

Institut Supérieur des Etudes Technologiques

Projet de fin D'études

<p>ETUDE DE FAISABILITE D'UN RESEAU UMTS EXPERIMENTAL CHEZ TUNISIE TELECOM</p>

Réalisé par
Samia Zayani
Salem Essalmi
TS5 – Télécommunications

Encadré par
Mr.Mongi el Mliki
Mr. Sami tabbane

2001 - 2002

les livres sont la joie de la vie et apprendre est une
expérience interminable.

Pour mon père ,pour ma mère, pour mon frère et mes sœurs,
tous mes amis qui m'ont soutenue
dans mon travail.

_Zayani Samia.

A celle que je dois ma vie mon bonheur ma réussite ma
mère **Zohra**, et à tous ce que j'aime,
Je Dédie ce travail.

_Essalmi Salem

Remerciement

Nous avons le devoir et le plaisir de témoigner nos reconnaissances à tous ceux qui ont collaboré de près ou de loin à la réalisation de ce projet.

Nous tenons à exprimer nos profondes reconnaissances à nos encadreur Monsieur **Mongi el mliki** , Chef de projet GSM à Tunisie Télécoms et Monsieur **Sami tabbane**, maître de conférence à l'Ecole Supérieure des communications de Tunis qui ont accepté malgré leurs lourdes préoccupations de bien vouloir encadrer ce travail avec beaucoup de patience .

Nous aimerons également manifester toute notre gratitude à **Monsieur Mohamed Ali el Ghool**, , Ingénieur chez ALCATEL pour son aide précieuse, ainsi que **Monsieur Hafed Gahha** pour toutes les remarques constructives dont il a bien voulu nous faire bénéficier.

Qu'ils en soient chaleureusement remerciés pour les moyens et les documents nécessaires à notre étude qu'ils ont mis à notre disposition.

Nous adressons nos remerciements également à nos enseignants de l'**I.S.E.Tcom** pour la qualité de l'enseignement qu'ils nous ont bien voulu prodiguer durant nos études, sans oublier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

CAHIER DE CHARGE

Etude de faisabilité d'un réseau UMTS expérimental chez Tunisie Télécoms.

La faisabilité d'un nouveau système cellulaire nécessite une étude réalisée selon une méthodologie précise et en utilisant des informations diverses.

L'objet de ce projet est d'étudier tous les aspects liés à la faisabilité d'un réseau UMTS dans un pays. Le cas de la Tunisie sera pris comme exemple.

Nous avons pris en compte l'aspect technique afin d'examiner les contraintes de la faisabilité d'un réseau expérimental.

Nous aurons ainsi à proposer une architecture de réseau convenant au réseau Tunisien bien sur après avoir préviser et dimensionner différents facteurs.

SOMMAIRE

Introduction générale.	1
Chapitre 1 :scénario d'évolution GSM vers GPRS.	3
I. Réseau GSM.	3
1. Description générale du réseau GSM.	3
2. Infrastructure du réseau GSM.	4
3. les équipements du réseau GSM.	4
4. Interfaces du réseau GSM.	7
5. Connexions entre les différentes composantes.	7
6. transmission radio en GSM.	9
7. Services.	12
8. limites des services de données.	12
II. Le GPRS	13
1. Description du système.	13
2. Le GPRS par rapport au GSM.	13
3. Implantation du réseau GPRS sur le réseau GSM.	14
4. Interfaces dans le réseau GPRS.	15
5. Routage en GPRS.	17
6. Structure et allocation des canaux en GPRS.	17
7. Services.	19
8. Avantages du GPRS.	20
Chapitre 2 :Etude du système UMTS.	21
I. Présentation du système UMTS.	21
1. Exigences de la troisième génération du système mobile.	22
2. Spectre de fréquence.	22
3. les services de l'UMTS.	23
4. Evolution des systèmes cellulaires.	27
5. La communication cellule/Portable.	27
II. La technologie WCDMA.	28
1. Paramètres du WCDMA.	29
2. Propriétés de la technologie WCDMA.	30
3. Contrôle de puissance.	39
4. Le soft Handover.	40
III. Architecture du réseau UMTS.	41
1. L'UTRAN.	41
2. RNC.	42
3. Le Node B.	43
4. L'équipement d'utilisateurs UMTS :UE.	44
5. Interfaces UMTS.	46
6. Le modèle général des protocoles.	46
7. Architecture des protocoles de l'interface radio.	48
8. Fonctions de l'interface radio.	49
Chapitre3 : Planification et Prédiction radio.	50
I. Caractéristiques d'un système cellulaire.	50

1. Définition.	50
2. Fonctions cellulaires.	50
IV. Concept cellulaire.	53
1. Les motifs.	54
2. Distance de réutilisation.	55
III. La planification cellulaire.	55
1. Prévision radio.	56
2. Etude de propagation.	57
3. Configuration cellulaire.	58
4. Qualité de services.	58
IV. Planification radioélectrique.	61
V. Prédiction radio.	
Chapitre4 :Faisabilité d'un réseau expérimental UMTS en TUNISIE.	70
I. Dimensionnement et planification du réseau UMTS.	70
1. Processus de dimensionnement.	70
2. Organigramme de dimensionnement du RAN.	72
3. Etude de la planification radio.	73
4. Dimensionnement de le Node B.	73
5. Dimensionnement du RNC.	76
6. Dimensionnement des interfaces.	77
7. Différentes topologies possibles du réseau d'accès radio.	79
II. Etude du réseau GSM existant en Grand Tunis.	81
1. Architecture générale du réseau.	82
2. Evolution du nombre d'abonnés.	83
3. Insuffisances du réseau GSM.	83
III. Dimensionnement d'un réseau expérimental en Grand Tunis.	84
1. Dimensionnement du node B.	84
2. Dimensionnement du RNC.	87
3. Dimensionnement des interfaces.	87
IV. Boucle SDH.	87
V. Architecture d'un réseau expérimental couvrant Grand Tunis.	89
VI. Contraintes et faveurs de la faisabilité.	91
Conclusion et perspectives.	92
Bibliographie.	93
Annexes.	94

INTRODUCTION GENERALE

Ces dernières années, les télécommunications ont vu un essor à l'échelle mondiale des services de communications avec les mobiles. Cette croissance est actuellement assurée par le GSM mais pour des raisons d'allocation de spectre de fréquences, cet essor ne pourra être totalement assuré que par des systèmes de troisième génération tel l'UMTS. L'apparition de nouveaux besoins dans les télécommunications doit être intégrée au marché des mobiles : la communication ce n'est pas seulement la parole. Le GSM est limité : Les applications multimédia exigent des débits élevés et la commutation de paquets. Les limites de débits imposées par le réseau GSM (9,6 Kbits/s) ainsi que les coûts d'utilisation encore élevés, empêchent de considérer ces services sur ce réseau. Enfin, la dynamique d'innovation et la diminution des coûts devraient permettre de maintenir la croissance de la vente des mobiles. Toutefois, ce développement implique des besoins en ressources spectrales car il risque d'atteindre les limites du GSM. Ce développement fait donc appel à une nouvelle génération de systèmes à plus fort débit tel l'UMTS qui permettront de surcroît une meilleure répartition des spectres.

Le réseau GSM est considéré par les spécialistes comme une révolution dans le domaine des télécommunications. Il a su se faire apprécier du grand public en proposant une bonne qualité de service à un tarif accessible. Actuellement l'extension de la norme dans la bande spectrale des 1800 MHz qui se surajoute à la bande des 900 MHz laisse encore présager de beaux jours à ce système. Pourtant on parle déjà de réseaux de 3ème génération.

Les réseaux UMTS constitueront les systèmes de télécommunications mobiles et sans fil de troisième génération, capables d'offrir au grand public des services de type multimédia à débit élevé.

Le parlement européen entend par « système de télécommunication mobiles universelles (UMTS) » un système de communication mobiles de la troisième génération capable de fournir en particulier des services multimédias sans fil d'un type nouveau,

dépassant les possibilités actuelles des systèmes de la seconde génération tels que le GSM, et combinant l'utilisation d'élément terrestre et de satellites.

L'UMTS développé dans la Communauté doit être compatible avec le concept de système mobile de troisième génération IMT-2000(international Mobile Telecommunications-2000), qui a été élaboré par l'UIT au niveau mondial sur la base de résolution 212 de l'UIT.

L'UMTS a été étudié et planifié afin d'être implanter à partir de 2002 en l'Europe , l'Amérique et le Japon. Donc les opérateurs se sont préparés pour accéder au nouveau marché. Donc des études de faisabilité ont été réalisées pour découvrir la technologie du siècle.

Comme ce réseau est global et universel , donc chaque pays du monde entier est appelé pour y participer et c'est ce que notre étude va porter.

Dans une première partie nous examinons le scénarios d'évolution du GSM vers le GPRS puis vers l'UMTS .

Dans une deuxième partie nous détaillons le système UMTS avec ses différents techniques d'accès , les services et l'architecture du réseau.

Dans la troisième partie une étude sur la planification d'un réseau cellulaire est indispensable afin de déterminer la couverture radio qui peut être définie par une prédiction radio.

Et dans la dernière partie nous proposons une topologie de faisabilité du réseau UMTS en Grand Tunis.

Scénario d'évolution GSM vers GPRS

Introduction :

Le succès du GSM est maintenant bien établi et des nombreuses indices révèlent que les utilisateurs veulent à court terme des services de données sur les réseaux mobiles . Néanmoins ,les services de données sur le réseau GSM bâtissent de multiples contraintes (débit limité à 14,4 kbit/s ,commutation de circuit ...) d'où l'idée de l'évolution vers un autre réseau plus adapté à la transmission de données le GPRS qui permet d'atteindre des débits plus élevés . Cette évolution prépare à l'introduction des réseaux de troisième génération l'UMTS qui pourra atteindre un débit de 2 Mbit/s. Nous étudierons dans ce chapitre l'évolution de réseau GSM vers le GPRS qui va nous introduire à l'étude de l'UMTS .

I/ Réseau GSM :

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

1.Description générale du réseau GSM

Pour déployer un réseau GSM , l'opérateur couvre le territoire à l'aide des stations de base appelées BTS (Base Transceiver Station) .Une station de base est un ensemble d'émetteurs-récepteurs munis d'une ou plusieurs antennes .Chaque station de base couvre un territoire restreint appelé cellule .La zone de services du réseau est ainsi découpée en cellules. Cette division de réseau doit être imperceptible à l' usager. Il faut donc réaliser deux fonctions non usuelles dans le réseau fixe classique : l'itinérance c'est à dire la gestion de la délocalisation de l'utilisateur et le transfert intercellulaire (handover) c'est à dire le changement de station de base au cours d' une communication quand le mobile se déplace . Plusieurs BTS sont reliées à un commutateur appelé MSC (Mobile Switching Center). Des équipements intermédiaires sont placés entre le BTS et MSC : les BSC (Base Station

Controller) qui commandent un ensemble de BTS et prennent en charge les traitements liés à l'interface radio (allocation des ressources radio , le transfert intercellulaire) . La gestion de l'itinérance nécessite de bases de données . La base de données VLR (Visitor Location Register) , est associée au MSC ,elle mémorise pour tous les abonnés présents dans la zone couverte par le MSC leur profil et leur localisation. La base de données HLR (Home Location Register) qui mémorise le profil de chaque abonné et l'identité de VLR où il se trouve .

2. infrastructure du réseau GSM :

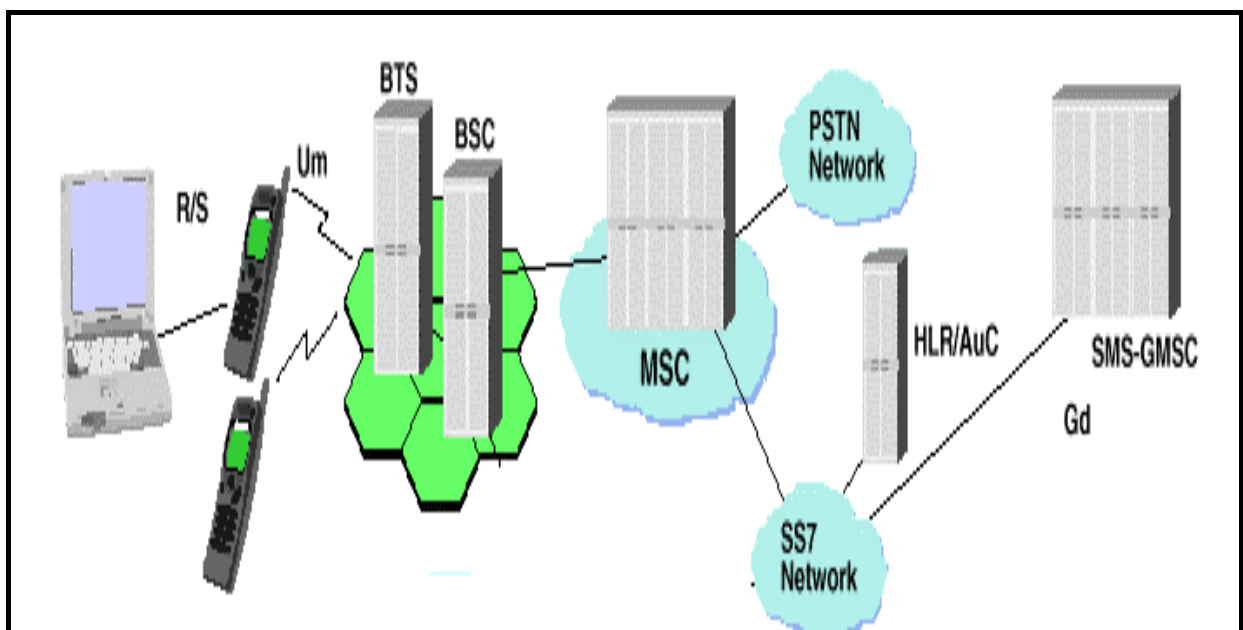


figure1.1 Architecture du réseau GSM

3. Les équipements d'un réseau GSM :

- **Station de base ou " BTS "**

Une station de base " BTS ", Base Transceiver Station, assure la couverture radioélectrique d'une cellule (unité de base pour la couverture radio d'un territoire) du réseau. Elle fournit un point d'entrée dans le réseau aux abonnés présents dans sa cellule pour recevoir ou transmettre des appels. Une station de base gère simultanément huit communications grâce au multiplexage AMRT utilisé. Une station de base est

essentiellement un ensemble émetteur/récepteur, lui même élément de la chaîne de communication.

- **Contrôleur de station ou " BSC "**

Un contrôleur de station de base " BSC " (Base Station Controller) gère une ou plusieurs stations et remplit différentes missions pour les fonctions de communication et d'exploitation. Pour le trafic abonné venant des stations de base, c'est un concentrateur, pour le trafic issu du commutateur, c'est un aiguilleur vers la station du bon destinataire. Le contrôleur est aussi le relais pour les alarmes et les statistiques issues des stations de base, ainsi qu'une banque de données pour les versions logicielles et les données de configurations téléchargées.

- **Commutateur " MSC "**

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

- **Enregistreur de localisation nominal " HLR "**

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

- **Centre d'authentification " AUC "**

Le centre d'authentification " AUC ", Authentication Center, est une base de données qui stocke des informations confidentielles. Il contrôle les droits d'usages possédés par chaque abonné sur les services du réseau. Ce contrôle est important à la fois pour l'opérateur (contestation de facturation) et pour l'abonné (fraude).

- **Enregistreur de localisation des visiteurs " VLR "**

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

- **Centre d'exploitation et de maintenance " OMC "**

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

4. Interfaces du réseau GSM :

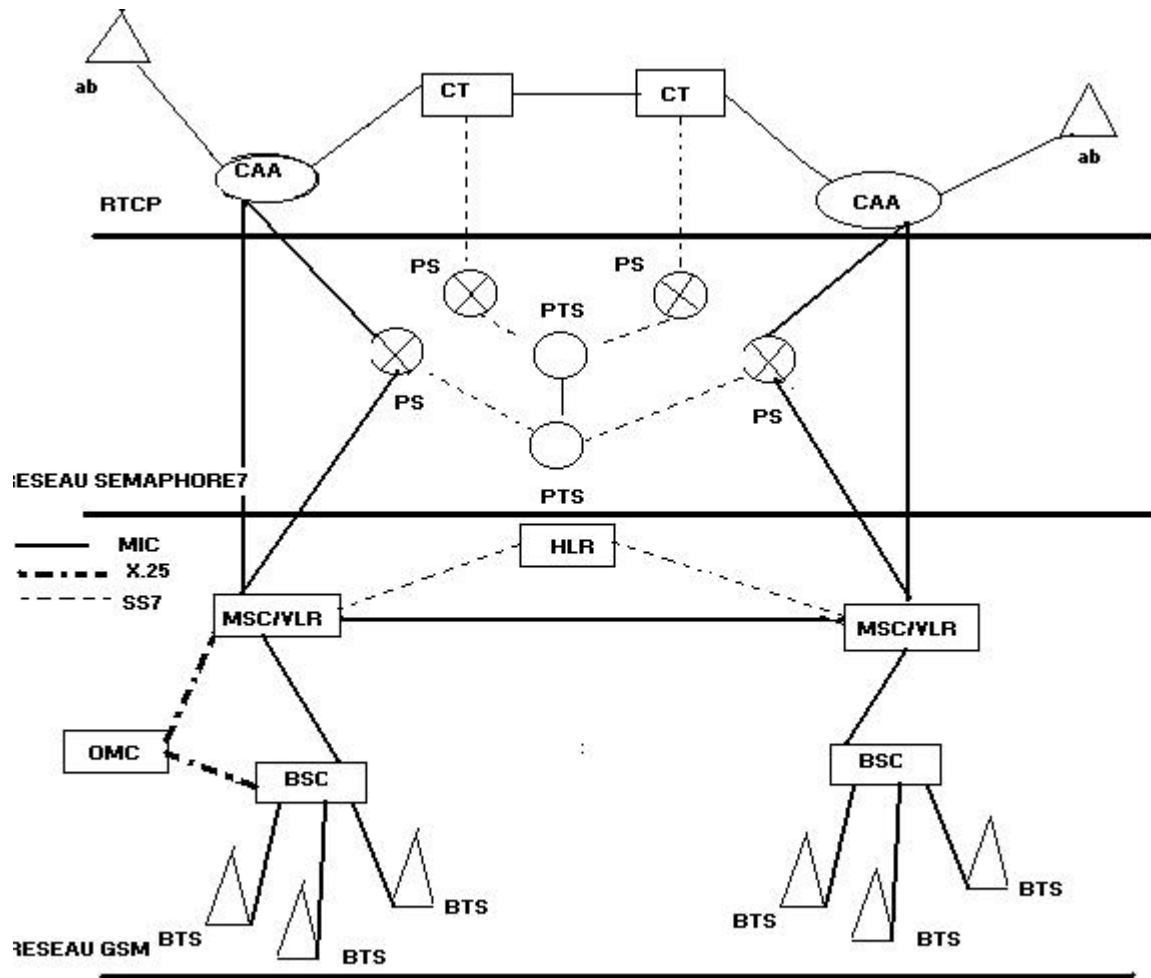
Les interfaces sont aussi des composants importants d' un réseau GSM , elles supportent le dialogue entre les équipements et permettent leur inter fonctionnement . En GSM , on distingue les interfaces suivantes :

- L' interface radio Um est localisée entre la station mobile et la station de base (BTS-BSC). C 'est l' interface la plus importante de réseau .
- L' interface A-bis relie une station de base à sont contrôleur (BTS-BSC) , le support est une liaison filiale MIC .
- L' interface A se situe entre un contrôleur et un commutateur (BSC-MSC).Une liaison MIC à 64 kbit/s matérialise la relation .
- L' interface X.25 relie un contrôleur au centre d' exploitation et de maintenance (BSC-OMC) .Le support de la liaison est fournit par un réseau de données .
- L'interface entre le commutateur et le réseau public est défini par le protocole de signalisation n 7 du CCITT

5. Connexions entre les différentes composantes

Le réseau GSM utilise le système de signalisation par canal sémaphore n°7 .Celui-ci est un réseau de transmission de données au débit de 64 kbit/s , reliant des points de signalisation (PS) soit en transmission point à point , soit en passant par des points de transfert de signalisation (PTS) .Les composants du NSS sont reliés à des PS.

Le raccordement des MSC au RTCP se fait sur des liens à 64 kps du MIC standard .La liaison entre MSC et BSC ainsi que la liaison entre BSC et BTS comprennent une voie de signalisation à 64 kps et N voies de conversations à 16 kbit/s.



Ab	: abonné
CAA	: Centre à Autonomie d'Acheminement
CT	: Centre de Transit
PS	: Point Sémaphore
PTS	: Point de Transfert Sémaphore

Figure 1.2 : Architecture fonctionnelle de réseau GSM

6. Transmission radio en GSM :

L'interface radio entre le mobile et la station de base BTS exploite la bande de 900 MHz et la technique d'accès multiple à répartition dans le temps AMRT (en anglais TDMA) .

Deux bandes de fréquences sont utilisées en GSM :

- 890 –915 MHz du mobile au fixe : liaison montante .
- 915-960 MHz du fixe au mobile : liaison descendante .

6.1. Canaux physiques :

Au niveau de l'interface Um, le GSM met en oeuvre deux techniques de multiplexage, un multiplexage fréquentiel AMRF (accès multiples à répartition de fréquence) et un multiplexage temporel (accès multiple à répartition dans le temps). Le multiplexage AMRF divise en 124 canaux de 200 KHz de large chacun, les deux plages de fréquences (890-915, 935-960 MHz), pour offrir 124 voies de communications duplex en parallèle, chaque sens de communication possédant une voie qui est réservée. Le multiplexage AMRT partage l'usage d'une voie de transmission entre 8 communications différentes. Un canal de transmission radio offre un débit D par unité de temps, ce débit est divisé sur 8 pour transmettre successivement les 8 communications avec un débit chacune $d=D/8$. Chaque communication occupe un intervalle temporel IT d'une durée de $577 \mu s$. La somme de 8 IT constitue une trame qui dure $4,615 ms$ qui est l'unité temporelle de base. Pour une conversation, deux messages successives voyagent dans deux trames successives, ces deux messages sont séparés par une durée de $4,615 ms$, mais la synthèse vocale restitue la continuité de la parole.

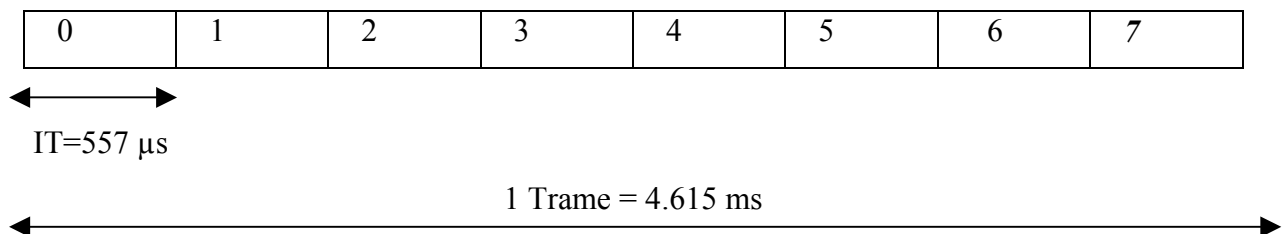


Figure 1.3 : Trame AMRT de base

6.2. Canaux logiques :

Un canal physique d'une trame AMRT est un intervalle de temps élémentaire de $577 \mu s$ qui supporte une combinaison de canaux logiques. Les canaux logiques transportent soit les données d'une communication, soit des informations de signalisation qui s'adressent à la station mobile ou à la station de base. Deux familles de canaux logiques sont définies :

- Canaux de trafic :

L'information de parole ou de données est transmise des canaux de trafic (TCH). Des canaux plein débit permettent une transmission de la parole codée à 13 kps.

- Canaux de signalisation :

Les canaux de signalisation sont divisés en deux groupes :

1. Canaux de signalisation dédiés : ce sont les canaux utilisés par un seul mobile à la fois, le plus important est le canal SDCCH qui sert à la mise à jour des abonnés et pour l'initialisation d'une communication demandée.
2. Canaux de signalisation commun : qui sont utilisés par tous les mobiles qui sont subdivisés en :

-Canaux BCCH utilisés pour la diffusion d'informations vers les mobiles (identité de la cellule, identité du réseau etc...)

-Canaux de contrôles CCCH : qui règlent les procédures de mise en communication du mobile avec le fixe on distingue :

AGCH : Canal d'allocation de ressources de la BTS au mobile

PCH : Canal d'appel des mobiles

RACH : Canal d'accès aléatoires des mobiles

Canaux Diffusés	Frequency Correction Channel FCCH	Calage sur fréquence porteuse
	Broadcast control Channel BCCH	Synchronisation + identification
	Synchronisation Channel SCH	Information système
Canaux	Paging Channel PCH	Appel du mobile
	Random Access Channel RACH	Accès aléatoire du mobile

Partagés	Access Grant Channel AGCH	Allocation des ressources
CCCH		
Canaux	Stand –Alone Dedicated Control Channel SDCCH	Signalisation (appel, mise à Jour de la localisation) et message courtes
Dédiés	Slow Associated Control Channel SACCH	Supervision de la liaison cannal Associé au SDCCH ou au TCH
	Trafic Channel TCH	Voix ou données utilisateurs
Et leur	Fast Associated Control Channel FACCH	Vol de TCH pour transmission , De la signalisation(exécution de handover, signalisation liée aux appels)
Canaux		
Associés		

Tableau 1.1 Principaux Canaux logiques en GSM

7.Services offerts par le GSM :

- Téléservices qui incluent essentiellement : téléphonie, fax ,messages courts, mail.
- Les services supportés se résument dans ceux qui transportent les services des utilisateurs, comme par exemple la simultanéité de l'envoi des données et de la voix etc
- Les services supplémentaires offerts par le réseau GSM les plus courts : l'identification du numéro et le renvoi d' appel .

8.Limites de services de données de GSM :

La manière d'accéder au service Internet nécessite une gestion optimale des ressources radio qui garantit un niveau de qualité de service acceptable ce qui n'est pas possible avec le GSM car lorsque ce réseau alloue un canal à un usager, elle le maintient pendant toute la période de la communication. Ainsi la facturation va prendre en compte la durée totale d'occupation du canal. Pour accéder au réseau GSM, il faut au moins de 20 à 25 secondes et si le mobile arrive à trouver un canal il ne peut émettre qu'avec un débit de 9,6 kbit/s qui est limité pour la transmission de données.

La transmission de données sur le réseau GSM s'inscrit dans le concept de mobilité totale. Les services offerts doivent permettre une augmentation de la productivité des entreprises (en réduisant des déplacements). L'essor du parc des abonnés GSM contribue à augmenter le nombre des utilisateurs du service transmissions de données. Une couverture radioélectrique plus étendue, l'ouverture du GSM en mode paquet, et l'application de la norme phase 2 permettront de désengorger les régions saturées. L'utilisation de système permettant d'augmenter la vitesse de transfert de données devraient rendre plus attractif la transmission de données sur GSM.

II Le réseau GPRS :

Le GPRS est l'initiative européenne au sein de l'ETSI (European Telecommunication Standard Institute) pour l'offre de services multimédias dans le domaine des mobiles. L'objectif est d'atteindre dans un premier temps des débits respectables de l'ordre de 144 kbit/s pour atteindre à long terme (EGPRS : Enhanced GPRS) des débits de 384kbit/s.

1. Description du système :

Le GPRS (General Packet Radio Service) est un service orienté paquet est plus adapté au transfert de données nécessitant une forte capacité instantanée. Il permet de limiter l'occupation de la ressource aux périodes actives d'une session et mène à une utilisation plus efficace de la bande passante, particulièrement précieuse en milieux mobiles. La mise en place de service GPRS sur le réseau GSM actuel nécessite le rajout des nouvelles entités de réseau dédiées à l'acheminement de données sous forme de paquets.

2. Le GPRS par rapport au GSM : changements –ajouts :

Le GPRS étant un service de GSM , une partie de l' infrastructure du réseau GSM a pu être conservé : c'est le BSS (Base Station Sub- system) qui conserve les BTS (s) et les BSC (s) qui relient les utilisateurs des téléphones mobiles au réseau.

Lors de l' utilisation de son mobil , l'abonné choisit le service qu' il souhaite avoir : transmettre de la parole en mode circuit (ce sont les services classiques de GSM : téléphonie , messages courts, répondeur...) où des services en mode paquet (ce sont les services de consultation WEB, le transfert de fichiers de données ,de son, d'images et vidéo compressées à un débit supportable, SMS...). Dans le cas de transfert de données en mode paquet , le terminal ne sert que d' interface d' accès à un réseau de paquets (GPRS)et doit être relié à un ordinateur portable par exemple qui lui fournira les données à transmettre.

Pour réaliser un transfert de bout en bout en mode paquet, le NSS (Network Switching Sub-system) de GSM ne peut pas être utilisé. Ainsi un nouveau réseau est né entre le BSS et le PLMN (Public Land Mobile Network) : le réseau GPRS. Ce réseau est constitué essentiellement de 2 nouvelles entités . le SGSN et le GGSN qui forment un réseau en parallèle avec le NSS .

Le profil des abonnés GPRS est stocké dans le registre HLR pour permettre la vérification des droits aux services demandés . Le registre sert ainsi à stocker les contextes créés par les protocoles de gestion de la mobilité .

3. Implantation du réseau GPRS sur le réseau GSM :

L' implantation du GPRS peut être effectué sur un réseau GSM existant . Les stations de base ne subissent aucune modification si ce n'est l' adjonction d' un logiciel spécifique , qui peut être installé par téléchargement où d'une unité de codage de canal (CCU : Channel Codec Unit) destiné à sélectionner le codage nécessaire du canal radio . De plus , en amont ,le BSC doit être doublée par un contrôleur de paquets (PCU : Packet Controller Unit) , vient ensuite , la chaîne destinée aux données par paquets.

Le réseau GPRS est un réseau datagrammes IP constitué de routeurs IP. Ce réseau possède deux types de routeurs : ceux qui permettent aux paquets de circuler à l' intérieur d'un même réseau GPRS, et ceux qui permettent aux paquets d'émigrer vers des réseaux de données (IP, X25, autre réseau GPRS), ils sont :

► GGSN :

Gateway GPRS Support Node assure la connexion avec les autres réseaux. Le GGSN permet de communiquer avec les autres réseaux de données par paquet extérieur au réseau GSM . Il gère la taxation des abonnés du service , et doit supporter les protocoles utilisés sur les réseaux de données avec lesquels il est interconnecté. Les protocoles de données supportés en standard par un GGSN sont IPv6 ,CLNP et X.25.

► SGSN :

Serving GPRS Support Node gère les terminaux pour une zone . Le SGSN permet de gérer les services offerts à l' utilisateur. Il constitue l' interface logique entre l'abonné GPRS et un réseau de données externe . Ses missions principales sont, d' une part la gestion des abonnés mobiles actifs (mise à jour permanente des références d' un abonné et des services utilisés) et d' autre part le relais des paquets de données .

Quand un paquet de données arrive d' un réseau PDN (Packet Data Network) externe au réseau GSM,Le GGSN reçoit ce paquet et le transfère au SGSN qui le retransmet vers la station mobile. Pour les paquets sortants , c'est le SGSN qui les transmet vers le GGSN.

► BG :

Border Gateway est utilisé pour l' interconnexion de deux réseaux GPRS.

L'ensemble des SGSN (s) , GGSN(s) et éventuellement autres routeurs IP forment le réseau fédérateur GPRS. Chaque SGSN et GGSN possède une adresse IP au sein de ce réseau. La figure (1.4) illustre les interconnexions et l' emplacement de ces divers équipements :

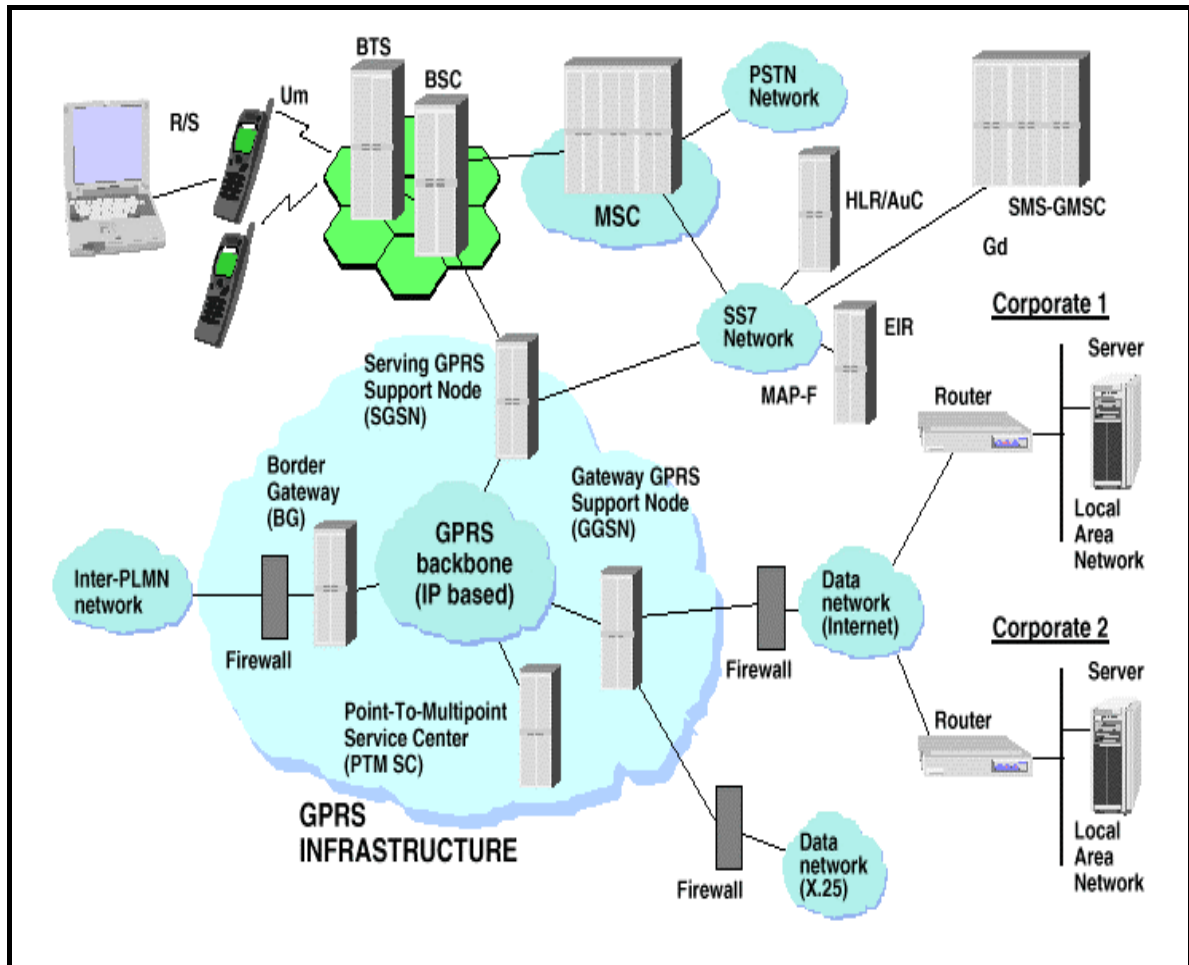


figure 1.4 implantation du réseau GPRS sur le réseau GSM

4. Interfaces dans le réseau GPRS :

Les différents équipements du réseau GPRS sont reliés entre eux à travers des interfaces qui supportent des protocoles bien spécifiés . La figure (1.5) donne les différentes interfaces dans le réseau GPRS .

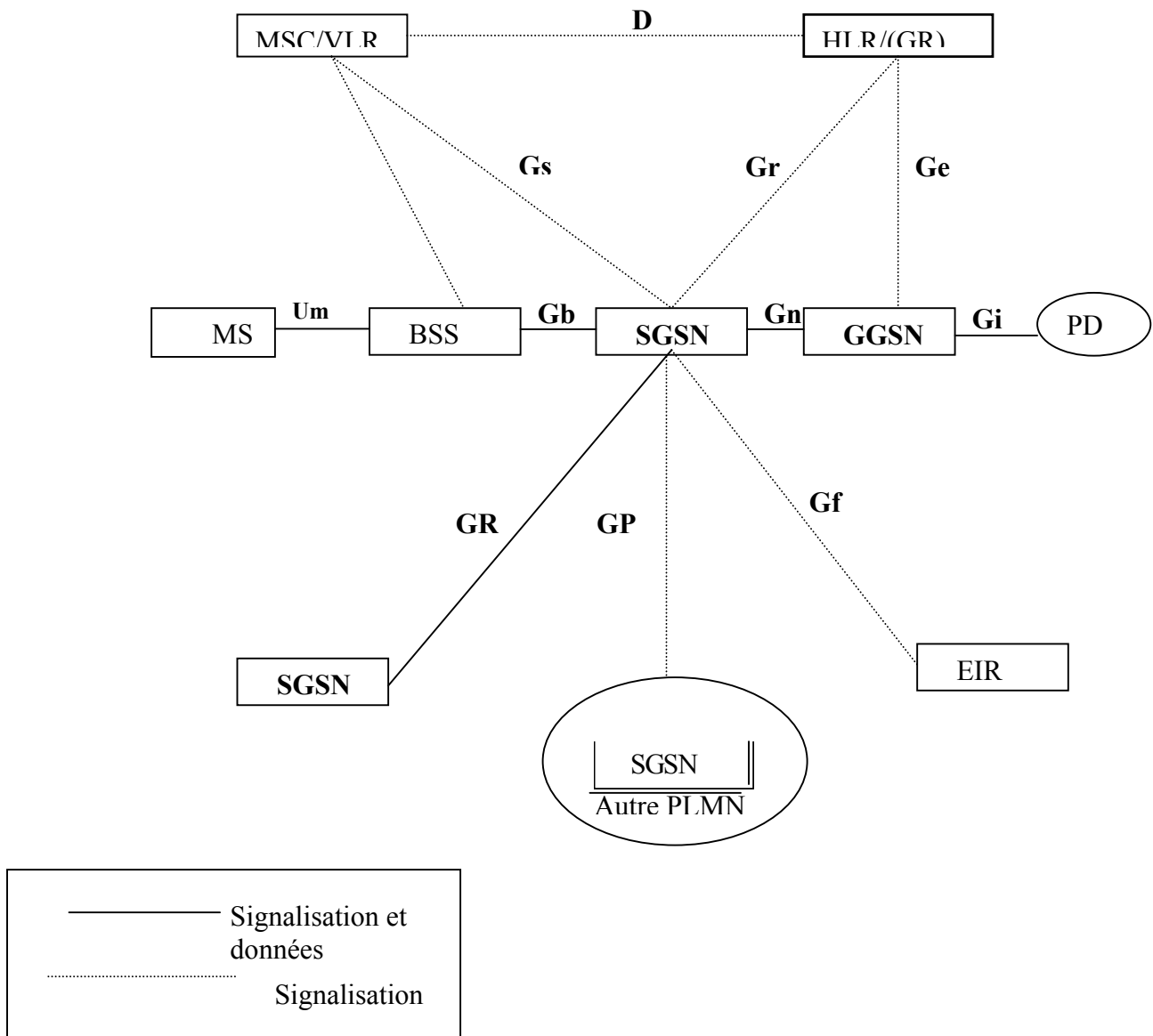


figure 1.5 Interfaces du réseau GPRS

5. Routage dans GPRS :

Le routage est effectué par le GGSN et le SGSN. Le SGSN est responsable de la remise des paquets aux mobiles alors que le GGSN agit en fait comme une interface logique entre le monde mobile et les réseaux externes de données .

Lorsque l'appel provient d'une station mobile le SGSN encapsule le paquet entrant et le route en direction du GGSN approprié qui est chargé de l'acheminer vers le bon réseau public de paquets. Au sein du réseau public de paquets les procédures classiques de routage sont mises en œuvre de sorte à acheminer le paquet jusqu'à sa destination .

Lorsque l'appel provient d'une station appartenant à un réseau fixe et est à destination d'un mobile, il est routé par le réseau public jusqu'au GGSN du PLMN d'abonnement du mobile en fonction de l'analyse de l'adresse destination .Le SGSN examine alors son contexte de routage et détermine vers quels SGSN il doit router le paquet . Le paquet ensuite encapsulé et acheminé jusqu'au SGSN qui le délivre alors à la station mobile.

Toutes les informations relatives au routage de paquets vers telle ou telle destination en fonction de l'adresse destination sont contenues dans le GPRS Register (GR) qui se trouve au niveau du HLR.

6. Structure et allocation des canaux en GPRS :

6.1.Canaux logiques en GPRS :

Pour le nouveau service GPRS, des canaux logiques supplémentaires ont été introduites par rapport au réseau GSM .Ils sont représentés dans le tableau suivant. Les fonctions associées restent essentiellement les mêmes et semblent au premier abord ne différer que par la première lettre P qui signifie Packet pour l'orientation paquet . Cependant, le concept GPRS est une évolution vers une transmission de données en mode paquets qui nécessite une approche dynamique au niveau de l'allocation et la gestion de la ressource radio(en d'autres termes les canaux physiques) .

Groupe	Nom du canal	Sens	Fonctions
Diffusion	PBCCH	Descendant	Diffusion
Contrôle PCCH	PRACCH	Montant	Accès aléatoire
	PPCH	Descendant	Paging
	PAGCH	Descendant	Attribution de ressources
	PNCH	Descendant	Multicast
Traffic	PDTCH	Deux sens	Cannal dédié hors communication
Contrôle associé	PACCH	Deux sens	Cannal de contrôle associé au PDTCH

Tableau 1.2Listes des canaux logiques en GPRS

6.2. Allocation des canaux logiques en GPRS :

6.2.1. Du canal physique aux canaux logiques :

Un canal physique transporte un supertrame de 52 trame TDMA de 240 ms. Deux canaux physiques sont nécessaires pour échanger des données (en plus des canaux de signalisation) : un pour la liaison montante et l'autre pour la descendante. Cette super trame se décompose en 12 blocs de 4 slots . Chaque bloc peut supporter un canal logique GPRS différent des blocs précédent ou suivants.

6.2.2. Allocation dynamique :

Un canal physique est soit pour GSM soit pour GPRS. En mode GSM-circuit, chaque utilisateur se voit allouer un canal logique est constitué de la répartition d'un slot d'une trame TDMA. En mode GPRS, les utilisateurs n'ont pas besoin d'une liaisons permanente car ce service fonctionne en mode paquet; les ressources nécessaires peuvent être attribuées dynamiquement en fonction de la demande et de la charge de réseau (avec GSM, cette affectation est configurable mais statique). Ainsi un mobile peut émettre simultanément sur certain nombre (variable en temps réel) de canaux physiques.

6.2.3. Concept maître-esclave et augmentation du débit :

A fin d'optimiser la distribution des ressources radio, les canaux physiques PDCH (Packet Data Channel) peuvent transporter des données utilisateurs ou des données de contrôle .

Un canal PDCH contenant des canaux logiques de contrôle commun (Packet Common control Channel) est dit maître .Il peut également contenir des canaux PDTCH, PACCH ou PTCCH.Si le PDCH ne transporte pas des canaux PCCCH il est dit esclave et dans ce cas le canal PDCH peut rapidement être configuré en canal GSM-circuit. Un canal PDCH esclave transporte des canaux logiques dont la nature (PDTCH, PACCH...) ne sera déterminé en réception qu' en décodant le bloc (de 4 slots) et en interprétant l' en-tête MAC/RLC. Cette optimisation a permis d'accroître le débit de transport des paquets .

7.Les services de GPRS :

Le GPRS permet d' accéder aux services Internet avec un débit allant jusqu'à 115 kbit/s efficace grâce à l'utilisation de multiples canaux radio (jusqu' au 8 IT) qui sont attribués à un utilisateurs ou partagés par plusieurs utilisateurs .Avec le GPRS, les ressources radio sont allouées dynamiquement et la vitesse de transmission varie de fait d' une plus grande souplesse et d' une plus grande adaptativité du mode paquet par rapport au mode circuit.

Les services mobiles Internet ou Intranet rendus disponibles par déploiement du GPRS sont le bureau de son entreprise (remote access ou connexion à distance dans le réseau de son entreprise) , le courrier électronique , l'accès à Intranet, le commerce électronique, les services d' information localisés et le télé-métrie.

Le protocole WAP (Wireless Application Protocol)est nouveau protocole destiné aux applications multimédias et Internet s' appuyant sur le GSM. En effet un portable est désormais un objet que son utilisateur s' approprie avec configuration personnelle et il permet également d' identifier un utilisateur pour un fournisseur de services.

Le protocole WAP définit deux choses: un environnement applicatif et un protocole de communication.

8. Avantages de GPRS :

Pour les opérateurs, le GPRS présente des nombreuses atouts :

- Les opérateurs GSM profitent de la vague de l' Internet pour séduire les utilisateurs et accroître leurs activités.
- Les opérateurs optimisent le transport de données dans leurs réseaux.
- Les opérateurs peuvent introduire des nouveaux services innovants .

- Les réseaux mobiles peuvent concurrencer davantage les réseaux fixes , le différentiel entre les familles de réseaux s'estompe.
- Les réseau GSM évoluent en douceur vers la troisième génération .

Pour les utilisateurs , les atouts du GPRS sont :

- Un accès à partir du terminal GSM aux réseaux Internet et Intranet.
- Toutes les applications disponibles sur un LAN sont accessibles à partir d' un terminal sans fil. GPRS supprime le lien physique entre un PC et un LAN.
- Une facturation à l' usage.

conclusion

La mise en œuvre de service GPRS implique une évolution importante des réseaux GSM existants . Pour ce qui concerne l'infrastructure seule des modifications mineures, essentiellement un logiciel (ou carte CCU) seront requises dans les stations de bases (stations radio fixe).Par contre les opérateurs devront mettre en place un cœur de réseau (backbone) entre technologie paquet et circuit. Ceci constitue en même temps une étape nécessaire pour la transition vers la troisième génération : UMTS .

Scénario d'évolution GSM vers GPRS

Introduction :

Le succès du GSM est maintenant bien établi et des nombreuses indices révèlent que les utilisateurs veulent à court terme des services de données sur les réseaux mobiles . Néanmoins ,les services de données sur le réseau GSM bâtissent de multiples contraintes (débit limité à 14,4 kbit/s ,commutation de circuit ...) d'où l'idée de l'évolution vers un autre réseau plus adapté à la transmission de données le GPRS qui permet d'atteindre des débits plus élevés . Cette évolution prépare à l'introduction des réseaux de troisième génération l'UMTS qui pourra atteindre un débit de 2 Mbit/s. Nous étudierons dans ce chapitre l'évolution de réseau GSM vers le GPRS qui va nous introduire à l'étude de l'UMTS .

I/ Réseau GSM :

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

1.Description générale du réseau GSM

Pour déployer un réseau GSM , l'opérateur couvre le territoire à l'aide des stations de base appelées BTS (Base Transceiver Station) .Une station de base est un ensemble d'émetteurs-récepteurs munis d'une ou plusieurs antennes .Chaque station de base couvre un territoire restreint appelé cellule .La zone de services du réseau est ainsi découpée en cellules. Cette division de réseau doit être imperceptible à l' usager. Il faut donc réaliser deux fonctions non usuelles dans le réseau fixe classique : l'itinérance c'est à dire la gestion de la délocalisation de l'utilisateur et le transfert intercellulaire (handover) c'est à dire le changement de station de base au cours d' une communication quand le mobile se déplace . Plusieurs BTS sont reliées à un commutateur appelé MSC (Mobile Switching Center). Des équipements intermédiaires sont placés entre le BTS et MSC : les BSC (Base Station

Controller) qui commandent un ensemble de BTS et prennent en charge les traitements liés à l'interface radio (allocation des ressources radio , le transfert intercellulaire) . La gestion de l'itinérance nécessite de bases de données . La base de données VLR (Visitor Location Register) , est associée au MSC ,elle mémorise pour tous les abonnés présents dans la zone couverte par le MSC leur profil et leur localisation. La base de données HLR (Home Location Register) qui mémorise le profil de chaque abonné et l'identité de VLR où il se trouve .

2. infrastructure du réseau GSM :

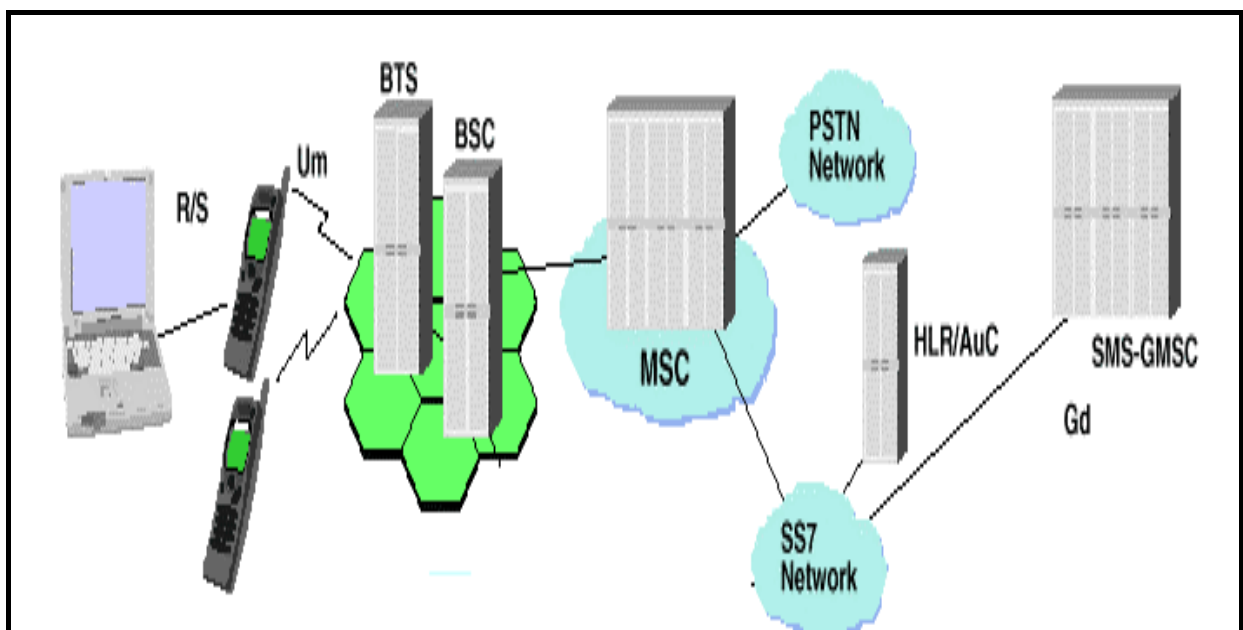


figure1.1 Architecture du réseau GSM

3. Les équipements d'un réseau GSM :

- **Station de base ou " BTS "**

Une station de base " BTS ", Base Transceiver Station, assure la couverture radioélectrique d'une cellule (unité de base pour la couverture radio d'un territoire) du réseau. Elle fournit un point d'entrée dans le réseau aux abonnés présents dans sa cellule pour recevoir ou transmettre des appels. Une station de base gère simultanément huit communications grâce au multiplexage AMRT utilisé. Une station de base est

essentiellement un ensemble émetteur/récepteur, lui même élément de la chaîne de communication.

- **Contrôleur de station ou " BSC "**

Un contrôleur de station de base " BSC " (Base Station Controller) gère une ou plusieurs stations et remplit différentes missions pour les fonctions de communication et d'exploitation. Pour le trafic abonné venant des stations de base, c'est un concentrateur, pour le trafic issu du commutateur, c'est un aiguilleur vers la station du bon destinataire. Le contrôleur est aussi le relais pour les alarmes et les statistiques issues des stations de base, ainsi qu'une banque de données pour les versions logicielles et les données de configurations téléchargées.

- **Commutateur " MSC "**

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

- **Enregistreur de localisation nominal " HLR "**

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

- **Centre d'authentification " AUC "**

Le centre d'authentification " AUC ", Authentication Center, est une base de données qui stocke des informations confidentielles. Il contrôle les droits d'usages possédés par chaque abonné sur les services du réseau. Ce contrôle est important à la fois pour l'opérateur (contestation de facturation) et pour l'abonné (fraude).

- **Enregistreur de localisation des visiteurs " VLR "**

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

- **Centre d'exploitation et de maintenance " OMC "**

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

4. Interfaces du réseau GSM :

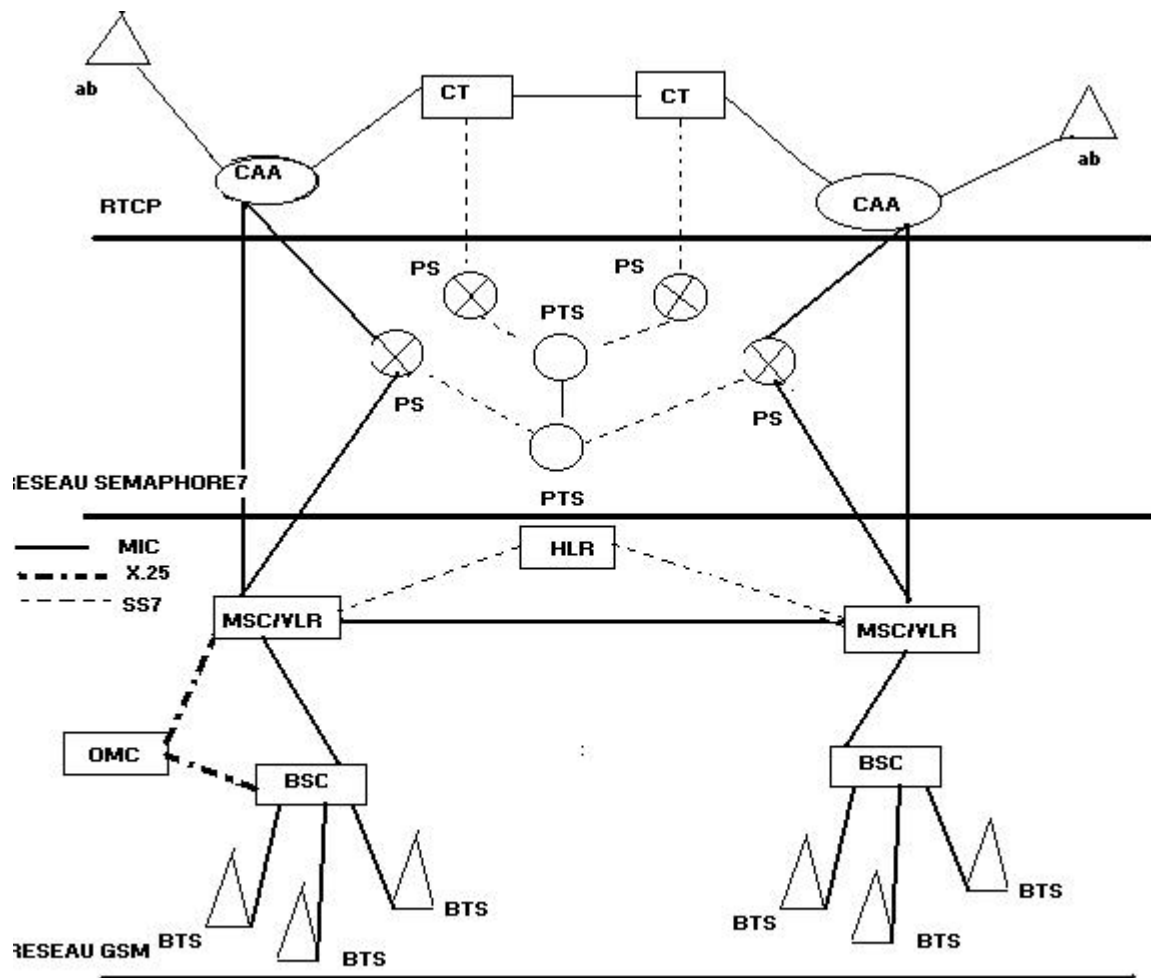
Les interfaces sont aussi des composants importants d' un réseau GSM , elles supportent le dialogue entre les équipements et permettent leur inter fonctionnement . En GSM , on distingue les interfaces suivantes :

- L' interface radio Um est localisée entre la station mobile et la station de base (BTS-BSC). C 'est l' interface la plus importante de réseau .
- L' interface A-bis relie une station de base à sont contrôleur (BTS-BSC) , le support est une liaison filiale MIC .
- L' interface A se situe entre un contrôleur et un commutateur (BSC-MSC).Une liaison MIC à 64 kbit/s matérialise la relation .
- L' interface X.25 relie un contrôleur au centre d' exploitation et de maintenance (BSC-OMC) .Le support de la liaison est fournit par un réseau de données .
- L'interface entre le commutateur et le réseau public est défini par le protocole de signalisation n 7 du CCITT

5. Connexions entre les différentes composantes

Le réseau GSM utilise le système de signalisation par canal sémaphore n°7 .Celui-ci est un réseau de transmission de données au débit de 64 kbit/s , reliant des points de signalisation (PS) soit en transmission point à point , soit en passant par des points de transfert de signalisation (PTS) .Les composants du NSS sont reliés à des PS.

Le raccordement des MSC au RTCP se fait sur des liens à 64 kps du MIC standard .La liaison entre MSC et BSC ainsi que la liaison entre BSC et BTS comprennent une voie de signalisation à 64 kps et N voies de conversations à 16 kbit/s.



Ab	: abonné
CAA	: Centre à Autonomie d'Acheminement
CT	: Centre de Transit
PS	: Point Sémaphore
PTS	: Point de Transfert Sémaphore

Figure 1.2 : Architecture fonctionnelle de réseau GSM

6. Transmission radio en GSM :

L'interface radio entre le mobile et la station de base BTS exploite la bande de 900 MHz et la technique d'accès multiple à répartition dans le temps AMRT (en anglais TDMA) .

Deux bandes de fréquences sont utilisées en GSM :

- 890 –915 MHz du mobile au fixe : liaison montante .
- 915-960 MHz du fixe au mobile : liaison descendante .

6.1. Canaux physiques :

Au niveau de l'interface Um , le GSM met en oeuvre deux techniques de multiplexage , un multiplexage fréquentiel AMRF (accès multiples à répartition de fréquence) et un multiplexage temporel (accès multiple à répartition dans le temps). Le multiplexage AMRF divise en 124 canaux de 200 KHZ de large chacun ,les deux plages de fréquences (890-915, 935-960 MHZ), pour offrir 124 voies de communications duplex en parallèle ,chaque sens de communication possédant une voie qui est réservée . Le multiplexage AMRT partage l' usage d' une voie de transmission entre 8 communications différentes .Un canal de transmission radio offre un débit D par unité de temps , ce débit est divisé sur 8 pour transmettre successivement les 8 communications avec un débit chacune $d=D/8$. Chaque communication occupe un intervalle temporel IT d'une durée de 577 μ s .La somme de 8 IT constitue une trame qui dure 4,615 ms qui est l'unité temporel de base .Pour une conversation , deux messages successives voyagent dans deux trames successives , ces deux messages sont séparés par une durée de 4,615 ms ,mais la synthèse vocale restitue la continuité de la parole .

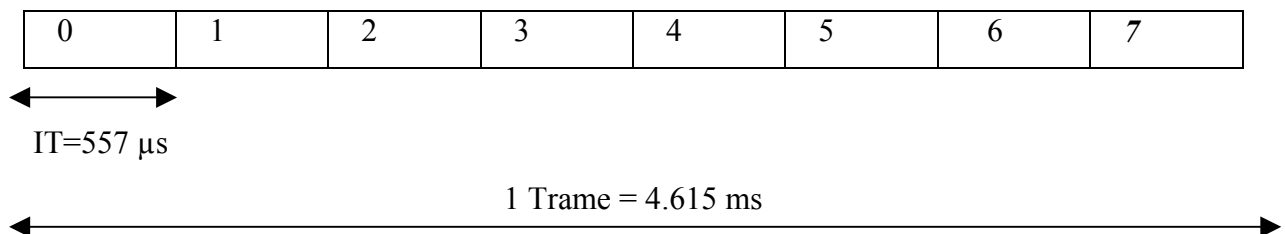


Figure1.3 : Trame AMRT de base

6.2. Canaux logiques :

Un canal physique d' une trame AMRT est un intervalle de temps élémentaire de 577 μ s qui supporte une combinaison de canaux logiques . Les canaux logiques transportent soit les données d' une communication , soit des informations de signalisation qui s'adressent à la station mobile ou à la station de base .Deux familles de canaux logiques sont définies :

- Canaux de trafic :

L'information de parole ou de données est transmise des canaux de trafic (TCH). Des canaux plein débit permettent une transmission de la parole codée à 13 kps.

- Canaux de signalisation :

Les canaux de signalisation sont divisés en deux groupes :

1. Canaux de signalisation dédiés : ce sont les canaux utilisés par un seul mobile à la fois, le plus important est le canal SDCCH qui sert à la mise à jour des abonnés et pour l'initialisation d'une communication demandée.
2. Canaux de signalisation commun : qui sont utilisés par tous les mobiles qui sont subdivisés en :

-Canaux BCCH utilisés pour la diffusion d'informations vers les mobiles (identité de la cellule, identité du réseau etc...)

-Canaux de contrôles CCCH : qui règlent les procédures de mise en communication du mobile avec le fixe on distingue :

AGCH : Canal d'allocation de ressources de la BTS au mobile

PCH : Canal d'appel des mobiles

RACH : Canal d'accès aléatoires des mobiles

Canaux Diffusés	Frequency Correction Channel FCCH	Calage sur fréquence porteuse
	Broadcast control Channel BCCH	Synchronisation + identification
	Synchronisation Channel SCH	Information système
Canaux	Paging Channel PCH	Appel du mobile
	Random Access Channel RACH	Accès aléatoire du mobile

Partagés	Access Grant Channel AGCH	Allocation des ressources
CCCH		
Canaux	Stand –Alone Dedicated Control Channel SDCCH	Signalisation (appel, mise à Jour de la localisation) et message courtes
Dédiés	Slow Associated Control Channel SACCH	Supervision de la liaison cannal Associé au SDCCH ou au TCH
	Trafic Channel TCH	Voix ou données utilisateurs
Et leur	Fast Associated Control Channel FACCH	Vol de TCH pour transmission , De la signalisation(exécution de handover, signalisation liée aux appels)
Canaux		
Associés		

Tableau 1.1 Principaux Canaux logiques en GSM

7.Services offerts par le GSM :

- Téléservices qui incluent essentiellement : téléphonie, fax ,messages courts, mail.
- Les services supportés se résument dans ceux qui transportent les services des utilisateurs, comme par exemple la simultanéité de l'envoi des données et de la voix etc
- Les services supplémentaires offerts par le réseau GSM les plus courts : l'identification du numéro et le renvoi d' appel .

8.Limites de services de données de GSM :

La manière d'accéder au service Internet nécessite une gestion optimale des ressources radio qui garantit un niveau de qualité de service acceptable ce qui n'est pas possible avec le GSM car lorsque ce réseau alloue un canal à un usager, elle le maintient pendant toute la période de la communication. Ainsi la facturation va prendre en compte la durée totale d'occupation du canal. Pour accéder au réseau GSM, il faut au moins de 20 à 25 secondes et si le mobile arrive à trouver un canal il ne peut émettre qu'avec un débit de 9,6 kbit/s qui est limité pour la transmission de données.

La transmission de données sur le réseau GSM s'inscrit dans le concept de mobilité totale. Les services offerts doivent permettre une augmentation de la productivité des entreprises (en réduisant des déplacements). L'essor du parc des abonnés GSM contribue à augmenter le nombre des utilisateurs du service transmissions de données. Une couverture radioélectrique plus étendue, l'ouverture du GSM en mode paquet, et l'application de la norme phase 2 permettront de désengorger les régions saturées. L'utilisation de système permettant d'augmenter la vitesse de transfert de données devraient rendre plus attractif la transmission de données sur GSM.

II Le réseau GPRS :

Le GPRS est l'initiative européenne au sein de l'ETSI (European Telecommunication Standard Institute) pour l'offre de services multimédias dans le domaine des mobiles. L'objectif est d'atteindre dans un premier temps des débits respectables de l'ordre de 144 kbit/s pour atteindre à long terme (EGPRS : Enhanced GPRS) des débits de 384kbit/s.

1. Description du système :

Le GPRS (General Packet Radio Service) est un service orienté paquet est plus adapté au transfert de données nécessitant une forte capacité instantanée. Il permet de limiter l'occupation de la ressource aux périodes actives d'une session et mène à une utilisation plus efficace de la bande passante, particulièrement précieuse en milieux mobiles. La mise en place de service GPRS sur le réseau GSM actuel nécessite le rajout des nouvelles entités de réseau dédiées à l'acheminement de données sous forme de paquets.

2. Le GPRS par rapport au GSM : changements –ajouts :

Le GPRS étant un service de GSM , une partie de l' infrastructure du réseau GSM a pu être conservé : c'est le BSS (Base Station Sub- system) qui conserve les BTS (s) et les BSC (s) qui relient les utilisateurs des téléphones mobiles au réseau.

Lors de l' utilisation de son mobil , l'abonné choisit le service qu' il souhaite avoir : transmettre de la parole en mode circuit (ce sont les services classiques de GSM : téléphonie , messages courts, répondeur...) où des services en mode paquet (ce sont les services de consultation WEB, le transfert de fichiers de données ,de son, d'images et vidéo compressées à un débit supportable, SMS...). Dans le cas de transfert de données en mode paquet , le terminal ne sert que d' interface d' accès à un réseau de paquets (GPRS)et doit être relié à un ordinateur portable par exemple qui lui fournira les données à transmettre.

Pour réaliser un transfert de bout en bout en mode paquet, le NSS (Network Switching Sub-system) de GSM ne peut pas être utilisé. Ainsi un nouveau réseau est né entre le BSS et le PLMN (Public Land Mobile Network) : le réseau GPRS. Ce réseau est constitué essentiellement de 2 nouvelles entités . le SGSN et le GGSN qui forment un réseau en parallèle avec le NSS .

Le profil des abonnés GPRS est stocké dans le registre HLR pour permettre la vérification des droits aux services demandés . Le registre sert ainsi à stocker les contextes créés par les protocoles de gestion de la mobilité .

3. Implantation du réseau GPRS sur le réseau GSM :

L' implantation du GPRS peut être effectué sur un réseau GSM existant . Les stations de base ne subissent aucune modification si ce n'est l' adjonction d' un logiciel spécifique , qui peut être installé par téléchargement où d'une unité de codage de canal (CCU : Channel Codec Unit) destiné à sélectionner le codage nécessaire du canal radio . De plus , en amont ,le BSC doit être doublée par un contrôleur de paquets (PCU : Packet Controller Unit) , vient ensuite , la chaîne destinée aux données par paquets.

Le réseau GPRS est un réseau datagrammes IP constitué de routeurs IP. Ce réseau possède deux types de routeurs : ceux qui permettent aux paquets de circuler à l' intérieur d'un même réseau GPRS, et ceux qui permettent aux paquets d'émigrer vers des réseaux de données (IP, X25, autre réseau GPRS), ils sont :

► GGSN :

Gateway GPRS Support Node assure la connexion avec les autres réseaux. Le GGSN permet de communiquer avec les autres réseaux de données par paquet extérieur au réseau GSM . Il gère la taxation des abonnés du service , et doit supporter les protocoles utilisés sur les réseaux de données avec lesquels il est interconnecté. Les protocoles de données supportés en standard par un GGSN sont IPv6 ,CLNP et X.25.

► SGSN :

Serving GPRS Support Node gère les terminaux pour une zone . Le SGSN permet de gérer les services offerts à l' utilisateur. Il constitue l' interface logique entre l'abonné GPRS et un réseau de données externe . Ses missions principales sont, d' une part la gestion des abonnés mobiles actifs (mise à jour permanente des références d' un abonné et des services utilisés) et d' autre part le relais des paquets de données .

Quand un paquet de données arrive d' un réseau PDN (Packet Data Network) externe au réseau GSM,Le GGSN reçoit ce paquet et le transfère au SGSN qui le retransmet vers la station mobile. Pour les paquets sortants , c'est le SGSN qui les transmet vers le GGSN.

► BG :

Border Gateway est utilisé pour l' interconnexion de deux réseaux GPRS.

L'ensemble des SGSN (s) , GGSN(s) et éventuellement autres routeurs IP forment le réseau fédérateur GPRS. Chaque SGSN et GGSN possède une adresse IP au sein de ce réseau. La figure (1.4) illustre les interconnexions et l' emplacement de ces divers équipements :

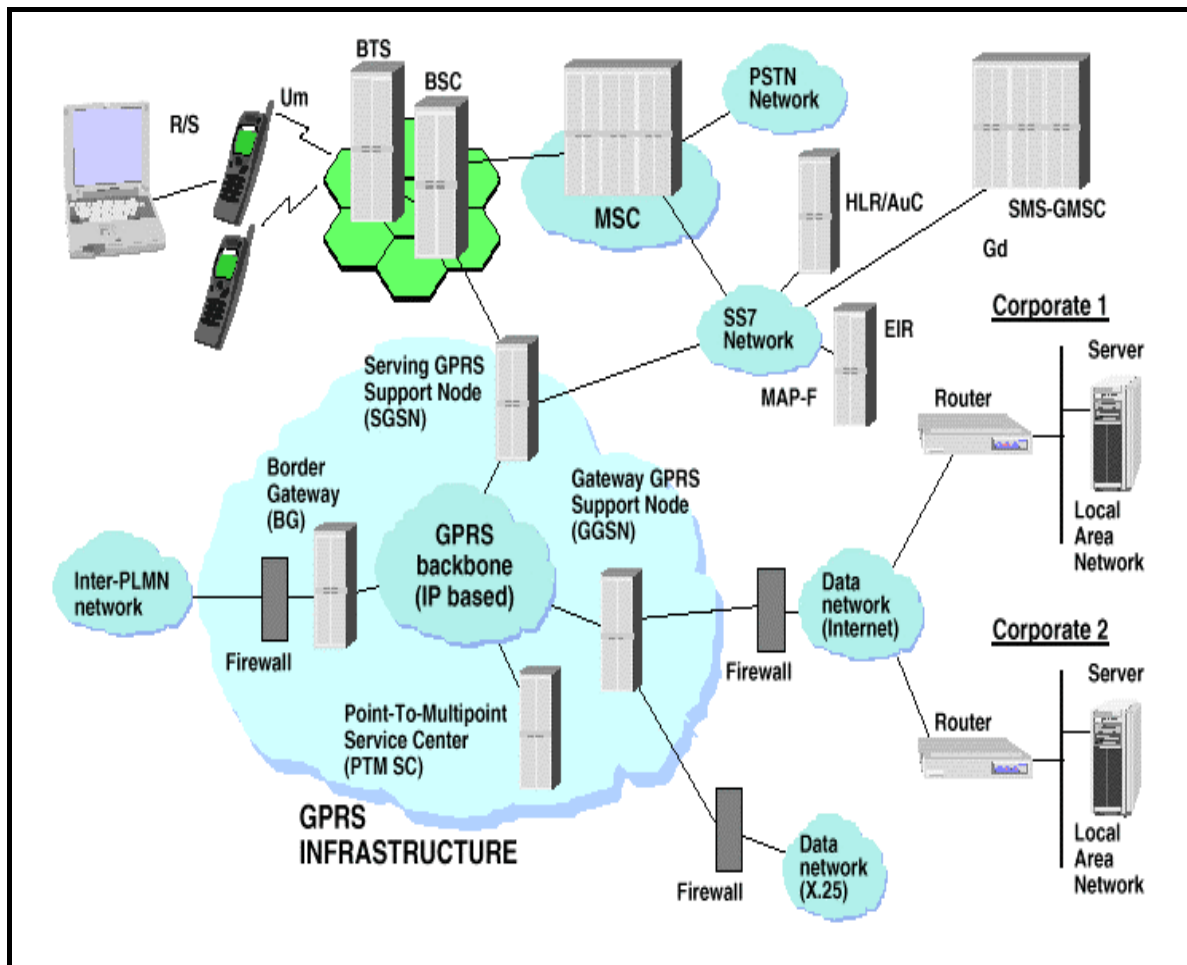


figure 1.4 implantation du réseau GPRS sur le réseau GSM

4. Interfaces dans le réseau GPRS :

Les différents équipements du réseau GPRS sont reliés entre eux à travers des interfaces qui supportent des protocoles bien spécifiés . La figure (1.5) donne les différentes interfaces dans le réseau GPRS .

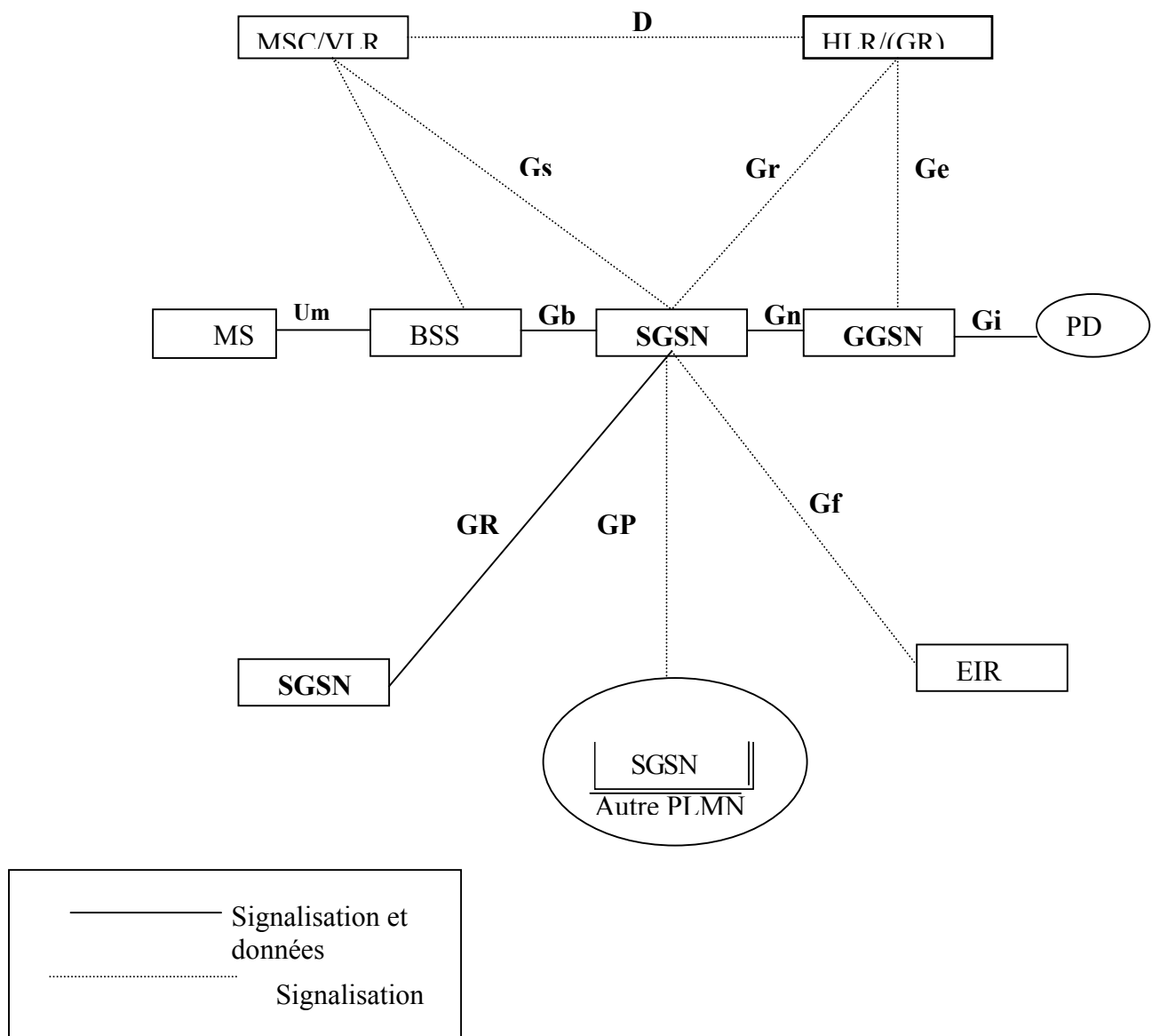


figure 1.5 Interfaces du réseau GPRS

5. Routage dans GPRS :

Le routage est effectué par le GGSN et le SGSN. Le SGSN est responsable de la remise des paquets aux mobiles alors que le GGSN agit en fait comme une interface logique entre le monde mobile et les réseaux externes de données .

Lorsque l'appel provient d'une station mobile le SGSN encapsule le paquet entrant et le route en direction du GGSN approprié qui est chargé de l'acheminer vers le bon réseau public de paquets. Au sein du réseau public de paquets les procédures classiques de routage sont mises en œuvre de sorte à acheminer le paquet jusqu'à sa destination .

Lorsque l'appel provient d'une station appartenant à un réseau fixe et est à destination d'un mobile, il est routé par le réseau public jusqu'au GGSN du PLMN d'abonnement du mobile en fonction de l'analyse de l'adresse destination .Le SGSN examine alors son contexte de routage et détermine vers quels SGSN il doit router le paquet . Le paquet ensuite encapsulé et acheminé jusqu'au SGSN qui le délivre alors à la station mobile.

Toutes les informations relatives au routage de paquets vers telle ou telle destination en fonction de l'adresse destination sont contenues dans le GPRS Register (GR) qui se trouve au niveau du HLR.

6. Structure et allocation des canaux en GPRS :

6.1.Canaux logiques en GPRS :

Pour le nouveau service GPRS, des canaux logiques supplémentaires ont été introduites par rapport au réseau GSM .Ils sont représentés dans le tableau suivant. Les fonctions associées restent essentiellement les mêmes et semblent au premier abord ne différer que par la première lettre P qui signifie Packet pour l'orientation paquet . Cependant, le concept GPRS est une évolution vers une transmission de données en mode paquets qui nécessite une approche dynamique au niveau de l'allocation et la gestion de la ressource radio(en d'autres termes les canaux physiques) .

Groupe	Nom du canal	Sens	Fonctions
Diffusion	PBCCH	Descendant	Diffusion
Contrôle PCCH	PRACCH	Montant	Accès aléatoire
	PPCH	Descendant	Paging
	PAGCH	Descendant	Attribution de ressources
	PNCH	Descendant	Multicast
Traffic	PDTCH	Deux sens	Cannal dédié hors communication
Contrôle associé	PACCH	Deux sens	Cannal de contrôle associé au PDTCH

Tableau 1.2Listes des canaux logiques en GPRS

6.2. Allocation des canaux logiques en GPRS :

6.2.1. Du canal physique aux canaux logiques :

Un canal physique transporte un supertrame de 52 trame TDMA de 240 ms. Deux canaux physiques sont nécessaires pour échanger des données (en plus des canaux de signalisation) : un pour la liaison montante et l'autre pour la descendante. Cette super trame se décompose en 12 blocs de 4 slots . Chaque bloc peut supporter un canal logique GPRS différent des blocs précédent ou suivants.

6.2.2. Allocation dynamique :

Un canal physique est soit pour GSM soit pour GPRS. En mode GSM-circuit, chaque utilisateur se voit allouer un canal logique est constitué de la répartition d'un slot d'une trame TDMA. En mode GPRS, les utilisateurs n'ont pas besoin d'une liaisons permanente car ce service fonctionne en mode paquet; les ressources nécessaires peuvent être attribuées dynamiquement en fonction de la demande et de la charge de réseau (avec GSM, cette affectation est configurable mais statique). Ainsi un mobile peut émettre simultanément sur certain nombre (variable en temps réel) de canaux physiques.

6.2.3. Concept maître-esclave et augmentation du débit :

A fin d'optimiser la distribution des ressources radio, les canaux physiques PDCH (Packet Data Channel) peuvent transporter des données utilisateurs ou des données de contrôle .

Un canal PDCH contenant des canaux logiques de contrôle commun (Packet Common control Channel) est dit maître .Il peut également contenir des canaux PDTCH, PACCH ou PTCCH.Si le PDCH ne transporte pas des canaux PCCCH il est dit esclave et dans ce cas le canal PDCH peut rapidement être configuré en canal GSM-circuit. Un canal PDCH esclave transporte des canaux logiques dont la nature (PDTCH, PACCH...) ne sera déterminé en réception qu' en décodant le bloc (de 4 slots) et en interprétant l' en-tête MAC/RLC. Cette optimisation a permis d'accroître le débit de transport des paquets .

7.Les services de GPRS :

Le GPRS permet d' accéder aux services Internet avec un débit allant jusqu'à 115 kbit/s efficace grâce à l'utilisation de multiples canaux radio (jusqu' au 8 IT) qui sont attribués à un utilisateurs ou partagés par plusieurs utilisateurs .Avec le GPRS, les ressources radio sont allouées dynamiquement et la vitesse de transmission varie de fait d' une plus grande souplesse et d' une plus grande adaptativité du mode paquet par rapport au mode circuit.

Les services mobiles Internet ou Intranet rendus disponibles par déploiement du GPRS sont le bureau de son entreprise (remote access ou connexion à distance dans le réseau de son entreprise) , le courrier électronique , l'accès à Intranet, le commerce électronique, les services d' information localisés et le télé-métrie.

Le protocole WAP (Wireless Application Protocol)est nouveau protocole destiné aux applications multimédias et Internet s' appuyant sur le GSM. En effet un portable est désormais un objet que son utilisateur s' approprie avec configuration personnelle et il permet également d' identifier un utilisateur pour un fournisseur de services.

Le protocole WAP définit deux choses: un environnement applicatif et un protocole de communication.

8. Avantages de GPRS :

Pour les opérateurs, le GPRS présente des nombreuses atouts :

- Les opérateurs GSM profitent de la vague de l' Internet pour séduire les utilisateurs et accroître leurs activités.
- Les opérateurs optimisent le transport de données dans leurs réseaux.
- Les opérateurs peuvent introduire des nouveaux services innovants .

- Les réseaux mobiles peuvent concurrencer davantage les réseaux fixes , le différentiel entre les familles de réseaux s'estompe.
- Les réseau GSM évoluent en douceur vers la troisième génération .

Pour les utilisateurs , les atouts du GPRS sont :

- Un accès à partir du terminal GSM aux réseaux Internet et Intranet.
- Toutes les applications disponibles sur un LAN sont accessibles à partir d' un terminal sans fil. GPRS supprime le lien physique entre un PC et un LAN.
- Une facturation à l' usage.

conclusion

La mise en œuvre de service GPRS implique une évolution importante des réseaux GSM existants . Pour ce qui concerne l'infrastructure seule des modifications mineures, essentiellement un logiciel (ou carte CCU) seront requises dans les stations de bases (stations radio fixe).Par contre les opérateurs devront mettre en place un cœur de réseau (backbone) entre technologie paquet et circuit. Ceci constitue en même temps une étape nécessaire pour la transition vers la troisième génération : UMTS .

ETUDE DU SYSTEME UMTS

Introduction :

Dans ce chapitre nous exploitant dans la première section l'histoire de développement de réseaux radio cellulaires et nous présentons les spécificités et les services du système universel des télécommunications mobiles UMTS qui en premier lieu signale l'évolution vers la troisième génération des réseaux mobiles; en second lieu, adresse la demande croissante des mobiles et des applications Internet avec des nouvelles capacités vers un univers chargé de communications mobiles. L'UMTS porte aussi le nom de WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access), est un des avances les plus considérables dans l'évolution de télécommunications des réseaux de la 3G, donc en deuxième section nous étudiant la technologie WCDMA. Finalement, nous détaillant l'architecture du réseau UMTS, les protocoles et les interfaces, afin de pouvoir par la suite bien étudier la faisabilité du réseau UMTS.

I. Présentation du système UMTS

Le développement de réseaux radio cellulaires a été très rapide dans les dernières années. En premier lieu les systèmes radio cellulaires ont été basés sur la technologie d'accès multiple par division de fréquence (Frequency Division Multiple Access) FDMA, et sont nommés par la première génération de systèmes cellulaires. Ils ont supporté des voix de communications principalement analogiques. La deuxième génération de système cellulaire a été introduite pendant ces peu dernières années. Ce sont des systèmes complètement numériques, et sont basés sur la technologie d'Accès Multiple de la Division du Code (CDMA).

Pour le système de la troisième génération, la faisabilité des technologies TDMA et CDMA a été étudiée et encore en cours d'étude.

Le nouveau Système de la Télécommunication du Mobile Universel standard (UMTS) ouvrira un nouvel ensemble de spectre avec nouvelles méthodes d'accès qui serviront pour augmenter la capacité des systèmes cellulaires.

Le système de répartition de code large bande à accès multiple (WCDMA) a eu l'intention comme un premier pas vers les systèmes commerciaux de la troisième génération des systèmes cellulaires numériques. Il est développé pour rencontrer les demandes de communication mobile sans fil dans un environnement multimédia parfait où des paquets de données ultra-rapide et des service Internet joueront des rôles majeurs. Le développement de la " troisième - génération " du système mobile basé sur la technologie WCDMA est conduite avec une vue d'accomplir un niveau global, basé sur « l'empreinte de pas GSM ».

1. Exigences de la troisième génération du système mobile

Les demandes pour un accès rapide et distant augmentent de plus en plus, conduit par le besoin d'une haute productivité et flexibilité et le besoin de réduire le temps dit «temps mort ».

Ces facteurs conduiront aussi à un marché de multimédia mobile, et ils ont mis de nouveaux exigences sur un système mobile, tel que:

- Des hauts débits de communication et une transmission de données asymétrique
- Supporter les deux modes de commutation de services en circuit et en paquet, tel que circulation Internet et vidéoconférence.
- Le nouveau mécanisme du téléchargement
- Haute capacité du réseau, nouvelles technologies qui rehaussent l'efficacité du spectre. Chaque utilisateur exigera plus de capacité comparée aux services de la voix d'aujourd'hui.
- Supporter des connexions nombreux et simultanés, un utilisateur devrait être capable de regarder Internet et recevoir une télécopie ou un coup de téléphone par exemple en même temps.

Le futur de la téléphonie mobile est déterminé maintenant par le travail de la standardisation global conduit par les autorités publiques et l'industrie. En Europe, l'ETSI travaille sur le Système de la Télécommunication Mobile Universel (UMTS) -qui deviendra une spécification de l'Union de Télécommunication Internationale (ITU) IMT-2000. La technologie WCDMA est une des candidats majeurs pour les UMTS et IMT-2000 standard.

2. Le spectre de la fréquence

Le nouveau spectre est alloué dans la bande de fréquence 2 GHz pour la troisième génération de système sans fil.

3. Les services de l'UMTS

Le développement actuel des services de radiocommunications, des services de communications personnelle dans le réseau général, et des services multimédias, laissent prévoir que les réseaux du début du 21^{ème} siècle seront caractérisés par l'offre de services de communication personnelle universelle et l'accès sans fil à une grande variété de services de télécommunications.

L'UMTS doit commencer sa mise en service en 2001 au Japon et en 2002 en Europe. De ce fait, ce système n'est pas appelé à remplacer les systèmes radio mobiles existants mais il se positionnera dans un premier temps comme une extension à ces réseaux pour les applications hauts débits. En revanche, il doit répondre aux besoins de toutes les populations d'utilisateurs et regrouper les fonctionnalités et les avantages des systèmes existants. Un système de troisième génération doit offrir les services suivants :

1 Mobilité et couverture globale

L'UMTS offre un service de mobilité universelle, dépassant les limitations dues à la multiplicité des systèmes et réseaux. Ainsi, un terminal unique permettra de communiquer dans de nombreux environnements d'utilisation : domicile, bureau, rue , automobile, train... Il faudra gérer une grande diversité de couvertures radioélectriques, allant des bornes radio à faible portée dans les bâtiments, jusqu'aux spots de satellites, pour couvrir , par exemple, des zones à faible densité de population.

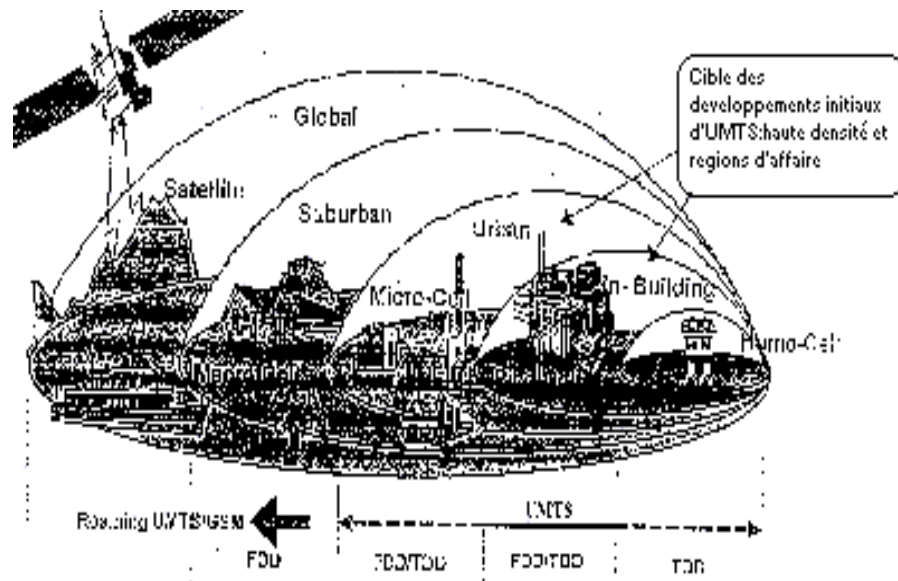


figure 2.1 structure de cellules

Par l'association de deux composantes d'accès terrestre et satellite, l'UMTS vise une couverture universelle, les insuffisances de la couverture terrestre étant palliées par le segment satellite. De plus, il permet une itinérance universelle des usagers mobiles en garantissant la continuité des services en n'importe quel lieu et indépendamment du réseau d'accès utilisé. Il s'agit de l'évolution du roaming, au delà de la simple reconnaissance de l'abonné, vers le concept de « domicile virtuel » VHE (Virtual Home Environment). L'utilisateur mobile bénéficie ainsi de tous les services tels qu'il les a configurés dans son réseau d'origine, même si le réseau visité ne présente pas les mêmes caractéristiques, ou si le terminal utilisé est différent.

L'UMTS pourra être déployé dans un réseau cellulaire multicouches :

Avec des macro cellules(de 0.5 à 10 Km de rayon) pour la couverture globale, des micro-cellules (de 50 à 500 m) pour les fortes densités de trafic en ville, et des pico- cellules (de 5 à 50m) pour la couverture à l'intérieur des bâtiments . Le Handover devra se faire d'une façon transparente pour l'utilisateur.

2. Flexibilité

Un autre objectif important pour l'UMTS est de supporter de nouveaux services à débit élevé. Les besoins croissants en services de données ou de vidéo (base de données, transfert de fichiers, télécopie haute définition, visiophonie mobile...), et interconnexion aux réseaux larges bandes et aux réseaux RNIS, motiveront une diversification des terminaux et l'augmentation des débits disponibles à l'interface radio. En ce qui concerne la qualité de service, elle devra être équivalente à celle des réseaux filaires.

L'UMTS sera la technologie d'accès la plus flexible puisqu'il permettra l'utilisation des mobiles, dans de larges réseaux publics ou privés. Il pourra supporter des trafics basés sur des applications ATM(Asynchronous Transfert Mode), IP (Internet Protocol) dans une variété de modes incluant la transmission par paquets, la commutation de circuits et les circuits virtuels.

3 Efficacité

La qualité de parole et des services offerts par la troisième génération devra être au moins comparable à celle des réseaux fixes actuels. Les services et les terminaux devront être peu coûteux et le spectre devra être efficacement utilisé.

4 Communication personnalisée

Grâce à un ou plusieurs numéros personnels, chacun pourra être joint partout, sur son terminal de poche ou sur un autre terminal, les appels pouvant lui être acheminés à travers de multiples réseaux. Ce numéro pourra être matérialisé sous la forme d'une carte, telle que la carte d'abonné SIM du GSM. Le réseau sera être doté d'une véritable intelligence, qui permettra au client de gérer ces communications dans le temps suivant sa propre organisation de vie. Alors qu'actuellement, les choix des moments où le client veut communiquer, et du mode de communication, lui est souvent imposé par la disponibilité du terminal, cette contrainte disparaissant, le client du 21^{ème} siècle pourra communiquer lorsqu'il souhaitera. Cependant, il pourra aussi s'isoler s'il le désire, le réseau se charge alors de traiter les appels de ces correspondants par un processus de filtrage, ou en les réacheminant vers une messagerie. Il pourra aussi disposer de l'ensemble de ses services avec la même ergonomie, quel que soit ses déplacements.

5 Communication Multimédia

Le client du début du 21^{ème} siècle emportera avec lui un ou plusieurs terminaux mobiles lui permettra toute sorte de communication : le téléphone mobile, dont l'usage sera complètement généralisé, le visiophone de poche, le communicateur personnel pour gérer l'agenda, messagerie, fax rapide et recevoir des multiples informations. Avec son PC portable mobile, il pourra se connecter à l'Intranet de son entreprise et bénéficier de capacités de visioconférence et de tout le confort nécessaire pour travailler en situation de mobilité et de télétravail. Des multiples applications spécifiques utiliseront les capacités des systèmes UMTS à acheminer, son, données et images fixes et animées : télé médecine, reportage,

localisation, télésurveillance, information et guidage routier. Les services pour les professionnels comprendront également l'accès aux moyens de télécommunication du 21^{ème} siècle à partir de véritables bureaux mobiles, par exemple dans les véhicules ou sur les chantiers.

6. Meilleure utilisation de débit et de spectre

En ce qui concerne les débits de services, l'objectif pour l'UMTS est de pouvoir offrir au moins 2Mbit/s, alors que les évolutions actuellement prévus pour le GSM ne permettront de supporter que des débits de l'ordre de 100Kbits/s. L'UMTS devra offrir des services à accès par circuit ou paquet, avec un débit maximal dépendant de l'environnement et de la vitesse du mobile. Des services à débit variables et asymétrique (entre liaison montante et descendante) devront être assurés de façon efficace. L'UMTS devra également utiliser les ressources spectrales efficacement, notamment à l'aide de fonctions de contrôle dynamiques de la liaison radio. Il faudra pouvoir optimiser la capacité et la couverture en fonction des configurations de déploiement. En effet, lors du lancement du réseau, il sera intéressant de disposer de longues portées, de façon à limiter le nombre de sites à installer, puis, progressivement, au fil de l'augmentation du trafic, il faudra privilégier la capacité du réseau. Le déploiement et la planification du réseau UMTS devront être réalisés à l'aide de procédures automatiques. Il faudra notamment éviter d'avoir des contraintes fortes sur les motifs de réutilisation de fréquence qui obligent à définir des plans de fréquences complexes. Les antennes adaptatives doivent pouvoir être utilisées en option sur l'interface radio-UMTS. Ces antennes permettent de pointer un lobe étroit en direction du mobile visé, limitant ainsi l'interférence créée dans les autres directions.

7 Rapport qualité/prix

L'UMTS devra offrir une qualité de parole élevée, comme pour les systèmes de téléphonies fixes, tout en offrant des nouvelles opportunités de services. De plus, les clients UMTS exigent des terminaux permettant un accès facile à ces services avec des prix assez bas pour assurer un marché de masse compétitif.

8 Coexistence avec d'autres systèmes

L'UMTS a besoin de pouvoir coexister et interfonctionner avec les technologies existantes des communications mobiles de deuxième génération, de façon à ce que les opérateurs puissent choisir de réutiliser l'actif de leurs infrastructures et leur expertise. En effet ces systèmes devront être conçus pour supporter une large gamme de services différents

avec, notamment des débits supérieurs à ceux qui sont offerts par les systèmes mobiles de deuxième génération(GSM, IS-95...) il faudra réaliser des terminaux bi modes GSM/UMTS à faible coût, garantir le transfert automatique inter cellulaire entre le GSM et l'UMTS, et prévoir la possibilité d'introduire à terme l'UMTS dans la bande de fréquence actuellement utilisée par le GSM.

4. Evolution des systèmes cellulaires

Le rôle de la troisième génération des systèmes cellulaires est de satisfaire le besoin d'un accès immédiat et d'information à leurs bureaux de travail ainsi que globalement.

Les exigences dans la troisième génération des système cellulaires traiteront des services de bases de parole jusqu'aux services de données ultra-rapide , par l'usage des commutateurs de paquet et de circuit . Le débit varie initialement de 8 kbit/s jusqu'à 384 Kbit/s, et plus tard, jusqu'à 2Mbit/s. Le GSM continuera à évoluer avant et après que les systèmes de la troisièmes génération soient introduits.

IMT2000 et UMTS vont ouvrir un nouveau ensemble de spectres avec une nouvelle méthode d'accès qui servira pour augmenter la capacité des systèmes cellulaires jusqu'à 384 Kbit/s avec mobilité pleine et 2 Mbit/s localement .

A cause du besoin de flexibilité de la bande passante bandwidth et le support de services multimédias qui impliqueront des exigences de changement de bande d'un utilisateur pendant une session, WCDMA est la méthode de l'accès préférée pour IMT-2000. Cette méthode d'accès a aussi autres avantages qui sont décrites dans les sections suivantes.

5. La communication cellule /portable

Pour obtenir un débit plus important et une meilleure utilisation des spectres de fréquence, l'ETSI a décidé d'utiliser un protocole de communication baptisé UTRA.

Fonctionnement de l'UTRA :

L'UTRA est basé sur la technique CDMA qui permet à une même fréquence d'accueillir plusieurs utilisateurs grâce à la modulation à étalement de spectre. Au départ le signal utile a un débit d. Artificiellement nous augmentons ce débit en insérant un code ou séquence d'étalement entre plusieurs symbole (bit après codage pour la protection des données). Le

débit obtenu est alors D . Comme la séquence de codage est pseudo aléatoire, le signal émis est donc fortement parasité, c'est un signal aléatoire à spectre beaucoup plus large que le signal initial.

Le récepteur capte le signal qu'il envoie dans le module radio fréquence, qui ramène celle-ci centrée sur 0. Puis le module de désétalement génère la même séquence de codage. Or toutes ces séquences sont orthogonales entre elles. Donc seul le signal désiré est démodulé par convolution. Le spectre apparaît alors sous forme gaussienne. Soit Q le facteur de qualité du signal, on a la relation suivante $Q=(D/d)/M$ avec M le nombre d'utilisateurs sur une même fréquence. Donc pour un facteur de qualité donné, nous pouvons déterminer le nombre de code à établir sur un même canal.

Les mobiles devant sans cesse être en communication avec une cellule, lors du transfert intercellulaire (soft handover), le terminal est en relation avec deux à trois bornes simultanément afin de déterminer lequel sera le plus apte à faire transiter les données.

II. La technologie WCDMA

Un nouveau concept WCDMA qui opère avec 5 MHz de larges canaux radio est développé pour utiliser complètement les avantages potentiels du CDMA. Ce nouveau système aura plusieurs avantages comparés à la bande étroite du système CDMA de la deuxième génération .

1. Paramètres du WCDMA

Accès multiple	DS-CDMA
Duplex	FDD
Ecart entre canaux(MHz)	5,10 et 20
Débit de transmission(Mchip/s)	4.096 ;8.192 ;16.384
Durée de trame(ms)	10ms/20ms(optionnel)
Etalement utilisé	QPSK équilibré (lien descendant) Double canal QPSK(lien montant) Circuit d'étalement complexe
Modulation	QPSK (lien descendant) BPSK(lien montant)
Codage canal	Turbo-code/codage convolutif interne et Reed-Solomon code externe
Entrelacement	Intra trame et Inter trame
Diversité	Récepteur de Rake et antennes sectorielles
Facteur d'étalement	4-256
Contrôle de puissance	Boucle ouverte et fermée rapide (1.6KHz)
Etalement du lien descendant	Séquence orthogonale de longueur variable pour la séparation du canal Gold séquence 2^{18} pour la séparation de cellule et utilisateur(cycle trinqué 10ms)
Etalement du lien montant	Sequence orthogonale de longueur variable pour séparation de canal, Gold sequence 2^{41} pour séparation d'utilisateur
Handover	Soft handover, handover d'interfréquences

Tableau2.1: paramètres du WCDMA

2. Les propriétés de la technologie WCDMA:

- Capacité élevée et une grande couverture 8 fois plus de trafic par porteuse comparé à la porteuse d'une bande étroite de la CDMA. Cela est accompli par un meilleur usage du spectre de la fréquence.
- Variable et haute vitesse de transmission de données jusqu'à 384 Kbit/s dans une région vaste et 2 Mbit/s dans une région locale.
- Les deux modes de commutation sont inclus : de circuit et de paquet
- Multiples services simultanés dans chaque mobile en phase terminale.
- Support pour les Structures de la Cellule Hiérarchiques (HCS) en introduisant une nouvelle méthode hand-off entre porteurs CDMA.

2.1. Espacement de Porteuse et Scénarios de Déploiement

La porteuse espacée a une trame de 200 KHz et peut varier de 4.2 à 5.4 MHz. Les différents espacements du porteuse peuvent être utilisés pour obtenir des protections convenables des canaux adjacents selon le scénario de l'interférence. La figure 1 expose un exemple d'une bande d'un opérateur de 15 MHz avec trois couches cellulaires. Les plus grands espacements de porteuse peuvent être appliqués entre opérateurs aussi que dans la bande d'un opérateur pour éviter l'interférence inter-opérateur. Les mesures Inter fréquence et handovers sont supportés par la WCDMA pour utiliser plusieurs couches cellulaires et des porteuses.

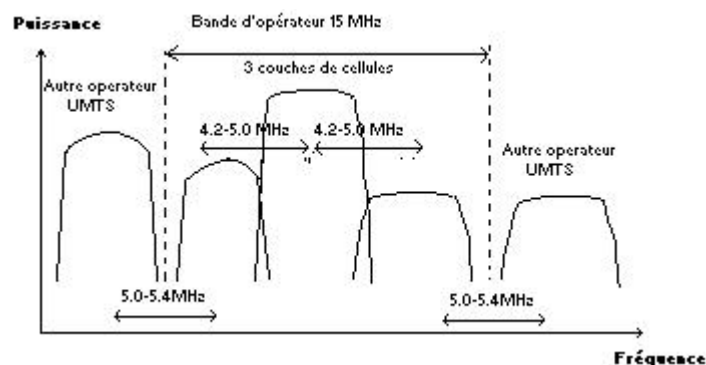


figure2.2 utilisation de fréquence avec la WCDMA

2.2 Les Canaux logiques

La WCDMA suit fondamentalement la recommandation de l'ITU M.1035 dans la définition de canaux logiques . Les canaux logiques suivants sont définis pour WCDMA. Les trois canaux du contrôle communs(CCCH) disponibles sont:

- Broadcast Control Channel (BCCH) porte sur le système et sur des spécifiques informations cellulaires;
- Paging CHannel (PCH) pour les messages du mobile dans le lien descendant;
- Forward Access CHannel (FACH) pour messages de la station de base au mobile dans une cellule.

Et les canaux dédiés, DCH (Dedicated Channel) :

- Dedicated Control Channel (DCCH) qui couvre deux canaux: Stand-alone dedicated control Channel (SDCCH) et Associated Control Channel (ACCH);
- Dedicated Traffic Channel (DTCH) pour la transmission de données point à point dans l'uplink et le downlink.

2.3 Les canaux physiques :

2.3.1 Canaux physiques montants :

Dans le lien montant, il y'a deux canaux dédiés et un seul canal commun. Les données utilisateurs sont transmises sur le DPDCH (Dedicated physical Data Channel) , et les informations de contrôles sont transmises sur le DPCCH (Dedicated Physical Control Channel). Le canal RACH (Random Access Channel) est un canal d'accès commun. Chaque trame DPDCH utilise un code unique comprenant $160 \cdot 2^n$ bits ou $n=0,1,2,3,4,5,6$, correspondant au facteur d'étalement de $256/2^n$ avec un débit chip de 4.096 Mchip/s. Plusieurs services à débit variable (Dedicated Logical Traffic and Control Channels) peuvent être multiplexés dans le temps dans chaque trame DPDCH, sachant que le débit total d'un DPDCH varie d'une trame à une autre. En général, un

unique DPDCH est alloué par connexion, et les services sont entrelacés conjointement tout en partageant le même DPDCH.

Toutefois, plusieurs DPDCH peuvent être alloués par exemple afin d'éviter d'avoir un facteur d'étalement faible pour des débits données élevé.

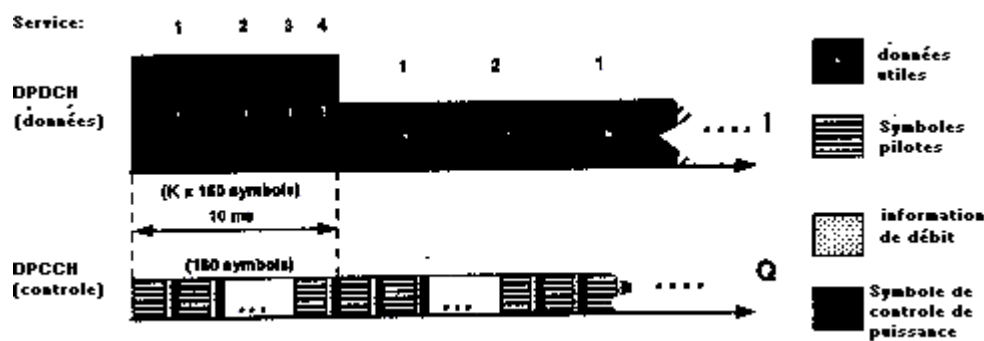


figure2.3 WCDMA transmission multitrames du lien montant

Le DPCCH est nécessaire pour transmettre les symboles pilotes pour une réception cohérente, les bits de signalisation de contrôle de puissance et les flux d'information pour la détection de flux. Deux solutions de base pour multiplexer le contrôle physique et canaux du données sont le multiplexage de temps et la répartition de code. Une combinaison de IQ et d'une solution de répartition de code (double-canal QPSK) est utilisé dans l'« uplink » WCDMA pour éviter les problèmes de la compatibilité électromagnétique (EMC) avec la transmission discontinue(DTX).

L'inconvénient majeur du multiplexage de temps du canal de contrôle est les problèmes EMC qui surviennent quand DTX est utilisé par des utilisateurs de données . Un exemple d'un service DTX est la parole. Pendant la période silencieuse aucun bit d'information n'a besoin d'être transmit en aucun cas. Cela est illustré dans la figure3.

La vitesse de transmission du pilote et les symboles du contrôle de puissance qui sont de l'ordre de 1 à 2 KHz, causent des problèmes EMC sévères aux équipements externes et internes des terminaux. Ce problème EMC est plus difficile dans la direction ascendante lorsque les stations mobiles sont près d'autre équipements électriques, comme appareils acoustiques.

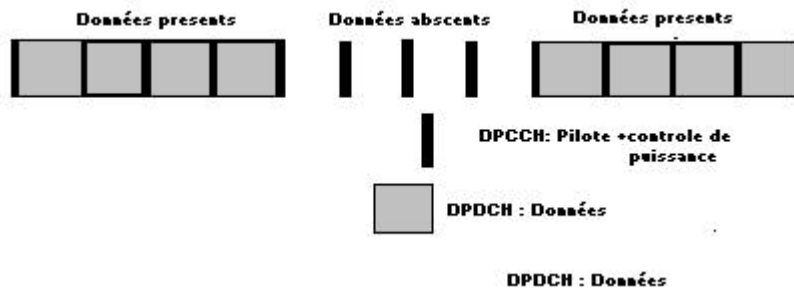


figure 2.4 illustration d'une pulse de transmission par multiplexage de temps de canal de control

Le canal de contrôle de répartition de code IQ est montré dans la figure 4. Maintenant depuis que le pilote et le contrôle de puissance sont dans des canaux séparés, aucune pulsation de transmission peut prendre place. L'interférence avec d'autres utilisateurs et les capacités cellulaires restent les mêmes comme dans la solution de multiplexage temporel. En addition, la performance du niveau de lien est la même dans les deux plans même si l'énergie allouée au pilote et les bits de contrôle de puissance sont les mêmes.

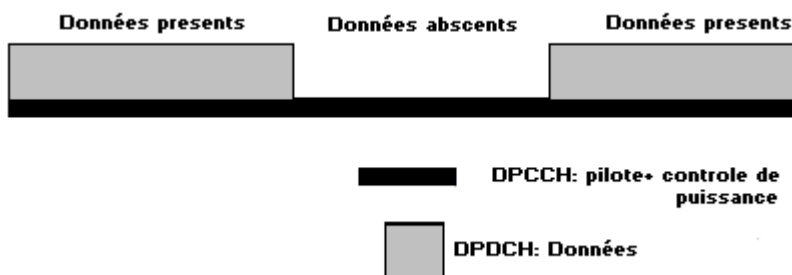


figure 2.5 illustration d'une transmission parallèle de DPDCH et DPCCH quand les données sont présentes/absentes

La structure d'accès aléatoire dérangée est montrée dans la figure 5. Elle est constituée de deux parties ,préambule de longueur 16×256 chips(1ms) et une partie de données de longueur variable.

Le type d'accès aléatoire la WCDMA est basé sur les slots ALOHA avec un accès aléatoire dans la structure est montrée dans la figure 6. Avant de transmettre la requête à accès aléatoire le mobile doit prendre en considération ces taches :

- Terminaison du ship,slot et synchronisation de frame par la station de base cible à partir d'un canal de synchronisation (SCH) et obtenir des informations concernant le code « scramble » du lien descendant du même canal.
- Extraction des informations à partir du (BCCH) concernant le(s) code(s) d'accès aléatoire utilisés dans la trajectoire de la cellule/secteur.
- Estimation du perte dans le lien descendant qui est utilisé avec un signal puissant pour calculer la puissance de transmission nécessaire pour la requête à accès aléatoire.

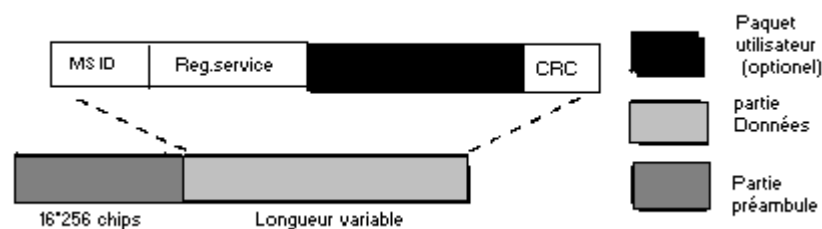


figure 2.6 structure aléatoire d'accès de WCDMA

Il est possible de transmettre un paquet court avec un accès aléatoire sans l'installation d'un canal de paquet programmé. Aucun canal d'accès séparé est utilisé pour le trafic relatif à l'accès aléatoire mais il partage le même canal d'accès aléatoire. Plus qu'un canal à accès aléatoire peut être utilisé si la capacité de ce dernier demande un tel arrangement.

2.3.2. Le canal physique descendant

Dans le lien descendant, il y a trois canaux physiques communs, les deux premières canaux physiques communs de contrôle (CCPCH) prennent en considération le contrôle logique des canaux communs du lien descendant (BCCH, PCH et FACH) ; le (SCH) fournit l'information de temps et elle est utilisée pour les mesures de Handover par les stations mobiles.

Les canaux (DPDCH et DPCCH) dédié ont un multiplexage de temps .Le problème EMC causé par la transmission discontinue n'est pas considéré significatif dans le lien descendant parce que :

1/ il y' a plusieurs signaux transmis pour divers utilisateurs en parallèle et en même temps.

2/ les stations de bases ne sont pas si prêtes à d'autres équipements électriques, comme les appareils acoustiques.

Dans le lien descendant, les symboles pilotes multiplexés dans le temps sont utilisés par une détection cohérente. Depuis que les symboles pilotes sont dédiés pour la connexion, ils sont utilisés pour l'estimation du canal avec les antennes adaptatives. A cela s'ajoute les pilotes des symboles dédiés pour la connexion qui peuvent supporté un contrôle de puissance rapide dans le lien descendant. un pilot dans le multiplexage de temps du canal PCCH peut être utilisé pour une détection cohérente.

Le premier CCPCH porte le canal BCCH et un canal pilote commun à multiplexage de temps. Le premier CCPCH prend le même code de canalisation dans toutes les cellules. Donc le terminal mobile peut toujours trouver le BCCH, une fois que l'unique code de brouillage de la station de base fut détecté durant la recherche cellulaire initiale.

Le second canal physique du contrôle commun porte le PCH et le FACH dans le multiplexe de temps dans la première structure de trame. Le flux de la deuxième CCPCH peut être différent pour les différentes cellules et il est fait pour fournir la capacité demandé pour le PCH et le FACH dans chaque environnement spécifique. Le code de canalisation du second CCPCH est transmis dans le premier.

Le SCH consiste de deux sub-canal ,le primaire et le secondaire SCHs. Le SCH emploie un code masqué court pour minimiser le temps d'acquisition du code long. Le SCH est masqué par deux sorte de codes (SCH primaire et secondaire). Le SCH primaire non modulé est utilisé pour acquérir le réglage à la SCH secondaire. Le SCH secondaire modulé porte des informations sur le groupe de codes longs à qui appartient le long code BS. Et par là, la recherche des codes longs peut se limiter à un sous-ensemble de tous les codes.

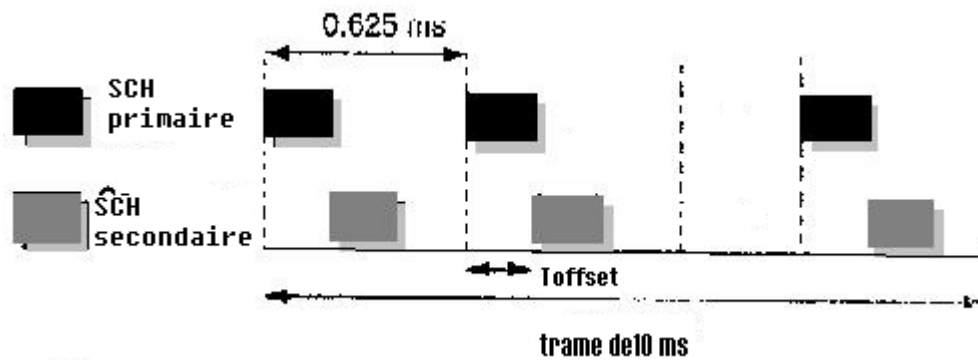


Figure 2.7 Structure des canaux synchrones

Le SCH primaire consiste d'un code non modulé dont la longueur est de 256 chips, qui transmet une fois chaque slot. La synchronisation du code primaire est la même pour chaque station de base dans tout le système et le temps aligné est transmis avec la bande de slot.

Le SCH secondaire consiste par un seul code de longueur 256 chips, qui est transmis en parallèle avec le SCH primaire. La synchronisation du second code est choisie parmi 16 codes différents dépendant des 32 différents codes qui groupe les codes c_{sc} brouillage du downlink qui appartient à la station de base.

La SCH secondaire est modulée par une séquence binaire de longueur de 16 bits, dont elle est répétée pour chaque trame. La séquence de modulation, qui est la même pour toutes les stations de bases, a des bonnes propriétés d'autocorrections.

Le multiplexage du SCH avec les autres canaux physiques du lien descendant (DPDCH/DPCCH et CCPCH) est illustré dans la figure 7. Le SCH est transmis uniquement par intervalle (un seul mot code par slot), et il est multiplexé avec DPDCH/DPCCH et CCPCH après un brouillage du long code qui est appliqué à DPDCH/DPCCH et le CCPCH. Par conséquent, le SCH n'est pas orthogonal aux autres canaux physiques du lien descendant.

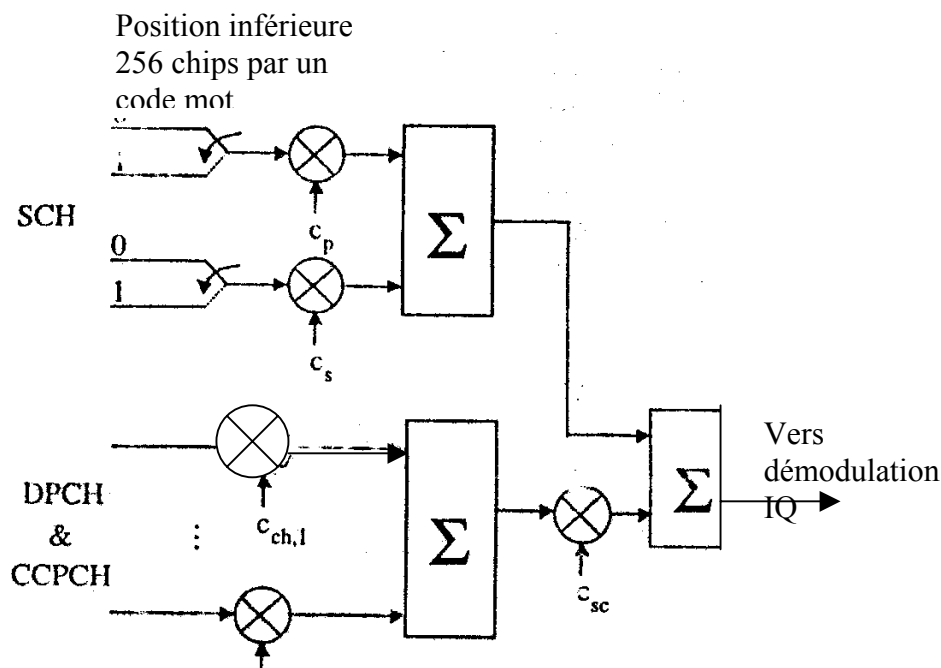


figure2.8 multiplexage de la SCH (Sp=code d'étalement primaire, Sc=code d'étalement secondaire, Cch=code d'orthogonalité, Csc=long code montant)

2.4. Les codes d'étalement :

Les systèmes WCDMA utilisent des codes d'étalement longs (une séquence qui varie d'un symbole à un autre et n'est pas répétitive). En effet, différents codes d'étalement sont utilisés pour la séparation de cellule sur le lien descendant et pour la séparation d'utilisateur dans le lien montant. Des codes de longueur 2^{18} sont utilisés, mais ils sont conçus de sorte à former un cycle de trame de 10 ms. Le nombre total de codes d'embrouillage valables est de 512 divisé en 32 groupes de 16 codes chacun afin d'avoir une procédure de recherche rapide et simple.

Sur le lien montant, aussi bien des codes d'étalement courts et longs sont utilisés. Les codes courts (séquence répétitive) sont utilisés pour faciliter l'implantation des techniques Multi-Utilisateur/récepteurs avancées. Autrement les codes longs d'étalement peuvent être utilisés (codes courts sont les codes VL-Kasamidi longueur 256 et les codes long sont des séquences de Gold de longueur 2^{41}).

Pour la canalisation(pour obtenir différents canaux correspondants aux codes de canalisation), des codes orthogonaux sont utilisés. La structure de ces codes est un arbre binaire dont la racine est le code à facteur d'étalement minimal (4 pour le WCDMA) et dont les feuilles sont déduites de façon récursive par l'usage du code Walsh

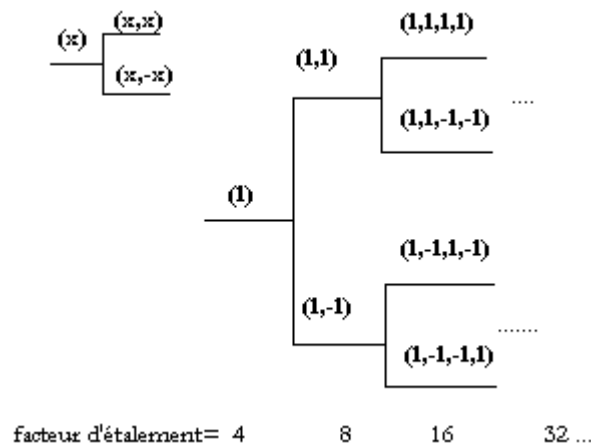


figure2.9 structure des codes d'étalement en WCDMA

Comme nous le constatons les facteurs d'étalement (SF= spreading factor) sont des puissances de 2 et varient en mode FDD de 4 à 256 sur le lien montant et de 4 à 512 sur le lien descendant, ces codes sont générés avec un débit de 3.84 Mc/s. L'orthogonalité n'est pas assurée entre un code fils et les codes pères d'ordre supérieur. Ceci prend beaucoup d'importance au niveau de la politique d'attribution des codes aux services car la réservation d'un code interdit à l'usage des codes pères d'ordre supérieur. Et on note que les codes de canalisation garantissent l'orthogonalité à l'intérieur de chaque cellule.

Selon le schéma d'étalement, le débit de données D (en Kbit/s) dépend du facteur d'étalement (SF) et donc du débit du code d'étalement C (enKc/s) par la relation suivante :

$$D = C/SF$$

2.5.Les paquets de données

le WCDMA dispose de deux différents types de transmission de paquets de données. Les paquets de données courts peuvent être transmis directement sur un burst d'accès aléatoire. Cette méthode appelée *Common Channel Packet Transmission* (CCHPT), est utilisée pour les paquets de petites tailles et non fréquents où la maintenance du lien nécessaire pour un canal dédié mènerait à une liaison non acceptable.

Quand on utilise le canal commun du lien montant, le paquet est attaché directement au Burst d'accès aléatoire. La transmission des paquets des canaux communs est utilisée typiquement pour les paquets courts et non fréquents, quand la maintenance de la liaison est nécessaire pour les canaux dédiés qui mènent un état inacceptable. Aussi le délai associé avec un transfert au canal dédié est à éviter. On note que pour le CCHPT uniquement un contrôle de puissance en boucle ouverte est opérationnel.

La transmission de paquets dans les canaux commun doit être limité à des paquets courts qui ont une capacité limitée.

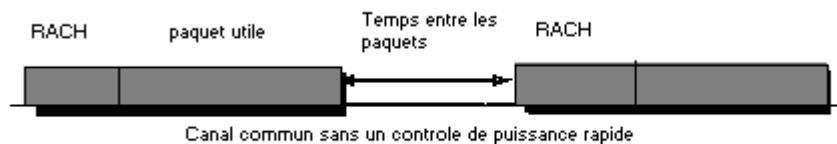


figure 2.9 transmission de paquet dans le canal commun

Les paquets de grande taille et fréquents sont transmis sur un canal dédié. Un paquet de ce type est transmis en utilisant un mode à paquet unique où le canal dédié est libéré immédiatement après avoir transmis le paquet. Dans un système à multipaquets le canal dédié est maintenu par la transmission de contrôle de puissance et par les informations de synchronisation entre les paquets consécutifs.

3. Le contrôle de puissance

Le WCDMA utilise un contrôle de puissance rapide en boucle fermée dans le sens montant et descendant. La procédure de contrôle de puissance constitue une procédure critique qui influe beaucoup sur la qualité de service et la capacité réseau. L'objectif de cette procédure, est de lutter contre les effets d'évanouissements à grande échelle(*near-far effect*) sur le lien montant à l'aide d'un contrôle de puissance lent et avec un contrôle de puissance rapide sur les deux liens, est de lutter contre les évanouissements à petite échelle (évanouissements de

Rayleigh) En effet, la station de base estime le SIR à partir du signal reçu sur le DPCCH et commande la puissance d'émission du mobile, ceci sur le lien montant.

Sur le lien descendant, la mesure de SIR est effectuée au niveau du récepteur Rake du mobile et la commande de mise à jour de la puissance d'émission diffusée vers la station de base qui exécute la commande.

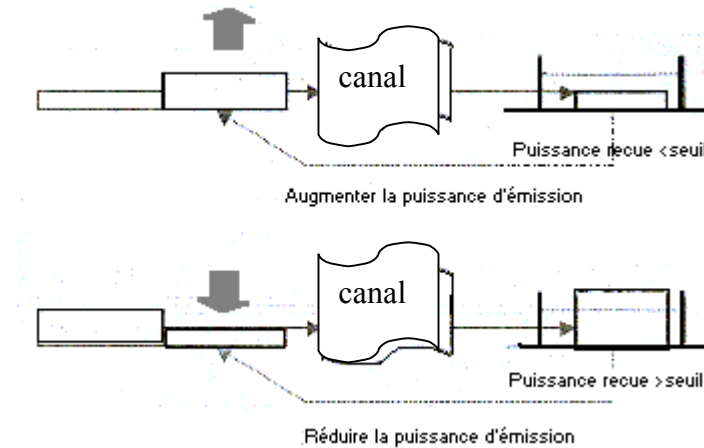


figure 2.10 contrôle de puissance

4. Le soft handover

Cette procédure est caractéristique des systèmes CDMA, elle permet d'éviter les coupures en bordure de cellule et réduit significativement l'interférence créée dans le réseau. Le soft Handover associé au mécanisme de macrodiversité permet à une station mobile de communiquer avec le réseau fixe via plus qu'un lien radio. Pour une communication de voix ou de données, le système déclenche des connexions radio vers plusieurs stations de base, en se basant sur des mesures de qualité de service en terme de E_b/N_0 .

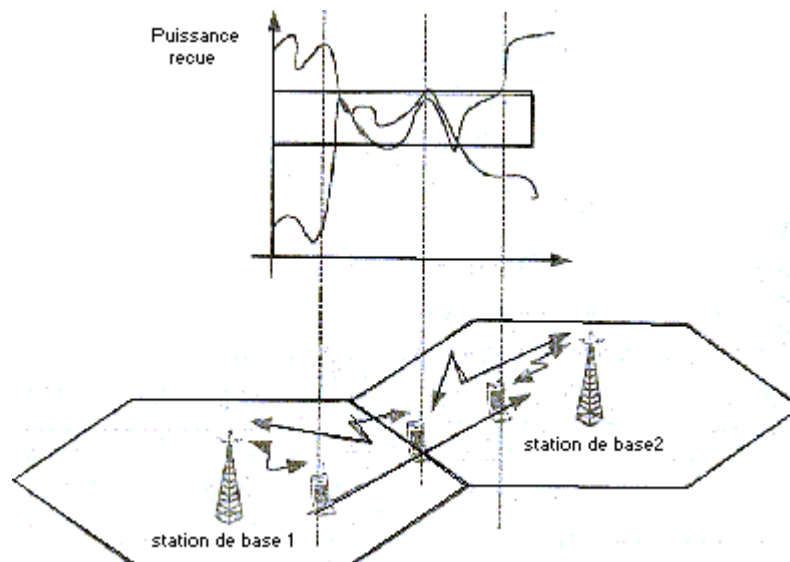


figure 2.11 le soft handover

III. Architecture du réseau UMTS

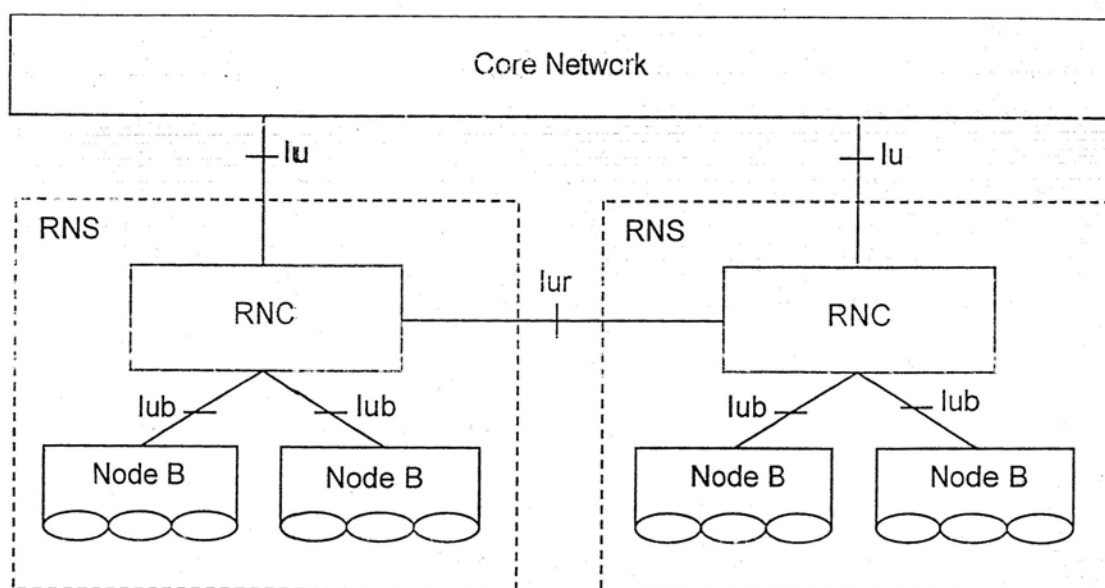


figure 2.12 Architecture du réseau UMTS

Un réseau UMTS est constitué de 3 entités principales, qui sont :

- Le réseau fixe CN (Core Network) : cette partie du système assure l'interfaçage avec d'autres réseaux fixes ou mobiles tels que RTCP, réseaux Internet, GSM . Les fonctionnalités principales caractérisant cette entité sont la commutation, le routage des données ainsi que la signalisation entre terminaux mobiles et les réseaux distants

via l'interface radio. Cette entité assure également la gestion de localisation et de contrôle des paramètres du réseau.

- Le réseau UTRA : UTRAN (UMTS terrestrial Radio Access Network) : c'est le réseau d'accès radio au CN de l'UMTS. Cette entité est responsable de la gestion des ressources (handover, allocation de ressources,...) et de l'accès au réseau fixe via l'interface radio Iu.
- Le terminal mobile UE (User Equipment) : c'est l'équipement exploité par l'utilisateur afin d'accéder aux différents services fournis par l'UMTS via l'interface radio Uu.

Le réseau UMTS est différent de réseau GSM dans de nouveaux principes de modes d'accès comme le WCDMA. Par conséquent, un nouveau RAN nommé UTRAN doit être introduit avec l'UMTS. Seulement des petites modifications, tel que la fonction d'allocation du transcoder (TC) pour compression de parole au Cœur Network, sont nécessaires dans le CN pour accommoder le changement. La fonction TC est utilisée avec une fonction de l'interworking (IWF) pour conversion du protocole entre l'UE et les interfaces Iu-CS.

1. UTRAN

Le niveau UMTS peut être vu comme une extension de réseaux existants. Deux nouveaux éléments du réseau sont introduits dans UTRAN, RNC, et Node B. UTRAN est subdivisé à des systèmes radio individuels du réseau (RNSs), où chaque RNS est contrôlé par un RNC. Le RNC est connecté à un ensemble d'éléments de Node B chacun d'eux peut servir un ou plusieurs cellules.

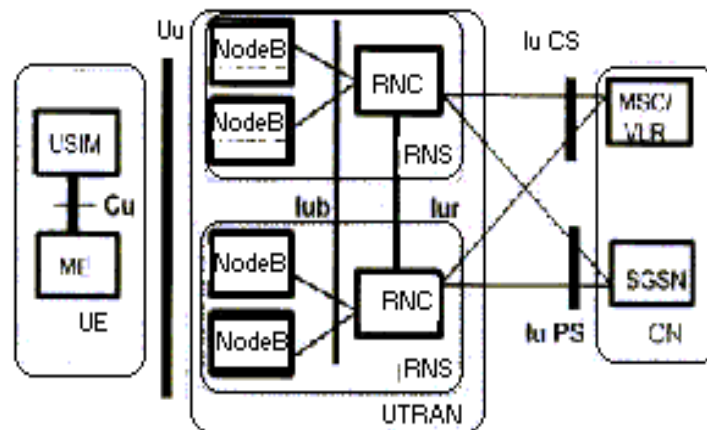


Figure 2.13. UMTS Phase 1: UTRAN

Les éléments du réseau existants, tel que MSC, SGSN, et HLR, peut être étendu pour adopter les exigences UMTS, mais RNC, Node B, et les combinés doivent complètement nouveaux.

RNC deviendra le remplacement du BSC, et Node B accomplit presque les mêmes fonctionnalités du BTS. GSM et réseaux GPRS seront étendus, et les nouveaux services seront intégrés dans un réseau total qui contient les deux interfaces existantes tel qu'Um, Gb, et Abis, et des nouvelles interfaces qui incluent Iu, l'interface UTRAN entre Noeud B et RNC (Iub), et l'interface UTRAN entre deux RNCs (Iur).

UMTS définit quatre nouvelles interfaces ouvertes:

- Uu: du UE à Node B (UTRA, les interfaces radio du UMTS W-CDMA).
- Iu: du RNC à l'interface du CN à (MSC/VLR ou SGSN)
 - Iu-CS pour commutation des circuits de données
 - Iu-PS pour commutation des paquets de données
- Iub: du RNC à l'interface du Node B
- Iur: du RNC à une interface RNC, pas comparable à toute interface dans GSM

Les interfaces Iu, Iub, et Iur sont basés sur les principes de transmission ATM.

2. RNC

Le RNC permet la gestion autonome de la ressource radio (RRM) par UTRAN. Il exécute les mêmes fonctions comme le BSC du GSM et fournit le contrôle central pour les éléments RNS (RNC et Node Bs).

Le RNC manie des échanges de protocoles entre les interfaces Iu, Iur, et Iub et il est responsable des opération du centrale et l'entretien entier (O&M) du RNS avec un accès à l'OSS. Les interfaces sont basées sur l'ATM, donc les RNC commutes entre eux des cellules ATM. Les utilisations des commutateurs de circuits et de paquets de données qui viennent à partir des interfaces Iu-CS et Iu-PS sont multiplexés pour être transmis par l'ensemble des interfaces Iur, Iub, et à et depuis l'UE.

Le RNC utilise l'interfaces Iur, qui n'a aucun équivalent dans les BSS du GSM, pour manier 100 % le RRM d'une manière autonome, afin d'éliminer ce fardeau du CN. Servir la fonction de contrôle tel que l'admission, la connexion RRC-UE, la congestion et le handover/macro diversité sont gérés par un seul service RNC (SRNC).

Si un autre RNC est impliqué dans une connexion active à travers un inter-RNC « le soft handover », il est déclaré un DRNC (Drift RNC). Le DRNC est seulement responsable d'allocation de codes sources. Une réaffectation des fonctionnalités SRNC au DRNC antérieure est possible (servir le sous-système du réseau de la radio [SRNS] déménagement).

Le terme CRNC (Controlling RNC) est utilisé pour définir le RNC qui contrôle les ressources logiques de ses points d'accès UTRAN.

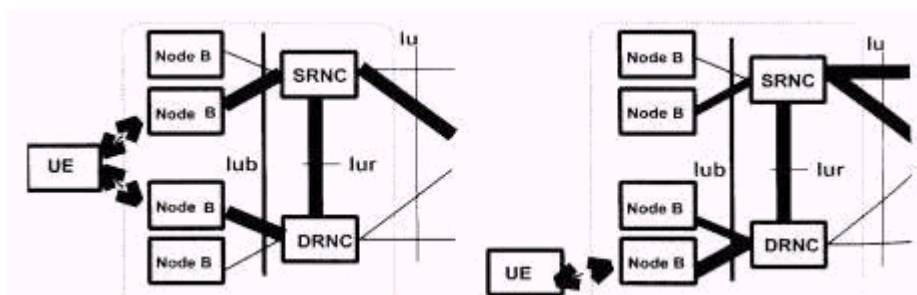


Figure2.14. Fonctions RNC

3. Le node B

Le Node B est l'unité physique pour transmission/réception de la radio avec les cellules. Selon sectorisation (cellules de l'omni/sector), un ou plus de cellules peuvent être servies par un Node B. Un seul Node B peut supporter les deux modes FDD et TDD, et il peut être co-localisé avec un BTS du GSM pour réduire des coûts de l'implantation. Le node B connecte avec l'UE par l'interface radio W-CDMA Uu et avec le RNC par l'Iub basé sur un mode de transfert asynchrone (interface ATM). Le node B est un point de terminaison ATM.

La tâche principale de Node B est la conversion de données à partir et depuis l'interface radio Uu , inclure la correction de l'erreur avancée (FEC), adaptation du taux, étalement/désétalement (spreading/despreading) W-CDMA, et modulation par quadrature de phase (QPSK) à l'interface radio. Il mesure qualité et la performance de la liaison et détermine le taux de l'erreur (FER), transmettre ces données au RNC comme un rapport de la mesure pour la combinaison handover et macro diversité. Le Node B est aussi responsable pour le FDD soft handover. Cette combinaison de micro diversité est emportée indépendamment et elle élimine le besoin d'une capacité de transmission supplémentaire dans l'Iub.

Le Node B participe aussi au contrôle de puissance, comme il permet à l'UE d'ajuster sa puissance qui utilise les commandes de transmission du contrôle de puissance TPC (transmission power control) du lien descendant (downlink :DL) par le contrôle de puissance de la boucle intérieur d'après les informations TPC du lien montant(uplink : UL). Les valeurs prédéfinies du contrôle de puissance dans la boucle interne sont dérivées du RNC par contrôle de puissance de la boucle externe.

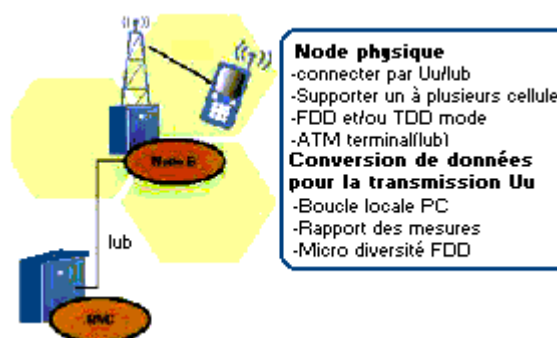


Figure 2.15. vue d'ensemble du Node B

4. UMTS UE

L'UMTS UE est basé sur les mêmes principes du MS du GSM (la séparation entre l'équipement mobile (ME) et la carte module de l'identité de l'abonné (USIM)). L'UE est l'équivalent aux plusieurs éléments du réseau dans beaucoup de fonctions et procédures.

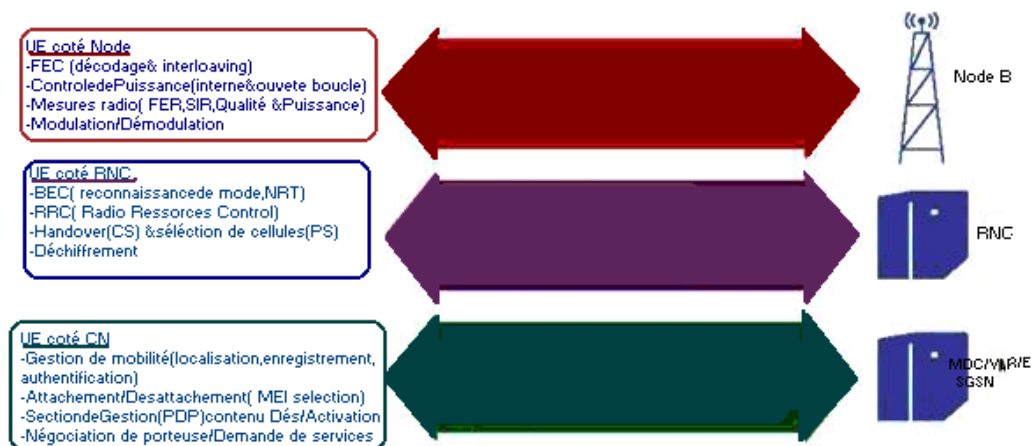


Figure 2.16. Fonctions UE

5. Interfaces UMTS

Beaucoup de nouveaux protocoles ont été développés pour les quatre nouvelles interfaces spécifiées dans UMTS: Uu, Iub, Iur, et Iu. Dans cette partie nous présentons les protocoles et nous exposons leur usage dans les interfaces. Avant que nous examinons les protocoles de l'interface individuels, nous introduisons le modèle du protocole général de l'UMTS.

6. Le modèle général des protocoles

L'interface UTRAN consiste en un ensemble de couches horizontales et verticales. Les exigences UTRAN sont adressées à la couche horizontale du réseau radio à travers de différents type de plans de contrôle et d'utilisation. Les plans de contrôle sont utilisés pour contrôler un lien ou un rapport; les plans de l'utilisateur sont utilisés pour transmettre le

données de l'utilisateur des plus hautes couches en mode transparent. Le propos de la transmission standard qui est indépendant d'exigences UTRAN est appliqué dans la couche du réseau du transport horizontale.

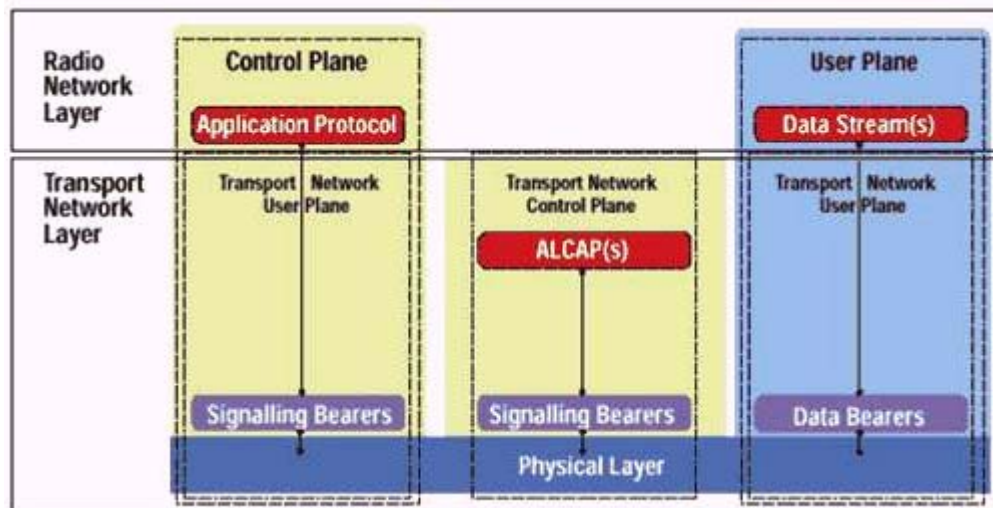


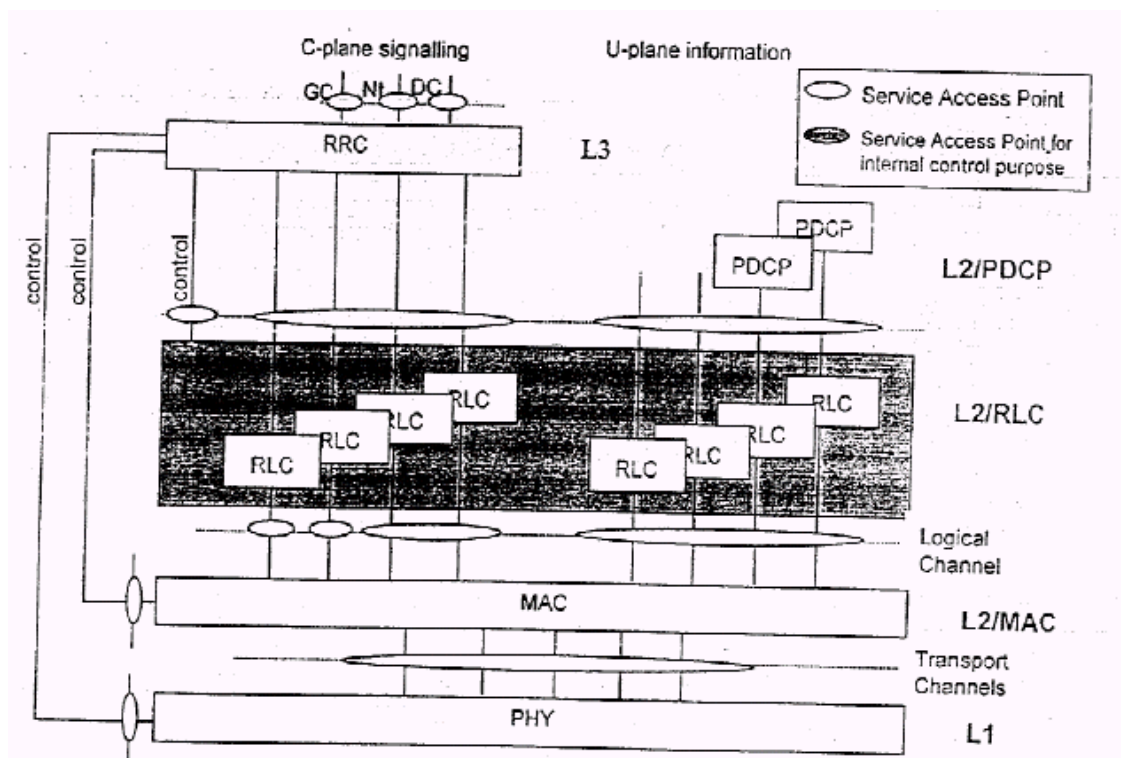
Figure 2.17 modèle général des protocoles de l'interface UMTS

Cinq blocs du protocole majeurs sont montrés dans la figure 17:

- Les porteurs de signalisation sont utilisés pour transmettre la signalisation et les informations de contrôle des couches hautes. Et ils sont installés par les activités O&M.
- Les porteurs de données sont les protocoles de trame qui transportaient les données (les données ruisselles) qui sont installées par les plans de control du réseau de transport (TN-CP).
- Les protocoles d'applications sont utilisés pour fournir la signalisation spécifique de l'UMTS et le contrôle dans UTRAN, tel que l'installation des porteurs dans la couche du réseau radio.
- Data streams contiennent les données de l'utilisateur qui sont transmis entre les éléments du réseau en mode transparent. Le données de l'utilisateur comprennent des données personnelles de l'abonné et des informations de gestion de la mobilité qui sont échangées entre les entités du pair MSC - UE.

- Les couches de protocole de la partie d'application du contrôle du lien d'accès (ALCAP) sont fournies dans le TN-CP. Ils réagissent aux demandes de la couche du réseau radio pour établir, maintenir, et supporter les porteurs de données. L'objectif fondamental d'introduire le TN-CP était de totalement séparer la sélection de la technologie du porteur de données de plan du contrôle (où les protocoles d'applications spécifiques d'UTRAN-sont localisés). Le TN-CP est présent dans les interfaces l'Iu-CS, Iur, et Iub. Dans les autres interfaces où il n'y a aucune signalisation (ALCAP), les porteurs de données reconfigurés sont activés.

7. Architecture des protocoles de l'interface radio



figure

2.18 architecture des protocoles de l'interface radio

Cette architecture en couche représente les protocoles de l'interface Uu entre le mobile et le sous-système radio. Ce modèle montre la répartition des flux de données et les différents canaux de l'interface radio, les canaux logiques et les canaux de transport. La couche PDCP effectue la compression des entêtes IP dans le domaine paquet. Le protocole de signalisation RRC(Radio Resource Control) similaire au protocole RR(2G) est en charge de l'allocation des ressources radio. les données sont d'abord segmentées dans la couche RLC (Radio Link Control) puis réparties sur les canaux logiques.

8. Fonctions de l'interface radio

Les fonctions de l'interface radio sont structurées selon un protocole de couches. La couche physique exécute les codages, modulation, étalement des canaux physiques, vient par la suite, la couche de liaison divisée en deux sous couches :

- Le contrôle d'accès moyen : MAC(Medium Accès Control)
- Le contrôle d'accès de la liaison : LAC (Link Accès Control)

La couche d'accès moyen coordonne les ressources provenant de la couche physique et le LAC exécute les fonctions essentielles d'installation, de maintenance, de libération et de déconnexion des liaisons logiques.

Quant à la couche réseau, elle contient le contrôle de communication, la gestion de mobilité et les fonctions de gestion des ressources radio.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté les principales caractéristiques d'un réseau UMTS qui vont nous aider dans notre étude liée à la faisabilité du réseau UMTS en Tunisie. Mais avant tous , nous devons étudier les outils de prédiction radio.

PLANIFICATION ET PREDICTION RADIO

Introduction :

Les services de radio-communication avec les mobiles utilisent la technique de transmission sur canal radio électrique, et vu que le spectre de fréquence constitue une ressource rare et coûteuse, la limitation de la bande de fréquence influe directement sur la capacité du réseau. L'ingénierie radio est intervenue pour surmonter cette lacune. L'UMTS est un réseau cellulaire, donc la première étape consiste à déterminer la couverture de la zone considérée en cellules. D'où la nécessité d'étudier les concepts et la planifications cellulaires. L'introduction de l'outils informatique rend cette opération de plus en plus simple.

I. Caractéristiques du système cellulaire :

1. Définition :

Un réseau cellulaire est un ensemble de cellules. Une cellule est la zone de service d'un émetteur. La taille de cellule dépend de la puissance d'émission des émetteurs et de la nature de l'environnement (Urbain, Suburbain, Rural, ...).

Les principales caractéristiques d'un système cellulaire sont :

- la réutilisation de fréquence
- le changement automatique des cellules ou handover (possibilité pour un mobile au cours de communication de changer de cellule sans coupure de communication).
- localisation automatique de mobile à l'intérieur du réseau ou roaming.

2. Les fonctions cellulaires :

Les fonctions cellulaires sont l'itinérance et le transfert intercellulaire. L'itinérance est assurée par tout les réseaux radiomobiles modernes. Elle augmente la signalisation échangée sur le réseau. Le transfert intercellulaire est une fonction complexe des systèmes cellulaires.

- **Roaming :**

Quand le système reçoit un appel, pour une station mobile, il l'achemine à la cellule dans laquelle le mobile est situé ainsi l'appel peut être connecté. Une manière de trouver le mobile consiste à transmettre un message de recherche (*Paging*) pour le mobile sur chaque site de cellules dans le réseau.

Avec plusieurs centaines de cellules et plusieurs milliers ou millions de mobiles opérant, la capacité de signalisation nécessaire serait très grande. Le réseau cellulaire est donc subdivisé en nombreuses zones de localisation, chacune avec son numéro propre d'identité de zone de localisation. Ce numéro est alors transmis régulièrement pour toutes les stations de base dans la zone de localisation comme partie de l'information de contrôle du système.

Une station mobile, quand elle n'est pas en cours d'appel, se cale sur le canal de contrôle de la station de base la plus proche. Le mobile vérifie le numéro d'identité de la zone de localisation transmis par la station de base, et quand il détecte un changement indiquant qu'il s'est déplacé vers une nouvelle zone de localisation, il informera automatiquement le réseau de sa nouvelle localisation au moyen d'un échange de signalisation avec la station de base.

De cette façon, le réseau peut garder un enregistrement de la zone de localisation de chaque mobile et il l'appelle seulement dans cette zone.

- **Handover :**

Quand une station mobile est en cours d'appel elle se déplacera fréquemment en dehors de la superficie de couverture de la station de base communiquant avec, et à moins que l'appel passe à une autre cellule, il sera perdu.

Dans un système cellulaire numérique, le handover, qui est un système de contrôle continu des signaux reçus des mobiles engagés dans les appels, vérifie la qualité et la puissance du signal.

Quand le signal chute en dessous d'un seuil, le système vérifie si une autre station de base peut recevoir le mobile dans de meilleures conditions. Si c'est le cas, le système affectera un canal au mobile et le mobile recevra un message de signalisation lui indiquant de changer le canal.

Les caractéristiques du handover dans un système de troisième génération sont :

- Type de handover dans le système UMTS : Softer, soft et hard
- Activation des handover selon la couverture, la qualité, la charge, le service, la distance, équilibrage de charge GSM-UMTS, priorité et maintenance.

Soft Handover*

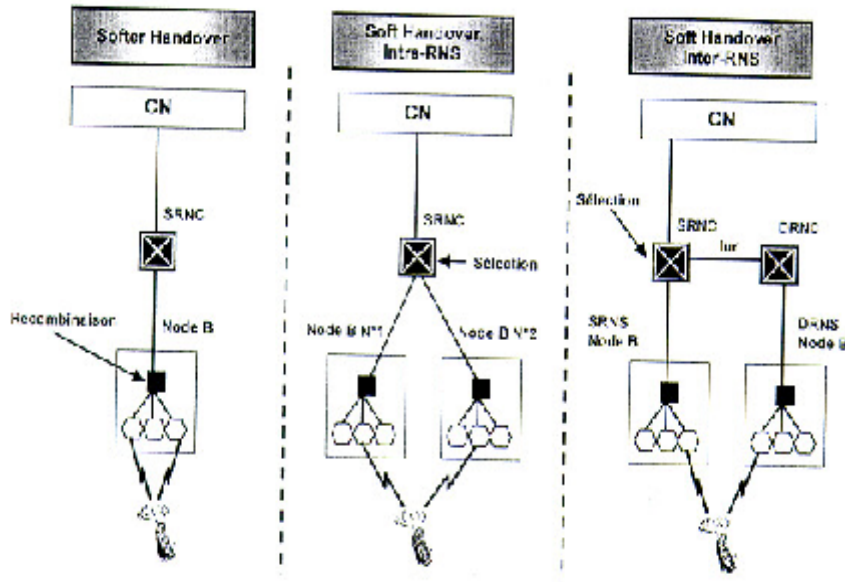


figure 3. 1 :le soft Handover dans un système UMTS

Hard Handovers*

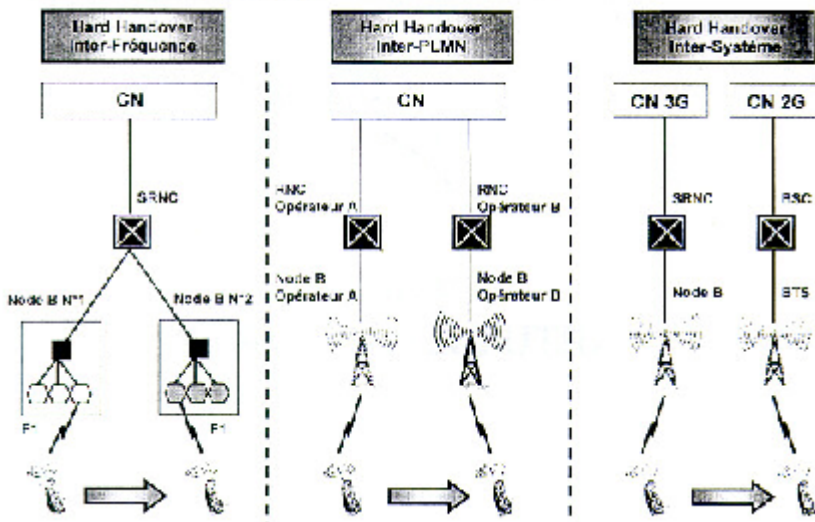


figure3.2 : le Hard handover

- Le handover présente les contraintes suivantes : Réagir en « temps réel » (pour transferts rapides en environnement pico ou micro-cellulaire), satisfaire les besoins des abonnés (en fonction des tarifs offerts par différents opérateurs par exemple), être

capable de passer d'un réseau à un autre (Handover inter-opérateurs), détecter les changements de comportement (mobilité) de l'utilisateur.

II. Concept cellulaire :

Le concept cellulaire consiste à diviser un territoire en cellules dans chacune est couverte par une station de base du réseau. La réutilisation des mêmes fréquences sur des cellules différentes génère de l'interférence sur le signal utile reçu par le terminal mobile au station de base.

La taille des cellules dépend de la puissance d'émission des émetteurs et de la nature de l'environnement (Urbain, suburbain , rural,...).

L'élément de base du concept cellulaire est la réutilisation de fréquences. Pour le service mobile, le spectre de fréquence constitue une ressource coûteuse.

En exploitant alors les caractéristiques de propagation des ondes, on peut réutiliser les fréquences dans divers endroits.

On divise le territoire à couvrir en plusieurs cellules. A chacune d'elle est associée un certain nombre de ressources (canaux radio) qui pourront être réutilisés dans d'autres cellules suffisamment éloignées pour éviter les interférences.

Un véhicule, au cours de son déplacement, sera amené à changer de cellules et donc de porteuses.

1. Les Motifs

Les BTS assurent la couverture du territoire selon un motif constitué de polygones répétitifs.

Le Motif (*Cluster*) est l'ensemble des cellules adjacentes occupant des sous bandes différentes.

Diverses formes de contours permettent théoriquement de réaliser cette fonction mais, la forme de base qui a été retenue est hexagonale (*fig3.4*) mais en réalité la forme dépend des conditions de propagation et de la topologie du terrain.

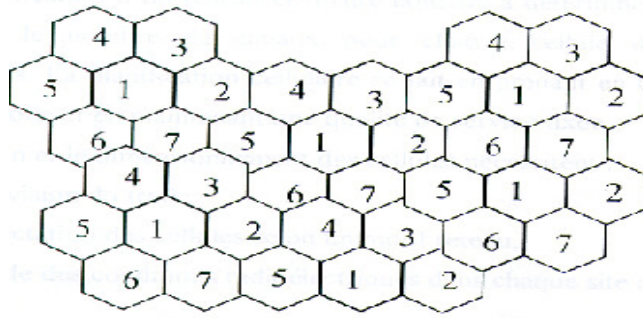


figure 3.4 :exemple de motif à 7 cellules

Bien entendu, cette structure ne peut se répéter aussi indéfiniment de manière immuable. Pour diverses raisons dont la densité des utilisateurs, les axes de communications ou les obstacles naturels, la taille du motif de base peut être localement modifiée.

2. Distance de réutilisation

Avec un motif hexagonal, la relation entre le nombre N de cellules par motif et la distance D de réutilisation est donnée par la relation :

$$D/R = \sqrt{3 * N}$$

Avec R est le rayon d'une cellule omnidirectionnelle, et N ne pouvant prendre que des valeurs de la forme $i^2 + j^2$, i et j des entiers positifs (c'est à dire $N=1,3,4,7,9,12,\dots$).

L'avantage de la technique cellulaire réside dans l'optimisation des ressources spectrales disponibles et la possibilité d'atteindre des capacités très élevées par réduction des tailles des cellules (augmentation du nombre des canaux par unité de surface).

III. La planification cellulaire :

La planification d'un réseau cellulaire consiste à déterminer le nombre et l'emplacement des sites (zone d'emplacement de la station de base) et le nombre de canaux pour chaque cellule de manière à minimiser les investissements.

La planification nécessite :

- Une prévision du trafic,
- Une affectation des cellules selon un motif retenu,
- Une étude des conditions radio-électriques dans chaque site retenu.

1. Prévion du trafic :

La prévion de la demande en pratique repose sur plusieurs paramètres :

- la répartition de la population, ainsi que son pouvoir d'achat afin de prévoir le taux de pénétration de service,
- le trafic automobile,
- le trafic moyen par abonné,
- les quartiers d'affaires,
- les zones résidentielles,
- les principaux axes routiers,
- les heures de pointe...

2. Etude de la propagation :

L'onde radio-électrique subit, entre l'émetteur et le récepteur, un affaiblissement en fonction de la distance et des variations dues aux trajets multiples et aux obstacles se trouvant sur le trajet.

Des modèles de propagation, empiriques pour la plupart, ont été élaborés afin de prédire le comportement de l'onde radio-électrique dans un environnement bien déterminé.

• Modèle de propagation :

La liaison radio-électrique entre les stations de base et les terminaux est caractérisée par un affaiblissement de parcours. Cet affaiblissement est du aux trois paramètres suivants :

- distance
- trajet multiple
- effet de masque

Le modèle de prédiction de couverture permet donc d'estimer l'affaiblissement de propagation subi par l'onde radio dans la zone de service de la station de base.

Ils existent plusieurs modèles qui permettent de prédire les variations que subit l'onde radioélectrique dans sa propagation.

Exemple de modèle :

- modèle de propagation en distance, suivant la loi :

$$L=R^{-\gamma}$$

Où :

L : affaiblissement en espace libre

R : rayon de la cellule

γ : est un paramètre variant entre 2 (espaces libres) et 4 (environnements urbains)

Ce modèle peut être utilisé en première approximation lorsque les informations détaillées sur le relief et autres obstacles ne sont pas disponibles.

- **Bilan de liaison**

L'affaiblissement est le paramètre le plus important dans le bilan de liaison. En effet les frontières des cellules sont déterminés par celui-ci.

$$Pr(dB) = (P_e + G_e - P_c)_{\text{émission}} - L + (G_r - P_c)_{\text{réception}} \geq (SSS + M_{ray} + M_{shad})_{\text{réception}}$$

$$Pr(dB) = PIR_{\text{émission}} - L + (G_r - P_c)_{\text{réception}} \geq SSD_{\text{réception}}$$

Ou :

P_e : puissance émise

P_r : puissance reçue

P_c : perte de connexion

G_e : gain de l'antenne émission

G_r : gain de l'antenne réception

L : affaiblissement de propagation

M_{ray} : marge de fading rapide

M_{shad} : marge de shadowing

SSD: seuil de sensibilité dynamique

SSS : seuil de sensibilité statique

3. Configuration cellulaire :

Cette étape consiste à choisir un motif cellulaire et un plan d'attribution des bandes de fréquences. Le choix de la configuration cellulaire et du plan d'affectation des fréquences doivent être élaborés en tenant compte des phases d'extension successives du réseau.

Dans les zones à faible densité de trafic, l'objectif est d'assurer une couverture la plus étendue. Dans les zones urbaines, il s'agit de répondre à une demande en trafic élevé.

Une planification fine des cellules doit prendre en compte des caractéristiques du milieu de propagation radioélectrique nécessitant ainsi le recours à des mesures sur le terrain et l'exploitation d'outils informatiques de prédiction de propagation.

Dans la phase initiale de mise en place d'un réseau, la capacité ne constitue pas un problème compte tenu du faible nombre d'utilisateurs. Dans cette phase le système doit assurer une bonne couverture. La distance entre stations de base dépend des caractéristiques de propagation, du gain des antennes, de la bande de fréquence utilisée, etc...

Comme les capacités ne posent pas de problème à ce stade, les motifs étendus sont utilisés. Les dimensions des cellules diminuent et de nouvelles cellules seront ajoutées dans les phases d'évolution du réseau afin d'augmenter sa capacité. Ainsi la technique cellulaire permet de répondre à des faibles ou fortes densités de trafic et facilite l'évolution du système sans se soucier de la contrainte d'une bande passante limitée.

4. Qualité de service :

La planification cellulaire se fait en maintenant une qualité de service fixe. Les contraintes de QoS pour les réseaux de mobiles sont généralement plus sévères que celles du réseau fixe. La QoS globale offerte par un réseau cellulaire résulte de l'effet combiné de différents facteurs.

L'objectif global peut être réparti sur les différentes composantes de la QoS de la façon suivante :

- Disponibilité du signal,
- Disponibilité des équipements,
- Probabilité de blocage,
- Caractéristiques du terminal de l'abonné.

IV. Planification radioélectrique :

La définition de la couverture et de la capacité d'un site définissent d'une façon complète le processus de la planification cellulaire. Ces procédés sont d'une importance capitale pour un opérateur car les abonnés s'attendent à disposer d'un service de mobilité complète (en terme de couverture et de disponibilité de ressources) et tout manquement de la part de l'opérateur se traduit par des pertes conséquentes de revenu et de part de marché, surtout dans un environnement concurrentiel. C'est pour cette raison que les logiciels de planifications utilisés ou développés par les opérateurs ainsi que les plans de leurs réseaux (plans de fréquences et sites radio) constituent des informations et un savoir faire confidentiels.

Pour utiliser d'une manière optimale la ressource radio, il est recommandé d'ajuster les paramètres liés aux différents procédés (paramètres liés aux procédures de recherche

(Paging), de handover, de contrôle de puissance, de gestion de la ressource radio et des algorithmes de mise à jours de localisation). Cette utilisation garantira une bonne qualité de communication et une grande capacité au réseau.

Enoncé du procédé de la planification : « étant donné les caractéristiques de l'environnement à couvrir (caractéristiques géographiques et de propagation radio), les caractéristiques des abonnés à desservir(densité, comportement statique d'usagers) et une bande de fréquences, il faut minimiser le coût de l'infrastructure radio et réseau en fonction de la couverture radio, de la taille des cellules, du plan de fréquences et de la topologie du réseau, tout en respectant des contraintes de qualité de service. »

La réalisation du processus de planification impliquera nécessairement la définition :

- D'un plan de station de bases (emplacement, capacité et puissance principalement),
- D'un plan de fréquences associé (fréquences allouées à chaque station de base du réseau),
- D'un plan des équipements du réseau fixe (contrôleurs de stations de base, commutateurs et base de données)
- Et d'un réseau de connexion entre toutes ces entités.

1. recherche de site :

la prospection théorique de la position d'une station de base peut aboutir à un site pratique inadéquat (absence de bâtiments, atténuation trop ou pas assez importante pour la mise en œuvre du mécanisme du réutilisation de fréquence...).

Ainsi pour identifier les sites pratiques, il faut utiliser une configuration théorique donnée et exploiter les informations concernant la géographie de la zone (relief et sursol) et les caractéristiques de propagation, les ingénieurs chargés de la planification du réseau ont recours à une panoplie d'outils et un ensemble d'informations qu'on se propose d'introduire ci-après.

- Informations sur le terrain

Ces informations sont de deux types :

- Informations générales (morphologie, structure, composition...) qui sont disponibles auprès d'organisme de cartographie par exemple. Elles sont généralement fournies sous forme de cartes numérisées.
- Informations spécifiques permettant l'identification des sites candidats.

L'identification des sites candidats fait l'objet d'une étape préalable appelée *survey*. Elle consiste essentiellement à :

- repérer les sites en visibilité,
- choisir les pylônes et leur hauteur en fonction du site,
- déterminer la longueur du *feeder*.
- recenser l'infrastructure existante (bâtiments, énergie, accès..)
- relever les coordonnées précises des sites .
- effectuer des essais de propagation par talkie-walkie.

Au cours de cette étape, les points dégagés sont passés au crible pour trouver le site idéal : immeuble appartenant à l'opérateur, équipements, silos, pylônes, châteaux d'eau,...

Des campagnes de mesures sont alors lancées et tous les paramètres qui y sont récoltés sont utilisés et analysés par un logiciel qui utilise les cartes numérisées. Cet outil calcule les niveaux d'interférence, dessine la couverture cellulaire et fixe le point idéal d'implantation de l'antenne et des équipements d'émission radio. Une fois des site candidats identifiés, chacun d'entre eux reçoit des informations complémentaires(reportages vidéo et photos, informations administratives,, coûts de génie civil, délais des travaux..). la définition des sites cellulaires théoriques permet de positionner une station de base jusqu'à 10% de rayon cellulaire plus loin que la position idéale théorique. La tolérance de la position de site influe beaucoup plus sur la qualité de transmission que sur le coût ou la capacité.

- Mesures de champ

Les principaux objectifs des campagnes de mesures consistent à adapter ou à développer les modèles de propagation implantés dans les logiciels de planification (déterminer les variations de l'affaiblissement de propagation moyen...). Ces modèles permettent de déterminer les couvertures des différents sites et établir les bilans de liaison.

Les campagnes de mesures servent également à déterminer le lieu d'installation des stations de base.

A la suite de l'installation du site, des observations périodiques et successives permettent de suivre l'évolution de la zone de réception des différents types de mobiles, d'affiner le seuil de prédiction fournis et de dresser la cartographie de la couverture réelle. C'est au cours de la réalisation de ses mesures qu'on met en évidence la nature réelle du comportement des ondes radio dans les zones couvertes.

V. Prédiction radio :

La prédiction radio représente une étape indispensable dans le processus de planification cellulaire, elle permet de faciliter le choix de l'emplacement des stations de base qui sera corrigé par des mesures sur le terrain .

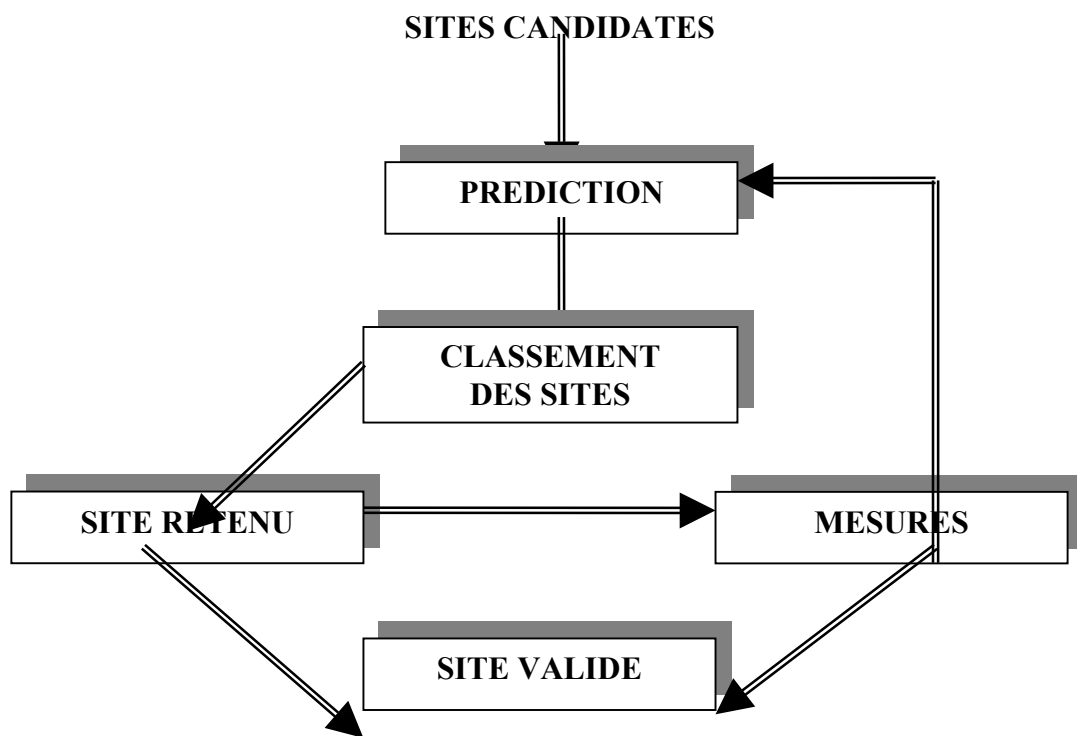


Figure3.6 processus de sélection des sites

Une prédiction radio permet de classer ces sites en fonction de la couverture réalisée. La sélection finale des sites se fait à la suite des relevés radioélectriques.

Les modèles de prédiction de la propagation sont utilisés principalement pour :

- Déterminer la position des sites des stations de base,
- Allouer les fréquences entre les différents sites,
- Déterminer les caractéristiques techniques des stations de base.

Ces logiciels intègrent différents modules :

- Une interface graphique utilisateur
- Des modèles de calcul de couverture utilisés en fonction des différents types de l'environnement,...
- Des algorithmes d'affectation de fréquences,

- Des modèles de dimensionnement du réseau (nombre de BTS et BSC).
- Des modules pour la gestion du spectre radio,
- Des interfaces avec des réseaux de données pour la récupération des données collectées par le centre d'opération et de maintenance de la partie radio (OMC-R) : ces informations sont utilisées pour les calculs d'optimisation qui permettent ensuite de reconfigurer le réseau,
- Interfaçage avec des logiciels de mesure de champ,
- Intégration de fonctions avancées (saut de fréquence, diversité...)
- Interfaçage permettant de reconstituer des bases de données géographiques à partir d'images par satellite par exemple,
- Module de simulation de handover ...

Les paramètres d'entrées de ces outils sont les suivants :

- Des cartes numérisées intégrant les informations sur le terrain à couvrir par le réseau .
- Des contraintes concernant certains paramètres tels que : sensibilité des récepteurs, protection sur la voie utile (rapport entre le signal utile et un signal brouilleur co-canal), sélectivité par rapport au canal adjacent (rapport entre le signal utile et un signal brouilleur sur canal adjacent),
- Et éventuellement des mesures radio.

Les informations sur le terrain sont représentés sur les cartes numérisées par un maillage plus ou moins fin. La résolution de la carte est fonction de la taille des mailles et constitue un facteur important de la puissance de prédiction de la couverture radio. Elle varie selon qu'il s'agisse de zones urbaines (pas entre 20 et 50 mètres) ou de zones peu denses (pas entre 100et 500mètres).

Ainsi cette première étapes de la planification (connue également comme l'étape de l'estimation de la demande en trafic et de déploiement du réseau) est terminé par la connaissance du nombre de cellules, de leurs capacités et de leurs rayons.

• **Exemple d'outils de prédiction d'Alcatel :**

Alcatel a développé un outil de planification radio « A955 V6 »pour le GSM et l'UMTS
Cet outil nous aide à exécuter différents taches de planification qui sont les suivantes :

-Offre des planifications de licence

- Un dessin initial
- Un dessin du réseau et « roll-out »
- Optimisation et organisation de la capacité

le « A955 V6 » présente les différents avantages pour la planification de l'UMTS :

- un dessin clair et structuré,
- un usage facile,
- supporte le presse-papier de Windows,
- capacité multi-usage utilisant le RDBMS standard (MS Access, MS SQL serveur, Oracle)
- calculs de puissance UMTS.

A955 sont capables de modeler des réseaux multiservices et des données de trafic multiservices. il maintient les traits suivants:

- Le modelage du -réseau
- le modelage d'un trafic multiservices
- L'analyse W-CDMA
- Planification d'une Couverture multiservices et analyse de la performance.

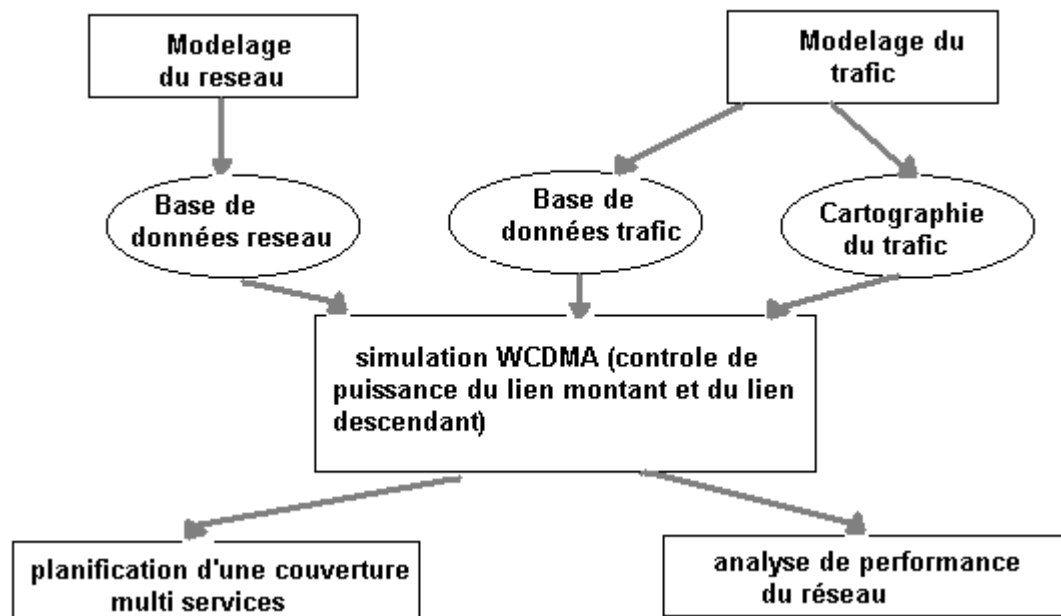


figure 3.7 fonctions du A 955 V6

Le A955 V6 inclut un module de trafic qui modélise trafic de commutation circuit et paquet multiservices. Il est basé sur une base de données de trafic qui permet une

description des terminaux, des services, des profils d'utilisateur et des classes d'environnement et basé aussi sur une cartographie de trafic multiservices liée à la base de donnée du trafic.

Il exécute un processus de l'itérative pour trouver un état stable pour chacune des :

- puissance dans le lien montant et le lien descendant.
- les ensembles actifs

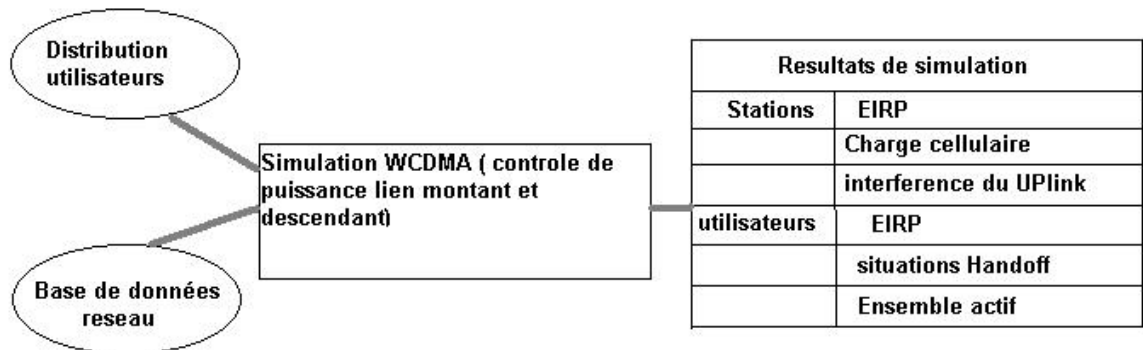


figure3.8 simulation et résultats

- description générale du « A955 V6 »

- **Paramètres généraux :**

- Fréquence
- Bande étalée
- Facteur d'orthogonalité
- Facteur de détection muti utilisateurs
- nombre de porteuses

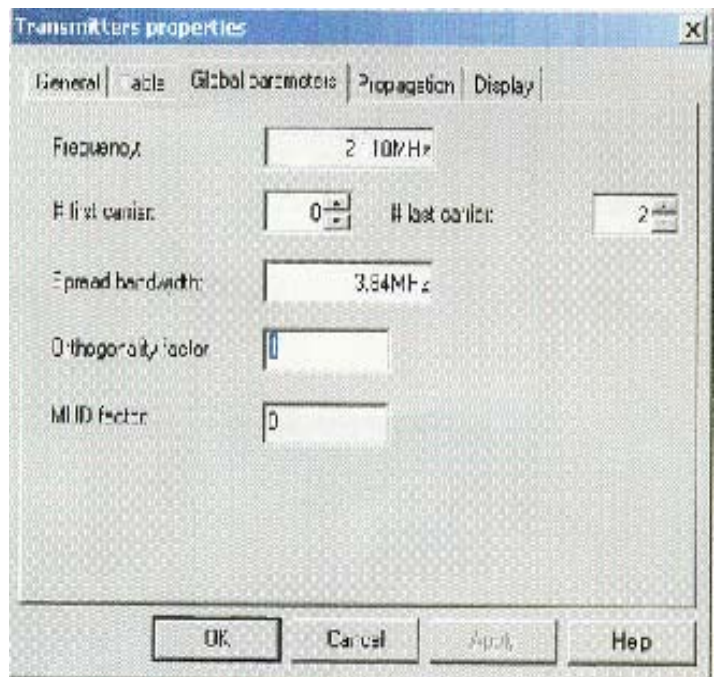


Figure 3.9 paramètres généraux d'outil de prédiction

- **Table des sites :**
 - nom
 - l'emplacement
 - nombre des éléments canaux
 - affichage des propriétés(symbol, colour, size)

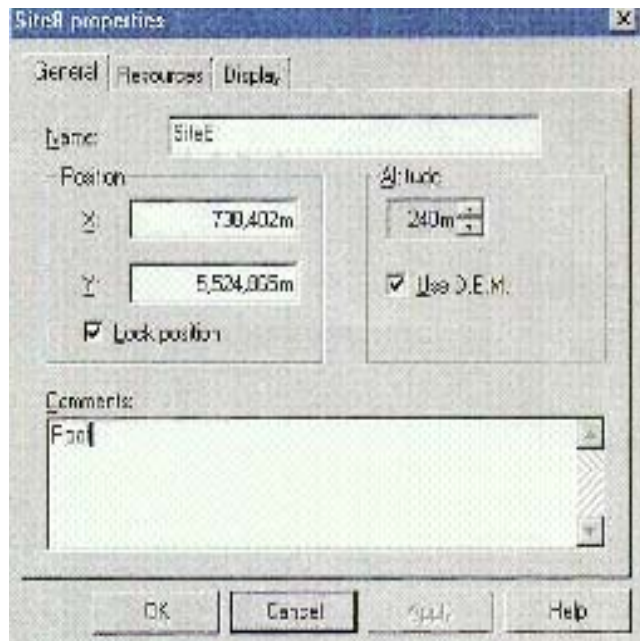


Figure3.10 table des sites dans « A955 V6 »

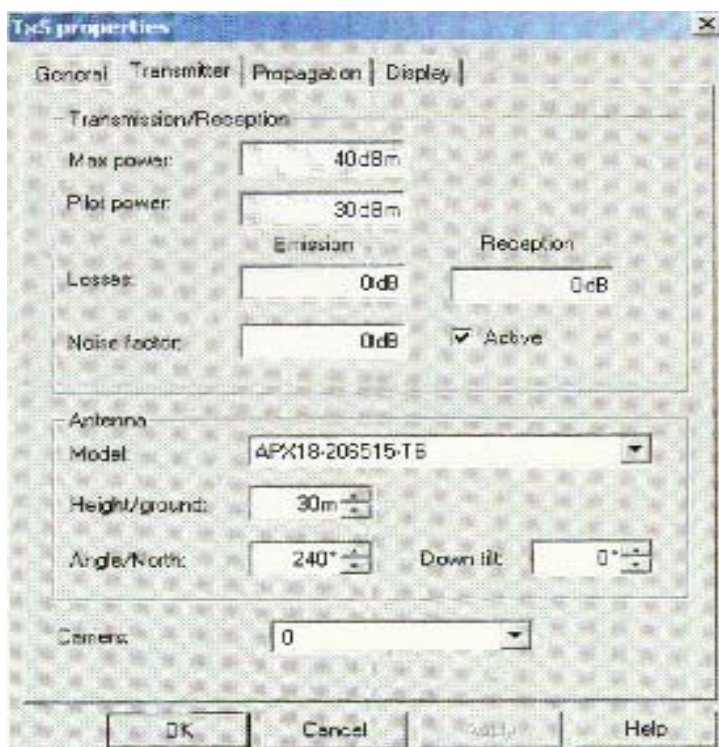


Figure3.11 table des transmetteurs dans « l'A955 V6 »

- **Table de transmetteurs :**
 - nom
 - puissance pilote
 - puissance maximale
 - facteur de bruit
 - pertes d'émission/réception
 - nombre de porteuses

- **Tables de configuration utilisateurs**

- table de terminal
- table de paramètre de mobilité
- table de services
- table de profil utilisateur
- table de classe d'environnement
- lié à la cartographie de trafic

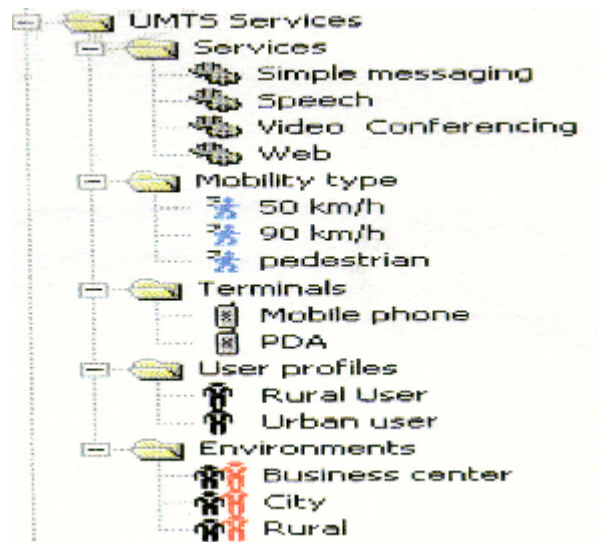


Figure 3.12 tables de configuration utilisateurs

- **Terminaux**

- puissance minimale/maximale
- pertes
- facteur de bruit
- dimension des éléments actifs

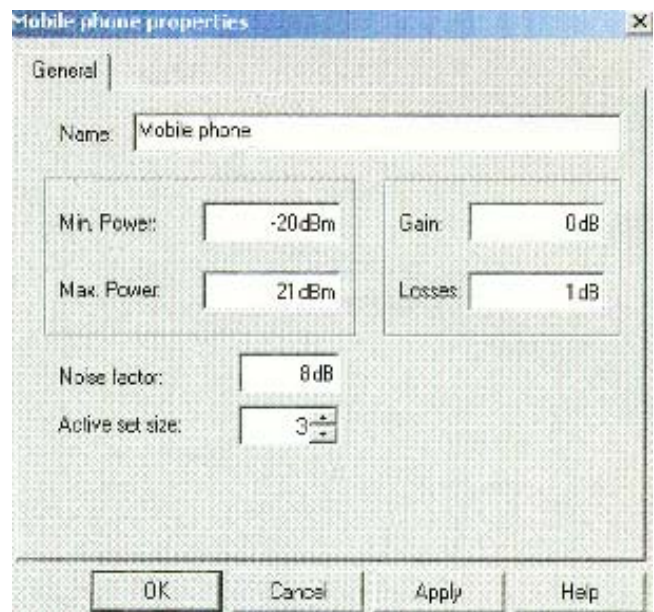


Figure 3.13 propriétés des terminaux

	Name	Ec/NO threshold (dB)	TDrop (dB)
	50 km/h	-14	-100
	90 km/h	-14	-100
	pedestrian	-14	-100
*			

Figure 3.14 Table de mobilité

- **Table de mobilité**

Qualité du pilote
accordée à la vitesse
utilisateur

- **Les services**
- type :circuit/paquet
 - soft handoff
 - UP and DL rates
 - facteur de codage du UP&DL
 - efficacité UP&DL(paquet)
 - activité UL et DL(circuit)
 - puissance minimale et maximale

Figure 3.15 table des services

Les carte de trafic que cet outil présente alloue des classes d'environnement pour la planification du région. Chacune des classes nous donne des informations sur :

- la liste des profils des utilisateurs
- la densité d'usage par $\text{km}^2/\text{utilisateur}$



Name	Mobility	Density (Users/km²)
Person	person	2000
Business user	business	1000

Figure3.16 carte de trafic d'outil de prédiction

le « A955 V6 » a des fonctions qui gèrent les distributions des utilisateurs dans le réseau. La distribution des utilisateurs (emplacement et paramètres) est générée par l'algorithme Monte Carlo.

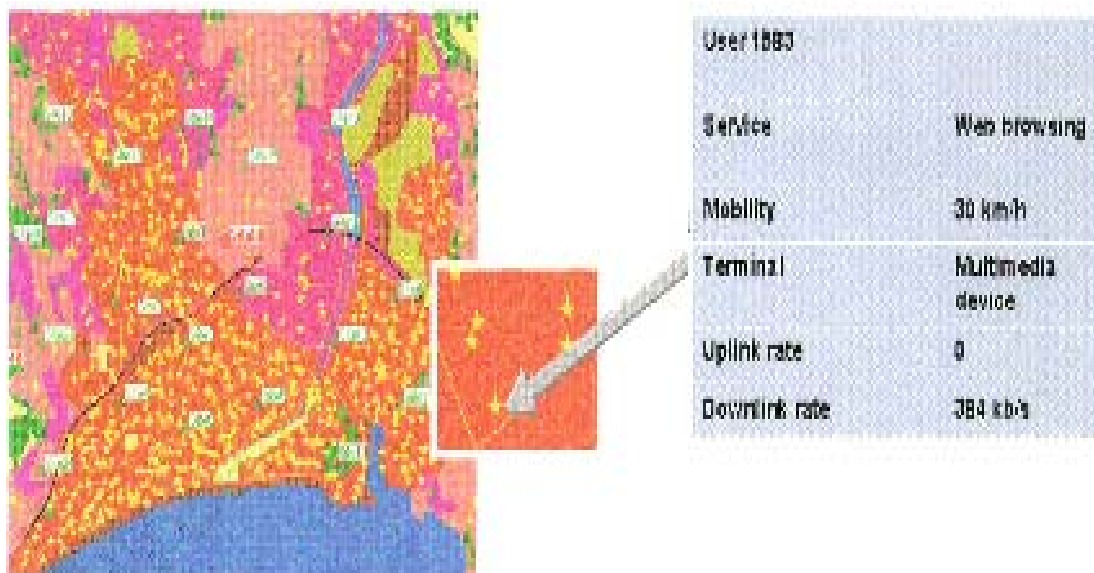
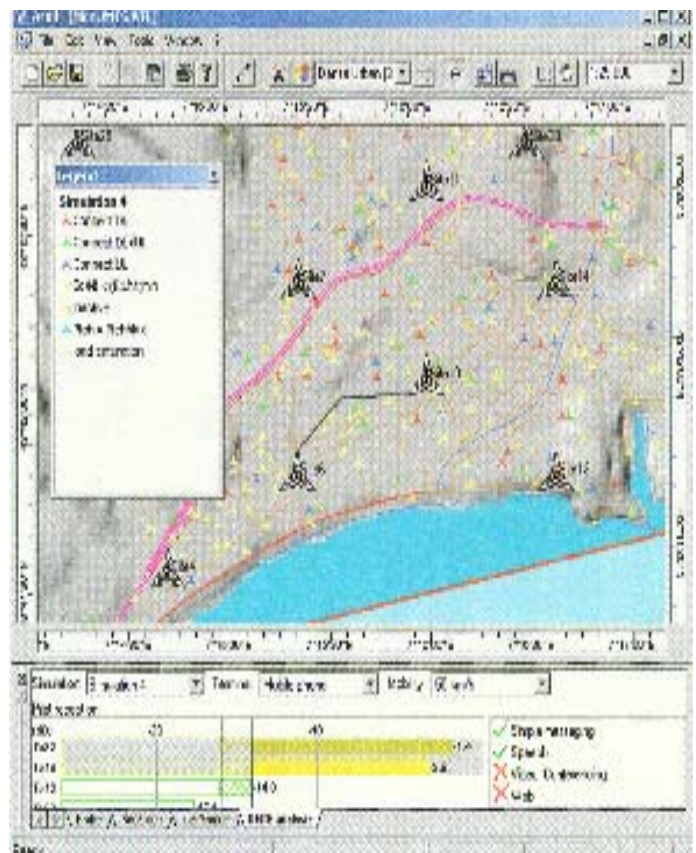


Figure 3.17 distribution des utilisateurs

- **Affichage graphique :**

- points et leurs noms
- transmetteurs dans l'ensemble actif
- puissance du mobile
- état du mobile



- Des études de prédiction dans une planification de région non utilisant l'interférence mobile :

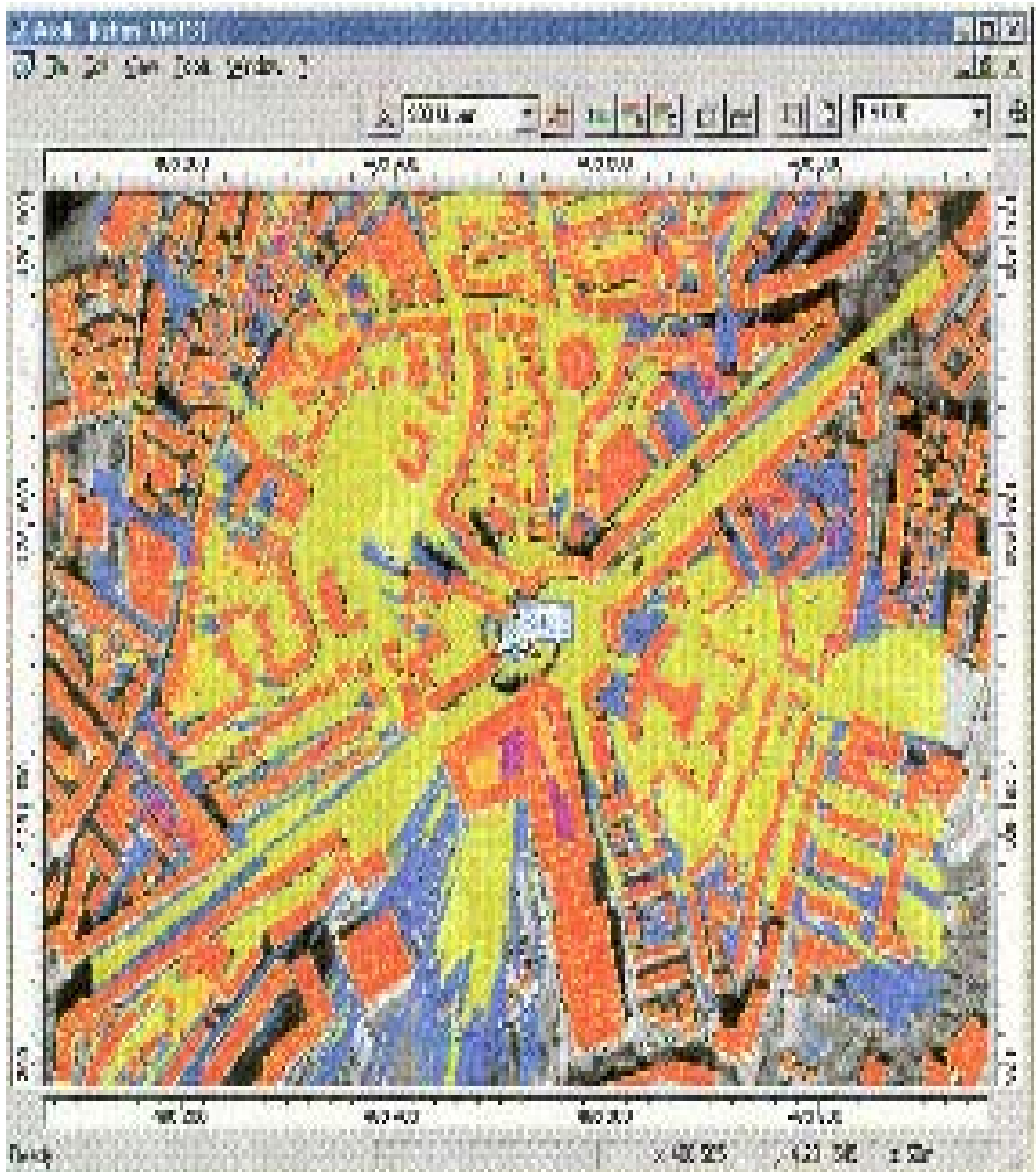


Figure 3.19 Carte de couverture et des zones

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons étudié en première partie la planification d'un réseau cellulaire et plus précisément la planification radio en se basant principalement sur un outil de prédiction radio et cela va nous aider à entamer la partie dimensionnement d'un réseau UMTS.

ETUDE DE LA FAISABILITE D'UN RESEAU EXPERIMENTAL UMTS EN TUNISIE

Introduction :

La planification des réseaux se répartie essentiellement en planification radio et le dimensionnement du réseau. Donc une étude générale du dimensionnement est indispensable pour l'implantation du réseau UMTS qu'on va déduire en première partie. Bien que ce réseau sera déployé avec l'infrastructure du réseau GSM déjà existante, nous devons faire une étude sur le réseau GSM tunisien, puis on va entamer le dimensionnement du réseau expérimental UMTS couvrant Grand Tunis. Enfin nous détaillons les contraintes et les faveurs de sa réalisation.

I. dimensionnement et planification du réseau UMTS :

Vu que le réseau UMTS est implémenté sur les réseaux de bases (GSM et GPRS) on s'intéressera à dimensionner la partie à ajouter pour qu'ils aient les fonctionnalités de l'UMTS : RAN (Radio Access Network). Ce dimensionnement doit tenir compte des caractéristiques de l'UMTS : accès multiple à répartition des codes à bande élargie (W-CDMA), l'environnement de trafic multiservice et l'utilisation de transfert asynchrone (ATM : Asynchronous Transfer Mode) pour acheminer le trafic entre les différentes entités du RAN .

1. Processus de dimensionnement :

Le dimensionnement d'un réseau d'accès UMTS consiste à déterminer d'abord les besoins en équipements (node B, RNC) et en liaisons de transmission (Interfaces Uu , Iub , Iur , Iucs , Iups), ensuite à identifier les configurations de ces différents éléments. Ce processus se base sur des données de départ obtenues suite à des statistiques et estimations pour aboutir à des résultats permettant au réseau de couvrir la totalité de la zone considérée en divers services.

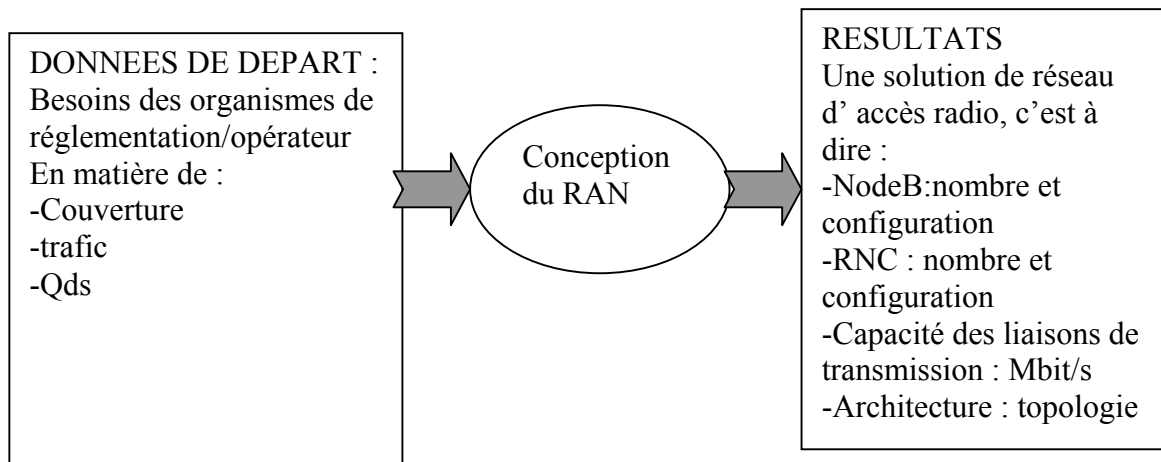


Figure 4.1 Processus de dimensionnement

Pour dimensionner le réseau UMTS d'une région il faut procéder à la collecte des données concernant : la couverture , le trafic et le Qds :

Couverture :

- Région à couvrir (par exemple, zones comptant plus de 50 000 habitants .) ;
- Division de la région en sous zones (par exemples , industrielles , résidentielles) ;
- Identification du type de chaque sous zone (par exemple , urbaine dense , urbaine , suburbaine , rurale). On déduit directement les conditions de propagation.

Trafic :

- Disponibilité de spectre (par exemple , 3*15 MHZ).
- Densité d' abonnés par sous zone (Par exemple, 50 abonnés Km²)
- Profil des abonnés

Qualité de service :

- Probabilité du spectre (par exemple :95 % de l' intensité de signal reçu dans la cellule soit supérieure à un certain, seuil).
- Probabilité de blocage , délai maximal , délai minimal.
- Niveau de service par sous -zone (par exemple , couverture intérieure pour une sous -zone urbaine dense, fourniture d' un service mobile même dans une salle de réunion sans fenêtres).

Une fois que toutes ces informations ont été rassemblées on passe au dimensionnement des différents éléments constituant le réseau .

2. Organigramme de dimensionnement du RAN :

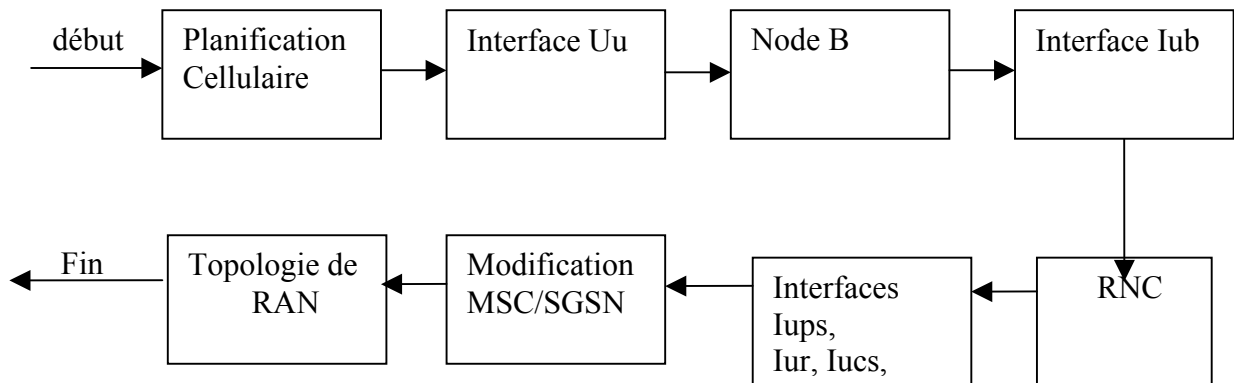


Figure 4.2 Organigramme de dimensionnement du RAN

L'organigramme suivant décrit les différentes étapes à suivre à fin de déterminer les besoins matériels pour l'écoulement du trafic multiservices. Le but de planification d'un réseau cellulaire est étant donné une répartition d'abonnés, une situation géographique, des données de propagation est d'assurer la minimisation du coût de la liaison radio et de l'infrastructure de réseau, en tenant compte de la couverture radio, de la taille des cellules de plan de fréquence et de la topologie du réseau sous réserve de contrainte de qualité de service.

La répartition de trafic est fonction de la distribution et de la densité des abonnés. Des cartes géographiques ou des bases de données territoriales sont utilisés pour identifier les principaux axes routiers, les densités des habitants et les zones d'affaires. La mobilité des usagers ne pose pas de problème au niveau de dimensionnement du réseau UMTS puisqu'il utilise le soft handover.

Une fois les cellules ainsi que la répartition des abonnés sont définies, on détermine le nombre de canaux de trafic et de signalisation pour chaque cellule (Interface Uu) en tenant compte des spécificités et des avantages apportés par la technique d'accès W-CDMA. De ces résultats, on déduit les besoins des nodes B en TRX (émetteur/récepteur) c'est à dire en porteuse. Il est à signaler que les besoins de l'UMTS en fréquence sont réduits ce qui permet une optimisation des ressources radio qui constitue une source rare et coûteuse. Ensuite, un plan de fréquence entre les cellules devra être établi de façon à ne pas dépasser un seuil d'interférence fixé par le système.

Le dimensionnement de l'interface Iu dépend de la configuration de la node B et il faut de cette interface en transmission (débit) et en configuration (SDH, ATM ,MIC).

L' emplacement du RNC va dépendre des différentes nodes B et de leurs capacités. La capacité de contrôle de RNC, en nodes B est fixé par le fournisseur des équipements. Après avoir placé les RNC on passe au dimensionnement des interfaces : Iups Iur , Iucs.

Le dimensionnement de Iucs et Iups dépend de la nature des services qu' on estime assurer et de trafic qu' il apporte.

Des modifications doivent être réalisé sur les commutateurs circuits MSC et des commutateurs paquet SGSN pour s' adapter aux fonctionnalités du réseau UMTS . les bases de données VLR et HLR doivent suivre aussi des altérations permettant de s' adapter au soft handover et aux nouvelles droits des abonnés et à la multitudes de services .

Enfin la proposition d' une topologie globale du réseau d' accès radio selon le trafic total apporté par les services UMTS.

3.Etude de la planification radio :

Pour faire l' étude de la planification cellulaire (RNP), il faut se baser sur des données précises (bases de données RNP) sur la zone étudiée , notamment des informations topographiques et morphologiques (zone urbaine , suburbaine , rurale, etc...). Les études RNP sont généralement focalisées sur des zones cibles (points chaudes) et sont effectuées avant la recherche ou l' acquisition des sites . Les nouveaux sites GSM existants peuvent être utilisés pour mener à bien ces études d' un outil RNP spécialisé. A noter que dans le cas de GSM, les études visaient principalement à prévoir la zone de couverture. Cependant dans le cas de l' UMTS, les études RNP considèrent non seulement la couverture mais aussi l'analyse de l'augmentation de bruit , la planification de la capacité , les zones de transfert intercellulaire en diversité, etc...

4. Dimensionnement de la node B :

Le dimensionnement de la node B a pour but de déterminer :

- la portée de la cellule ;
- le nombre de porteuses par secteurs ;
- la capacité de bande de base commune nécessaire ;

La couverture et la capacité sont étroitement liées en W-CDMA. Par conséquent , le processus de dimensionnement du node B doit tenir compte de couverture et de la capacité ,

ainsi que de mélange de trafic multiservices. La figure suivante montre le principe de dimensionnement du node B .

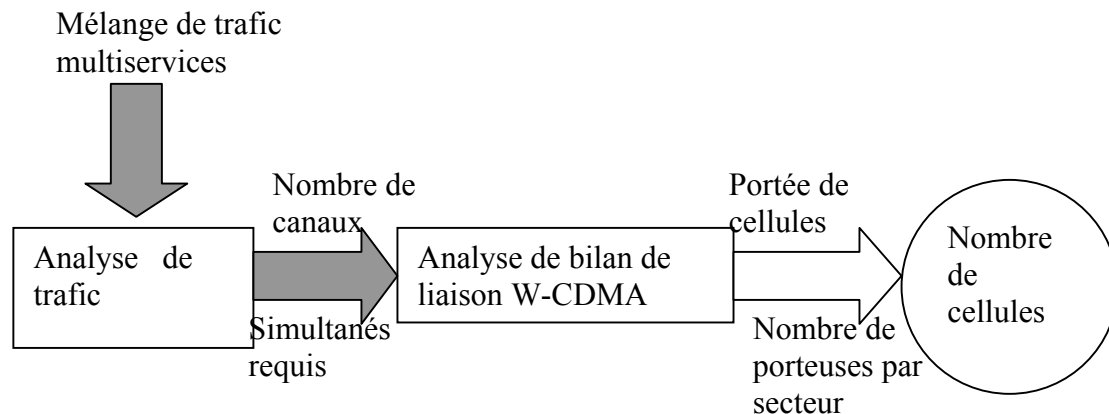


Figure 4.3 Processus de dimensionnement du node B

Celui-ci s'applique d'une part à la liaison montante (du mobile au node B) et d'autre part à la liaison descendante (du node B au mobile).

4.1 Analyse de la liaison montante :

L'analyse de la liaison montante comporte les étapes suivantes :

Etape 1 : choisir a priori une portée de cellule typique R , ce qui donne l'aire de la cellule.

Etape 2 : estimer le trafic moyen capté par au sein de la cellule sur la base des hypothèses de trafic .

Etape 3 : déterminer le nombre de canaux(codes)simultanés nécessaires pour écouler le trafic de pointe par services, ce qui donne le nombre de canaux nécessaires pour écouler le mélange de trafic de pointe .

Etape 4: on utilise une méthode statistique pour calculer l'augmentation globale de bruit occasionnée par ce mélange de trafic.

Etape 5 a : augmentation globale de bruit est appliqué au bilan de puissance multiservice. Ce dernier permettant de déterminer l'affaiblissement maximal admissible du trajet (MAPL). Le bilan de puissance tient compte des performances des produits employés (par exemple , puissance émise ,affaiblissement du câble d' antenne , gain de l' antenne ,sensibilité) et la dégradation de la liaison radio (atténuation de la propagation, effets d' ombre , effet des trajet multiples) pour le calcul du MAPL .

Etape 5 b : un modèle de propagation (Okumura-Hata ou walfish-Ikegami) , qui tient compte des contraintes de la sous-zone, est appliqué pour calculer la portée de la cellule .

Le résultat du calcul est utilisé pour déterminer l'aire du site couverte par node B, compte tenu des contraintes de Q_{ds} , ce qui donne la portée de cellule calculée et donc l'aire de la cellule.

Etape 6: poursuivre l'itération jusqu'à ce que la portée de la cellule calculée soit égale à la portée de la cellule choisie au départ.

Etape 7: vérifier que la charge de la cellule (c'est-à-dire l'augmentation de bruit) est inférieure à un certain niveau. Sinon, ajouter une nouvelle porteuse pour diviser le trafic.

4.2. Analyse de la liaison descendante :

L'analyse de liaison descendante comporte les étapes suivantes :

Etapes 1 : choisir a priori une portée de cellule typique R_1 , ce qui donne l'aire de la cellule,

Etapes 2: sur la base des données de trafic, déterminer le trafic moyen capté à l'intérieur de cette cellule,

Etapes 3: déterminer le nombre de canaux (codes) nécessaires simultanés nécessaires à l'écoulement du trafic de pointe de chaque service,

Etapes 4: calculer la puissance moyenne nécessaire pour un usager de chaque service,

Etapes 5 : connaissant la distribution uniforme des mobiles dans l'aire de la cellule (avec ou sans transfert intercellulaire en diversité), utiliser une méthode statique pour déterminer la puissance d'émission globale du node B correspondant au mélange de trafic,

Etapes 6 : la puissance d'émission globale du node B est appliquée au bilan de puissance multiservices le MAPL et donc la portée de la cellule,

Etapes 7 : l'itération continue jusqu'à ce que la portée de cellule choisie au départ conduise à la puissance d'émission maximale du node B.

Après avoir calculé les portées de cellules pour les liaisons montante et descendante, on choisit la liaison la plus limitative. Puis on répète l'analyse pour la liaison non limitative (montante ou descendante) en tenant compte de la portée de cellule choisie (c'est-à-dire en diminuant la puissance d'émission du node B)

En résumé, la méthodologie de dimensionnement du node B fait intervenir :

- Une analyse cohérente du trafic multiservice ;

- Une méthode statistique pour déterminer l'augmentation de bruit sur la liaison montante et la puissance émise sur la liaison descendante ;
- Une analyse cohérente du bilan de puissance multiservice ;
- Pas d'a priori sur la liaison limitative (montante ou descendante) sur la couverture ou sur la capacité ;
- Une portée de cellule absolue pour tous les services , assurant une couverture continue pour tous les services.

5. Dimensionnement du RNC :

Le dimensionnement du RNC est , dans une grande mesure, conditionné par ses caractéristiques .Celles qui influent sur le processus sont les suivantes :

- Les limitations de trafic , c'est à dire le débit maximal par RNC :
 _débit maximal en mode circuit (erlangs) ;
 _débit maximal en mode paquet (Mbit /s) ;
- Les limitations de gestion , c'est à dire le nombre maximal de nodes B géré par un RNC
- Les limitations de connectivité, c'est à dire le nombre maximal de connexion aux interfaces Iu-b, Iu et Iu-r.
- La limite de trafic pour un RNC donné est un compromis entre le débit en mode circuit et le débit en mode paquet

Le dimensionnement du RNC comporte les cinq étapes suivantes :

Etape 1 : Le dimensionnement du node B détermine le nombre total de nodes B pour la zone cible .En fonction de la contrainte de limitation de gestion , il est possible de calculer le nombre minimal de RNC nécessaires pour gérer les Nodes B(nombre de Nodes B/nombre maximal de Nodes B par RNC).Ce nombre est désigné par N_{R1} .

Etape 2 : à partir des hypothèses de trafic moyen faites au départ et de la contrainte de limitation de trafic on peut déterminer le nombre minimal de RNC nécessaires à l'écoulement du trafic moyen (N_{R2moy})

Etape 3 : connaissant le trafic moyen par RNC, on peut calculer le pic de trafic à écouler par RNC (fonction de distribution statistique). Il est important de vérifier que la capacité de trafic de RNC considérée suffit à écouler ce trafic de pointe. Sinon, on augmente N_{R2moy} ou bien on envisage une configuration plus grande et l'on calcule un nouveau trafic de pointe par RNC.

Etape 4 : le nombre de RNC requis est N_R ; on prend le maximum de N_{R1} et N_{R2} de pointe

Etapes 5 : connaissant le pic de trafic par RNC, il est possible de calculer le trafic global entrant sur l'interface Iu-b (nombre de STM-1), ainsi que le trafic sortant global sur les interfaces Iu-cs, Iu-ps et Iu-r, puis on vérifie une dernière fois les contraintes de limitations de connectivité.

6. Dimensionnement des interfaces :

6.1. Dimensionnement de l'interface Iu-b :

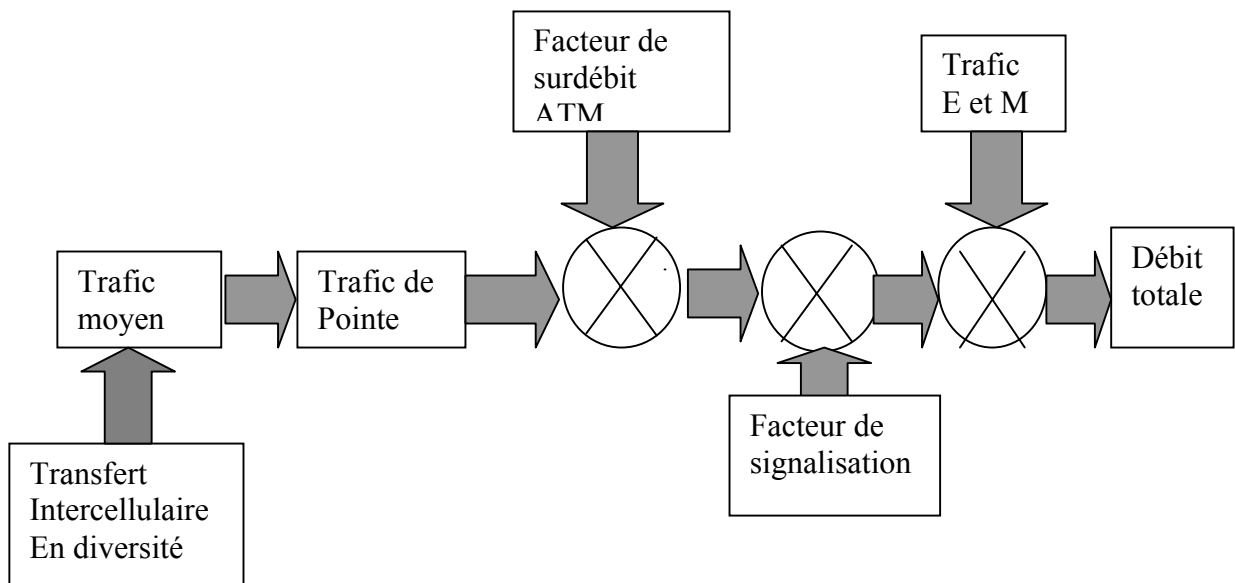


Figure 4.4 Dimensionnement de l'interface Iu-b

On détermine l'interface Iu-b en calculant la capacité de conduit provenant du node B. Ce conduit doit véhiculer :

- Le pic de trafic (concentré), trafic de transfert intercellulaire compris ;
- Les surdébit pour l'ATM et la couche d'adaptation à l'ATM (AAL), la signalisation et l'exploitation et la maintenance (E & M).

Ce processus comporte deux étapes :

Etape1 : il s'agit d'une méthode analytique pour déterminer le pic de trafic globale au niveau de node B ; elle nécessite le paramètre d'entrée suivants : nombre d'utilisateurs du service i (actifs ou non), débit du canal pour le service i , l'intervalle entre arrivées durant une session pour le service i , durée de session pour le service i , facteur d'activité pour le service i , et pourcentage d'utilisateurs en transfert intercellulaire.

Etape2 : les surdébits ATM/AAL, de signalisation et d'E&M sont ensuite ajoutés au pic de trafic calculé à l'étape1.

6.2. Les interfaces Iu-cs et Iu-ps :

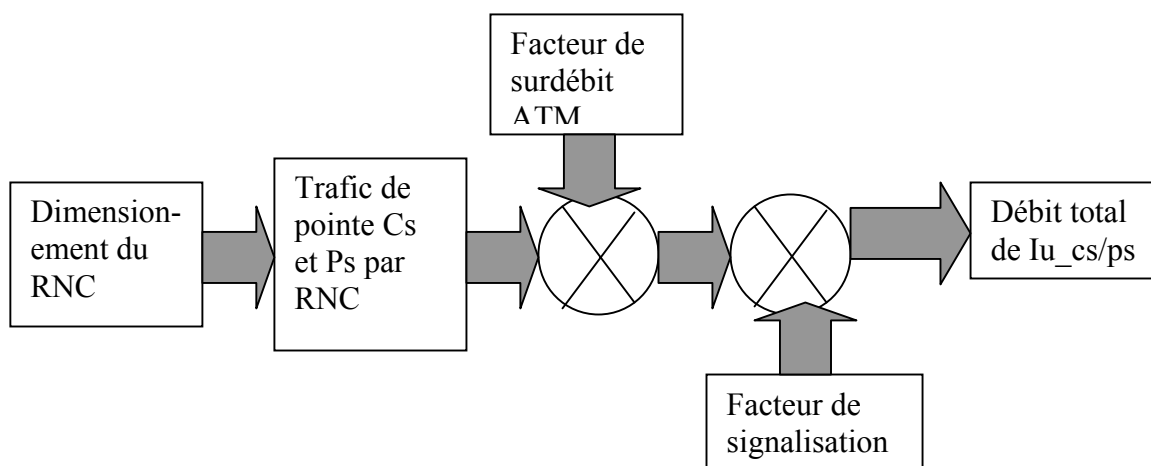


Figure 4.5 Dimensionnement des Interfaces Iu-cs et Iu-ps

Le processus de dimensionnement des interfaces Iu-cs et Iu-ps calcule le débit « pic » pour les flux de trafic à commutation de circuits et à commutation de paquets.

On peut donc déterminer « agrégats » de ces deux flux (Iu-cs et Iu-ps) en ajoutant les surdébits ATM/AAL, de signalisation et d'E&M.

6.3.L'interface Iu-r :

L'interface Iu-r transporte le trafic des usagers en transfert intercellulaire entre deux Nodes B gérés par des RNC différentes. Le trafic Iu-r représente une partie du trafic Iu-b. Il faut tenir compte des marges correspondant aux surdébits ATM/AAL et à la signalisation, comme dans le cas du dimensionnement de l'Iu. La capacité totale nécessaire à l'interface Iu-r est une portion du trafic Iu total.

7.Differentes topologies possibles de réseau d' accès radio :

L'architecture propose une topologie globale pour le réseau d'accès radio, c'est-à-dire qu'elle permet d'identifier l'emplacement des RNC, de définir le type d'interconnexion entre les Nodes B et le RNC (chaîne, étoile, anneau) et, le cas échéant, d'identifier les nœuds de transmission.

Nous envisageons ici plusieurs solutions possibles de transmission qui tiennent compte du trafic UMTS provenant des Nodes B et du trafic GSM provenant des stations de base (BTS). Les Nodes B engendrent un flux de cellules ATM qui sont transposées dans des trames PDH (hiérarchie numérique plésiochrone) ou SDH (hiérarchie numérique synchrone), tandis que le trafic vocal engendré par les BTS est transposé dans des trames E1 structurées en canaux (PDH).

Cas1 :

Le trafic de GSM et le trafic UMTS sont mutiplexés dans un nœud SDH . Le trafic ATM , issu des nodes B et véhiculer sur PDH ou sur SDH , est mutiplexé avec le trafic GSM en provenance des BTS dans nœud SDH (par exemple , un multiplexeur à insertion-extaction).Les flux concentrés (VC SDH) sont véhiculer d' une manière transparente sur la dorsale de transmission SDH.

Cette architecture est recommandée s' il existe déjà des nœud SDH dans le réseau au point de concentration (POC) et si le trafic UMTS total en ce point est très faible (<30 Erlang) et nécessite aucune concentration ATM .

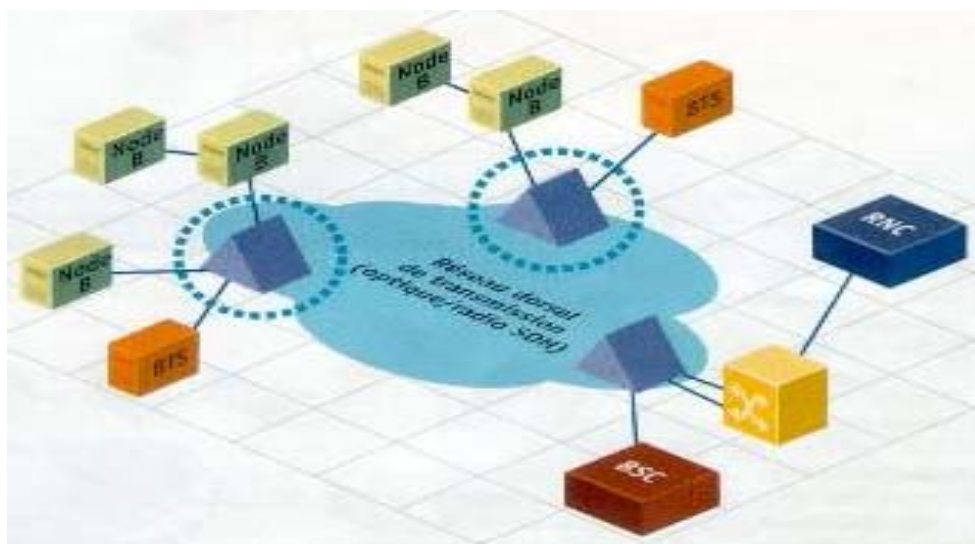


figure4.6 Multiplexage des trafics GSM et UMTS dans un nœud SDH

Cas2 :

Les trafic GSM et UMTS sont concentrés dans un commutateur ATM. Le trafic GSM , adapté dans la couche AAL1(par émulation du mode circuit) et encapsulé dans des cellules ATM , est concentré avec le trafic UMTS issu des Nodes B dans un commutateur ATM. Le flux concentré est ensuite véhiculé par la dorsale de transport . Cela réduit au minimum la bande passante nécessaire dans la dorsale de transmission .

Cette architecture est recommandée s' il existe déjà des nœuds SDH , si le trafic UMTS est très élevé et enfin si le trafic GSM est modéré (quelques Erlang)

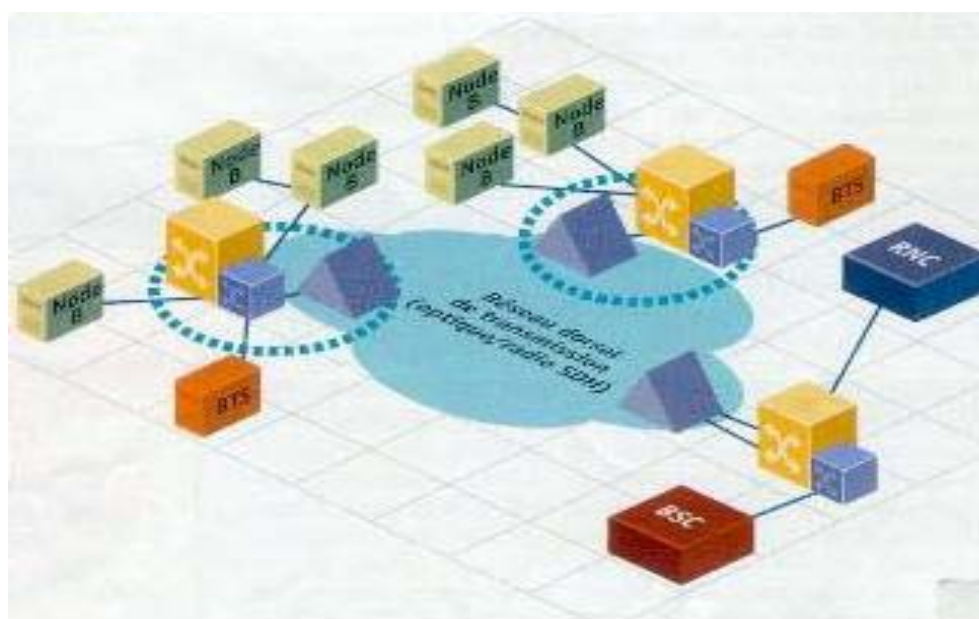
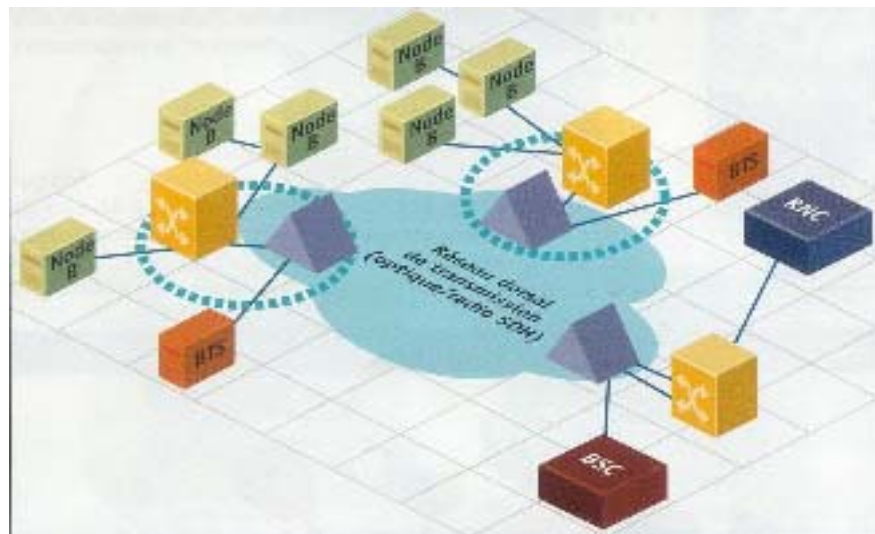


figure 4.7 Concentration ATM des trafics GSM et UMTS

Cas 3 :

Le trafic UMTS (ATM) est concentré dans un commutateur ATM, tandis le trafic GSM est multiplexé dans nœud SDH. Le flux ATM est agrégé est ensuite multiplexé dans un nœud SDH avec le trafic GSM.

Cette architecture est recommandée s'il existe déjà des nœuds SDH, si le trafic UMTS est très élevé et enfin si le trafic est très élevé. Aucune ingénierie ATM n'est nécessaire pour le trafic GSM dans ce cas le trafic GSM est traité indépendamment.



**figure 4.8 Le trafic UMTS concentré dans un commutateur ATM
Le trafic GSM est multiplexé dans un nœuds SDH**

Le dimensionnement est la première étape dans la conception d'un réseau d'accès radio UMTS. Il est important de noter que le processus est très différent du dimensionnement d'un réseau GSM. Les caractéristiques de l'UMTS introduisent une complexité plus grande et rendent la tâche des concepteurs de RAN plus intéressante.

II. Etude du réseau GSM du Grand Tunis :

La norme GSM est introduite en Tunisie depuis 1997 qui a couvert dans un premier temps Grand Tunis et dans un deuxième temps la plupart des régions de la république Tunisienne. Ce réseau a connu un grand succès et il a atteint ses objectifs prédéfinis.

Vu l'extension du réseau GSM tunisien, notre étude se concentrera dans les régions : Kasbah, Belvédère, Ben Arous, Ouardia, Hached.

1. Architecture générale du réseau :

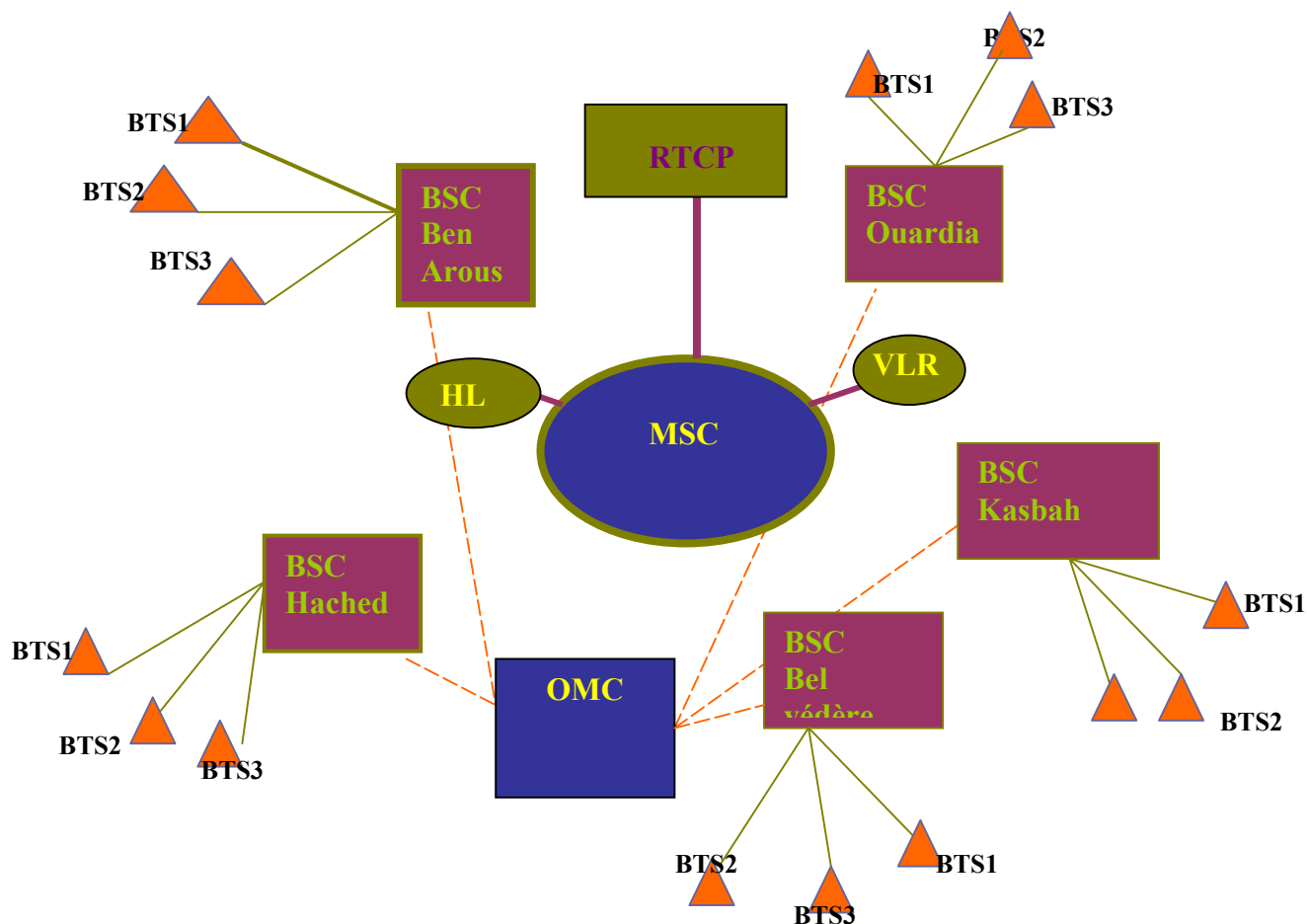


Figure 4.9 Architecture générale du réseau GSM de TUNIS

Le réseau GSM du Grand Tunis est formé par un ensemble de BTS (Evoluim fournis par ALCATTEL) connectés par des liaisons MIC au BSC qui prend en charge la gestion des ressources radio et le contrôle de puissance. Ces BSCs sont reliées à un centre d'exploitation et de maintenance via le réseau X25 de TUNIPAC.

Sites	Secteurs	BCCH	TRX
Ouardia 1	1	18	3
Ouardia 2	2	15	3
Belvédère 1	1	5	6
Belvédère 2	2	12	6
Belvédère 3	3	18	6
Ben Arous 1	1	6	6
Ben Arous 2	2	3	1

Ben Arous 3	3	12	1
Hached 1	1	10	1
Hached 2	2	3	1
Hached 3	3	8	1
Kasbah 1	1	9	1
Kasbah 2	2	5	1
Kasbah 3	3	11	1

Tableau 4.1: Liste et caractéristiques des sites étudiés

La configuration des BSC est déterminée par le fournisseur des équipements (ALCATEL, ERICSSON, SAT, etc...). Cette configuration de BSC nous fournit le nombre de BTS à gérer et le trafic total.

Dans le réseau étudié on a cinq BSC dans des régions différentes.

BSC	Trafic	Interface	Nombre de MIC
Kasbah	154,5	188 Circuits de données 2 Circuits de signalisation	7
Ouardia	100,5	134 Circuits de données 2 Circuits de signalisation	5
Ben Arous	100,5	134 Circuits de données 2 Circuits de signalisation	5
Hached	172,5	162 Circuits de données 2 Circuits de signalisation	7
Belvédère	154,5	188 Circuits de données 2 Circuits de signalisation	7

Tableau 4.2 Liste des BSC de la zone d'étude

2. Evolution d'abonnés GSM :

Année	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Nb d'abonné	6000	14000	29000	37000	49950	56000

Tableau 4.3 évolution du nombre d'abonnés par année

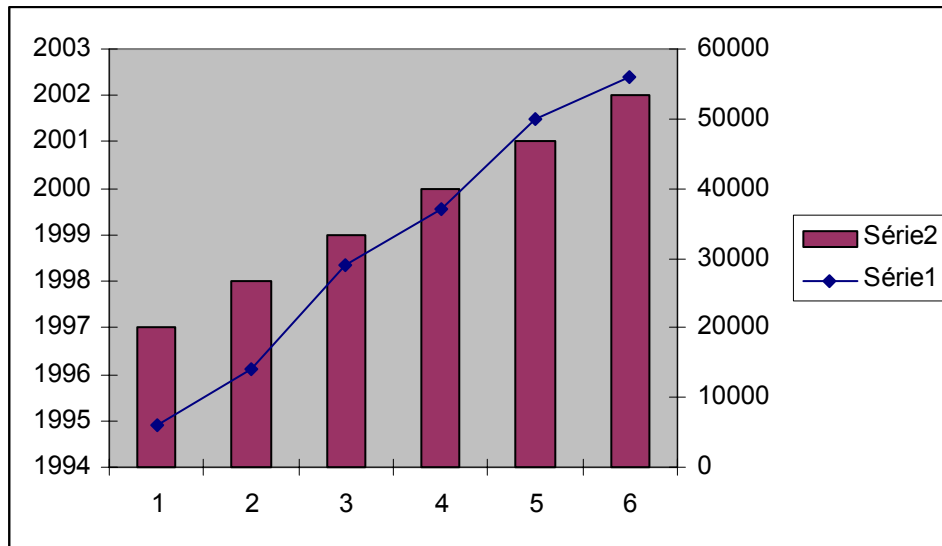


diagramme 4.1 évolution du nombre d'abonnés dans le réseau GSM tunisien

3. Insuffisance du réseau GSM :

De nos jours, l'ancienne prévision de la capacité du réseau GSM se trouve insuffisante à cause de la croissance en nombre d'abonnés qui a évolué et atteint les limites jusqu'au saturation et surcharge du réseau. En plus des services de parole, on a introduit les services de messages courts qui a connu un grand succès et qui montre que les abonnés ont tendances d'avoir des services de transmission de données.

Tunisie Télécom jouisse maintenant d'une excellente rentabilité du réseau GSM et se trouvera fortement motivée par l'UMTS qui est considéré comme étape logique du développement de la technologie de son réseau.

III. Dimensionnement d'un réseau UMTS expérimental en Grand Tunis :

1. Dimensionnement du node B :

Hypothèses de dimensionnement :

- Tous les nodes B ont les mêmes caractéristiques.
- On aura que des node B tri-sectoriels reliés à un seul motif.
- Le trafic est de 39 Erlang par secteur.
- Le trafic apporté par le soft Handover est de 9 Erlang.

Calculons alors le nombre de canaux du node B :

On peut calculer le nombre de canaux par node B si le trafic en Erlang, le besoin de canaux de contrôles et le nombre d'utilisateurs en soft Handover sont connus. Le calcul est basé sur des tables d'Erlang qui nous fournissent le nombre des canaux nécessaires pour donner une probabilité de blocage et de trafic offert.

En plus de trafic des canaux qui peut être déterminé par des calculs de capacité, aussi les canaux de contrôles communs (CCCH) sur le lien descendant et les canaux d'accès sur le lien montant nous fournissent le nombre de canaux nécessaires.

Chaque porteuse WCDMA nécessite un pilote et au moyen un canal de contrôle commun qui est constitué d'un canal de paging, un canal de synchronisation et un canal de diffusion (BCCH). Dans le lien montant le nombre de canaux d'accès dépend en quelques accès disponibles et le besoin en temps de synchronisation. Le nombre des canaux additionné par le soft handover dépend du type du soft handover. Deux chemins soft handover nécessitent deux canaux, trois chemins de soft handover nécessitent trois canaux.

Comme nous avons dit au préalable le nombre d'utilisateurs pour le soft handover dépend de l'environnement radio et la configuration des antennes et peut être déduit suite à des simulations et des champs de mesures. Le processus de calcul est le suivant :

Une node B avec une fréquence CDMA et 3 secteurs et reliée à un seul motif avec une distribution des canaux, le trafic obtenu par secteur est 39 Erlang incluant un trafic de soft handover de 9 Erlang. Cependant, le trafic total de node B est $3 \times 39 = 117$ Erlang. Pour un taux de blocage de 2% le total des éléments canaux nécessaires par motif est 130 ou 43.3 par secteur. En addition, un seul canal est nécessaire pour un canal pilote et pour les CCCH dans le lien descendant. Dans le lien montant, un canal est assumé pour un canal d'accès. Cependant, le nombre total des canaux par secteur est 46.

Sans un trafic soft handover additionnel le nombre nécessaire des canaux pour le trafic total sera de 34,3. Le nombre de additionnel des canaux dû au soft handover est 26,22% qui est moins de 30% de trafic de pointe et dû aussi à l'effet Erlang s'il n'y a pas de polarité entre secteurs, le nombre des canaux nécessaires pour le trafic est de 47 le regroupement diminue le nombre des canaux de 12 % pour des services hauts débit. On a 8 Erlang par secteur est 31,2 Erlang par site supportant 30 % de trafic de pointe dû au soft handover donc le nombre des canaux est de $41/3 = 13,7$. Le trafic soft handover additionnel ($33/3 = 11$ Erlang) est partagé sur 8 canaux.

	Voix 8 Kp/s	Données 144 Kbp/s
Secteur/ Erlang	30 Erlang	8 Erlang
Taux de soft handover	30 %	30%
Nombre de canaux / secteur	44	14
Canaux pour pilote et CCH	2	2
Trafic total (Erlang)	117 Erlang	31,2 Erlang
Nombre total des canaux	46	46

Tableau 4.4 Résultats du dimensionnement du Node B

En suivant ce processus de dimensionnement et en se basant sur des données concernant le trafic GSM, on a pu estimer qu'il nous faut 18 Nodes B pour couvrir la zone de Grand Tunis. Puisque notre zone est urbaine à forte densité de trafic, donc les Nodes B seront tri-sectoriels avec une, ou deux ou trois.

ZONE	NODE B	Configuration
Ouerdia	NB1	S222
	NB2	S222
	NB3	S111
Belvédère	NB4	S333
	NB5	S333
	NB6	S222
	NB7	S222
Ben Arous	NB8	S111
	NB9	S111
	NB10	S111
Hached	NB11	S333
	NB12	S333
	NB13	S333
	NB14	S222
Kasbah	NB15	S222
	NB16	S222
	NB17	S222
	NB18	S111

Tableau 4.5 Résultats de dimensionnement des Nodes B couvrant Grand Tunis

S333: Sites à 3 secteurs avec 3 porteuses par secteur

S222: Sites à 3 secteurs avec 2 porteuses par secteur

S111: Sites à 3 secteurs avec 1 porteuse par secteur

2 Dimensionnement du RNC :

Le nombre du RNC se base sur sa configuration et de sa capacité maximal de traitement de trafic définie par les vendeurs . pour notre on va supposer qu' un RNC peut gérer au maximum 3 Nodes B.

N : Nombre minimal de RNC nécessaires pour l'écoulement de trafic de Grand Tunis .

$$N = (\text{nbre total des nodes B} / \text{nbre maximal du node B par RNC}) = 18/3 = 6$$

3 Dimensionnement des Interfaces (Iucs+ Iups) :

Il existe 3 configurations (débit) possible de la liaison entre les RNC et le centre de commutation :

- Une liaison à 30 Mbit/s
- Une liaison à 50 Mbit/s
- Une liaison à 70 Mbit/s

Pour notre cas s' agit d' un réseau expérimental couvrant Grand Tunis on prendra un débit de 30 Mbit/s et que le trafic de ce réseau est faible pendant cette phase de test.

Vu l' existence de la boucle SDH reliant les point de concentration (POC) [Kasbah , Belvédère, Ouerdia , Ben arous , Hached]. Et le trafic de ce réseau expérimental est inférieure à 30 Erlang on a considéré le premier cas des topologies des RAN expliqué dans la partie précédente. Dans la partie qui suit on s' intéressera à l' étude de la boucle SDH de Grand Tunis.

IV. Boucle SDH

Le réseau de transmission constitue le backbone de transmission National de Tunisie Telecom. Celui-ci se compose de 9 boucles chacune constituée d'un à six anneaux SDH STM-16 à base de WS_ADM16/1.

Les boucles 1 à 3 utilisent des équipements DWDM OLS-80G, une seule paire de fibre optique étant disponible sur les différentes sections. Le trafic à transporter se compose de trafic intra boucle (échangé au sein d' une même boucle) et inter-boucles (échangé entre 2 anneaux distincts et pouvant être transféré via d' autres anneaux).

Boucle SDH

La boucle SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*) a été définie par L'UITT pour répondre aux besoins des nouveaux services comme les services à large bande et débits élevés, à la demande croissante de la capacité de transmission et à des besoins économiques comme le coût d'équipement et de maintenance.

Les avantages du réseau SDH de grand Tunis

Le réseau SDH présente les avantages suivants :

- Un basculement automatique vers le sens secours en cas de dérangement au niveau de la boucle régionale.
- Transmission optique .
- Accès direct aux canaux affluents sans multiplexage successif.
- La fonction démultiplexage et terminal de ligne dans le même équipement.
- Facilité de construction des réseaux.
- Même horloge de synchronisation pour les cinq centres.

La boucle SDH Grand Tunis relie cinq centraux différents : CTN Bélvédère, CTN Kasba, CTN Hached, CTN Ouardia et CTN Ben arous.

Le centre de transmission numérique Belvédère est interconnecté dans cette boucle à travers CTN Kasba dans la direction Est et par CTN Hached dans la direction Ouest.

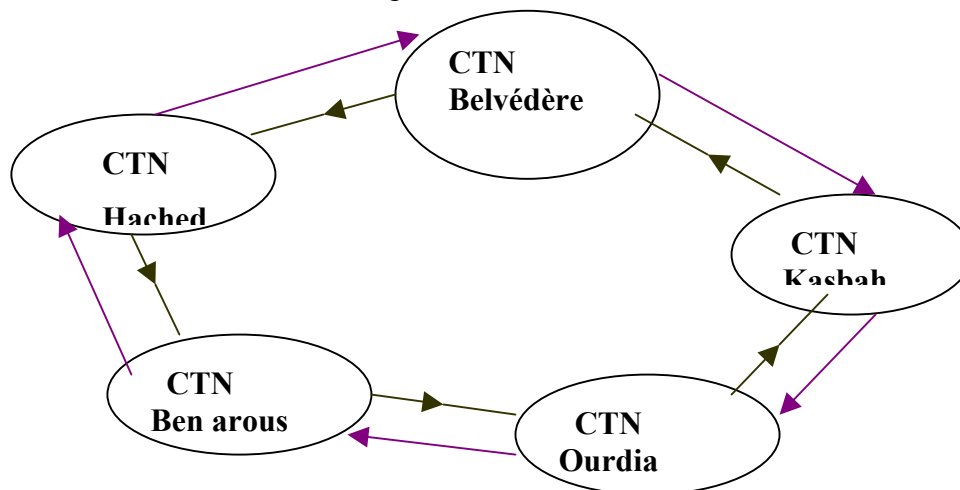


Figure 4.10 Boucle SDH de Tunis

Description de la boucle 1 du grand Tunis

Cette boucle se compose de 6 anneaux logiques et utilise des équipements DWDM OLS-80G.

Elle comporte 9 stations avec possibilités d'insertion/extraction qui sont nommément BARDO, BELVEDERE, ARIANA, MARSA, HACHED, BEN AROUS, OUARDIA et KASBAH-MIC.

Les anneaux #1-1 à #1-3 transportent du trafic intra-boucle et ne sont donc connectés à aucun anneau d'autres boucles.

L'anneau #1-1 transporte du trafic 2 Mb intra-boucle.

L'anneau #1-2 transporte du trafic 32 Mb intra-boucle.

L'anneau #1-3 transporte du trafic 140Mb/STM-1 intra boucle.

L'anneau # 1-4 transporte du trafic 2 Mb inter-boucle+ les trafics intra-boucle 2 Mb entre Bardo-Menzah, Benarous-Hached, Ben arous-Ouardia, Hached-Marsa.

L'anneau #1-5 transporte du trafic 34 Mb inter-boucle+ les trafics intra boucle 34 Mb entre Ben arous—Hached, Ariana-Belvédère, Kasba-Ouardia, Ouardia-Hached.

L'anneau # 1-6 transporte du trafic 140 Mb/STM-1 inter-boucle+les trafics intra boucle 140 Mb/STM-1 entre Ariana-Bellevédère.

V. Architecture de réseau expérimental couvrant Grand Tunis :

Dans cette partie nous avons proposé une conception d' un réseau expérimental couvrant Grand Tunis qui doit être ajusté par des mesures sur le champ. Nous avons aussi proposé l' existence du réseau GPRS qui est un projet en cours de développement par Ericsson qui va introduire des nouveaux services dans la gamme de services offerte par Tunisie télécoms au usager des téléphone portables . Des modifications doivent être réalisées sur le commutateur paquet (SGGN) et le commutateur circuit (MSC) pour s' adapter aux nouvelles fonctionnalités de réseau UMTS . Les bases de données (HLR et VLR) doivent subir des modifications pour s' adapter aux nouvelles droits des abonnés

Architecture de réseau proposée

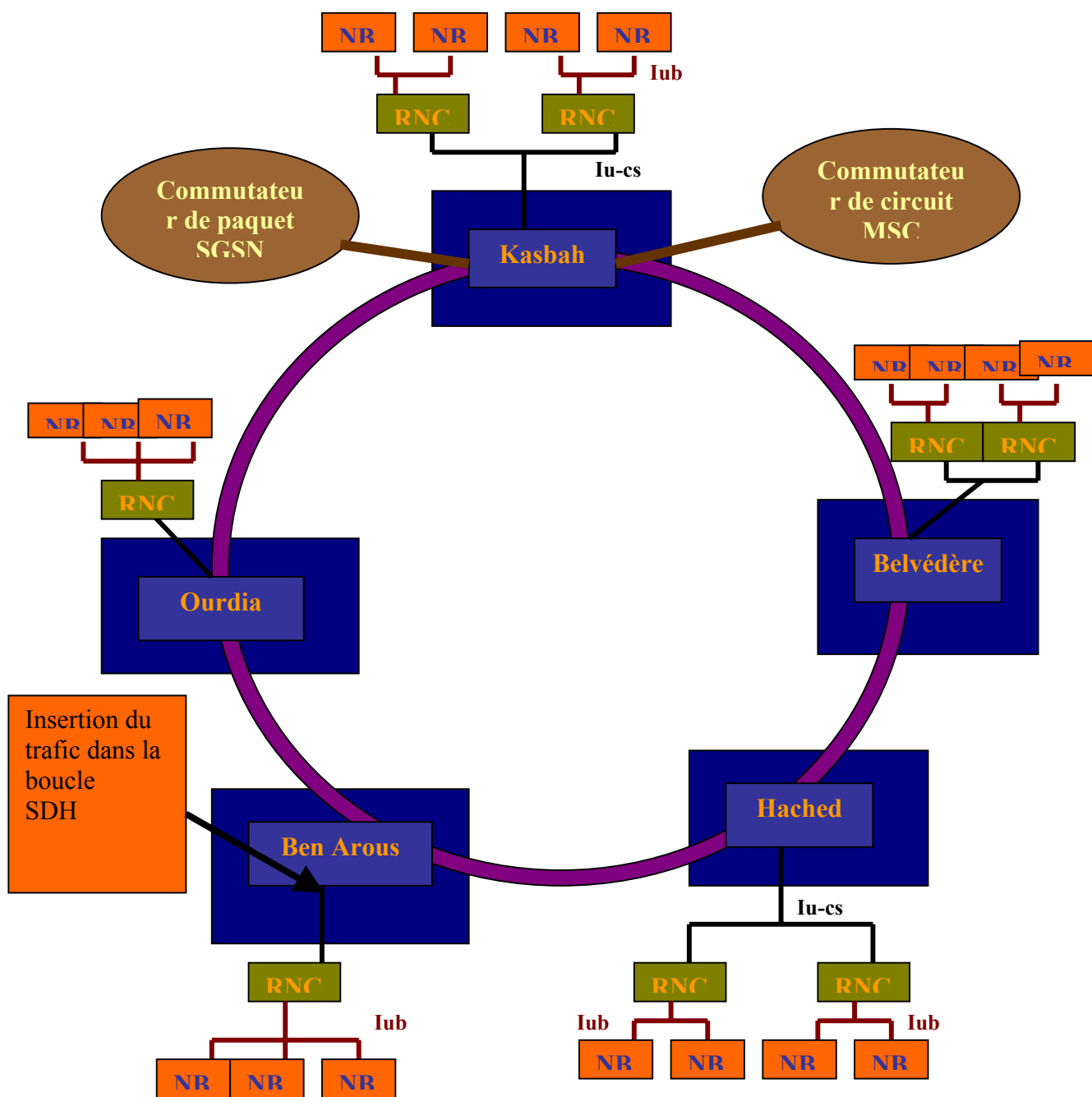


Figure 4.11 Architecture du réseau UMTS proposée

VI. Contraintes et faveurs de la faisabilité

UMTS devant être introduit comme une évolution du GSM avec des terminaux bi-modes et une possibilité de repli sur les services GSM dans les zones non encore couvertes en UMTS, il bénéficiera entièrement de la dynamique GSM: couverture étendue et offre de terminaux très compétitive. Comme le GSM avec GPRS permettra l'accès à l'Internet en mode paquet, donc une possibilité de connexion permanente, mais à des vitesses plus élevées. Les applications développées sur GPRS pourront migrer sur UMTS sans solution de continuité. Ce qui va faciliter sa faisabilité.

Mais il reste des contraintes qu'on peut citer les suivants:

- . incertitudes sur la date possible d'ouverture des services, 2002 pour les plus optimistes, plus vraisemblablement 2003 ou 2004, de même que sur la rapidité de déploiement de la couverture;
- . efforts de développement importants à fournir par les équipementiers;
- . efforts financiers importants à fournir par les opérateurs, même s'ils sont déjà opérateurs GSM.

-pour le cas de la Tunisie, le réseau de paquets le GPRS n'est pas encore installé alors qu'on a besoin de ce réseau pour acheminer les données du réseau UMTS.

-il se trouve que le réseau UMTS est de faible notoriété chez les tunisiens

De plus, il apparaît que l'intérêt porté à l'UMTS est limité, en raison de la forte méconnaissance de cette technologie révélée par l'enquête. Donc l'intérêt pour l'UMTS reste encore limité.

CONCLUSION

Dans ce chapitre nous avons vu la procédure de dimensionnement d'un réseau UMTS et nous avons proposé une solution de dimensionnement et une topologie du réseau cellulaire Tunisien de troisième génération.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Notre projet de fin d'études vise à étudier l'opportunité et la faisabilité d'un réseau UMTS chez Tunisie Télécoms.

Nous avons consacré une grande partie de ce rapport à étudier de manière détaillée le système UMTS, cette étape nous a permis de dégager des points importants de ce dernier afin de tenir compte de tous les détails dans notre étude de faisabilité.

Pour aboutir à une solution satisfaisante nous avons adopté pour le scénario d'évolution une méthodologie à base rigide est celle de la planification et le dimensionnement d'un réseau cellulaire.

Ce projet nous a permis de voir de près les enjeux et les préoccupations d'une grande entreprise soucieuse de sa réputation dans un cadre d'une rude concurrence. Et les étapes de préparations pour un nouveau marché qu'est celui de l'UMTS

Cette étude que nous avons fait nous a permis

- De connaître une nouvelle technologie qui est de faible notoriété pour la plupart.
- D'approfondir nos connaissances.
- D'acquérir de l'expérience, qui sera certainement très utile pour bien entamer la carrière professionnelle future.

Nous tenons à préciser que tous nos pas de progression actuels et futurs ne sont que la résultante de la bonne et efficace pédagogie entretenue par notre fabuleux Institut et la bonne surveillance de son staff soit en professeurs ou en personnels administratifs.

Nous ne revendiquons pas que notre travail n'est qu'un début et nous pouvons l'enrichir d'avantage en signalant le problème l'attribution des licences qui sera indispensable prochainement.

BIBLIOGRAPHIE

- « Les réseaux radiomobiles » sous la direction de Xavier Lagrange, HERMES Science Europe Ltd,2000.
- « WIDEBAND CDMA FOR THIRD GENERATION MOBILE COMMUNICATION » auteur Tero Ojanperä, éditeurs Tero Ojanperä et Ramjee Parasad,1998.
- « Third Generation Mobile Telecommunication Systems, UMTS and IMT-2000 » Peter Stavroulakis(ed),2001.
- “Etude d’implémentation d’un réseau GSM en TUNISIE” rapport de projet de fin d’études par Elj Naceur,94-95.
- « Dimensionnement d’un récepteur radiomobile selon la norme UMTS », rapport de projet de fin d’études Fatma Kharrat,00-01.
- « Interface radiomobile CDMA cas de l’IS-95 et l’UMTS » par Thouraya Dkil et Ayda Jebari,00-01.
- « Application des algorithmes génétiques pour la résolution des problèmes d’allocation de fréquences dans un réseau cellulaire », par Rim Hadded Trigui, 00-01.
- Revue des télécommunications d’ALCATEL 2001.
- Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) Protocols and Protocol Testing<http://www.iec.org/online/tutorials> Copyright © 2001 International Engineering Consortium.
- [http:// www. Art.org](http://www.Art.org). ©Autorité de régulation des télécommunications - Décembre 2001.
- Report n°13 “structuring the service and Revenue opportunities”du Forum d’UMTS.

Etude de Faisabilité d'un réseau UMTS expérimental

Elaboré par :Zayani Samia & Essalmi Salemi
Techniciens supérieurs en Télécommunications promotion Février 2002

Résumé

L'assidu projet porte sur l'opportunité et la faisabilité d'un réseau expérimental chez Tunisie Télécoms

Il se récapitule aux étapes de la méthodologie Merise :

Etude approfondie sur la troisième génération bien évidemment sur les aspects techniques et un suivi du scénarios d'évolution GSM /UMTS.Des phases spéciaux sont placés dans la définition de faisabilité du réseau UMTS en Tunis. Une planification ,une Prédiction et un dimensionnement sont nécessaires pour une proposition d'une solution d'architecture. Donc ce projet sera un guide pour les lecteurs en référence de dimensionnement comme étant une première étape dans la conception d'un réseau d'accès radio UMTS.

Mots

étalement de spectre, soft Handover, couverture radio, trafic , qualité de services, dimensionnement.