

INTRODUCTION GENERALE9

PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL.....10

1 . NOKIA SIEMENS NETWORKS :10

2 . NSN MAROC :10

3 . ORGANISATION DE NSN :10

CHAPITRE 1 : GESTION DE PROJET.....12

1-CAHIER DE CHARGE (CDC).....12

2-STRATEGIES D'EXECUTION DE PROJET PDP13

 2.1 .Partie étude technique.....13

 2.2.-Partie Réalisation.....13

3-LES TACHES ET LES RESPONSABILITES13

 3.1-Structuration des tâches WBS :(work breakdown structure).....13

 3.2-Structuration de l'équipe du projet OBS (organisation breakdown structure)13

CHAPITRE 2 : GENERALITES SUR LA RELEASE 414

1.RAPPEL SUR LES RESEAUX MOBILES14

 1.1 Le réseau GSM.....14

 1.2 Le réseau GPRS15

 1.4 Le réseau UMTS.....16

 1. 1.4.1 Le réseau d'accès17

2 .EVOLUTION DE L'UMTS20

 2.1 UMTS Release 99(Release 3).....20

 2.2 UMTS Release 4.....21

 2. 2.2.1 Interfaces de la Release 4.....22

 3. 2.2.2 Les avantages de la Release 423

CHAPITRE 3 : LA SOLUTION RELEASE 4 DE NSN.....24

1. LE MEDIA GATEWAY (MGW) DE NSN.....25

 1.1 Le rôle de MGW dans la Release 4.....26

 1.2 L'architecture de MGW27

 1.3 Les fonctions de MGW27

2. LE MSC SERVER (MSS) DE NSN29

 2.1 Le rôle de MSC Server dans la Release 429

 2.2 Les versions de MSC Server de NSN.....30

 4. 2.2.2 Le MSSu30

 5.....30

 6.....30

 7. 2.2.3 Le Gateway Control Server(GCS)30

 2.3 L'architecture de MSS.....31

 2.4 Les unités fonctionnelles de MSS33

3. LE HLR DE NSN.....33

 3.1 Le rôle de HLR dans la Release 4.....33

 3.2 L'architecture de HLR de NSN34

 8. 3.2.1 Cartridges35

 9. 3.2.2 plug-in units36

CHAPITRE 4 : LA SIGNALISATION DANS LA RELEASE 4.....38

1. LA SIGNALISATION SS738

 1.1 Les modes de signalisation.....39

 1.3 La pile protocolaire de la signalisation SS7.....41

| | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 10. | 1.3.1 MTP (Message Transfer Part)..... | 42 |
| | <i>1.3.2 Les protocoles de sous-système utilisateur</i> | 43 |
| | 1.3.2.1 Le protocole SCCP (Signaling Connection Controlling Part)..... | 43 |
| | 1.3.2.2 TUP (Telephone User Part)..... | 44 |
| | 1.3.2.3 ISUP (ISDN User Part)..... | 45 |
| | 11..... | 46 |
| | 12..... | 46 |
| 13. | 1.3.3 Le sous-système applicatif dans la spécification GSM..... | 47 |
| | 1.3.3.1 BSSAP (Base Station Subsystem Application Part) | 47 |
| | <i>Le protocole BSSAP est chargé de transfert des messages GSM entre le MSC et le BSC et entre le MSC et la station mobile. BSSAP peut être divisé en deux sous-parties : DTAP et BSSMAP</i> | 47 |
| | 1.3.3.2 MAP (Mobile Application Part)..... | 48 |
| | → Les interfaces MAP : | 48 |
| | 1.3.3.3 INAP /Camel..... | 50 |
| 14. | 1.3.4 Les nouveaux protocoles pour le SCN Release 4 | 50 |
| | 1.3.4.1 RANAP (Radio Access Network Application Part) | 51 |
| | 1.3.4.2 H.248/MEGACO (Media Gateway Control Protocol)..... | 51 |
| | 1.3.3.4 SIP (Session Initiation Protocol) & BICC(Bearer Independent Call Control)..... | 52 |
| | → SIP : | 52 |
| | → BICC : | 52 |
| 2. | LE MODELE SIGTRAN..... | 52 |
| | <i>2.1 La pile protocolaire de SIGTRAN</i> | 53 |
| 15. | 2.1.1 La couche M3UA..... | 53 |
| 16. | 1.3.1Stream Control Transmission Protocol (SCTP)..... | 54 |
| | <i>Conclusion :</i> | 55 |
| CHAPITRE 5: INTEGRATION DE LA SIGNALISATION SS7 SIGTRAN DANS LE DOMAINE CS DE NSN | | 55 |
| 1. | LA SIGNALISATION SS7 SUR TDM..... | 55 |
| | <i>1.1 Liaison MIC</i> | 56 |
| | <i>1.2 Types de signalisation</i> | 57 |
| | <i>1.3 Configuration des liaisons de signalisation SS7 sur TDM</i> | 58 |
| | 1.3.1 Configuration de MTP1 | 58 |
| | 1.3.2.Outil de configuration les liens de signalisation | 58 |
| | 1.3.3 Configuration de MTP2 | 62 |
| | 1.3.3.1 Solution 1: LOW SPEED LINK (LSL) | 63 |
| | 1.3.3.2 Solution 2: HIGH SPEED LINK (HSL)..... | 65 |
| | 1.3.4 Configuration de MTP3 | 66 |
| | <i>1.3.Configuration des liens de SIGTRAN</i> | 68 |
| 17. | 1.4.1. Configuration de la connectivité IP..... | 69 |
| 18. | 1.4.1Configuration de SCTP :..... | 70 |
| | 1.4.1. Configuration de signaling link set IP et route set de M3UA : | 73 |
| | <i>1.4 .Les avantages de SIGTRAN par rapport à TDM</i> | 74 |
| | <i>Conclusion :</i> | 75 |
| CONCLUSION GENERALE | | 75 |
| LISTE DES FIGURES : | | 76 |
| LISTE DES TABLEAUX : | | 78 |
| BIBLIOGRAPHIE | | 79 |
| GLOSSAIRE | | 80 |

Introduction générale

Depuis le début des années 1990, les services de communication cellulaires connaissent un développement sans précédent, rendu possible par l'existence de technologies dites de seconde génération (2G) (GSM) comme étant l'une des technologies la plus populaire.

Afin de permettre la création de nouveaux services et d'offrir aux usagers une véritable itinérance à l'échelle mondiale, il s'avère nécessaire d'effectuer un saut technologique vers les réseaux cellulaires de 3^{ème} génération (3G).

C'est ainsi que plusieurs partenaires (équipementiers et opérateurs de télécommunication) travaillent depuis plusieurs années pour définir la technologie future, en essayant de concilier la définition de nouveaux services (l'Internet sans fil de qualité, le multimédia...) et la nécessité d'assurer une transition aussi douce que possible vers une nouvelle génération (l'UMTS) pour les usagers et les opérateurs de réseaux.

Depuis janvier 1999, le 3GPP (3rd Generation Partnership Project), en charge de la définition de la norme UMTS, en concentrant tous les efforts possibles afin de produire un travail important qui s'est concrétisé par plusieurs dizaines de milliers de pages de spécifications réparties sur plus de 300 documents.

La norme de 3^{ème} génération assure une certaine compatibilité avec les systèmes existants, afin de permettre aux opérateurs de la technologie de la 2G de pérenniser leurs investissements et d'assurer ainsi aux utilisateurs une continuité de service lors de la migration vers cette nouvelle technologie. La compatibilité de l'UMTS avec le GSM comprend deux aspects suivants, la compatibilité en termes de services offerts à l'utilisateur et la transparence du réseau vis-à-vis de l'utilisateur.

La norme UMTS est rédigée par l'organisme d'étendue mondiale 3GPP et normalisée au niveau de chaque continent. La plupart des équipementiers ont basé leur première implémentation de l'UMTS sur la version Release 99 (Release 3) qui a également été plébiscitée par les opérateurs de réseaux mobiles de troisième génération. Dans la Release 4, le 3GPP a fait évoluer le réseau cœur circuit vers le NGN puis a introduit, en Release 5, le nouveau domaine IMS caractérisé par la signalisation SIP alors que du point de vue de l'interface radio, il offrait le «haut débit mobile» avec le HSDPA. Par ailleurs, en Release 6, l'UMTS se voit doté des fonctionnalités HSUP. Le 3GPP finalise le développement de la 7^{ème} version de l'UMTS (la Release 7) et travaille déjà sur «l'après 3G» avec l'évolution à long terme de l'UMTS (LTE).

L'objectif de ce travail est d'étudier en détail la solution proposée par NSN pour le domaine de la commutation de circuit du réseau cœur qui s'appuie essentiellement sur les spécifications de la 4^{ème} génération de 3GPP et de faire une étude sur l'intégration des liens de signalisation SS7 basé sur TDM et IP.

Le présent rapport est organisé en cinq chapitres. Le premier chapitre consiste à définir le grand axes du projet tel que le cahier de charge, la stratégie d'exécution de projet et les tâches et les responsabilités. Le deuxième chapitre est consacré à une brève description des réseaux mobiles (GSM, GPRS, EDGE et UMTS) en citant les changements et les avantages majeurs du passage d'une norme à une autre. Dans ce chapitre nous traiterons également en détail le réseau UMTS (3G) en présentant son architecture globale composée d'un réseau d'accès UTRAN et d'un réseau cœur CN avec une étude détaillée des domaines CS et PS, nous rappelons ensuite l'évolution du réseau UMTS surtout à travers ses deux premières versions: Release 99 et Release 4, puis nous présentons les avantages du domaine CS de la R4. Nous introduisons dans le troisième chapitre la solution Release 4 de NSN au niveau du domaine CS ainsi que le rôle et l'architecture des entités impliquées dans

cette solution, qui sont MGW (Media Gateway) responsable de l'adaptation, le MSC Server (Mobile-services Switching Center) responsable du contrôle et le HLR (Home Location Register) où sont stockés les données pour les utilisateurs GSM, GPRS et UMTS. Ce chapitre introduit également les différentes interfaces et fonctions supportées par les entités en question. Quant au quatrième chapitre, il est consacré à une étude détaillée du réseau sémaphore n°7 (SS7) ainsi que la pile protocolaire constituant ce réseau. Ce chapitre précisera par la suite les différents protocoles de la signalisation circulant dans le réseau GSM/UMTS et les nouveaux protocoles introduits par la partie CS de la Rel.4, et enfin une étude détaillée de la solution SIGTRAN (Signaling transport over IP), il s'agit de transporter d'une manière fiable la signalisation sur un backbone IP dans le réseau CN de la Rel.4. Finalement, le cinquième chapitre sera divisé en deux grandes parties, il est consacré à la procédure d'intégration de la signalisation SS7 sur TDM et IP. La première partie traite de la configuration des liens de la signalisation SS7 sur TDM (Time Division Multiplexing) dans le réseau cœur, et plus précisément au niveau de l'interface D (entre le HLR et le MSS). L'intégration des liens TDM avec les solutions LSL (Low Speed Link) et HSL (High Speed Link) consiste en la configuration des 3 couches basses MTP (Message Transfer Part). La deuxième partie est consacrée à la migration vers la signalisation sur IP ou SIGTRAN (Signaling Transport over IP) en présentant la procédure de configuration de SIGTRAN entre le HLR et le MSS qui implique la configuration de IP, SCTP et M3UA.

Une conclusion générale résumera notre travail et fournit également quelques perspectives en relations avec les nouveautés de ladite technologie (SIGTRAN). Nous notons que certaines informations jugées confidentielles par l'organisme NSN ne figureront pas sur ce document.

Présentation de l'organisme d'accueil

1. Nokia Siemens Networks :

Nokia est un leader mondial des télécommunications mobiles, et joue un rôle primordial dans la croissance et l'épanouissement de l'industrie de la mobilité. Nokia enrichit la vie quotidienne des utilisateurs et accroît la productivité des entreprises en fournissant des produits sécurisés et simples à utiliser.

2. NSN Maroc :

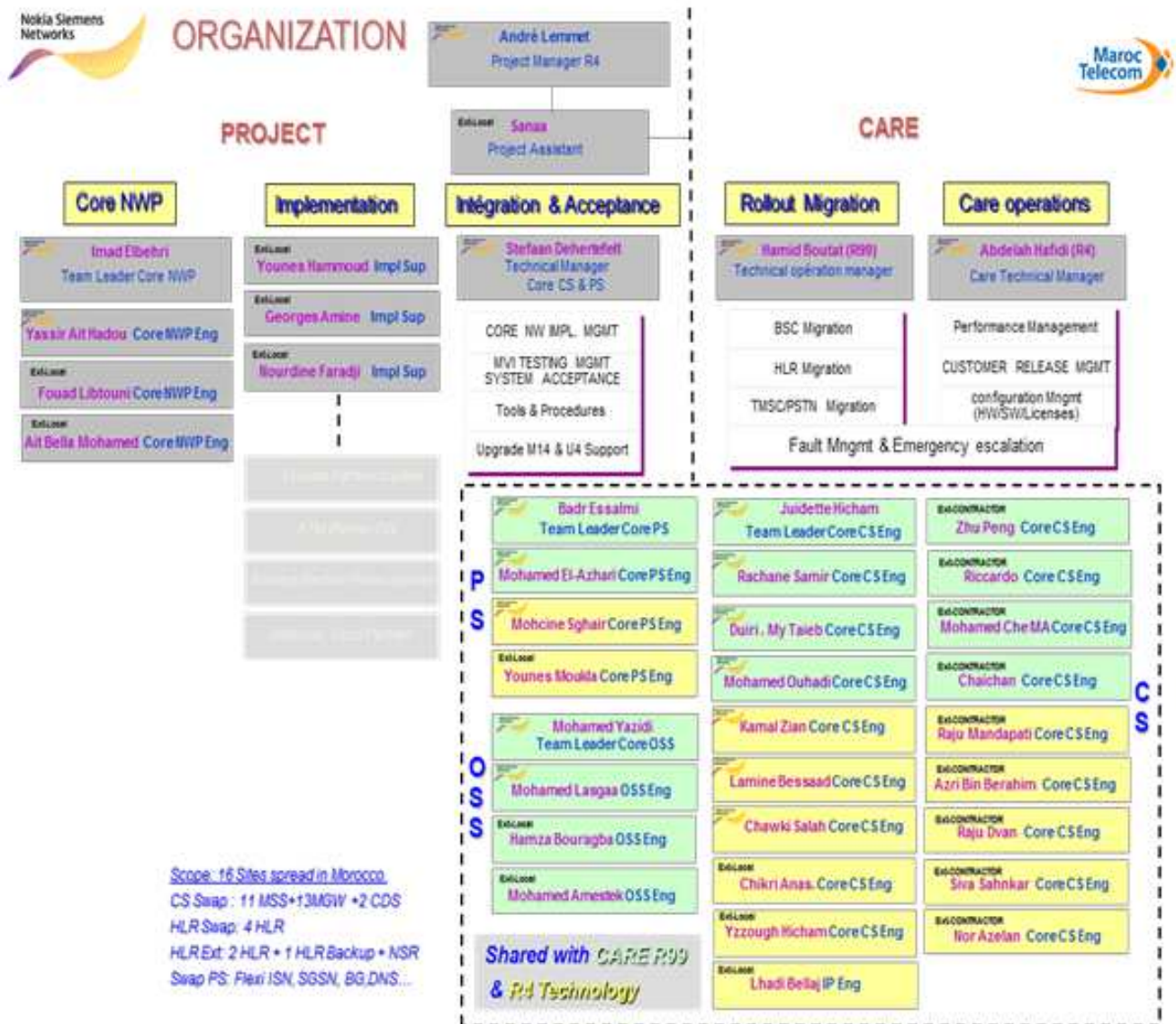
Nokia Siemens Networks Maroc fait partie de Nokia Siemens Networks Business Group, et collabore étroitement avec Maroc Telecom, premier opérateur mobile au Maroc. NSN Maroc fournit, principalement, à son client Maroc Telecom, les équipements du réseau radio GSM ainsi que les prestations de services associés qui sont :

- ❖ Recherche et négociation des sites géographiques où ces équipements seront installés, pour les projets clés en main totales.
- ❖ Constructions et implémentation d'infrastructures GSM pour les projets clés en main totales et partielles.
- ❖ Test et entretien de la qualité de service réseau pour les contrats d'optimisation radio.
- ❖ Redéploiement d'équipements.

3. Organisation de NSN :

Organisée sur plusieurs départements :

- Département Core CS
- Département Core PS
- Département IP
- Département IN
- Départements Radio.
- GPRS



Chapitre 1 : Gestion de projet

1-Cahier de charge (CDC)

Dans le but d'augmenter le débit offert par le réseau mobile actuel ce projet consiste à ;

- travailler sur des cartes existantes dans l'équipement de NSN dont le rôle est de faire transporter les messages de signalisation via un réseau basé sur IP au lieu de TDM

- étude sur la signalisation en général sur TDM et IP
- configuration des liens de signalisation entre les équipements via les cartes existantes responsables de la signalisation via un réseau IP

2-Stratégies d'exécution de projet PDP

2.1 .Partie étude technique

- Généralités sur les réseaux Mobiles (2G, 3G).
- UMTS release 3(99), release 4.
- Signalisation SS#7 basé sur les couches inferieur MTP 1, 2,3
- Signalisation SIGTRAN : signalisation over IP (IP, SCTP, M3UA)
- Etudes des interfaces et des protocoles de communication entre les équipements de NSN (HLR, MSS, MGW, RNC,.....)

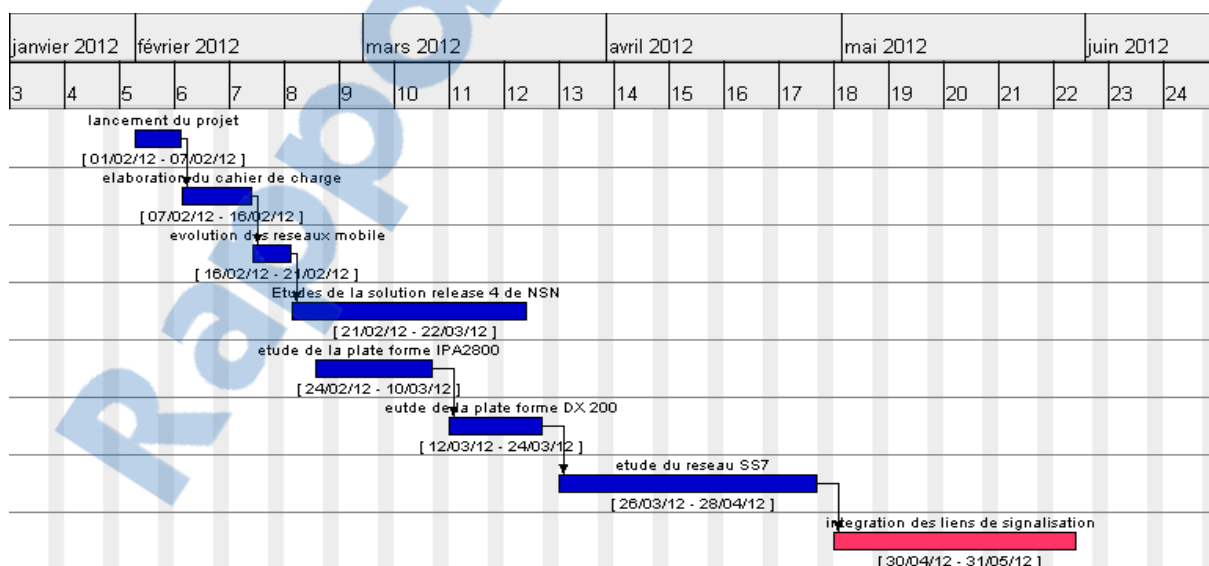
2.2.-Partie Réalisation

La partie réalisation technique de ce projet permet de faire, une communication de deux équipements NSN over TDM et une communication de deux équipements NSN over IP

3-Les tâches et les responsabilités

3.1-Structuration des tâches WBS :(work breakdown structure)

- a. Le WBS consiste à identifier les taches nécessaires a la réalisation du projet. Il permet de faciliter la planification du travail à effectuer et à estimer de la durée totale du projet comme ci résumé dans le tableau suivant ,



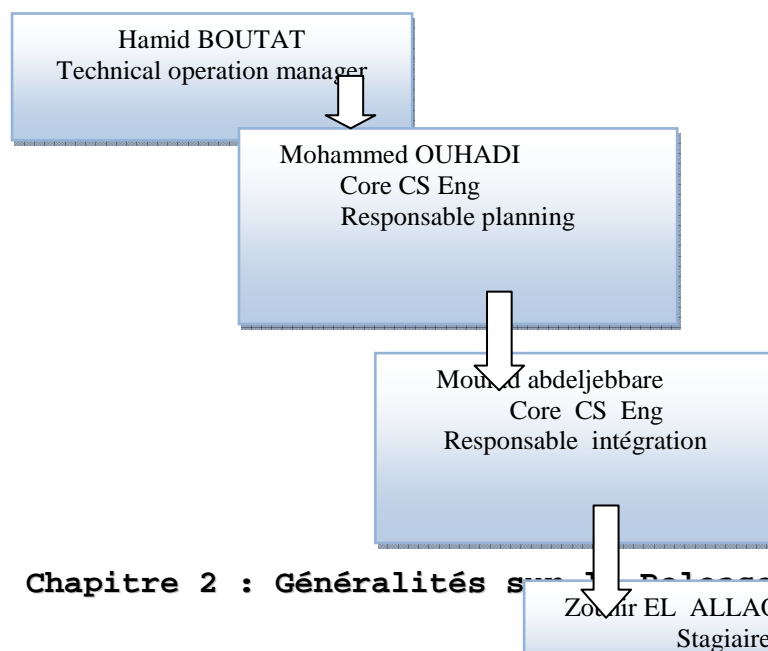
■ Phase d'étude

■ phase de réalisation

3.2-Structuration de l'équipe du projet OBS (organisation breakdown structure)

Organigramme

L'organigramme qui suit représente la hiérarchie de l'équipe du projet avec les responsabilités de chacun des membres de l'équipe



Chapitre 2 : Généralités sur le Réseau 4G

Lorsqu'on parcourt les spécifications sur les concepts et la norme UMTS, on se rend compte rapidement qu'un important travail de modélisation a été réalisé par les différents groupes du 3GPP. Cette modélisation introduit un certain nombre de notions assez nouvelles aux normes 2G d'une manière générale. Deux éléments principaux permettent d'expliquer cette approche :

Les services supportés : les champs d'application des normes pour les réseaux 2G étaient en fait assez limités : téléphonie, circuit de données bas débit, service de messages courts. Quant aux réseaux de 3G, ils ont des ambitions beaucoup plus larges, qui sont liées à l'évolution des services sur les réseaux fixes.

L'indépendance de la couche d'accès radio : lorsqu'on considère les réseaux de 2ème génération, on se rend compte que la couche d'accès radio a été définie de manière assez limitée, offrant peu de flexibilité au réseau d'accès.

L'UMTS propose une architecture et un découpage fonctionnel plus ouvert, en séparant les fonctions liées à la technologie d'accès de celles qui ne dépendent pas du modèle d'accès. Ce concept de séparation de la couche d'accès du reste du réseau accroît l'évolutivité de la norme UMTS, car il permettra de faire évoluer l'interface d'accès radio en minimisant les impacts sur les équipements du réseau.

Afin de cerner convenablement le sujet traité dans ce rapport, il convient d'introduire les concepts de base sur ce sujet. Ainsi nous introduisons dans ce chapitre une brève description de l'architecture de GSM, GPRS et UMTS, un aperçu détaillé sur le réseau UMTS et une étude de l'évolution du réseau cœur de l'UMTS à travers ses versions R99 et R4.

1. Rappel sur les réseaux mobiles

1.1 Le réseau GSM

La norme GSM autorise un débit maximal de 9,6 kbps, ce qui permet de transmettre la voix ainsi que les données numériques de faible volume, par exemple des messages textes SMS.

L'architecture du réseau GSM est présentée au niveau la figure 1.

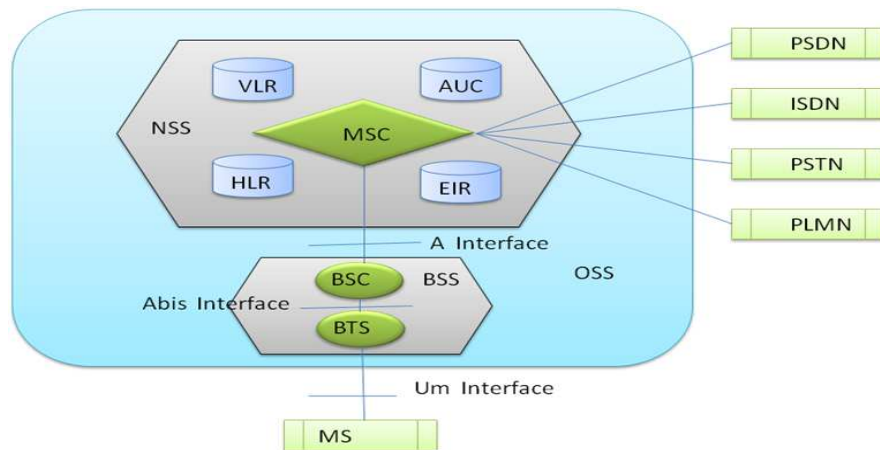


Figure 1: réseau GSM (2G) [8]

Le réseau GSM est composé de :

- La station mobile MS qui est l'équipement physique utilisé par l'utilisateur du réseau GSM pour accéder aux services de télécommunication offerts.
- Le sous-système radio BSS (Base Station Subsystem) qui se charge de la transmission radio.
- Le sous-système d'acheminement NSS (Network Subsystem) qui assure les différentes fonctionnalités d'appel et la gestion de la mobilité.
- Le sous-système d'exploitation et de maintenance OSS (Operation Subsystem) qui permet à l'opérateur de contrôler le système.

1.2 Le réseau GPRS

Avec le service GPRS, les données sont transmises par paquets avec un débit plus élevé (jusqu'à 171,2 kbit/s), ce qui diminue ainsi le temps de téléchargement des pages web. En effet, le GPRS est le premier réseau à commutation par paquets dans le monde de l'internet mobile. La mise en place d'un réseau GPRS a permis à un opérateur de proposer de nouveaux services de type "Data" à ses clients. La gestion de la mobilité nécessite l'introduction de deux entités : le nœud de service (le SGSN) et le nœud de passerelle (le GGSN).



Figure 2 : Evolution de l'architecture de GSM vers GPRS [8]

1.3 Le réseau EDGE



Une autre évolution de la norme GSM est l'EDGE, qui utilise comme technique d'accès AMRT. Sa propriété principale est d'atteindre théoriquement 473 kbps. Pratiquement, le débit maximum a été fixé à 384 kbps par l'ITU.

La modulation utilisée pour la technologie EDGE est la modulation 8-PSK (Phase Shift Keying). Dans cette méthode de modulation, trois bits consécutifs sont représentés dans un symbole et chaque symbole est situé à la même distance sur le cercle complexe. Ainsi, le nombre de symboles transmis dans une certaine période est le même que pour le GPRS mais cette fois, chaque symbole transmis contient 3 bits donc le débit est accru.

1.4 Le réseau UMTS

L'UMTS est l'une des technologies de téléphonie mobile de troisième génération (3G), elle est basée sur la technologie W-CDMA, qui permet d'avoir plusieurs utilisateurs sur une même onde porteuse. Les transmissions sont numérisées, dites à étalement de spectre. L'étalement du spectre rend le signal moins sensible aux fluctuations sélectives en fréquence. Le signal est ainsi transmis sur une bande de fréquences beaucoup plus large que la bande de fréquences nécessaire.

Le réseau UMTS est complémentaire aux réseaux GSM et GPRS. Le réseau GSM couvre les fonctionnalités nécessaires aux services de type Voix en un mode circuit, le réseau GPRS apporte les premières fonctionnalités à la mise en place de services de type Data en mode paquet. L'UMTS vient compléter ces deux réseaux par une offre de services voix et données complémentaires sur un mode paquet. Le schéma ci-après présente les différents services que propose l'UMTS. Sur l'axe des ordonnées se trouve le débit demandé pour le service en question.

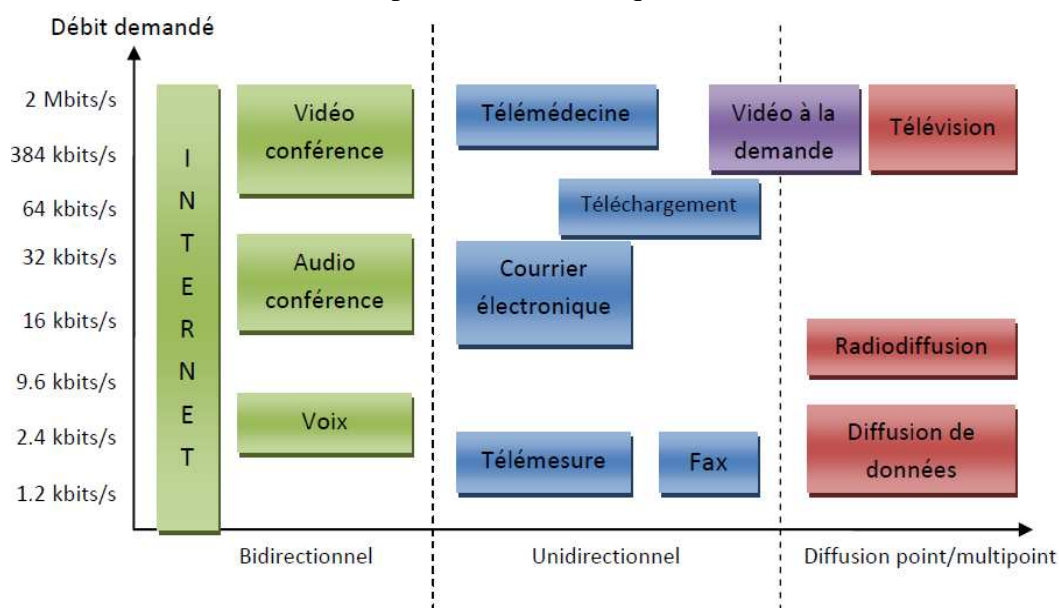


Figure 3 : les besoins en débit des services UMTS [8]

Tableau récapitulatif :

Le tableau suivant récapitule les caractéristiques des systèmes mobiles GSM, GPRS, EDGE, UMTS et LTE.

| Standard | Génération | Bande de fréquence | Débit | |
|----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------|
| GSM | 2G | Permet le transfert de voix ou de données numériques de faible volume. | 9,6 kpbs | 9,6 kpbs |
| GPRS | 2.5G | Permet le transfert de voix ou de données numériques de volume modéré. | 21,4-171,2 kpbs | 48 kpbs |
| EDGE | 2.75G | Permet le transferts simultanés de voix et de données numériques. | 43,2-345,6 kpbs | 171 kpbs |
| UMTS | 3G | Permet le transferts simultanés de voix et de données numériques à haut débit. | 0.144-2 Mbps | 384 Kbps |

| | Débit lien radio descendant(Mbits/s) | Débit lien radio montant(Mbits/s) | BF MHz |
|--------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| LTE | 100 | 50 | 800 |
| LTE-Advanced | 1000 | 500 | 2,6GHZ |

Tableau 1 : tableau comparatif des normes des réseaux mobiles [8]

1.4.1 Le réseau d'accès

L'UMTS est composé d'un réseau d'accès UTRAN et d'un réseau cœur CN. La figure ci-dessous illustre son architecture globale ,

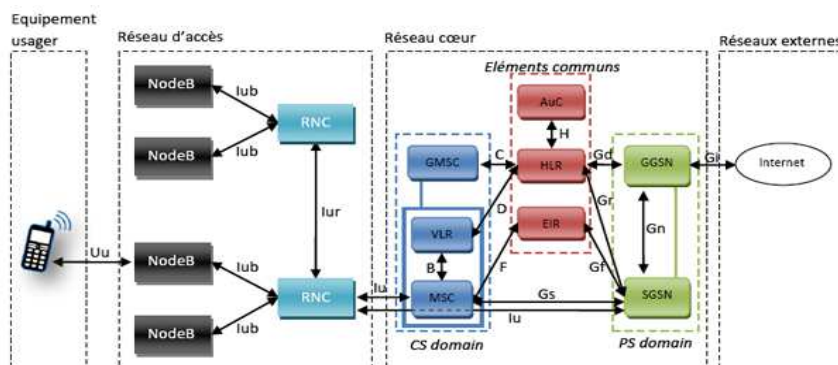


Figure 4 : l'architecture globale du réseau UMTS [1]

Le réseau d'accès UTRAN est la partie radio du réseau, sa fonction principale est le transfert des données générées par l'utilisateur. L'UTRAN est une passerelle entre l'équipement usager et le réseau cœur. Le réseau d'accès UTRAN est composé de deux éléments essentiels :

- **Node B** : C'est la station de base, son rôle principal est d'assurer les fonctions de réception et de transmission radio pour une ou plusieurs cellules du réseau avec un équipement usager.

- **Radio Network Controller (RNC) :** Son rôle principal est de router les communications entre le Node B et la partie cœur du réseau. Le RNC constitue le point d'accès pour l'ensemble des services vis-à-vis du réseau cœur. [1] [5]

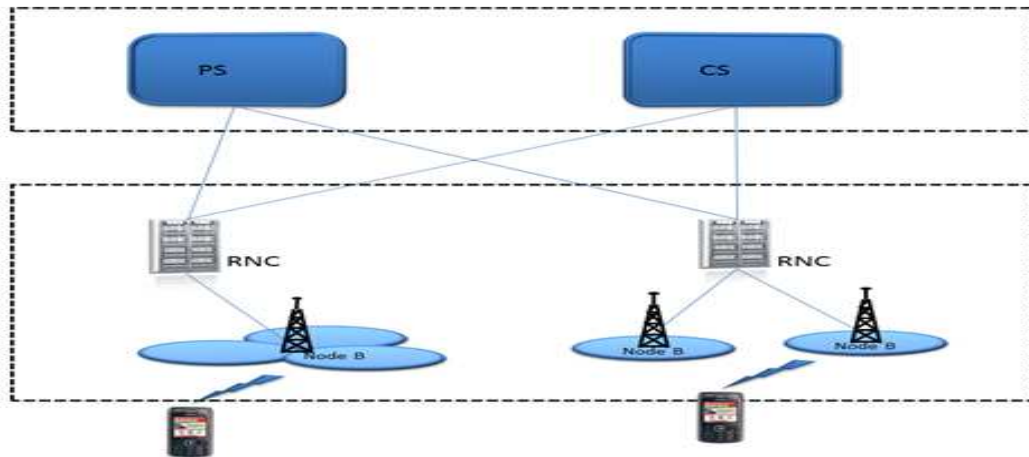


Figure 5 : le réseau d'accès UTRAN de l'UMTS [1]

1.4.2 Le réseau cœur

Le réseau cœur est constitué d'une partie commutation de circuits (CS domain, MSC-GSM) et d'une partie commutation de paquets (PS domain, SGSN-GPRS). Ces deux domaines permettent aux équipements usagers de pouvoir gérer simultanément une communication paquets et circuits. La figure ci-dessous représente l'architecture du réseau cœur :

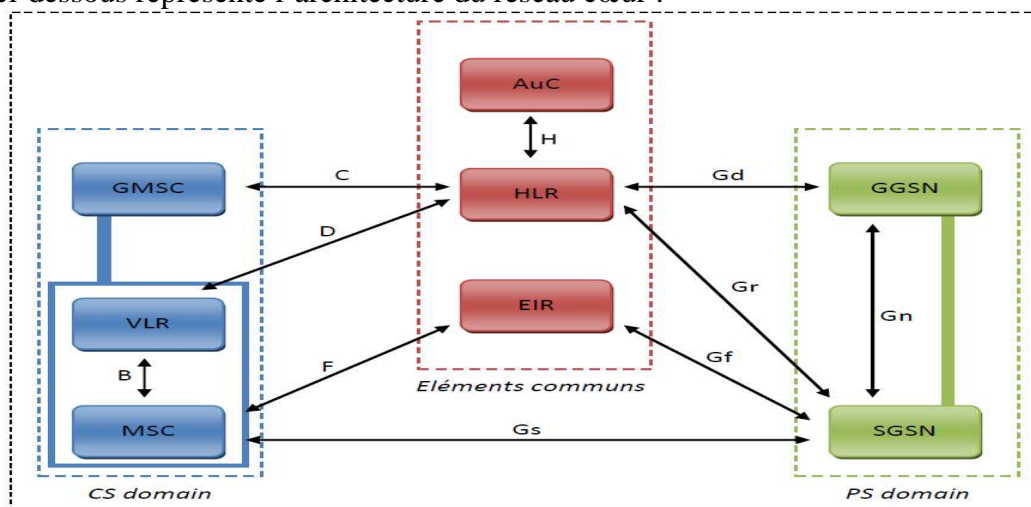


Figure 6 : le réseau cœur de l'UMTS [1]

Dans la norme UMTS, les éléments du réseau sont répartis en trois groupes :

- **CS domain** qui comprend le MSC, le GMSC et le VLR.
- **PS domain** qui comprend le SGSN et le GGSN.
- Les éléments du réseau communs au *PS domain* et *CS domain* : le HLR, l'EIR et l'AUC.

Le domaine CS: Il a pour rôle principal l'utilisation de la téléphonie. Le domaine CS se compose des entités suivantes :

- **MSC** : Il prend en charge l'établissement de la communication avec l'équipement usager. Il a pour rôle de commuter les données.
- **GMSC**: C'est une passerelle entre le réseau UMTS et les réseaux de téléphonie extérieurs. Si un équipement usager contacte un autre équipement depuis un réseau extérieur au réseau UMTS, la communication passe par le GMSC qui interroge le HLR pour récupérer les informations de l'utilisateur. Ensuite, il route la communication vers le MSC dont dépend l'utilisateur destinataire.
- **VLR** : Le VLR garde en mémoire l'identité temporaire de l'équipement usager dans le but d'empêcher l'interception de l'identité d'un utilisateur. Le VLR est en charge d'enregistrer les utilisateurs dans une zone géographique LA (Location Area).

Le domaine PS: Il s'occupe de la commutation des paquets lors des connexions Internet. Il se compose des entités suivantes :

- ✓ **SGSN**: Il assure plusieurs fonctionnalités, on cite par exemple,
 - Authentification des stations mobiles.
 - Prendre en charge l'enregistrement des stations mobile au réseau.
 - Prendre en charge la gestion de la mobilité des stations mobiles.
 - Relayer les paquets de données de la station mobile au réseau externe ou du réseau à la station mobile.
- ✓ **GGSN**: Il joue le rôle de passerelle vers les réseaux à commutation de paquets extérieurs (Internet public, un intranet privé, etc.). Il assure plusieurs fonctionnalités et on cite par exemple,
 - Il contient des informations de routage.
 - Il collecte des données de trafic pour la taxation.
 - Il route les paquets de données vers le SGSN qui gère le mobile.

Les éléments communs entre les deux domaines PS et CS : Le groupe des éléments communs est composé de plusieurs modules :

- ✓ **HLR**: Il représente une base de données des informations de l'utilisateur suivantes : l'identité de l'équipement usager, le numéro d'appel de l'utilisateur et les informations relatives aux possibilités de l'abonnement souscrit par l'utilisateur.
- ✓ **AuC**: Il prend en charge l'authentification de l'abonné, ainsi que le chiffrement de la communication. Si une des deux fonctions n'est pas respectée alors la communication est rejetée. L'AuC se base sur le HLR pour récupérer les informations relatives à l'abonné et ainsi créer une clé d'identification.
- ✓ **EIR** : L'EIR contient les bases de données et maintient les enregistrements des numéros IMEI. Ces numéros sont stockés sur trois listes. Les listes blanche, grise et noire qui indiquent l'état actuel de

l'équipement mobile : la liste blanche indique les équipements mobiles qui sont en bon fonctionnement tandis que la liste grise indique les mobiles sous observation. La liste noire inclut par exemple l'ensemble des équipements mobiles qui n'ont pas le droit d'accéder au réseau comme les mobiles volés ou disparus.

2 .Evolution de l'UMTS

A l'origine, le 3GPP avait comme mission de préparer les spécifications sur une base annuelle, avec la première spécification datée 1999 : Release 99 (3GPP R99). Une forte présence du GSM a caractérisé cette première spécification. Du point de vue de l'UMTS, cette présence du GSM est très importante pour deux raisons. La première est la compatibilité avec la structure GSM existante tandis que la deuxième réside dans l'interopérabilité entre les deux réseaux. Des activités futures de spécifications ont été programmées dans deux nouvelles releases 3GPP R4 et 3GPP R5 (le 3GPP R99 est parfois appelé 3GPP R3).

- Le 3GPP R4 définit les principaux changements dans le domaine CS de l'UMTS et ceux liés à la séparation des flux de données utilisateur et de leurs mécanismes de commande.

-Le 3GPP R5 et R6 vise à présenter un réseau UMTS où le réseau de transport utilise au maximum le réseau IP. Cette tendance s'appelle le réseau « tout IP » et contribuera à l'évolution des systèmes de communication mobiles de quatrième génération. Comme l'indique le tableau suivant :

| | Publication de la première version | Principales modifications par rapport à la Release 99 de référence |
|-------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Release 99 | Mars 2000 | – architecture de référence des premiers déploiements commerciaux |
| Release 4 | Mars 2001 | – nouveaux éléments dans le domaine CS et proposition d'un transport IP à l'intérieur du réseau cœur. – introduction de la variante <i>low chip</i> de l'UTRA/TDD |
| Release 5 | Mars 2002 | – définition du sous-système multimédia IP (IMS) : introduction de SIP (voix sur IP). – modifications du GERAN pour l'aligner avec l'UTRAN – proposition d'un transport IP dans l'UTRAN – introduction de HSDPA – introduction du codec AMR large bande |
| Release 6 | Décembre 2003 | – définition de la phase 2 de l'IMS – interopérabilité avec des réseaux locaux large bande – harmonisation entre l'IMS 3GPP et et l'IMS 3GPP2 – introduction de services <i>Multimedia Broadcast/Multicast</i> |

Tableau 2: Evolution de la norme UMTS [5]

Dans tout ce qui suit nous nous limitons à l'étude du réseau UMTS dans la release 99 et la release 4 puisque c'est l'architecture déployée actuellement par Maroc télécom.

2.1 UMTS Release 99(Release 3)

La version R99 de l'UMTS telle qu'elle est décrite dans les spécifications de 3GPP, c'est donc une évolution du réseau cœur du GSM/GPRS pour gérer les flux de données circuit et paquet. Cette version se base sur une nouvelle interface radio UTRAN.

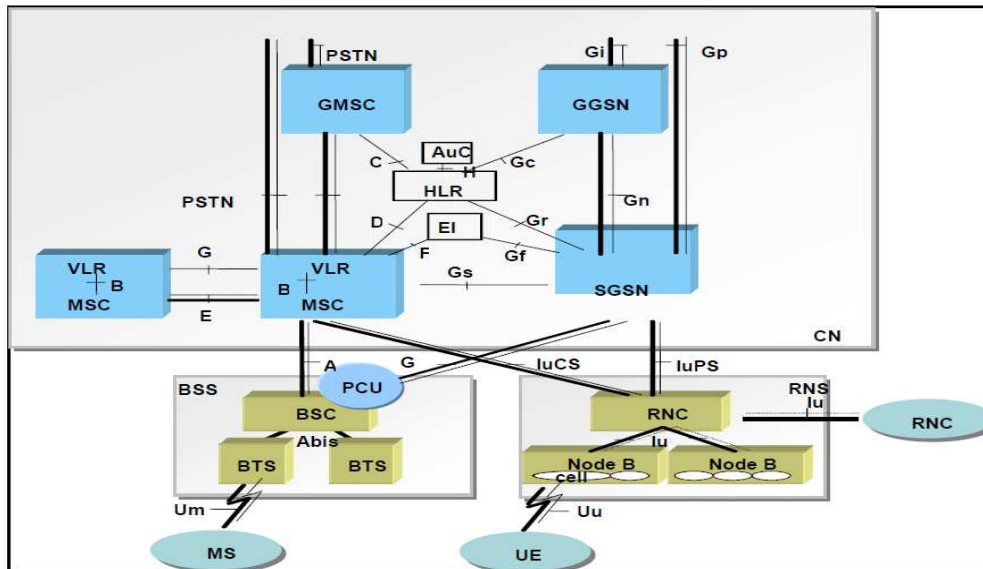


Figure 7:L'architecture de la R99 du réseau UMTS [8]

L'architecture UMTS R99 propose:

- L'interface entre le réseau cœur et l'UTRAN est basée sur un transport ATM (AAL2 pour la voix et AAL5 pour les données).
- A l'intérieur du réseau cœur, le transport peut par la suite être effectué (au choix de l'opérateur) soit en ATM pour l'ensemble des flux, soit en ATM puis TDM pour les flux circuit et en IP pour les flux paquet.
- Le réseau cœur de l'UMTS R99 est un réseau de transition vers un réseau multimédia.

Dans la version R99, le MSC est chargé du contrôle et de la gestion des supports ainsi que du contrôle d'appels et des services. Le fait de combiner ces différentes fonctionnalités en un seul élément du réseau, rend toute modification coûteuse et prend du temps. Avec ce type des MSCs, il est très difficile de réagir rapidement pour répondre à l'évolution de la demande sur le marché. C'est pour cette raison que des solutions plus souples sont requises.

La R99 prépare donc l'évolution vers la solution cible tout IP en introduisant dès les débuts de l'UMTS un transport convergent des flux voix et données. Les versions ultérieures de la norme UMTS intègrent une évolution encore plus nette vers une architecture de type NGN. La release R4 (ex-R99) est la première étape vers un réseau de cœur tout IP, et la release R5 et R6 finalisent cette évolution.

2.2 UMTS Release 4

La Release 4 concerne l'évolution du domaine CS sur la base de NGN. En effet la Release 4 peut réutiliser le backbone IP du domaine PS pour le transport de la voix. Par ailleurs, dans la R4 les plans de contrôle et de transport sont séparés au niveau du domaine CS pour leur permettre d'évoluer indifféremment les uns des autres. La Release 4 permet également l'évolution vers un réseau tout IP où la voix est paquetisée sur la station mobile de l'utilisateur et transportée de bout en bout sur IP.

La séparation des plans contrôle et transport se voit clairement à travers l'utilisation de MSC/GMSC server et MGWs. Les MSC/GMSC se chargent du contrôle d'appel et de la mobilité et ils peuvent gérer plusieurs MGWs. Alors que le flux de données passe par les MGWs. La figure 8 illustre les différents blocs de l'architecture de la Release 4.

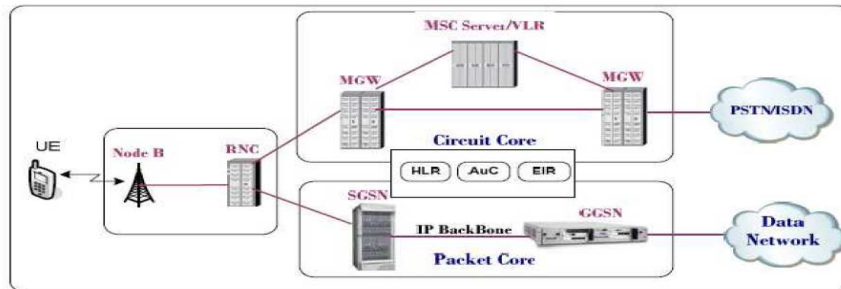


Figure 8: L'architecture de CN du réseau UMTS Release 4 [5]

2.2.1 Interfaces de la Release 4

R4 présente des avantages pour le réseau cœur en termes de flexibilité et d'évolution, elle introduit une multitude d'interfaces entre les différentes entités du réseau. La figure ci-dessous représente les entités et les interfaces constituant l'architecture de la Release 4 :

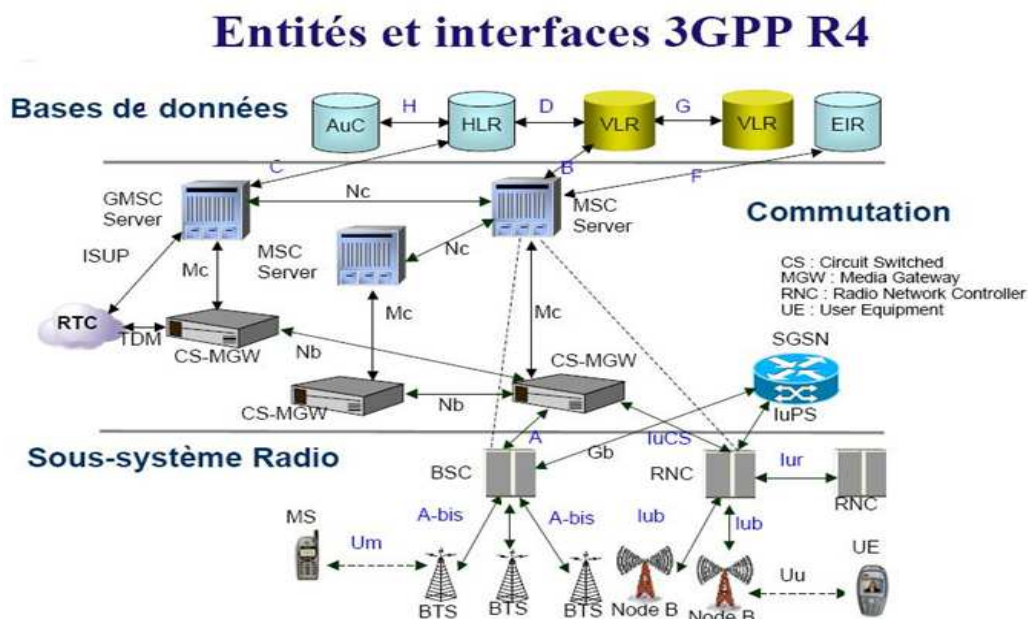


Figure 9: Entités et interfaces 3GPP R4 [7]

- L'interface A :** Le MGW supporte l'interface A qui est utilisée normalement entre le BSS et le MSC du système GSM. Cette interface est basée sur TDM. Les données utilisateurs (la voix) sont transportées via des canaux de 64kbit/s ou des « time slots ». Les messages de signalisation BSSAP sont transmis d'une manière transparente entre le BSS et le MSC Server.

- **L'interface Mc :** L'interface Mc entre le MGW et le MSC Server ou le GCS est basée sur le protocole H.248. Ce protocole permet au MSS ou GCS de contrôler le MGW : par exemple, il permet de demander au MGW d'établir ou de libérer des connexions IP, ATM ou TDM, insérer des sonneries ou des annonces, insérer ou supprimer des transcodeurs.
- **L'interface Nc :** L'interface Nc entre deux MSS permet à ces derniers d'effectuer toutes les fonctions nécessaires de contrôle d'appel (l'établissement, le routage, le contrôle et la terminaison des appels), la gestion des Handover inter-MSS, et la collection des informations de facturation. Le principal protocole utilisé à travers cette interface est le BICC ou le SIP.
- **L'interface Iu-CS :** Le MGW supporte l'interface Iu-CS qui a été spécifiée pour être utilisée entre le RNC et le MGW. Cette interface est basée sur une technologie de transport ATM.
- **L'interface A' :** L'interface A' est une modification propriétaire de NSN de l'interface A de GSM. Cette modification garantit un interfonctionnement transparent entre le RNC et le MSC 2G qui est transformé en un MSC 3G par l'ajout de MGW. Le protocole de signalisation utilisé sur cet interface est le BSSAP' résultant d'une modification de la version BSSAP'.
- **L'interface Nb :** L'interface Nb entre les MGWs et le backbone du domaine CS offre la flexibilité de transport du trafic du plan utilisateur via IP, ATM ou TDM en fonction des besoins du réseau de l'opérateur.
- **L'interface PSTN :** L'interface qui relie le MGW au réseau téléphonique commuté (PSTN) ou aux autres réseaux mobiles (PLMN) est basée sur le multiplexage temporel (TDM). Les données utilisateurs sont transportées sur des canaux de 64kbit/s. Les protocoles de signalisation du système SS7 utilisés sur cette interface sont ISUP et MAP.

2.2.2 Les avantages de la Release 4

- Grâce au NGN, l'opérateur dispose d'un réseau multiservice permettant d'interfacer n'importe quel type d'accès.
- R4 utilise le transport comme l'IP ou l'ATM ignorant les limites des réseaux TDM à 64kbits.
- C'est une topologie ouverte qui peut transporter aussi bien les services téléphoniques que les services de multimédia (vidéo, données temps réel).

- Elle dissocie la partie transport du réseau de la partie contrôle, leur permettant d'évoluer séparément, la couche transport peut être modifiée sans impact sur les couches contrôle et application.
- Elle utilise des interfaces ouvertes entre tous les éléments permettant ainsi à l'opérateur d'acheter les meilleurs produits pour chaque partie de son réseau.

Conclusion :

L'objectif de ce chapitre était de donner une vue générale sur les réseaux mobiles, leurs évolution, il nous a permis également de découvrir l'architecture de ces réseaux mobiles, ainsi que les avantages du passage à la version 4 de l'UMTS. Dans le chapitre qui suit nous allons nous focaliser sur une étude approfondie de la solution Release 4 de NSN avec les entités impliquées par cette solution (MGW, MSS et HLR).

Chapitre 3 : La solution Release 4 de NSN

La caractéristique principale de la solution Release 4 est la séparation du plan contrôle et le plan transmission de données. Cette technologie supporte plusieurs types de transmission tels que TDM, IP, ATM. La séparation des deux plans offre les avantages suivants :

- La réduction des coûts en améliorant l'efficacité de la transmission sur le réseau.
- La protection de l'investissement des opérateurs en fournissant l'évolution douce vers le tout IP et le NGN. [11]

L'organisme 3GPP a normalisé la séparation du plan contrôle et le plan utilisateur dans les spécifications de 3GPP Release 4 : le plan contrôle est géré dans le MSC server et le plan utilisateur dans le MGW. Comme la montre la figure ci-dessous :

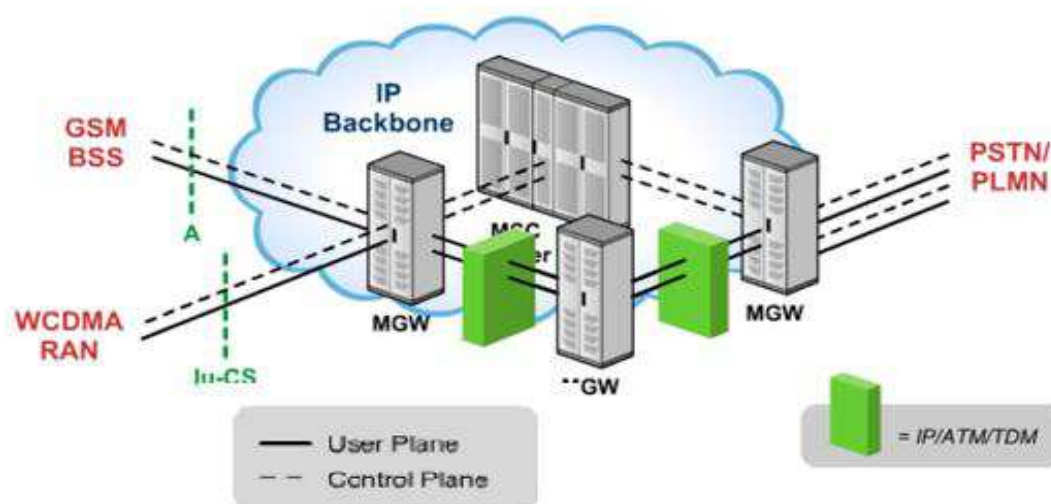


Figure 10: Séparation du plan contrôle et utilisateur de la R4 [11]

Le système de MSC Server prend en charge les fonctions du plan contrôle et le MWG les fonctions de la transmission. Contrairement à la solution MSC, la solution MSC Server utilise un équipement de transmission dédié pour faire passer le trafic TDM en provenance de BSS de GSM et PSTN par le MGW.

La partie CS du réseau cœur de NSN est composée des éléments de commutation (MSC, MGW) et des bases de données (HLR, VLR, EIR, AUC) nécessaires à une fonctionnalité efficace et fiable du réseau. Cette solution permet aux opérateurs d'utiliser le backbone IP ou ATM de commutation de paquet entre les MGWs via l'interface Nb. La figure ci-dessous représente l'architecture du réseau cœur selon la recommandation du 3GPP Rel-4 de NSN :

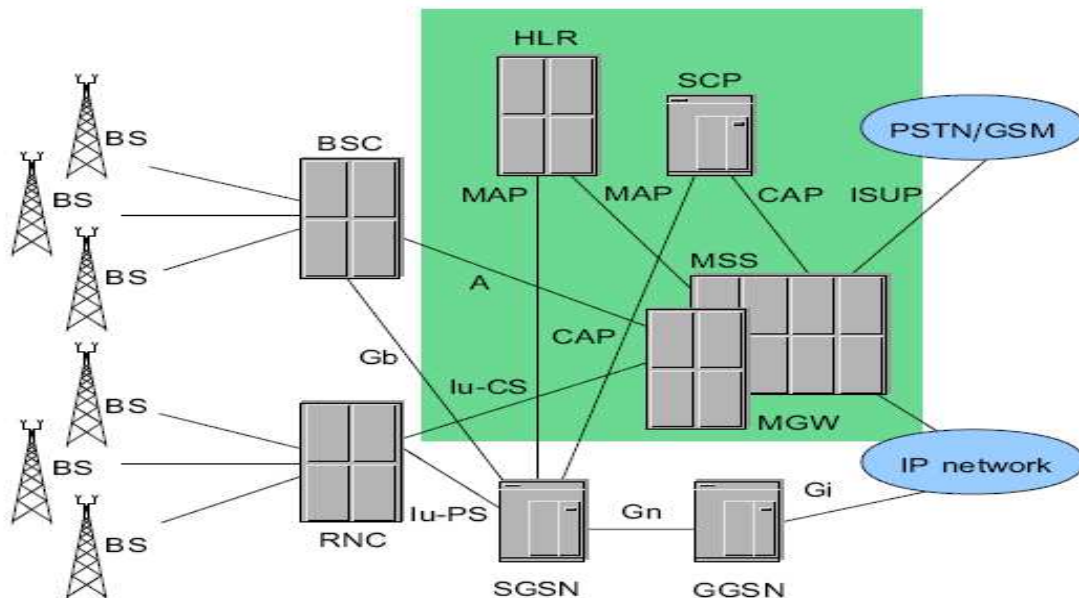


Figure 11: L'architecture 3GPP Release 4 [10]

D'après l'architecture du réseau cœur de NSN, pour passer de la 2^{ème} à la 3^{ème} génération, il suffit d'intégrer le MGW avec le MSC 2G, afin de fournir les supports nécessaires pour l'interface Iu-Cs. L'architecture du réseau comprend également les éléments suivant :

- Le MSC Server effectue la commutation des appels et des données ainsi que la signalisation, la collecte des informations de charge, et de nombreuses autres fonctions. Le VLR quant à lui, inscrit chaque abonné utilisant le MSC à qu'il est rattaché.
- Le HLR, l'AUC et l'EIR enregistrent les informations permanentes relatives aux utilisateurs durant leurs déplacements dans le réseau.

1. Le Media Gateway (MGW) de NSN

Le MGW est un élément essentiel dans l'architecture du réseau cœur. C'est une unité de raccordement de différents types de réseaux, il effectue la traduction entre des réseaux tels que le réseau RTCP, réseau de données basé sur ATM ou IP.

Dans le réseau cœur de NSN, le MGW offre la possibilité de connecter la partie d'accès RAN 3G à un MSC 2G via l'interface A'. La figure suivante illustre l'implémentation d'un MGW dans l'architecture du réseau cœur du NSN :

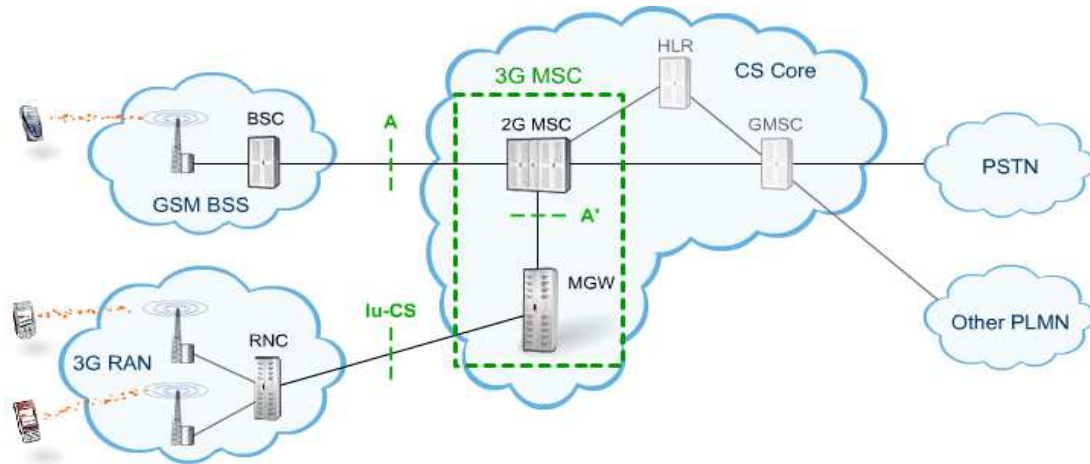


Figure 12 : Le MGW dans le réseau cœur de NSN [10]

Pour assurer un système extrêmement fiable et facilement extensible, le MGW de NSN a été conçu à l'aide d'une architecture distribuée et modulaire. De cette façon plusieurs configurations sont possibles et le MGW peut être employé essentiellement dans trois types de réseaux mobiles :

- Le domaine CS du réseau cœur 3G spécifié dans la Release 99 de 3GPP.
- Le cœur du réseau UMTS spécifié par le standard 3GPP release 4.
- Le réseau basé sur le concept d'IMS spécifié dans le Release 5 de 3GPP.

On va focaliser notre étude sur l'implémentation du MGW dans la R4 de NSN :

1.1 Le rôle de MGW dans la Release 4

Dans la norme R4, le MGW peut être utilisé pour la transmission et la conversion du trafic du plan utilisateur soit dans des circuits de commutation dans le réseau cœur, soit dans le réseau IP.

Les principales fonctions du MGW sont :

- Adapter la signalisation entre le serveur MSC ou GCS et les différentes interfaces réseau.
- Connecter les données utilisateur (plan utilisateur) de l'ATM ou IP au réseau d'accès radio ou au réseau à commutation de circuits.
- Effectuer le transcodage et le traitement du signal pour le plan de l'utilisateur en cas de besoin.
- créer des passerelles virtuelles dans un MGW afin qu'il offre des ressources média à plusieurs éléments de contrôle.
- Fournir une passerelle de signalisation permettant l'interfonctionnement entre les couches inférieures des protocoles basés sur IP, ATM ou basé sur TDM.

La figure suivante montre le rôle de MGW en tant qu'une passerelle de signalisation supportant des interfaces et des protocoles entre les entités du réseau :

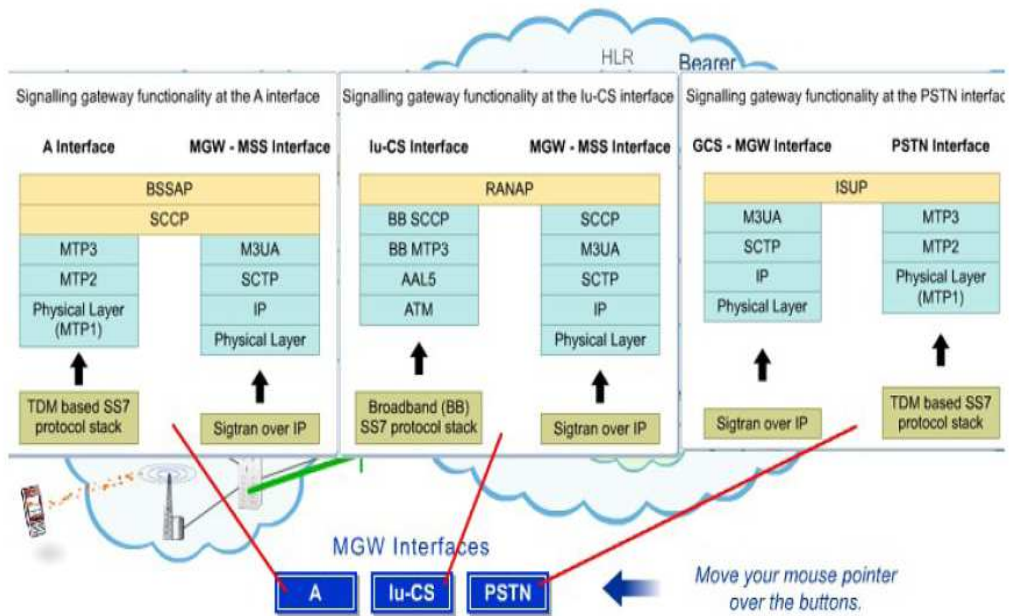


Figure 13: Les interfaces et les protocoles supportés par le MGW [10]

1.2 L'architecture de MGW

Le MGW de NSN est basé sur la plateforme IPA2800. Il se compose d'une armoire contenant quatre châssis, le nombre d'armoires peut aller jusqu'à trois selon le besoin de l'opérateur. Chaque châssis (subrack) contient 19 slots de 25 mm de largeur pour supporter divers types d'unités plug-in.

Chaque cabinet est également équipé d'une armoire de câblage située sur le côté droit du boîtier. La figure suivante montre l'architecture d'une armoire (cabinet) dans la plate-forme IPA2800 :

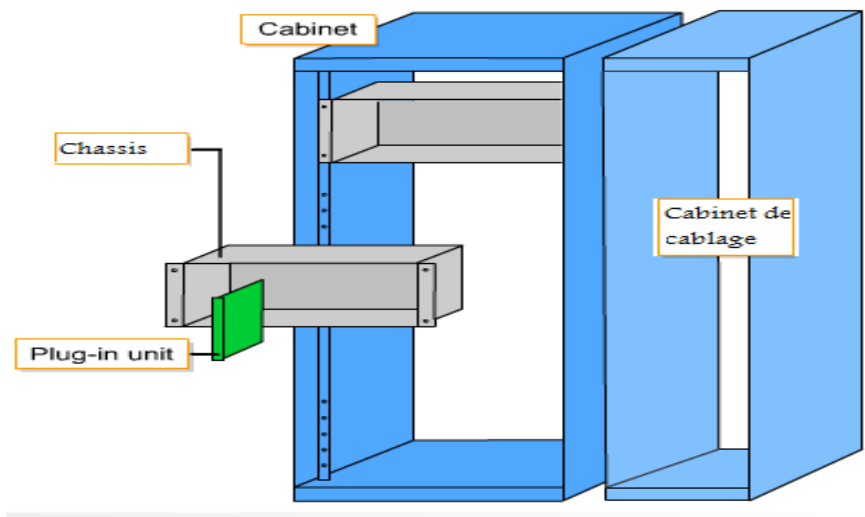


Figure 14: La plateforme IPA2800 d'un MGW [12]

1.3 Les fonctions de MGW

L'architecture générale de la plate-forme IPA2800 utilisée pour le MGW est distribuée en un ensemble d'unités fonctionnelles illustrées dans la figure 15 :

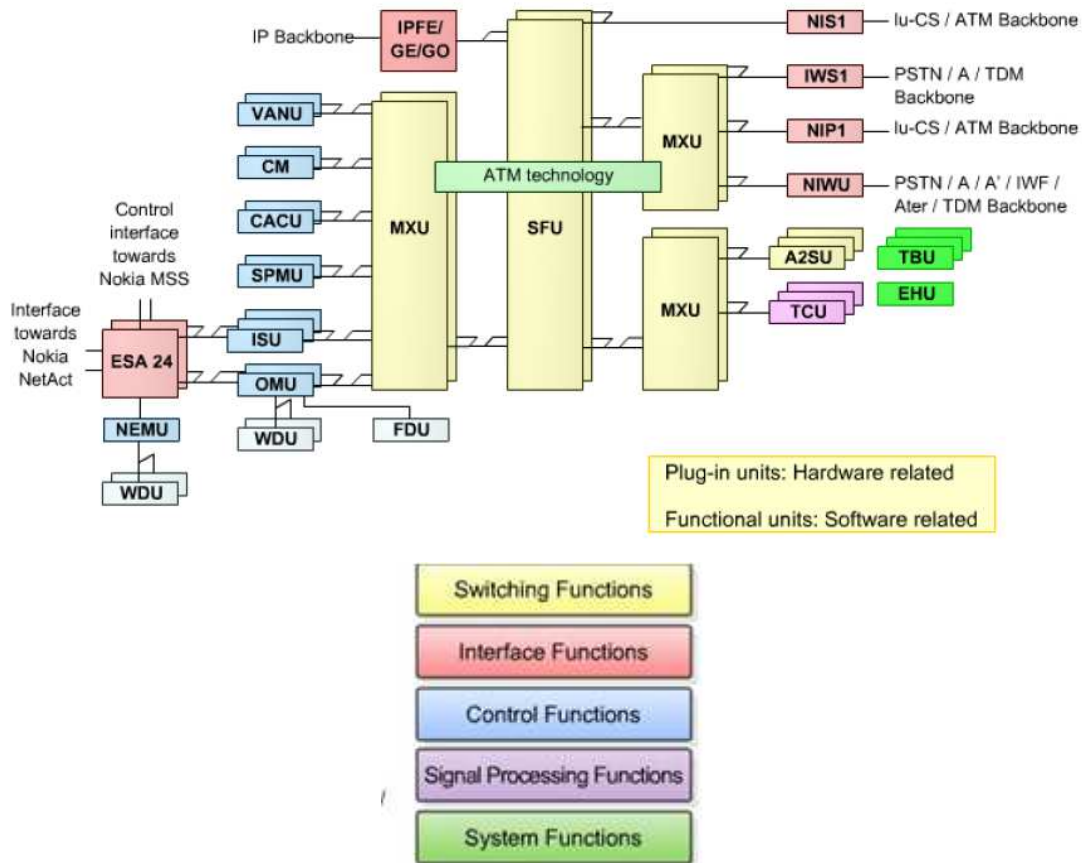


Figure 15: Les unités fonctionnelles dans un MGW [12]

Les fonctionnalités sont réparties dans les catégories suivantes comme mentionnées dans la figure 15 :

❖ **Les fonctions de commutation**

Elles permettent de fournir les moyens de routage et de commutation du trafic d'une unité fonctionnelle vers une autre. Le trafic peut être constitué des données du plan utilisateur, des données du plan contrôle ou des messages internes qui sont utilisés pour la communication entre les processus software.

On distingue trois types des unités de commutation : SFU, MXU et A2SU.

❖ **Les fonctions d'interface**

Elles sont utilisées pour connecter les éléments du réseau à l'extérieur (TDM, ATM, IP des réseaux de transmission).

- ✓ Les unités à faible débit sont connectées à l'unité de multiplexage(MUX).
- ✓ Les unités à haut débit sont connectées directement à l'unité de commutation(SFU).

❖ **Les fonctions de contrôle**

Elles sont implémentés par les unités assurant le contrôle du traitement, la gestion et les tâches de maintenance, ces unités sont : la mémoire centrale CM et l'interface de signalisation ISU responsable des tâches liées à la signalisation de la MGW.

❖ **Les fonctions de traitement de signal**

Elles sont implémentées par des unités spécifiques qui permettent de fournir des capacités de traitement de signal comme par exemple le transcodage et la compression des données.

❖ **Les fonctions système :**

Elles comprennent des fonctions de maintenance du système, y compris le timing et la synchronisation. La commutation et le multiplexage dans la plate-forme de paquet IPA2800 de NSN, ainsi que toutes les communications internes au sein de la plate-forme elle-même, sont basés sur la technologie ATM.

2. Le MSC Server (MSS) de NSN

Dans la Rel.4, le 3GPP a standardisé la séparation entre le plan contrôle et le plan utilisateur. Cette séparation a donné naissance au MSC Server System, dans lequel, les fonctions du plan contrôle sont traitées au niveau du MSC Server (MSS), tandis que la MGW est responsable de la transmission. Cette solution permet aux opérateurs d'utiliser le réseau cœur à commutation de paquets basé sur ATM ou IP entre les MGW pour la transmission, en diminuant le coût de la transmission.

2.1 Le rôle de MSC Server dans la Release 4

Le MSC de NSN est un élément modulaire et évolutif du réseau. Il fait partie de la plateforme DX200 et peut servir simultanément le GSM-BSS et l'UTRAN.

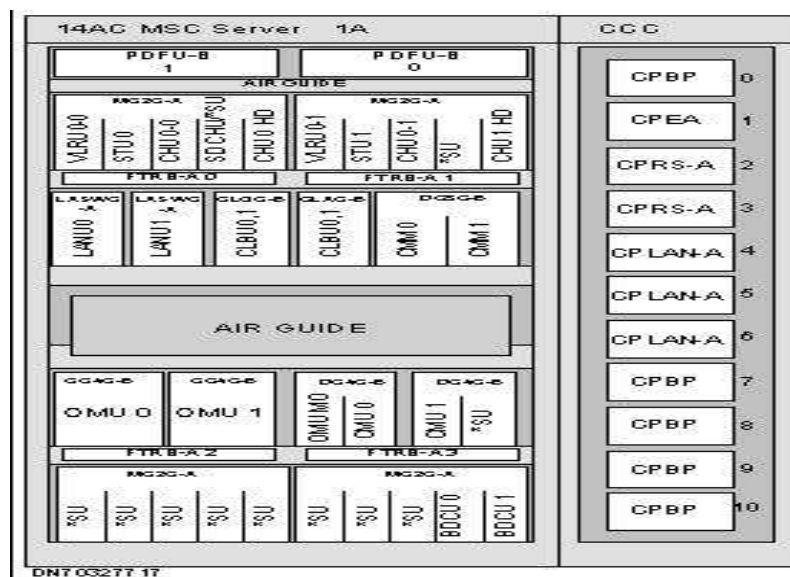


Figure 16 : Le MSC Server de NSN [13]

Le MSC Server de NSN est un serveur autonome qui offre la puissance de traitement nécessaire pour le contrôle d'un ou plusieurs MGWs, il est connecté à l'UTRAN ou BSS et responsable de : la gestion de mobilité, la gestion de sécurité, le traitement de Handover, le traitement de la signalisation et le contrôle d'appel. La figure ci-dessous présente le schéma fonctionnel du MSC-Server version M14 :

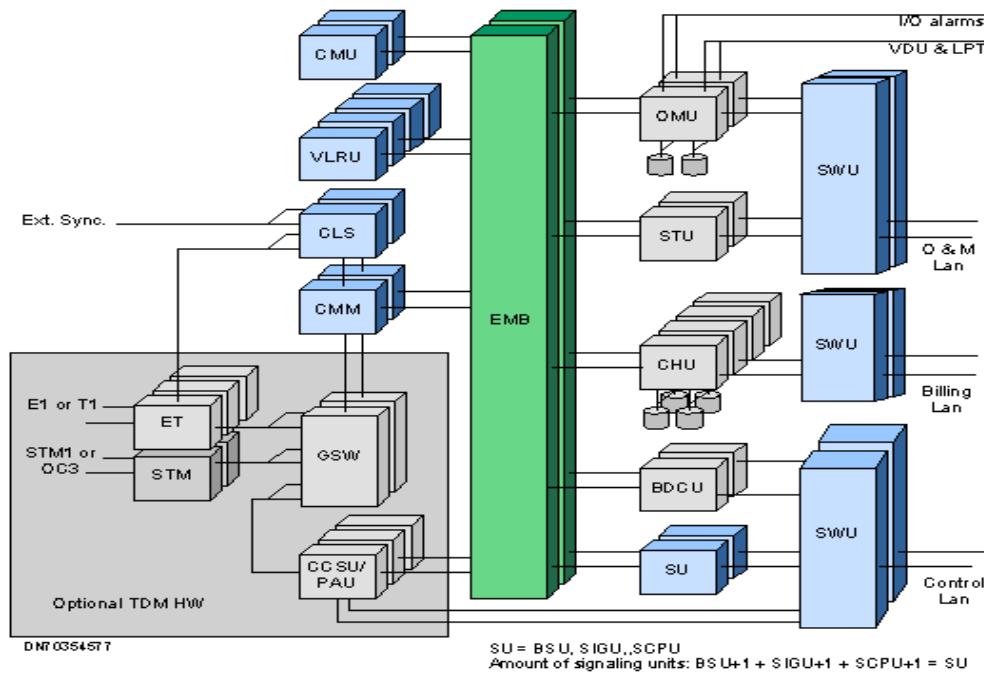


Figure 17: Schéma bloc de MSC Server (M14) [14]

2.2 Les versions de MSC Server de NSN

2.2.1 Le MSS/GCS intégré

Dans le cas de MSC Server intégré, le BSS et le PSTN pourraient être toujours connecté directement au MSS. Dans ces conditions, il est possible que le MSS fournisse une nouvelle unité IWF pour les appels circuit switched data. Dans les deux cas, il est nécessaire de créer une interface supplémentaire entre le MSS et le MGW pour transmettre le trafic du plan utilisateur entre eux. Cette interface est basée sur des connexions TDM. Le schéma fonctionnel de MSS intégré inclut toutes les unités fonctionnelles disponibles dans un MSC régulier.

2.2.2 Le MSSu

Comme le cas du MSS, le MSSu offre les fonctions nécessaires pour le contrôle d'un ou plusieurs MGW. Les fonctionnalités du MSSu sont les mêmes que celles du MSS, à l'exception que la MSSu n'offre pas en option la connectivité TDM.

La différence entre un MSSu et un MSS intégré est que le MSSu est un produit de serveur autonome dédié uniquement à gérer le plan de contrôle, alors qu'un MSS intégré peut gérer en plus du trafic du plan contrôle le trafic du plan utilisateur basé sur TDM.

2.2.3 Le Gateway Control Server(GCS)

Le GCS de NSN intègre toutes les fonctionnalités du GMSC Server, ce qui permet aux opérateurs de l'utiliser comme partie du système MSC-Server pour contrôler les MGWs et assurer l'interfonctionnement entre le PSTN et l'IMS. Le GCS supporte le protocole SIP (Session Initiation Protocol), utilisé comme un protocole de contrôle de session dans les réseaux tout IP.

Il faut noter aussi que le GCS ne possède pas les unités suivantes :

- BSU n'est pas fournie car le GCS ne gère pas de signalisation ou de contrôle du trafic vers les réseaux radio. Ces unités sont disponibles dans le MSS.
- VLRU n'est pas fournie dans le GCS car les informations des abonnés sont traitées dans le MSS visités où ces unités sont disponibles.

2.3 L'architecture de MSS

La structure mécanique de base de DX200 contenant le MSCi, suit une hiérarchie standard: Cabinets, Cartridges, Plug-in units et les câbles internes. Ces différentes unités seront détaillées ultérieurement dans la partie consacrée au HLR.

Tous les MSC Server de NSN sont basés sur la plate-forme DX200. Dans son architecture, le MSS a trois types d'armoires:

- IP Cabinet F (IPCF)
- IP Cabinet G (IPCG)
- IP Cabinet H (IPCH, optionnel)

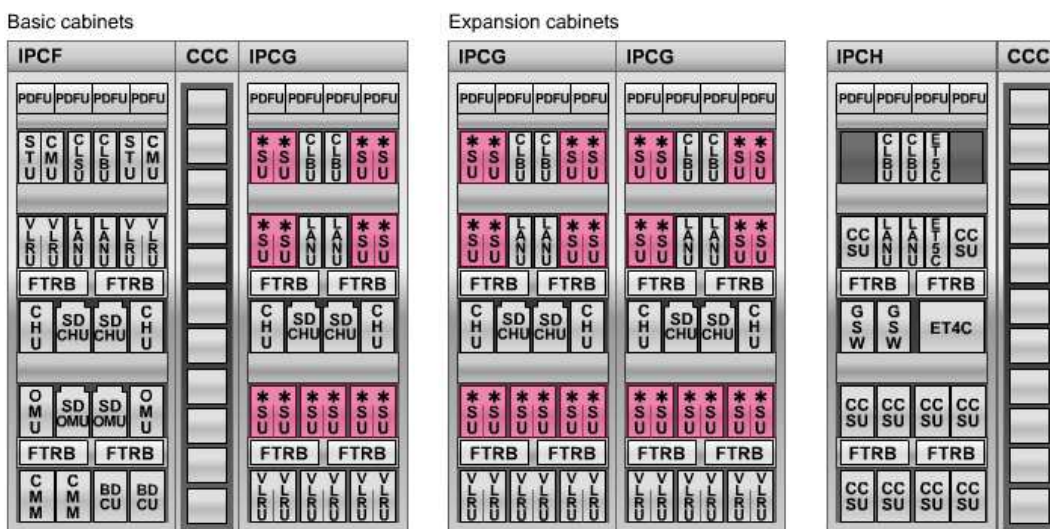


Figure 18: Les cabinets d'un MSS [13]

Le cabinet IPCF contient les unités fonctionnelles qui gèrent le fonctionnement des opérations et les tâches de maintenance dans le MSS. Le MSS comprend toujours une seule armoire IPCF. La configuration maximale de cette armoire est la suivante:

- Deux BDCU
- Deux CLSU
- Deux CLBU
- Deux CMU
- Deux CMM

- Deux OMU avec des périphériques de stockage
- Quatre VLRU
- Deux CHU
- Deux STU
- Deux unités SWU pour le LAN
- Quatre FTRB pour assurer la ventilation forcée
- Quatre PDFU

Le cabinet IPCG contient la plupart des unités de signalisation du MSS. Le nombre maximum d'armoires IPCG dans un MSS peut aller jusqu'à 3 armoires. La configuration maximale de cette armoire est la suivante:

- Quatre CLBU
- Six VLRU dans IPCG 0 et IPCG 1, et quatre VLRU dans IPCG 2
- Deux CHU
- Quatorze Signalling Units (*SU) dans IPCG 0 et IPCG 1
- Seize Signalling Units (*SU) dans IPCG 2

*Elles sont configurées comme BSU ou SIGU

- Deux unités SWU pour contrôler LAN
- Quatre FTRB pour assurer la ventilation forcée
- Quatre Unités PDFU pour l'alimentation

Le cabinet IPCH est une armoire optionnelle, qui est principalement utilisée pour la signalisation SS7. Elle supporte TE, GSW, CLS ainsi que CCSU. La configuration maximale de cette armoire est la suivante:

- Quatre CLBU
- Deux GSW
- Dix CCSU
- Deux unités SWU pour le contrôle du LAN
- Quatre PDFU pour l'alimentation

- Quatre FTRB pour assurer la ventilation forcée

2.4 Les unités fonctionnelles de MSS

Le MSS est composé de plusieurs entités fonctionnelles appelées FU. Les fonctions de signalisation sont prises en charge par les différentes unités de signalisation (SIGU, BSU, CCSU). Une unité appelée CMM gère les fonctions de routage. Les fonctions des opérations et de maintenance sont effectuées par l'unité d'exploitation et maintenance OMU et les liens TDMs externes sont interfacés avec les terminaux Exchange ETs.

➤ L'unité CCSU:

CCSU assure le traitement des messages de signalisation SS7 via TDM et SIGTRAN, elle traite également les fonctions liées à la gestion du canal de signalisation. CCSU peut supporter 64 lignes TDM.

➤ L'unité SIGU :

L'unité de signalisation SIGU a la même fonction que l'unité de signalisation par canal sémaphore CCSU, sauf que SIGU peut utiliser seulement la signalisation sur IP tandis que la CCSU peut utiliser SS7 via IP ou TDM.

➤ L'unité BSU :

La BSU est l'unité responsable du traitement des messages de signalisation entre le MSS et le BSS.

➤ L'unité VLRU :

Le VLRU contient les données nécessaires de chaque abonné actuellement desservi par le MSS. Le MSS peut contenir jusqu'à 10 paires VLRU, chacune contenant une base de données pour les données d'abonnés.

➤ L'unité OMU :

L'unité OMU s'occupe de toute la supervision centralisée, les alarmes ainsi que les connexions vers l'interface utilisateur (MMI-System). Ces connexions sont effectuées en utilisant l'IP.

3. Le HLR de NSN

3.1 Le rôle de HLR dans la Release 4

Le HLR est un équipement du réseau cœur utilisé à la fois par le domaine CS et par le domaine PS, il contient une base de données pour les utilisateurs GSM, GPRS, et UMTS.

Pour NSN le HLR permet :

- le stockage des abonnés (HLRU)
- l'authentification (AUC)
- la gestion de sécurité (EIR)

Dans la solution 3G de NSN, le même HLR est utilisé pour le GSM, GPRS et l'UMTS. Cette solution d'un seul HLR, donne une seule base de données centralisée, et facile à gérer.

En plus il fournit des données d'abonnés au MSC/VLR et/ou le SGSN de la zone où le mobile se trouve actuellement (le MSC / VLR ou le SGSN, où le mobile est rattaché). Le HLR stocke

également l'adresse du MSC/VLR et le SGSN, où le mobile est enregistré et fournit les informations de routage pour les entités demandant, par exemple pour la passerelle MSC (GMSC).

➤ **HLRU :**

En outre de son rôle de stockage des données des abonnés, le HLR utilise l'unité HLRu pour gérer la mobilité de ces abonnés, en assurant le suivi de leurs zones de localisation. Les principales procédures de gestion de la mobilité sont les suivantes:

- La mise à jour de la localisation
- Annulation de localisation

➤ **EIR :**

L'EIR contient une base de données qui enregistre l'IMEI des mobiles. Ces numéros IMEIs sont stockés dans trois listes : la liste blanche, grise et noire, indiquant l'état actuel de l'équipement mobile. La liste blanche indique les mobiles approuvés en bon état, tandis que la liste grise indique les mobiles sous observation. La liste noire inclut les mobiles qui n'ont pas accès au réseau, tels que les téléphones portables volés ou disparus.

➤ **AUC :**

Dans les réseaux GSM/UMTS, une grande importance est accordée aux aspects de sécurité: la sécurité de la transmission d'identité et la sécurité de la transmission de données. Le niveau de sécurité peut être amélioré avec le Centre d'authentification (AUC). La procédure d'authentification est réalisée afin de valider l'exactitude des cartes SIM/USIM et d'empêcher l'accès au réseau avec une fausse carte.

3.2 L'architecture de HLR de NSN

Avec l'apparition de la série DX200 HLRi i-series de NSN, le HLRi permet une capacité de stockage qui peut atteindre 5 000 000 abonnés, ainsi il permet de servir 3,75 M abonnés à la fois.

La capacité de transmission de la signalisation peut être améliorée de façon remarquable à une signalisation très performante avec SIGTRAN. Le HLRi peut supporter 31 x 2Mbit/sec capacité de signalisation et le HLRi sans ventilation forcée peut servir 2 400 000 abonnés. Comme dans le cas du MSS, le HLR est basé sur la plate-forme DX200, et par conséquent, il a presque les mêmes unités fonctionnelles, sauf quelques différences. La figure suivante présente l'architecture et les unités fonctionnelles présentes dans un HLR :

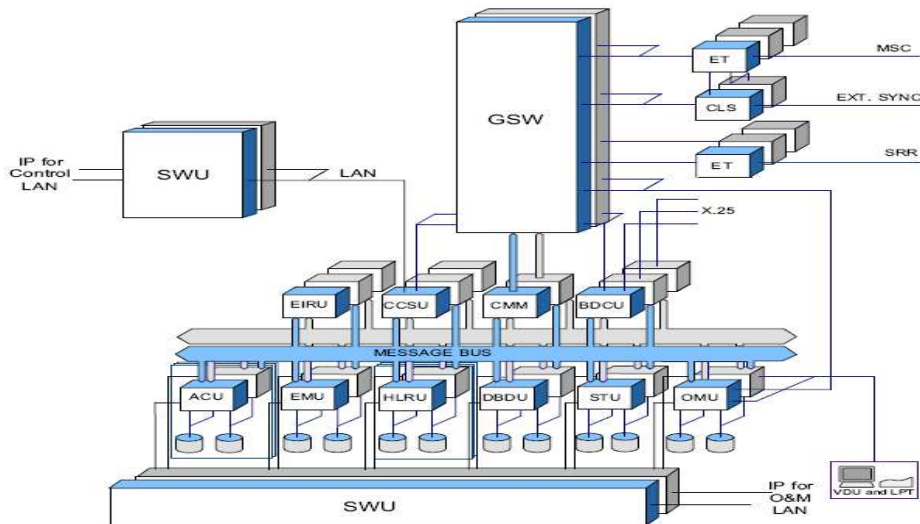


Figure 19:L'architecture de HLR [18]

L'architecture de la solution DX200 comporte selon la version un ensemble d'armoires appelées cabinets. Les cabinets sont composés de plusieurs cartidges comportant un ensemble d'unités appelées plug-in unit.

| HLGC | CCC | HLRC 0 | HLRC 1 | HLGC | CCC | HLRC 0 | HLRC 1 | HLRC 2 | HLRC 3 | HLRC 4 | HLRC 5 |
|-----------------------------|-----|------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------|-----|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| PDFU PDFU PDFU PDFU | | PDFU PDFU PDFU PDFU | PDFU PDFU PDFU PDFU | PDFU PDFU PDFU PDFU | | PDFU PDFU PDFU PDFU | PDFU PDFU PDFU PDFU | PDFU PDFU PDFU PDFU | PDFU PDFU PDFU PDFU | PDFU PDFU PDFU PDFU | PDFU PDFU PDFU PDFU |
| GSW 0-0 GSW 0-1 CLSU 0-1 | | ETSC 0-0 CCSU 4 CLBU 0-1 CLBU 2-3 EIRU 0 | ETSC 1-0 EIRU 1 CLBU 4-5 CLBU 6-7 EIRU 2 | GSW 0-0 GSW 0-1 SD OMU | | DBDU 0-0 SD DBDU 0-1 | ACU 0-0 SD ACU 0-1 | ACU 1-0 SD ACU 1-1 | ACU 2-0 SD ACU 2-1 | ACU 3-0 SD ACU 3-1 | ACU 4-0 SD ACU 4-1 |
| FTRB 0 FTRB 1 | | FTRB 0 FTRB 1 | FTRB 0 FTRB 1 | FTRB 0 FTRB 1 | | FTRB 0 FTRB 1 | FTRB 0 FTRB 1 | FTRB 0 FTRB 1 | FTRB 0 FTRB 1 | FTRB 0 FTRB 1 | FTRB 0 FTRB 1 |
| BDCU 0 OMU 0 OMU 1 | | STU 0 SD STU 1 | HLRU 0-0 SD HLRU 0-1 | HLRU 1-0 SD HLRU 1-1 | | HLRU 1-0 SD HLRU 1-1 | HLRU 1-0 SD HLRU 1-1 | HLRU 2-0 SD HLRU 2-1 | HLRU 3-0 SD HLRU 3-1 | HLRU 4-0 SD HLRU 4-1 | HLRU 5-0 SD HLRU 5-1 |
| BDCU 1 CMM 0 CMM 1 | | EMU 0 SD EMU 1 | HLRU 1-0 SD HLRU 1-1 | HLRU 1-0 SD HLRU 1-1 | | HLRU 1-0 SD HLRU 1-1 | HLRU 1-0 SD HLRU 1-1 | HLRU 2-0 SD HLRU 2-1 | HLRU 3-0 SD HLRU 3-1 | HLRU 4-0 SD HLRU 4-1 | HLRU 5-0 SD HLRU 5-1 |
| FTRB 2 FTRB 3 | | FTRB 2 FTRB 3 | FTRB 2 FTRB 3 | FTRB 2 FTRB 3 | | FTRB 2 FTRB 3 | FTRB 2 FTRB 3 | FTRB 2 FTRB 3 | FTRB 2 FTRB 3 | FTRB 2 FTRB 3 | FTRB 2 FTRB 3 |
| CCSU 0 CCSU 1 CCSU 2 CCSU 3 | | CCSU 5 CCSU 6 CCSU 7 CCSU 8 | CCSU 9 CCSU 10 CCSU 11 CCSU 12 | CCSU 13 CCSU 14 CCSU 15 CCSU 16 | | CCSU 17 CCSU 18 CCSU 19 CCSU 20 | CCSU 21 CCSU 22 CCSU 23 CCSU 24 | CCSU 25 CCSU 26 CCSU 27 CCSU 28 | CCSU 29 CCSU 30 CCSU 31 CCSU 32 | CCSU 33 CCSU 34 CCSU 35 CCSU 36 | CCSU 37 CCSU 38 CCSU 39 CCSU 40 |

Figure 20 : La configuration M13 et M14 de HLR [18]

Il existe plusieurs versions de hardware développées par NSN. Actuellement on trouve deux versions (M13 et M14) installé chez Maroc télécom. La version M14 comporte 7 cabinets au maximum et la version M13 peut supporter 3 cabinets au minimum.

3.2.1 Cartridges

Le cabinet est un ensemble de cartouches qui jouent le rôle d'une unité fonctionnelle. On distingue deux types d'unité fonctionnelle :

- Des unités liées à la base de données (exemple HLRU)
- Des unités liées à la gestion du système (exemple OMU)

Dans le tableau suivant, on présente quelques unités fonctionnelles :

| Composant | Description |
|-----------|-------------|
|-----------|-------------|

| | |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Authentication Centre Unit (ACU) | responsable du stockage des données d'authentification. |
| Basic Data Communication Unit (BDCU) | contient tous les liens de communication à l'O & M du réseau |
| Group Switch(GSW) | C'est la partie de commutation contrôlée par le CMM (Central Memory & Marker) |
| Central Memory & Marker (CMM) | la mémoire centrale et le marker. |
| Clock System (CLS) | L'Horloge du système |
| Clock System Unit (CLSU) | Le CLSUs générer les signaux d'horloge nécessaires pour synchroniser les fonctions de l'HLRi et les transmet en outre aux unités CLBU dans les autres cabinets. |
| Common Channel Signalling Unit (CCSU) | véhicule la signalisation SS7 et contrôle les connections PCM. |
| Database Distributor Unit (DBDU) | distribue les données d'abonné relatives à l'unité correcte (HLRU / ACU). |
| Equipment Identity Register Unit (EIRU) | Le EIRU effectue la vérification des identités des équipements, c'est-contrôles IMEI. |
| Exchange Terminal (ET) | Le lien entre le HLR et l'extérieur |
| Home Location Register Unit (HLRU) | Le HLRU contient un fragment de la base de données HLR et la logique applicative. |
| Message Bus (MB) | La MB est une connexion physique entre les unités de l'ordinateur. |
| Operation and Maintenance Unit (OMU) | L'OMU s'occupe de toute supervision centralisée, alarme et les fonctions de récupération, et les connexions vers l'interface utilisateur (MMI-System). |
| Statistical Unit (STU) | Le STU recueille des performances et de mesure des données du réseau. |

Tableau 3: Les unités fonctionnelles du HLR [18]

3.2.2 plug-in units

Les plug-in units ne sont qu'un ensemble de carte de circuit imprimé et de connecteur. Il y'a actuellement environ 30 différents types d'unité plug-in unit disponibles pour le système. Il est à

noter que chaque Cartridge support un ensemble de plug-in unit. Il existe des plug-in units réservés à l'alimentation d'autre à la communication et d'autre à un rôle bien défini comme présente le tableau suivant :

| Désignation | Type de carte |
|--------------------|---------------------------------------|
| PSC1 | Power Supply |
| PSC6 | Power Supply |
| AS7 | Internal Communication |
| MBIF | Internal Communication |
| CPU | Processeur |
| CLAB | Synchronization and Alarm Buffer |
| CLxTG | Clock Generator for internal Clocking |
| SWCOP | Switch Control Processor |
| SWSPS | Switch Control and Switching Memory |
| SER | I/O Device Connection |
| HWAT | Communication |
| ESB | Control and control connection |
| SERO | Control |
| ET2E | MIC |
| ET16 (GTIC) | MIC |
| SW256B | Communication |
| HDPU | Hard Disk |

Tableau 4 : Le plug-in units de HLRI [18]

Conclusion :

Ce chapitre a été consacré en générale à la présentation de la solution Release 4 de NSN, à l'architecture des éléments principaux de cette solution ainsi que les interfaces et les protocoles utilisés. Nous allons, par la suite, nous focaliser sur une étude approfondie des différentes techniques de signalisation dans la Release 4.

Chapitre 4 : La signalisation dans la Release 4

La signalisation est l'ensemble d'informations de service nécessaires à l'établissement et au déroulement d'une communication sur un réseau public.

Pour le RTC, la signalisation est tout transfert de données qui permet d'établir, maintenir et libérer les connexions de voix et de données entre les utilisateurs. Pour le GSM / UMTS, la signalisation sert à établir et libérer la connexion de voix et de données entre les usagers et en plus prend en charge la gestion de la mobilité et les services de traitement de GSM/UMTS.

On peut distinguer deux types de signalisation :

- Signalisation via TDM , on parle de signalisation SS7 .
- Signalisation via IP ou SIGTRAN .

1. La signalisation SS7

La signalisation SS7 est un moyen d'échanger des informations sous forme de messages entre les éléments du réseau téléphonique. Le réseau à base de SS7 comporte trois éléments essentiels interconnectés entre eux via des liens SS7, ces éléments sont :

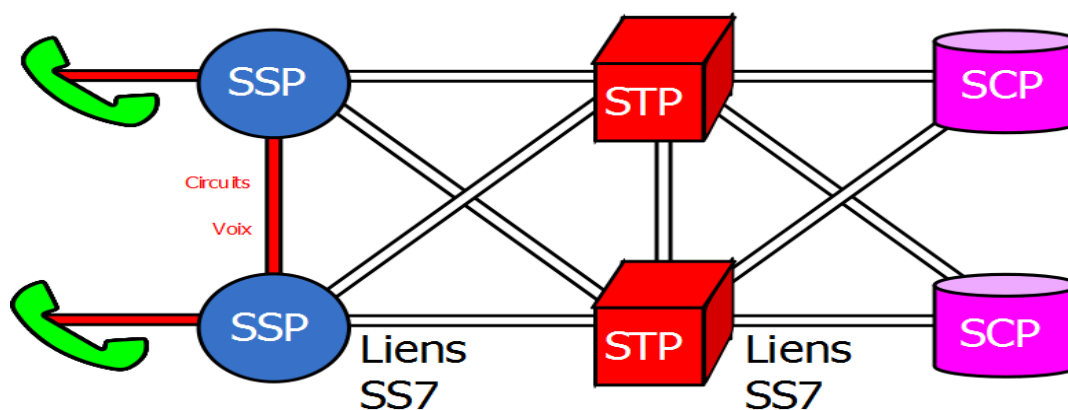


Figure 21: L'architecture du réseau SS7 [19]

- ➔ **SSP** : les SSP sont des points de commutation sémaphore i.e. des commutateurs téléphoniques équipés de logiciels compatible avec SS7 et reliés aux extrémités des liens de signalisation. En générale, ils permettent de générer, de terminer ou de commuter les appels.
- ➔ **STP** : les STP sont des points de transfert sémaphore i.e des commutateurs de paquets du réseau SS7. Leurs rôle est de router les signaux de signalisation reçus vers sa destination appropriée. Ils assurent également des fonctions de routage spécialisées.

→ **SCP** : les SCP sont des points de contrôle sémaphore i.e. des bases de données qui fournissent l'information nécessaire aux fonctions avancées de traitement des appels.

1.1 Les modes de signalisation

Il existe 3 modes sémaphores qui peuvent être utilisés en mode associé, en mode non associé soit en mode quasi-associé

→ Mode associé :

- Le mode le plus simple.
- Le canal sémaphore est parallèle au canal de circuit de parole.
- Etabli entre deux points sémaphores définis par SPC.
- Les messages de signalisation suivent la même route que la voix mais sur des supports différents.

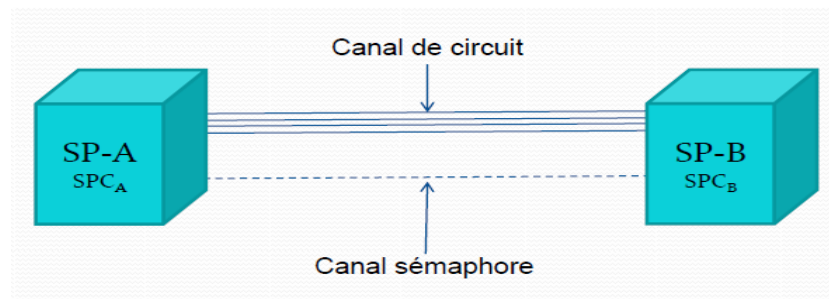


Figure 22: le mode associé [19]

→ Mode non associé :

- La signalisation prend un chemin autre que la voix.
- Les messages de signalisation sont acheminés via un ensemble de points STP avant d'être arrivés à la destination.
- Les messages à destination d'un point sémaphore peuvent emprunter des routes différentes.

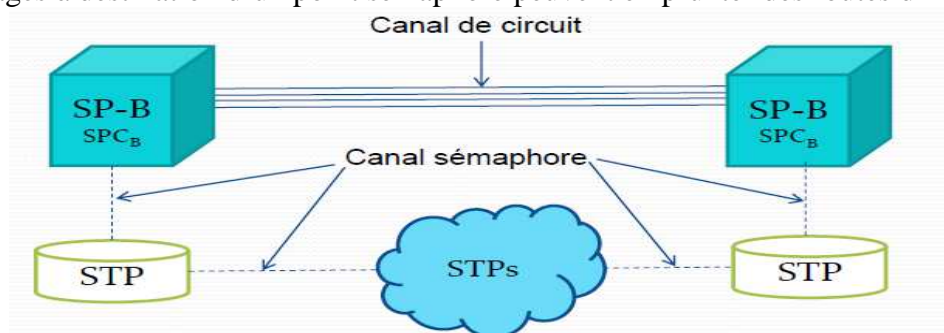


Figure 23: mode non associé [19]

➔ **Mode quasi associé :**

- Le mode le plus utilisé.
- Il ressemble au mode non associé
- Les messages de signalisation sont acheminés via deux points STP au maximum.
- Les messages à destination d'un point sémaphore empruntent la même route.

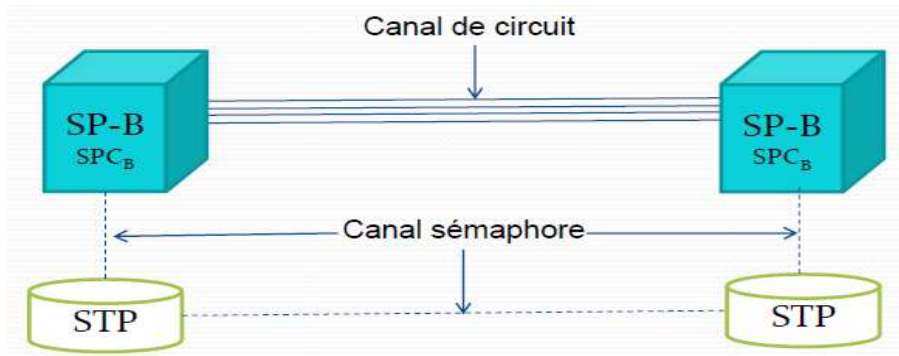


Figure 24: mode quasi associé [19]

1.2 Canaux sémaphores

Un canal sémaphore est un support bidirectionnel qui permet le transport fiable de messages sémaphores entre deux points sémaphores directement reliés. Les canaux sémaphores fonctionnent à 56 Kbits/s aux Etats-Unis et à 64 Kbits/s dans pratiquement le reste du monde.

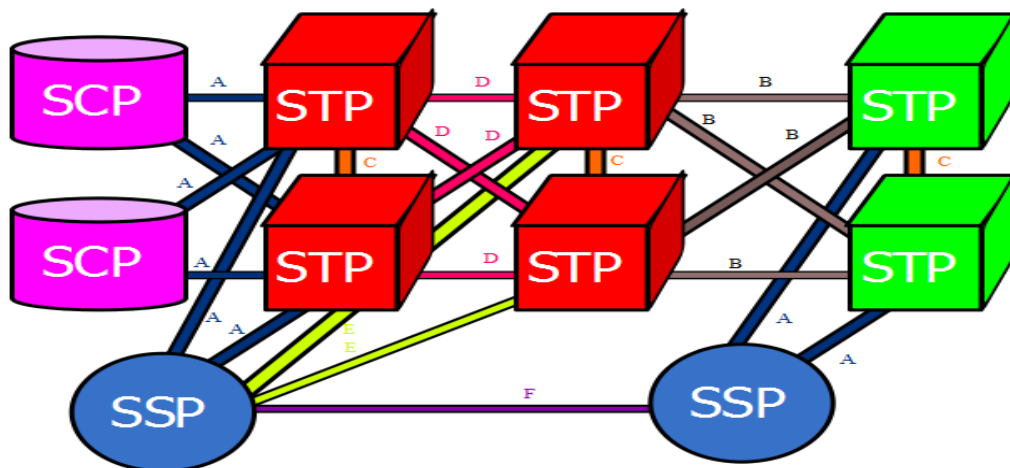


Figure 25: Les canaux sémaphores [19]

- Des canaux de types A (Access Link) reliant des SPs à des STPs.

- Des canaux de type B (Bridge Link) reliant des STPs de différentes régions.
- Des canaux de type C (Cross Link) reliant une paire de STPs de même région.
- Des canaux de type D (Diagonal Link) reliant des STPs d'un niveau donné (e.g., local, régional) à des STPs de niveau supérieur (e.g., régional, national).
- Des canaux de type E (Extended Link) reliant un SP d'une région donnée à un STP d'une autre région.
- Des canaux de type F (Full-associated Link) reliant des SSPs.

Les canaux sémaphores doivent être disponibles en permanence pour prendre en charge le trafic de signalisation. Lorsqu'un canal chute, les autres canaux du même faisceau doivent prendre en charge son trafic. Aussi, lorsqu'un STP chute, l'autre STP de la paire doit traiter le trafic dérouté.

Un canal peut donc soudainement avoir à traiter en situation anormale plus de trafic qu'en situation normale. Pour cette raison, un canal sémaphore ne peut pas utiliser en situation normale plus de 40% de son débit nominal (maximum). Lorsqu'un canal chute, son trafic est alors renvoyé vers un autre canal qui sera utilisé à 80% au maximum de son débit nominal. Les 20% restants sont utilisés afin de transporter des messages de gestion.

1.3 La pile protocolaire de la signalisation SS7

La structuration du réseau SS7 en couche a été influencée par le modèle OSI. Le réseau sémaphore SS7 est divisé en quatre niveaux représentés à la figure ci-dessous (le terme niveau est utilisé afin de le différencier du concept de couche OSI):

- Niveau 1 : physique
- Niveau 2 : liaison de données
- Niveau 3 : réseau
- Niveau 4 : partie(s) utilisateur.

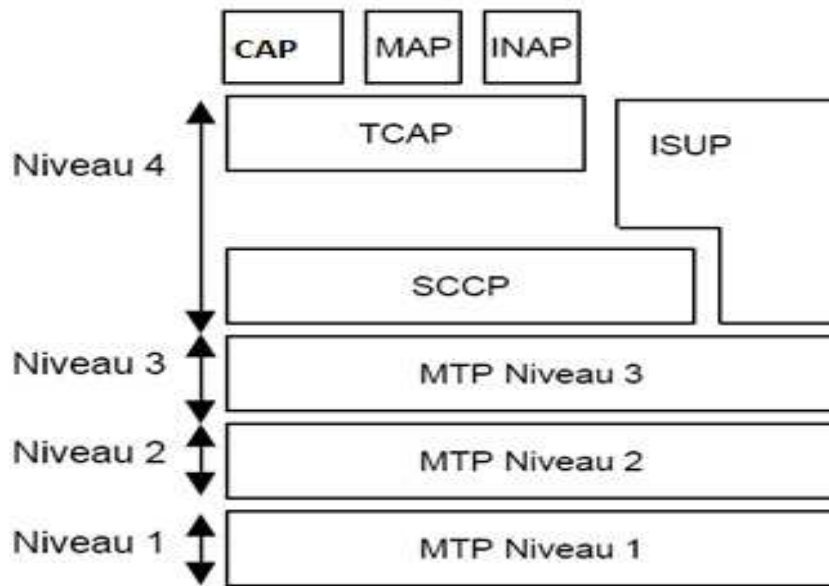


Figure 26 : La pile protocolaire de SS7 [20]

Les niveaux 1 à 3 prennent en charge le transfert de messages de signalisation entre les nœuds du réseau SS7 de façon fiable. Ils fournissent par ailleurs l'ensemble des fonctions nécessaires afin de gérer le réseau. Les niveaux 1 à 3 sont appelés sous-système de transfert de message (MTP, Message Transfer Part) de SS7. Le niveau 4 concerne les services de signalisation.

1.3.1 MTP (Message Transfer Part)

Le MTP peut être divisé en trois niveaux : MTP1, MTP2, MTP3

→ **MTP niveau 1 :**

MTP1 est la liaison sémaphore de données SDL (Signaling Data Link) qui consiste en une paire de canaux de transmission numérique opérant à 64 Kbits/s, et qui transporte les unités de données SS7 entre deux points sémaphores. Plusieurs supports physiques peuvent être considérés (EI) entre deux points sémaphores du réseau.

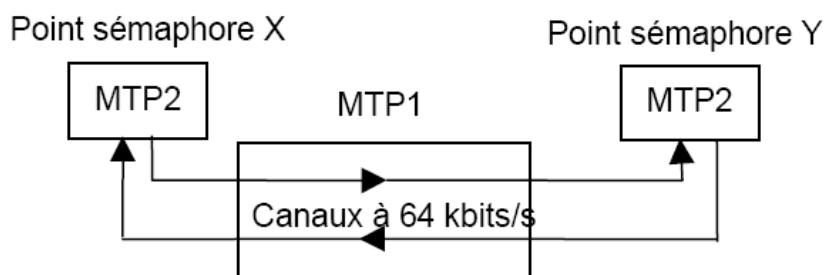


Figure 27: MTP niveau1 [20]

→ **MTP niveau 2 :**

MTP2 représente la liaison des données et concerne la procédure de contrôle de cette ligne afin de fiabiliser la transmission de messages sémaphores. Elle définit un canal sémaphore SL (Signaling Link).

Le MTP2 assure les fonctions suivantes :

- La délimitation des trames sémaphores
- L'alignement des trames sémaphores
- La détection d'erreurs
- La correction d'erreurs
- L'alignement initial
- La surveillance du taux d'erreur sur le canal sémaphore
- Le contrôle de flux

→ **MTP niveau 3 :**

MTP3 offre trois services importants qui sont ceux de la couche réseau :

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

1.3.2 Les protocoles de sous-système utilisateur

Les protocoles du sous-système utilisateur sont couramment utilisés dans n'importe quel type de réseaux de télécommunications numériques tels que RTC, RNIS et GSM. Le SCCP, TUP et ISUP représentent les protocoles de la partie commune utilisant les services offerts par le niveau MTP.

1.3.2.1 Le protocole SCCP (Signaling Connection Controlling Part)

Le protocole SCCP fournit des services réseau pour l'échange d'information entre éléments avec ou sans connexion. Le protocole SCCP encapsule le protocole TCAP et ce dernier encapsule l'ISUP, le MAP et le CAP.

Les services en mode connecté sont utilisés pour établir des connexions virtuelles entre les éléments du réseau, et ils fournissent les procédures d'établissement et de libération de ces connexions virtuelles.

Les services en mode non connecté permettent d'établir la communication entre deux éléments du réseau qui ont besoin d'échanger des informations pour une période courte.

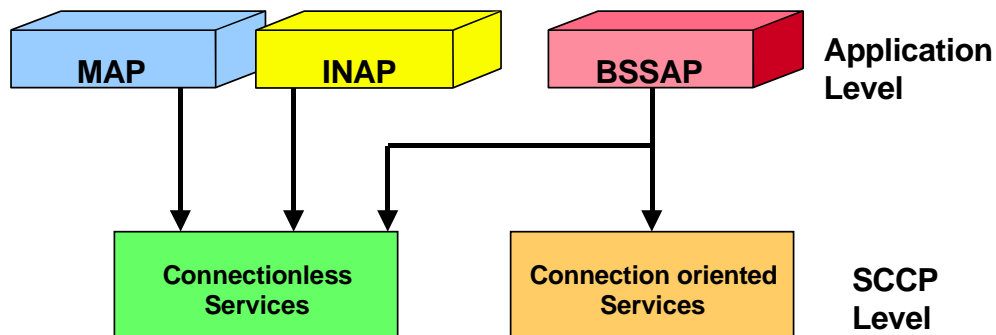


Figure 28: les modes de services SCCP [19]

Le protocole SCCP a sa propre fonction d'acheminement et peut utiliser les paramètres suivants :

- Le DPC (Code de Point de Destination)
- La GTT (Traduction d'Appellation Globale)
- Le SSN (Numéro de Sous-système)

En ce qui concerne le paramètre SSN, celui est utilisé pour identifier le sous-système utilisateur, Comme par exemple l'ISUP, le MAP, etc. La figure ci-dessous montre les deux types de routage assuré par le SCCP :

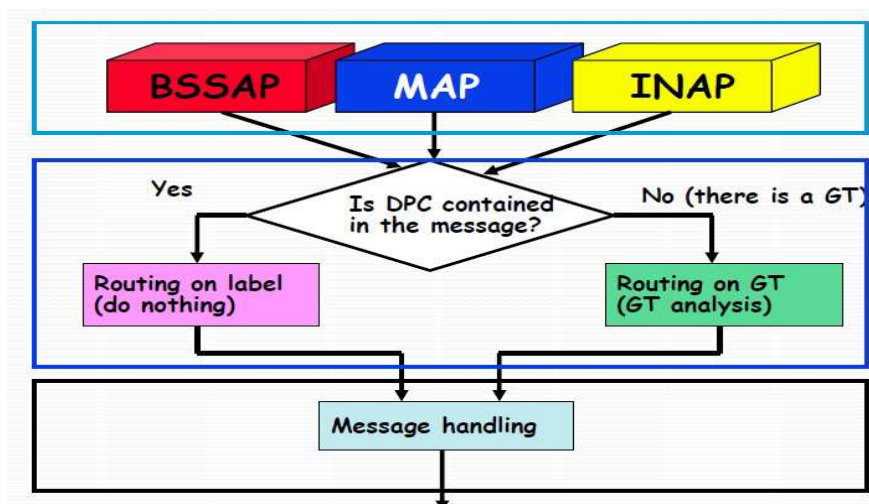


Figure 29 : routage en GT et DPC [19]

1.3.2.2 TUP (Telephone User Part)

TUP est le protocole de SS7 qui fournit les fonctions qui sont requises dans la signalisation de contrôle téléphonique international. Le TUP gère l'établissement des appels normaux et la libération des appels de voix et de données entre deux utilisateurs, et gère aussi les situations anormales en utilisant les procédures de libération. La structure du message TUP est illustrée dans la figure ci-dessous :

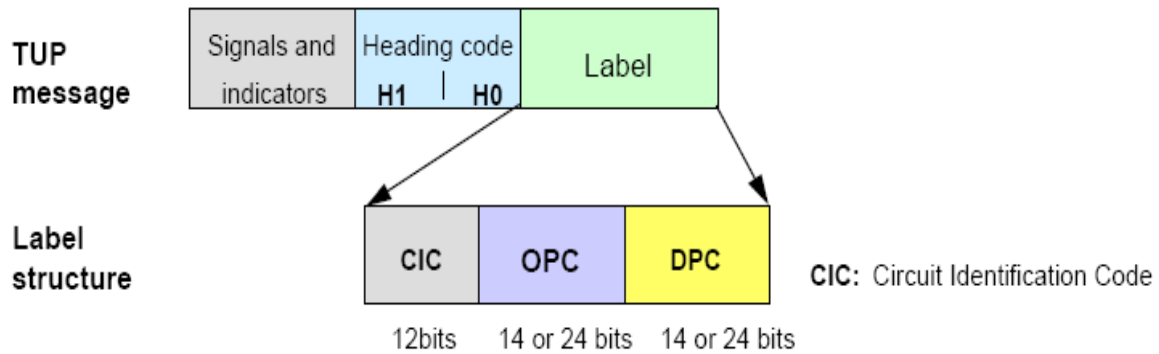


Figure 30: Structure du message TUP [20]

Le champ CIC est utilisé pour identifier la correspondance d'un message de signalisation avec un circuit de parole donné, le Heading code H1/H0 identifie le type de message (réponse, libération,...) et le champ de données utilisateur contient deux types principaux : les signaux et les indicateurs.

1.3.2.3 ISUP (ISDN User Part)

ISUP est la partie utilisateur définie spécifiquement pour le RNIS. Il fournit des facilités de traitements des services de RNIS et des services complémentaires pour les applications voix et données. ISUP est parfaitement adapté pour les applications des réseaux de données à commutation de circuit nationaux et internationaux. Au sein du réseau UMTS Rel.4, l'ISUP est utilisé entre le MSS (ou GCS) et le RTCP. La structure du message ISUP est illustrée dans la figure suivante :

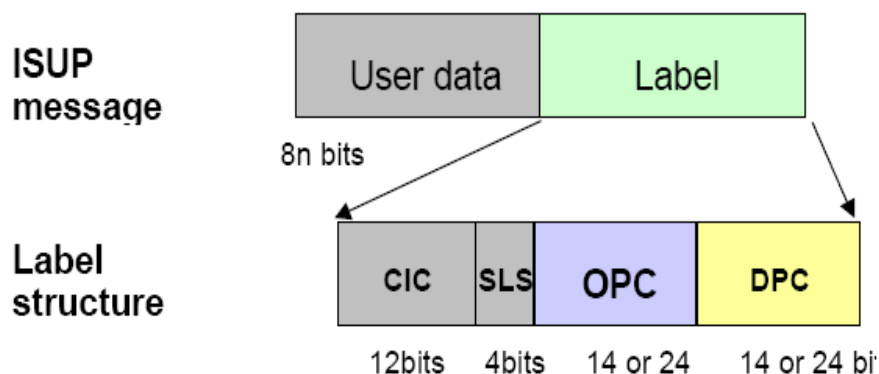


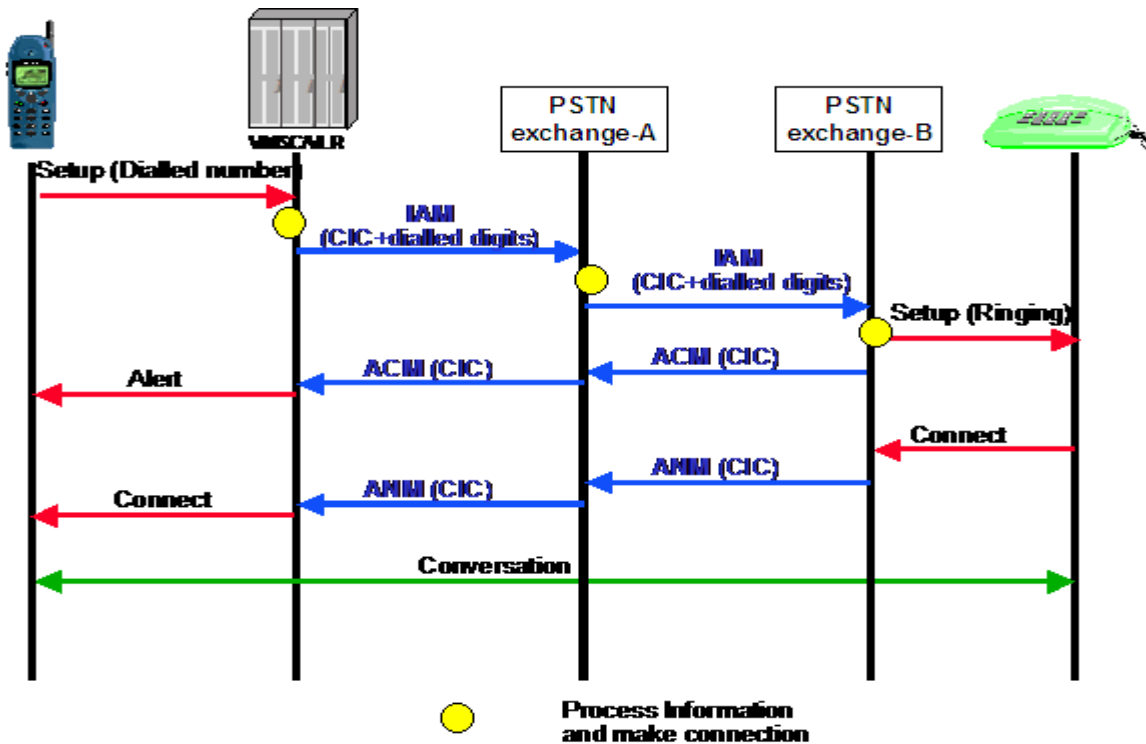
Figure 31: Structure du message ISUP [20]

Le message ISUP comprend l'identification de la source et de la destination des parties de la communication (DPC, OPC), le paramètre de partage de charge SLS qui identifie le canal de signalisation, et le CIC.

Le SLS qui est un champ d'étiquette de routage, est également utilisé par la fonction de routage des messages MTP3 pour assurer un partage de charge entre les différents liens de signalisation SL.

Le champ de données utilisateur contient un champ qui permet d'identifier le type de message ISUP (IAM : Initial Address Message ; ACM : Address Complete Message ; ANM : Answer Message).

La figure ci-dessous illustre l'établissement d'une connexion ISUP :



Exemple : Mobile A → Abonné RTC

- 1- L'abonné A compose le numéro complet de l'abonné B, et l'établissement de l'appel commence en appuyant sur le bouton envoyer du mobile.
Avec le message SETUP, le numéro de l'abonné A est envoyé au MSC/VLR.
- 2- Le MSC/VLR analyse les chiffres composés et réserve un TS (Time Slot) vers le RTC. Le message IAM est envoyé. Il contient le code de la source, le code du TS, et le CIC.
- 3- Le PSTN Ex-A reçoit l'IAM. Après une analyse des chiffres contenus, un nouveau TS est réservé au trafic, et un nouveau IAM est envoyé au PSTN Ex-B.
- 4- Lorsque PSTN Ex-B reçoit le message IAM, il reconnaîtra que l'établissement de l'appel est destiné à un abonné qui lui est connecté.
- 5- Au niveau du MSC/VLR, un message d'alerte est envoyé à l'abonné A qui entend la sonnerie d'appel.
- 6- L'abonné RTC raccroche un message « Connect » est envoyé au PSTN Ex-B. Ce message est mappé sur un message ANM, qui est transféré à travers le réseau.
- 7- Après la réception du message ANM au niveau du PSTN Ex-A, la tarification commence et le message Connect est envoyé à l'abonné A.
- 8- L'appel est établi.

1.3.3 Le sous-système applicatif dans la spécification GSM

Trois parties du niveau applicatif sont utilisées dans le GSM:

- BSSAP (Base Station System Application Part).
- MAP (Mobile Application Part).
- INAP (Intelligent Network Application Part).

Toutes les parties applicatives (BSSAP, MAP, INAP) ont besoin des services fournis par le protocole SCCP comme l'indique la figure suivante :

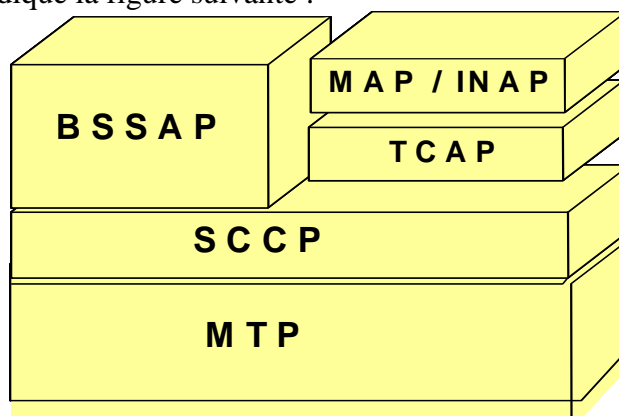


Figure 32: les parties applicatives dans le GSM [20]

1.3.3.1 BSSAP (Base Station Subsystem Application Part)

Le protocole BSSAP est chargé de transfert des messages GSM entre le MSC et le BSC et entre le MSC et la station mobile. BSSAP peut être divisé en deux sous-parties : DTAP et BSSMAP.

- DTAP (Direct Transfer Application Part) gère le transfert des informations de signalisation entre le MSC et la MS telles que l'établissement de l'appel, les alertes et les messages de location update. Ils sont tous envoyés en toute transparence via la BSC à la MS.
- BSSMAP (Base Station System Management Application Part) gère les fonctions de signalisation entre le MSC et le BSS et effectue d'autres procédures telles que le contrôle de handover. Les messages utilisés dans ces procédures sont envoyés directement à partir de la MSC à la BSC.

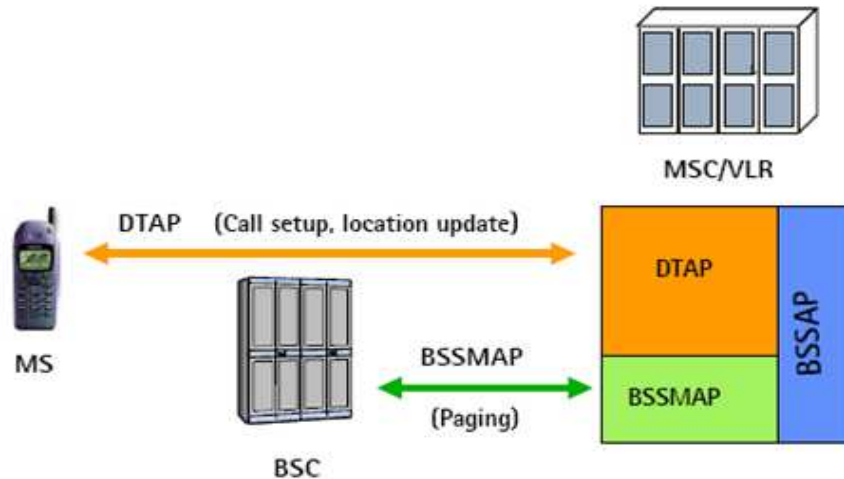


Figure 33 : Les sous parties de BSSAP [20]

1.3.3.2 MAP (Mobile Application Part)

Le protocole MAP régit l'ensemble des échanges entre équipements du réseau NSS. Il offre les fonctions de signalisation nécessaires à un service de communication voix ou données dans un réseau mobile. Il concerne les dialogues entre différentes entités du réseau mobile notamment, MSC/VLR, MSC Server, SGSN, HLR, EIR, SMSC, etc.

Les procédures AP (Application Part) peuvent être : enregistrement de localisation, la gestion des services supplémentaires, demande d'information au HLR, handover inter-MSC, authentification, contrôle d'IMEI et prise en charge des SMS. Les opérations définies dans le protocole MAP sont envoyées via le réseau de signalisation en utilisant les services TCAP, SCCP et MTP. Pour le SCCP, MAP utilise seulement un service sans connexion.

→ Les interfaces MAP :

Les interfaces de MAP permettent d'effectuer une communication facile et efficace entre les MSCs, les HLRs, les VLRs et les EIRs. Les spécifications techniques du GSM définissent six différentes interfaces entre les éléments du réseau. La figure suivante illustre ces interfaces :

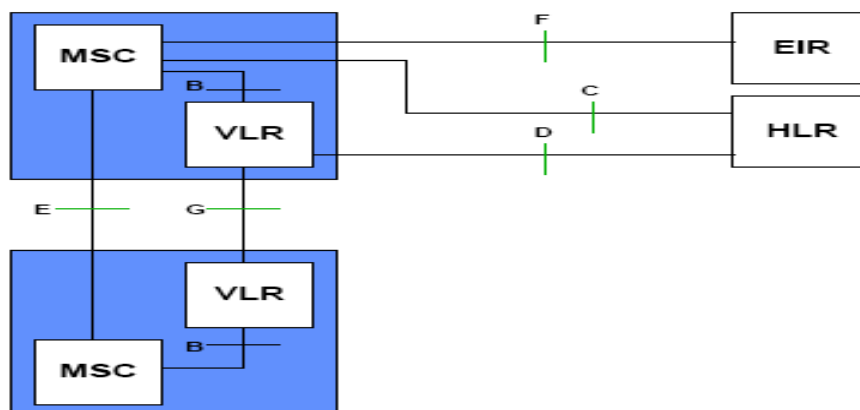


Figure 34 : Les interfaces MAP [18]

- Interface B est située entre le MSC et le VLR. Les messages concernant, par exemple, location-update ou le contrôle d'appel, passent par cette interface. Dans l'architecture DX 200, le MSC et le VLR sont intégrés, et par conséquent, l'interface B est une interface interne.
- Interface C est située entre le MSC et le HLR. Les messages relatifs, par exemple, aux demandes d'information au HLR, sont envoyés via cette interface.
- Interface D est située entre le VLR et le HLR. Les messages concernant, par exemple, la location update, sont envoyés via cette interface.
- Interface E est située entre deux MSCs. Il est utilisé, par exemple, pour le handover inter-MSCs.
- Interface F est située entre le MSC et l'EIR. Les messages de vérification d'IMEI sont envoyés via cette interface.
- Interface G est située entre deux VLR. Il est utilisé, par exemple pour les mises à jour de localisation.
- Les sous-systèmes de MAP dans l'architecture DX200 :
- Dans l'implémentation de la plate-forme DX200, on trouve les sous-systèmes suivants :
- MAP-M: MAP de MSC gère les messages acheminés via les interfaces B, C, E et F.
- MAP-V: MAP de VLR gère les messages acheminés via les interfaces B, D et G.
- MAP-H: MAP de HLR gère les messages acheminés via les interfaces C et D.
- MAP-E : MAP d'EIR gère les messages acheminés via l'interface F.

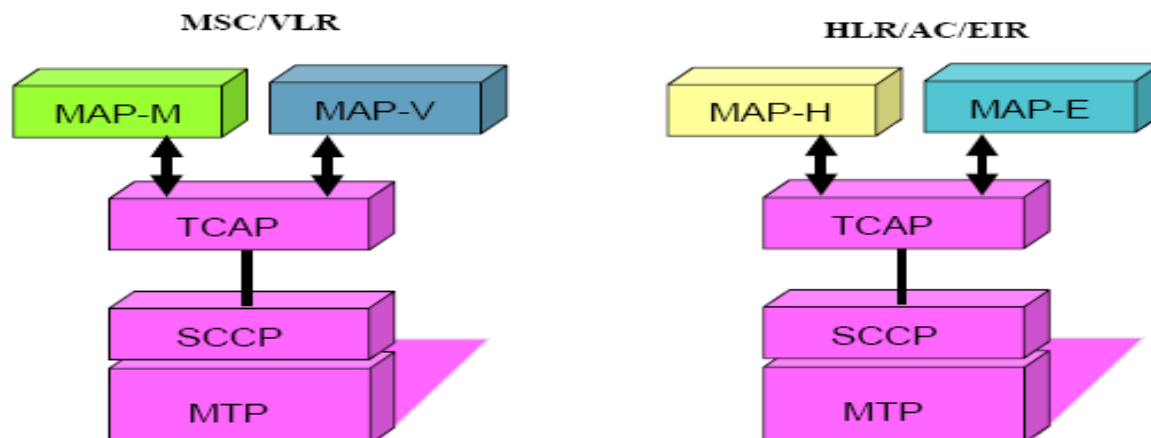


Figure 35 : Les sous-systèmes MAP [18]

1.3.3.3 INAP /Camel

Le protocole INAP fait partie de l'implémentation du réseau intelligent IN utilisé pour la communication entre le SSP (Service Switching Point) et le SCP (Service Control Point) qui font partie de l'architecture du réseau IN.

Les opérations définies dans le protocole INAP/CAP sont envoyées via le réseau de signalisation à l'aide des services sans connexion TCAP, SCCP et à l'aide de MTP.

Parmi les opérations d'INAP/CAP, on cite l'IDP (initial detection point) qui est utilisé pour démarrer le dialogue et Release Call qui est utilisé par le SCP pour demander au SSP de libérer l'appel.

1.3.4 Les nouveaux protocoles pour le SCN Release 4

Dans la Rel.4 le MSC-Server introduit de nouveaux protocoles :

- RANAP (Radio Access Network Application Part).
- H.248/MEGACO (Media Gateway Control Protocol).
- SIP (Session Initiation Protocol).
- BICC (Bearer Independent Call Control).

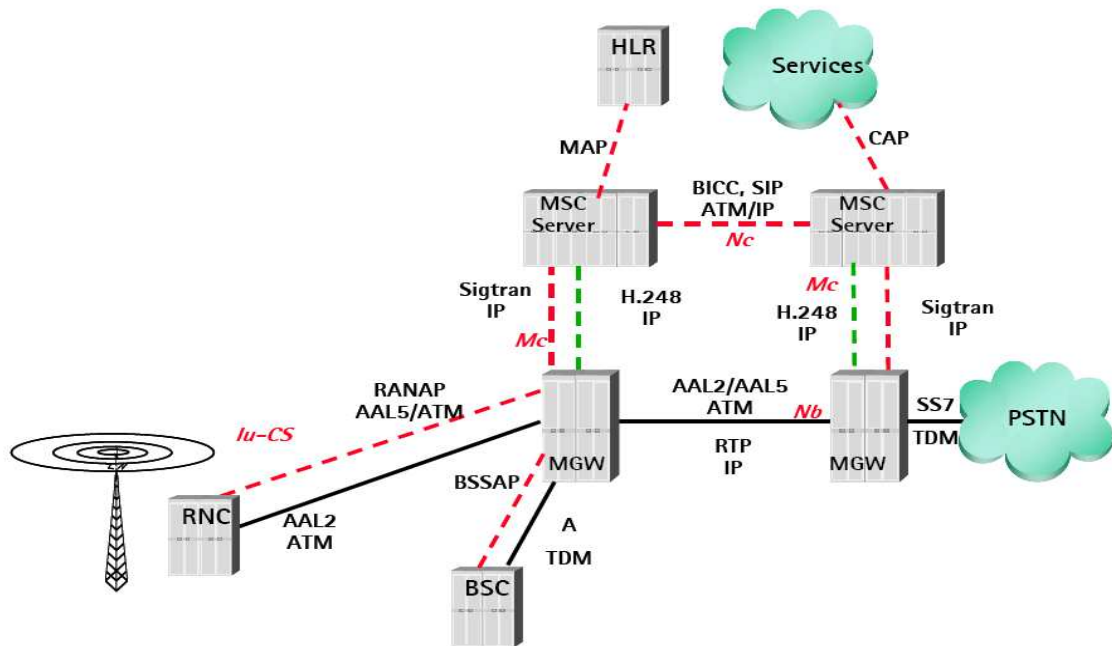


Figure 36 : les différents protocoles utilisés dans la Rel.4 [15]

1.3.4.1 RANAP (Radio Access Network Application Part)

Le protocole RANAP peut être considéré comme une évolution du protocole de signalisation BSSAP entre le BSC et le MSC. Le trafic entre UTRAN et le réseau cœur est transporté à travers l'interface Iu-CS entre RNC et MGW. Cette interface est basée sur un transport ATM (AAL2 pour le plan utilisateur et AAL5 pour le plan contrôle).

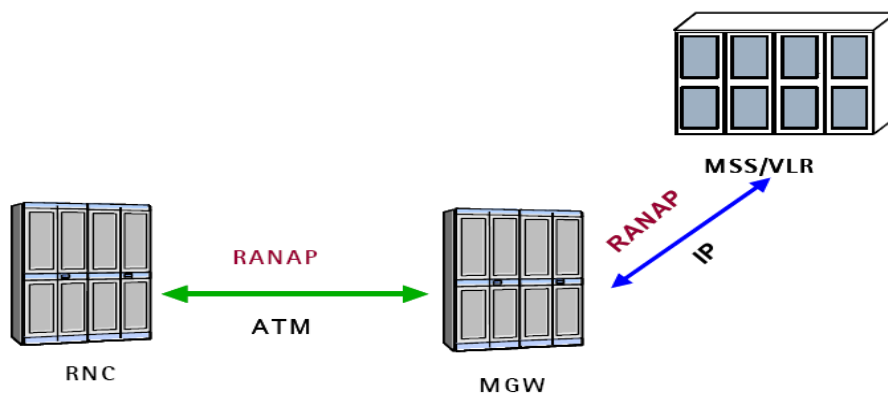


Figure 37: RANAP entre le RNC et le MSS [15]

1.3.4.2 H.248/MEGACO (Media Gateway Control Protocol)

Le protocole H.248 ou MEGACO est employé pour la communication entre un contrôleur du MGW (MGC) et MGW, en implémentant la fonction du contrôle de MGWs par MGC. H.248 est utilisé sur l'interface Mc entre MGC et MGW: La transmission de protocole peut être basée sur IP ou ATM.

Le MGC ou le MSC Server contrôle les activités des MGWs. Le MGC prend en charge le contrôle d'appel et la signalisation alors que les MGWs reçoivent des instructions des MGCs, leur indiquant les actions qu'ils doivent entreprendre. Ces actions concernent l'établissement et la libération d'une connexion qui représente une association entre une terminaison en entrée et une terminaison en sortie du MGW. Le protocole MEGACO permet à ces deux entités MGC et MGW de s'échanger des transactions. Chaque transaction s'exprime par l'envoi d'une transactionRequest par l'une des entités et l'envoi d'une transactionReply par l'autre entité. Une transactionRequest consiste en une suite de commandes alors qu'une transactionReply contient une suite de réponses correspondantes.

1.3.3.4 SIP (Session Initiation Protocol) & BICC(Bearer Independent Call Control)

La signalisation de contrôle d'appel basé réseau-à-réseau est transférée via l'interface Nc entre le MSC-Server et le GMSC Server. Le MSC-Server de NSN supporte BICC CS-2 et SIP comme protocole de contrôle d'appel. L'utilisation de BICC CS-2 est défini dans les spécifications 3GPP Release 4. Dans le MSS et le GCS de NSN, SIP peut servir comme protocole de controle d'appel alternatif dans les réseaux basés IP.

→ SIP :

SIP-T (Session Initial Protocol for Telephony) et SIP (Session Initiation Protocol) sont utilisés par le MSS pour les fins suivantes:

- SIP-T fournit des fonctions similaires au protocole de signalisation BICC.
- SIP fournit des capacités de signalisation vers l'IMS.

Recommandation concernant SIP-T :

. Les différences principales entre le SIP pour la téléphonie et la signalisation BICC sont :

- SIP-T ne nécessite pas la présence d'un réseau de signalisation SS7 contrairement à BICC.
- SIP-T peut être utilisé uniquement pour établir des connexions de plan utilisateur via le réseau IP alors que BICC peut être utilisé pour établir des connexions sur les réseaux IP et ATM.

→ BICC :

Le protocole BICC a pour objectif la gestion de la communication entre serveurs d'appel, indépendamment du type de support, permettant aux opérateurs de réaliser une migration de leurs réseaux RTC/RNIS vers des réseaux en mode paquet.

BICC est développé à partir du protocole ISUP, il se caractérise par la séparation du plan de contrôle d'appel et le contrôle d'acheminement.

Ce protocole est transmis à travers l'interface Nc entre deux MSC Server ou entre un MSC Server et un GMSC Server. Comme BICC est un protocole qui opère au niveau application, il peut être implémenté dans n'importe quel réseau de transport tel qu'IP, ATM, ou TDM.

2. Le modèle SIGTRAN

SIGTRAN est un modèle défini par l'équipe de travail à Internet Engineering Task Force (IETF) dont le but est d'assurer l'interopérabilité entre le système de signalisation SS7 et le réseau IP. L'objectif de ce groupe de travail est de concevoir des protocoles de transport et des couches d'adaptation pour les différents besoins de signalisation de la téléphonie fixe et mobile. Ce modèle supporte la transmission de la signalisation à travers le réseau IP. Il offre plusieurs protocoles fiables

pour adapter les paquets provenant du RTCP pour pouvoir les transporter dans le réseau IP en assurant l'utilisation du réseau de commutation existant :

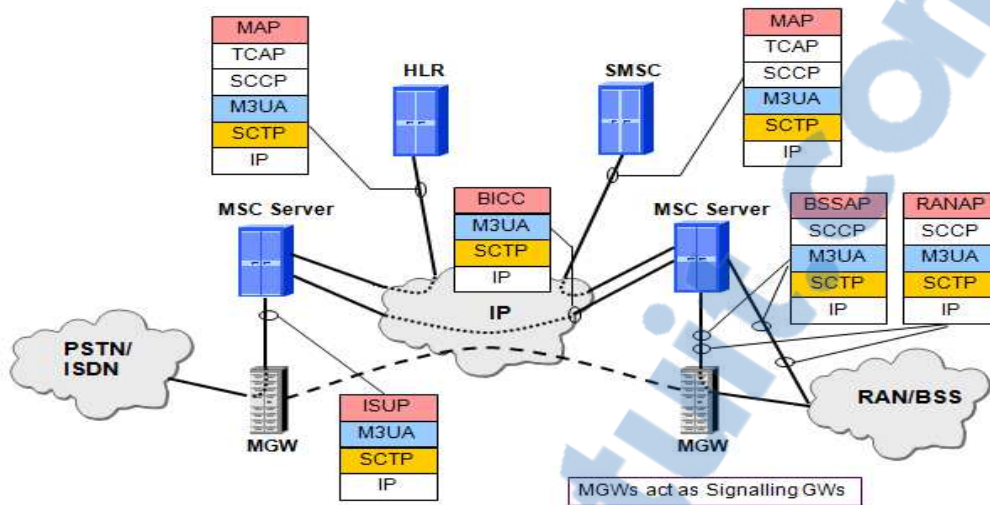


Figure 38 : implémentation de SIGTRAN dans la Rel.4 [15]

2.1 La pile protocolaire de SIGTRAN

La figure suivante explicite les couches constituant la pile SIGTRAN :

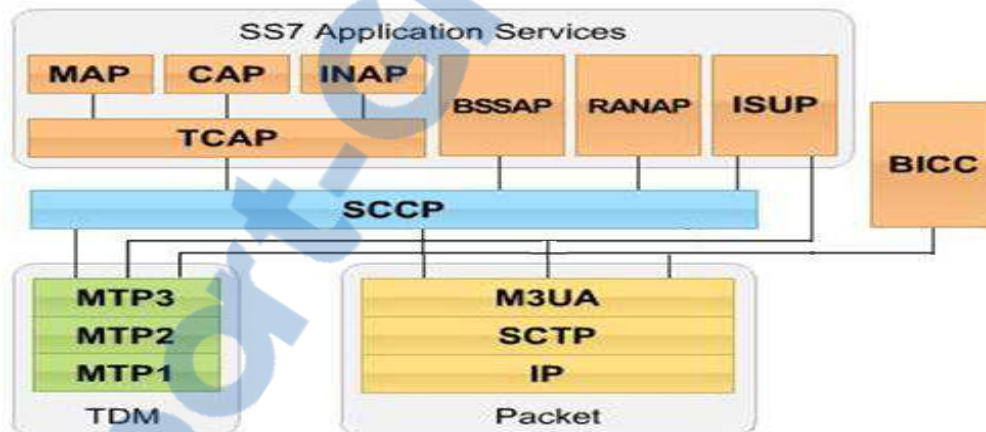


Figure 39: La pile des protocoles du SIGTRAN [15]

Dans le modèle SIGTRAN, les protocoles du sous-système applicatif ont resté les mêmes, ce sont les couches basses (couches de transport) qui ont changé, afin d'assurer l'interopérabilité avec le réseau IP. Les nouveaux protocoles instaurés sont :

- M3UA (SS7 MTP3-User Adaptation Layer) : assure l'interopérabilité avec le protocole MTP3.
- SCTP (Stream Control Transport Protocol) : assure l'interopérabilité le protocole MTP2.
- IP (Internet Protocole).

2.1.1 La couche M3UA

La couche M3UA du SIGTRAN offre des applications avec les mêmes services que le MTP3 dans le cas de SS7 sur des liaisons TDM à savoir ISUP, TUP et SCCP. Elle se charge du transfert des messages des protocoles qui sont identifiés comme protocoles utilisateurs de la couche MTP3.

Pour transporter les messages de signalisation entre deux SPs dont l'un est situé dans un réseau à commutation de circuit et l'autre dans un réseau IP, le passage par un SG est nécessaire pour adapter le trafic au réseau IP.

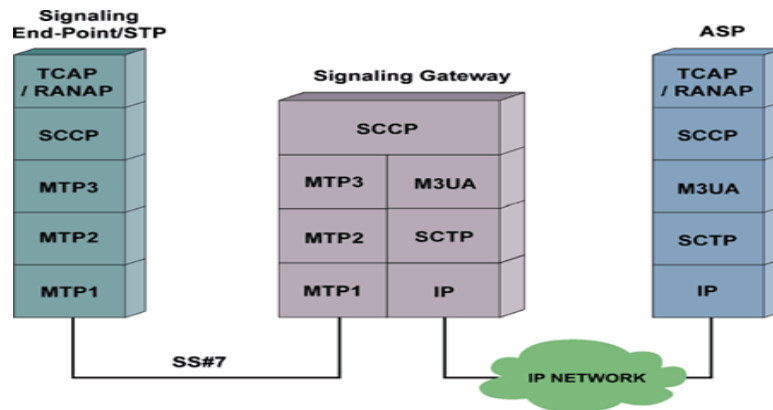


Figure 40: implémentation de SIGTRAN entre deux SPs [17]

1.3.1 Stream Control Transmission Protocol (SCTP)

SCTP est un protocole de transport de la signalisation sur un réseau IP. C'est un protocole unicast permettant l'échange de données en mode bidirectionnel entre deux endpoints SCTP. SCTP fournit un **transport fiable**, détecte le rejet, la duplication de données ainsi que les données erronées et retransmet les données corrompues.

Les principales différences entre le SCTP et le TCP sont le multihoming et le concept de «association» ou «stream» au sein d'une connexion : une association SCTP représente une séquence de messages, bien que dans le TCP l'association est appelée une séquence d'octets.

Le SCTP offre deux fonctionnalités principales :

→ **Multi-streaming** :

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

→ **Multi-homing** :

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

Conclusion :

Pour la signalisation SS7, le MSS et le GCS peuvent fournir des connexions basées sur SIGTRAN ou sur TDM selon l'opérateur. Dans le cas de SIGTRAN, M3UA fournit une adaptation utilisateur pour les couches supérieures et le SCTP (Stream Control Transmission Protocol) offre la fiabilité et la redondance du réseau IP qui sont nécessaires pour le trafic de signalisation. SCTP multi-réseau est également fourni et il peut être utilisé avec les protocoles H.248 et M3UA. Ces différentes notions traitées dans cette partie seront très utiles par la suite dans l'intégration de la signalisation SS7.

Chapitre 5: Intégration de la signalisation SS7 SIGTRAN dans le domaine CS de NSN

L'intégration d'une liaison de signalisation peut se faire à l'aide des liens TDM, ATM ou sur IP, selon le type d'interface utilisée. En fait, nous allons focaliser notre étude dans ce chapitre sur la signalisation SS7 sur TDM et la solution SIGTRAN.

Dans ce chapitre, nous allons faire l'intégration et la configuration des liaisons de signalisation dans le réseau cœur, et plus précisément au niveau de l'interface D entre le HLR et le MSS.

Dans un premier lieu, nous allons présenter la procédure d'intégration et de configuration des liaisons TDM, avec une première solution LSL (Low Speed Link) proposée par NSN, ensuite nous allons présenter les limites de cette solution au niveau de la bande passante et de débit, pour adopter par la suite une deuxième solution HSL (High Speed Link).

La deuxième partie de ce chapitre, sera consacrée à la migration de la solution HSL vers la solution SIGTRAN (transport de la signalisation sur IP) considérée comme une solution efficace ignorant les limites de TDM et présentant plus d'avantages par rapport à la signalisation SS7 sur TDM.

1. La signalisation SS7 sur TDM

Un lien de signalisation SS7 basées sur TDM utilise, comme son nom l'indique, un multiplexage temporel par la division du temps en TS ou intervalle de temps. A chaque canal de communication (data ou signalisation), on peut allouer un ou plusieurs TS (time slots) selon la configuration adoptée.

Cette technique permet de partager les ressources entre plusieurs unités d'utilisation et transmettre à grande vitesse plusieurs signaux numériques en série sur un seul support de transmission.

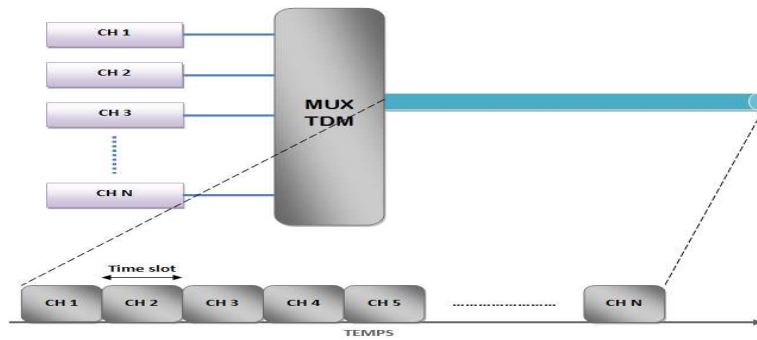


Figure 41: Time Division Multiplexing [15]

1.1 Liaison MIC

La transmission des canaux de signalisation, de données et de parole à base de TDM s'effectue sur des liaisons MIC ayant un débit de 2 Mbits/s (64 kbits/s par TS). Selon, la capacité des éléments de réseau et la planification des liens du réseau, on peut affecter un ou plusieurs liens MIC à une liaison donnée.

Le MIC, pour modulation d'impulsion codé, est composé de 32 voies multiplexé temporellement appelés TS comme le montre la figure 42. La nature de cette liaison peut être filaire (paire de fils cuivrés, coaxial, fibre optique...), ou radioélectrique (faisceaux hertziens, ou laser sur courte distance).

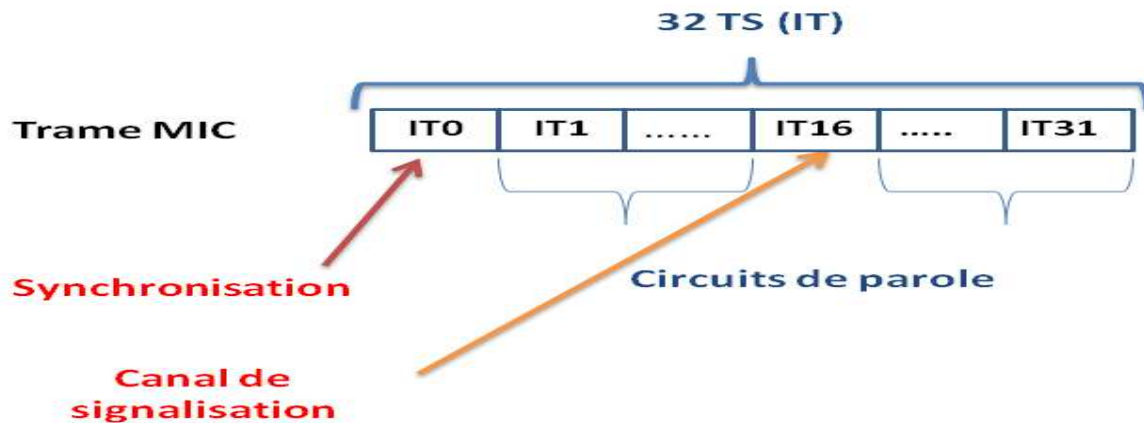


Figure 42: La structure d'une trame MIC [15]

Les liaisons MIC sont utilisées sur plusieurs interfaces du réseau :

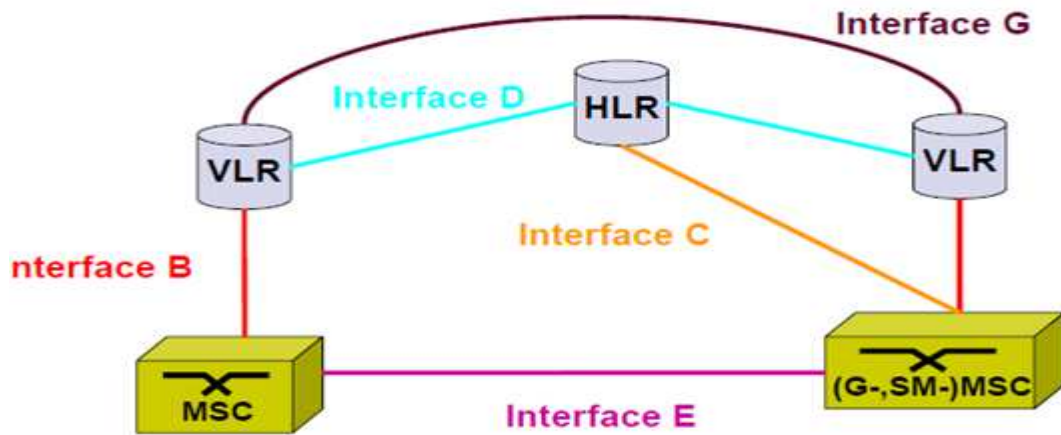


Figure 43: Les interfaces basées sur des liaisons MIC [13]

1.2 Types de signalisation

On distingue deux types de transmission de signalisation:

- Signalisation bande de base : Les informations relatives à la signalisation sont transportées dans le même canal utilisé pour le transport de la voix.
- Signalisation hors-bande: utilisation d'un canal spécifique pour la signalisation, qui ne transporte pas la voix.

Dans un premier temps les liens MIC sont conçus pour transporter en même temps les données et la signalisation (le TS 16 est réservé pour la signalisation et le TS 0 pour la synchronisation). Ce mode de fonctionnement s'appelle le mode CAS ou signalisation en bande de base.

Le mode CAS présente un inconvénient par le fait qu'on doit, à la réception, parcourir toute la trame MIC pour récupérer le TS de signalisation ce qui augmente le délai de traitement. C'est pour cette raison qu'un nouveau mode de fonctionnement appelé CCS est introduit pour séparer la signalisation et les données. Dans ce cas une liaison MIC est allouée à la signalisation et les données sont transportées sur d'autres liaisons MIC.

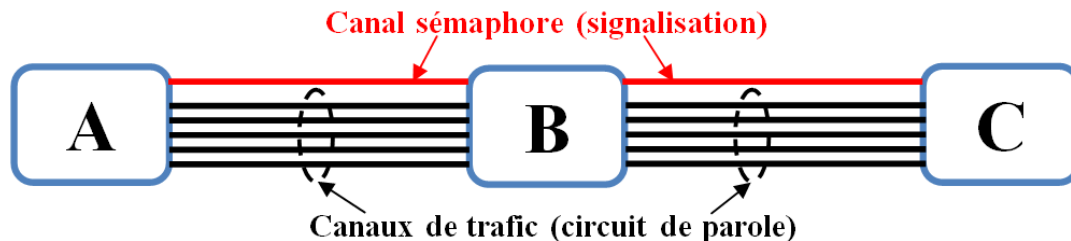


Figure 44: Le mode de fonctionnement CCS [20]

Cette nouvelle méthode présente les avantages suivants :

- Transfert de signalisation sans allocation de circuit.
- Transfert de signalisation durant une communication.
- Allocation des circuits uniquement si le correspondant est joignable.

1.3 Configuration des liaisons de signalisation SS7 sur TDM

Après avoir présenté la structure des liaisons MIC supportant les messages de signalisation, nous allons commencer l'intégration et la configuration de ces liens TDM sur l'interface D entre les équipements : HLR et MSS. En réalité, le HLR n'est pas connecté directement au MSS, il passe par des STP (Signalling Transfer Point).

Notre travail consiste alors à intégrer et configurer les liens de signalisation entre le HLR et les STPs du réseau cœur de NSN :

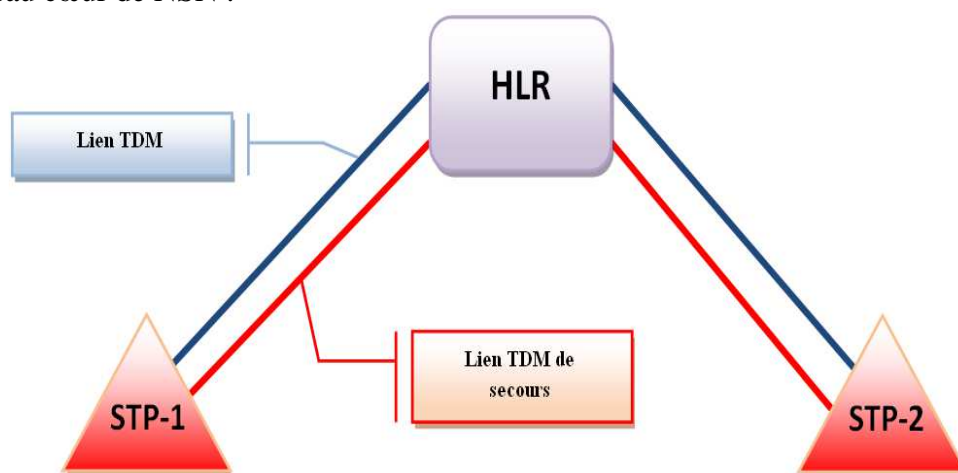


Figure 45: Les liens TDM entre HLR et STPs [14]

Pour la signalisation SS7 sur TDM, on distingue deux niveaux de configuration: la configuration des couches basses et la configuration des niveaux applicatifs qui dépend du type de l'interface à configurer. Dans cette partie on focalise notre étude sur la configuration des couches basses ((MTP1, MTP2 et MTP3).

1.3.1 Configuration de MTP1

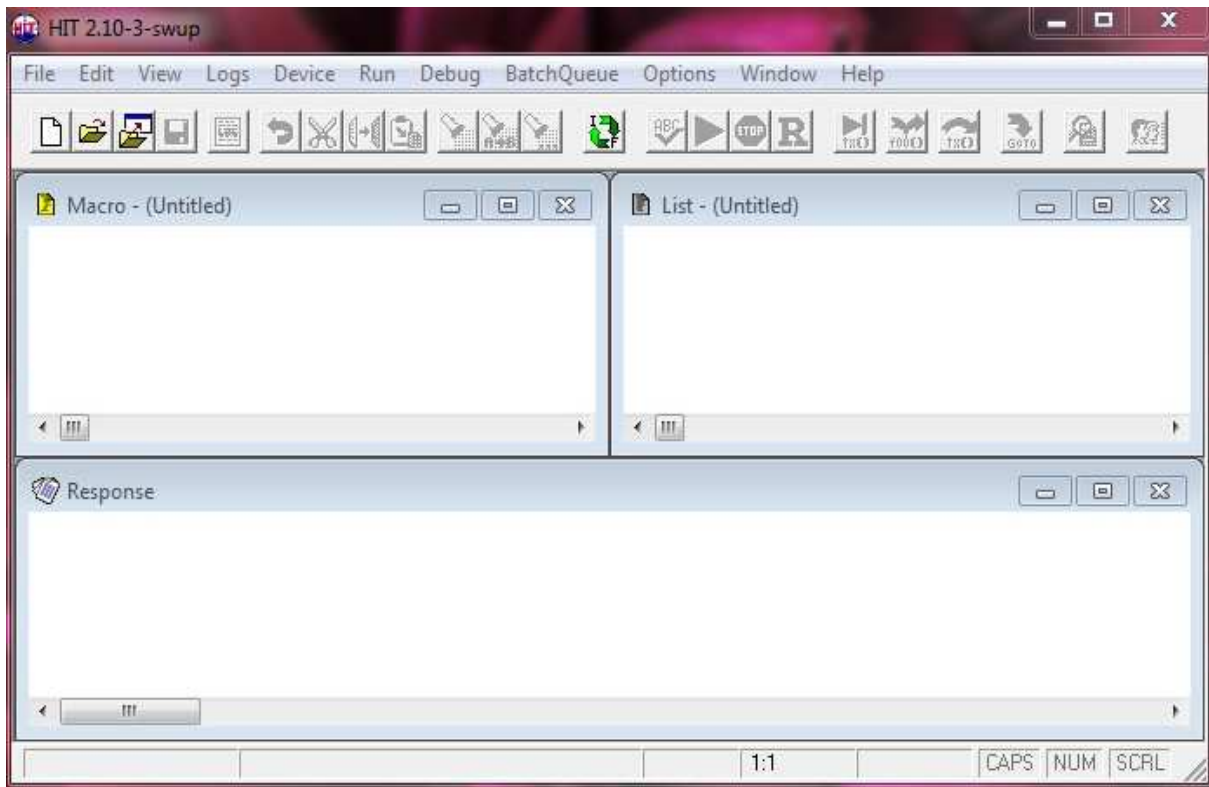
Cette étape consiste à établir des liens physiques entre les extrémités qui échangent les messages de signalisation entre elles. Ces liens sont connectés aux ETs (Exchange Terminal) de l'élément du réseau concerné. Chaque ET supporte un ou plusieurs E1 (E1=MIC=2 Mbit/s).

Les configurations suivantes seront effectuées en tenant compte que les liens physiques sont déjà établis entre les éléments du réseau.

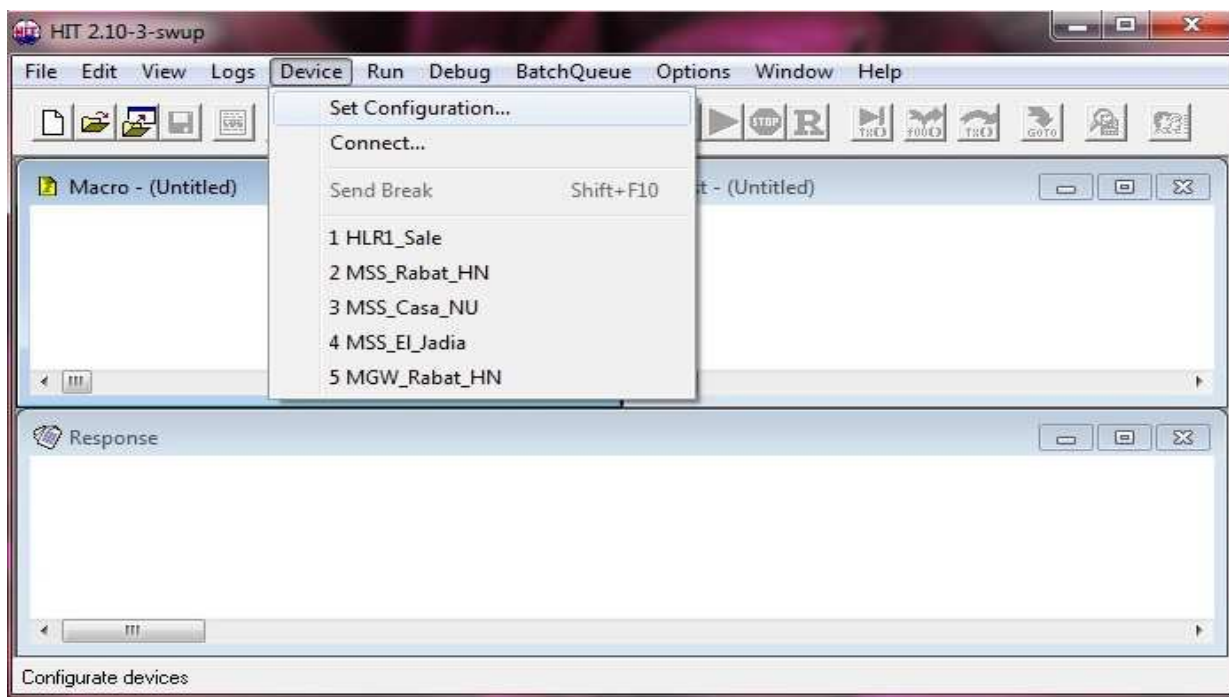
1.3.2.Outil de configuration les liens de signalisation

La configuration des couches suivantes se fait à l'aide du logiciel « **HIT 2.10-3 swup** » de NSN, ce dernier permet d'accéder aux équipements et exécuter les commandes spécifiques à chaque étape de la configuration. Pour se connecter aux équipements à l'aide du logiciel on procède comme suit :

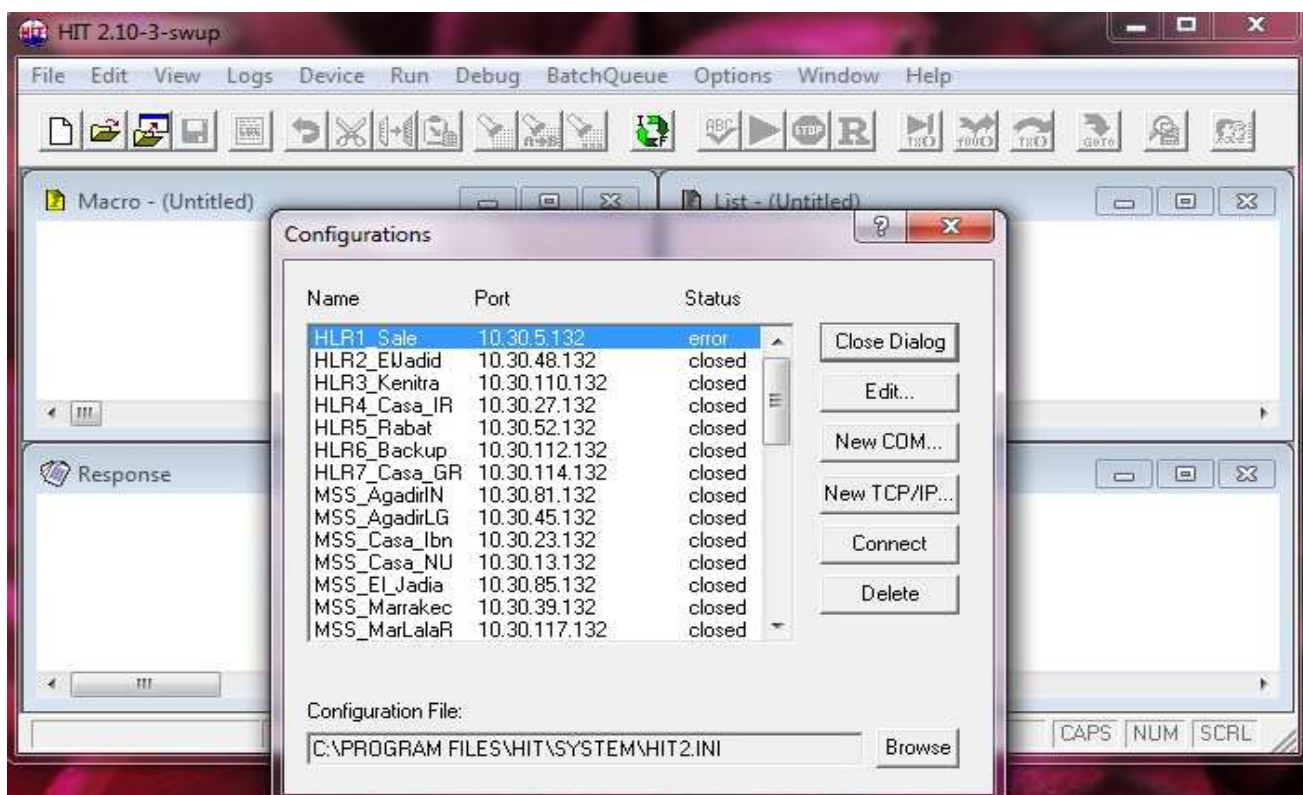
1) Lancer le logiciel **HIT 2.10-3 swup** :



2) Démarrer la configuration des équipements :

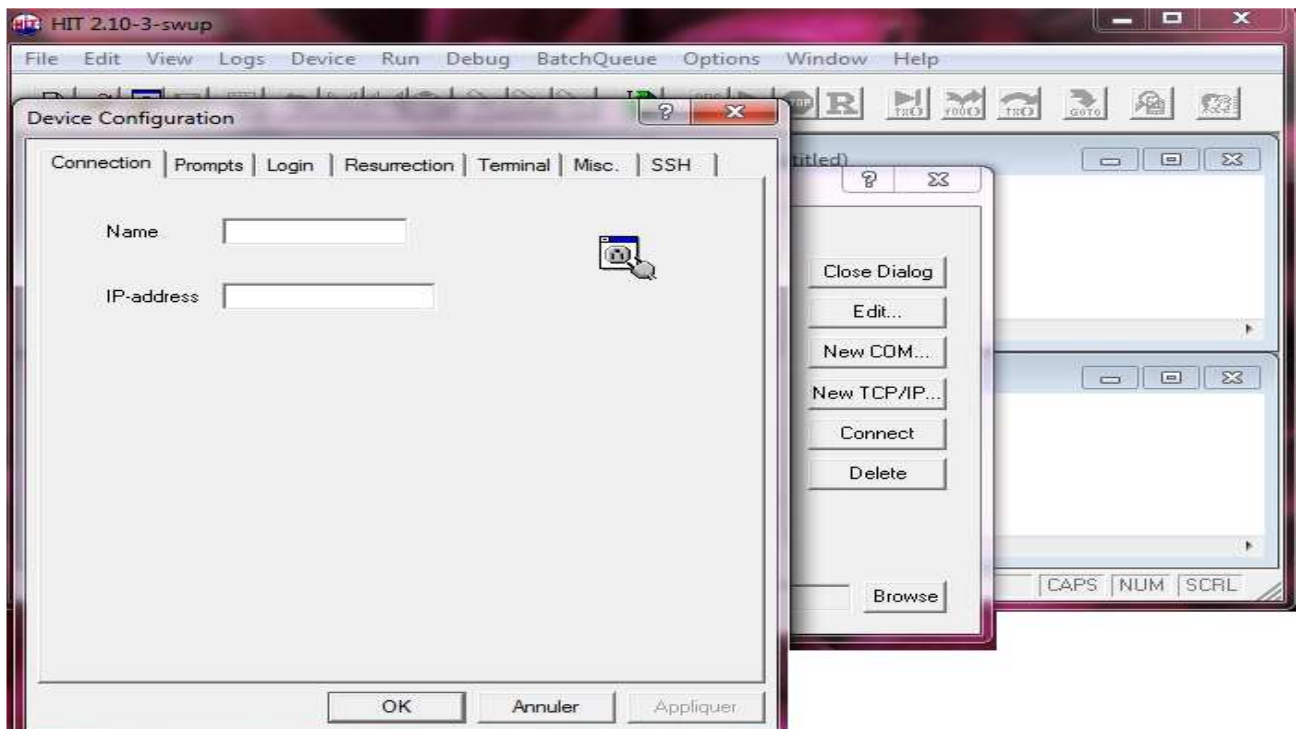


3) Sélectionner l'équipement à configurer :

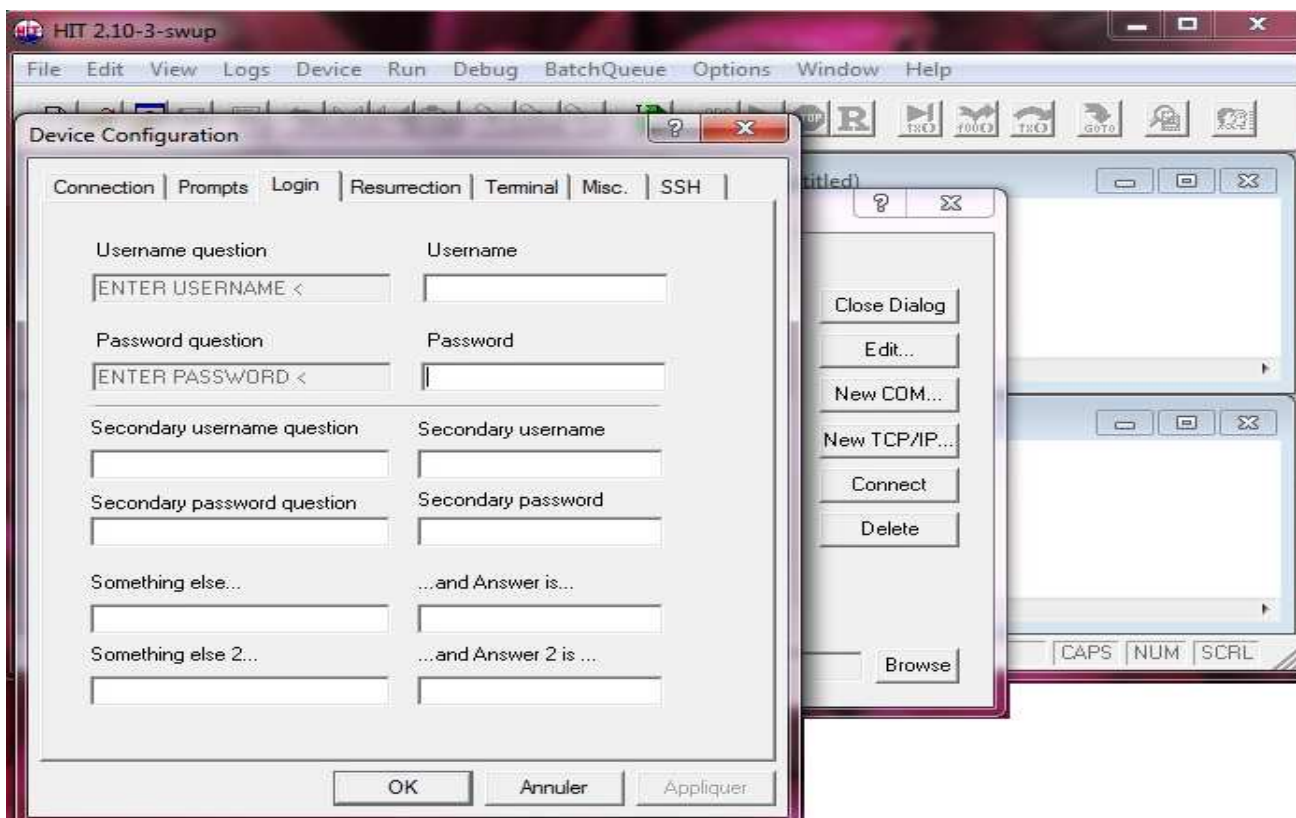


Une fois l'équipement est sélectionné on clique sur Connect.

4) Insérer le nom et l'adresse de l'équipement à configurer :



5) Entrer le nom et le mot de passe de l'utilisateur pour commencer la configuration :



6) Interface pour exécuter les commandes nécessaires à la configuration :

```

24
25
26
27
28 ENTER USERNAME < NEMUAD
29
30 ENTER PASSWORD < *****
31
32 HLR1      ST1HLR01      2012-04-23  10:06:57
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48          WELCOME TO THE DX 200 SERIES DIALOGUE
49
50
51
52
53
54 MAIN LEVEL COMMAND <_>
55 <
56
57
58 MAIN LEVEL COMMAND <_>

```

NB : Pour des raisons de confidentialité les commandes MML ne figureront pas sur ce rapport

1.3.3 Configuration de MTP2

Pour configurer cette couche on passe par les étapes suivantes :

- Création des liens de signalisation appelés signaleur ou SL (Signalling Link) : Dans ce stade, on alloue un ou plusieurs timeslot à chaque lien de signalisation ce qui fait 64 kbit/s en terme de débit. Chaque signaleur est identifié par un identifiant, le numéro de MIC alloué et le timeslot qui lui correspond. De ce fait, une liaison MIC permet d'établir 32 liens de signalisation.
- Regrouper ces liens dans un groupe appelé SLS (Signalling Link Set) : chaque SLS peut comporter un ou plusieurs signaleur à savoir 16 signaleurs au maximum. Un SLS est identifié par un identifiant, un nom, OPC et DPC. Les deux derniers champs sont les SPC de la source (OPC) et la destination (DPC).

Exemple : Création des SL et SLS au niveau de HLR Salé El-Jadida

Une fois les commandes sont exécutées, le display s'affiche comme suit:

HLRi SJ1HLR06

2012-05-24 13:33:06

SIGNALLING LINK STATES

| LINK | LINK | SET | LINK STATE | UNIT | TERM | TF | EXTERN PCM-TSL | 1ST INT BIT PCM-TSL | BIT RATE |
|------|------|-------|------------|--------|------|----|----------------|---------------------|----------|
| 10 | 16 | RSP01 | AV-EX | CCSU-5 | 0 | 0 | 256-01&&31 | 569-00 | 1984 |
| 11 | 16 | RSP01 | AV-EX | CCSU-3 | 0 | 0 | 352-01&&31 | 537-00 | 1984 |
| 20 | 18 | HEP02 | AV-EX | CCSU-6 | 0 | 0 | 257-01&&31 | 649-00 | 1984 |
| 21 | 18 | HEP02 | AV-EX | CCSU-5 | 0 | 32 | 353-01&&31 | 570-00 | 1984 |
| 30 | 20 | CUP03 | AV-EX | CCSU-1 | 0 | 32 | 258-01&&31 | 186-00 | 1984 |
| 31 | 20 | CUP03 | AV-EX | CCSU-6 | 0 | 32 | 354-01&&31 | 650-00 | 1984 |
| 40 | 22 | CGP04 | AV-EX | CCSU-3 | 0 | 32 | 259-01&&31 | 538-00 | 1984 |
| 41 | 22 | CGP04 | AV-EX | CCSU-7 | 0 | 0 | 355-01&&31 | 665-00 | 1984 |
| 60 | 19 | MHP06 | AV-EX | CCSU-2 | 0 | 0 | 260-01&&31 | 521-00 | 1984 |
| 61 | 19 | MHP06 | AV-EX | CCSU-4 | 0 | 32 | 356-01&&31 | 554-00 | 1984 |
| 70 | 21 | MAP07 | AV-EX | CCSU-7 | 0 | 32 | 261-01&&31 | 666-00 | 1984 |
| 71 | 21 | MAP07 | AV-EX | CCSU-2 | 0 | 32 | 357-01&&31 | 522-00 | 1984 |

Après avoir établi les SL et SLS entre le HLR et les STPs à l'aide des commandes MML. A ce stade, NSN propose deux méthodes de configuration LSL et HSL.

1.3.3.1 Solution 1: LOW SPEED LINK (LSL)

Les liens LSL sont des canaux de signalisation de 64 Kb/s permettant de lier les différents équipements de NSN (HLR --- STP), chaque canal est un intervalle de temps de la MIC, on utilise au maximum 16 liens de signalisation.

Figure 46: La solution LSL entre HLR et STP [22]

Au niveau de chaque équipement on doit créer le nombre de liens nécessaire pour le trafic de la signalisation. La trame MIC de LSL supporte seulement 16 liens qui sont regroupés dans un Link Set, les autres TS (Time slot) de la trame ne sont pas utilisés. Pour la gestion de la redondance on utilise deux SLS : SLS16 (WO) et SLS17(SP).

Après avoir exécuté les commandes pour créer les SLS et les SL entre le HLR et le STP pour le cas normal le display suivant sera affiché comme suit :

| NET | SP CODE H/D | LINK SET | LS STATE | LINK | SLC |
|-----|-------------|----------|----------|------|-----|
| NA0 | 0BD8/03032 | 16 RSP01 | AV | 100 | 0 |
| | | | | 101 | 1 |
| | | | | 102 | 2 |
| | | | | 103 | 3 |
| | | | | 104 | 4 |
| | | | | 105 | 5 |
| | | | | 106 | 6 |
| | | | | 107 | 7 |
| | | | | 108 | 8 |
| | | | | 109 | 9 |
| | | | | 110 | 10 |
| | | | | 111 | 11 |
| | | | | 112 | 12 |
| | | | | 113 | 13 |
| | | | | 114 | 14 |
| | | | | 115 | 15 |
| NA0 | 0BD8/03032 | 17 RSP1S | AV | 116 | 0 |
| | | | | 117 | 1 |
| | | | | 118 | 2 |
| | | | | 119 | 3 |
| | | | | 120 | 4 |
| | | | | 121 | 5 |
| | | | | 122 | 6 |
| | | | | 123 | 7 |
| | | | | 124 | 8 |
| | | | | 125 | 9 |
| | | | | 126 | 10 |
| | | | | 127 | 11 |
| | | | | 128 | 12 |
| | | | | 129 | 13 |
| | | | | 130 | 14 |
| | | | | 131 | 15 |

Display des SLS pour le cas normal :
=====

INTERROGATING SIGNALLING LINK SET DATA

Figure 47: Capture des Links Set dans un HLR (LSL)

| LINK | LINK SET | LINK STATE | UNIT | TERM | LOG | EXTERN | INTERN | BIT RATE | |
|------|----------|------------|--------|------|-------|--------|---------|----------|----|
| | | | | TERM | FUNCT | TERM | PCM-TSL | PCM-TSL | |
| 100 | 16 RSP01 | AV-EX | CCSU-1 | 0 | 21 | 2 | 256-01 | 168-21 | 64 |
| 101 | 16 RSP01 | AV-EX | CCSU-2 | 0 | 38 | 1 | 256-02 | 177-06 | 64 |
| 102 | 16 RSP01 | AV-EX | CCSU-3 | 0 | 2 | 25 | 256-03 | 184-02 | 64 |
| 103 | 16 RSP01 | AV-EX | CCSU-4 | 0 | 21 | 48 | 256-04 | 512-21 | 64 |
| 104 | 16 RSP01 | AV-EX | CCSU-5 | 0 | 37 | 0 | 256-05 | 521-05 | 64 |
| 105 | 16 RSP01 | AV-EX | CCSU-1 | 0 | 20 | 21 | 256-06 | 168-20 | 64 |
| 106 | 16 RSP01 | AV-EX | CCSU-2 | 0 | 37 | 2 | 256-07 | 177-05 | 64 |
| 107 | 16 RSP01 | AV-EX | CCSU-3 | 0 | 1 | 26 | 256-08 | 184-01 | 64 |
| 108 | 16 RSP01 | AV-EX | CCSU-4 | 0 | 20 | 49 | 256-09 | 512-20 | 64 |
| 109 | 16 RSP01 | AV-EX | CCSU-5 | 0 | 36 | 1 | 256-10 | 521-04 | 64 |
| 110 | 16 RSP01 | AV-EX | CCSU-1 | 0 | 19 | 22 | 256-11 | 168-19 | 64 |
| 111 | 16 RSP01 | AV-EX | CCSU-2 | 0 | 36 | 3 | 256-12 | 177-04 | 64 |
| 112 | 16 RSP01 | AV-EX | CCSU-3 | 0 | 0 | 27 | 256-13 | 184-00 | 64 |
| 113 | 16 RSP01 | AV-EX | CCSU-4 | 0 | 19 | 50 | 256-14 | 512-19 | 64 |
| 114 | 16 RSP01 | AV-EX | CCSU-5 | 0 | 35 | 2 | 256-15 | 521-03 | 64 |
| 115 | 16 RSP01 | AV-EX | CCSU-1 | 0 | 18 | 23 | 256-16 | 168-18 | 64 |
| 116 | 17 RSP1S | AV-EX | CCSU-4 | 0 | 18 | 21 | 352-01 | 512-18 | 64 |
| 117 | 17 RSP1S | AV-EX | CCSU-4 | 0 | 17 | 0 | 352-02 | 512-17 | 64 |
| 118 | 17 RSP1S | AV-EX | CCSU-1 | 0 | 17 | 3 | 352-03 | 168-17 | 64 |
| 119 | 17 RSP1S | AV-EX | CCSU-4 | 0 | 16 | 3 | 352-04 | 512-16 | 64 |
| 120 | 17 RSP1S | AV-EX | CCSU-3 | 0 | 63 | 4 | 352-05 | 185-31 | 64 |
| 121 | 17 RSP1S | AV-EX | CCSU-4 | 0 | 15 | 22 | 352-06 | 512-15 | 64 |
| 122 | 17 RSP1S | AV-EX | CCSU-4 | 0 | 14 | 1 | 352-07 | 512-14 | 64 |
| 123 | 17 RSP1S | AV-EX | CCSU-1 | 0 | 16 | 4 | 352-08 | 168-16 | 64 |
| 124 | 17 RSP1S | AV-EX | CCSU-4 | 0 | 13 | 4 | 352-09 | 512-13 | 64 |
| 125 | 17 RSP1S | AV-EX | CCSU-3 | 0 | 62 | 5 | 352-10 | 185-30 | 64 |
| 126 | 17 RSP1S | AV-EX | CCSU-4 | 0 | 12 | 23 | 352-11 | 512-12 | 64 |
| 127 | 17 RSP1S | AV-EX | CCSU-4 | 0 | 11 | 2 | 352-12 | 512-11 | 64 |
| 128 | 17 RSP1S | AV-EX | CCSU-1 | 0 | 15 | 5 | 352-13 | 168-15 | 64 |
| 129 | 17 RSP1S | AV-EX | CCSU-4 | 0 | 10 | 5 | 352-14 | 512-10 | 64 |
| 130 | 17 RSP1S | AV-EX | CCSU-3 | 0 | 61 | 6 | 352-15 | 185-29 | 64 |
| 131 | 17 RSP1S | AV-EX | CCSU-4 | 0 | 9 | 30 | 352-16 | 512-09 | 64 |

■ Signaling link set normal ■ Signaling link set de secours

Figure 48 : Capture détaillée des Links dans un HLR (LSL)

Interprétation :

- Ils existent deux SLS (16 et 17) : chaque SLS a 16 SL de 64kbit/s

- Les deux SLS sont relié à la même entité qui est STP01 (RSP01=Rabat STP1 et RSP1S=Rabat STP1 Secours).
- On utilise deux MIC différents (256 et 352) pour gérer la redondance en cas de problème sur un MIC.
- On n'a pas utilisé tout le MIC mais juste la moitié (timeslot 1 jusqu'à timeslot 16).

Limites de la solution LSL :

- Cette méthode configuration adoptée pour le MTP2 présente des difficultés de gestion de fait qu'il y a un grand nombre des SL affectés à un seul SLS surtout lors de la création qui peut donner une dizaine de ligne de commandes, ce qui peut augmenter la probabilité d'erreur.
- Perte de la bande passante (50% 16 canaux ne sont pas utilisés).
- Bas débit (1Mb/s pour un seul Link set).
- Difficulté de gestion des liens.

C'est pour cette raison qu'il incontournable d'adopter une nouvelle méthode moins encombrante appelé HSL (High Speed link) qui consiste à allouer les 2 Mbits/s d'une liaison MIC à un seul signaleur en réduisant le nombre des liens à créer, ainsi facilitant leurs gestion.

1.3.3.2 Solution 2: HIGH SPEED LINK (HSL)

Les liens HSL sont canaux de signalisation de 2Mbit/s permettant de lier les différents équipements, chaque canal est une trame MIC. Les liaisons HSL offre des fonctions d'analyse avancées pour interpréter la signalisation pour les tests et le développement efficaces de réseaux, le dépannage et le réglage.

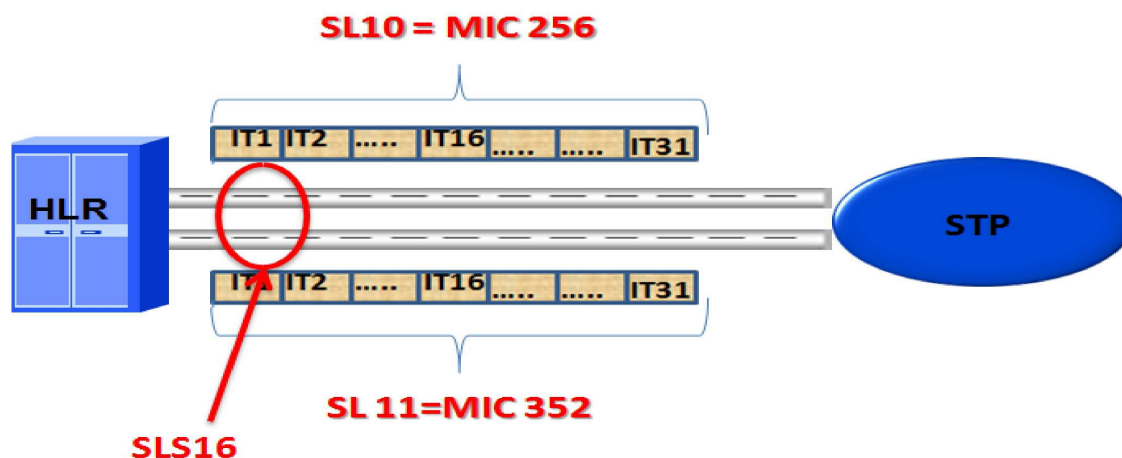


Figure 49: La solution HSL entre HLR et STP [22]

La solution HSL permet de créer un seul SLS16 composé deux SLs .La configuration donne le display suivant :

| Display des SLS pour le cas de HSL : | | | | | | | |
|----------------------------------------|----|------------|-----|----------|----------|------|-----|
| ===== | | | | | | | |
| INTERROGATING SIGNALLING LINK SET DATA | | | | | | | |
| NET | SP | CODE | H/D | LINK SET | LS STATE | LINK | SLC |
| ----- | | | | | | | |
| NA0 | | 092C/02348 | | 20 CUP03 | AV | 30 | 0 |
| | | | | | | 31 | 1 |
| NA0 | | 092D/02349 | | 22 CGP04 | AV | 40 | 0 |
| | | | | | | 41 | 1 |
| NA0 | | 0BD8/03032 | | 16 RSP01 | AV | 10 | 0 |
| | | | | | | 11 | 1 |

Figure 50: Capture des Links Set dans un HLR (HSL)

| LINK | LINK SET | LINK STATE | UNIT | TERM | LOG | EXTERN | INTERN | BIT RATE |
|-------|----------|------------|--------|-------|-------|--------|------------|-----------------|
| ===== | ===== | ===== | ===== | ===== | ===== | ===== | ===== | ===== |
| 10 | 16 RSP01 | AV-EX | CCSU-1 | 0 | 32 | 0 | 256-01&&31 | 186-00&&30 1984 |
| 11 | 16 RSP01 | AV-EX | CCSU-3 | 0 | 0 | 1 | 352-01&&31 | 537-00&&30 1984 |
| 20 | 18 HEP02 | AV-EX | CCSU-4 | 0 | 0 | 0 | 257-01&&31 | 553-00&&30 1984 |
| 21 | 18 HEP02 | AV-EX | CCSU-2 | 0 | 0 | 1 | 353-01&&31 | 521-00&&30 1984 |
| 30 | 20 CUP03 | AV-EX | CCSU-2 | 0 | 32 | 0 | 258-01&&31 | 522-00&&30 1984 |
| 31 | 20 CUP03 | AV-EX | CCSU-4 | 0 | 32 | 1 | 354-01&&31 | 554-00&&30 1984 |
| 40 | 22 CGP04 | AV-EX | CCSU-3 | 0 | 32 | 0 | 259-01&&31 | 538-00&&30 1984 |
| 41 | 22 CGP04 | AV-EX | CCSU-5 | 0 | 0 | 1 | 355-01&&31 | 562-00&&30 1984 |

Figure 51: Capture détaillée des Links dans un HLR (HSL)

Interprétation :

- On a supprimé SLS 17 parce que on n'a pas besoin d'un autre SLS de fait qu' avec un seul SLS on a créé deux liens de 2Mbits/s contrairement au cas en haut deux SLS avec 16 SL et chaque SLS a un débit de 1Mibt/s.
- Cas normal : deux SLS = 2Mbits/s.
- Cas HSL : un SLS = 4Mbits/s.

Avantages de HSL par rapport à LSL :

- 1 signaling Link (HSL) = 32 signaling Link (LSL).
- Utilisation total de la bande passante.
- Haut debit. 1SL (HSL) = 2Mb/s et 1SL (LSL) = 64 Kb/s.
- Bonne gestion des liens.

1.3.4 Configuration de MTP3

La configuration de cette couche consiste à établir les différentes routes statiques vers les différentes destinations. A ce niveau-là et pour des raisons de tolérance aux pannes, chaque route à un niveau de priorité. En fait, les routes qui ont le niveau de priorité le plus haut sont les routes à utiliser en cas de

transmission normale. Ainsi, plusieurs routes qui ont la même priorité partagent la charge. La configuration des routes se base sur le type du réseau et les SPC des éléments à parcourir.

Ils existent quatre types de réseau à savoir réseau national 0 (NA0) qu'on utilise pour définir la liaison avec notre réseau, réseau national 1 (NA1) pour définir la liaison avec le réseau des opérateurs concurrents, réseau international 0 (IN0) pour définir la liaison avec le réseau international et réseau international 1 (IN1) qui est réservé à la future utilisation.

Pour créer les routes statiques vers la destination (STP1 et STP2) il faut saisir les paramètres (nom, SPCs et le type du réseau auquel appartient la destination) juste après la commande à exécuter.

Les étapes de la configuration à suivre sont :

- 1) Créer SRS vers STP1 et STP2
- 2) Ajouter SR à SRS
- 3) Autoriser activation de SR
- 4) Activation de SR:

L'exécution de ces commandes permet l'affichage de display suivant :

| ROUTES : | SP | CODE | H/D | NAME | STATE | PRIO |
|----------|----|------------|-----|-------|-------|------|
| | | OBD8/03032 | | RSP01 | AV-EX | 7 |
| | | OBD9/03033 | | HEP02 | AV-SP | 5 |

Figure 52: Capture détaillée des Links dans un HLR (HSL)

Pour accéder au MSS qui a un SPC de 2730 on a deux routes:

1. via STP 01 avec une priorité 7
 2. via STP 02 avec une priorité 5
- Dans le cas normal le trafic passe par STP01 seulement.
 - En cas de non-fonctionnement de STP01 le trafic passe par STP02.

→ Problématique :

Le transport de la signalisation sur TDM avec la solution HSL offre un débit limité (4Mbts) et une gestion compliquée des différentes ressources physiques .De ce fait est venu le besoin d'implémenter une nouvelle solution :SIGTRAN ou transport de la signalisation sur IP qui assure un débit largement supérieur à TDM et présente des défis considérables à la surveillance et le maintien du réseau .

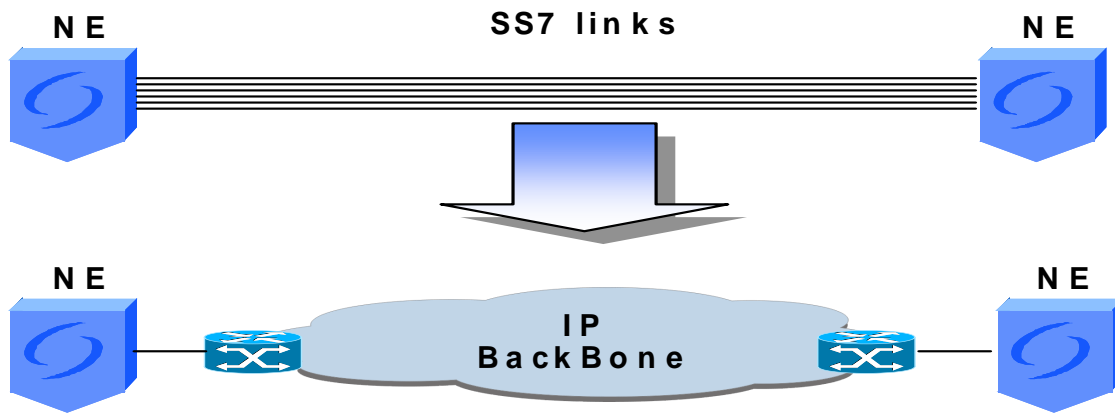


Figure 53: la signalisation SS7 sur TDM vers SIGTRAN [22]

Dans la partie qui suit, nous allons focaliser notre étude sur la procédure d'intégration et de configuration du modèle SIGTRAN entre le HLR et le MSC Server de NSN. A ce niveau nous allons configurer les 3 niveaux du modèle : IP, SCTP et M3UA, sans oublier de citer les avantages de cette solution par rapport au transport de la signalisation sur TDM.

1.3. Configuration des liens de SIGTRAN

La configuration de SIGTRAN se compose des 3 parties (IP, SCTP et M3UA) : Le M3UA fournit une nouvelle couche d'adaptation conçu pour adapter les messages de couche MTP3 au réseau IP. Pour cette raison, certains concepts existants ont été redéfinis.

Lorsque le protocole IP est utilisé comme protocole de transport, le concept de canal de signalisation fait référence à une ressource logique au lieu d'une ressource physique (PCM-TSL).

Les deux éléments permettant l'échange des messages de SIGTRAN sont appelés SCTP End Point, et la communication entre deux SCTP End point se base sur deux nouvelles notions appelées association et association set. L'association est canal logique entre deux SCTP End Point et l'association set est un groupement des associations.

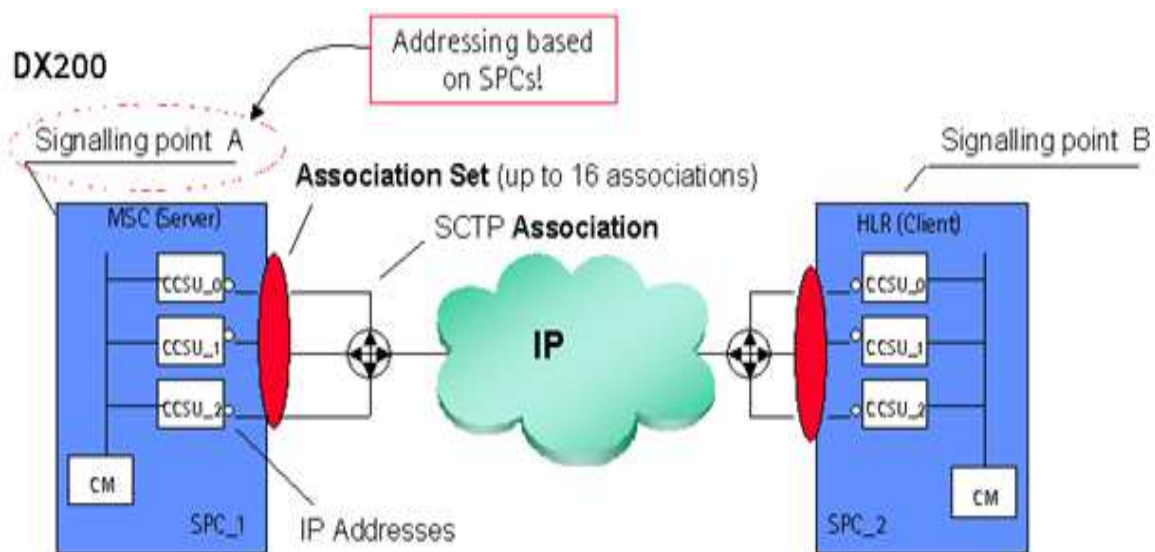


Figure 54: liens de signalisation dans SIGTRAN [23]

SIGTRAN peut être utilisé entre un SG (Signalling Gateway) et MGC (Media Gateway Controller) ou entre autres échanges comme un MSC Server et un HLR dans la configuration Release 4 de NSN. Notre réalisation consiste à intégrer la solution SIGTRAN entre le MSS et le HLR.

Dans un premier^r temps nous allons commencer par une configuration de la connectivité IP pour assurer une connectivité physique entre les unités de signalisation (CCSU ou SIGU), puis configurer le SCTP afin d'échanger les messages SIGTRAN entre la source et la destination et finalement spécifier le chemin à suivre pour accéder à la destination et cela s'appuie sur une configuration de la couche M3UA .

1.4.1. Configuration de la connectivité IP

Le SIGTRAN nécessite une connectivité IP. On peut configurer la connectivité IP à l'aide d'un câblage Ethernet et des commutateurs internes intégrés dans l'élément du réseau.

La figure suivante représente la méthode dont la connectivité IP est proposée à partir des unités de signalisation du MSS vers les routeurs externes ou les équipements de commutation.

Dans la nouvelle implémentation, les unités de signalisation ne sont pas directement connectées au routeur/Switch externe mais via un EMB intégré, puis le commutateur LAN, c'est-à-dire, ESB20 ou ESB26 et ESB14.

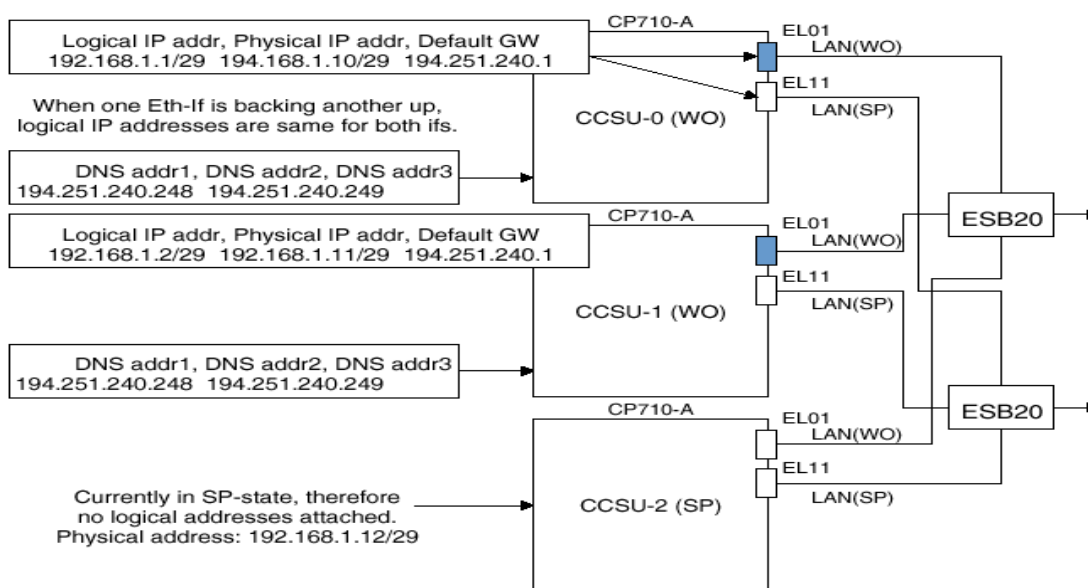


Figure 55: La connectivité IP des unités de signalisation [23]

Les étapes à suivre sont les suivantes:

1. Configurer les deux interfaces IP pour chaque unité de signalisation (CCSU ou SIGU) :

Cette figure représente le display de toutes les SIGU de HLR :

| UNIT | NAME | IP ADDRESS | TYPE | NML | ASSIGNED | STATE | RISED |
|--------|------|--------------|------|--------|----------|-------|-------|
| SIGU-1 | ELO | 10.30.112.17 | L | 26 YES | UP | 1500 | NO |
| | ELI | 10.30.112.81 | L | 26 YES | UP | 1500 | NO |
| SIGU-2 | ELO | 10.30.112.18 | L | 26 YES | UP | 1500 | NO |
| | EL1 | 10.30.112.82 | L | 26 YES | UP | 1500 | NO |
| SIGU-3 | ELO | 10.30.112.19 | L | 26 YES | UP | 1500 | NO |
| | ELI | 10.30.112.83 | L | 26 YES | UP | 1500 | NO |
| SIGU-4 | ELO | 10.30.112.20 | L | 26 YES | UP | 1500 | NO |
| | ELI | 10.30.112.84 | L | 26 YES | UP | 1500 | NO |

Figure 56: sortie de création de l'interface IP SIGU

2. Configuration de la route statique vers le routeur de prochain saut :

Le display des routes statiques de chaque SIGU s'affiche comme suit :

| UNIT | ROUT | | | |
|--------|--------------|-----------------|------|-----|
| | DESTINATION | GATEWAY ADDRESS | TYPE | NSR |
| SIGU-1 | 10.29.0.0/16 | 10.30.112.65 | LOG | 22 |
| SIGU-2 | 10.29.0.0/16 | 10.30.112.65 | LOG | 25 |
| SIGU-3 | 10.29.0.0/16 | 10.30.112.65 | LOG | 26 |
| SIGU-4 | 10.29.0.0/16 | 10.30.112.65 | LOG | 28 |
| SIGU-2 | 10.30.0.0/16 | 10.30.112.1 | LOG | 21 |
| SIGU-1 | 10.30.0.0/18 | 10.30.112.1 | LOG | 23 |
| SIGU-3 | 10.30.0.0/16 | 10.30.112.1 | LOG | 24 |
| SIGU-4 | 10.30.0.0/16 | 10.30.112.1 | LOG | 27 |

Figure 57: sortie de création des routes statiques

La destination fait référence au sous-réseau auquel appartient la partie réceptrice des messages de signalisation.

3. Chaque unité de signalisation a deux interfaces EL01 et EL11. On affecte à chaque interface une adresse IP (une adresse IP primaire affectée à EL0 et une adresse IP secondaire affecté à EL1).
4. En outre, une fois l'interface de réseau IP est configurée, il est possible de tester la connectivité à l'unité de signalisation par exemple, envoyer un Ping sur l'adresse IP de l'unité de signalisation à partir d'un périphérique externe (WO-EX OMU par exemple).

Une fois la connectivité IP est assurée entre les unités de signalisation CCSU ou SIGU on procède à la configuration des liens (associations) entre deux Endpoints SCTP.

1.4.1 Configuration de SCTP :

Avant de configurer SIGTRAN, on suppose qu'une configuration IP appropriée a été créée. A ce niveau, on introduit la notion d'association SCTP et association set SCTP. En pratique une association comporte un chemin primaire correspondant à l'adresse IP primaire et un chemin secondaire identifié par l'adresse IP secondaire comme le montre le schéma suivant :

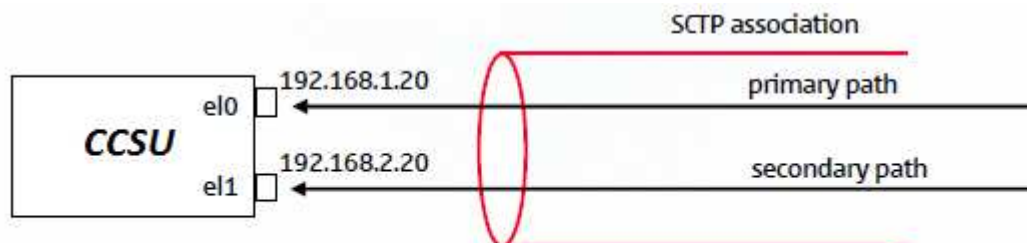


Figure 58: une association SCTP d'une unité ISU ou CCSU [23]

Dans l'implémentation NSN, chaque Endpoint SCTP supporte deux adresses (une pour chaque interface Ethernet dans les ISU/CCSU/SIGU), les deux interfaces sont activées en même temps mais un seul chemin qui est utilisé pour le transfert des messages SIGTRAN. Le protocole SCTP définit une correspondance entre (association, association set) et (SL, SLS).

- Un signaleur se compose d'une association set
- Une association set se compose au maximum de 32 associations
- Un signaleur est actif lorsqu'au moins une association est active.
- Un SLS est actif lorsqu'au moins un signaleur est actif
- Le champ SLS est utilisé pour sélectionner l'association approprié.
- Une unité de signalisation peut être connectée à plusieurs associations set mais à l'intérieur d'une association set l'unité est connectée à une seule association.

Pour configurer SCTP on suit les étapes suivantes :

1. Créer une association set :

Une association set est associée à une destination donnée.

La nature de association set est client-serveur ou le serveur attend l'initialisation de la couche SCTP du côté client. Par exemple, le MSS doit être le serveur alors que la passerelle de signalisation devrait fonctionner en tant que client.

La création d'une association set au niveau de HLR salé El-Jadida

Après avoir exécuté les commandes le display sera affiché comme suit :

| | | | |
|------------------------------------|--------------|------------|----------|
| HLRi | SJ1HLR06 | 2012-05-24 | 13:34:41 |
| INTERROGATING ASSOCIATION SET DATA | | | |
| ASSOCIATION SET NAME | ASSOC SET ID | SCTP USER | ROLE |
| ----- | ----- | ----- | ----- |
| MAP07 | 0 | M3UA | CLIENT |

Figure 59: Association set au niveau de HLR salé El-Jadida

Lors de la création on indique le nom de SCTP End Point et la nature de l'association set (client ou serveur).

2. Ajouter des associations à association set :
 Une unité de signalisation peut appartenir à plusieurs associations set, mais à l'intérieur d'une association set l'unité peut être connectée à une seule association.
3. Vérifier les associations : On vérifie que les associations ont été créées correctement et qu'ils ont des adresses IP correctes en utilisant une commande MML spécifique.
 Ce display affiche l'ajout et la vérification de deux associations à l'association set créée précédemment :

| ASSOC. IND | UNIT | ASSOC ID IN UNIT | PARAMETER SET NAME | STATE |
|---------------------------------------------|--------|------------------|--------------------|-----------|
| 0 | SIGU-0 | --- | SIGTRAN | SCTP-DOWN |
| SOURCE ADDRESS 1 : 10.30.112.17 | | | | |
| SOURCE ADDRESS 2 : 10.30.112.81 | | | | |
| SOURCE PORT : 57860 | | | | |
| PRIMARY DEST. ADDRESS . . : 10.30.102.70/30 | | | | |
| SECONDARY DEST. ADDRESS . : 10.29.102.70/30 | | | | |
| DESTINATION PORT : 57860 | | | | |
| DATA STREAM COUNT : 16 | | | | |
| ASSOC. IND | UNIT | ASSOC ID IN UNIT | PARAMETER SET NAME | STATE |
| 1 | SIGU-2 | --- | SIGTRAN | SCTP-DOWN |
| SOURCE ADDRESS 1 : 10.30.112.18 | | | | |
| SOURCE ADDRESS 2 : 10.30.112.82 | | | | |
| SOURCE PORT : 57861 | | | | |
| PRIMARY DEST. ADDRESS . . : 10.30.102.71/30 | | | | |
| SECONDARY DEST. ADDRESS . : 10.29.102.71/30 | | | | |
| DESTINATION PORT : 57861 | | | | |
| DATA STREAM COUNT : 16 | | | | |

Figure 60: Associations au niveau de HLR salé El-Jadida

4. Modifier les paramètres de l'association set s'il est nécessaire.

1.4.1. Configuration de signaling link set IP et route set de M3UA :

M3UA est un protocole défini par IETF pour transporter les messages MTP3 sur IP en utilisant SCTP. Ce protocole permet de définir les SRS et les IP SLS pour accéder à la destination appropriée. L'implémentation de M3UA de Nokia permet l'utilisation de M3UA dans deux configurations différentes:

- Signaling Gateway - Application Server (SG-AS)
- IP Server - IP Server (IPS-IPS)

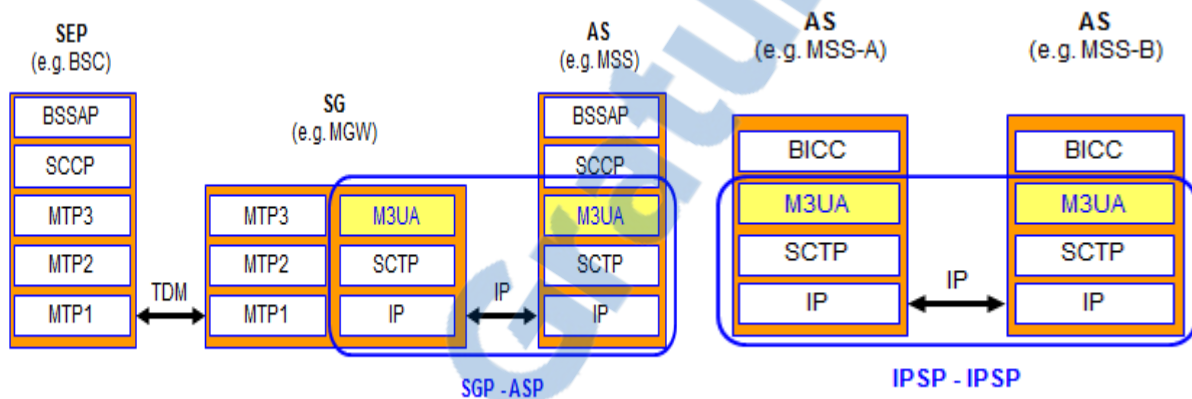


Figure 61: L'implémentation de M3UA dans le réseau de NOKIA [23]

La configuration de cette couche consiste à suivre les étapes suivantes:

- 1) La création des IP SL au niveau de M3UA :

| M3UA BASED SIGNALLING LINKS | | | |
|-----------------------------|----------|-----------------|-----------|
| M3UA LINK | LINK SET | ASSOCIATION SET | PARAM SET |
| 62 | 33 STP06 | 1 | 0 |
| 72 | 23 STP07 | 0 | 0 |

Figure 62: IP SL au niveau de HLR salé El-Jadida

- 2) Création de IP SLS : on indique la nature du réseau auquel appartient la destination (NA0, NA1, IN0 ou IN1), le nom et l'identifiant du SCTP EndPoint appelé SPC (Signalling Point Code) :

| NET | SP | CODE | H/D | LINK | SET | ASSOCIATION | SET | LS | IP |
|-----|------|-------|-----|------|-------|-------------|-------|-----------------------|------|
| | | | | | | | | STATE | LINK |
| NA0 | 0A33 | 02611 | | 23 | STP07 | 0 | MAP07 | UA | 72 |
| | | | | | | | | LINK TEST NOT ALLOWED | |
| NA0 | 0AB9 | 02745 | | 33 | STP06 | 1 | MEP06 | UA | 62 |
| | | | | | | | | LINK TEST NOT ALLOWED | |

Figure 63: IP SLS au niveau de HLR salé El-Jadida

3) La création des IP SRS au niveau de M3UA :

| ROUTES: | SP | CODE | H/D | NAME | STATE | PRIO |
|---------|------|-------|-----|-------|-------|------|
| | 092C | 02348 | | CUP03 | AV-EX | 7 |
| | 092D | 02349 | | CGP04 | AV-SP | 5 |

Figure 64: IP SRS au niveau de HLR salé El-Jadida

1.4 .Les avantages de SIGTRAN par rapport à TDM

De nombreux opérateurs du réseau de signalisation envisagent le modèle SGTRAN comme une solution avantageuse pour un transport fiable de la signalisation sur un réseau IP. Les avantages de SIGTRAN par rapport à TDM sont :

- SIGTRAN offre des débits largement supérieurs ignorant les limites de TDM à 64Kbps (plus que 272 messages peuvent être échangés entre S et D) .
- SIGTRAN augmente la largeur de la bande passante IP pour être partagée par un ensemble de trafic alors que seulement deux points adjacents prouvent exploiter la bande passante d'un lien TDM.
- SIGTRAN peut réutiliser les ressources logiques sur le backbone IP au lieu d'exploiter la notion des liens physiques.

- La configuration de SIGTRAN est beaucoup plus facile que la configuration TDM (pas de configurations ETs et PCM).
- SIGTRAN profite des avantages en terme de routage automatique et de partage de la charge .
- SIGTRAN assure une réduction des couts de l'infrastructure IP par rapport aux autres mécanismes de transport traditionnels.
- SGTRAN facilite la migration vers le tout IP bénéficiant ainsi d'une efficacité de gestion et d'un réseau unique pour tous les services aux abonnés.

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons entamé la phase d'intégration des liens de signalisations, en adoptant différentes solutions. Selon les besoins de chaque interface en termes de trafic de signalisation, sécurité, gestion, etc.

Au premier lieu, nous avons commencé par l'intégration de ces liens sur TDM avec d'abord, la solution LSL, qui présente des limitations au niveau de bande passante et de gestion. Pour surmonter ces limitations, nous avons adopté une deuxième solution : HSL.

Par la suite, nous avons migré vers la solution SIGTRAN, qui permet de transporter la signalisation sur IP et qui présente plusieurs avantages en termes de débit, et de routage.

La solution SIGTRAN facilite la migration vers le tout IP et utilise des ressources logiques sur le backbone IP au lieu d'exploiter la notion des liens physiques, en assurant une bonne gestion de ces liens.

Conclusion générale

Au terme de ce présent projet de fin d'études, nous avons fait l'intégration des liens de signalisation dans le réseau cœur de NSN. Nous avons en premier lieu étudié la partie CS de la solution Rel.4 de NSN, ainsi que les plates-formes IPA2800 et DX200 qui constituent cette partie, en présentant les unités et les interfaces de chaque élément (MGW, MSS, HLR).

Nous avons également présenté le réseau sémaphore numéro 7 (SS7) ainsi que la pile protocolaire constituant ce réseau, ensuite nous avons défini les différents protocoles de signalisation mis en place

dans le réseau GSM/UMTS, et les nouveaux protocoles introduits dans la partie CS de la Rel.4. Nous avons vu aussi que ces protocoles de signalisation peuvent être transportés soit, sur TDM, soit sur IP (SIGTRAN), en expliquant la différence entre ces deux méthodes.

Ainsi, ce stage de fin d'études nous a été d'un grand apport autant au niveau professionnel qu'au niveau des connaissances acquises. En effet, à l'issue de ce travail, nous avons pu développer nos habilités d'adaptation, d'organisation, d'initiative et de travail en groupe.

Comme perspective, on peut dire que l'avenir aura un transport total de signalisation sur le réseau IP, bénéficiant ainsi d'une efficacité de gestion et d'un réseau unique pour tous les services aux abonnés. Un autre facteur important est que la bande passante IP peut être partagée par l'ensemble du trafic, alors que seulement deux points adjacents pourront exploiter la bande passante d'un lien TDM. Car, Si il y a des périodes de faibles volumes de trafic entre deux nœuds, la bande passante TDM sera gaspillée.

Liste des Figures :

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Figure 1: le réseau GSM (2G) [8]</i> | <i>15</i> |
| <i>Figure 2 : l'évolution de l'architecture de GSM vers GPRS [8].....</i> | <i>15</i> |
| <i>Figure 3 : les besoins en débit des services UMTS [8].....</i> | <i>16</i> |
| <i>Figure 4 : l'architecture globale du réseau UMTS [1].....</i> | <i>17</i> |
| <i>Figure 5 : le réseau d'accès UTRAN de l'UMTS [1]</i> | <i>18</i> |
| <i>Figure 6 : le réseau cœur de l'UMTS [1]</i> | <i>18</i> |
| <i>Figure 7:L'architecture de la R99 du réseau UMTS [8].....</i> | <i>21</i> |
| <i>Figure 8:L'architecture de CN du réseau UMTS Release 4 [5].....</i> | <i>22</i> |
| <i>Figure 9: Entités et interfaces 3GPP R4 [7].....</i> | <i>22</i> |
| <i>Figure 10: Séparation du plan contrôle et utilisateur de la R4 [11]</i> | <i>24</i> |
| <i>Figure 11:L'architecture 3GPP Release 4 [10]</i> | <i>25</i> |
| <i>Figure 12 : Le MGW dans le réseau cœur de NSN [10]</i> | <i>26</i> |
| <i>Figure 13: Les interfaces et les protocoles supportés par le MGW [10].....</i> | <i>27</i> |
| <i>Figure 14: La plateforme IPA2800 d'un MGW [12].....</i> | <i>27</i> |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Figure 15: Les unités fonctionnelles dans un MGW [12]</i> | 28 |
| <i>Figure 16 : Le MSC Server de NSN [13]</i> | 29 |
| <i>Figure 17: Schéma bloc de MSC Server (M14) [14]</i> | 30 |
| <i>Figure 18: Les cabinets d'un MSS [13]</i> | 31 |
| <i>Figure 19:L'architecture de HLR [18]</i> | 35 |
| <i>Figure 20 : La configuration M13 et M14 de HLR [18]</i> | 35 |
| <i>Figure 21: L'architecture du réseau SS7 [19]</i> | 38 |
| <i>Figure 22: le mode associé [19]</i> | 39 |
| <i>Figure 23: mode non associé [19]</i> | 39 |
| <i>Figure 24: mode quasi associé [19]</i> | 40 |
| <i>Figure 25: Les canaux sémaphores [19]</i> | 40 |
| <i>Figure 26 : La pile protocolaire de SS7 [20]</i> | 42 |
| <i>Figure 27: MTP niveau1 [20]</i> | 42 |
| <i>Figure 28: les modes de services SCCP [19]</i> | 44 |
| <i>Figure 29 : routage en GT et DPC [19]</i> | 44 |
| <i>Figure 30: Structure du message TUP [20]</i> | 45 |
| <i>Figure 31: Structure du message ISUP [20]</i> | 45 |
| <i>Figure 32: les parties applicatives dans le GSM [20]</i> | 47 |
| <i>Figure 33 : Les sous parties de BSSAP [20]</i> | 48 |
| <i>Figure 34 : Les interfaces MAP [18]</i> | 49 |
| <i>Figure 35 : Les sous-systèmes MAP [18]</i> | 50 |
| <i>Figure 36 : les différents protocoles utilisés dans la Rel.4 [15]</i> | 51 |
| <i>Figure 37: RANAP entre le RNC et le MSS [15]</i> | 51 |
| <i>Figure 38 : implémentation de SIGTRAN dans la Rel.4 [15]</i> | 53 |
| <i>Figure 39: La pile des protocoles du SIGTRAN [15]</i> | 53 |
| <i>Figure 40: implémentation de SIGTRAN entre deux SPs [17]</i> | 54 |
| <i>Figure 41: Time Division Multiplexing [15]</i> | 56 |
| <i>Figure 42: La structure d'une trame MIC [15]</i> | 56 |
| <i>Figure 43: Les interfaces basées sur des liaisons MIC [13]</i> | 57 |
| <i>Figure 44: Le mode de fonctionnement CCS [20]</i> | 57 |
| <i>Figure 45: Les liens TDM entre HLR et STPs [14]</i> | 58 |
| <i>Figure 46: La solution LSL entre HLR et STP [22]</i> | 63 |
| <i>Figure 47: Capture des Links Set dans un HLR (LSL)</i> | 64 |
| <i>Figure 48 : Capture détaillée des Links dans un HLR (LSL)</i> | 64 |
| <i>Figure 49: La solution HSL entre HLR et STP [22]</i> | 65 |
| <i>Figure 50: Capture des Links Set dans un HLR (HSL)</i> | 66 |
| <i>Figure 51: Capture détaillée des Links dans un HLR (HSL)</i> | 66 |
| <i>Figure 52: Capture détaillée des Links dans un HLR (HSL)</i> | 67 |
| <i>Figure 53: la signalisation SS7 sur TDM vers SIGTRAN [22]</i> | 68 |
| <i>Figure 54: liens de signalisation dans SIGTRAN [23]</i> | 69 |
| <i>Figure 55: La connectivité IP des unités de signalisation [23]</i> | 69 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Figure 56: sortie de création de l'interface IP SIGU.....</i> | <i>70</i> |
| <i>Figure 57: sortie de création des routes statiques</i> | <i>70</i> |
| <i>Figure 58: une association SCTP d'une unité ISU ou CCSU [23].....</i> | <i>71</i> |
| <i>Figure 59: Association set au niveau de HLR salé El-Jadida</i> | <i>72</i> |
| <i>Figure 60: Associations au niveau de HLR salé El-Jadida</i> | <i>72</i> |
| <i>Figure 61: L'implémentation de M3UA dans le réseau de NOKIA [23]</i> | <i>73</i> |
| <i>Figure 62: IP SL au niveau de HLR salé El-Jadida.....</i> | <i>73</i> |
| <i>Figure 63: IP SLS au niveau de HLR salé El-Jadida</i> | <i>74</i> |
| <i>Figure 64: IP SRS au niveau de HLR salé El-Jadida.....</i> | <i>74</i> |

Liste des Tableaux :

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Tableau 1 : tableau comparatif des normes des réseaux mobiles [8].....</i> | <i>17</i> |
| <i>Tableau 2: Evolution de la norme UMTS [5].....</i> | <i>20</i> |
| <i>Tableau 3: Les unités fonctionnelles du HLR [18].....</i> | <i>36</i> |
| <i>Tableau 4 : Le plug-in units de HLRI [18]</i> | <i>37</i> |

Bibliographie

Documentation générale :

- [1] Pierre LESCUYER ; **UMTS les origines l'architecture la norme** ; Dunod, Paris, 2001.
- [2] <http://www.3gpp.org>
- [3] 3GPP TS 22.100 : "UMTS Phase 1
- [4] 3GPP TS 23.002: "Network Architecture
- [5] 3GPP TS 23.101: "General UMTS Architecture
- [6] ITU Recommendation H.248: "Gateway control protocol
- [7] <http://www.3g-generation.com/imt-2000.htm>
- [8] http://www.supinfo-projects.com/fr/2005/reseaux_gsm_2005/2/
- [19] URL: www.protocols.com/pbook/ss7.htm/

- [20] URL: www.effort.com

- [21] Rapport de fin d'étude de Abdessalam Mirbah [TUNISIE] Etude de NGN «2006»

Documentation interne de NSN :

- [9] MGW Architecture and Functionality, NOKIA ,2005
- [10] Nokia Multimedia Gateway (MGW) U3C Product Description
- [11] Introduction to MSC Server System (Split of Control and User Plane, Transmission, Migration to MSS).
- [12] Introduction to Nokia IPA2800 Packet Platform ,2006
- [13] Nokia MSC Server and Gateway Control Server 2005
- [14] MSC Server, Gateway Control Server and Circuit Switched Data Server, Training Document ;NSN 2008.
- [15] Signalling in SCN Rel 4, Training Document ; NSN 2010.
- [16] MGW integration to MSS (Mc interface) Training Document ; NSN 2008.
- [17] Integration MGW to MGW (Nb Interface) Training Document; NSN 2008
- [18] Home Location Register (HLRi) ;NOKIA 2006.
- [22] <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-sigtran-m3ua-05.txt>
- [23] <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-sigtran-signalling-over-sctp-applic-01.txt>

Glossaire



2G 2nd Generation
3G 3rd Generation
3GPP 3rd Generation Partnership Project
ACM Adress Complete Message
ACU Authentication Centre Unit
ADSL Asymmetric Digital Subscraber Line
ANM Answer Message
ATM Asynchronous Transfer Mode
AUC Authentication Center
BDCU Basic Data Communication Unit
BICC Bearer Independent Call Control Protocol
BG Border Gateway
BSC Base Station Controlor
BSSU Base Station Signalling Units
BSS Base Station Subsystem
BSSAP Base Station System Application Part
BSSMAP Base Station System Management Application Part
CAMEL Customized Applications for Mobile Enhanced Logic
CAP CAMEL Application Protocol
CAS Channel Associated signalling
CCS Common channel signalling
CCS7 Common Channel Signaling No.7
CCSU Common Channel Signalling Unit
CIC Circuit Identification Code
CLS Clock System
CMM Central Memory & Maker
CS Circuit Switched
DBDU Database Distributor Unit
DNS Domain Name Server
DPC Destination Point Code
DTAP Direct Transfer Application Part
EDGE Enhanced Data Rates for GSM Evolution
EIR Equipment Identity Register
ET Exchange Terminal
FQDN Fully Qualified Domaine Name
GCS Gateway Control Server
GGSN Gateway GPRS Support Node
GMSC Gateway MSC
GPRS General Packet Radio Service
GSM Global System for Mobile communications
HLR Home Location register
HSPDA High Speed Downlink packet Access
ITU International Telecommunication Union
IAM Initial Address Message
IETF Internet Engineering Task Force
IMEI International Mobile Equipment Identifier



IMS IP Multimedia Subsystem
INAP Intelligent Network Application Part
IP Internet Protocol
ISDN Integrated Services Digital Network
IT Intervalle de temps
ISUP ISDN User Part
IUA ISDN Q.921-User Adaptation Layer

LTE Long Term Evolution
M2UA SS7 MTP2-User Adaptation Layer

M3UA SS7 MTP3-User Adaptation Layer

MAP Mobile Application Part
MB Message Bus
MEGACO Media Gateway Control Protocol
MGW Media Gateway
MGC Media Gateway Controller
MIC Modulation d'Impulsion Codée
MMS Multimedia Message Service
MS Mobile Station
MSC Mobile-services Switching Center
MSS MSC server
MSSi integrated MSS
MTP Message Transfert Part
MXU Multiplexing Unit
NEMU Network Element Management Unit
NGN Next Generation Network
NSS Network Subsystem
NUP National User Part
OMU Operation and maintenance Unit
OPC Origination Point Code
OSS Operation Subsystem
PABX Private Automatic Branch eXchange
PLMN Public Land Mobile Network
PS Packet Switched
PSTN Public Switched Telephone Network
R4 Release 4
R5 Release 5
R6 Release 6
R99 Release 99
RANAP Radio Access Network Application Part
RNC Radio Network Controller
SCN Swiching Core Network
SCCP Signalling connection controlling part



SCP Service Control Point
SCTP Stream Control Transmission Protocol
SFU Switching Function Unit
SG Signalling Gateway
SGSN Serving GPRS Support Node
SIGTRAN Signalisation Transport
SIP Session Initial Protocol
SL Signalling Link
SLS Signalling Link Selection
SMS Short Message Service
SMSC Short Message Service Centre
SS7 Signaling System 7
SSP Service Switching Point
STP Signaling Transfer Point
STU Stalistical Unit
TCAP Transaction Capabilities Application Part
TCP Transmission Control Protocol
TDM Time division multiplexing
TMG Trunk Media Gateway
TS Time Slot
TUP Telephone User Part
UE User Equipment
UDP User Datagram Protocol
UIT-T Union Internationale des Télécommunications
UMTS Universal Mobile Telephony System
UTRAN UMTS Terrestrial Radio Access Network
UMG Universal Media Gateway
VLR Visitor Location R