Evolution

EIR: Equipment Identity Register

F

FDD: Frequency Division Duplexing

FP-PDU: Field Protocol-Protocol Data Unit

FTP : File Tranfert Protocole

G

GGSN: **G**ateway **G**PRS **S**upport **N**ode

GMSC: Gateway MSC

GPRS: General Packet Radio Service

GSM: Global System for Mobile

GTP: GPRS Tunneling Protocol

GTT: Global Title Translation

H

HS: High Speed

HLR: Home Location Register

HSDPA: High Speed Downlink Packet Access

HSUPA: High Speed Uplink Packet Access

HS- DHCH: High Speed - Dynamic Host Configuration Protocol

I

IRAT HO: Inter radio access technology handover

IP = Internet Protocol

Iu UP = Iu User Plane

IMSI : International Mobile Station Identity

IMEI: International Mobile Station Equipment Identity

ISUP: ISDN user part

INAP: Intelligent Network Application Part

K

KPI: Key Performance Indicator

Kbit: Kilo bit

M

MAP: Mobile Application Part

ME: Mobile Equipment

MSC: Mobile Switching Center

MT: Mobile Terminal

M3UA = MTP-3-User Adaptation Layer

MAC = Media Access Control

MTP-3b = Message Transfer Part Level 3(Broadband)

N

NBAP = Node B Application Part

NNI = Network to Network Interface

O

OSI: Open System Interconnexion

P

PS: Packet Switch

PI: Performance Indicator

PSTN: Public Switched Telephone Network

PC: Point Code

Q

QoS: Qualité of Service

QPSK : Quadrature Phase Shift Keying

R

RAB: Radio Access Bearer

RF: Radio Frequency

RLC: Radio Link Control

RNC: Radio Network Controller

RNIS: Réseau Numérique à Intégration de Services

RNIS-LB: Réseau Numérique à Intégration de Services à Large Bande

RNS: Radio Network Subsystem

RRC: Radio Resource Control

RANAP: Radio Access Network Application Part

RLC: Radio Link Control

RLC-PDU: RLC-Packet Data unit

RNSAP: Radio Network Subsystem Application Part

RRC: Radio Resource Control

S

SAAL: Signaling ATM Adaptation Layer

SAAL-UNI: Signaling ATM Adaptation Layer

SDU: Service Data unit

SGSN: Serving GPRS Support Node

SMS: Short Message Service

SRNC: Serving RNC

STP: Spanning Tree Protocol

SCCP: Signaling Connection Control Point

SCTP: Stream Control Transmission Protocol

SSCOP: Service Specific Connection Oriented Protocol

SIGTRAN: Signaling transport

SSCF-NNI: Service Specific Coordination Function

STM1: SONET Transmission Manager

SONET: Synchronous Optical NETWORK

SSCF = Service Specific Coordination Function

SSCF-NNI =Service Specific Coordination Function-Node Interface protocol

SSCOP = Service Specific Connection Oriented Protocol

STC = Signaling Transport Converter

SSCS: Service Specific Convergence Sublayer

SS7: Signaling System no7

La SS-SAR :Service Specific Segmentation and Reassembly Sublayer

T

TV HD: Télévision Haute Définition

TCAP: Transaction Capability Application Part

TCP: Transmission Control Protocol

TD-SCDMA: Time Division Synchronous Code Division Multiple Access

TDD: Time Division Duplexing

TE: Terminal Equipment

U

UE: User Equipment

UL: Up Link

UMTS: Universal Mobil Telecommunication System

UDP: User Datagram Protocol

UTRAN: UMTS Terrestrial Radio Access Network

UTRA: UMTS Terrestrial Radio Access

USIM: Universal Subscriber Identity Module

UICC: UMTS Integrated Circuit Card

V

VC: Virtual circuit

VLR: Visitor Location Register

W

WEB/WAP:

WCDMA: Wideband Code Division Multiple Access

Ouvrages

1) Qualité de Service et Performances des Protocoles de Transport dans l'UTRAN_RANI - MAKKE_tel-00005734, version 1 - 5 Apr 2004

Thèses

1) L'AAL2 dans l'UTRAN / Les résultats du projet RNRT Minicel_Jean-Yves Cochenec, Olivier Roussel France_Télécom/FTR&D/DAC – Lannion _Rani Makké, Samir Tohmé ENST – Paris Sophie Pautonnier Mitsubishi Electric ITE – Rennes

2) Optimisation du réseau 3G en corrélation avec les statistiques et les KPI'S- Khaoula EL HABIB- Université Abdelmalek Essaadi _Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Tétouan-2010/2011

3) ETUDE ET PERFORMANCE DU SOFT HANDOVER DANS LE RESEAU UMTS-RANDRIANANDRASANA Marie Emile-2009 / 2010

Site Internet

1) <http://www.efort.com>

2) http://www.memoireonline.com/07/10/3741/m_Evolution-technologique-de-la-3G-

3) <http://www.generation-nt.com/telephonie-mobile-reseaux-3g-umts-wcdma-hsdpa-hsupa-article-46573-1.html>

4) http://www.efort.com/r_tutoriels/ACCES_UMTS_EFORT.pdf

5) http://www-igm.univ-mlv.fr/~dr/XPOSE2006/eric_meurisse/umts.php

6) <http://www710.univ-lyon1.fr/~btouranc/M2SIR/TER09/Nguyen.pdf>

7) http://www.etudionet.com/communaute/xuser/etudionet/docs/FETOUI_Zied.pdf

8) http://www.etudionet.com/communaute/xuser/etudionet/docs/CHOUCHENE_Sehti.pdf