

MINISTERE DE L'ENSEINEMENT SUPERIEUR ET DE LARECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOULOU MAMMERI, TIZI-OUZOU



FACULTE DEGENIE ELECTRIQUE ET DEL'INFORMATIQUE  
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

## *Mémoire defin d'études*

**En vue de l'obtention**

**Du Diplôme Master II en Electronique**

**Option: Télécommunications et Réseaux**

*Thème :*

**Etude et Dimensionnement d'un réseau  
multiservices 3GPP (UMTS)**

**Réalisé et présenté par :**

**TIFRANI Fawzi**

**TOUMERT Said**

**Encadré par :**

**Mr.BENAMENE .K**

## Remerciements :

On ne pourrait commencer ce rapport sans présenter nos remerciements les plus sincères à Mr Benamane Kamel pour son encadrement, sa disponibilité et ses conseils fructueux qu'il nous a prodigués le long de notre projet.

On remercie également Mr TAYEB BOUCHETA, Project Manager à Nokia Siemens Network, qui nous a accueilli au sein de son équipe pour la réalisation de ce travail.

On voudrait aussi témoigner notre gratitude envers les enseignants et toutes les personnes de l'Université Mouloud Mammeri qui ont contribué à notre formation.

On aimerait aussi présenter nos remerciements à tous les membres de l'équipe NSN pour leur bon accueil qui nous a facilité notre intégration dans cet organisme ainsi que pour leurs remarques et leurs conseils

## Dédicaces

Je dédie notre travail de fin d'étude à toute ma famille qui m'a soutenu le long de mon parcours, ainsi tous les amis et le personnel que j'ai connu pendant mon cursus universitaire sans oublier ma fiancé Fazia.

Toumert Said

Je dédie notre travail de fin d'étude à toute ma famille et mes proches qui m'ont soutenu le long de mon parcours, ainsi tous les amis et le personnel que j'ai connu pendant mon cursus universitaire.

Tifrani Fawzi

## Sommaire:

<b>Introduction générale</b> .....	01
------------------------------------	----

## Chapitre I

I. Les réseaux mobiles.....	03
I-1 Les méthodes d'accès.....	03
1.1. Le FDMA.....	04
1.2. Le TDMA.....	04
1.3. Le CDMA.....	04
1.4. WCDMA :.....	05
I-2 Le réseau GSM.....	05
2-1 Architecture du GSM .....	06
2.1.1 Le BSS (Base Station Subsystem) ou sous système radio.....	06
2.1.1.1 La BTS (Base Transceiver Station) ou station de base.....	07
2.1.1.2 La BSC (Base Station Controler) ou contrôleur de Stations de base.....	07
2.1.2 Le NSS (Network SubSystem) ou sous système réseau.....	07
2.1.2.1 Le MSC (Mobile service Switching Center).....	07
2.1.2.2 HLR (Home Location Register).....	08
2.1.2.3 Le VLR (Visitor Location Register).....	08
2.1.2.4 L' AuC (Authentication Center).....	08
2.1.2.5 L'EIR (Equipement Identity Register).....	08
2.1.3 Le OSS (Operation Support Subsystem).....	08
2.1.4 Interface radio.....	09
2.1.4.1. Les Canaux physiques .....	09
I-2 RESEAU GPRS (2.5G) .....	13
2.1 Architecture du GPRS.....	13
2.1.1 Structure du GPRS.....	13
2.1.2 Les piles logicielles du GPRS.....	14

2.1.3 Le routage des paquets .....	16
2.2 Service du GPRS .....	16
I-3 RESEAU UMTS (3G):.....	16
3.1 Spectre de fréquence .....	16
3.2 Les avantages.....	17
3.3 Architecture générale.....	17
-34 Réseau d'accès .....	17
3.5 Réseau Cœur.....	18

## **Chapitre II**

II- Architecture des commutateurs et passerelles NOKIA .....	21
II- 1- Architecture des commutateurs .....	21
II-2 MSS (MSC Server) ET GCS (Gateway Control Switching).....	21
II-2-1 Mobile Switching Center Server (MSS).....	21
II-2-2 La GCS .....	23
II-3 Les unités fonctionnelles de la MSS.....	23
3.1 Common Channel Signaling Unit (CCSU).....	23
3.2 Signaling Unit (SIGU).....	24
3.3 Base Station Signaling Unit (BSU).....	24
3.4 Message Bus (MB).....	24
3.5 Switching Unit (SWU).....	24
3.6 Visitor Location Register Unit (VLRU).....	27
3.7 Central Memory and Marker (CMM). .....	27
3.8 Group Switch (GSW).....	27
3.9 Exchange Terminal (ET).....	27
3.10 Clock System (CLS).....	30
3.11 Basic Data Communication Unit (BDCU).....	30
3.12 Cellular Management Unit (CMU).....	30

3.13	Statistical Unit (STU).....	30
3.14	Charging Unit (CHU).....	33
3.15	Operation and Maintenance Unit (OMU).....	33
3.16	Power distribution Fuse Unit (PDFU).....	33
II.4	Le rôle du MGW dans les réseaux mobiles.....	35
II.5	Architecture de la MGW.....	35
5.1	Alimentation et énergie.....	37
5.2	Les unités de commutation et de multiplexage.....	37
5.2.1	ATM Switching Fabric Unit (SFU).....	38
5.2.2	ATM Multiplexer Unit (MXU).....	39
5.2.3	Switching Unit AAL2 (A2SU).....	40
5.2.4	Les unités de calcul.....	40
5.2.4.1	Control and Administrative Computer Unit (CACU).....	41
5.2.4.2	Signal Processing Management Unit (SPMU).....	41
5.2.4.3	Central Memory (CM).....	42
5.2.4.4	Voice Announcement Unit (VANU).....	42
5.2.4.5	Operation and Maintenance Unit (OMU).....	43
5.2.4.6	Network Element Management Unit (NEMU). ....	43
5.2.5	Les principales unités.....	44
5.2.5.1	Interface Signaling Unit (ISU).....	44
5.2.5.2	Transcoding Unit (TCU).....	44
5.2.5.3	Network Interface Unit (NIWU).....	45
5.2.5.4	Network Interface Unit (IWS1).....	46
5.2.5.5	IP Network Interface Units (IPFGE).....	46
5.3	Fonctionnalité de la MGW.....	47

## Chapitre 3

III. Ingénierie du trafic.....	48
III.1 Caractérisation du trafic 3GPP.....	48
III.2 Harmonisation du trafic.....	50
III.3 Répartition des abonnés.....	50
3.1 Matrice de trafic.....	53
3.1.1 Matrice du Trafic Mobile to Mobile.....	53
3.1.2 Matrice du Trafic Mobile to land.....	53
3.1.3 Matrice du Trafic land to mobile.....	54
III.4 Matrices du Trafic.....	55
4.1 Les matrices de la Topologie de commutation.....	55
4.2 Adaptation d'interfaces.....	56
III.5 Dimensionnement des interfaces TCU.....	57
III.6 Dimensionnement des interfaces A2SU.....	60
III.7 Line Interface Module Calculation.....	64
7.1 Dimensionnement des interfaces IPNIU. ....	65
7.1.1 Conversion de la bande passante IP.....	66
7.2 Dimensionnement des interfaces TDM- NIWU/IWS1.....	67
7.2.1 Les Interfaces NIWU.....	67
7.2.2 Les Interfaces IWS1.....	68
7.3 Dimensionnement des interfaces ATM.....	69
7.3.1 Dimensionnement des interfaces NIP1.....	69
Application du dimensionnement :	
IV. Application.....	71
IV.1 Cahier des charges.....	71
1.1. Elaboration de la topologie du réseau.....	71
1.2. Traitement des fichiers d'entrées de notre system (INPUT).....	71

1.3 Etablissements de la distribution d'abonnées.....	71
1.4 Calcul des matrices du trafic.....	71
1.5 Call cases.....	72
1.6 Dimensionnement des interfaces TCU.....	72
1.7 Dimensionnement des interfaces A2SU.....	72
1.8 Dimensionnement des interfaces ATM.....	72
1.9. dimensionnement des interfaces TDM.....	72
1.10. Dimensionnement des interfaces IP.....	73
IV.2 Modélisation du dimensionnement des nœuds 3gpp.....	73
2.1. Topologie de réseaux cœur.....	73
2.2. Les entrées de notre réseau (INPUT).....	74
2.3. La distribution des abonnés.....	76
2.4. Les matrices du trafic.....	78
2.4.1 Matrice de trafic Mobile to Mobile.....	78
2.4.2 Matrices du trafic Mobile to Land.....	79
2.4.3 Matrices du trafic LAND to MOBILE.....	79
2.5 Call cases .....	80
2.6 Dimensionnement des interfaces TCU .....	81
2.7 Dimensionnement des interfaces A2SU .....	82
2.8 Dimensionnement des interfaces ATM .....	83
2.9 Dimensionnement des interfaces TDM .....	84
2.10 Dimensionnement des interfaces IP .....	85
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>86</b>

## Introduction générale :

Plusieurs tendances de fond : déréglementation et instauration de la concurrence, développement de nouveaux services, évolution des usages du réseau d'accès et arrivée du haut débit entraînent une mutation progressive des réseaux de télécommunications vers les réseaux de nouvelle génération (NGN : Next-Generation Networks).

Aujourd'hui, plusieurs architectures se superposent (réseau téléphonique commuté, accès Internet bas et haut débit, dorsales IP, réseau mobile) et caractérisent les différents éléments d'intelligence du réseau et liens de transmission peuvent être éventuellement mutualisés.

Les NGN, dont il n'existe pas de définition unique, se distinguent par :

- Un cœur de réseau mutualisé pour tous les types d'accès et de services
- Un support d'applications adaptables à l'utilisateur et capacités croissantes et variées des réseaux d'accès et des terminaux
- Des interfaces ouvertes et normalisées entre les différentes couches du réseau (transport, contrôle et services)

Et dans ce contexte les équipementiers cherchent à satisfaire leur clientèle et de rendre leur équipement le plus performant possible pour faire face à la concurrence acharner dans le domaine des télécommunications. Et dans ce présent travail nous avons eu l'opportunité d'étudier un équipement qu'est de taille (Nokia Services & Network ex NSN Nokia Siemens Network) et aussi nous avons eu l'occasion d'accéder et d'étudier le réseau cœur (Core Network) ainsi son ingénierie du trafic proposé par NSN pour ces clients.

Et dans ce travail nous avons procédé à l'étude comme suit :

**Chapitre I :** Etude des réseaux GSM, GPRS et UMTS : Consacré aux aspects théoriques de tout réseau GSM tout en accentuant l'aspect évolutif, il devrait fournir les éléments de bases menant à la compréhension des concepts et l'état de l'art des réseaux GSM aussi bien 2G que

3GPP.

**Chapitre II :** Architecture des commutateurs 3GPP : Le chapitre deux abordera d'une manière synthétique l'étude de la première catégorie des nœuds Nokia Siemens constituant des infrastructures cœurs 3GPP destinés à la commutation, au traitement de la signalisation et au routage des appels, il apportera de la valeur aux concepts traités au chapitre I. Ainsi l'architecture des passerelles 3GPP dont on se basera sur l'étude de la seconde catégorie de nœuds manufacturés par Nokia Siemens conçus pour le transcodage, l'adaptation, la compression et la commutation des

appels internes, il permettra également l'évaluation de l'étendu et du potentiel des technologies Nokia Siemens.

### **Chapitre III : Ingénierie du Trafic 3GPP**

Ce chapitre synthétise le model analytique prévu pour le dimensionnement des réseaux 3GPP projeté sur les exigences des passerelles Nokia Siemens.

### **Chapitre IV : Démarche de Modélisation**

Ce chapitre met en relief l'essentiel de notre contribution qui présentera une démarche détaillée proposée aux ingénieurs planification pour le dimensionnement du trafic à l'appui d'une conception détaillée et d'une approche initiale permettant l'implémentation et le dimensionnement des réseaux 3GPP bâti avec des équipements Nokia Siemens. | - |

## **I. Les réseaux mobiles :**

La communication est l'une des richesses les plus fondamentales de toute société organisée. Déjà l'invention en 1876 du téléphone a été une avancée révolutionnaire pour l'Homme qui avait dorénavant trouvé un moyen pour communiquer en temps réel avec des points de l'espace de plus en plus lointains, débarrassé de la contrainte d'une présence physique au côté de son interlocuteur.

Cependant les premiers systèmes câblés présentaient en soi la tare de retenir prisonnier l'utilisateur, attaché aux prises murales caractérisant les réseaux filaires. Cette contrainte s'est avérée de plus en plus insupportable pour les peuples qui très tôt furent rêveurs et tout aussi exigeants face aux progrès affichés dans les domaines des transmissions radio.

La délivrance fut possible avec, en début des années quatre-vingt, la première génération des réseaux mobiles, analogiques, qui offraient néanmoins très peu d'autonomie et ne proposaient pour tout service que le transport de la parole, et là encore dans des conditions médiocres.

Il aura fallu le début des années quatre-vingt-dix pour voir apparaître les premiers systèmes de téléphonie mobile efficaces, économiques et universels répondant aux exigences d'interconnexion et de mobilité du monde contemporain. Depuis, l'évolution des réseaux mobiles se fait à une vitesse céleste passant en une dizaine d'années de la deuxième génération aux réseaux dits de troisième génération qui offriront aux usagers non seulement une mobilité et une interconnectivité à l'échelle planétaire, mais aussi des services comparables à ceux offerts par les infrastructures existantes des réseaux d'opérateurs fixes.

Notre étude se circonscrit dans l'optique de l'évolution des réseaux cellulaires du GSM pour la deuxième génération, vers la troisième et la quatrième génération et ses évolutions les plus immédiates à savoir le GPRS et l'EDGE, intermédiaires dans la progression du GSM vers les réseaux de troisième génération, symbolisés par l'UMTS ; ainsi la LTE symbolisant l'avènement de la quatrième génération .

### **I-1 Les méthodes d'accès :**

Pour les réseaux mobiles, il est important de spécifier la signification physique d'un canal de transmission et la manière dont les utilisateurs y accèdent. Dans tout système de transmission, chaque communication consomme une ressource physique dont le volume dépend de la quantité d'information à transmettre. Cette ressource est appelée canal physique. Dans une même cellule plusieurs techniques définissent la manière dont les mobiles accèdent à la ressource radio. Ces méthodes ont toutes pour principe de diviser la bande de fréquences généralement très limitée, en plusieurs canaux physiques assurant la communication tout en respectant les contraintes permettant d'éviter les interférences. Les principales méthodes d'accès utilisées par les réseaux mobiles sont le

FDMA (Frequency Division Multiple Access) le TDMA (Time Division Multiple Access) et le CDMA (Code Division Multiple Access)

### 1.1. Le FDMA :

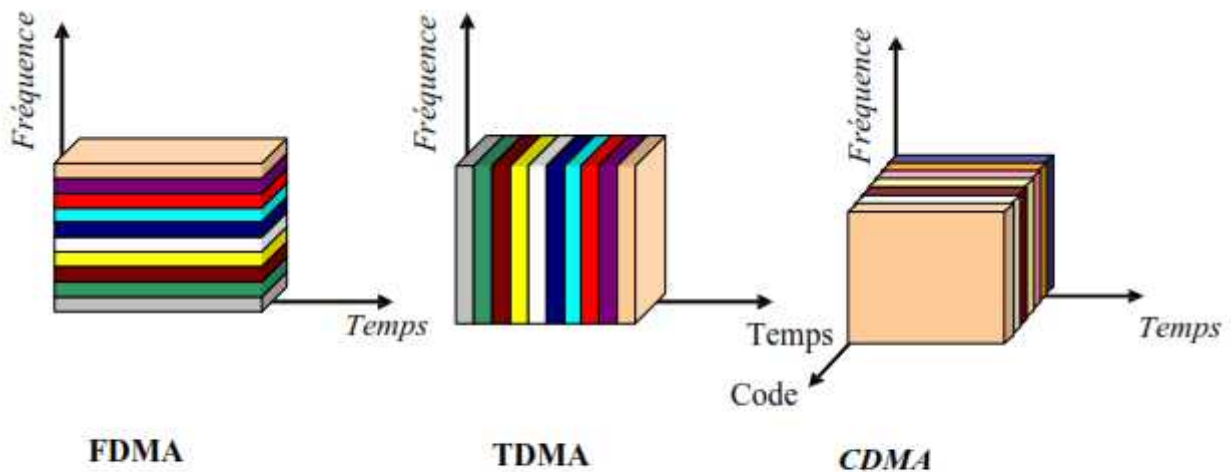
La méthode d'accès FDMA ou Accès Multiple par Répartition de Fréquences (AMRF) repose sur un multiplexage en fréquences. Un tel procédé divise la bande de fréquences en plusieurs sous bandes. Chacune est placée sur une fréquence dite porteuse ou *carrier* qui est la fréquence spécifique du canal. Chaque porteuse ne peut transporter que le signal d'un seul utilisateur. La méthode FDMA est essentiellement utilisée dans les réseaux analogiques.

### 1.2. Le TDMA :

La technique d'accès TDMA ou Accès Multiple à Répartition dans le Temps (AMRT) offre la totalité de la bande de fréquences à chaque utilisateur pendant une fraction de temps donnée, dénommée *slot* (intervalle de temps). L'émetteur de la station mobile stocke les informations avant de les transmettre sur le slot autrement dit dans la fenêtre temporelle qui lui a été réservée. Les différents slots sont regroupés par la suite en trames, le système offrant ainsi plusieurs voies de communication aux différents utilisateurs. La succession des slots dans les trames forme le canal physique de l'utilisateur. Le récepteur enregistre les informations à l'arrivée de chaque slot et reconstitue le signal à la vitesse du support de transmission. Le TDMA s'applique principalement à la transmission des signaux numériques, contrairement au FDMA conçu pour une transmission analogique. Toutefois la combinaison des deux techniques est possible.

### 1.3. Le CDMA

La méthode CDMA ou Accès Multiple par Répartition de Code (AMRC) autorise l'allocation de la totalité de la bande de fréquences de manière simultanée à tous les utilisateurs d'une même cellule. Pour ce faire, un code binaire spécifique est octroyé à chaque utilisateur. Ce dernier se sert de son code pour transmettre l'information qu'il désire communiquer en format binaire d'une manière orthogonale, c'est-à-dire sans interférence entre les signaux ou autres communications. En CDMA l'usage de codes permet une réutilisation de la même fréquence dans des cellules adjacentes. Cela offre un avantage révolutionnaire à cette méthode par rapport à celles qui la précèdent. Toutefois les codes étant seulement quasi orthogonaux à la réception, un problème d'auto – interférence entre en jeu, qui s'intensifie au fur et à mesure que le nombre de communications simultanées augmente. Excédant le nombre maximal des codes attribués, la surcharge de la cellule affecte en outre tous les utilisateurs par l'interférence provoquée sur leurs canaux, alors que, en comparaison, un seul utilisateur est brouillé en TDMA.



*Fig. 1. Méthodes d'accès*

#### **.1.4. WCDMA :**

Le CDMA (Code Division Multiple Access) est utilisé dans de nombreux systèmes de communication. Il 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 d'où l'augmentation du débit.

#### **I-2 Le réseau GSM**

Les premiers systèmes de communications mobiles ont été conçus depuis les années 1920, c'est à la fin des années 40 qu'est apparu le concept cellulaire. Ce dernier permet d'entrevoir une capacité système pratiquement illimitée car les systèmes cellulaires aborderaient le problème de couverture d'une grande surface en utilisant de nombreux émetteurs de faibles puissances, chacun spécifiquement conçu pour desservir une petite aire de couverture appelée cellule.

L'UIT (Union Internationale des Télécommunications) avait réservé lors de la WRC (World Radio Conférence) de 1976 la bande des 900 MHz aux communications mobiles. C'est seulement dans les années 80 que sont spécifiés des systèmes performants et de plus en plus économiques. Au fait c'est au début des années 80 que la CEPT (Conférence Européenne des Postes et Télécommunications) a créé le Groupe Spécial Mobile, signification initiale de l'acronyme GSM dans le but de définir un système numérique de communication avec les mobiles à vocation internationale. Parallèlement la CEPT précise les bandes de fréquences

destinées à ce système.

En 1987, treize pays de l'Europe signent un accord de principe pour ouvrir simultanément leur réseau GSM en 1991. Depuis, le GSM a supplanté les systèmes analogiques dits de première génération dans de nombreux pays à travers le monde.

Avec la croissance permanente du nombre d'utilisateurs, le GSM a été étendu à d'autres fréquences notamment les bandes 1800 et 1900 Mhz. Fort de ce succès, le sigle GSM a perdu son sens premier (Groupe Spéciale Mobile) pour celui de *Global System for Mobile communication*. La réussite du système GSM s'explique par la précision avec laquelle il a été spécifié. Pour que l'interconnexion soit complète, tous les niveaux du système ont été standardisés, tels les services, l'architecture réseau, l'interface radio, les protocoles etc.

## 2-1 Architecture du GSM :

L'architecture générale d'un réseau est composée de 3 ensembles qui sont : réseau cœur qui est le NSS pour le GSM, le réseau d'accès qui est le BSS pour le GSM et le terminal mobile qui est le MS pour le GSM.

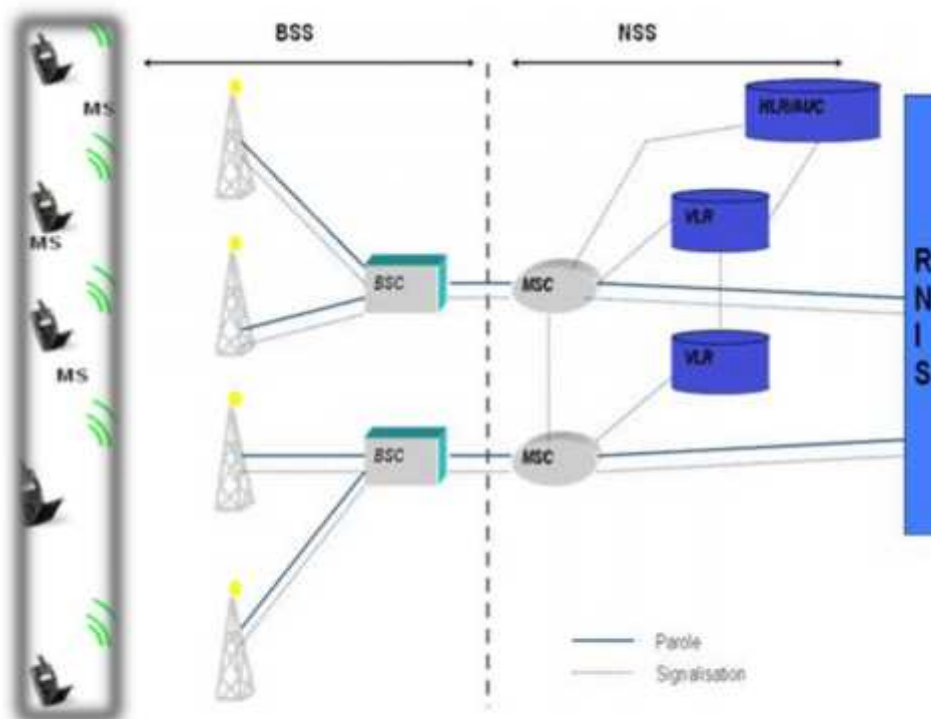


Fig. 2. Architecture du GSM

### 2.1.1 Le BSS (Base Station Subsystem) ou sous système radio

Le sous-système radio regroupe tous les équipements impliqués plus ou moins directement dans la transmission sur l'interface air.

### **2.1.1.1 La BTS (Base Transceiver Station) ou station de base**

Point d'accès au réseau GSM des utilisateurs mobiles, la BTS couvre une cellule de taille variable suivant les sites, 30 Km de rayon en zone rurale elle peut être réduite jusqu'à 250 m en zone urbaine à fort trafic.

Les BTS sont matérialisés sous la forme d'antennes sur les toits des immeubles en ville ou sur les bords de routes. Elles ont en charge l'accès radio des mobiles dans leurs zones de couverture. Elles doivent assurer la modulation, la démodulation, codage correcteur d'erreurs, estimation de canal et égalisation. Elles diffusent de surcroît des informations générales sur la cellule qui sont utiles aux mobiles et remontent aux BSC des mesures sur la qualité de transmission dans la cellule.

### **2.1.1.2 La BSC (Base Station Controller) ou contrôleur de Stations de base.**

Ce sont des concentrateurs de BTS. Ils gèrent les ressources radioélectriques et le fonctionnement d'un certain nombre de stations de base notamment les handovers tandis que les BTS ne font qu'appliquer les décisions prises par le BSC. Un BSC standard peut contrôler une soixantaine de BTS, ce nombre peut être réduit en zone rurale. Le BSC est connecté aux BTS par l'interface Abis et aux MSC par l'interface A. La normalisation de ces interfaces garantit du coup l'interfonctionnement des matériels de différents constructeurs.

## **2.1.2 Le NSS (Network SubSystem) ou sous système réseau**

Si le sous-système radio gère l'accès à l'interface radio, le sous-système réseau NSS s'occupe de l'interconnexion avec les réseaux externes, publics ou privés auxquels est rattaché le réseau mobile. Ce sous-système gère en outre l'établissement des communications avec les utilisateurs mobiles, utilisateurs dont il détient un profil. Les éléments du sous-système réseau sont les suivants :

### **2.1.2.1 Le MSC (Mobile service Switching Center)**

Le MSC ou commutateur de services mobiles est un autocommutateur qui assure toutes les fonctions de commutation nécessaires pour les mobiles situés dans une zone géographique appelée zone de MSC. Il prend en compte la nature mobile des usagers. En particulier, il assure la localisation, met à jour et applique les procédures prévues pour le transfert des communications entre les cellules. Il assure en outre les fonctions de taxation et peut assurer l'interconnexion avec les autres réseaux mobiles ou PLMN, et le réseau téléphonique fixe, le RTC. L'interfonctionnement avec d'autres réseaux nécessite la présence dans ce commutateur de fonctions spécifiques, qui sont désignées sous le nom Inter Working Functions (IWF). Ces fonctions dépendent du type de réseau à connecter et du type de services désiré. On parle alors de

GMSC (Gateway-MSC). Le MSC est relié aux BSC via l'interface A. Les MSC sont interconnectées par l'interface E.

#### **2.1.2.2 HLR (Home Location Register)**

Le HLR est la base de données de localisation nominale. C'est une base de données dans laquelle sont stockées les informations relatives aux abonnés d'un PLMN. On y trouve les IMSI, les numéros de téléphones classiques ainsi que les informations de chiffrement et la localisation courante de l'abonné c'est-à-dire la référence du VLR de la zone dans laquelle il se trouve. Bien qu'il n'y ait qu'un HLR logique par PLMN, un HLR est pratiquement mis en œuvre au travers de plusieurs bases de données redondantes reliées entre elles.

#### **2.1.2.3 Le VLR (Visitor Location Register)**

Le VLR est la base de données de localisation locale. C'est une base de données dans laquelle sont stockées les informations relatives aux utilisateurs d'une région particulière. On y retrouve les mêmes informations que dans le HLR, avec en outre l'identité temporaire de l'utilisateur (TMSI) et sa zone de localisation qui n'est autre qu'un ensemble de cellules dans lequel se trouve l'utilisateur. En pratique un VLR est souvent attaché à un MSC. Grâce aux VLR, les informations propres à l'utilisateur le suivent dans ses déplacements. Il n'est ainsi pas nécessaire de contacter le HLR à chaque appel issu du mobile, ce qui engendrerait un fort trafic de signalisation. En revanche les appels vers le mobile doivent rechercher dans le HLR d'une part l'association entre le numéro standard du téléphone mobile et son identité (IMSI) dans le PLMN, et d'autre part son MSC-VLR courant.

#### **2.1.2.4 L'AuC (Authentication Center)**

L'AuC, centre d'authentification contient la clé d'authentification Ki unique de l'abonné et génère les triplets (Kc, RAND SRES) utilisés pour l'authentification et le chiffrement. Un centre d'authentification est associé au HLR.

#### **2.1.2.5 L'EIR (Equipment Identity Register)**

L'enregistreur des identités des équipements est une base de données contenant le numéro international de l'équipement IMEI (International Mobile Equipment Identity) permettant ainsi son identification.

### **2.1.3 Le OSS (Operation Support Subsystem)**

Il permet à l'exploitant d'administrer son réseau. La diversité des équipements présents dans un réseau GSM pousse à adopter une approche structurée et hiérarchique. La norme présente deux niveaux :

Les **OMC** (Operation and Maintenance Center) ou centres d'exploitation et de maintenance : Ils permettent une supervision locale des équipements. Les incidents mineurs sont transmis aux OMC qui les filtrent.

Le **NMC** (Network Management Center) ou centre de gestion du réseau : Il permet d'administrer de façon générale l'ensemble du réseau par un contrôle centralisé.

#### **2.1.4 Interface radio**

Pour un système de communication mobile, les terminaux doivent pouvoir ne pas être physiquement reliés au réseau. C'est ainsi que la mobilité est assurée à travers l'interface radio ou interface Air qui permet une connectivité sans fils des terminaux au réseau de couverture.

Elle est constituée de mécanismes permettant l'émission et la réception des signaux radiofréquences de manière efficace et sûre, quelles que soient les conditions de propagation. Cette couche physique inclut des moyens permettant d'établir, de maintenir et de relâcher, mais également de spécifier les différents types de liens établis entre le terminal mobile et le réseau. La notion de canal logique permet de dissocier les fonctions de ces différents liens.

##### **2.1.4.1. Les Canaux physiques**

La couche physique regroupe tous les moyens mis en œuvre dans un système de communication pour transmettre les informations d'un émetteur vers un récepteur. Au niveau de l'interface  $Um$  (interface radio) du GSM, pour éviter que les signaux des différents utilisateurs ne se perturbent, sont mises en œuvre deux techniques de multiplexages : un multiplexage fréquentiel et un multiplexage temporel qui partage l'usage d'un canal de transmission entre 8 communications différentes. La transmission se fait en GSM selon le mode FDD (Frequency Division Duplex), c'est-à-dire que la voie montante (mobile vers station de base) et la voie descendante (station de base vers mobile) sont séparées par une bande de fréquence. Cette bande de fréquence, dite aussi écart duplex est de 45 Mhz en GSM 900 et 95 Mhz en GSM 1800 (ou DCS 1800).

En GSM 900 la voie montante et la voie descendante ont chacune une largeur de bande de 25 Mhz, cette valeur est de 75 Mhz pour le DCS 1800.

La bande de fréquence est découpée en canaux de 200 KHz. Ainsi, il existe 125 canaux pour le GSM 900 et 375 canaux pour le GSM 1800. Ces canaux sont partagés entre les différents Opérateurs. L'accès TDMA est assuré par la découpe temporelle d'un canal de 200 KHz en huit intervalles de temps élémentaires, appelés slots numérotés de 0 à 7. La durée d'un slot est de 577  $\mu$ s et celle de la trame de 4,615 ms. Le débit binaire sur cette trame est d'environ 270

Kbit/s obtenu grâce à une modulation non linéaire, la GMSK (Gaussien Minimum Shift Keying). Les voies montante et descendante utilisent une structure TDMA identique mais avec un décalage temporel de trois slots. Cela évite qu'un mobile transmette et reçoive en même temps, ce qui serait techniquement réalisable mais les terminaux coûteraient plus chers.

**Tableau.1. Les bandes de fréquences du GSM**

<b>GSM 900</b>	<b>GSM 1800</b>
Voie montante : 890 à 915 Mhz	Voie montante : 1710 à 1785 Mhz
Voie descendante : 935 à 960 Mhz	Voie descendante : 1880 à 1955 Mhz

Un canal physique est défini par l'occurrence d'un *timeslot* sur une fréquence particulière. Les canaux physiques permettent de transporter différents types de canaux logiques de débits variés. Pour mettre en œuvre cette variété de débits, une notion de multi trame a été introduite, permettant d'obtenir des périodes d'apparition spécifiques pour chaque type d'information : une multi trame de 26 trames, d'une durée totale de 120 ms, et d'une autre multi trame à 51 trames, d'une durée totale de 235.38 ms.

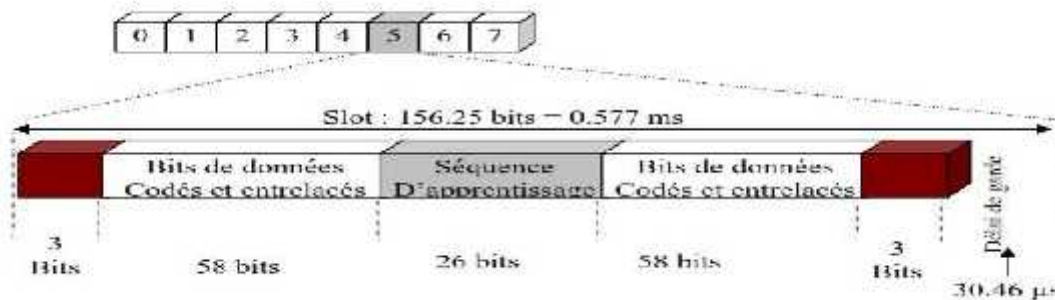
En fonction du canal logique transporté, le slot est organisé en *burst*. Un burst représente l'agencement des informations dans un slot TDMA. Il existe plusieurs types de burst, dédiés à des fonctions particulières, telles que la synchronisation, l'accès initial, . . .ect .

Les trois bits de tête et de queue du burst permettent à l'émetteur d'atteindre le niveau nominal de puissance puis de le rabaisser, puisque, dans une transmission TDMA, l'émetteur est inactif lors des slots qui ne lui sont pas alloués. La séquence d'apprentissage permet au récepteur de se synchroniser sur le burst et d'estimer le canal de propagation. Placé au milieu des bits d'information, elle est aussi appelée *midamble*.

Cette position permet de minimiser les erreurs d'estimation, inévitables du fait de la variabilité temporelle du canal. Le délai de garde protège le slot suivant des inexactitudes d'alignement temporel de l'émetteur, lesquelles sont inhérentes aux déplacements du mobile et surtout à sa distance avec la station de base. Pour compenser les différences de temps de propagation avec tous les utilisateurs d'une même cellule et garantir en conséquence l'intégrité de la trame TDMA vue par la station de base, le GSM définit une compensation temporelle, ou *timing advance*, grâce à laquelle les mobiles les plus éloignés sont invités à transmettre plus tôt que ceux proches de la station de base.

Les deux blocs de 58 bits permettent de transporter des données utilisateurs ou de signalisation, en fait 2 bits (1 dans chaque bloc) servent à indiquer la présence éventuelle de la

signalisation rapide. Le burst contient donc deux fois 57 bits d'information. Avant d'être placés dans les bursts, ces bits d'information sont au préalable codés et entrelacés. L'entrelacement se fait sur des blocs de 456 bits, soient 8 moitiés de bursts qui sont généralement réparties sur 8 trames, mais, pour certains canaux logiques, l'entrelacement se fait sur 4 ou 22 trames. On trouve ainsi dans un burst les bits d'un bloc d'information et les bits du bloc d'information suivants ou précédents.



**Figure03. Format d'un burst normale GSM**

Pour lutter contre les erreurs, le GSM combine des codes en blocs et des codes convolutés. Les premiers dits CRC (Cyclic Redundancy Check), sont des codes cycliques utilisés pour détecter la présence d'erreurs. Il en a été défini plusieurs sortes en fonction du type de canal logique transporté. Les codes convolutifs sont utilisés pour corriger les erreurs de transmission. Ils sont de taux  $\frac{1}{2}$ , de longueur de contrainte.

La première méthode de transmission de la voix à avoir été normalisée en GSM est connue sous le nom de *voix plein débit*. Selon cette méthode, le signal de parole est numérisé par blocs de 20 ms à l'aide d'un algorithme standardisé sous le nom de RPE

– LTP (Regular Pulse Excitation – Long Term Prediction), qui délivre 260 bits par blocs de 20 ms. Le débit de ce codec est donc de 13 Kbit/s, alors que la numérisation classique de la téléphonie fixe est de 64 Kbits/s. D'autres codecs, produisant des débits encore plus faibles ou des qualités subjectives supérieures, ont été standardisés dans le GSM, tels que le codage demi – débit (Half Rate) ou le codage plein – débit amélioré (Enhanced Full Rate).

## **IDENTIFICATION DES INTERFACES**

### **Interface A :**

L'interface A est basée sur l'usage d'une ou plusieurs liaisons numériques à 2 048 kbit/s. Chaque lien à 2 048 kbit/s fournit 31 canaux à 64 kbit/s qui supportent le trafic aussi bien que la signalisation nécessaire. L'interface A est définie à la sortie du MSC et le débit par canal y est égal à 64 kbit/s. Or, le débit correspondant sur l'interface radio est égal au plus à 16 kbit/s.

Une fonction de transcodage, pour la parole, ou de conversion de débit, pour les canaux de données, est donc nécessaire. L'interface A permet que ces fonctions soient géographiquement situées près du MSC ou du BSC, cependant, fonctionnellement le transcodeur est considéré comme faisant partie du BSS.



Figure 04 : interface A

**-Interface A bis**

L'interface A bis utilise au niveau 1 (niveau physique) la transmission numérique avec un débit de 2 048 kbit/s avec une structure de trame classique de 31 fois 64 kbit/s ou directement des débits élémentaires de 64 kbit/s. Comme il a été montré précédemment, les fonctions sont réparties entre le MSC et le BSS à travers l'interface A. Une subdivision supplémentaire est faite entre le BSC et les BTS. Pour rester aussi simple que possible, la BTS ne contient que les fonctions qui doivent absolument rester au plus près de l'interface radio.

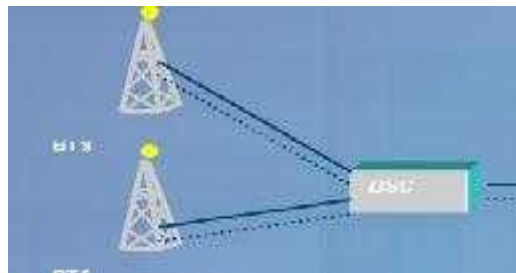


Figure 05 : interface Abis

**b- PILES PROTOCOLAIRES**

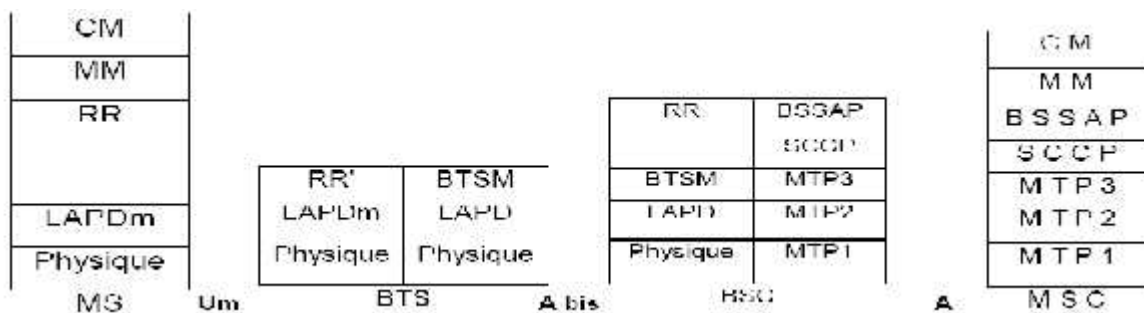


Figure 06 : pile protocolaire du GSM



le GPRS, appelé aussi GSM 2+, repose sur la transmission en mode paquet. Ce principe déjà, retenu par exemple pour le protocole X.25, permet d'affecter à d'autres communications les "temps morts" d'une première communication (attente d'une réponse à une requête Internet par exemple). Conçu pour réutiliser au maximum les infrastructures GSM existantes, le déploiement du GPRS nécessite la mise en place d'une infrastructure réseau basée sur la commutation de paquets et l'introduction de passerelles pour s'adosser aux réseaux GSM existants.

Les stations de base ne subissent aucune modification si ce n'est l'adjonction d'un logiciel spécifique, qui peut être installé par téléchargement.

Le rôle de ce logiciel PCU (Packet Control Unit) est de gérer la transmission des paquets dans la BSC. La gestion des abonnés GPRS se fait par le registre HLR/GR (GPRS register), hébergé dans les HLR/GSM existant et visibles de tous les SGSN du réseau GPRS.

La grande nouveauté du GPRS est donc l'allocation dynamique des ressources radio : le lien s'établit grâce à un canal spécifique « paquets » PDCH (packet data channel) dont la structure (fréquence, nombre de time-slots, taux de protection) varie au cours du temps en fonction de la quantité de données échangées.

### 2.1.2 Les piles logicielles du GPRS:

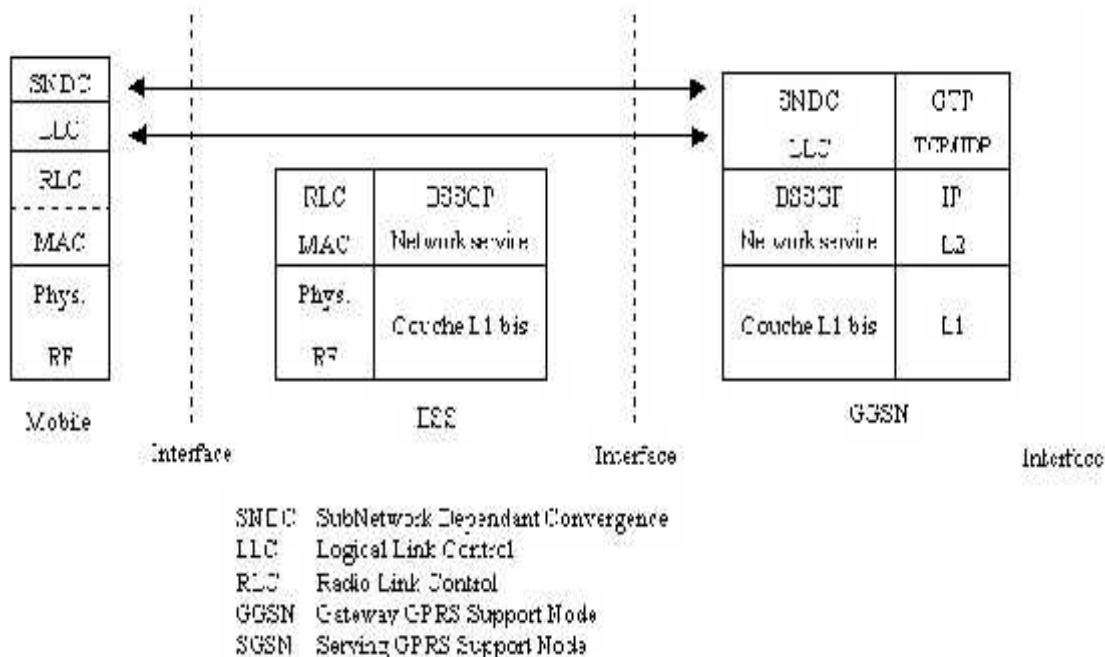


Fig. 8 : Pile logiciel du GPRS

Dans le terminal mobile, nous trouvons de bas en haut les couches suivantes :

- ❖ La couche physique, qui se décompose en deux sous-couches fonctionnelles ;

- ❖ La sous-couche RF, qui gère les fonctions radio du terminal. Elle émet les informations reçues de la couche physique.
- ❖ physique. Elle décode les informations reçues de la station de base et les transfère pour interprétation vers la couche physique;
- ❖ La couche physique produit les trames, qui seront émises par la couche radio; pour les trames reçues du réseau, elle détecte et corrige les erreurs de transmission ;
- ❖ La couche MAC (ou RLC pour Radio Link Control) pilote la liaison radio entre le terminal et la station de base, c'est-à-dire les mécanismes de retransmission en cas d'erreur, la fonction de contrôle d'accès aux ressources radio quand plusieurs terminaux sont en concurrence. Le RLC peut demander la retransmission d'un bloc de données ;
- ❖ La couche supérieure SNDC (Sub Network Dependant Convergence) gère la mobilité, le cryptage et la compression de données.

GGSN : *Gateway GPRS Support Node* ou Routeur IP s'interfaçant avec les autres réseaux.

Le GGSN est la fonctionnalité d'interconnexion dans le centre de communication (MSC), qui permet de communiquer avec les autres réseaux de données par paquets extérieurs au réseau GSM. Le GGSN masque au réseau de données les spécificités du GPRS. Il gère la taxation des abonnés du service, et doit supporter le protocole utilisé sur le réseau de données avec lequel il est interconnecté. Les protocoles de données supportés en standard par un GGSN sont IPv6, CLNP et X25.

SGSN : *Serving GPRS Support Node* ou Routeur IP gérant les terminaux pour une zone.

Le SGSN (*Serving GPRS Support Node*) est la fonctionnalité du service dans le centre de commutation (MSC), qui permet de gérer les services offerts à l'utilisateur. Le SGSN est l'interface logique entre l'abonné GSM et un réseau de données externe. Ses missions principales sont, d'une part la gestion des abonnés mobiles actifs (mise à jour permanente des références d'un abonné et des services utilisés) et d'autre part le relais des paquets de données.

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

### 2.1.3 Le routage des paquets :

Le routage de chaque paquet est indépendant de celui qui le précède ou de celui qui le suit. Pendant la phase de connexion d'un terminal dans un réseau GSM, les échanges de signalisation sont nombreux, et pour faire face aux contraintes du mode paquet, les informations de routage obtenues pour acheminer le premier paquet vers un terminal GSM sont stockées dans le GGSN. Ainsi la route pour les paquets suivants est sélectionnée à partir du contexte stocké dans le GGSN (le Temporary Logical Link Identity ou TLLI).

### 2.2 Service du GPRS :

Le service GPRS permet de considérer le réseau GSM comme un réseau à transmission de données par paquets avec un accès radio et des terminaux mobiles. La transmission par paquet sur la voie radio permet d'économiser la ressource radio : un terminal est susceptible de recevoir ou d'émettre des données à tout moment sans qu'un canal radio soit monopolisé en permanence comme c'est le cas dans le réseau GSM.

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

### I-3 RESEAU UMTS (3G):

L'UMTS est un système de radio téléphonie mobile de 3ième génération, il est standard contrairement au GPRS, autrement dit son déploiement nécessite l'obtention d'une licence au niveau de l'autorité de régulation nationale, standardisée par le 3GPP, il constitue l'implémentation européenne des spécifications IMT-2000 de l'UIT pour les systèmes radio cellulaires 3G.

### 3.1 Spectre de fréquence :

Les bandes de fréquences utilisées par l'UMTS sont : la bande 1900MHz-2024MHz et celle de 2110MHz-2200MHz.

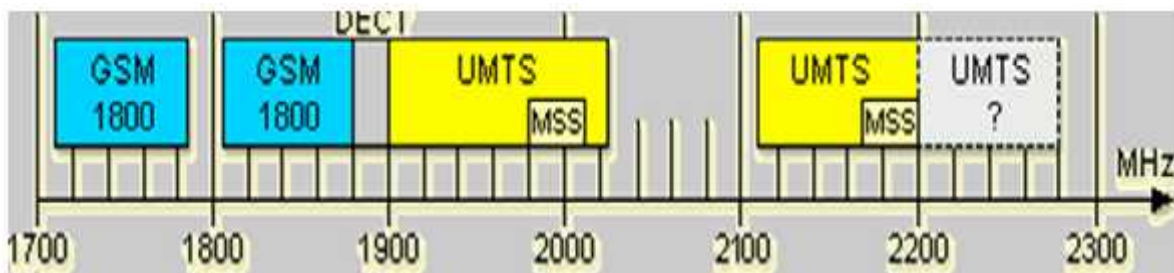


Fig. 9 : Spectre de fréquence de l'UMTS



RNC contrôleur (CRNC : Controlling RNC). Il est responsable du contrôle de charge et du contrôle de la congestion des cellules correspondant à ces nodes B.

Un mobile peut utiliser simultanément les ressources de plusieurs RNC, par exemple au cours d'un *handover*. On distingue alors deux types de RNC :

- ☞ Le Serving RNC (SRNC), qui gère l'interface du mobile avec le réseau cœur et la signalisation associée ainsi que les décisions de *handover* ou de contrôle de puissance. Un mobile ne peut avoir qu'un seul SRNC ;
- ☞ Le Drift RNC (DRNC) qui est un RNC différent du SRNC, gérant d'autres cellules, extérieures au SRNC, également utilisées par le mobile. Le DRNC transfère les données de manière transparente entre le mobile et le SRNC. Un même mobile peut aussi bien ne pas avoir de DRNC qu'en avoir plusieurs au même moment.

### ★ Node B

Le node B gère la couche physique de l'interface air c'est à- dire le codage du canal, l'entrelacement, l'adaptation de débit et l'étalement. Il gère aussi le contrôle de puissance en boucle fermée. C'est l'équivalent de la station de base des réseaux GSM.

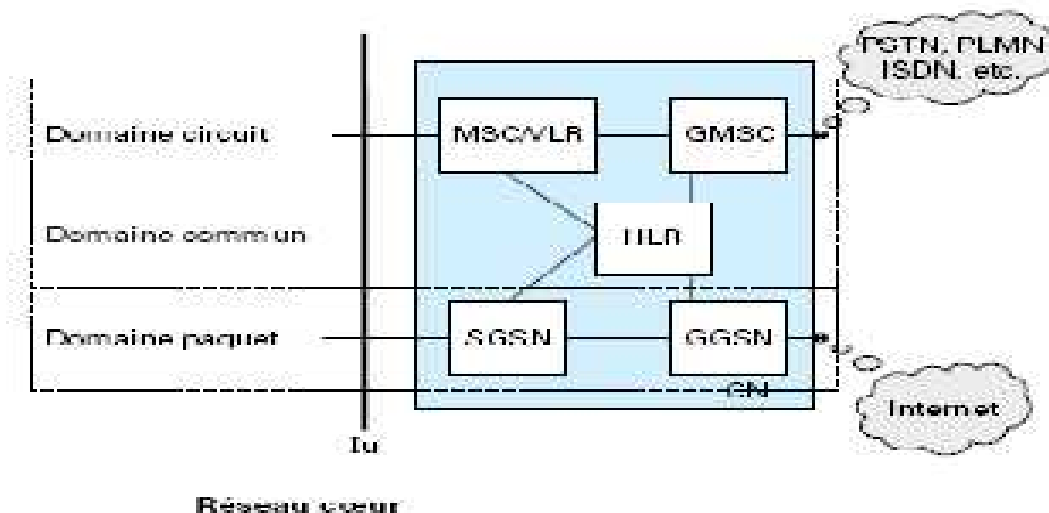
### 3.5 Réseau Cœur:

Le réseau cœur s'apparente par de nombreux points au sous-système réseau du réseau GSM. Ainsi, pour les services en mode circuit, on retrouve les équipements MSC et VLR, pour les services en mode paquet, les SGSN et GGSN. Toutefois, le formalisme d'identification des modes circuit et paquet a été renforcé par la création de domaines de services :

- Le domaine circuit (CS : Circuit Switched domain) ; Le domaine paquet (PS : Packet Switched domain) ;
- Les éléments constitutifs du réseau cœur sont répartis en trois catégories :  
Éléments du domaine CS : MSC, VLR, GMSC ;
- Éléments du domaine PS : SGSN, GGSN ; Éléments communs : HLR, EIR, AuC.

Comme dans un réseau GSM, un mobile est capable de communiquer simultanément sur les deux domaines CS et PS.

Il est également possible d'intégrer les deux domaines CS et PS dans un même réseau cœur, ce qui facilite l'exécution de certaines procédures comme la mise à jour des zones de localisation. L'élément du réseau cœur qui regroupe les fonctions de MSC/VLR et de SGSN est appelé UMSC (UMTS MSC).



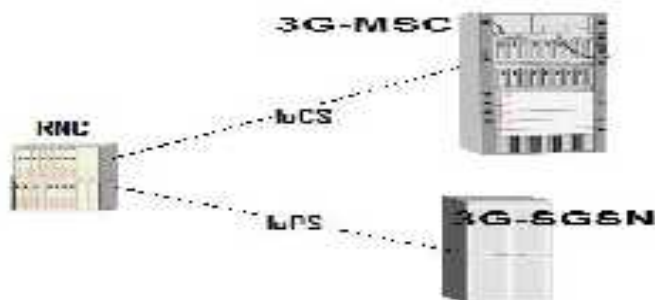
**Fig. 11 : réseau cœur**

**Interface Iur :**

On trouve dans un réseau UMTS, en plus des interfaces équivalentes aux interfaces A et Abis que sont Iu et Iub, une interface interne au réseau d'accès radio, entre RNC, qui est l'interface Iur.

Chacune de ces interfaces supporte des protocoles d'application (AP : Application Protocol) pour les échanges de signalisation et des protocoles de trame (FP Frame Protocol) pour les changes de données de l'utilisateur.

**- Interface Iu :**

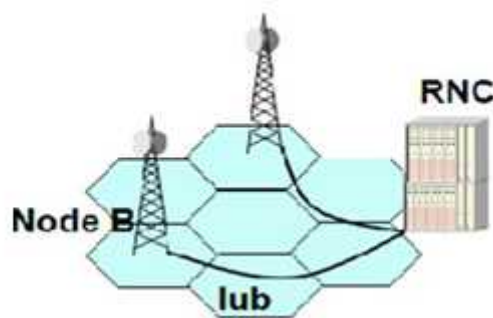


**Fig. 12 : Interface Iu**

L'interface Iu, qui relie le réseau d'accès radio au réseau cœur, peut-être de deux types, IuCS pour le domaine circuit ou IuPS pour le domaine paquet, ce qui permet de choisir des technologies de transport différentes en fonction du domaine. La couche physique est identique entre les deux types d'interface et peut être tout lien de transmission capable de supporter un transport ATM, telle qu'un lien STM1 ou E1 porté par un câble ou un faisceau hertzien. Le support de signalisation s'appuie pour les deux types d'interfaces sur des couches protocolaires Sémaphore n° 7 ou, pour le seul domaine paquet, sur des couches IP.

### -Interface Iub :

Un node B est composé d'un port commun de contrôle et d'un ensemble de points de terminaison de trafic, chacun de ces points étant contrôlé par un port dédié de contrôle. Il n'y a aucune relation entre les points de terminaison de trafic et les cellules.

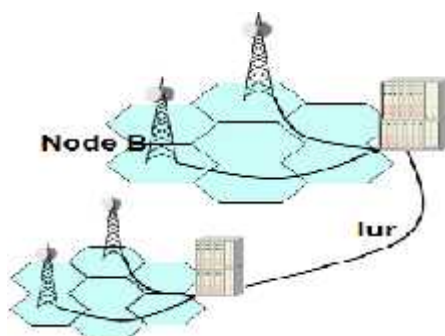


**Figure 13 : Interface Iub**

### - Interface Iur :

Cette interface, créée pour supporter le mécanisme de *soft handover* inter-RNC, supporte également :

- ☞ La gestion de la mobilité inter-RNC ; Le canal dédié de trafic ;
- ☞ Le canal commun de trafic ;
- ☞ La gestion globale des ressources entre RNC.



**Fig. 14 : Interface Iur**

## II- Architecture des commutateurs et passerelles NOKIA :

### II- 1- Architecture des commutateurs :

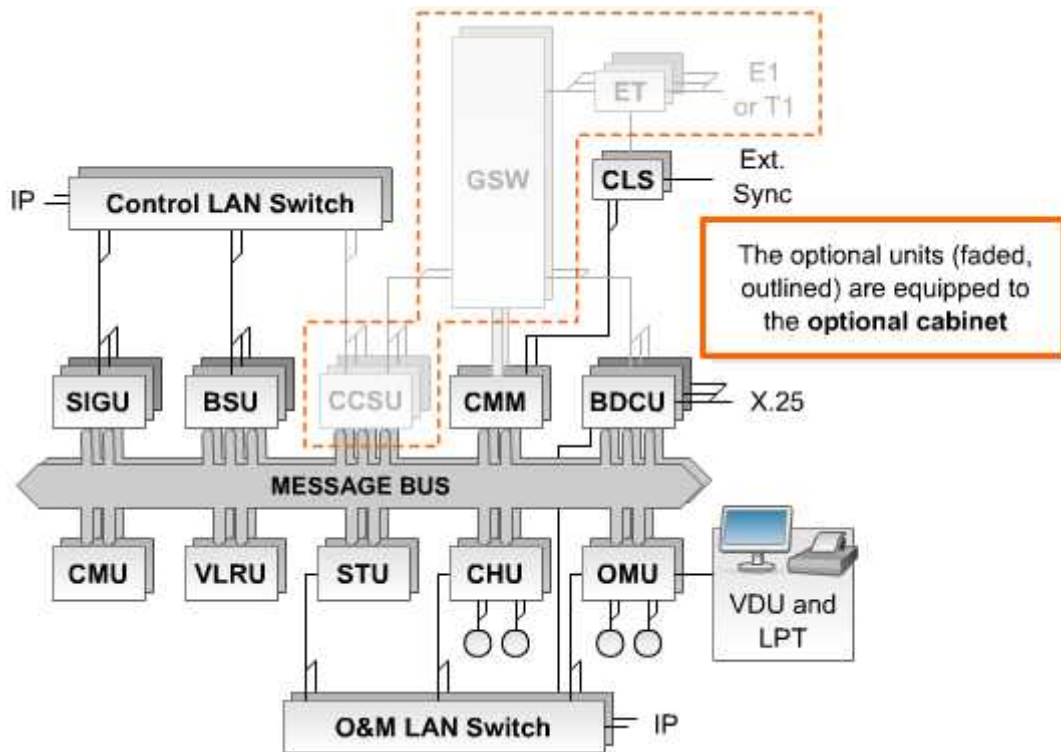


Fig 15: architecture des Commutateur 3GPP

### II-2 MSS (MSC Server) ET GCS (Gateway Control Switching)

#### II-2-1 Mobile Switching Center Server (MSS):

La MSC Server intègre les fonctions du Mobile Switching Center (MSC), le Visitor Location Register (VLR), Service Switching Point (SSP) et le contrôle de la Media Gateway (MGW) en une seule entité.

La MSC Server offre un contrôle d'appels et de gestion de la mobilité, alors que la MGW prend soin de tout le trafic plan utilisateur et de la commutation.

La MGW gère les fonctions de commutation associée au sous-système réseau (NSS) et se connecte au serveur MSC.

La signalisation des RANAP et des BSSAP sera employée au-dessus des interfaces IP entre la MSC Server et la MGW.

Les signalisations ISUP, BICC et SIP sont employées au-dessus des interfaces IP entre les entités homologues, telles que deux MSS.

En principe, la MSS ne dispose pas d'un commutateur de groupe (GSW), mais un petit commutateur de groupe peut éventuellement être inclus dans la configuration de base du MSS,

principalement pour la signalisation du NSS.

La MSS comprend trois types d'armoires : IP Cabinet F (IPCF), IP Cabinet G (IPCG), IP Cabinet H (IPCH).

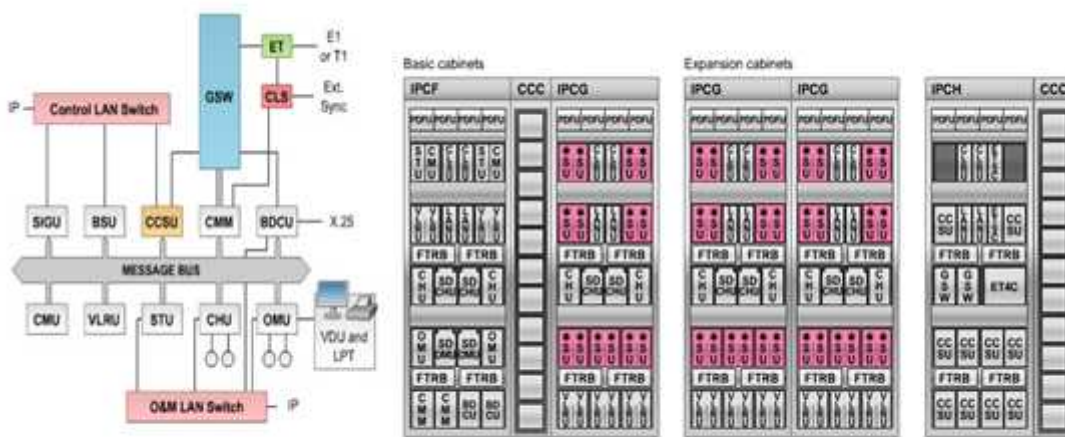
Tous ces types d'armoires ont une configuration de cartouches fixes, bien qu'elles puissent être que partiellement équipés si l'opérateur n'a pas besoin d'utiliser la capacité complète du réseau, chaque cartouche dans l'armoire accepte uniquement une unité fonctionnelle d'un certain type.

Les armoires IPCF, IPCG et IPCH ont toujours les mêmes modules dans les mêmes positions. Les unités fonctionnelles peuvent varier selon les fonctions de celui-ci, SU peut-être BSU, SIGU ou autre chose qui a besoin de signalisation.

**.IP Cabinet F (IPCF)** : comprend toutes les unités fonctionnelles qui gèrent le fonctionnement et les tâches principales de maintenance dans la MSS.

**.IP Cabinet G (IPCG)** : contiennent la plupart des unités de signalisation du MSS. Le nombre maximal d'armoires IPCG dans la MSS est de trois.

**.IP Cabinet H (IPCH)** : est un type d'enceinte optionnelle dans les MSS et les GCS, qui est principalement utilisé pour de la signalisation SS7. Il contient les équipements terminaux, le commutateur de groupe (GSW) et des signalisations configurable comme la CCSU.



**Fig. 16: Mobile Switching Center Server (MSS)**

## II-2-2 La GCS :

La GCS assure l'interconnexion entre le RTC / RNIS et IP ou ATM. Dans le cadre du Concept de la MSC Server, la GCS Nokia est similaire à la MSC Server (MSS), sans le Visitor Location Register (VLR) et sans accès aux RAN et BSS.

La GCS peut contrôler des Media Gateway qui sont utilisés pour l'interfonctionnement entre le RTC / RNIS et l'IP MultiMedia Subsystem (IMS).

Ceci est possible parce que la GCS de contrôle d'appel prend également en charge le protocole SIP vers CPS dans les réseaux convergents.

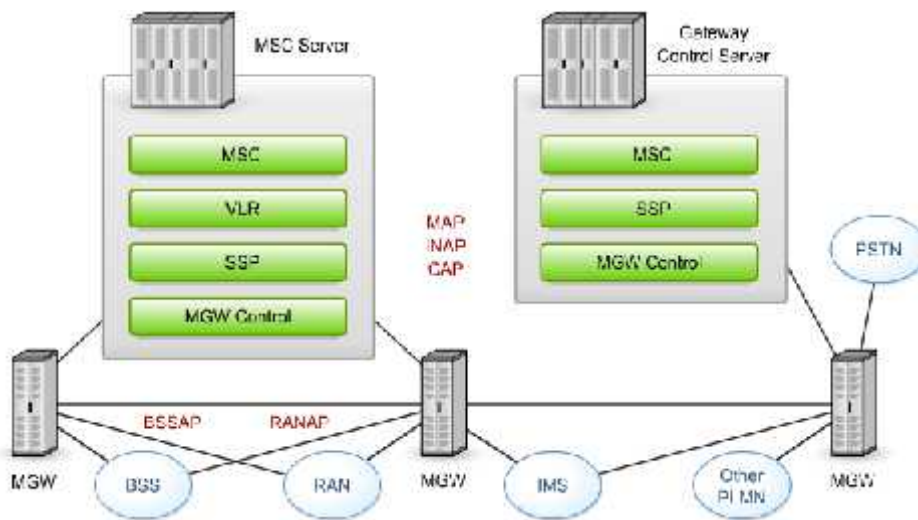


Fig. 17: architecteur de la GCS et de la MSS

## II-3 Les unités fonctionnelles de la MSS :

### 3.1 Common Channel Signaling Unit (CCSU):

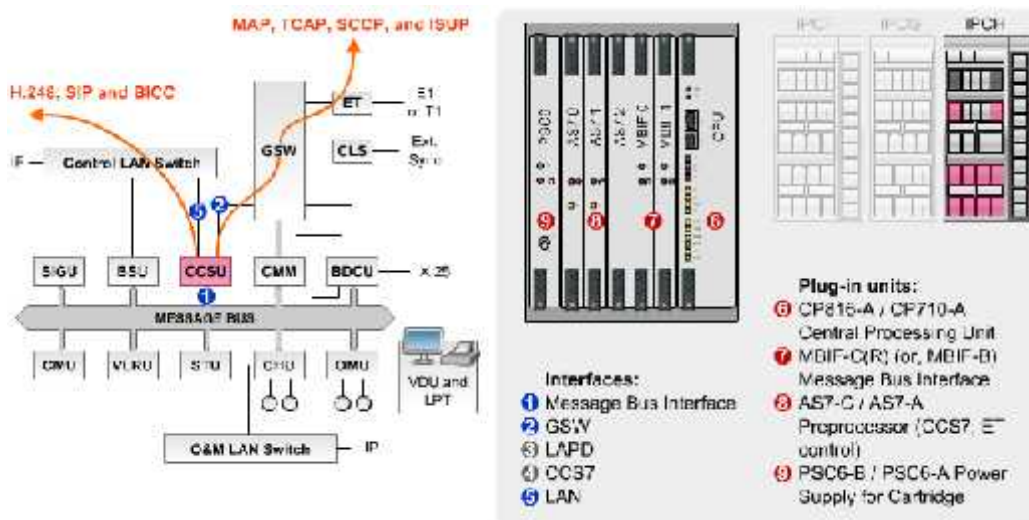


Fig. 18 : La carte de signalisation CCSU.

L'unité de signalisation (CCSU) réalise le MAP, TCAP, SCCP et l'ISUP, elle peut supporter 64 lignes TDM.

La CCSU contient également le SIGTRAN, qui lui permet de transmettre les messages de signalisation sur IP en utilisant des interfaces LAN disponible dans cette unité fonctionnelle. En outre, la CCSU fournit les protocoles de signalisation H.248, SIP, et BIC

### **3.2 Signaling Unit (SIGU):**

L'unité de signalisation (SIGU) a la fonctionnalité de l'unité de signalisation CCSU, sauf que le SIGU peut utiliser uniquement un réseau basé sur IP, tandis que le CCSU peut utiliser une adresse IP ou un TDM basé sur la signalisation SS7 (voir fig.19)

### **3.3 Base Station Signaling Unit (BSU):**

La station de base de signalisation (BSU) fournit les protocoles BSSAP et RANAP qui remplissent les fonctions de signalisation entre les réseaux radio et la MSS.

L'unité de station de base à la fonctionnalité de signalisation SIGTRAN et une interface LAN, ce qui lui permet d'utiliser l'IP pour transmettre des messages de signalisation (voir fig.20).

### **3.4 Message Bus (MB):**

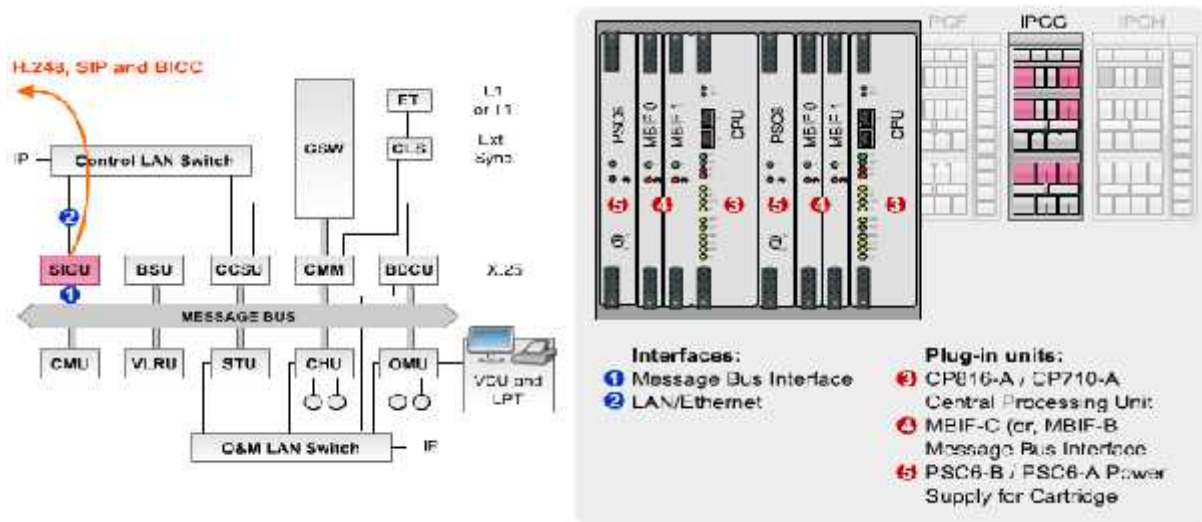
Le message bus est le lien physique entre les unités. Il est contrôlé par les modules de l'interface du message bus situés dans chaque unité (voir fig.21).

### **3.5 Switching Unit (SWU):**

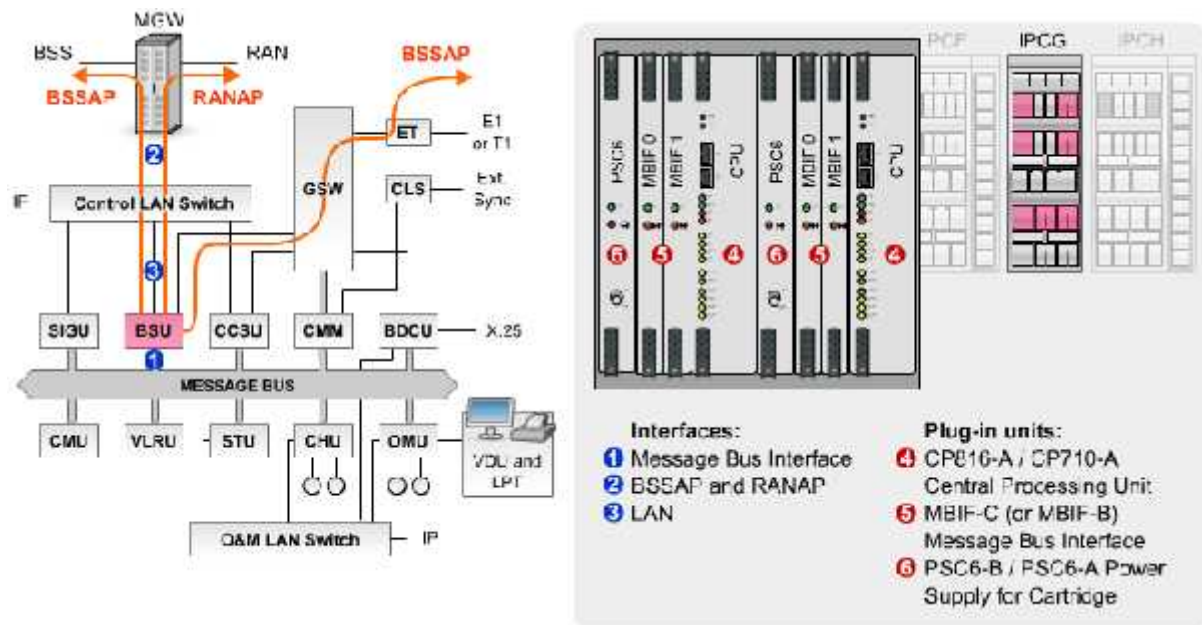
L'unité de commutation (SWU) utilise un système Ethernet intégré 10/100 bas T/TX, elle a un vaste ensemble de fonctionnalités telles que le VLAN 802.1q.

Un ensemble de commutateurs LAN, intégré dans les armoires de Nokia MSC Server, fournissent un nombre gérable d'interfaces LAN pour les routeurs externes sur le site. La séparation des différents types de trafic fournit une sécurité supplémentaire et une facilité de gestion.

Dans la MSS et la GCS l'interface du commutateur LAN est meublée dans une unité séparée SWU, alors que dans les modèles intégrés le module du commutateur LAN est situé dans la STU ou dans la CHU (voir fig.22).



*Fig. 19 : La carte de signalisation SIGU.*



*Fig. 20 : La carte de la base de signalisation BSU.*

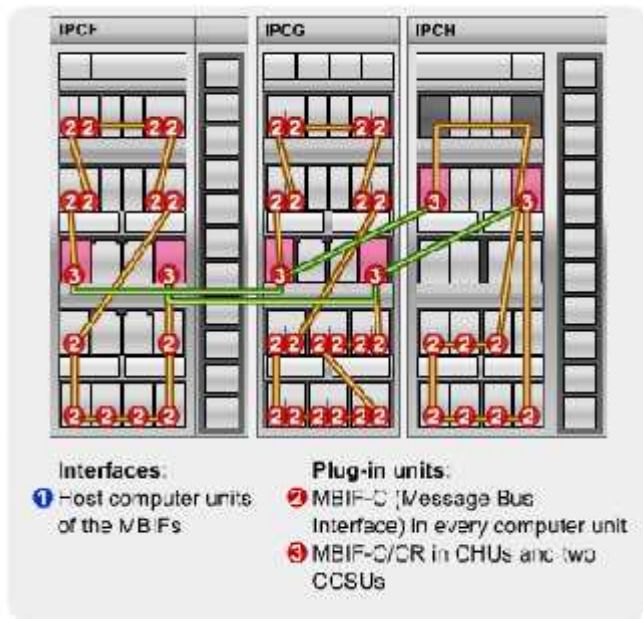
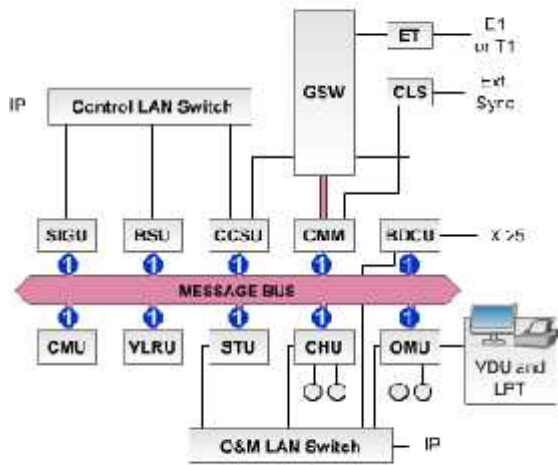


Fig. 21: Le message bus MB.

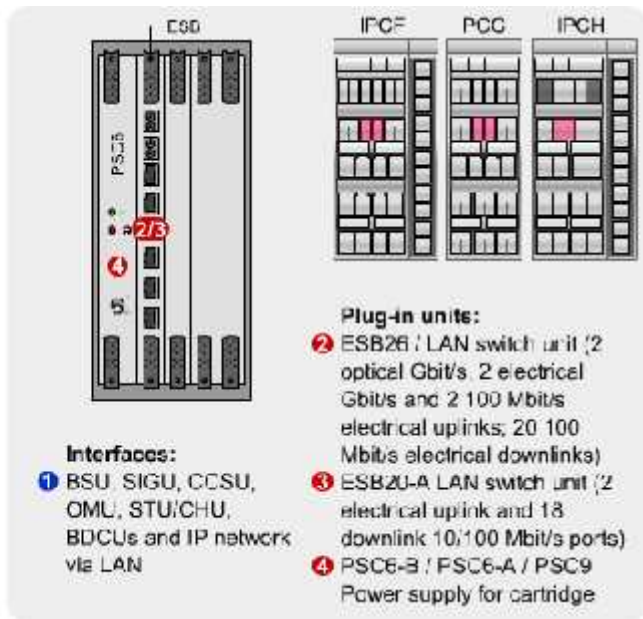
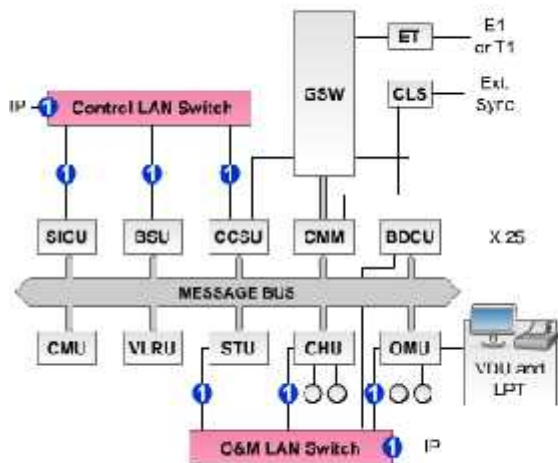


Fig. 22 : La carte de commutation LAN SWU.

### **3.6 Visitor Location Register Unit (VLRU):**

Le Visitor Location Register (VLRU) contient les données nécessaires de chaque abonné desservis par la MSC Server.

La MSS peut contenir jusqu'à 10 paires VLRU, chacun contenant une base de données pour les abonnés (voir fig.23).

### **3.7 Central Memory and Marker (CMM):**

La mémoire centrale gère les fonctions de routage du MSS et du GCS. Elle contient également toutes les données de configuration du système et les originaux des fichiers distribués. En outre, elle est responsable des fonctions centrales de CCS7.

Le marqueur de contrôle supervise la GSW pour les circuits libres et il est responsable d'établir et de libérer toutes les connexions (voir fig. 24).

### **3.8 Group Switch (GSW):**

Le commutateur de groupe (GSW) est le responsable de la commutation dans la MSS et la GCS. Il est contrôlé par la CMM.

Si les troncs TDM sont connectés directement à la MSS, il est nécessaire d'avoir une matrice de commutation. La capacité maximale de la GSW dans la MSS est de 2048 circuits PCM intégré.

Le GSW est une option dans les modèles autonomes. Si l'opérateur a besoin d'avoir une connexion direct TDM avec signalisation SS7 à partir d'un modèle autonome, il est possible d'inclure un commutateur de groupe en option avec une capacité de 256 timeslots (voir fig.25).

### **3.9 Exchange Terminal (ET):**

L'équipement terminal (ET) effectue la synchronisation électrique et l'adaptation d'une ligne TDM externe. Il peut effectuer le codage et le décodage, insérez les bits d'alarme dans le sens sortant, et de produire la structure des trames MIC (voir fig.26).

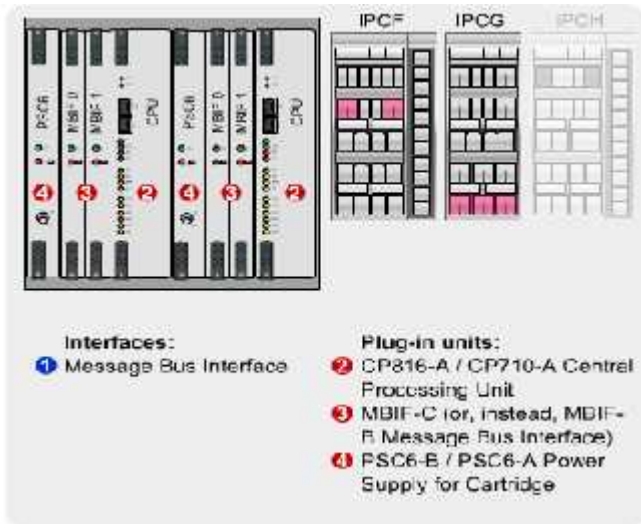
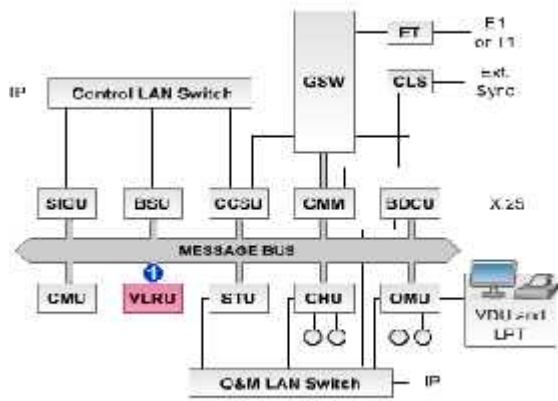


Fig. 23 : La carte du registre des visiteurs VLRU.

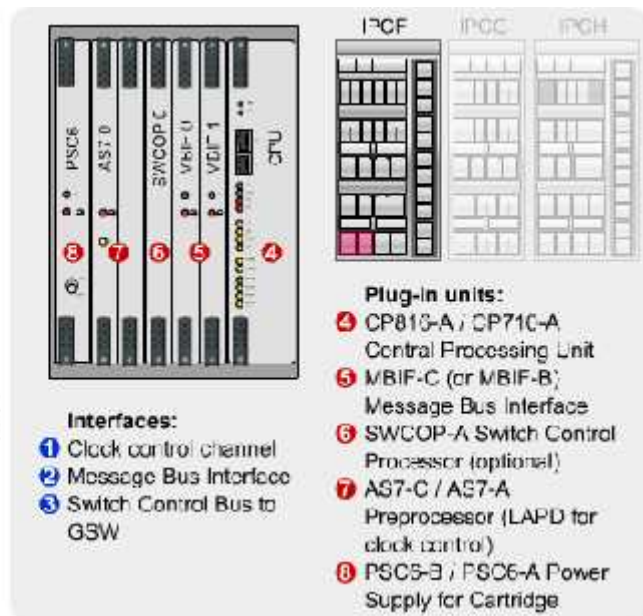
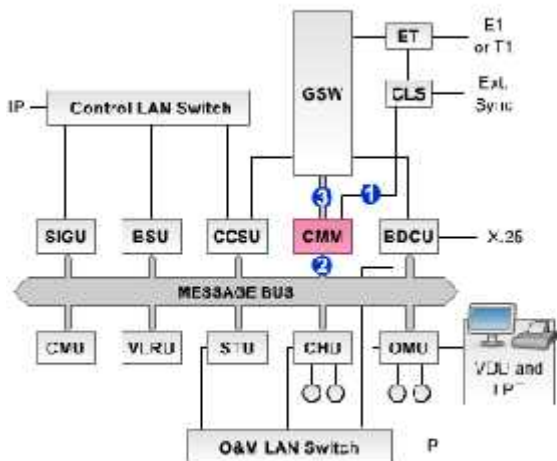


Fig. 24 : La carte de la mémoire centrale CMM.

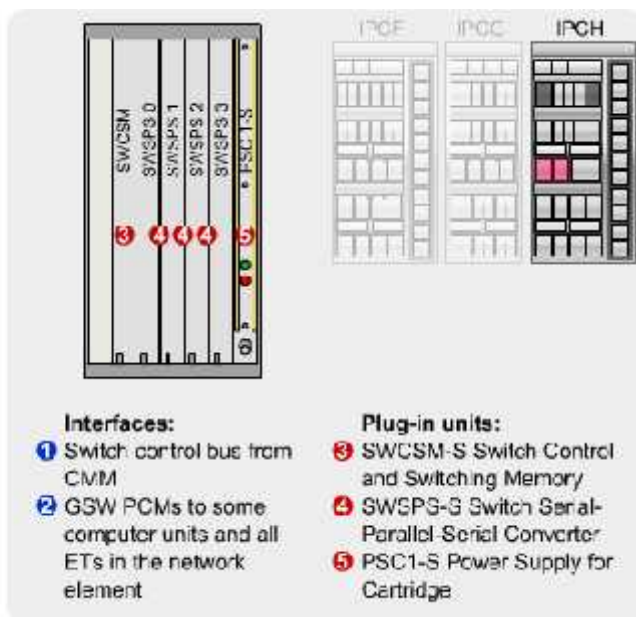
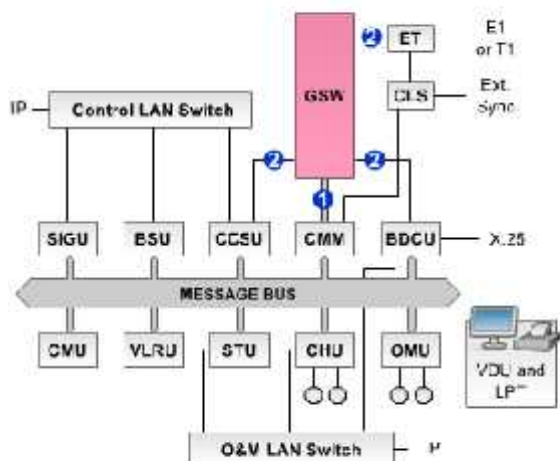


Fig. 25 : La carte de commutation GSW.

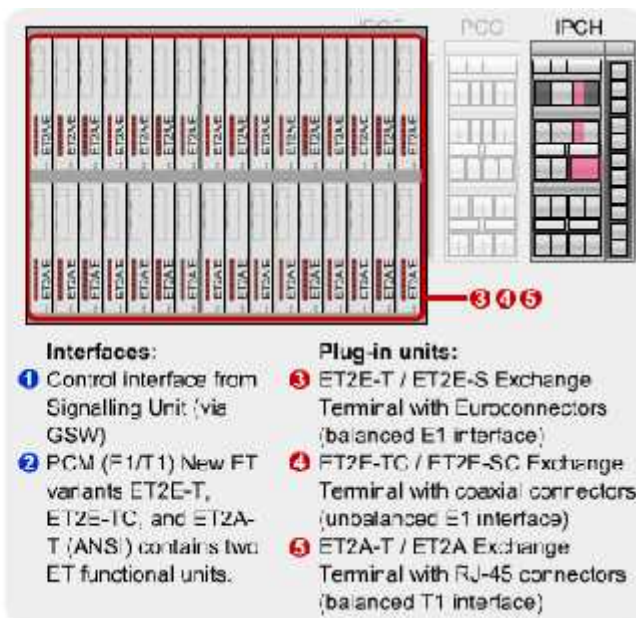
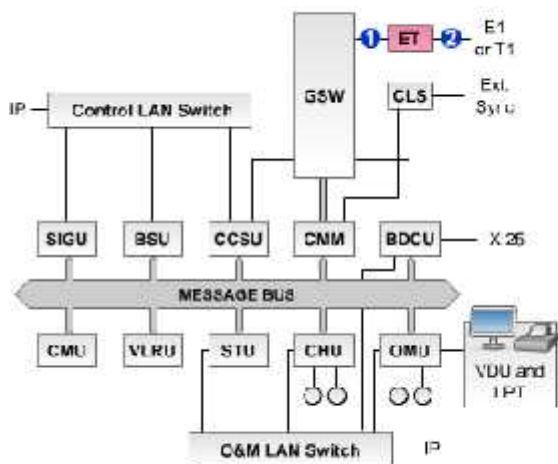


Fig. 26 : La carte d'équipements terminaux ET.

### **3.10 Clock System (CLS):**

L'unité d'horloge et d'alarme (CLBU) et l'unité du système d'horloge (CLSU) font partie du système d'horloge (CLS) (voir fig.27).

L'unité du Système d'horloge génère les signaux d'horloge et de synchronisation. Dans les modèles intégrés le signal de synchronisation est reçu à partir des lignes TDM externes ou de l'interface de synchronisation externe du système d'horloge.

Dans les modèles autonomes, sans les connexions TDM externe, un signal de synchronisation externe doit être reçu via l'interface de synchronisation externe du système d'horloge. Ce signal de synchronisation externe est nécessaire pour assurer l'exactitude de chargement d'informations et de données.

### **3.11 Basic Data Communication Unit (BDCU):**

L'unité de communication de base de données (BDCU), fournit des liens physique avec l'unité d'entretien du réseau, du centre SMS et du centre de facturation. La BDCU fournit les connexions externes suivantes:

- ☞ Le trafic est toujours connecté à l'aide de la BDCU.
- ☞ La BDCU fournit les interfaces réseau pour l'OSI (FTAM) quand c'est nécessaire (voir fig.28).

### **3.12 Cellular Management Unit (CMU):**

La CMU contrôle le réseau radio cellulaire (voir fig. 29).

### **3.13 Statistical Unit (STU):**

L'Unité des statistiques (STU) recueille les mesures premières du trafic, supervise la charge de l'échange, maintient la variation des différents compteurs, et produit des rapports statistiques. Les premiers rapports statistiques sont envoyés vers le réseau IP via l'unité fonctionnelle (OMU) en utilisant le protocole FTP (voir fig.30).

Tous les rapports OLCM sont transportés via l'interface LAN redondante disponible dans la STU.

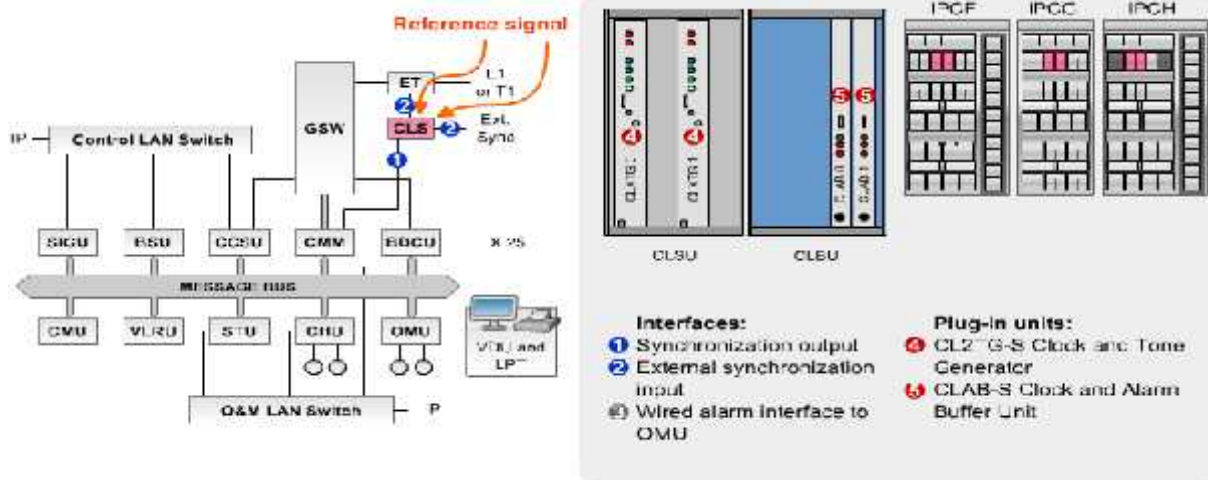


Fig. 27 : La carte d'horloge CLS.

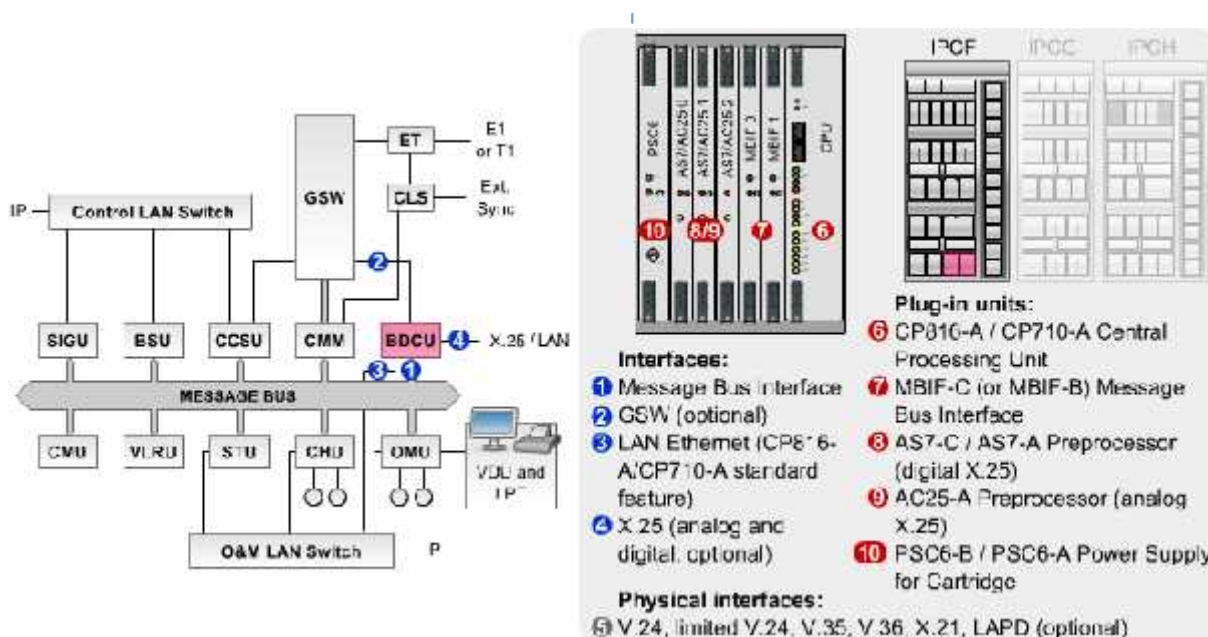


Fig. 28 : La carte de communication des données BDCU.

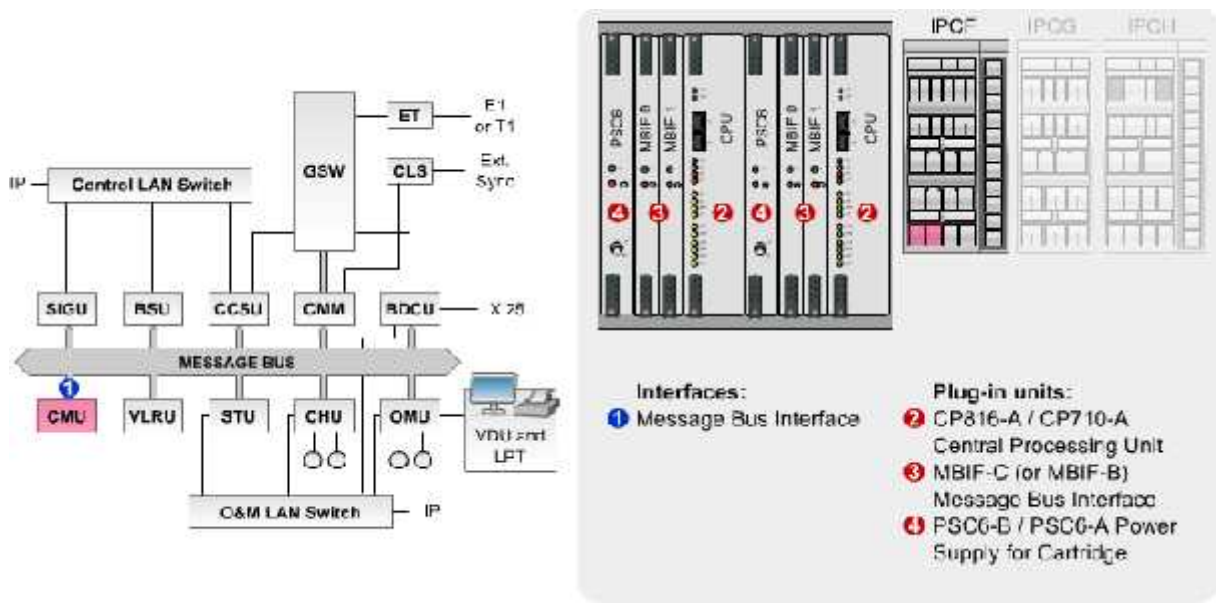


Fig. 29 : La carte du contrôle cellulaire CMU.

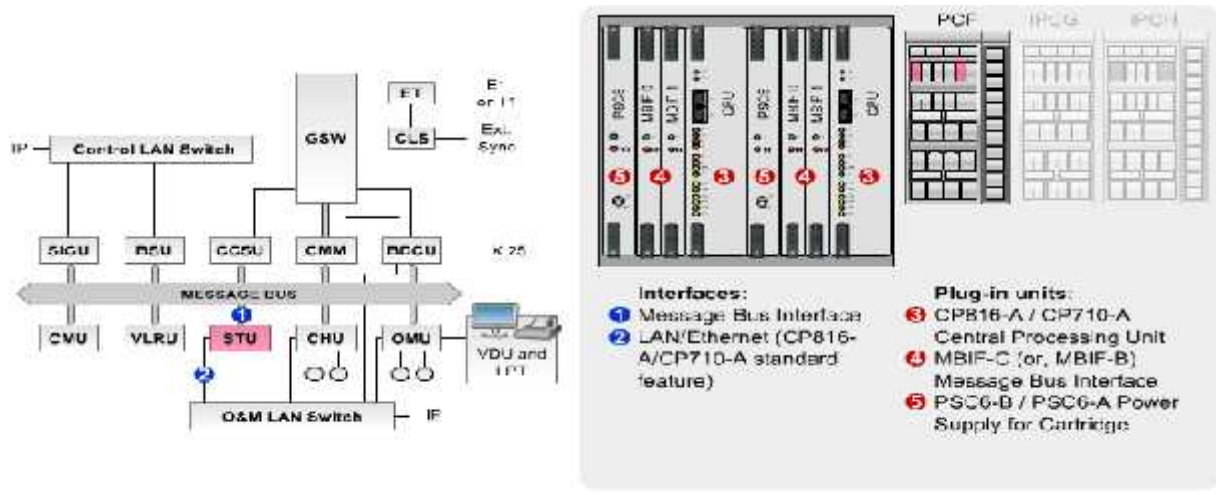


Fig. 30 : La carte des statistiques STU.

### **3.14 Charging Unit (CHU):**

L'unité de charge (CHU) recueille les données de charge, maintient les compteurs différents et produit des documents de chargement. Cette dernière peut envoyer des données directement à partir de l'interface LAN pour le Centre de facturation en utilisant le protocole FTP sur TCP / IP (voir fig.31).

Le transfert de la facturation est également fourni directement à partir de l'unité de charge en utilisant le protocole GTP.

### **3.15 Operation and Maintenance Unit (OMU):**

L'unité d'opération et de maintenance (OMU) gère toutes les fonctions centralisées de surveillance, d'alarme et de récupération, et les connexions vers l'interface utilisateur (IHM). Principalement, les connexions sont faites en utilisant le réseau IP (voir fig. 32).

L'unité d'exploitation et de maintenance recueille les alarmes échangées avec les équipements externes connectés au système.

L'OMU est mené de périphériques de stockage, par exemple : le stockage du Software du système entier du réseau ; ainsi que pour le stockage intermédiaire de la mémoire tampon des alarmes.

### **3.16 Power distribution Fuse Unit (PDFU):**

L'unité d'alimentation et de distribution d'énergie (PDFU) distribue la puissance -48V/-60V des redresseurs ou des batteries aux cartouches à travers des câbles de distribution. La PDFU contient également les fusibles pour ces câbles, avec des circuits d'alarme pour les tensions d'entrée et aussi pour ses propres fusibles (voir fig. 33).

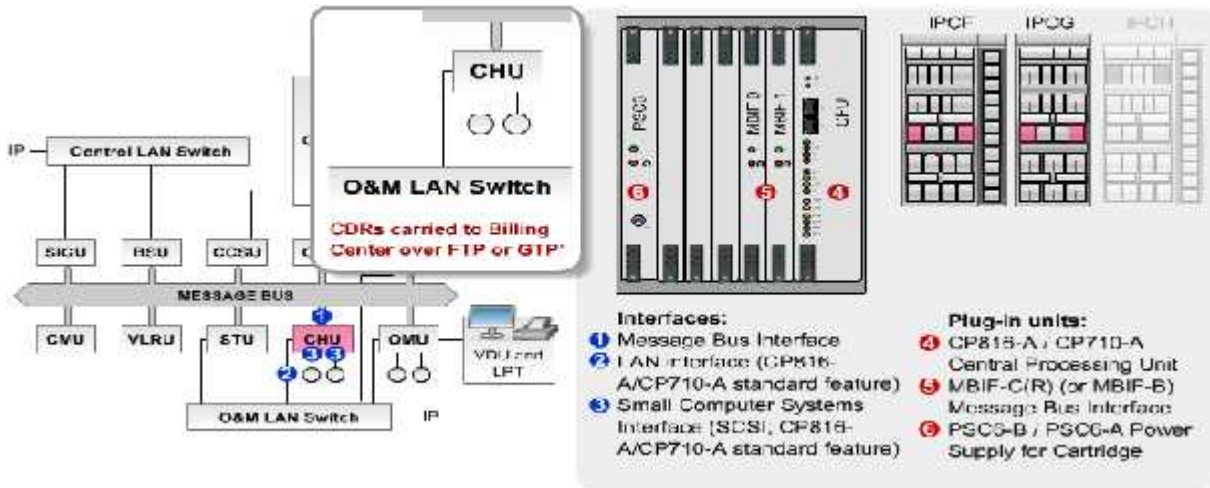


Fig. 31 : La carte de chargement CHU.

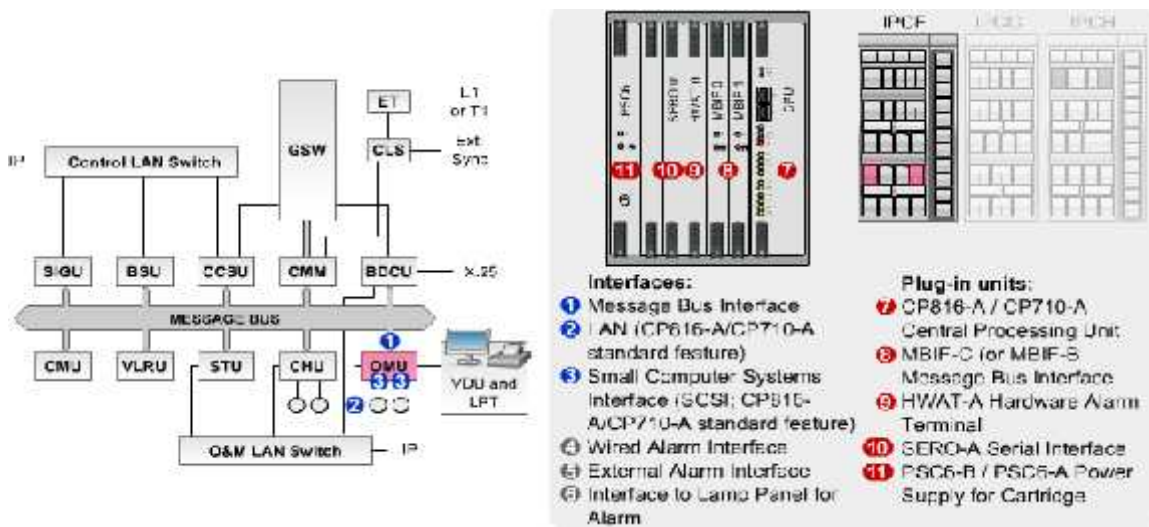


Fig. 32 : La carte d'opération et de maintenance OMU.

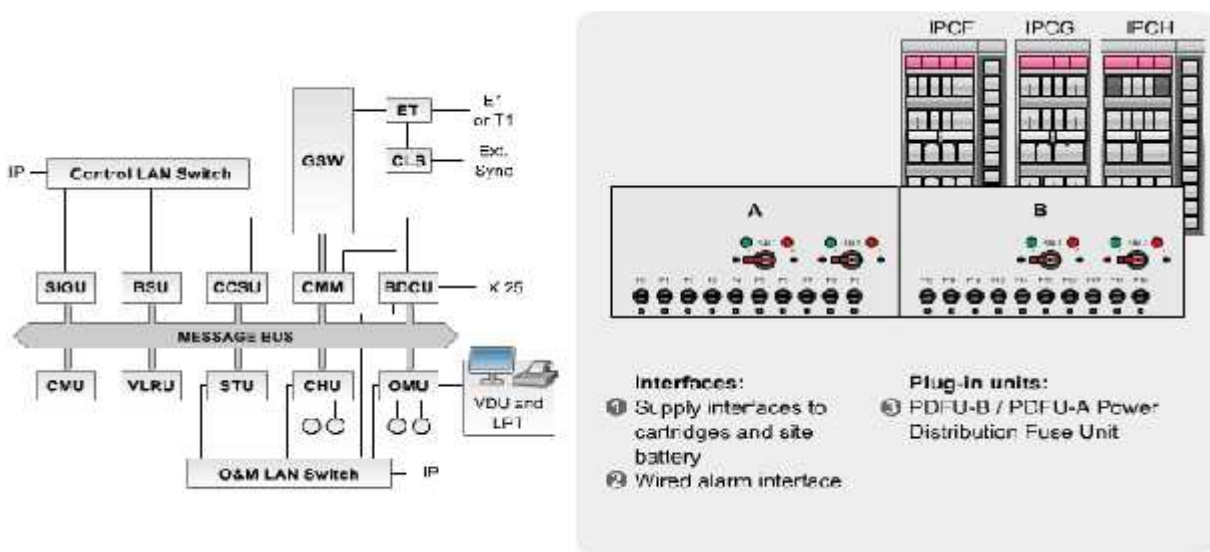


Fig. 33 : La carte d'alimentation PDFU.

## **II.4 Le rôle du MGW dans les réseaux mobiles :**

Pour parvenir à un système extrêmement fiable et facilement extensible, la passerelle multimédia Nokia (MGW) a été conçue en utilisant une architecture modulaire et distribuée (voir fig. 34).

En effet, différentes configurations sont possible, et le passage au multimédia peut être utilisé dans les trois générations du réseau mobiles considérés comme : Réseaux basés sur une commutation de circuit en mode noyau, ou éventuellement dans des environnements

3GPP (normes de la version 99), réseaux avec commutation de circuit indépendants du noyau de porteur comme spécifié dans le 3GPP des normes 4 et réseaux basés sur le concept de sous- système IP multimédia (IMS) comme spécifique dans le 3GPP version 5 ou les normes postérieures.

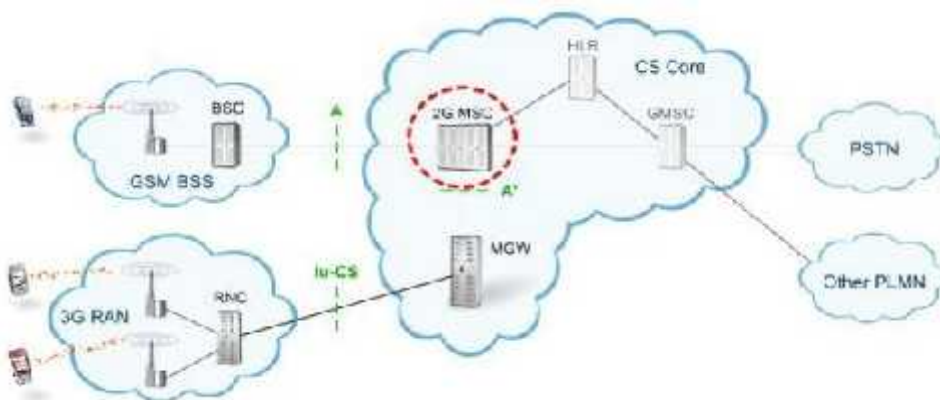
Une fois utilisé dans un réseau avec commutation de circuit du noyau du réseau 3G, la MGW offre la possibilité pour relier un réseau d'accès radio de troisième génération à un centre de commutation mobile de deuxième génération, ainsi effectivement transforme la 2G en 3G.

## **II.5 Architecture de la MGW :**

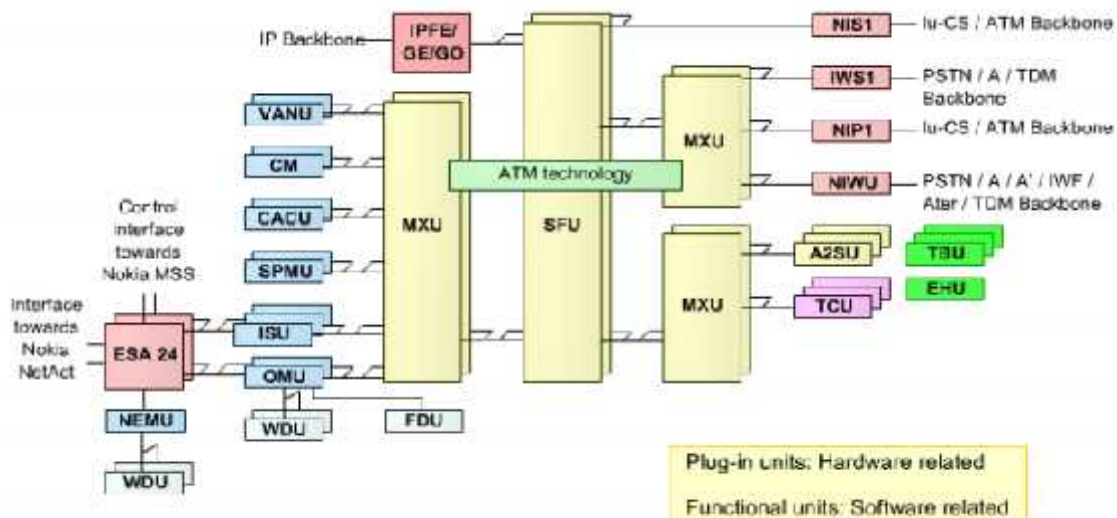
La MGW se compose d'un, deux ou trois coffrets contenant quatre sous-systèmes chacun. Chaque sous-système contient 19 fentes de largeur de 25 millimètres pour porter de divers genres de modules. Chaque coffret est également fourni avec un étage de câblage situé du côté droit du coffret.



*Fig. 34 : Les principaux rôles de la MGW.*



*Fig. 35 : Les différentes convertirons des MGW.*



*Fig. 36 : Modules et cartes dans la MGW.*

## 5.1 Alimentation et énergie :

Le sous-système de distribution d'énergie distribue la puissance de -48v des redresseurs ou des batteries pour l'équipement à l'intérieur des coffrets des éléments du réseau. Ce sous-système se compose de deux alimentations électriques de 80 ampères (CPD80) au-dessus de chaque cabinet, et à partir de ces alimentations 20 ampères sont distribués pour chaque subracks par l'intermédiaire de la PD20 situé au centre de chaque sous-système, et du câblage associé.

La PD20 commande également l'équipement de refroidissement de son propre étage sur la base des messages envoyés par l'unité d'opération et d'entretien (OMU).

## 5.2 Les unités de commutation et de multiplexage :

La commutation et le multiplexage dans Nokia MGW est basé sur ATM. L'ATM à travers l'interface Iu-CS fournit la capacité et la flexibilité requise pour soutenir les divers types de trafic du sous-réseau, aussi bien que toutes les communications internes dans la MGW elle-même.



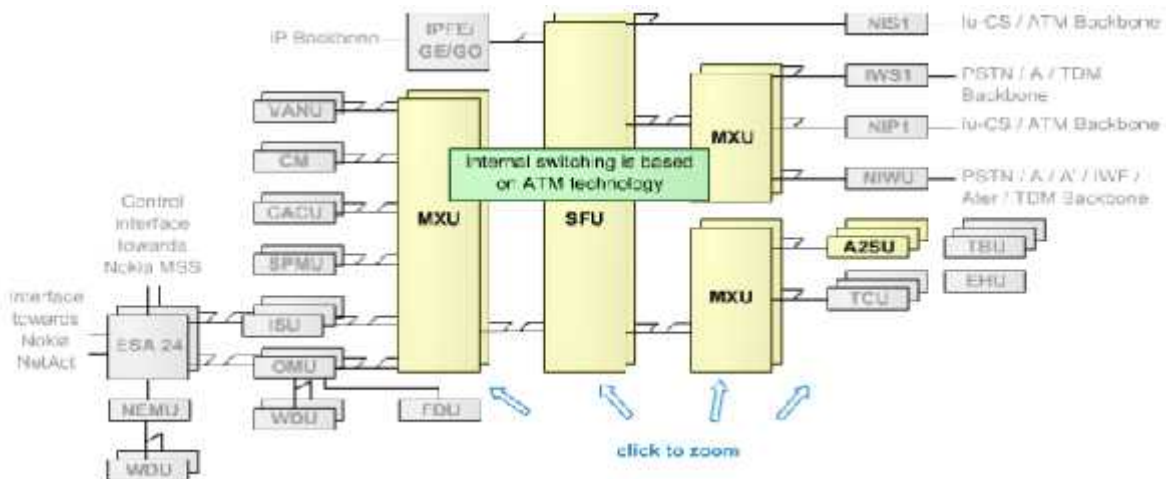
*Fig. 37 : Interface d'alimentation de la MGW.*

Il y a trois unités fonctionnelles impliquées dans la commutation et le multiplexage.

**ATM :**

- ☞ L'unité de commutation ATM (SFU).
- ☞ L'unité de multiplexage ATM (MXU).
- ☞ L'unité de commutation AAL2 (A2SU).

Et sont représentés par les schémas suivants :



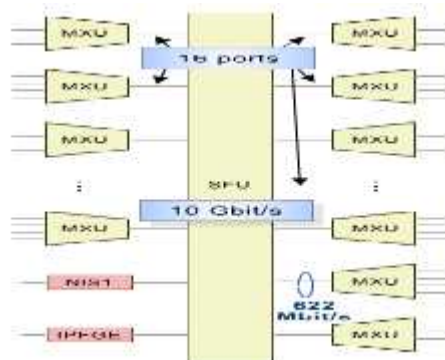
**Fig. 38 : Cartes de commutation et de multiplexage.**

### 5.2.1 ATM Switching Fabric Unit (SFU):

L'unité de commutation ATM contrôle la commutation des cellules contenant de divers genres d'informations, tels que la signalisation des messages, des circuits et des données de commutation de paquets d'utilisateur, aussi bien que la communication interne entière.

La commutation n'est bloquée qu'au niveau du raccordement ATM. Ceci signifie que tant que la capacité requise d'entrée et du rendement est disponible, des raccordements ATM peuvent toujours être établis.

La SFU offre 16 ports de chargement, chacun capable de manipuler un débit de 622 Mbits/s, et fonctionne à une vitesse de commutation de 10 Gbit/s

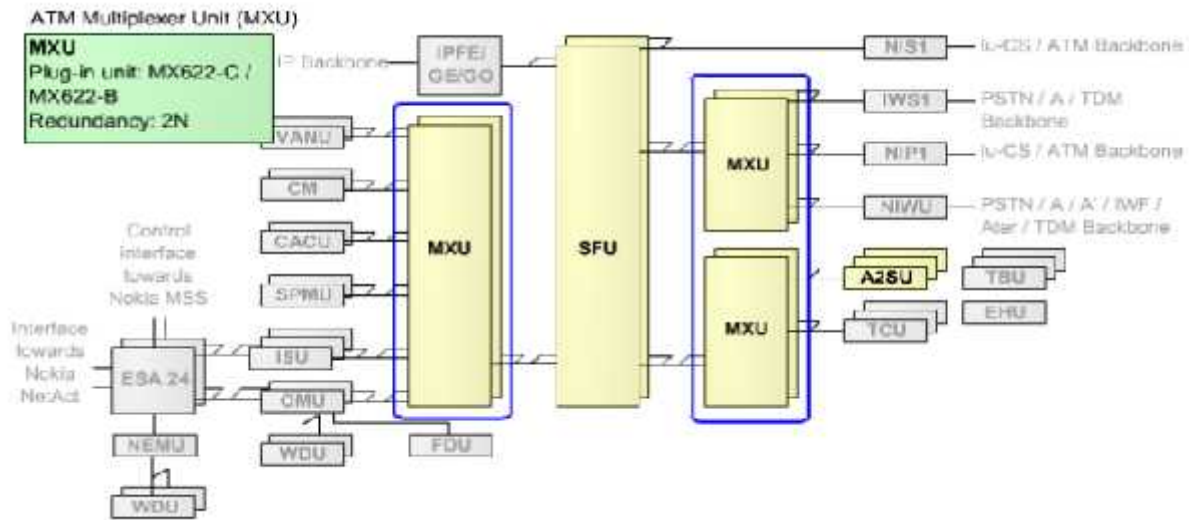


**Fig. 39 : Carte de commutation ATM.**

### 5.2.2 ATM Multiplexer Unit (MXU):

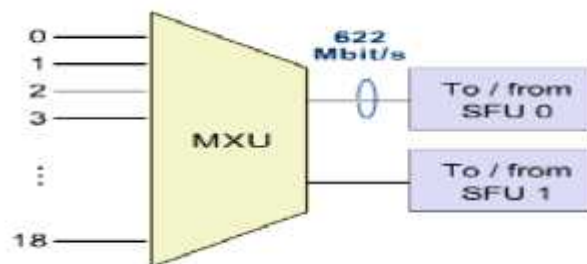
Des unités fonctionnelles de trafic bas (2... 155 Mbits/s) sont reliées à l'unité de commutation ATM par l'intermédiaire des unités de multiplexage ATM.

C'est nécessaire afin d'utiliser la capacité élevée d'unité de commutation (622Mbits/s par port).



*Fig. 40 : La carte de multiplexage ATM dans la MGW.*

L'unité de multiplexage ATM combine le trafic jusqu'à 18 unités de tributaire et envoie les cellules ATM à l'unité de commutation ou vice versa. Chaque unité de multiplexage est connectée aux deux unités de commutation dans la MGW pour des raisons de fiabilité.



*Fig. 41 : Le multiplexeur ATM.*

### 5.2.3 Switching Unit AAL2 (A2SU):

L'unité de commutation de paquets AAL2 effectue le multiplexage et la commutation au niveau AAL2. L'adaptation ATM du protocole AAL2 garantit un transport efficace de l'information avec un retard de transfert limité.

La 2<sup>e</sup>me couche d'adaptation ATM offre le multiplexage des données de différentes sources portées dans les soi-disant mini paquets séparés dans la MGW. La cellule ATM simple fournit également le transport efficace des données au-dessus de l'interface externe, et démultiplie les données.

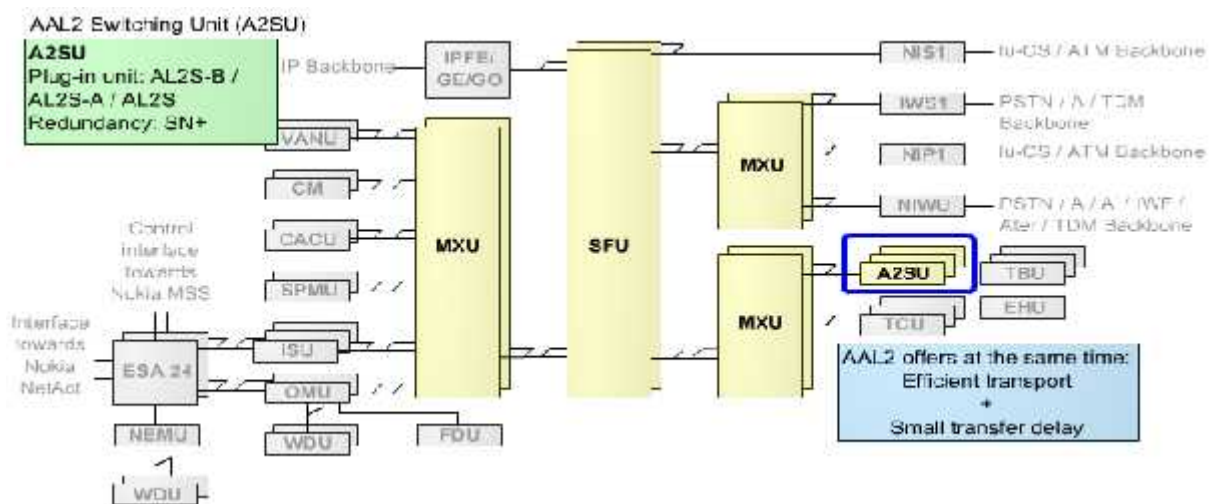


Fig. 42 : La carte de commutation AAL2.

### 5.2.4 Les unités de calcul :

Dans la MGW, les divers calculs et fonctions de gestion sont mis en application sur un module générique CCP10. Ce module peut être configuré pour fournir six unités fonctionnelles accentuées dans la figure (CACU, SPMU, CM, NEMU, OMU, VANU), suivante:

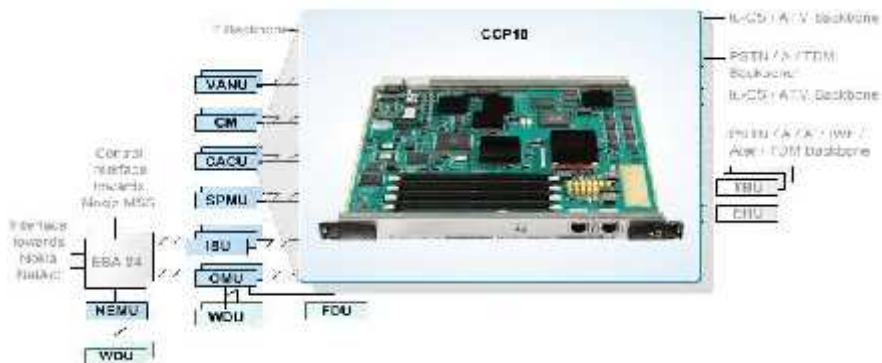


Fig. 43 : Interface des unités de calcul.

### 5.2.4.1 Control and Administrative Computer Unit (CACU):

La CACU commande les unités de commutation ATM (SFU) et établit les raccordements internes et externes par l'intermédiaire de la SFU. Cette unité de ressources commande également le MXU et l'AAL2.

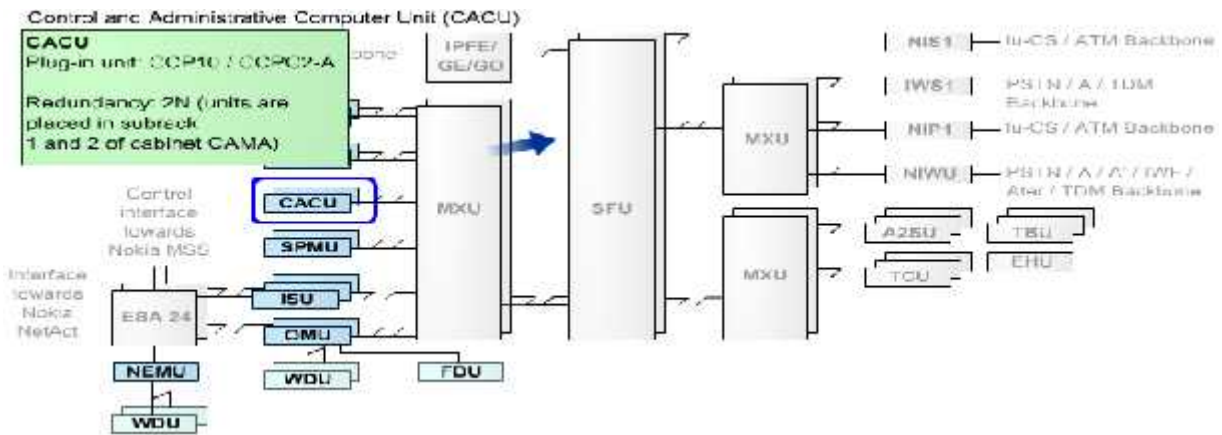


Fig. 44 : La carte de commande CACU.

### 5.2.4.2 Signal Processing Management Unit (SPMU):

L'unité de gestion et de traitement des signaux est responsable de l'allocation des ressources et du traitement numérique du signal (DSP) dans les unités de transcodage (TCU), aussi quelques autres tâches de commande du TCU.

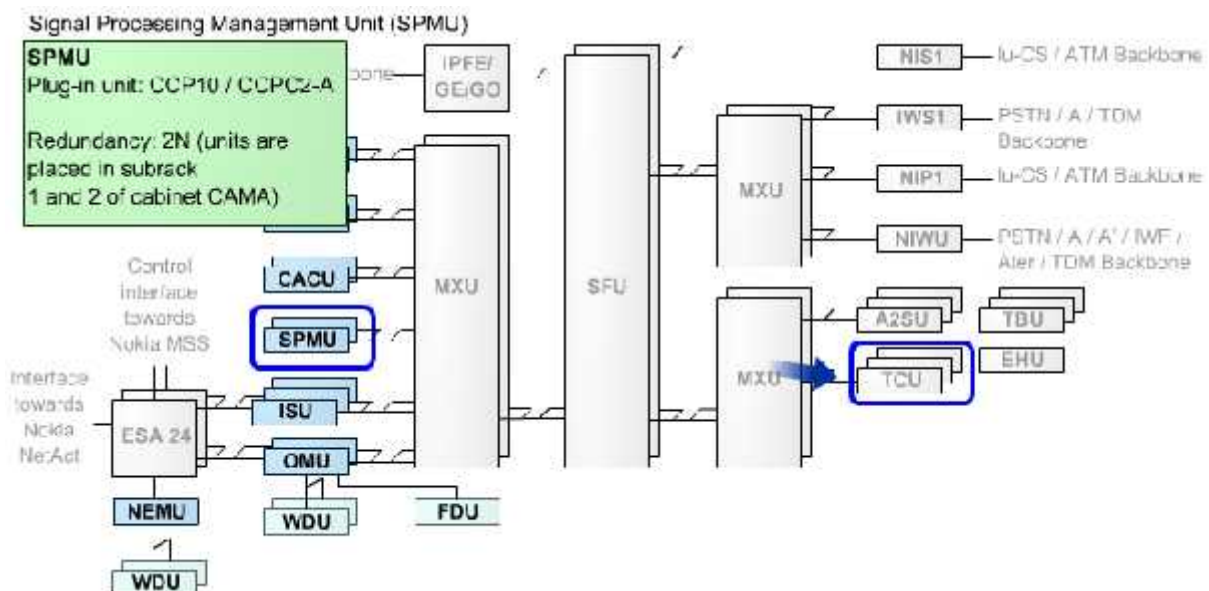


Fig. 45 : La carte de traitement du signal SPMU.

### 5.2.4.3 Central Memory (CM):

La mémoire centrale sert à des services de stockage et de distribution de données dans la MGW. Elle manipule également la pièce centrale du canal commun de signalisation.

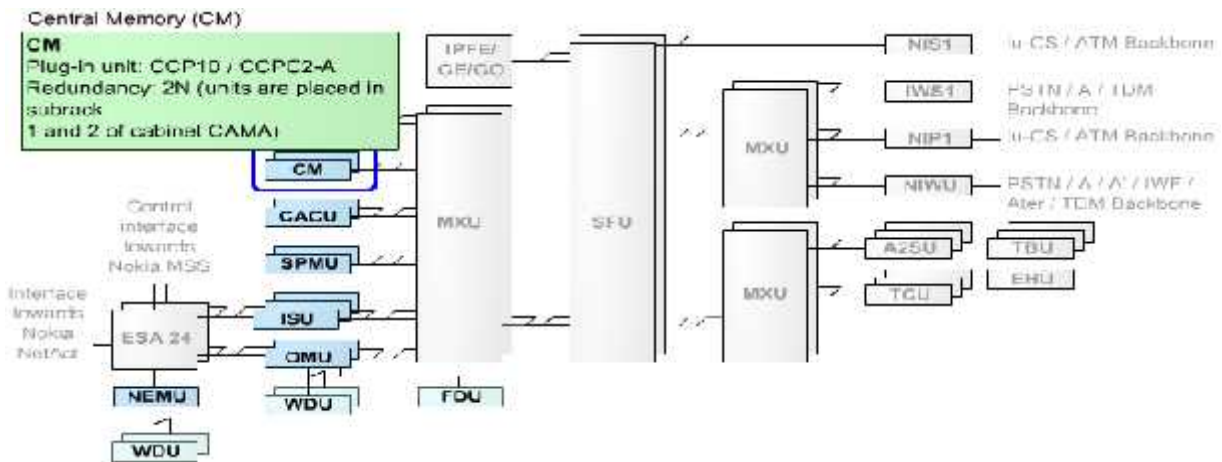


Fig. 46 : La mémoire centrale.

### 5.2.4.4 Voice Announcement Unit (VANU) :

L'unité d'annonce de voix stocke de différents échantillons de la parole, son rôle est de construire et accomplir des annonces de ces échantillons et les envoient aux unités de transcoding pour une transformation plus ultérieure.

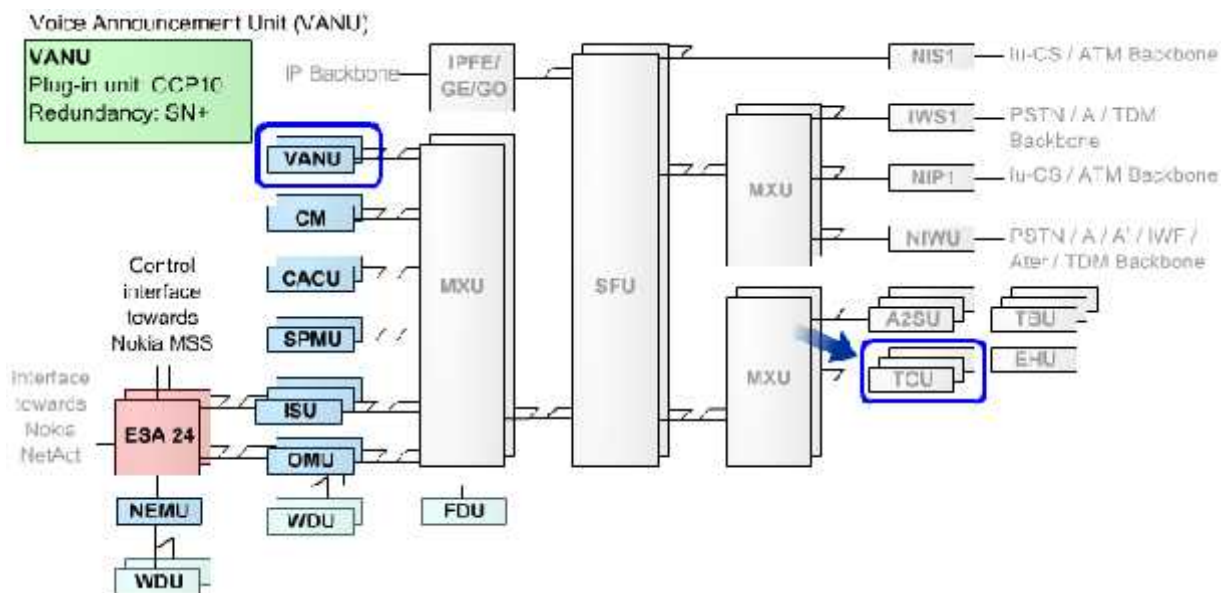


Fig. 47 : La carte d'annonce vocale.

### 5.2.4.5 Operation and Maintenance Unit (OMU):

L'unité d'opération et d'entretien manipule toutes les fonctions de plus haut niveau cruciales d'entretien du système dans la MGW, tel que la gestion de la configuration du matériel, surveillance du système de gestion de matériel et les fonctions de rétablissement centralisées associées.

En cas d'un défaut, l'OMU active automatiquement les procédures de recouvrement de reprise appropriées dans la MGW.

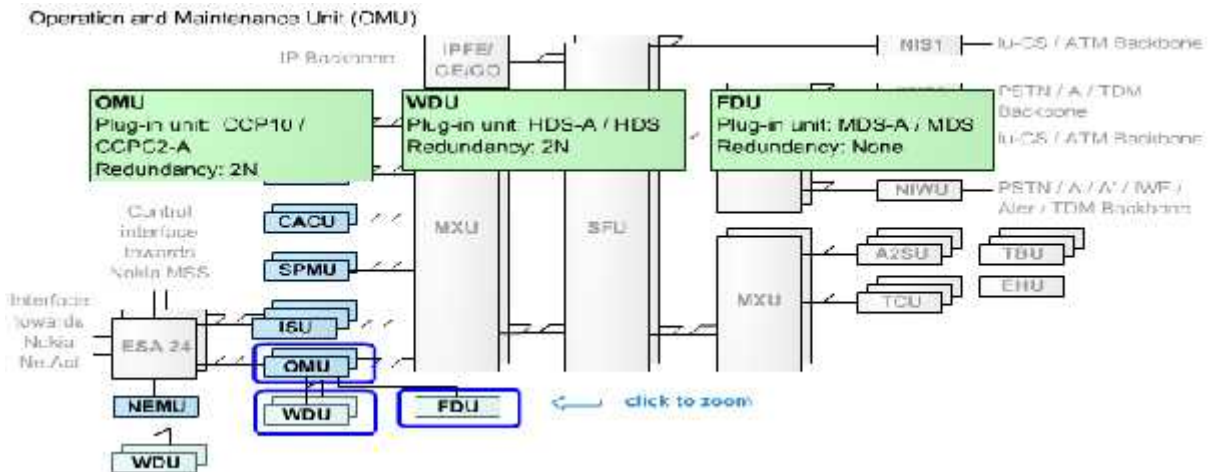


Fig. 48 : La carte d'opération et de maintenance.

### 5.2.4.6 Network Element Management Unit (NEMU):

L'unité de gestion d'élément du réseau (NEMU) fournit à l'utilisateur une interface graphique pour effectuer des tâches locales de gestion du réseau. La NEMU fournit également une interface au système de gestion du réseau.

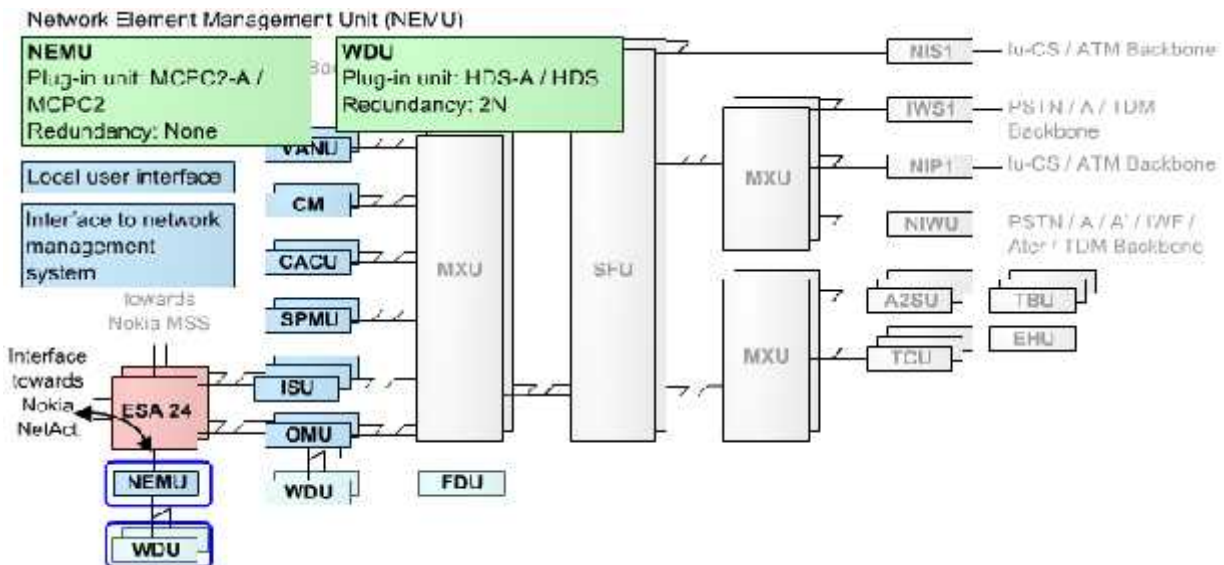


Fig. 49 : La carte de gestion du réseau.

## 5.2.5 Les principales unités:

### 5.2.5.1 Interface Signaling Unit (ISU):

L'ISU effectue les tâches de signalisation de la MGW, y compris prendre soin du BSSAP, RANAP, et de la gestion des protocoles des couches plus basses, par exemple SS7, les protocoles MTP et SCCP, SCTP, et Sigtran. L'ISU prend également soin du protocole H.248 entre la MGW et la MSC serveur.

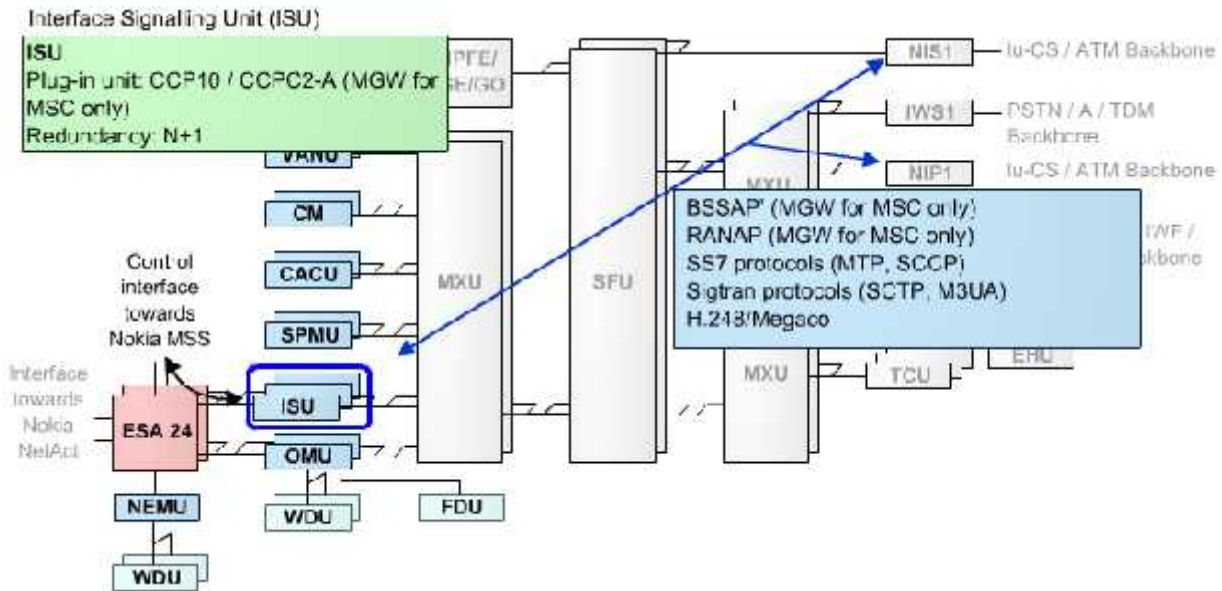


Fig. 50 : La carte de signalisation d'interface (ISU).

### 5.2.5.2 Transcoding Unit (TCU):

Les unités de transcoding dans la MGW fournissent une multitude de ressources chargés du traitement de signal numérique dans le but d'effectuer divers tâches de traitement des signaux d'utilisateurs comme :

- Transcodage entre le format de la parole utilisé dans le réseau radio et le format de la parole PCM utilisé par le réseau cœur et le PSTN.
- Alignement du protocole temps réel (RTP) pour le transport de la VoIP.
- Insertion des tonalités, des annonces et des signaux multifréquences de tonalité (DTMF) pour les raccordements des utilisateurs Écho et vérification de la continuité.
- Control le niveau du signal et manipule la transmission discontinue.

Tous les processus de traitement du signal numérique de toutes les unités de transcodage sont effectués par les passerelles MGW.

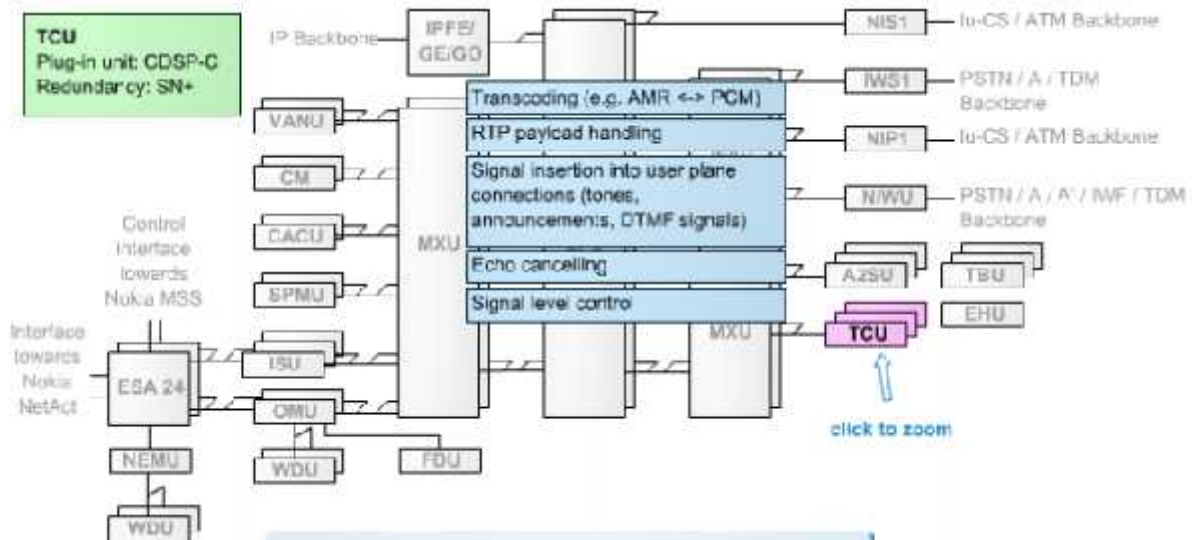


Fig. 51 : La carte de transcodage (TCU).

### 5.2.5.3 Network Interface Unit (NIWU):

L'unité d'interface de réseau NIWU fournit 16 interfaces de PDH (E1/T1/JT1), à un débit de 2 Mbits/s chacune dans le cas des réseaux (E1) ou à 1.5 Mbit/s (T1/JT1) pour le cas des réseaux T1. Cette unité d'interface est employée pour se relier avec : le réseau téléphonique commuté(PSTN), l'interfaces A, l'interface A', ou à des lignes TDM.(voir figure ci-dessous).

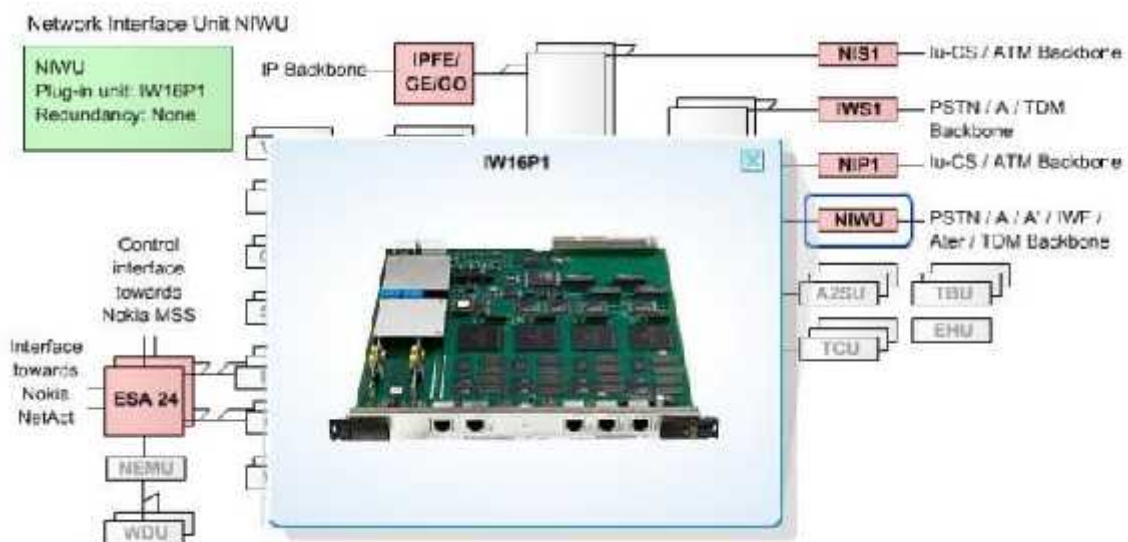
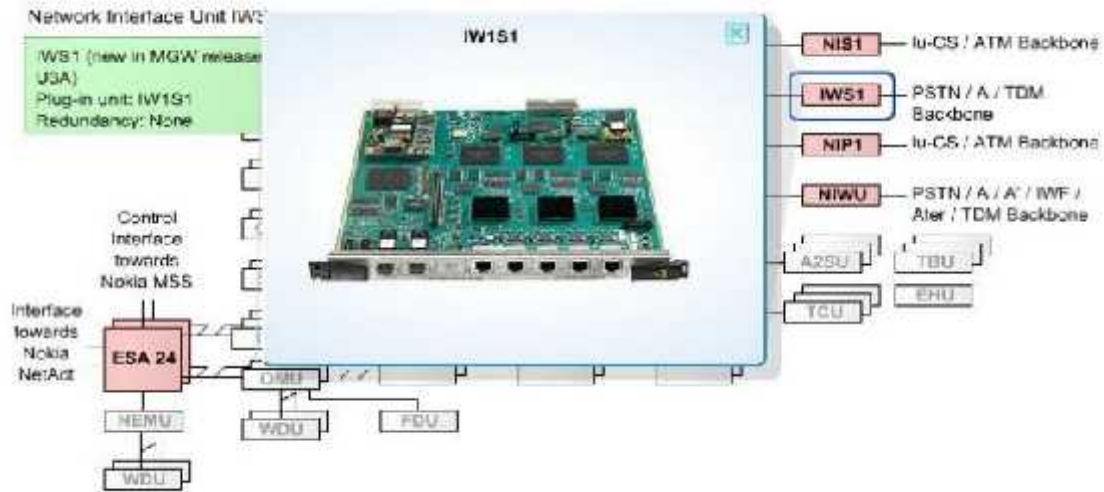


Fig. 52 : La carte d'interface réseau (NIWU).

### 5.2.5.4 Network Interface Unit (IWS1) :

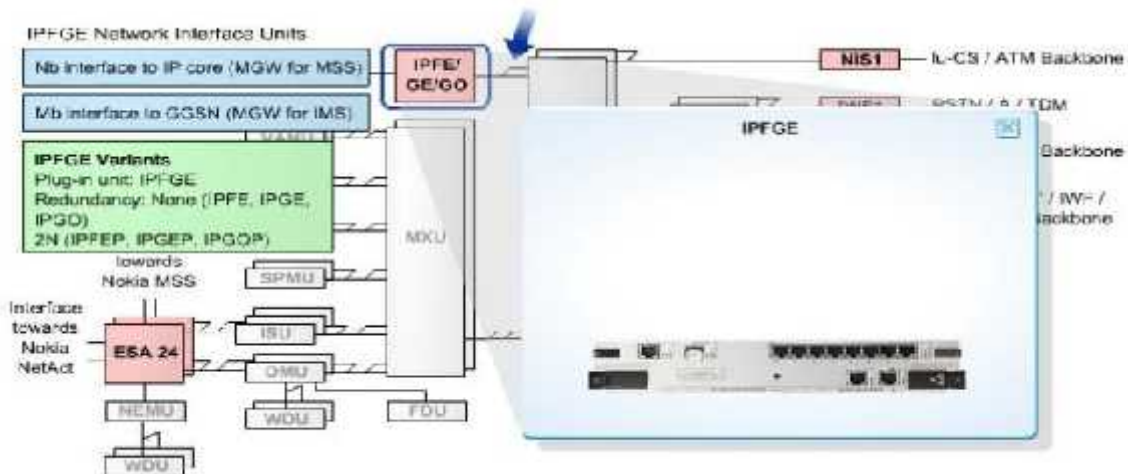
L'unité d'interface de réseau IWS1 fournit une interface électrique physique offrant un débit binaire de 155 Mbits/s et soutenant 63 canaux E1 ou 84 canaux T1/JT1 portant 2 ou 1.5 Mbit/s. Cette unité d'interface est employée pour se relier au réseau téléphonique commuté (PSTN), ou l'interface A, ou le backbone IP.



*Fig. 53 : La carte d'interface réseau (IWS1).*

### 5.2.5.5 IP Network Interface Units (IPFGE):

L'unité d'interface réseau IP (IPFGE) fournit les interfaces externes Ethernet pour se relier vers le backbone IP, ou pour se relier à l'interface mi- bande entre la MGW et la passerelle du GPRS (GGSN) vers les applications de sous-système IP multimédia (IMS). Les unités d'interface réseau IP sont reliées à l'unité de commutation ATM (SFU) directement, et non par l'intermédiaire d'une unité de multiplexage ATM (MXU).

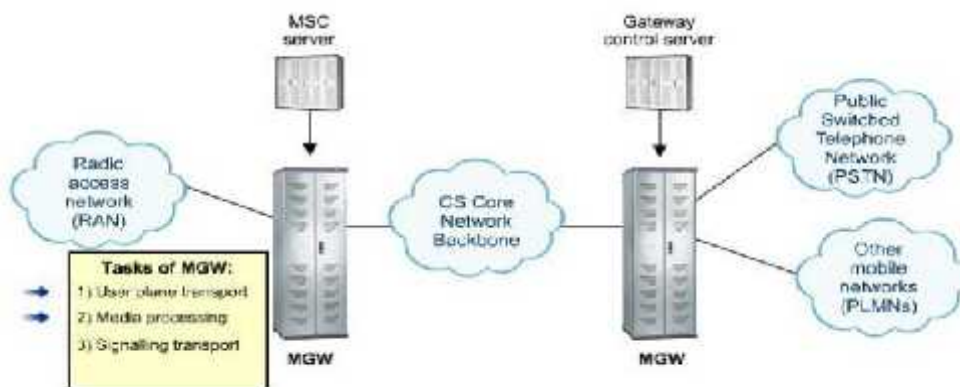


*Fig. 54 : La carte d'interface réseau IP (IPFGE).*

### 5.3 Fonctionnalité de la MGW :

Les fonctions principales de la Media Gateway Nokia sont :

1. Traiter le trafic d'utilisateur des différents types de réseaux, back Bône IP, et réseaux cœur.
2. Remplir diverses fonctions de traitement de médias telles que le transcodage, l'insertion des tonalités et les annonces, et l'annulation d'écho.
3. Conduire et signaler le trafic entre le réseau radio et le RTC, et aussi d'autres réseaux mobiles d'une part, et de relier tous ces réseaux avec la MSC Serveur d'une autre part.



*Fig. 55 : Différentes fonctionnalités de la MGW.*

La tâche principale du passage au multimédia est de recevoir, commuter, restructurer, et retransmettre de divers trafic de différent types d'utilisateur entre différents types de réseaux mobiles et fixes.

Ceci peut signifier, par exemple, que le trafic de la parole codé dans le format de données du réseau radio est transcodé dans le format de données du réseau téléphonique.

### III. Ingénierie du trafic :

Les opérateurs de télécommunication sont confrontés au quotidien à l'alignement d'un compromis mettant à l'épreuve les cadres décideurs qui adressent et mesure le risque de saturation de leurs réseau face au coût requis pour la mise en œuvre d'un réseau fortement performant.

Il est donc essentiel d'éviter aux abonnés d'un opérateur qui affiche l'ambition de déployer la 3G une dégradation de la qualité en raison des nombreuses ressources en termes de bande passante et de puissance de traitement des nœuds prévus pour la mise en œuvre du nouveau service.

Par conséquence, il est utile de fournir un model pragmatique pour un juste dimensionnement du réseau et une méthodologie stricte menant à la mesure des risques de dégradation ou d'indisponibilité des nouveaux services.

Le présent chapitre synthétise le model de dimensionnement et met l'accent sur les seuils recommandés évitant une surcharge des ressources matériel ou des connectivités réseaux.

#### 1. Caractérisation du trafic 3GPP :

La caractérisation du trafic est une démarche vitale qui permet d'associer une métrique correspondante à l'étude et à la synthèse du trafic GSM et qui est basé sur les mesures d'ingénierie du télé trafique utilisés pour évaluer et planifier les capacités des réseaux téléphoniques.

1. **BHCA/Sub** qui dresse une statistique sur le nombre de tentatives d'appels durant l'heure de charge / abonné (Busy Hour Call Attempts).
2. **Traffic/sub** charge de trafique traité / abonné.
3. **Mean Holding Time [sec]** la durée moyenne des appels.

Comme illustré par la formule mathématique qui permet de mettre en relations les différentes métriques :

$$\mathbf{BHCA [dynamic] = Traffic [Erl]*3600/MHT [sec]}$$

Par ailleurs, il est plus opportun dans quelques cas d'étude de traiter le trafic par groupe d'abonnés qui peut facilement ce déduire en utilisant l'expression suivante :

$$\mathbf{BHCA [static] = Number of subs * BHCA/sub}$$

En effet chacune des métriques BHCA sera exploitée dans des circonstances spécifiques. On admettra que la métrique statique BHCA est un paramètre qu'exprime les capacités de traitement statiques spécifique aux équipements MSS ou MGW, tandis que la métrique dynamique est plus granulaire en termes de modélisation et permettra la caractérisation du trafic qui doit être traité par interfaces ou classe d'interfaces (IP / ATM / TDM).

D'autres métriques seront exploitées pour mesurer l'évolution du trafic et d'estimer son impact sur le dimensionnement du réseau.

4. ***Interface blocking probabilities [%] for all kinds of UP interfaces*** : qui définit la probabilité de saturation (de blocage) d'une interface Active.
  
5. ***Fax and supplementary services [Erl]*** qui définit à son tour une statistique en Erlang de la charge du trafic générée par les services à valeur ajoutés transportés par les circuits voix.
  
6. ***MO and MT SMS/sub/BH*** nombre de SMS émis par un terminal abonné durant l'heure de charge (mobile originated SMS/sub/Busy Hour) et le nombre de SMS reçus par un terminal abonné durant l'heure de charge (mobile terminated SMS/sub/Busy Hour).

## 2. Harmonisation du trafic :

L'harmonisation du trafic est l'opération qui consiste à attribuer une direction au trafic permettant la prédiction de la topologie opérationnelle du réseau. Qui est défini comme la quantité du trafic écoulées dans chaque direction (émis à l'origine ou reçus à destination), qui peut correspondre au trafic inter- commutateurs, inter interfaces P- élément (PLMN / RTC), ou encore le trafic VAS (A Mobile Value-added services).

- MOC/MTC [%] : rapport moyen entre le nombre d'appels émis et reçus.
- Mobile-Mobile Trafic [%], ratio entre le trafic de téléphone mobile vers téléphone mobile et le trafic global.
- Postpaid/Prepaid ratio [%] : ratio entre le trafic global émis et reçus des téléphones en Postpaid et Prepaid.
- VAS utilization : charge de trafic des services VAS émis ou reçus qui quantifie le pourcentage du trafic à valeur ajoutée destinés aux nœuds tels que VMS et IVR. Ou encore vers le Call Center (PBX).
- P-element (PLMN/PSTN) traffic [%] : charge du trafic Extra-site (entre MSS/ PLMN ou MSS /PSTN).
- Inter-site and Intra-Site [%] : ratio entre le trafic Inter-sites (Inter commutateurs) et Intra-site (entre commutateurs)

## 3. Répartition des abonnés :

La répartition d'abonnés est un moyen commode pour cartographier les flux du trafic qui s'avère très pratiques pour le dimensionnement du nombre de nœuds en réponse aux caractéristiques du trafic.

Cette répartition est basée sur une décomposition en plusieurs points d'agrégation abonnés qui peuvent être de grandes villes ou de centres régionaux.

La nature proportionnelle de la correspondance entre le trafic et la base de répartition induit à un nombre de dénominateurs qui varie selon l'agrégation étudiée telles que le nombre d'abonnés par agrégation géographique (ville, région, pays) ou agrégation topologique (MSS primaire, Secondaire, International...ETC) pour le calcul d'un même ratio.

En dernier, on déduit facilement que la calcul du trafic d'une interface donnée s'effectue par une simple opération de multiplication directe entre les métriques du trafic mentionnées à la section 3.2 et l'indices de répartition.

### *Exemple de répartition du trafic :*

Considérons un trafique Intra-Switch de type PLMN qui sera égale par définition à la charge du trafic générés et reçus par le BSS sur les interfaces A avec une base de répartition d'abonnés PLMN de l'ordre de 1 million et d'une intensité du trafic moyenne durant l'heure 22 mErl par abonné, on en déduit une charge PLMN totale de l'ordre de 22000 Erl générée par les interfaces de type A. Reste à considérer la répartition dynamique qui indiquerait pour notre cas une distribution de l'ordre de 55 % pour les trafique sortant (MOC) et une charge de 45% pour le trafic (MTC) et un MHT de 65 seconde.

On en déduit donc que :

$$\text{MO Traffic [Erl]} = \text{Total Traffic} * 0.55 = 12100 \text{ Erl}$$

$$\text{BHCA [dynamic]} = \text{Total Traffic} * 3600 / \text{MHT} = 1218462 \text{ nombre d'appels émis durant l'heure de charge}$$

Après avoir explicité les concepts élémentaires pour le traitement des métriques du trafic, on s'intéresse donc à la démarche de dimensionnement des ressources M13 et les interfaces MGW U3B.

Afin d'illustrer d'une manière explicite la démarche de dimensionnement des ressources MSS et MGW, on va se baser sur l'exemple précédent en précisant cette fois-ci la topologie du réseau :

- Une répartition topologique des appels sur deux MSS installés sur deux sites (villes) différents, et interconnectés par deux Média Gateway.
- 70 % du trafic est considéré comme trafique Intra-site, avec charge du trafic SMS incluse.

On déduit donc :

- Intra-site Trafic = (Total Trafic[erlg])\*MM [%]\*(Intra-site Trafic [%]) Ou le MM [%] indique le pourcentage du trafic voix de Mobile au Mobile.

Ainsi pour calculer la charge du trafic d'un réseau 3GPP, la méthodologie recommande le suivi d'une démarche similaire sur l'ensemble des points d'agrégations par considération du trafic Inter et Intra sites.

En outre, une Architecture 3GPP NSN suppose apriori que l'ensemble du trafic BSS et les liens Inter-sites sont gérés par les Media Gateway, toutefois et dans le cas générique d'un réseau plus complexe, les matrices de trafic inter site peuvent être bien plus complexes et implique l'utilisation de toutes les variables disponibles dans la composition du trafic qui doit prendre en charge le dimensionnement du trafic de transit généré par une couche de commutation adjacente. (Commutation IP, ATM ou MPLS).

| - |

-

### 3.1 Matrice de trafic :

Les Matrices du trafic sont la représentation des métriques du trafic actives commune à toutes les directions et appliquées à tous les éléments coopérant dans le réseau. Il s'agit des éléments de base substituants aux points d'agrégation, les points d'acheminement jusqu'aux points de terminaison. Il convient donc de dresser des matrices calculées selon les indices de répartition du trafic en fonction de la cartographie des appels :

1. MM (intra et inter-commutateur mobile à mobile)
2. ML (MO pourcentages trafique en origine des P-éléments)
3. LM (pourcentage MT en terminaison de P-éléments)
4. Le trafic de transit (dans le cas d'une architecture en couches, entrée / sortie vers le niveau transport)

#### 3.1.1 Matrice du Trafic Mobile to Mobile :

Cette classe de trafic est adressée pour quantifier le trafic Mobile à Mobile des abonnés d'un même opérateur qui englobe le trafic intersites d'un PLMN qui doit être commuté d'un point d'agrégation à un autre, qui doit être commuté en local par le même PLMN (le même point d'agrégation). En d'autres termes, il s'agit d'englober :

1. Le Trafique MM totale [%]
2. Autre Trafique inter-site [%]
3. Autre Trafique intra-site [%]

En outre, et pour simplifier d'avantage le traitement de la matrice du trafic MM, elle peut être découpée en deux sous-matrices qu'on peut correspondre respectivement a une sous-matrice pour le trafic Mobile à Mobile en origine et une autre sous-matrice pour les appels en destination de chaque point d'agrégation.

#### 3.1.2 Matrice du Trafic Mobile to land :

Le Mobile to land identifie le trafic généré par l'ensemble des abonnés en destination des P-ELEMENT. Autrement dit, il s'agit du trafic émis par les abonnés à tous les points d'agrégation PLMN ou PSTN. Contrairement à R99, les réseaux R4 auront généralement une plus faible densité de nœuds de transit en raison du potentiel des MGW à effectuer une commutation locale. Par conséquent, le trafic transitant dans le réseau sera celui en provenance de P-éléments. Cependant, il est à considérer les cas où le trafic ML est en provenance d'autres commutateurs de transite P-ELEMENT ; globalement, le flux d'appel devra être examiné pour

toutes les situations possibles afin de dresser les matrices de trafic pour lesquelles on sera appelé à identifier les métriques suivantes :

1. Total Traffic [Erl]
2. MO Traffic [%]
3. PSTN Traffic [%]
4. PLMN Traffic [%]

En utilisant les indices mentionnés ci-dessus, le trafic en Erlang peut être modélisé pour chaque point d'agrégation:

$$\text{PSTN Traffic [Erl]} = (\text{Total Traffic [Erl]}) * (\text{MO Traffic [\%]}) * (\text{PSTN Traffic [\%]})$$

Reste à préciser le cas du trafic International pour lequel la plupart des opérateurs Télécom n'ont pas un très grand nombre de commutateurs de Transite. Cela signifie que la plus part des nœuds ne sont pas directement interfacés avec les commutateurs internationaux. Ainsi l'ensemble des interfaces des nœuds seront considérés comme interfaces de transit entre le réseau PLM Et les autres commutateurs internationaux. Donc les matrices devront inclure une métrique spécifique pour l'estimation du trafic International.

$$\text{INT Traffic [Erl]} = (\text{Total Traffic [Erl]}) * (\text{MO Traffic [\%]}) * (\text{INT Traffic [\%]})$$

### 3.1.3 Matrice du Trafic land to mobile :

Le trafic LM définit la direction opposée du trafic ML, en effet le trafic MT [%] sera utilisé pour obtenir le trafic entrant dans le réseau à partir des interfaces P-élément. Cependant, cette catégorie du trafic est susceptible d'être distribué sur un opérateur réseau. Par exemple, un appel RTC en provenance d'un Autocommutateur d'une ville A peut-être destiné à un abonné situé dans une ville B, cet appel sera donc acheminé par plusieurs nœuds de transit avant sa destination finale, néanmoins il est intéressant de noter que ce trafic de transit pourrait être considéré comme une partie du trafic inter-commutateur.

$$\text{LM Traffic [Erl]} = (\text{Total Traffic [Erl]}) * (\text{MT Traffic [\%]}) * (\text{LM Traffic [\%]})$$

Si X% du trafic LM, doit être remis à d'autres points d'agrégation dans le réseau (le trafic de transit). Il peut être modélisé en supposant que le trafic est équitablement réparti sur tous les nœuds de notre réseau. On conclut donc:

$$\text{Transport Traffic [Erl]} = ((\text{LM Traffic [Erl]}) * \text{X\%}) / (\text{Total Number of Nodes})$$

Une seconde pratique usuelle pour la modélisation du trafic de transit serait le calcul de la distribution aux autres points d'agrégation sur la base de la répartition des abonnés. Comme illustré par la formule suivante.

$$\text{Transport Traffic AB [Erl]} = ((\text{Transport Traffic [\%]} * (\text{Subs at point B})) / (\text{Total Subs} - \text{Subs at point A}))$$

#### 4 Matrices du Trafic :

Après avoir présenté brièvement les différentes métriques menant à la caractérisation du trafic GSM indispensable au dimensionnement des réseaux R4 et les équipements qui les composent (MSS & MGW), on s'intéresse donc à la présentation des matrices du trafic correspondantes aux catégories du trafic précédemment présentés : MM, LM et ML.

**Tab. 2 MM Traffic Example [call cases]**

MM (Erl)	MGWA	MGWB	MGWC
MGWA	1000	300	300
MGWB	300	1000	300
MGWC	300	300	1000

#### 4.1 Les matrices de la Topologie de commutation :

Les matrices de la Topologie de commutation est le calcul de la charge du trafic d'appels sur toutes les interfaces active du réseau. , il est question de définir l'évolution du trafic pour chaque cas d'appel et d'en déduire la topologie à même de supporter la charge estimée (Nbr interfaces, Nbr de liaisons TDM ...etc.) et de dimensionner d'autres caractéristiques des nœuds, ressources, processus et mémoire (voir tab. 03).

**Tab. 3 MM Traffic Switching – Straight [call cases]**

MM switching						
Location A	Location B	Traffic	MGWA		MGWB	MGWC
MGWA	MGWA	1000	BSC-MGWA			
MGWA	MGWB	300	BSC-	MGW A-	BSC-MGWB	
MGWA	MGWC	300	BSC-	MGW A-		BSC- MGWC
MGWB	MGWB	1000			BSC-MGWB	
MGWB	MGWC	300			BSC-   MGWB_	BSC- MGWC
MGWC	MGWC	1000				BSC-

**Tab. 4 MM Traffic Switching – Relay [call cases]**

MM Switching						
Location A	Location B	Traffic	MGWA		MGWB	MGWC
MGWA	MGWA	1000	BSC-MGWA			
MGWA	MGWB	300	BSC-	MGWA	BSC-MGWB	
MGWA	MGWC	300	BSC-	MGWA	<b>MGWB-</b>	BSC-MGWC
MGWB	MGWB	1000			BSC-MGWB	
MGWB	MGWC	300			BSC-   MGWB	BSC-MGWC
MGWC	MGWC	1000				BSC-MGWC

#### 4.2 Adaptation d'interfaces :

Le but de l'analyse est de dimensionner la conversion d'interface pour chaque MGW du réseau. Une description de ces conversions mène directement au dimensionnement des interfaces TCU U3B. Globalement on distingue les conversions de trafic suivantes :

1. TDM-TDM
2. TDM-TDM (EC)
3. TDM-ATM
4. TDM-IP
5. TDM (EC)-ATM
6. TDM (EC)-IP
7. Nb-Nb (IP or ATM)

Les tableaux suivants illustrent un exemple de matrices d'adaptations d'interfaces pour le dimensionnement des interfaces MGW.

**Tab. 5 ML Traffic Matrix [call cases]**

ML [Erl]	MGWA	MGWB
<b>PSTN</b>	200	300
<b>PLMN-A</b>	100	150
<b>PLMN-B</b>	100	220

Qui lui correspond la matrice topologique suivante :

**Tab. 6 ML Traffic Interface [call cases]**

ML		Interface		
Location A	Location B	Traffic	MGWA	MGWB
MGWA	PSTN	200	TDM – TDM	
MGWA	PLMN-A	100	TDM – TDM	
MGWA	PLMN-B	100	TDM – TDM	
MGWB	PSTN	300		TDM – TDM
MGWB	PLMN-A	150		TDM – TDM
MGWC	PLMN-B	220		TDM – TDM

## 5 Dimensionnement des interfaces TCU :

L'une des fonctions du TCU est la commutation entre les différentes lignes d'interface accompagnée par une adaptation protocolaire, à titre d'exemple la conversion du trafic TDM vers l'IP V4 ou une autre forme du trafic ATM.

Le but de cette section n'est pas de décrire la façon dont le TCU gère les interfaces, adapte les protocoles ou le matériel interne de chaque élément, Mais de définir la méthodologie permettant de déterminer le nombre des TCUs nécessaire pour un profil de trafic prédéfini

Techniquement, la capacité des TCU est mesurée en Appels/TCU (Calls/TCU) qui peut être corrélées avec la charge de trafic par TCU (Erlang/TCU) qui variera selon le format du trafic entrant ou sortant.

A titre d'exemple, chaque module TCU peut gérer une charge de l'ordre de 160 Erlang qui sera convertit du TDM vers TDM (EC). Ainsi et en présence de 160 Erlang du trafic TDM entrant (ou interface A) sera commuté vers un PSTN (TDM(EC)), nous aurons alors besoin dans ce cas de 1 TCU dans la MGW. De façon similaire, pour tout type d'interface de conversion, la même procédure peut être appliquée pour déterminer le nombre de TCU nécessaires.

Ainsi, la somme des interfaces de conversion sera égale au nombre total de TCU requises pour le fonctionnement d'une MGW. Reste à noter que le dimensionnement des TCU devra s'effectuer pour chaque MGW contribuant au réseau.

Exemple : Considérons la matrice du trafic MM suivante généré par un trafic mobile :

**Tab. 7 MOC MM matrix – [TCU calculation]**

MO-MM [Erl]	MGWA	MGWB
<b>MGWA</b>	200	300
<b>MGWB</b>	100	150
<b>MSCA</b>	400	200
<b>Transit MGWT</b>	100	220

Prenons le cas des interfaces over IP, les MGWs utilisent des interfaces ATM pour la connectivité Transit MGWT et une connectivité TDM avec le commutateur MSCA qui correspond à la matrice suivante :

**Tab. 8 MOC MM call cases – Interface conversion [TCU calculation]**

MO-MM		Interface		
Location A	Location B	Traffic	MGWA	MGWB
MGWA	MGWA	200	TDM – TDM	
MGWA	MGWB	100	TDM – IP	TDM – IP
MGWA	MSCA	400	TDM – TDM	
MGWA	TransitMGWT	100	TDM – ATM	
MGWB	MGWA <sup>2</sup>	300	TDM – IP	TDM – IP
MGWB	MGWB	150		TDM – TDM
MGWB	MSCA	200		TDM – TDM
MGWB	Transit MGWT	3700		TDM - ATM

On note que les interfaces du trafic en entrée des MGW sont des interfaces de type A-interface marqué par la notation TDM-TDM. Pareil, le trafic Intra-MGW est marqué par la conversion TDM-IP (transporté par un Cœur IP). Ainsi, l'interface du Transit MGWT sur ATM est notée par TDM-ATM.

En dernier le trafic MGWA-MGWB et le MGWB-MGWA utilise des ressources TDM- IP pour chaque MGW dans les deux. Le tableau ci-après illustre à titre indicatif les capacités par TCU de chaque type d'interface :

**Tab. 9 capacités par TCU de chaque type d'interface**

<b>Interface</b>	<b>DSP Calls/TCU</b>	<b>IP Stack Calls/TCU</b>
TDM-TDM	192Erl/TCU	-
TDM-IP	160Erl/TCU	128Erl/TCU
TDM-ATM	192Erl/TCU	-

Il en résulte que par une simple opération de division de la charge de trafic par la capacité des interfaces, nous aurons le nombre de TCU pour chaque MGW et l'ensemble des cas d'appels. Notons : que pour le cas de l'interface TDM-IP il y'a deux quantités.

La première quantité est désignée comme étant la capacité DSP, tandis que la seconde considérée comme étant une limitation des entêtes IP. Dans le cas des appels IP le TCU ajoute un traitement supplémentaire pour gérer les entêtes des paquets IP entrants et sortants).

Comme l'allocation TCU dans l'U3B est de la forme d'une file, nous aurons besoin de savoir qu'il traitement est requis pour la DSP ainsi que la pile IP pour chaque interface, à titre d'exemple et à partir de le tableau 8 :

**Tab.10 trafic MO-MM pour chaque interface**

<b>MO-MM</b>			<b>Interface</b>	
<b>Location A</b>	<b>Location B</b>	<b>Traffic</b>	<b>MGWA</b>	<b>MGWB</b>
MGWA	MGWA	200	TDM – TDM	
MGWA	MGWB	100	TDM – IP	TDM – IP
MGWA	MSCA	400	TDM – TDM	
MGWA	TransitMGWT	100	TDM – ATM	
MGWB	MGWA	300	TDM – IP	TDM – IP
MGWB	MGWB	150		TDM – TDM
MGWB	MSCA	200		TDM – TDM
MGWB	TransitMGWT	3700		TDM - ATM

Ainsi, le trafic correspondant à MGWA par catégorie d'interface se décline comme suit:

**Tab.11 capacité des interfaces en Erlang**

<b>Interface</b>	<b>MO-MM</b>
TDM-TDM	600
TDM-IP	400
TDM-ATM	100

En fixant le taux d'utilisation optimal des ressources TCU à 90% de la charge maximale TCU, nous pouvons à présent établir les exigences DSP comme suit

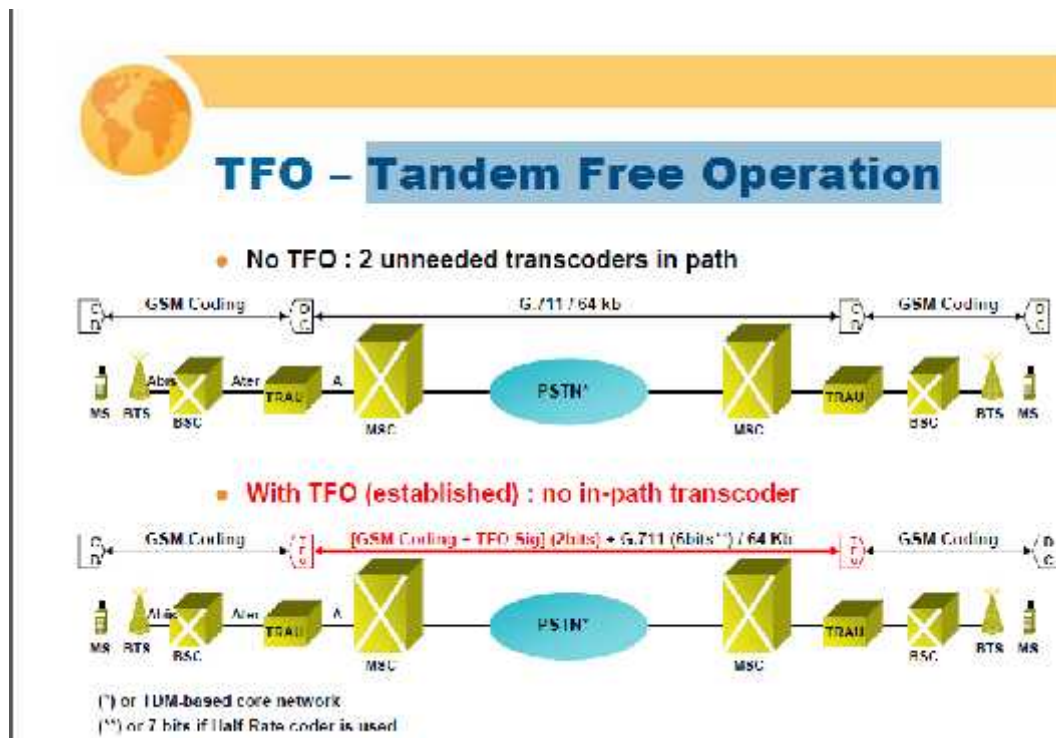
- $TCU [DSP] = (600Erl/192Erl/TCU + 400Erl/160Erl/TCU + 100Erl/192Erl/TCU) / 0.9$  TCU [DSP] = 7



considérons la capacité maximale d'une MGW qui est de l'ordre de 108 Kilo Cellules / seconde.

En dernier , reste à préciser que les exigences du réseau 3GPP diffèrent de ceux des réseaux de données ATM/AAL qui s'explique par l'utilisation des codec GSM ,en l'occurrence le CODEC AMR pour le codage et la compression de la voix avant même d'insérer le trafic en vue de le traiter par les cartes A2SU , ainsi la bande passante nécessaire par appel ne peut être garantie par la couche AAL2 (cas de la voix sur ATM) et doit être consolidée par la définition d'une nouvelle classe de transport ATM.

Par conséquent et afin de dimensionner les VCs ATM dans la limite des 108 Kcps, nous devons prendre en considération la bande passante calibrée par le codec de chaque appel lors de déploiement des MGWs en mode TFO (tandem free opération) ou (Transcoder Free Opération) TrFO qui font appels à d'autres codec et d'autres techniques de compression tel que représenté par les figures suivantes:

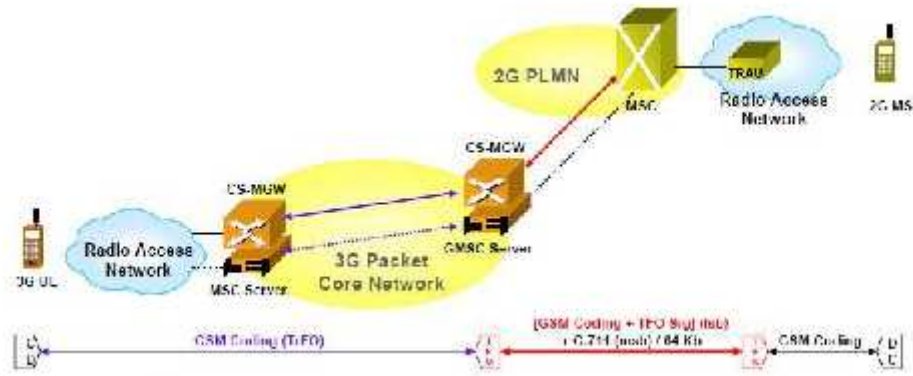


*Fig.56: Infrastructure Tandem Free Operation*



## TrFO + TFO Example

- 2G handset to 3G handset: by combining TrFO and TFO, In-path transcoders can be avoided



**Fig.57 Infrastructure Transcoder Free Operation**

Considérons le cas d'un réseau avec TFO Actif à l'appui du codec AMR, on admettra que chaque appel entrant avec AMR12.2 nécessitera 10 cellules pour la signalisation AAL2, soit un trafic de signalisation d'appel de l'ordre de 10 cells/call, un remplissage optimisé des cellules AAL2 conformément au codec AMR qui doit prendre en charge un maximum d'abonnés dont la capacité de commutation 108 Kcps. Le but est donc d'atteindre le nombre maximum d'appels qui pourraient être logés à l'intérieur d'une A2SU unique sans dépasser le seuil de commutation critique de l'ordre de 108 Kcps.

Pour illustration de la méthodologie de dimensionnement, Passons en revue les données suivantes :

- **Bandwidth/call [kbps] = 12.2 kbps**
- **AAL2 cells/call [cpc] = 10 cells/call**
- **Allowed Bandwidth A2SU [kcps] = 108 kcps**

Nous supposons d'allouer dynamiquement 9 KCS par circuit virtuel, on en déduit donc que chaque appel va consommer en moyenne

- **Kcps/call = (Bandwidth/call [kbps]) / ((53 [cells]) \* 8 [bits]) = 0.0288 [kcps]**
- **Calls/VC = 9kcps / (0.0287 [kcps]) = 314**

On déduit que le nombre total d'appels traités par l'A2SU sera de l'ordre de 314 \*

12, qui correspondent donc à 3768 appels. Cependant il est à préciser que la A2SU est en charge de traiter le trafic d'abonnés aussi bien que le trafic de signalisation qui nécessite a priori 10 cellules /appel. il convient donc de réduire le nombre d'abonnés par circuit virtuel ainsi dans le cas d'une répartition de 9kcps/VC, il est fortement conseillé de considérer 248 appels par codec AMR12.2 VC, pour ne pas dépasser la capacité maximale de la commutation qui est de l'ordre de 108kcps. Afin de simplifier au maximum le processus de dimensionnement des A2SU il est préférable de travailler dans l'autre sens, en la capacité maximale d'appels/VC et de déduire le reste des métriques. Dans le but de fournir une petite illustration on va fixer la capacité d'appels à 145 appels simultanés / circuit virtuel. Dans ce cas.

On en déduit ce qui suit :

- **Calls/VC = 145 [Calls]**
- **Bandwidth/Call [kbps] = 12.2 [kbps]**
- **Kcps/call [kcps] = (12.2 [kbps]) / (53 [cells]\*8 [bits]) = 0.0287 [kcps]**
- **Kcps/VC [kcps] = (145 Call/VC)\*(0.0287 [kcps]) = 4.172 [kcps]**
- **AAL2/Call [cpc] = 10 [cpc]**

Normalement, un circuit virtuel peut traiter de 100 à 300 cps de signalisation AAL2. Supposons qu'on dispose de 19 VC (Limite de 20 VCS par A2SU est tolérée par les équipements NOKIA), ainsi on aura une capacité globale de l'ordre (145\*19 soit

2775) appels simultanés, Supposons maintenant que la qualité de service est fixée à

0.1 pour une durée d'appels moyenne de l'ordre de 90 s, on aura donc :

- **BHCA = Prob. Erl B (2755 [chan], 0.1%)\*3600/90 = 106000**

Ainsi on peut déduire un nombre de tentatives d'appels de l'ordre de 106000 pour l'heure de charge, chaque appel va nécessiter 10 cellules, il en résulte donc une bande de commutation AAL2 de l'ordre de 295 cps.

- **AAL2 Bandwidth [kcps] = (10600 BHCA)\*(10 [cpc])/3600 = 295 [cps]**
- **UP Bandwidth [kcps] = (19 UP VCs)\*(4.172 [kcps]) = 79.27 [kcps]**

Reste à déterminer le nombre de circuits Virtual pour la signalisation d'appels.

- **AAL2 CP VCs = 295 [cps] / 0.3 [kcps/VC] = 1 VC**

Enfin reste à déterminer la capacité de commutation totale qu'on définit comme l'addition des deux capacités.

- **Total Bandwidth = UP Bandwidth [kcps] + AAL2 Bandwidth [kcps] = 79.6 [kcps]**

Avec une telle configuration matérielle il paraît clair que A2SU est capable de traiter un total de 2755 appels avec un codec AMR 12,2. Cependant, avec une taille par VC qui approche les 5kcps, la recommandation est d'avoir un maximum de 140 appels par AMR12.2., le AL2SB plug-in peut gérer jusqu'à 12 VCs qui permet d'avoir 2976 appels sans déborder la capacité maximale qu'est de l'ordre de 108kcps. En dernier un total de 20 VCs peuvent s'exécuter sur le A2SU et pour le cas d'étude énumérer il est toutefois possible d'augmenter le nombre d'appels / CV en introduisant la possibilité de codecs multiples.

Pour une meilleure illustration de la démarche de dimensionnement il convient de reprendre l'exemple de l'exemple précédent qu'on résume comme suit :

**Tab.12 trafic MO-MM pour chaque interface**

MO-MM		Interface		
Location A	Location B	Traffic	MGWA	MGWB
MGWA	MGWA	200	TDM – TDM	
MGWA	MGWB	100	TDM – IP	TDM – IP
MGWA	MSCA	400	TDM – TDM	
MGWA	Transit MGWT	100	TDM – ATM	
MGWB	MGWA	300	TDM – IP	TDM – IP
MGWB	MGWB	150		TDM – TDM
MGWB	MSCA	200		TDM – TDM
MGWB	Transit MGWT	3700		TDM - ATM

Remarquant tout de même que le trafic TDM-ATM du MGWB est de l'ordre de 3700 Erlang avec une probabilité de blocage de l'ordre de 0.01%, on utilisant la formule Erlang B on conclut le nombre de circuit pour la valeur de 3719.

- **Number of Channels = 3719**

## 7. Line Interface Module Calculation

A présent, après avoir présenté la méthodologie de calcul des ressources TCU et le dimensionnement des ressources A2SU avec la prise en charge de la topologie du réseau et des matrices réparties du trafic, nous nous focaliserons dès lors notre étude sur les méthodologies de dimensionnement des interfaces (IP / ATM / TDM), on précisons la démarche à suivre pour le calcul des interfaces IPNIU en charge du traitement du trafic IP, suivis par le dimensionnement des interfaces NIWU/IWS1 en charge du traitement du trafic TDM. Et Enfin, les interfaces de type NIP/NIS1 en charge du traitement du trafic ATM.

## 7.1 Dimensionnement des interfaces IPNIU :

Le IPNIU est utilisé pour les l'implémentation des interfaces Nb / Mb destinées spécifiquement pour l'architecture réseau basée sur un réseau de transport IP. L'utilité de la technologie IP se confirme d'avantage avec l'évolution des architectures R4 qui s'orientent de plus en plus vers les déploiements des backbones IP / MPLS dont l'optique facilite, mutualise optimise l'exploitation de leurs réseau à grande capacité, construit le plus souvent à base de liens optique.

Pour reprendre aux besoins croissant de transports des architectures R4 sur des réseaux IP/ MPLS l'U3B on a fait appel à des cartes d'interfaces IP d'une capacité suffisante pour reprendre et adapter les architectures R4 aux infrastructures des opérateurs les plus contraignantes.

D'un point de vue opérationnel la densité de port des cartes IPNIU dépasse celle des cartes TCU, ainsi, dans la plus part des cas nous n'avons pas besoin de nous soucier du nombre de ports IP fournie par le IPNIUs. Cependant, il est recommandé d'opérer à un dimensionnement précis dans le cas d'utilisation du codec G.711, en effet cette classe de codec présente une restriction qui limite le nombre des ports à 3400 qui peut causer une saturation.

- ★ **8000 ports for G.711 20ms** Chaque IPNIU affiche une capacité de traitement de 4000 ports pour G.711 échantillonnés à 20ms et après la conversion chaque appel nécessite 82 kb/s soit un surcout de paquets IP de l'ordre de 22 Kb/s. Dans la configuration à base de deux IPNIU, la MGW offrira une densité de ports de l'ordre de 2X4000 soit un total de 8000 ports.
- ★ **3400 ports for G.711 5ms:** L'IPNIU peut gérer jusqu'à 2500 ports pour G.711 échantillonnés à 5ms avec le débit par appel de l'ordre de 134 kbps. Cependant, en utilisant la configuration 1 +1 IPNIU il devient possible à la Media Gateway de prendre en charge une densité de ports jusqu'à 3400 ports, cette restriction s'explique par la capacité maximale des cartes TCU à gérer une bande passante de l'ordre 663 Mb/S.

Par conséquent, la forme générique pour le calcul du nombre d'unités IP s'exprime comme suit :

- **IPNIU number = (EFR calls/14,000) + (G.711 20ms/4000) + (G.711 5ms/2500)**

En gardant en vue la conversion d'interface illustrée précédemment nous avons déjà définie la quantité du trafic qui devra être converti en IPv4. À ce stade, On s'intéresse à l'estimation du nombre de ports requis pour le trafic. Il est important de noter, que dans le cas de deux MGWs qui échange du trafic IP à travers des interfaces Nb le même nombre de ports seront utilisés de part et d'autre.

Pour l'illustration, on reprend de nouveau les données du Tableau 8 qui traite le trafic

entre MGWA & B.

Ceci implique que par rapport aux Tab.8, chaque MGW doit gérer 400Erl du trafic. Si la probabilité de blocage est fixée à 0,01%, les canaux Erlang B nécessaires seront de l'ordre de 426. En supposant que l'ensemble des ports est de type ER.

- **IP trafic [Erl] = 400 [Erl]**
- **Blocking Probability [%] = 0.01 [%]**
- **Erlang B channels = 426**
- **IP ports required [ports] = 426 [ports]**

Ces 426 ports devront être dimensionnés pour les deux MGW (MGWA et MGWB). Considérant désormais que le codec AMR12.2 est utilisé sur l'interface Nb

- **IP port capacity/NIU [[ports] = 14,000**
- **Number of IPNIU required = roundup (426/14,000) = 1**

#### 7.1.1 Conversion de la bande passante IP :

Il est possible d'extraire différents débits vocaux sur l'interface Nb fonctionnant sur IP. Par exemple, avec TFO / TrFO activée dans la topologie, le Nb peut être configuré pour transporter la voix avec des taux (AMR ou EFR/G.711). Avec de telles techniques à titre d'exemple il peut s'agir de 12,2 kbps pour (AMR / EFR) ou 64kbps pour (G.711 20ms). Cependant, une fois la taille d'un paquet IP risque d'augmenter si on exploite une topologie Ethernet. A titre illustratif le calcul suivant est nécessaire pour un codec AMR 12,2:

- **Bandwidth/Call [Codec rate] = 12.2 [kbps]**
- **Nb UP Header = 4[Bytes]**
- **RTP Header = 12 [Bytes]**
- **UDP Header = 8 [Bytes]**
- **IPV4 Header = 20 [Bytes]**
- **PPP Header = 8 [Bytes]**
- **Ethernet Header = 38 [Bytes]**

Il convient de noter qu'une seule topologie (PPP ou Ethernet) de niveau deux sera utilisée pour un déploiement IP à IP. Ainsi le calcul des débits binaire s'obtient de la manière suivante :

- **Codec bit rate = 12.2\*1000 = 12200 [bits/sec]**

- **L'intervalle d'échantillonnage (Sampling interval) = 20 [ms]** Les payload par seconde pour cet appel vocal se calcul comme suit :

- **Voice Payload =  $12200 \text{ [bits/sec]} / (1000/20 \text{ [ms]}) / 8 \text{ [bits]} = 30.5 \text{ [Bytes/sec]}$**

- **Voice Packet [Ethernet] =  $30.5 + 4 + 12 + 8 + 20 + 38 = 112.5 \text{ [Bytes/sec]}$**

- **Samples/sec =  $1000 / 20 \text{ [ms]} = 50$**

Par conséquent, chaque appel transporté par Ethernet la bande passante suivante :

- **Voice Bit rate =  $112.5 \text{ [Byt/sec]} * 50 \text{ [samp/sec]} * 8 \text{ [bits]} / 1000 = 45.2 \text{ [kbps]}$**

## **7.2 Dimensionnement des interfaces TDM- NIWU/IWS1 :**

TDM est la technique d'interfaçage la plus utilisée dans les réseaux GSM. En effet La technologie de TDM est suffisamment évolué et considérée comme l'une des techniques d'interfaçage des plus mature et ayant la capacité à contenir la signalisation SS7 (SS7 sur TDM) , par ailleurs Le dimensionnement de la voix sur à l'interface TDM à l'insu des réseaux RTCP repose entièrement sur le modélisation Erlang B , tel que présenté par l'annexe modélisation Erlang pour le dimensionnement des différentes interfaces TDM utilisable au niveau des Media Gateway (P-elements, BSC, CDS) ainsi le nombre de circuit TDM E1 G703 est obtenu par la divisions du nombre des canaux par 30 , comme précisé par la formule suivante :

- **Number of E1s required = roundup ((Voice Channels required)/30)**

Dans la suite du texte, nous nous intéresserons à l'examen des modules d'interface proposés par Nokia pour répondre aux exigences des connectivités TDM:

La réponse de Nokia aux exigences TDM est sous la forme de terminaux d'échange capable de gérer des interfaces TDM. Qui s'illustre par deux solutions.

### **7.2.1 Les Interfaces NIWU:**

Les modules NIWU est une première solution qui se distingue par leur capacité à transporter la signalisation SS7 MTP2 sur un support E1 séparément des carneaux voix TDM, ainsi la capacité totale d'une carte NIWU est 16E1s dont le principe de dimensionnement est le suivant:

- **Voice Timeslots =  $16 * 30 \text{ [TSL/E1]} = 480 \text{ [TSL]}$**

Au plan matériel, le NIWU est décomposée en groupes de 4 E1 correspondant à une

ETGR, Reste à préciser que chaque ETGR de la NIWU peut gérer un maximum de 16 intervalles de temps SS7. Cela impliquerait que le nombre maximum de liens SS7 soutenu par le NIWU est de 64 intervalles de temps.

- **SS7 Capacity/ETGR = 400 [messages/sec]= 16 SS7 Equivalent**

La méthode la plus précise pour déterminer le nombre de cartes d'interface NIWU requis dépendra du nombre de canaux voix TDM. Il suffirait donc de diviser le nombre d'interfaces E1 par 16.

- **Number of NIWUs required = (Total E1s required)/16**

Cependant, le cas normal d'interfaces TDM impliquera l'utilisation de canaux SS7 en dépit de la capacité des cartes NIWU qui arrivent à fédérer 480 canaux voix, le nombre de canaux sera divisé par deux pour chaque canal SS7 dimensionnés. Ainsi et une fois le nombre de canaux vocaux déduit, il suffit d'appliquer la formule suivante :

- **Number of NIWUs required= (Voice channels required)/ (number of operable voice channels)**

### 7.2.2 Les Interfaces IWS1 :

Pour certains cas de déploiement, la capacité des modules NIWU s'avère insuffisante pour prendre en charge un nombre élevé de modules E1. Pour de telles situations, Nokia propose des modules d'interfaces OC3/STM1 connue sous le nom IWS1. Chaque carte IWS1 a la capacité de fournir un STM1 VC12 VC11 ou un lien équivalent à OC3 qui peut être démultiplexés en sortie. Offrant une capacité de 63E1s avec la possibilité d'associer 16 canaux SS7.

Chaque connectivité SDH peut être fractionnée en trois conteneurs logiques VETGR d'une densité de 21 E1 chacun.

On déduit donc :

- **1 VETGR = 534 voice time slots**
- **IWS1 voice capacity = 1602 voice time slots = 53 Els**

En dernier lieu, pour le dimensionnement des cartes STM1 il est recommandé d'appliquer la loi suivante :

- **IWS1 cards required = ( Total voice channels)/1602 voice timeslots**

La capacité de signalisation de la carte IWS1 est logiquement contenue dans une SETR qui permet un maximum de 16 liens SS7 à 64kbps. Ceci peut être indiqué de manière plus appropriée

par la formule suivante:

- **SS7 capacity IWS1 = 16\* 64kbps [max]**

Reste à préciser que la répartition de la signalisation pour une IWS1 est similaire à celle d'une carte NIWU au niveau ETGR. Une des bonnes pratiques impliquerait que le nombre total de canaux à bande étroite SS7 sur une carte IWS1 ne doit pas dépasser 16 canaux afin de préserver la charge du processeur dans les limites de conception. Cette charge doit excéder 0.2 Erlang (utilisation de 20% des canaux de 64 kbps). Toutefois, il convient de noter que la charge maximale pourrait être atteinte sur les liens de 1Erlang (100% d'utilisation des canaux de 64 kbps), il est à notifier qu'un bon dimensionnement doit éviter toute surcharge sur un réseau en production.

### **7.3 Dimensionnement des interfaces ATM :**

ATM est la technique de commutation et de transport sur laquelle est basée une multitude de technologies réseau, son efficacité est telle qu'elle a été adoptée pour la mise en œuvre des cœurs UMTS.

Parallèlement, certains opérateurs exploitent un dorsal ATM pour le transport des données à travers leurs réseaux WAN. Nokia fournit dans le contexte du U3B des interfaces ATM de haute capacités ainsi permettent aux MGWs de s'intégrer aux réseaux ATM existant et qui facilitent l'accès aux interfaces Iu. Au plan du matériel U3B accueille deux types de modules d'interface ATM no NIP1 et le

NIS1. Qui correspondent respectivement aux interfaces NIWU et IWS1.

#### **7.3.1 Dimensionnement des interfaces NIP1:**

La carte NIP1 est principalement utilisée pour des applications de multiplexages ATM inverse ATM (IMA) destinées à des groupes d'interfaces de faible capacité. La capacité de la NIP1 est équivalente à celle de la carte TDM NIWU, mais offre l'équivalent de huit interfaces E1. Techniquement les groupes IMA sont formés avec E1 4, 6 ou 8 ce qui signifie que le plus grand groupe IMA (8E1s) peut être au nombre de deux par NIP1.

La bande passante d'un E1 est de 2048Kbps et lorsqu'elle est convertie en ATM, les taux de commutation des cellules avoisinent les 4500cps. Dans le cas IMA, les configurations réduisent la surcharge des en-têtes à un taux de 4490cps. Cela signifie que la bande passante totale [PC] d'un groupe IMA dépend de la taille à laquelle elle est dimensionnée. Par exemple, pour un groupe IMA contenant 6 E1 regroupés

- **Bandwidth IMA 6 = 6\*4490 [cps] = 26940 [cps]**

En supposant que l'épine dorsale ATM dans le réseau est configuré chez AMR 7.95, il serait intéressant de savoir combien d'appels seraient nécessaires pour saturer le groupe IMA 6 ; d'autre part 230 appels / VC seront pris en charge par le groupe IMA. Ainsi :

- **Bandwidth IMA 6 [kbps] = 6\*2048 [kbps] = 12288 [kbps]**
- **Bandwidth/call = 7.95 [kbps]**
- **Number of Calls/VC = 230**
- **Bandwidth User Plane/VC = 230\*7.95 [kbps] = 1828.5 [kbps]**
- **Bandwidth UP/VC [kcps] = (1828.5 [kbps])/(53\*8 [bits]) = 4.31 [kcps]**

On constate alors que la bande passante IMA 6 est 26,940 [kcps], ce qui implique que nous devons régler le nombre d'UP VC de sorte qu'ils s'adaptent à cette capacité. Pour ce faire, nous devons d'abord estimer le nombre de CP-VC en supposant le cas d'une bande passante destiné à la commutation des CP VCs avoisinant les 200cps, on obtient donc :

- **Bandwidth CP/VC [kcps] = 0.2 [kcps] = 0.2\*53\*8/1000 = 91.2 [kbps]**
- **Bandwidth 230 calls/VC = 25.86 [kcps] + 0.8 [kcps] = 26.66 [kcps]**

Ainsi une capacité de commutation du groupe IMA 6 est fixée à (26,94 kcps). On constate parallèlement que l'utilisation de bande passante est optimisée pour 232calls/VC. Un calcul similaire peut être repris pour l'IMA 4 et 8.

En dernier Prenons l'exemple suivant pour estimer le nombre de circuits:

- **Traffic Erlangs = 2000 [Erl]**
- **Mean Holding Time = 90 [sec]**
- **Blocking probability = 0.1 [%]**
- **Dynamic BHCA = 2000 [Erl]\*3600/90 [sec] = 80000**

Reste à dimensionner les UP et CP en fonctions des suppositions élaborées :

- **Traffic Channels = Prob. Erlang B (2000, 0.1%) = 2095**
- **ATM ports required = 2095**
- **Channels/VC IMA 6 = 232**
- **UP VCs required = roundup (2095/232, 0) = 10**

## **IV: l'Application du dimensionnement du réseau cœur.**

Cette présente partie illustre l'essentiel de notre contribution portée sur l'explicitation de la démarche de dimensionnement des Nœuds constituant les cœurs 3GPP aussi bien que l'aspect conceptuel, en vue d'implémentation d'une application soutenu par quelques approches de mise en œuvre.

### **IV.1 Cahier des charges :**

Le cahier des charges présenté par cette section est élaboré dans la perspective de dresser les objectifs tracé par le service de planification NSN pour ce présent projet de fin d'études .En effet il est question de traiter la problématique du dimensionnement des équipements NSN 3gpp prévus pour l'accompagnement des intégrations des projets 3gpp NSN en Algérie.

#### **1. Elaboration de la topologie du réseau :**

En fonction des éléments constitutifs du notre réseau cœur, on va leurs dresser un synopsis globale. Cette tache revient à la proposition d'une infrastructure 3GPP à base d'équipement MSS et MGW en fonction de la topologie des nœuds conclut par la tâche d'identification des nœuds 2G selon la réciprocity suivante :

- Chaque MSC devrait être remplacé par un équipement MSS.
- Une paire de MGW sera déployé pour chaque connectivité entre MSS.

#### **2. Traitement des fichiers d'entrées de notre system (INPUT) :**

- Analyser les paramètres du trafic dans le réseau.
- L'analyser le profil de signalisation.
- L'analyse des matrices du trafic indiquant le pourcentage du trafic transitant entre les équipements.

#### **3. Etablissements de la distribution d'abonnées :**

Cette tache revient à définir le nombre d'abonnés dans chaque équipement du réseau et cela selon sa topologie : c'est-à-dire leurs nombre dans chaque BSS, MGW, ainsi dans chaque MSS.

#### **4. Calcul des matrices du trafic :**

En fonction du résultat de l'analyse des fichiers d'entrées il est question de déduire pour chaque nœud MSC les sous-matrices :

- ◆ **Mobile to Mobile.**
- ◆ **Mobile to Land.**
- ◆ **Land to Mobile.**

## 5. Call cases:

C'est de calculer le trafic de conversion entre les interfaces : TDM-TDM, TDM (EC) - ATM, TDM-TDM (EC), TDM-IP, IP-ATM.

## 6. Dimensionnement des interfaces TCU :

Le dimensionnement des cartes TCU est complètement corrélé avec la répartition du trafic conformément aux interfaces choisies (TDM-ATM, TDM-IP, ...Etc.) Ainsi on calcule le nombre de TCU nécessaires.

## 7. Dimensionnement des interfaces A2SU :

Le dimensionnement des interfaces A2SU dépend des paramètres suivants :

- Bp\_Codec (Kb/S) : cet attribut correspond à la bande passante /appel proposée par le Codec Voix.
- Nbre\_VC : cet Attribut identifie le nombre de circuits virtuels.
- QoS qui caractérise La QoS du service désirée.

## 8. Dimensionnement des interfaces ATM :

Le dimensionnement des interfaces ATM revient à déterminer le nombre d'interfaces NIP et NIS en calculant :

- ★ Le nombre de ports, de circuits virtuels ainsi leurs bande passante pour chacune des interfaces.
- ★ Le nombre d'appels.
- ★ Le nombre de cellules dans chaque circuit virtuel.

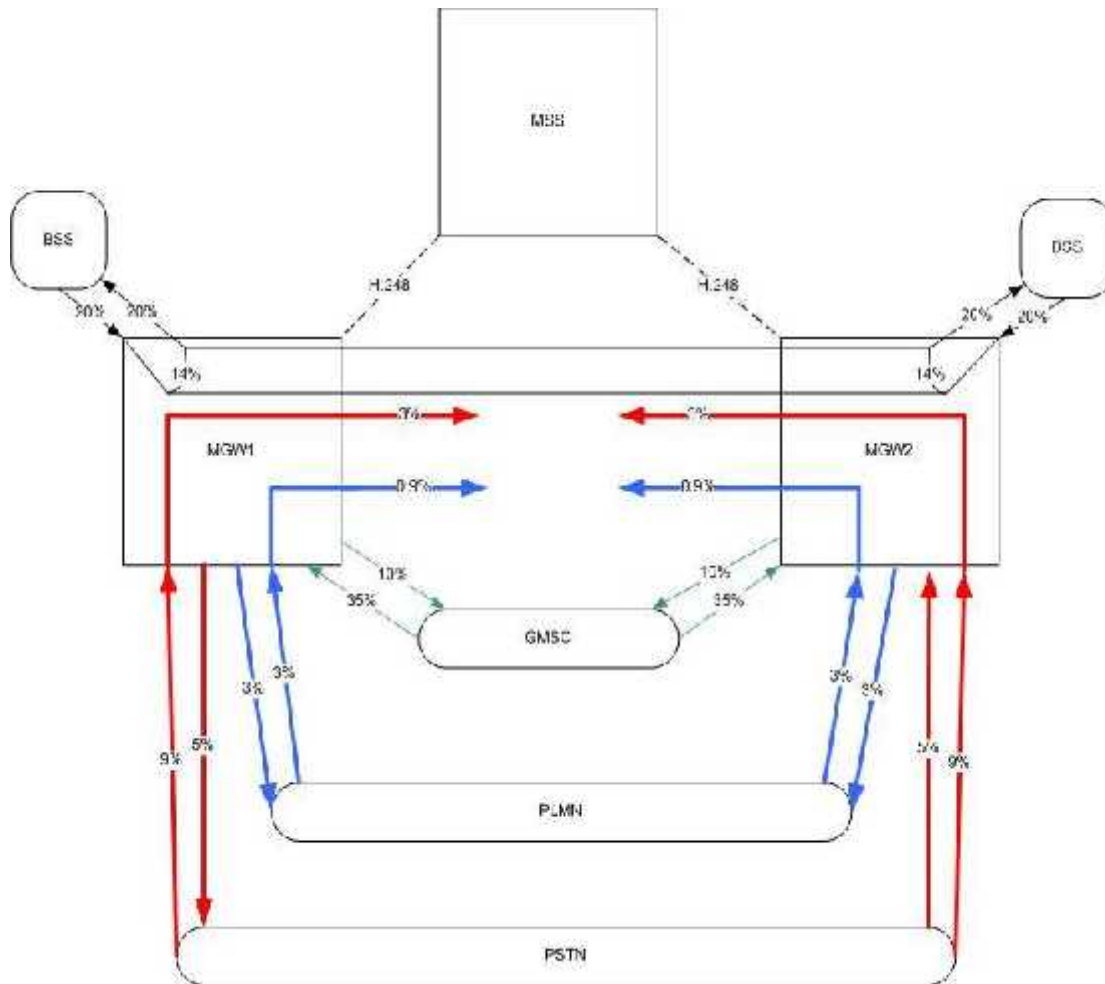
## 9. dimensionnement des interfaces TDM :

Le dimensionnement des interfaces TDM revient à déterminer le nombre d'interfaces IWS1 et NIWU en calculant pour chaque interface :

- ◆ Le nombre d'E1 équivalents.
- ◆ Le nombre de Timeslots pour chaque E1.



La figure ci-dessous représente la distribution du trafic en pourcentage entre les éléments constitutifs de notre réseau cœur.



*Fig.59 topologie de répartition du trafic en [%]*

## 2. Les entrées de notre réseau (INPUT) :

*Tab.13 : Paramètre du trafic*

TRAFFIC Parameters		
Item	Reading	Comments
Average Traffic per MS [mErl]	25	Air interface (BSS) only
BHCA per MS	1.2	Fresh Calls only not including any loops
Mean Holding Time [sec]	70	Average time for every active call
% Prepaid	92%	SCF subscribers
Subscriber with Data/Fax	1.00%	Supplementary CS Data subscribers
Subscribers with Multi Party	1.00%	Multiparty call handling capable subscribers
SMS-MO per MS, per BH	0.059	MO SMS
SMS-MT per MS, per BH	0.075	MT SMS
Blocking Probability	0.001	

**Tab.14 : Profile de signalisation**

<b>SIGNALLING Profile</b>		
<b>Item</b>	<b>Reading</b>	<b>Comments</b>
<b>IMSI Detach/MS/BH</b>	0.15	
<b>Periodic Location Update/MS/BH</b>	0.1	BSS invoked periodic LU
<b>IMSI attach/MS/BH</b>	0.15	Power cycle of MS successful
<b>Intra-VLR Location update/MS/BH</b>	0.75	LAC change, LAI not zero
<b>Inter-VLR Location update/MS/BH</b>	0.683	VLR change, LAI not zero
<b>Send Authentication/MS/BH</b>	0.3	Triplet exchange with HLR
<b>Delete Subscriber Data/MS/BH</b>	0.1	Withdrawal of basic/supplementary service
<b>Send Routing Information/MS/BH</b>	0.57	Percent of MTC
<b>Intra MSC Handover/MS/BH</b>	0.187	Intra + Inter BSC handovers, same MSS
<b>Inter MSC Handover/MS/BH</b>	0.213	Inter BSC handovers, other MSS
<b>Cancel Location/MS/BH</b>	0.65	VLR data lost to MS LU in other VLR
<b>IMEI Checking</b>	Enabled	
<b>IN Triggering (CAMEL Ph2)</b>	DP2	MO Call triggers IN only for all services
<b>Service Set in IN</b>	1	1 service running

**Tab.15 : le trafic en pourcentage dans les différentes directions**

<b>SIGNALLING Profile</b>		
<b>Item</b>	<b>Reading</b>	<b>Comments</b>
<b>MS-&gt;PSTN</b>	<b>5%</b>	Mobile to PSTN total
<b>PSTN-&gt;MS</b>	<b>9%</b>	PSTN to Mobile Total
<b>MS-&gt;PLMN</b>	<b>3.0%</b>	Mobile to PLMN total
<b>PLMN-&gt;MS</b>	<b>3.0%</b>	PLMN to Mobile total
PLMN->MS(own)	2.1%	PLMN to Mobile staying in same city
PLMN->MS(other)	0.9%	PLMN to Mobile going to other city
<b>MS-&gt;other MSC (inter MSC)</b>	<b>10%</b>	MOC Mobile to Gateway MSC
<b>Other MSC-&gt;MS (inter MSC)</b>	<b>30%</b>	MTC Mobile to Gateway MSC
<b>MS&lt;-&gt;MS</b>	<b>40%</b>	MM total
MS<->MS(own)	28%	MM staying in same node
MS<->MS(other)	12%	MM going to other nodes
<b>Call ratio of called</b>	<b>57%</b>	<b>Percent of MTC</b>
<b>Call ratio of Calling</b>	<b>43%</b>	<b>Percent MOC</b>

### 3 La distribution des abonnés :

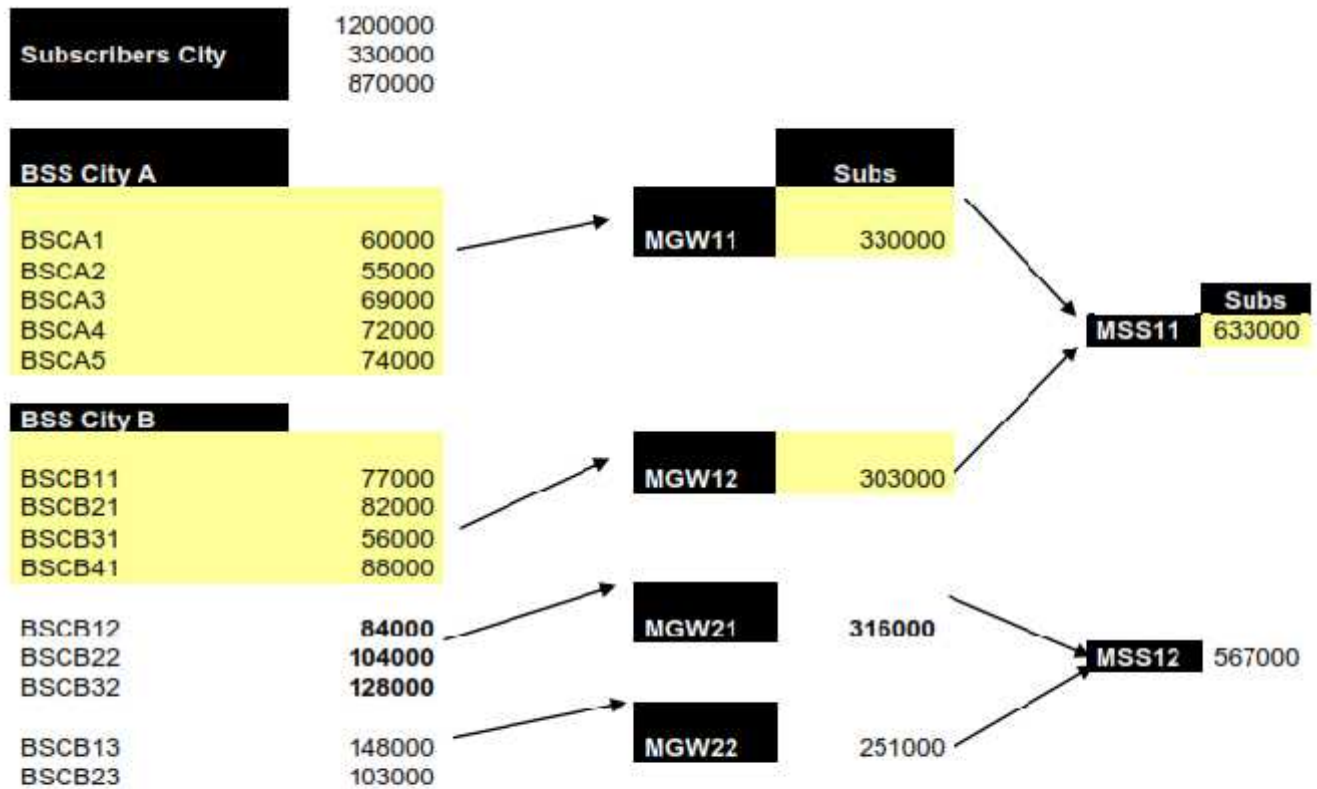


Fig.60 topologie de distribution d'abonnés

Tab.16 matrice du trafic dans différentes MGW

MGW U3B	MGW11	MGW12	MGW21	MGW22
Subscribers	330000	303000	316000	251000
Static BHCA	396000	363600	379200	301200
Traffic in BH	8250	7575	7900	6275
Dynamic BHCA (mobile)	424285.71	389571.43	406285.71	322714.29

En utilisant les équations suivantes on calcul :

- ◆  $\text{Static BHCA} = \text{subscribers} * \text{BHCA/MS}$
- ◆  $\text{Traffic in BH} = \text{subscribers} * \text{traffic/MS}$
- ◆  $\text{dynamic BHCA} = \text{traffic BH} * 3600/\text{MHT}$

*Tab.17 matrice du trafic des différentes MSS*

<b>MSS M13.4</b>	<b>MSS1</b>	<b>MSS2</b>
Subscribers	633000	567000
Static BHCA	759600	680400
Traffic in BH	15825	14175
Dynamic BHCA (mobile)	813857.14	729000.00

#### 4. Les matrices du trafic :

##### 4.1 Matrice de trafic Mobile to Mobile :

*Tab.18 matrice du trafic MM*

MM [Erl]	MGW11	MGW12	MGW21	MGW22
MGW11	2310	334.4147	359.5862	261.844
MGW12	344.7913	2121	324.9367	240.4204
MGW21	359.5862	320.2274	2212	250.7355
MGW22	285.6207	254.3579	269.1719	1757
GMSCA	1650	1515	1580	1255
GMSCB	1650	1515	1580	1255

Pour calculer les métriques du trafic il faut utiliser les équations suivantes :

MGW11 vs MGW 11 = trafic in BH\*MM (own) =8250\*28%

MGW11 vs MGW 12 = trafic in BH \*MM (other)\*subs MGW11/ (total subscribers – subs MGW11) = 7575\*12%\*330000/ (1200000 – 303000)

MGW11 vs MGW 21 = trafic in BH \*MM (other)\*subs MGW11/ (total subscribers – subs MGW11) = 7900 \* 12% \*330000/ (1200000- 330000)

MGW11 vs MGW 22 = trafic in BH \*MM (other)\*subs MGW11/(total subscribers – subs MGW11) = 6275 \* 12% \*330000/ (1200000-251000)

MGW12 vs MGW 11 = trafic in BH \*MM (other)\*subs MGW11/(total subscribers – subs MGW11) GMSCA vs MGW11= trafic in BH\* (MOC Mobile to gateway MSC+ MTC mobile to gateway MSC)/2 = 8250\*(10%+30%)/2

GMSCA vs MGW12= trafic in BH\* (MOC Mobile to gateway MSC+ MTC mobile to gateway MSC)/2 =7575\*(10%+30%)/2

GMSCA vs MGW21= trafic in BH\* (MOC Mobile to gateway MSC+ MTC mobile to gateway MSC)/2 = 7900\*(10%+30%)/2

GMSCA vs MGW22= trafic in BH\* (MOC Mobile to gateway MSC+ MTC mobile to gateway MSC)/2 =6275\*(10%+30%)/2

## 4.2 Matrices du traffic Mobile to Land:

Tab.19 matrice du trafic ML

ML [Erl]	MGW11	MGW12	MGW21	MGW22
PSTNA	412.5	0	0	0
PSTNB	0	378.75	395	313.75
PLMN	247.5	227.25	237	188.25
<b>Total</b>	<b>660</b>	<b>606</b>	<b>632</b>	<b>502</b>

PSTNA vs MGW11 = traffic in BH \*Mobile to PSTN total = 8250\*5%

PSTNB vs MGW12 =traffic in BH \*Mobile to PSTN total = 7575\*5%

PSTNB vs MGW21 = traffic in BH \*Mobile to PSTN total = 7900\*5%

PSTNB vs MGW22 =traffic in BH \*Mobile to PSTN total = 6275\*5%

PLMN vs MGW 11 = traffic in BH\* mobile to PLMN total= 8250\*3%

PLMN vs MGW 12 = traffic in BH\* mobile to PLMN total= 7575\*3%

PLMN vs MGW 21 = traffic in BH\* mobile to PLMN total= 7900\*3%

PLMN vs MGW 22 = traffic in BH\* mobile to PLMN total= 6275\*3%

## 4.3 Matrices du traffic LAND to MOBILE:

Tab.20 matrice du trafic LM

LM [Erl]	PSTNA	PSTNB	PLMN	Total
MGW11	742.5	0	74.25	816.75
MGW12	0	681.75	159.075	840.825
MGW21	0	711	165.9	876.9
MGW22	0	564.75	131.775	696.525

### Les equations utilisées:

☞ MGW11 vs PSTNA =traffic in BH \*PSTN to mobile total= 8250\*9%

☞ MGW11 vs PLMN =traffic in BH \*PLMN to Mobile going to other city = 8250\*0.9%  
 MGW12 vs PSTNB =traffic in BH \*PSTN to mobile total= 7575\*9%

☞ MGW12 vs PLMN =traffic in BH \*PLMN to Mobile staying in same city = 7575\*2.1%

- ☞ MGW21 vs PSTNB =traffic in BH \*PSTN to mobile total= 7900\*9%
- ☞ MGW21 vs PLMN =traffic in BH \*PLMN to Mobile staying in same city = 9700\*2.1% MGW22 vs PSTNB =traffic in BH \*PSTN to mobile total= 6275\*9%
- ☞ MGW22 vs PLMN =traffic in BH \*PLMN to Mobile staying in same city = 6275\*2.1%

## 5.Call cases:

*Tab.21 matrice de conversion du trafic MM*

Call Cases		Interfaces				
MM Location A	Location B	Traffic [Erl]	MGW11	MGW12	MGW21	MGW22
MGW11	MGW11	2310.00	TDM-TDM			
MGW11	MGW12	344.79	TDM-ATM	TDM-TM		
MGW11	MGW21	359.59	TDM-ATM		TDM-TM	
MGW11	MGW22	285.62	TDM-ATM	IP-ATM		TDM-IP
MGW12	MGW12	2121.00		TDM-TDM		
MGW12	MGW21	320.23		TDM-IP	TDM-IP	
MGW12	MGW22	254.36		TDM-IP		TDM-IP
MGW21	MGW21	2212.00			TDM-TDM	
MGW21	MGW22	269.17			TDM-IP	TDM-IP
MGW22	MGW22	1757.00				TDM-TDM
MGW11	GMSCA	1650.00	TDM-TDM			
MGW11	GMSCB	1650.00	TDM-ATM	TDM-TM		
MGW12	GMSCA	1515.00	TDM-ATM	TDM-TM		
MGW12	GMSCB	1515.00		TDM-IP	TDM-IP	
MGW21	GMSCA	1580.00	TDM-ATM		TDM-TM	
MGW21	GMSCB	1580.00			TDM-TDM	
MGW22	GMSCA	1255.00	TDM-ATM		IP-ATM	TDM-IP
MGW22	GMSCB	1255.00				TDM-TDM

Tab.22 matrice de conversion du trafic ML

ML Location A	Location B	Traffic [Erl]	MGW11	MGW12	MGW21	MGW22
MGW11	PSTNA	412.5	TDM-TDM (EC)			
MGW11	PSTNB	0				
MGW11	PLMN	247.5	TDM-ATM	TDM-TM		
MGW12	PSTNA	0				
MGW12	PSTNB	378.75		TDM-TDM (EC)		
MGW12	PLMN	227.25		TDM-TDM		
MGW21	PSTNA	0				
MGW21	PSTNB	395			TDM-TDM (EC)	
MGW21	PLMN	237			TDM-TDM	
MGW22	PSTNA	0				
MGW22	PSTNB	313.75				TDM-TDM (EC)
MGW22	PLMN	188.25				TDM-TDM

Tab.23 matrice de conversion du trafic LM

LM Location A	Location B	Traffic [Erl]	MGW11	MGW12	MGW21	MGW22
PSTNA	MGW11	742.5	TDM-TDM (EC)			
PSTNB	MGW11	0				
PLMN	MGW11	74.25	TDM-ATM	TDM-TM		
PSTNA	MGW12	0				
PSTNB	MGW12	681.75		TDM-TDM (EC)		
PLMN	MGW12	159.075		TDM-TDM		
PSTNA	MGW21	0				
PSTNB	MGW21	711			TDM-TDM (EC)	
PLMN	MGW21	165.9			TDM-TDM	
PSTNA	MGW22	0				
PSTNB	MGW22	564.75				TDM-TDM (EC)
PLMN	MGW22	131.775				TDM-TDM

## 6 Dimensionnement des interfaces TCU :

Tab.24 trafic en Erlang supporter par chaque dans l'interface TCU

TDM-ATM	160
TDM-TDM (EC)	160
TDM-TDM	192
TDM-IP	160
IP-ATM	160

Tab.25 Calcul du nombre d'interfaces TCU

Traffic [Erl]		MGW11	MGW12	MGW21	MGW22
TDM-ATM		7311.75	3831.54	1939.59	0.00
TDM-TDM (EC)		1155.00	1060.50	1106.00	878.50
TDM-TDM		3960.00	2507.33	4194.90	3332.03
TDM-IP		0.00	2089.59	2104.40	2064.15
IP-ATM		0.00	285.62	1255.00	0.00
<b>Total</b>		<b>12426.75</b>	<b>9774.57</b>	<b>10599.89</b>	<b>6274.68</b>
TCU Required		MGW11	MGW12	MGW21	MGW22
TDM-ATM		46	24	13	0
TDM-TDM (EC)		8	7	7	8
TDM-TDM		21	14	22	18
TDM-IP		0	14	14	13
IP-ATM		0	2	8	0
<b>Total</b>		<b>75</b>	<b>61</b>	<b>64</b>	<b>37</b>

Nombre de TCU=trafic total [erlg]/trafic par interface [erlg] (TDM\_TDM, TDM\_ATM,etc)

### 7. Dimensionnement des interfaces A2SU :

Tab.26 paramètres de dimensionnement de l'interface A2SU

<b>Calls per VC</b>	<b>240</b>
<b>User Plane</b>	
Data rate/call [kbps]	7.95
Data rate/VC [kbps]	1908
Cell rate/VC [kcps]	4.6
<b>Control Plane</b>	
CP cells/call	10
MHT [sec]	70
Link Utilization	40%
AAL5 cell rate [kcps]	2.4
AAL5 VC size [kcps]	0.3
<b>A2SU statistics</b>	
Number of VCs allowed	20
UP Bandwidth [kcps]	90
CP Bandwidth [kcps]	2.4
Total Bandwidth [kcps]	92.4
<b>Parameters</b>	
Blocking Rate	0.10%
A2SU utilization factor	80%

Tab.27 le trafic ATM dans les différentes MGW

A2SU required	MGW11	MGW12	MGW21	MGW22
ATM Traffic [Erl]	7311.75	4117.16	3194.59	0.00
ATM Ports	7464	4241	3308	0
<b>(A2SU required)+1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>

## 8. Dimensionnement des interfaces ATM :

Tab.28 paramètres de dimensionnement des interfaces ATM

<b>Calls per VC</b>	<b>240</b>
<b>STM1 capacity [kcps]</b>	<b>353</b>
<b>Active STM1 ports/NIS1</b>	<b>2</b>
<b>User Plane</b>	
Data rate/call [kbps]	7.95
Data rate/VC [kbps]	1908
Cell rate/VC [kcps]	4.5
<b>Control Plane</b>	
AAL2 cells/call	10
MIIT [sec]	70
Link Utilization	40.00%
AAL2 Bandwidth [kcps]	2.4
AAL2 VC size [kcps]	0.3
<b>NIP Calculation</b>	
# E1s per NIP card	16
<b>IMA Group Configuration</b>	
Number of E1s	8
Number of Calls	232
Data rate IIP [kbps]	1844.40
Cell rate/VC [kcps]	4.35
Number of UP VCs	6
<b>Control Plane</b>	
Number of CP VCs	4
Cell rate/VC CP [kcps]	0.2
Cell rate /IMA Group CP [kcps]	0.8
<b>Blocking Probabilité</b>	<b>0.10%</b>

### Les équations de calcul :

- ☞ Data rate/VC [kbps] = (Data rate/call [kbps])\*(Calls per VC) = 7.95\*240.
- ☞ Cell rate/VC [kcps] = (Data rate/VC [kbps]) / (53\*8) = 1908/ (53\*8).
- ☞ AAL2 Bandwidth [kcps] = (Calls per VC\* AAL2 cells/call) /1000 = 240\*10/1000.
- ☞ Data rate UP [kbps] = Data rate/call [kbps]\* Number of Calls = 7.95\*232.
- ☞ Cell rate/VC [kcps] = Data rate UP [kbps]/ (53\*8) = 1844.40/(53\*8).
- ☞ Cell rate / IMA Group CP [kcps] = Cell rate/VC CP [kcps]\* Number of CP VCs = 0.2\*4.

Tab.29 paramètres de dimensionnement des interfaces NIS

NIS Calculation for NIS1/STM1		MGW11	MGW12	MGW21
		MGW11-MGW12	MGW11-MGW12	MGW11-MGW21
		MGW11-MGW21		
Traffic [Erl]		7311.75	4117.16	3194.59
Number of Ports		7464	4241	3308
<b>User Plane</b>				
Number of User Plane VCs		32	18	14
Call capacity of UP VCs		7680	4320	3360
<b>Control Plane</b>				
Dynamic BHCA for ATM traffic		376032.86	211739.85	164293.00
AAL2 Cell Rate required [kcps]		1.04	0.59	0.46
CP VCs required		4	2	2
CP VCs required at 40% utilization		9	5	4
<b>Aggregate (CP+UP)</b>				
Total Bandwidth [kcps]		146.7	82.5	64.2
NIS1 Ports required		1	1	1
NIS1 Cards required		1	1	1

## 9. Dimensionnement des interfaces TDM :

Tab.30 Dimensionnement des TDM dans les différentes parties du réseau

TDM Interface		MGW11	MGW12	MGW21	MGW22
	TDM Traffic [Erl]	12426.75	9488.95	9344.89	6274.68
	Number of Ports	12609	9656	9511	6419
	IWS1 cards required	8	7	6	5
<b>PSTN</b>	Traffic PSTN [Erl]	1155	1060.5	1106	878.5
	Number of Ports	1231	1134	1181	1181
	<b>IWS1 cards required</b>	1	1	1	1
<b>PLMN</b>	Traffic PLMN [Erl]	321.75	386.325	402.9	320.025
	Number of Ports	367	436	453	366
	Number of E1s required	13	15	16	13
	<b>NIWU cards required</b>	1	1	1	1
<b>BSS</b>	BSS Traffic [Erl]	6600	6060	6325.695	5020
	Number of Ports	6747	6203	6471	5153
	<b>IWS1 Cards required</b>	5	4	5	4
<b>GMSC</b>	GMSC TDM traffic [Erl]	1650	1515	1580	1255
	Number of Ports	1738	1600	1666	1334
	<b>IWS cards required</b>	2	2	2	1
<b>Aggregate</b>	<b>IWS1 Cards required</b>	8	7	8	6
	<b>NIWU Cards required</b>	1	1	1	1

## 10. Dimensionnement des interfaces IP :

### IP Caractéristiques

*Tab.31 les caractéristiques des interfaces IP*

G7.11 call [kbps]	64
<b>Transcoder call [kbps]</b>	<b>7.95</b>
Nb UP header [Bytes]	4
RTP Header [Bytes]	12
UDP Header [Bytes]	8
IPv4 header [bytes]	20
Ethernet Header [Bytes]	38
Codec bitrate	8140.8
<b>Sampling/ Interval (ms)</b>	<b>20</b>
Voice Payload [Bytes]	21
Voice Packet [Bytes]	103
Total voice packets per sec	50
Voice kbps	<b>40.23</b>

Blocking rate 0.10%

**IPNIU Ports for AMR/EFR 10000**

*Tab.32 le trafic IP dans les différentes MGW*

<b>IP Interface</b>	<b>MGW12</b>	<b>MGW21</b>	<b>MGW22</b>
Traffic [Erl]	2375.21	3359.40	2064.15
Required Ports	2476	3475	2160
<b>IPNIU required</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

## **Conclusion générale :**

Au terme final de notre projet de fin d'étude et à travers l'étude enrichissante abordée dans ce thème qui est : l'étude et le dimensionnement d'un réseau multiservices 3GPP (UMTS) Nokia , on peut conclure que le réseau de troisième génération 3G a pour objectif de devenir un standard universel et pour y parvenir plusieurs organismes internationaux tels que :l'ETSI ,l'UIT et le 3GPP travaillent afin de mettre en évidence le concept de la 3G .Et Pour cela plusieurs normes ont été développées (l'UMTS et le CDMA2000) pour faciliter la migration de la 2G vers la 3G.

Ce stage est très enrichissant sur tous les points de vue. Outre l'acquisition de connaissances approfondies sur ce domaine par l'étude des réseaux GSM, GPRS et la solution de NOKIA pour la mise en place d'un réseau 3GPP, plus précisément le réseau cœur, qui observe une grande révolution en Algérie.

L'objectif de notre stage était de proposer une démarche de dimensionnement du réseau cœur Nokia consolidé par la prise en charge des différents aspects et techniques de sa mise en œuvre, et aussi les différentes contraintes de la réalisation.

Enfin notre stage s'est soldé par une application faite sur logiciel « EXEL » menant au dimensionnement des passerelles du réseau cœur, plus précisément le trafic transitant entre les MEDEA GATEWAY (MGW).

Reste à préciser que nous avons bénéficié d'une prolongation de notre stage au sein des services NSN pour mieux approfondir et comprendre les fonctionnalités des autres unités du réseau et cela pour une durée indéterminée.

## Table des figures :

Figure 1 Fig. 1. Méthodes d'accès.....	05
Figure 2: Architecture du GSM.....	06
Figure 3: Format d'un burst normal GSM.....	11
Figure 4: interface A.....	12
Figure 5 : interface Abis .....	12
Figure 6: pile protocolaire du GSM.....	12
Figure 7 : architecture du GPRS.....	13
Figure 8 : Pile logiciel du GPRS.....	14
Figure 9 : Spectre de fréquence de l'UMTS .....	16.
Figure 10 :Architecture du GSM.....	17
Figure 11 : réseau cœur.....	19
Figure 12 : Interface Iu .....	19
Figure 13 : Interface Iub .....	20
Figure 14 : Interface Iur .....	20
Figure 15 : architecture des Commutateur 3GPP.....	21
Figure 16 : Mobile Switching Center Server (MSS). .....	22
Figure 17 : architecteur de la GCS et de la MSS. ....	23
Figure 18 : La carte de signalisation CCSU.....	23
Figure 19 : La carte de signalisation SIGU .....	25
Figure 20 : La carte de la base de signalisation BSU.....	25
Figure 21 : Le message bus MB.....	26
Figure 22 La carte de commutation LAN SWU.....	26
Figure 23 : La carte du registre des visiteurs VLRU.....	28
Figure 24 La carte de la mémoire centrale CMM.....	28
Figure 25 : La carte de commutation GSW.....	29
Figure 26 : La carte d'équipements terminaux ET.. ..	29
Figure 27 : La carte d'horloge CLS.....	31
Figure 28 La carte de communication des données BDCU.....	31
Figure 29 : La carte du contrôle cellulaire CMU.....	32
Figure 30 : La carte des statistiques STU.....	32
Figure 31 : La carte de chargement CHU.....	34
Figure 32 : La carte d'opération et de maintenance OMU .....	34

Figure 33 : La carte d'alimentation PDFU.....	34
Figure 34 : Les principaux rôles de la MGW.....	36
Figure 35 : Les différentes convertirons des MGW.....	36
Figure 36 : Modules et cartes dans la MGW.....	36
Figure 37 : Interface d'alimentation de la MGW.....	37
Figure 38 : Cartes de commutation et de multiplexage.....	38
Figure 39 : Carte de commutation ATM.....	38
Figure 40 : La carte de multiplexage ATM dans la MGW.....	39
Figure 41 : Le multiplexeur ATM.....	39
Figure 42 : La carte de commutation AAL2.....	40
Figure 43 : Interface des unités de calcul.....	40
Figure 44 : La carte de commande CACU.....	41
Figure 45 : La carte de traitement du signal SPMU.....	41
Figure 46 : La mémoire centrale.....	42
Figure 47 : La carte d'annonce vocale.....	42
Figure 48 : La carte d'opération et de maintenance.....	43
Figure 49 : La carte de gestion du réseau.....	43
Figure 50 : La carte de signalisation d'interface (ISU).....	44
Figure 51 : La carte de transcodage (TCU).....	45
Figure 52 : La carte d'interface réseau (NIWU).....	45
Figure 53 : La carte d'interface réseau (IWS1).....	46
Figure 54 : La carte d'interface réseau IP (IPFGE).....	46
Figure 55 : Différentes fonctionnalités de laMGW.....	47
Figure 56: Infrastructure Tandem Free Operation.....	61
Figure 57 : Infrastructure Transcoder Free Operation.....	62
Figure 58 : Architecture du réseau cœur.....	73
Figure 59 : topologie de répartition du trafic en [%].....	74
Figure 60 : topologie de distribution d'abonnés.....	76

## Liste des tableaux :

Tableau 1 : Les bandes de fréquences du GSM.....	10
Tableau 2: MM Traffic Example [call cases].....	55
Tableau 3: MM Traffic Switching – Straight [call cases].....	56
Tableau 4: MM Traffic Switching – Relay [call cases].....	56
Tableau 5:ML Traffic Matrix [call cases].....	56
Tableau 6: ML Traffic Interface [call cases].....	57
Tableau 7 : MOC MM matrix – [TCU calculation].....	58
Tableau 8: MOC MM call cases – Interface conversion [TCU calculation].....	58
Tableau 9 : capacités par TCU de chaque type d’interface.....	59
Tableau 10 : trafic MO-MM pour chaque interface.....	59
Tableau 11 : capacité des interfaces en Erlang.....	59
Tableau 12 : trafic MO-MM pour chaque interface.....	64
Tableau 13 : Paramètre du trafic.....	74
Tableau 14 : Profile de signalisation.....	75
Tableau 15 : le trafic en pourcentage dans les différentes directions.....	75
Tableau 16 : matrice du trafic dans différentes MGW.....	76
Tableau 17 : matrice du trafic des différentes MSS.....	77
Tableau 18 : matrice du trafic MM.....	78
Tableau 19 : matrice du trafic ML.....	79
Tableau 20 : matrice du trafic LM.....	79
Tableau 21 : matrice de conversion du trafic MM.....	80
Tableau 22 : matrice de conversion du trafic ML.....	81
Tableau 23 : matrice de conversion du trafic LM.....	81
Tableau 24 : trafic en Erlang supporter par chaque dans l’interface TCU.....	81
Tableau 25 : Calcul du nombre d’interfaces TCU.....	82
Tableau 26 : paramètres de dimensionnement de l’interface A2SU.....	82
Tableau 27 : le trafic ATM dans les différentes MGW.....	82
Tableau 28 : paramètres de dimensionnement des interfaces ATM.....	83
Tableau 29 : paramètres de dimensionnement des interfaces NIS.....	84
Tableau 30 : Dimensionnement des interfaces TDM dans les différentes parties du réseau.....	84
Tableau 31 : les caractéristiques des interfaces IP.....	85
Tableau 32 : le trafic IP dans les différentes MGW.....	85

## **ABBREVIATIONS:**

FDMA: frequency division multiple Access.

TDMA: Time division multiple Access.

CDMA : Code division multiple Access.

GSM: Global System for Mobile communication.

BSS: Base Station Subsystem.

BTS: Base Transceiver Station.

BSC: Base Station Controller.

NSS: Network Subsystem.

MSC: Mobile service Switching Center.

HLR: Home Location Register.

VLR: Visitor Location Register.

AuC: Authentication Center.

EIR: Equipment Identity Register.

OSS: Operation Support Subsystem.

OMC: Operation and Maintenance Center.

NMC: Network Management Center.

GPRS: General Packet Radio Service.

GGSN: Gateway GPRS Support Node.

SGSN: Serving GPRS Support Node.

UMTS: universal Mobile Telecommunication System.

RAN : Radio Access Network.

RNC: Radio Network Controller.

CS: Circuit Switched domain.

PS: Packet Switched domain.

GCS: Gateway Control Switching.

MSS: Mobile Switching Center Server.

RANAP: Radio Access Network Application Part.

BSSAP: Base Station Subsystem Application Part.

ISUP: Integrated Switching Digital Network User Part.

SIP: Session Initial Protocol.

GSW: Group Switching.

MGW: Medea Gateway.

CCSU: Common Channel Signaling Unit.

MAP: Mobile Application Part

CAP: control Application Part.

TCAP: Transaction Compatibilité Application Part.

SCCP: Signaling Connection Control Part.

SIGTRAN: Signaling Transfer Radio Access Network.

SIGU: Signaling Unit.

BSU: Base Station Signaling Unit.

MB: Message Bus.

SWU: Switching Unit.

VLRU: Visitor Location Register Unit.

CMM: Central Memory and Marker.

ET: Exchange Terminal.

CLS: Clock System.

BDCU: Basic Data Communication Unit.

CMU: Cellular Management Unit.

STU: Statistical Unit.

LAN: Local Area Network.

CHU: Charging Unit.

TCP: Transfer Control Protocol.

IP: Internet Protocol.

FTP: File Transfer Protocol.

OMU: Operation and Maintenance Unit.

IHM: Interface Home Manager.

PDFU: Power distribution Fuse Unit.

3GPP: Third Generation Partnership Project.

IMS: IP Multimedia Subsystem.

ATM: Asynchronous Transfer Mode.

TDM: Time Division Mode.

SFU: Switching Fabric Unit.

MXU: Multiplexer Unit.

A2SU: Switching Unit AAL2.

CACU: Control and Administrative Computer Unit.

SPMU: Signal Processing Management Unit.

CM: Central Memory.

VANU: Voice Announcement Unit.

OMU: Operation and Maintenance Unit.

NEMU: Network Element Management Unit.

ISU: Interface Signaling Unit.

TCU: Transcoding Unit.

PSTN: Public Switching Telephone Network.

PLMN: Public Land Mobile Network.

RTP: Real Time Protocol.

PCM: Pulse-Code Modulation.

NIWU: Network Interface Unit.

IWS1: Network Interface Unit.

IPFGE: IP Network Interface Units.

BHCA: Busy Hour Call Attempts.

MHT: Mean Holding Time.

MO: Mobile Origination.

MT: Mobile Termination.

VAS: A Mobile Value-added services.

MOC: Mobile Origination call.

MTC: Mobile Termination call.

PBX: Private Branch Exchange.

RTC: Réseau Téléphonique Commuté.

Erlg : Erlang.

MM: Mobile to Mobile.

ML: Mobile to Land.

LM: Land to Mobile.

VC: Virtual Circuit.

Qos: Quality of Service.

PDH: Plesiochronous Digital Hiérarchie.

SDH: Synchronous Digital Hiérarchie.

## Références Bibliographiques :

1. WCDMA RAN Network Elements.
2. RNC Product Description.
3. Commissioning RNC.
4. RNC Integration
5. WCDMA RAN04 Parameter Dictionary.
6. RNC O&M participant manual.
7. NEMUN et Acte.
8. La téléphonie (Roger Ch. HOUZE).
9. CME20 Présentation générale du système (Ericsson).
10. Radio Cellulaire Numérique.. (George CALHOUN Edition Lavoisier TEC DOC).
11. Situation et perspectives de développement de la radiotéléphonie mobile numérique du type GSM, CERT: Document du ministère des PTT
12. Brochure de l'ACTEL sur le GSM
13. Revue des télécommunications ALCATEL, 4<sup>e</sup> trimestre 1998
14. BSC Opération and maintenance. (L.M. Ericsson)
15. CME20/CMS40 System Survey (L.M. Ericsson)
16. Télécommunications, Téléphone Network 2 (L.M. Ericsson 1987,)
17. Cours de téléphonie Générale
18. Le trafic téléphonique "DGT, Paris 1975
19. Trafic recording NOKIA.
20. Trafic dimensioning NOKIA.
21. Disponibilité et efficacité d'un réseau téléphonique
22. NOKIA Multimédia Gateway (2005).
23. NOKIA MSC Server architecture & functionality (2006).
24. NOKIA MSC Server Class M13 and Multimedia Gateway Release U3 Dimensioning Reference V1.0.
25. Réseau et Telecom (Claude Servin).
26. 3G Tutorial (Brought Turner & Marc Orange) 2002.
27. NOKIA 3G/ UMTS Architecture 2006.

## Références Bibliographiques :

1. WCDMA RAN Network Elements.
2. RNC Product Description.
3. Commissioning RNC.
4. RNC Integration
5. WCDMA RAN04 Parameter Dictionary.
6. RNC O&M participant manual.
7. NEMUNet Acte.
8. La téléphonie (Roger Ch. HOUZE).
9. CME20 Présentation générale du système (Ericsson).
10. Radio Cellulaire Numérique.. (George CALHOUN Edition Lavoisier TEC DOC).
11. Situation et perspectives de développement de la radiotéléphonie mobile numérique du type GSM, CERT: Document du ministère des PTT
12. Brochure de l'ACTEL sur le GSM
13. Revue des télécommunications ALCATEL, 4<sup>e</sup> trimestre 1998
14. BSC Opération and maintenance. (L.M. Ericsson)
15. CME20/CMS40 System Survey (L.M. Ericsson)
16. Télécommunications, Téléphone Network 2 (L.M. Ericsson 1987,)
17. Cours de téléphonie Générale
18. Letrafi de téléphonie "DGT, Paris 1975
19. Trafic recording NOKIA.
20. Trafic dimensioning NOKIA.
21. Disponibilité et efficacité d'un réseau téléphonique
22. NOKIA Multimédia Gateway (2005).
23. NOKIA MSC Server architecture & functionality (2006).
24. NOKIA MSC Server Class M13 and Multimedia Gateway Release U3  
Dimensioning Reference V1.0.
25. Réseau et Telecom (Claude Servin).
26. 3G Tutorial (Brought Turner & Marc Orange) 2002.
27. NOKIA 3G/ UMTS Architecture 2006.
28. Dimensioning Guideline Release SR 4.2 Version 12 update 28.04.2011.
29. Thèse présentée pour obtenir le grade de docteur de l'Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications (Promoteur : Samir Tohmé , présenté par : Rani makke).