

2010-12

Etude sur les nouvelles architectures de réseau et services NGN et IMS

Niyonzima, Cléophas

UB, ITS

<https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/797>

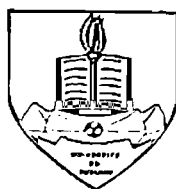
Téléchargé depuis le dépôt institutionnel officiel de l'Université du Burundi

R

Résumé

UNIVERSITE DU BURUNDI

004.
72.
NIY.
C.
2010.
EX1



**INSTITUT TECHNIQUE SUPERIEUR
DEPARTEMENT DE GENIE ELECTROMECHANIQUE**

**ETUDE SUR LES NOUVELLES ARCHITECTURES DE RESEAU ET
SERVICES NGN ET IMS**

Par :

**NIYONZIMA Cléophas
et
NTIRANDEKURA Jean Claude**

Sous la direction de :

Ir. Joseph NSANZABANSI

Ir. Jean Pierre MUGABONIHERA

**Mémoire présenté et défendu publiquement
en vue de l'Obtention du Grade d'Ingénieur
Industriel en Génie Electromécanique**

Bujumbura, Décembre 2010

Dédicace

A Dieu Tout Puissant ;

A mes chers parents pour leur courage et leur patience;

A mes oncles et tantes ;

A mes frères et sœurs ;

A mes cousins et cousines ;

A mes neveux et nièces ;

A tous ceux qui me sont chers ;

Je dédie ce mémoire.

NIYONZIMA Cléophas

Dédicace

A Dieu Tout Puissant ;

A mes chers parents pour leur courage et leur patience;

A mes oncles et tantes ;

A mes frères et sœurs ;

A mes cousins et cousines ;

A mes neveux et nièces ;

A tous ceux qui me sont chers ;

Je dédie ce mémoire.

NTIRANDEKURA Jean Claude

Remerciements

Au terme de notre travail, nous voudrions de nos cœurs manifester nos remerciements et notre gratitude à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail ; qu'elles trouvent ici notre profonde reconnaissance.

Nos vifs remerciements sont adressés à nos éducateurs, de l'école primaire à l'Université, particulièrement aux professeurs du département de Génie Electromécanique de l'Institut Technique Supérieur (ITS), pour la formation tant intellectuelle que morale dont ils nous ont fait part, qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude.

Le privilège reconnaissant est réservé à l'Ingénieur Joseph NSANZABANSI et Ingénieur Jean Pierre MUGABONIHERA respectivement directeur et co-directeur de ce travail, eux qui ont accepté spontanément et avec plaisir de diriger ce mémoire malgré leurs multiples occupations, qu'ils soient rassurés de nos sincères remerciements et qu'à travers ce travail, ils trouvent le couronnement de leurs efforts.

Nos profonds remerciements s'adressent également au personnel de l'ONATEL pour nous avoir acceptés dans leur service et pour avoir contribué à augmenter nos performances pratiques, parallèlement à leurs tâches quotidiennes.

Nous voudrions également remercier tous les étudiants de l'Université du BURUNDI, notamment ceux du campus KIRIRI qui ont fait que notre séjour y soit agréable.

Notre gratitude va bien sûr à nos chers parents qui nous ont fait aimer les études, leurs soutiens matériel et moral durant notre vie sur le banc de l'école et au cours de ce travail nous ont été d'une grande importance. Que nos frères et sœurs, oncles et tantes, cousins et cousines, neveux et nièces trouvent ici l'expression de nos sincères et profondes grâces.

Rien n'est plus agréable que de dire merci à tous ceux qui cités ou

non cités ci-haut, qui de près ou de loin ont prêté main forte le long de cette lutte pour notre réussite. Que ce travail puisse être pour eux et pour toujours le signe de notre attachement et de notre reconnaissance à nulle autre pareille.

Liste des abréviations

3GPP	: 3 rd Generation Partner Ship Project
AAL2	: Asymmetric Transfer Mode Adaptation Layer 2
ADSL	: Asymmetric Digital Subscriber Line
AMR	: Adaptive MultiRate Codec
AS	: Application Server
ATM	: Asymmetric Transfer Mode
BA	: Accès de Base
BER	: Bit Error Rate
BICC	: Bearer Independent Call Control
BLR	: Boucle Local Radio
BSSAP	: Base Station Subsystem application
CAA	: Commutateur à Autonomie d'Acheminement
CAC	: Connection Admission Control
CDRs	: Call Detailed Records
CRC	: Code Redundancy Check
CSCF	: Call State Control Function
CT	: Commutateur de Transit
CVC	: Circuit Virtuel Commuté
CVP	: Circuit Virtuel Permanent
DHCP	: Dynamic Host Configuration Protocol
DLCI	: Data Link Connection Identifier
DNHR	: Dynamic Non-Hierarchical Rooting
DNS	: Domain Name System
DSLAM	: Digital Subscriber Line Access Multiplexer
DTAP	: Direct Transfer Application Part
EDGE	: Enhanced Digital Rates for GSM Evolution
ETSI	: European Telecommunication Standardization Institute
FCS	: Frame Check Sequence
FTTH	: Fiber To The Home
GFC	: Generic Flow Control
GGSN	: Gateway GPRS Support Node
GPRS	: General Packet Radio Services
GSM	: Global System for Mobile communication
GTP	: GPRS Tunnel Protocol

HDLC	: High Data Link Control
HFC	: Hybrid Fiber Coax
HSS	: Home Subscriber Server
I-CSCF	: Interrogating CSCF
IETF	: Internet Engineering Task Force
IMAP	: Integrated Multiservice Access Platforms
IMS	: IP Multimedia Subsystem
IN	: Intelligent Network
INAP	: Intelligent Network Application Part
IP	: Internet Protocol
IPMS	: IP Media Server
ISDN	: Integrated Services Digital Network
ISO	: International Standardization Organization
ISUP	: ISDN User Part
LAN	: Local Area Network
LANE	: Local Area Network Emulation
LAPD	: Link Access Procedure for D Channel
LT	: Line Terminal
MC	: Multipoint Controller
MCU	: Multipoint Controller Unit
MEGACO	: Media Gateway Control
MG	: Media Gateway
MGC	: Media Gateway Controller
MGCP	: Media Gateway Control Protocol
MMS	: Multimedia Messaging Service
MP	: Multipoint Processor
MPLS	: Multi-Protocol Label Switching
MRF	: Multimedia Resource Function
MSAN	: Multiservice Access Node
MSC	: Mobile Switching Center
MSRN	: Mobile Station Roaming Number
NNI	: Network Node Interface
NT	: Network Termination
NT1	: Network Line Terminator 1
NT2	: Network Line Terminator 2
OSI	: Open Systems Interconnections

PABX	: Private Automatic Branch Exchange
P-CSCF	: Proxy-CSCF
PDP	: Packets Data Protocol
PDU	: Packet Data unit
POS	: Packets Over Synchronous Digital Hierarchy
PRA	: Primary Rate Access
PRI	: Primary Rate Interface
PSTN	: Public Switched Telephone Network
PVC	: Permanent Virtual Circuit/Connection
QS	: Quality of Service
RADIUS	: Remote Access Dial In User Service
RANAP	: Radio Access Network Application Part
RI	: Réseau Intelligent
RNC	: Radio Network Controller
RNIS	: Réseau Numérique à Intégration de Services
R-SGW	: Roaming Signaling Gateway
RTC	: Réseau Téléphonique Commuté
RTP	: Real Time Protocol
SCF	: Service Control Function
SCP	: Service Control Protocol
S-CSCF	: Serving CSCF
SDF	: Service Data Function
SDH	: Synchronous Digital Hierarchy
SDP	: Session Description Protocol
SDU	: Service Data Unit
SG	: Signaling Gateway
SGSN	: Serving GPRS Support Node
SIGTRAN	: Signaling Transport
SIP	: Session Initiation Protocol
SIP-T	: Session Initiation Protocol for Telephones
SMS	: Short Messaging Service
SRP	: Specialized Resource Point
SSF	: Service Switching Function
SSP	: Service Switching Point
STP	: Signaling Transfer Point
SVC	: Switched Virtual Circuit/Connection

TA	: Adaptateur de Terminal
TDM	: Time Division Multiplexing
TE	: Equipment Terminal
TEX	: Toll (Transit) Exchange
T-SGW	: Trunking Signaling Gateway
T-SGW	: Trunking Signaling Gateway Function
UE	: User Equipment
UIT	: Union Internationale des Télécommunications
UMTS	: Universal Mobile Telecommunication System
UNI	: User Network Interface
UTRAN	: UMTS Terrestrial Radio Access Network
VPI	: Virtual Path Identifier
WAN	: Wide Area Network
WAP	: Wireless Application Protocol
WDM	: Wavelength Division Multiplexing
WiFi	: Wireless Fidelity
WLL	: Wireless Local Loop

LISTE DES FIGURES

Figure I. 1 : Structure générale du réseau RTPC -----	5
Figure I.2 : Structure d'un réseau de transit -----	9
Figure I.3 : Architecture de réseaux RNIS -----	12
Figure I.4 : Configuration RNIS de référence -----	12
Figure I.5: Bus S_0 -----	14
Figure I.6: Interface S_{2M} -----	15
Figure I.7 : Concept de réseau intelligent -----	17
Figure I.8 : Constitution d'un paquet -----	22
Figure I.8.1) : Trame X 25 -----	23
Figure I.9 : Structure d'une trame -----	23
Figure I. 10 : Format du relais de trame -----	26
Figure I.11 : L'approche relais de trame -----	27
Figure I.12 : Configuration de référence RNIS-LB -----	29
Figure I.13 : Fonctionnement d'un serveur multidiffusion -----	31
Figure I.14 : Signalisation UNI et NNI -----	31
Figure III.1 : Principe général d'architecture d'un réseau NGN -----	45
Figure III.2 : Architecture simplifiée des NGN -----	48
Figure III.3 : Les familles de protocoles d'un réseau NGN -----	53
Figure III.4 : Exemple d'architecture NGN Téléphonie -----	54
Figure III.5 : Services dans le RTC -----	55
Figure III.6 : Services dans le NGN Téléphonie -----	56
Figure III.7 : Exemple d'Architecture NGN Multimédia -----	58
Figure III.8 : Entités de réseaux IMS -----	61
Figure III.9 : Interfonctionnement entre RTC et IMS -----	64
Figure IV.1 : Hiérarchie des commutateurs du réseau RTC -----	69
Figure IV.2 : Architecture d'une solution NGN pour le trafic de transit international -----	71
Figure IV.3 : Architecture d'une solution NGN pour le trafic de transit national -----	72
Figure IV.4 : Architecture d'une solution NGN de classe 4 -----	73
Figure IV.5 : Architecture d'un réseau NGN de classe 5 -----	76
Figure IV.6 : Architecture overlay VoIP -----	78
Figure IV.7 : Les différentes phases de la stratégie de migration overlay -----	79
Figure IV.8 : Domaine CS dans l'UMTS R3 et l'UMTS R4 -----	84
Figure IV.9 : Signaling Gateway entre l'accès radio et le domaine CS de l'UMTS R4 -----	85
Figure IV.10 : Signalling Gateway entre RTC et le domaine CS UMTS R4 -----	86
Figure IV.11 : Architecture de référence Release 5 -----	87

Figure IV.12 : Scénario d'établissement d'appel Mobile vers fixe dans le domaine CS de l'UMTS -----	93
Figure IV.13 : Connectivité mise en œuvre dans les CS-MGW et dans le réseau IP-----	94
Figure IV.14 : Scénario de libération d'appel Mobile vers Fixe dans le domaine CS de l'UMTS R4 -----	96
Figure IV.15 : Etablissement d'appel fixe vers Mobile dans le domaine CS de l'UMTS R4 -----	98

Liste des tableaux

Tableau IV.1 : Architecture de réseau UMTS R5 -----	89
---	----

TABLE DES MATIERES

Dédicaces	i-ii
Remerciements.....	iii
Liste des Abréviations.....	v
Liste des figures	ix
Liste des tableaux.....	x
CHAPITRE 0. INTRODUCTION GENERALE.....	1
0.1. Intérêt du sujet.....	2
0.2. Hypothèse de travail	2
0.3. Méthodologie du travail.....	2
0.4. Problèmes rencontrés	3
0.5. Articulation du sujet.....	3
I^{ère} Partie : GENERALITES SUR LES RESEAUX ET SERVICES NUMERIQUES.....	4
CHAPITRE I: TYPES DE RESEAUX.....	5
I.1. Réseau téléphonique public commuté (RTPC)	5
I.1.1. Structure générale du réseau RTPC.....	5
I.1.2 Réseau d'accès	6
I.1.3 Niveau central local	7
I.1.4 Niveau central interurbain	7
I.1.5 Signalisation	9
I.2 Réseau numérique à intégration de services (RNIS).....	10
I.2.1. Configuration RNIS de référence.....	11
I.2.2 Interfaces RNIS	13
I.2.2.1. Interface S_0	13
I.2.2.1.1. Configuration.....	13
I.2.2.1.2. Accès au canal D.....	14
I.2.2.1.3. Modes d'alimentation électrique.....	15
I.2.2.2 Interface S_{2M}	15
I.3 Réseaux intelligents.....	16
I.3.1 Concepts de réseaux intelligents et besoins	16
I.3.1.1 Généralités	16
I.3.1.2 Concept.....	16
I.3.1.3. Besoins.....	17
I.3.2 Rôle futur du RI.....	18
I.4 Réseau à commutation par paquets	20
I.4.1 Introduction	20
I.4.2. Structure de base X.25	20
I.4.3. Principes de la transmission par paquets.....	21

I.4.4 Couches X.25.....	22
I.5 Relais de trame	24
I.5.1 Introduction	24
I.5.2 Définition.....	24
I.5.3 Description générale.....	25
I.5.4 Applications.....	25
I.5.5 Format du relais de trame	25
I.5.6.1 Opération de la couche liaison de données avec relais de trame	26
I.5.6.1.1 Opération sur une liaison.....	26
I.5.6.2. Opération sur plusieurs liaisons.....	27
I.5.7. Largeur de bande à la demande.....	27
I.5.8 Rejet de trafic.....	28
I.5.9 Notification d'encombrement	28
I.6 Réseaux ATM	28
I.6.1. Eléments de réseau ATM.....	28
I.6.2 Fonctionnement d'un réseau ATM.....	30
I.6.3 Routage ATM.....	31
I.6.4 Emulation d'un réseau local.....	32
I.6.5. Exemples de réseaux ATM	33
I.7. Interfonctionnement.....	33
I.7.1 Généralités	33
I.7.2. Principes applicables à l'interfonctionnement faisant intervenir uniquement la capacité de transmission	34
I.7.2.1 Composition et décomposition des sous-réseaux.....	34
I.7.2.2 Principe d'interfonctionnement des sous- réseaux	34
I.7.3 Catégories d'interfonctionnement.....	34
I.7.3.1 Interfonctionnement par mappage d'appel	35
I.7.3.2 Interfonctionnement par point d'accès.....	35
I.7.4 Relation avec la gestion.....	35
I.7.5 Exemples d'interfonctionnement.....	35
I.7.5.1 Interfonctionnement RNIS-RNIS.....	35
I.7.5.2 Interfonctionnement RNIS-réseau en mode paquet	36
CHAPITRE II : TYPES DE NOUVEAUX SERVICES	37
II.1 Services RNIS-BE.....	37
II.2 Services à large bande	38
II.3 Services multimédias.....	39
II.4. Orientations futures	39
II.4.1. Introduction	39
II.4.2 Services de réseau intelligent.....	40
II.4.3 Exemples de services RI	40

II^{ème} PARTIE : STRATEGIE DE MIGRATION VERS NGN ET IMS.....	42
CHAPITRE III : TECHNOLOGIES NGN ET IMS.....	43
III.1. Next Generation Network.....	43
III.1.1. Introduction.....	43
III.1.2. Définition.....	43
III.1.3. Apport du NGN.....	45
III.1.4. Types de NGN.....	46
III.1.5. Avantages du NGN.....	47
III.1.6. Architecture NGN.....	47
III.1.6.1. Entités fonctionnelles du cœur de réseau NGN.....	49
III.1.6.1.1. Media Gateway (MG).....	49
III.1.6.1.2. Signaling Gateway (SG).....	49
III.1.6.1.3. Serveur d'appel ou Media Gateway Controller (MGC) ou Softswitch.....	49
III.1.6.2. Familles de protocoles d'un réseau NGN.....	50
III.1.6.2.1. Protocoles de contrôle d'appel.....	50
III.1.6.2.1.1. Protocole historique : H.323.....	50
III.1.6.2.1.2. Le protocole alternatif : SIP.....	51
III.1.6.2.2. Protocoles de commande de Media Gateway.....	51
III.1.6.2.2.1. Protocole historique : MGCP.....	51
III.1.6.2.2.2. Le protocole alternatif : MEGACO/H.248.....	52
III.1.6.2.3. Les protocoles de signalisation entre les serveurs de contrôle.....	52
III.1.7. NGN Téléphonie.....	53
III.1.7.1. Architecture NGN Téléphonie.....	53
III.1.7.2. Services dans le RTC vers les Services dans le NGN Téléphonie.....	54
III.2. IPMultimedia Subsystem (IMS).....	56
III.2.1. Architecture IMS.....	56
III.2.2. Structuration en couche de l'architecture IMS.....	57
III.2.3. Entités de Réseau IMS.....	59
III.2.3.1. Terminal IMS.....	59
III.2.3.2. Home Subscriber Server (HSS).....	59
III.2.3.3. Call State Control Function (CSCF).....	59
III.2.3.4. MGCF, IMS-MGW et T-SGW : Interfonctionnement avec le RTC....	61
III.2.3.4.1. IMS-MGW.....	62
III.2.3.4.2. MGCF.....	62
III.2.3.4.3. T-SGW.....	63
III.3. Services offerts par les NGN.....	64
III.3.1. Voix sur IP.....	64
III.3.2. Diffusion de contenus multimédia.....	65
III.3.3. Messagerie unifiée.....	65

III.3.4. Stockage de données	66
III.3.5. Messagerie instantanée	66
III.3.6. Services associés à la géolocalisation.....	66
CHAPITRE IV : APPLICATION DE LA MIGRATION TDM	
VERS NGN	68
IV.1. Stratégies de migration des réseaux actuels vers NGN	68
IV.1.1. Introduction	68
IV.1.2. Migration des réseaux fixes vers NGN	68
IV.1.2.1. Mise en place de solutions NGN au niveau de transit	70
IV.1.2.1.1. Définition	70
IV.1.2.1.2. Impacts sur l'architecture du réseau.....	70
IV.1.2.1.2.1. Exemple 1 : Migration du trafic téléphonique international sur IP	70
IV.1.2.1.2.2. Exemple 2 : Migration du trafic de transit au niveau national	71
IV.1.2.2. Mise en place de solutions NGN jusqu'au commutateur de classe 4..	72
IV.1.2.2.1. Définition	72
IV.1.2.2.2. Impacts sur l'architecture du réseau.....	73
IV.1.2.3. Mise en place de solutions NGN jusqu'à la classe 5	74
IV.1.2.3.1. Définition	74
IV.1.2.3.2. Impacts sur l'architecture du réseau.....	74
IV.1.2.3.3. Raccordement de l'abonné.....	76
IV.1.2.4. Mise en place de solutions tout IP en overlay.....	77
IV.1.2.4.1. Impacts sur l'architecture du réseau.....	77
IV.1.2.4.2. Les différentes phases de la stratégie de migration overlay	78
IV.1.3. Migration des réseaux mobiles vers l'IMS	80
IV.1.3.1 UMTS Release 99 : l'héritage du GSM/GPRS.....	80
IV.1.3.2. UMTS Releases R4/R5 : l'évolution vers le tout IP multimédia.....	81
IV.1.3.2.1. UMTS Release R4 : séparation des couches transport et contrôle ...	81
IV.1.3.2.1.1. MSC server.....	82
IV.1.3.2.1.2. CS-MGW	82
IV.1.3.2.1.3. GMSC server.....	82
IV.1.3.2.2. UMTS Release R5 : ajout du domaine IP multimédia.....	86
IV.1.3.3. Avantages du NGN pour les Mobiles.....	89
IV.1.3.4. Contrôle d'appel NGN Mobile	90
IV.1.3.4.1. Etablissement d'appel Mobile vers Fixe	90
IV.1.3.4.2. Libération d'appel Mobile vers Fixe	93
IV.1.3.4.3. Etablissement d'appel Fixe vers Mobile	95
IV.1.3.5. Influence de l'UMTS sur la stabilisation du concept NGN.....	98
CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS.....	99
Références bibliographiques	100

CHAPITRE 0. INTRODUCTION GENERALE

Un réseau peut être vu comme un ensemble de ressources mises en place pour offrir un ensemble de services. C'est l'évolution des services et des trafics qui en découlent qui a piloté, dans les dernières années, l'évolution technologique permettant d'augmenter la capacité et les fonctionnalités des ressources des réseaux. Ainsi, par exemple, le succès des services de l'Internet a engendré une explosion de trafic; ce qui a mené les opérateurs à utiliser de nouvelles technologies dans le cœur des réseaux telles que l'IP sur ATM, le P_OS, l'IP sur WDM et le MPLS.

Les évolutions récentes ont également été fortement influencées par la dérégulation. La concurrence a amené une baisse des prix de la plupart des services classiques, ce qui a réduit les revenus des opérateurs. Dès lors que la différenciation par les prix devient difficile, celle-ci ne peut se faire que par les services et leur qualité. L'offre des services innovants et l'amélioration de la qualité des services existants tels que la navigation du Web, requièrent souvent une évolution de la bande passante à l'accès. Ainsi, des technologies comme le xDSL, la BLR et les réseaux HFC, se sont développés.

Un point essentiel dans l'évolution de l'offre de services concerne la capacité à regrouper l'ensemble des services dont le client a besoin et de les lui offrir, si possible de manière convergente, à travers une interface unique. Cela pousse dans la direction de bâtir des réseaux multiservices avec convergence entre service. Dans cette situation, le terme « convergence » (des techniques et des services) est largement utilisé pour désigner la diffusion des services et des techniques. La convergence s'observe ainsi entre la télévision et les télécommunications, les réseaux fixes et les réseaux mobiles, les télécommunications et l'information, les ordinateurs et l'électronique grand public. De la convergence découle de la nécessité de disposer d'architectures, de réseaux, d'équipements et d'outils de gestion permettant de répondre aux besoins des consommateurs, en ce qui concerne les services proposés, et aux besoins techniques observés au niveau des réseaux pour ce qui est des interfaces entre les équipements, les réseaux et les services. La nouvelle architecture de réseaux : NGN (Next Generation Network) semblent bien adaptées pour la mise en place de la convergence voix/données.

0.1. Intérêt du sujet

Le développement rapide des télécommunications, depuis le stade de la technologie jusqu'à celui des marchés, amène dans son sillage des produits, des équipements, des systèmes, des réseaux et des services nouveaux qui interviennent dans la vie de tous les jours. Il serait plutôt ambitieux de prétendre que la présence de la technologie NGN couvre tous les aspects techniques et services et qu'elle réponde aux besoins de tous les protagonistes de ce secteur.

Le but de la technologie NGN est de faire un tour d'horizon de la technologie et des services qui constituent l'environnement des télécommunications en présentant les caractéristiques et les possibilités générales offertes par les divers réseaux, et les nouveaux services sur le marché; sans traiter des particularités qui relèvent de la normalisation. D'une manière générale, les technologies et les nouveaux services ainsi passés en revue sont conformes avec les recommandations de l'UIT.

0.2. Hypothèse de travail

En faisant l'étude de l'application de la migration TDM vers NGN, il est donc nécessaire de se poser les questions suivantes :

- Quel est le matériel intervenant dans l'établissement de la migration TDM vers NGN dans le réseau ?
- Les services offerts par la technologie NGN dans les réseaux d'accès sont-ils nécessaires ?
- Quelles sont les familles de protocoles d'un réseau NGN ?

Toutes ces questions trouveront des réponses au cours de cette étude.

0.3. Méthodologie du travail

Pour le recueil des données, nous avons consulté les ouvrages généraux et d'autres documents déjà existants en rapport avec les télécommunications et les réseaux informatiques. Nous avons ensuite enrichie les données recueillies par des informations tirées de différents sites.

Au cours de notre recherche, les données tirées de l'Internet et des documents privés de notre directeur de mémoire ainsi que les cours vus en classe nous ont été de grande importance.

0.4. Problèmes rencontrés

Au cours de notre travail, nous nous sommes heurtés à des problèmes pour trouver les documentations. Ces difficultés sont surtout liées au fait que la technologie NGN est une jeune technique qui n'est pas encore appliquée dans notre pays.

Pour ce faire, il est difficile d'évaluer sa performance et de prévoir son comportement dans un temps réel. Il y a beaucoup de recherches et articles publiés dans ce domaine mais l'accès à ces documents n'était pas si facile.

0.5. Articulation du sujet

Notre travail est organisé en deux grandes parties.

La première partie, constituée de deux chapitres parle des généralités sur les réseaux et services numériques :

- Le premier chapitre parle des types de réseaux ;
- Le second chapitre parle des types de nouveaux services.

La deuxième partie qui constitue le sujet même du présent travail parle des stratégies de migration vers NGN et IMS

Elle comporte deux chapitres :

- Le troisième chapitre décrit les technologies NGN et IMS ;
- Le quatrième chapitre parle de l'application de la migration TDM vers NGN.

**I^{ère} Partie : GENERALITES SUR LES RESEAUX ET SERVICES
NUMERIQUES**

CHAPITRE I : TYPES DE RESEAUX

I.1. Réseau téléphonique public commuté (RTPC)

Le réseau téléphonique public commuté (RTPC) est la base des télécommunications actuelles. Il offre aux abonnés un support de transport des signaux dans la gamme de fréquences de 300Hz à 3.4kHz dans laquelle les signaux sont codés au moyen d'une technique appelée MIC (modulation par impulsion et codage). Cette technique code des échantillons du signal, prélevés à intervalles réguliers, en un code numérique. Ce système de codage a été normalisé de telle sorte que la fréquence d'échantillonnage soit de 8 kHz et la valeur d'échantillonnage soit codée sur 8bits. Chaque conversation est ainsi transformée en un train de bits continu de 64kbit/s qui est multiplexé dans le réseau vers des porteuses à plus haut débit de données. Bien que l'élément de base de l'hierarchie numérique soit un bloc de 64Kbit/s, les normes ont divergé et il existe aujourd'hui des débits de données différents pour les signaux multiplexés.

I.1.1. Structure générale du réseau RTPC

En règle générale, le réseau RTPC est structuré conformément à la description donnée par la **figure I.1**:

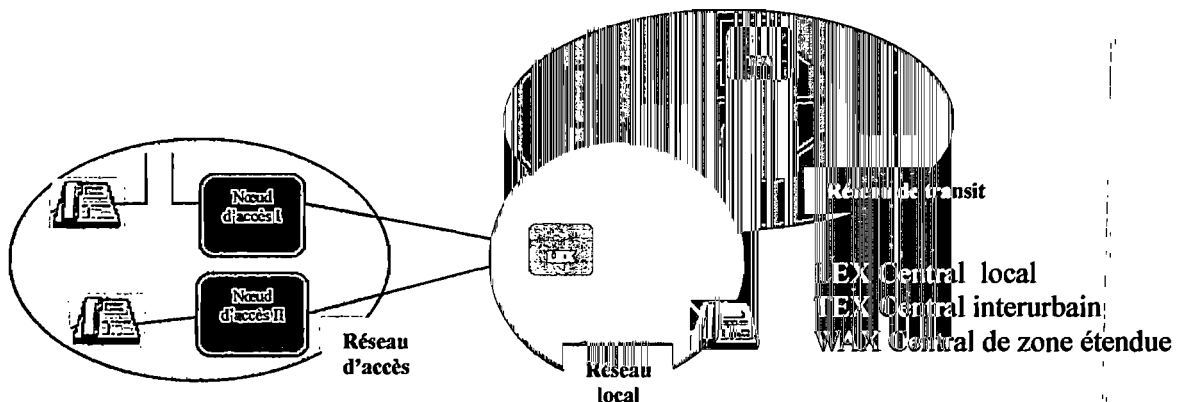


Figure I.1 Structure générale de réseau RTPC

Le réseau d'accès doit fournir la liaison de communication physique entre le point d'extrémité de la communication et le central local. Toutes les fonctions liées aux abonnés sont implantées dans le central local (LEX). Les commutateurs implantés au niveau du central interurbain (TEX) ont été ajoutés pour avoir la possibilité de structurer et d'optimiser le réseau en fonction des

mesures de trafic et du comportement des abonnés.

L'objectif principal d'un réseau de commutation est de réduire les coûts d'exploitation du réseau. Les principes généralement appliqués pour réduire les coûts d'exploitation sont les suivants:

- nombres réduit de systèmes de communication et de sites d'implantations de centraux ;
- élimination de petits faisceaux entre les centraux ;
- introduction d'une gestion centralisée des éléments de réseau.
- il devient possible d'installer ce type de réseau grâce à la mise en œuvre de: grands centraux numériques hôte combinés à des techniques de réseau d'accès évoluées fournissant un accès à distance à la ligne de l'abonné, et des techniques de transmission économiques.

I.1.2 Réseau d'accès

Différentes solutions existent pour relier des abonnés à un central local. Ils peuvent être connectés directement (via des câbles en cuivre) à un central local. Cette solution peut être envisagée si la distance entre le lieu d'implantation de l'abonné et le central est inférieure à 14km (valeur qui peut varier en fonctions des conditions physiques du câble).

Pour d'autres types d'accès ou de sites distants, des nœuds de réseau d'accès peuvent être installés. Ces nœuds de réseau d'accès concentrent généralement le trafic provenant des sites distants vers l'hôte sur des liaisons de transmission. Les nœuds de réseau d'accès peuvent être connectés aux hôtes par l'intermédiaire d'équipements d'extrémité de voies (alimentation des interfaces analogiques du commutateur par le nœud du réseau d'accès) ou par des interfaces de multiplexage propres au système.

Certains commutateurs et réseaux d'accès acceptent également des interfaces ETSI V5.1 et V5.2 indépendantes du système qui s'appuient sur des liaisons de transmission de 2Mbit/s.

Dans le réseau d'accès indépendant du système, une corrélation entre la gestion de la ligne d'abonné de l'hôte et le réseau d'accès doit être mise en œuvre.

Cette opération n'est nécessaire si le nœud d'accès est une composante distante de l'hôte.

Pour pouvoir prendre en charge différentes topologies de réseau ou différents supports d'accès physiques, des équipements de réseau sont disponibles pour des infrastructures radioélectriques, à câbles en cuivre, à câbles coaxiaux ou à fibres optiques.

I.1.3 Niveau central local

Un réseau local fondé sur les techniques actuelles dessert généralement de 80 000 à 120 000 lignes. Du fait des limites de capacité des systèmes de commutation numériques qui étaient proposés il y a quelques années une telle capacité exigeait au moins trois systèmes de commutations multiples combinés de types local/transit au niveau des centraux régionaux et/ou de centraux locaux complémentaires. Les centraux d'un réseau local peuvent être maillés si le volume de trafic le justifie.

Pour assurer l'exploitation de services RI largement déployés sur le réseau, la fonction SSP devrait être intégrée à tout central local.

Les fonctions de base d'un central local sont :

- la conversion des signaux analogiques en signaux numériques et vice versa ;
- l'alimentation des lignes d'accès;
- les mesures des lignes ;
- l'acheminement.

Les fonctions additionnelles d'un central sont :

- la fourniture de services (par exemple renvoi d'appel, avis de taxation) et autres.

I.1.4 Niveau central interurbain

Selon la taille du réseau, le niveau central interurbain peut être subdivisé en deux parties.

Le niveau hiérarchique le plus élevé du réseau étendu. Dans la zone étendue, chaque central est réservé à un réseau régional particulier. Ceci veut dire que le central de zone étendue rassemble le trafic interrégional (ou international)

provenant de son central régional et l'achemine vers le central de zone étendue de destination. Le central de zone étendue distribue le trafic de transit entrant destiné à son réseau régional aux centraux régionaux de destination appropriés. Le réseau étendu est un réseau de transit totalement maillé. L'acheminement dynamique non hiérarchique (ADNH, en anglais DNHR) peut être appliqué pour mettre en œuvre un réseau fédérateur résistant et de haute qualité.

Chaque central de zone étendue se compose de deux systèmes de commutation pour des raisons de sécurité et capacité.

Les centraux du réseau régional sont à double anneau c'est-à-dire qu'ils sont connectés aux deux systèmes de commutation de leur central de zone étendue.

Chaque réseau régional est dédié à un central de zone étendue.

Le trafic interrégional (ou international) provenant de et aboutissant à une région est rassemblé et distribué sur une topologie de réseau (partiellement) en étoile.

Le réseau régional transporte le trafic intrarégional. Dans ce but, les centraux régionaux de chaque région sont partiellement maillés en fonction du volume de trafic réel transitant entre centraux. En définitive, les réseaux régionaux peuvent appliquer le même mode d'acheminement de type DNHR que le réseau étendu. Ceci permet d'appliquer le même processus de planification de réseau à tous les sous-réseaux de transit.

Dans le cas de réseaux de petite taille et de taille moyenne, il est possible de supprimer le réseau régional. Dans ce cas, le réseau étendu est responsable de la mise en disposition des fonctions décrites pour le réseau régional.

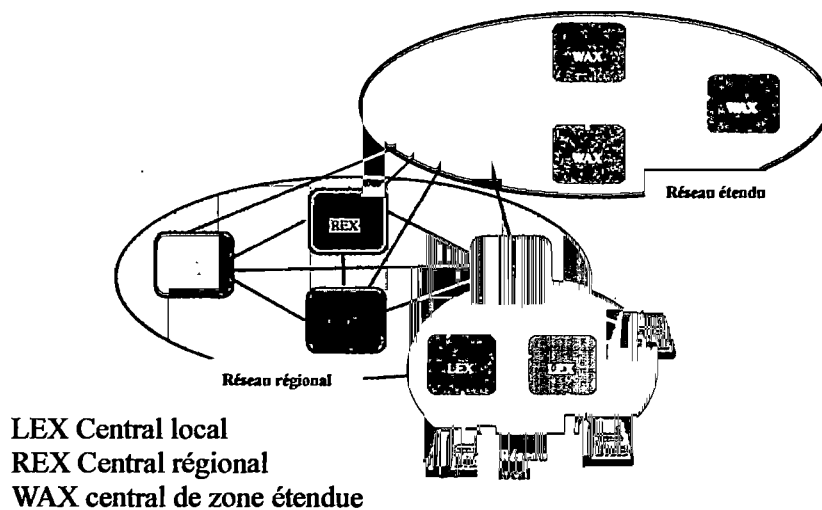


Figure I.2 Structure d'un réseau de transit

I.1.5 Signalisation

Pour la signalisation dans le réseau, le protocole SSCS7 (système de signalisation N° 7 par canal sémaphore) est utilisé.

Le réseau N° 7 doit prendre en compte les types de signalisation différents suivants:

- signalisation SSUT (sous-système utilisateur téléphonie) liaison par liaison liée aux circuits pour la commande d'appel; (a)
- signalisation de bout en bout pour des services non liés aux circuits (par exemple aboutissement d'appel vers un abonné occupé) entre centraux; (b)
- signalisation INAP de bout en bout de/vers des serveurs centraux; (c)
- signalisation de/vers d'autres centraux. (d)

Ces types de signalisation diffèrent en fonction de leurs caractéristiques de trafic (volume, source et destination, contraintes de temps de propagation) et de leurs conditions d'acheminement et gestion.

Le réseau N° 7 se compose globalement de deux niveaux.

Le trafic de signalisation SSUT liaison par liaison lié aux circuits intraréseaux (types a)) est traité par un réseau N° 7 fortement lié à la structure du réseau de commutation. Ceci veut dire que la signalisation peut être le plus souvent associée aux faisceaux entre centraux (mode associé). Uniquement dans le cas où les volumes de trafic de signalisation ne justifient pas une liaison directe (bien que le trafic utilisateur justifie un faisceau direct), le mode quasi associé (signalisation via un autre central) est appliqué. Le mode quasi associé est également appliqué à des trajets de recharge, trajets qui sont utilisés lorsque les liaisons associées sont encombrées ou défaillantes.

Le second niveau du réseau N° 7 est le réseau fédérateur qui se compose de nœuds N° 7 autonomes qui, dans la terminologie N°7, sont appelés points de transfert de signalisation (PTS) ou points sémaphores relais (SRP). Ces nœuds N° 7 traitent les types de trafic b),c), et d). Les points PTS/SRP représentent des commutateurs par paquets qui se limitent à acheminer les messages de signalisation sans y inclure des fonctions d'application.

I.2 Réseau numérique à intégration de services (RNIS)

Le terme RNIS (réseau numérique à intégration de services) désigne à la fois un ensemble de normes de transmission numérique et une infrastructure de réseau qui permet une transmission numérique sur des lignes téléphoniques existantes, comme celles fournies par les exploitants de services du réseau public. L'UIT-T donne la définition suivante du RNIS : réseau établi, à partir du réseau téléphonique, qui assure la connectivité numérique de bout en bout pour exploiter de nombreux services, téléphoniques et non téléphoniques, et auquel les usagers ont accès par l'intermédiaire d'un ensemble limité d'interfaces d'usager polyvalentes normalisées.

Deux types de réseaux RNIS ont été définis: le RNIS bande étroite (RNIS-BE, ou tout simplement RNIS) et le RNIS large bande (RNIS-LB) qui permet une transmission à haut débit en utilisant une technique ATM (mode de transfert asynchrone). Le RNIS-LB reste peu répandu dans la mesure où aucun service ATM natif n'a encore été élaboré et que les services ATM demeurent relativement coûteux.

La technique RNIS offre un accès normalisé à tous les services de réseau et permet aux signaux de types voix, données, télécopie, vidéo et graphique de partager la même ligne avec une qualité de fonctionnement sans erreurs associé à la technologie numérique. L'interface utilisateur/réseau est principalement du ressort de l'utilisateur final et peut être fournie sous la forme de débit de base ou débit primaire.

Une ligne d'accès RNIS conforme à l'interface à débit de base (BRI) se compose de trois canaux distincts: deux canaux qui transportent les données de manière transparente et un canal D qui transporte sur le réseau des informations de signalisation telles que les informations d'établissement d'appel, de commande et d'identification de l'appelant. Le canal D peut être utilisé pour transmettre des données d'utilisateur à commutation par paquets et accéder aux réseaux de données publics. Les lignes BRI sont généralement utilisées pour connecter des petits systèmes clés à des terminaux individuels (par exemple des ordinateurs personnels, des unités de vidéoconférence et télécopieurs). Une ligne BRI peut être désignée par l'appellation connexion 2B+D.

Une interface à débit primaire (PRI) utilise des lignes physiques à plus haut débit. Une ligne PRI se compose de 23 canaux B transparents (T-1), ou pour une ligne E-1, de 30 canaux et d'un canal D de 64 kbit/s. Une ligne PRI n'aboutit pas généralement à l'équipement de terminaison de l'utilisateur final mais sert plutôt de ligne de jonction entre un équipement de commutation installé chez le client (un autocommutateur privé) et une terminaison RNIS située dans le centre de commutation. Une connexion PRI est également désignée par l'appellation 23 B+D (aux Etats-Unis) ou connexion 30 B+D (en Europe).

1.2.1. Configuration RNIS de référence

Avant de décrire plus avant la configuration de référence du réseau d'accès RNIS, nous vous proposons une vue d'ensemble de l'architecture d'un réseau RNIS. Ces architectures ne diffèrent pas de la structure RTPC des réseaux de commutation numérique. Le central local (LEX) offre à l'utilisateur RNIS un accès RNIS au réseau via une interface utilisateur-réseau (UNI). Dans le réseau de transit, le central local (LEX) et le central de transit (TEX) offrent une interface réseau-réseau.

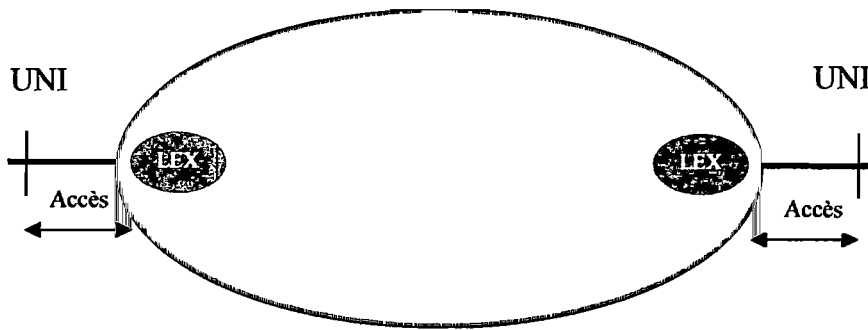
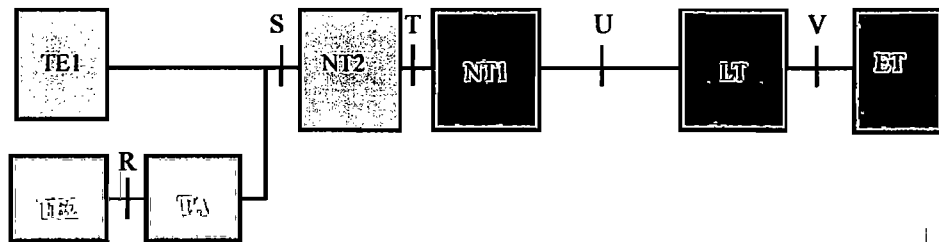


Figure I.3 Architecture de réseaux RNIS



R, S, T, U, V sont les points de référence

Figure I.4 Configuration RNIS de référence

Brève description de blocs fonctionnels:

La terminaison du commutateur (ET) met en œuvre des fonctions de commutation telles que la terminaison du canal de signalisation et le premier traitement des informations de signalisation.

La terminaison de la ligne (LT): la terminaison de la ligne (LT) termine la ligne de transmission du côté réseau. Elle comporte toutes les fonctions nécessaires aux fonctionnements de la ligne de transmission (codage de la ligne, distinction des sens de transmission, etc.).

La terminaison de réseau 1 (NT1): la terminaison de réseau 1 (NT1) effectue la transformation entre l'interface de transmission au point de référence U et l'interface normalisée S_0 ou S_{2M} du côté utilisateur. Elle termine la partie publique du réseau et offre, par conséquent, également des mécanismes de surveillance qui permettent d'assurer la maintenance de la ligne d'accès.

La terminaison de réseau 2 (NT2) : une mise en œuvre typique de la fonction NT2 est un autocommutateur privé RNIS. La fonction NT2 termine les informations de signalisation et les transferts vers le côté réseau utilisateur concerné. Pour un accès RNIS simple, la fonction NT2 n'est pas nécessaire. Dans ce cas, l'interface S_0 est directement fournie par la terminaison NT1 au point de référence T.

L'adaptateur de terminal TA exécute la fonction d'adaptation entre terminaux non RNIS (par exemple un téléphone analogique) et l'interface RNIS. Pour cette raison l'adaptateur TA doit terminer/traiter les informations de signalisation et assure le codage/décodage des signaux utilisateur.

L'équipement terminal TE1 de type 1 représente un terminal RNIS équipé de toutes les fonctions RNIS nécessaires.

L'équipement terminal TE2 de type 2 représente un terminal non RNIS qui peut être uniquement relié au réseau RNIS via un adaptateur de terminal.

I.2.2 Interfaces RNIS

Deux types différents d'accès RNIS ont été normalisés : un accès de base (BA) offrant à l'utilisateur deux canaux B et un canal D16 et un accès débit primaire (PRA) offrant 30 canaux B et un canal D64.

L'accès BA présente une interface normalisée S_0 et l'accès PRA une interface normalisée S_{2M} avec la terminaison de réseau vers l'utilisateur. Ces interfaces sont décrites globalement ci-après.

I.2.2.1. Interface S_0

I.2.2.1.1. Configuration

L'interface S_0 est proposée au point de référence T via la terminaison de réseau 1 (NT1). Elle se caractérise par un système à bus mis en œuvre par deux paires de fils de cuivre. La portée maximale d'un bus S_0 est de l'ordre de 100 à 200m en fonction du type de fils utilisés. Une ligne de connexion entre un terminal et le bus ne doit pas dépasser dix mètres;

Un maximum de huit terminaux RNIS (TE1) ou adaptateurs de terminaux RNIS (TA) peuvent être reliés au bus S_0 . Deux d'entre eux peuvent être utilisés en

parallèle, chacun d'eux accédant à l'un des canaux B. Les terminaux peuvent être des téléphones RNIS, des télécopieurs groupe 4 ou des terminaux de données, par exemple un PC équipé d'une carte d'adaptateur RNIS. Les terminaux peuvent également utiliser le service de transmission par paquets proposé via le canal D.

Une communication directe entre terminaux connectés au bus S_0 n'est pas possible. Une telle communication ne peut être établie que via le central public avec les conséquences qu'une communication implique (taxation, utilisation des deux canaux B)

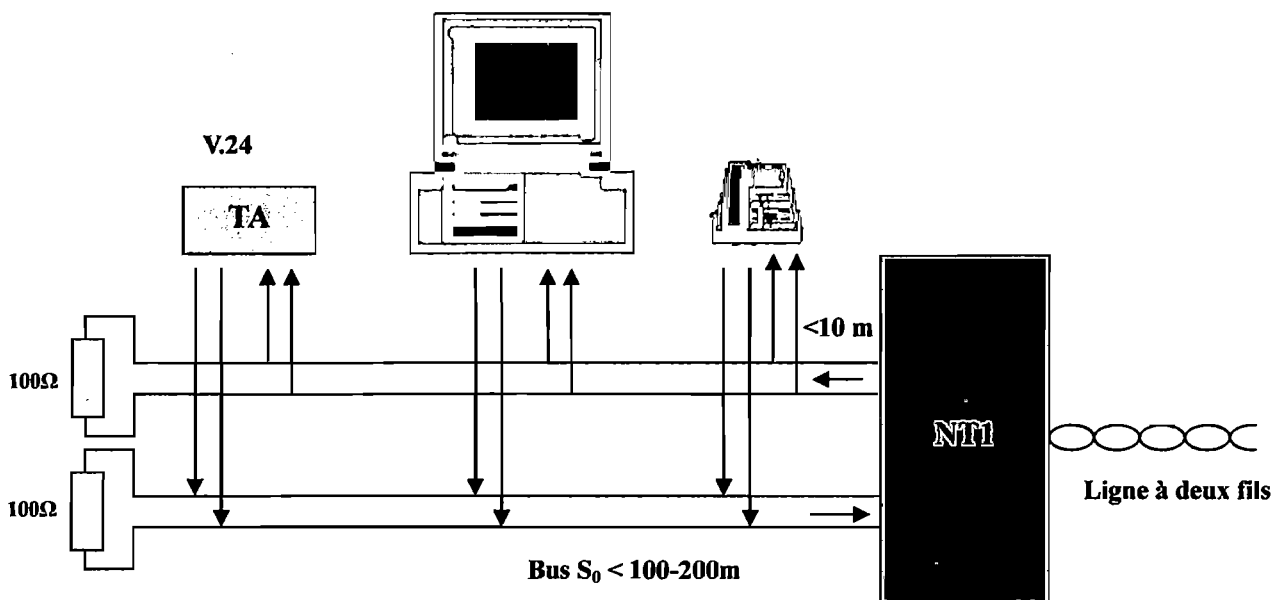


Figure I.5. Bus S_0

I.2.2.1.2. Accès au canal D

Pour garantir un accès aisé aux canaux B du bus S_0 , une procédure d'accès au canal D a été définie. Pour détecter des collisions dans le canal D, les bits D transmis dans le signal de trame S_0 sont projetés en miroir sur la terminaison NT1 et envoyés dans un bit E vers tous les terminaux. Si le bit D envoyé par un terminal est égal au bit E reçu, le terminal est autorisé à poursuivre. Dans le cas contraire, le terminal suspend la procédure d'accès et la reprend après un délai de temporisation.

I.2.2.1.3. Modes d'alimentation électrique

En conditions d'alimentation électrique normales, tous les terminaux téléphoniques sont alimentés via la terminaison NT1. Les équipements de données et les adaptateurs de terminaux possèdent normalement leur propre alimentation électrique. En cas de panne d'alimentation électrique, un terminal téléphonique, qui peut fonctionner en mode restreint, est alimenté à partir du central local via la terminaison NT1.

I.2.2.2 Interface S_{2M}

Interface S_{2M} est une interface point à point de 2Mbit/s. Elle est utilisée pour connecter des autocommutateurs privés RNIS ou des équipements de données (par exemple des routeurs) au réseau RNIS. Cette interface offre 30 canaux B pour le transport des informations utilisateur et un canal D à 64 kbit/s

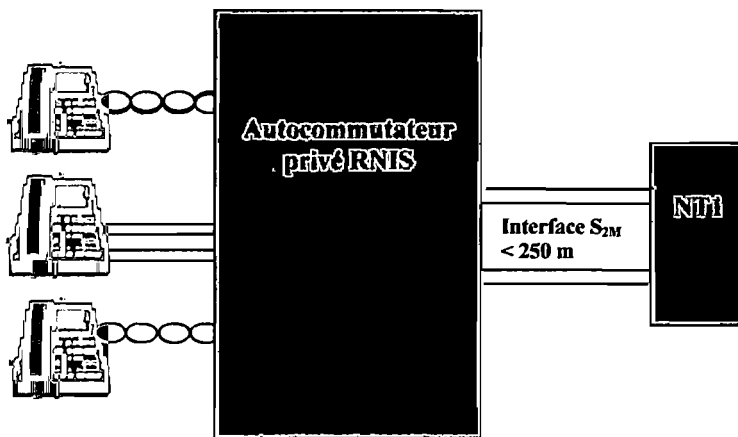


Figure I.6. Interface S_{2M}

Du fait des caractéristiques point à point de l'interface, aucun mécanisme d'accès au canal D n'est nécessaire. Il est possible de configurer les 30 canaux en canaux B en faisceaux en n'utilisant qu'une partie d'entre eux ou en les définissant en canaux entrants ou sortants uniquement.

I.3 Réseaux intelligents

I.3.1 Concepts de réseaux intelligents et besoins

I.3.1.1 Généralités

Les usagers du téléphone recherchent constamment des services de meilleure qualité et perfectionnés ainsi qu'une plus grande facilité d'utilisation et ce aussi bien dans les pays développés que dans les pays en développement. Ces tendances ont été renforcées par des demandes pour des services téléphoniques comparables à ceux qui existent dans d'autres pays. De nombreux pays introduisent maintenant des systèmes de réseau intelligent (RI) pour répondre, d'une manière rapide et économique, aux besoins des clients.

Entre-temps, les systèmes cellulaires et les systèmes numériques sans fils sont mis en lumière, dans les pays en développement, comme systèmes WLL (boucle locale hertzienne) pour la fourniture de services téléphoniques universels. Ces systèmes fonctionnent également sur des réseaux intelligents.

Les réseaux intelligents devraient en outre proposer des informations de trafic, de taxation, etc. par le traitement de renseignements administratifs collectés sur le réseau, par exemple la trame de temps, l'identification de l'abonné et son équipement, et le nombre d'appels.

Pour l'introduction de nouveaux services, l'extension des services téléphoniques de base, l'interconnexion de divers réseaux et le perfectionnement des fonctions d'exploitation, le RI devient un élément clé en matière d'architecture.

I.3.1.2 Concept

Les réseaux intelligents permettront de mettre en œuvre rapidement et aisément différents services évolués dans un environnement multifournisseurs tout en facilitant l'exploitation de ces services. L'architecture d'un réseau RI se compose fondamentalement d'une fonction de commande de service (SCF) et d'une fonction de commutation de service (SSF).

La fonction SCF peut être implantée sur un nœud centralisé du réseau

séparé d'un commutateur .Elle analyse une demande d'abonné et envoie les instructions appropriées à la fonction SSF. La fonction SSF est généralement implantée sur un commutateur. Elle traite effectivement l'appel en fonctions des instructions reçues de la fonction SCF.

Pour obtenir une mise en œuvre de service efficace au moyen d'une architecture RI il convient de s'assurer qu'il n'est pas nécessaire d'élaborer une fonction SCF ou une interface entre la fonction SCF et la fonction SSF lors de l'élaboration d'un service donné. Pour atteindre cette indépendance, la fonction SCF a été conçue de manière qu'un service puisse être créé simplement en combinant des composantes fonctionnelles indépendantes du service. Pour garantir que l'interface entre les fonctions SCF et SSF fonctionne pour tous les commutateurs du marché, elle a été conçue en s'appuyant sur un modèle de commutateur universel.

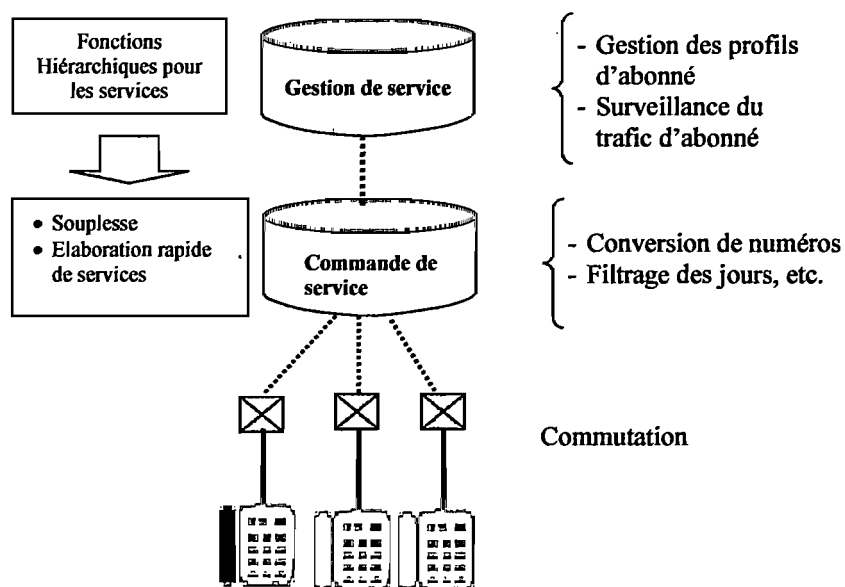


Figure I.7. Concept de réseau intelligent

I.3.1.3. Besoins

Les attentes des clients sont aujourd'hui bien plus diversifiées. Ils demandent des services de meilleure qualité, plus commodes et pour un coût plus faible. A terme, l'abonné souhaitera commander lui-même les services. Mais, en même temps, il souhaitera adresser des demandes au réseau qui conduiront celui-ci, en réponse, à modifier les caractéristiques de service.

Avantages de réseaux intelligents:

Du point de vue des abonnés, des exploitations et des fabricants, les avantages des réseaux intelligents sont les suivants:

- Point de vue de l'abonné

- L'abonné peut tirer profit de types de services ;
- L'abonné peut gérer lui-même les spécifications des services ;
- L'abonné peut obtenir des informations d'exploitation relatives aux services.

- Point de vue de l'exploitant

- l'exploitant peut offrir des différents types de services rapidement et à un faible coût ;
- L'exploitant peut gérer efficacement les services ;
- L'exploitant peut réduire les coûts d'achat des équipements en créant un environnement multifournisseur.

- Point de vue du fabricant

Le fabricant peut chercher à augmenter sa part de marché par la normalisation.

I.3.2 Rôle futur du RI

- Le RI œuvre de multiples réseaux: aujourd'hui déjà le domaine d'application du RI n'est plus limité au réseau RTPC fixe. Avec l'avènement des réseaux hertziens, le RI a progressivement pris en charge un large éventail de services mobiles et de services convergés fixe-mobile. Cette expansion se poursuivra avec des services de données et la convergence fixe-mobile-données. Dans ce cadre, la philosophie RI (modules logiciels et élément de réseau) sera réutilisée pour offrir des services similaires sur des réseaux à commutation de circuits et des réseaux de données par paquets.

Dans le cas de réseaux mobiles, la « suite de protocoles » RI d'ISUP et d'INAP a été complétée par d'autres protocoles tels que MAP, IS41 et Camel. L'extension vers le monde IP permettra au RI d'adopter d'autres nouveaux protocoles tels que RADIUS, H.323, SIP WAP, etc.

- Le RI est une boîte à outils destinés à l'élaboration de services sur tout réseau: indépendamment du réseau pour lequel les services sont élaborés, il existe un certain nombre de modules communs.

Les services offrant des fonctions de connexion (entre usagers et services), de gestion (de réseau et de services), de taxation et de facturation, d'accès aux terminaux, etc. Sont quelques exemples de modules RI couvrant de nombreux réseaux. Le RI doit être considéré comme une boîte à outils permettant de combiner et d'intégrer ces modules pour constituer des services utiles et générateurs de revenus.

- Le réseau intelligent représente un éventail en croissance constante de services orientés vers l'utilisateur: à l'heure actuelle, une large variété de services RI sont disponibles, générant quotidiennement des revenus pour les exploitants de réseaux et les fournisseurs de services. Avec l'avènement de l'internet, le champ de ces services et applications s'est étendu, et le RI suivra la même tendance.

Ainsi par exemple, dans un futur proche, de nouvelles plates-formes de RI seront capables de gérer de nouvelles applications et de fournir de nouveaux services à la fois aux réseaux (IP) et aux utilisateurs finals.

Parallèlement à la mise en œuvre de la convergence, il existe un certain nombre de secteurs d'activité dans lesquels de nouveaux services RI seront élaborés et proposés.

- Les services de convergence: Lorsque l'on combine « le meilleur de deux modes » il devient possible d'offrir des services novateurs exploitant à la fois les capacités des réseaux RTPC et Internet. Comme le RI est implanté au point le plus stratégique du réseau (à savoir qu'il relie la ligne qui relie l'abonné RTPC au fournisseur d'accès Internet), il occupe une place idéale pour offrir une large palette de services à valeur ajoutée, destinés à

l'ensemble des acteurs des usagers /abonnés internautes aux opérateurs de réseau en passant par les fournisseurs d'accès Internet et de services à valeur ajoutée/professionnels.

- Les services voix sur IP: Bien que l'usage actuel de la technique voix sur IP soit toujours favorisé par l'absence de réglementation en matière de téléphonie IP (la technique voix sur IP permet aux usagers d'établir un appel à grande distance pour le prix d'une communication locale), les spécialistes de l'analyse de marché s'accordent à dire que le marché de demain ne pourra prospérer que par la présence de services à valeur ajoutée destinés à l'utilisateur final.

I.4 Réseau à commutation par paquets

I.4.1 Introduction

La technologie de réseau à commutation par paquet a été utilisée pour une liaison de communication commutée unique pour permettre l'accès simultané à des bases de données par les utilisateurs multiples en toute sécurité et à faible coût. Le partage d'équipement de réseau avec d'autres utilisateurs réduit le nombre de lignes et de modems typiquement nécessaires pour connecter un public disséminé à des ressources d'information existantes.

I.4.2. Structure de base X.25

La spécification X.25 définit une interaction point à point entre un équipement de traitement de données (ETTD) et un équipement de terminaison de circuits de données (ETCD). Les ETTD (terminaux et hôtes des installations de l'utilisateur) se connectent aux ETCD (modems, commutateurs par paquets et autres points de connexion de données par paquets (PDN), généralement installés dans les locaux de l'exploitant), qui se connectent à des centraux à communication par paquets (PSE ou simples commutateurs) et à d'autres ETCD installés dans le PSE et, finalement, à un autre ETTD.

Un ETTD peut être un terminal qui ne met pas en œuvre la totalité des fonctions X.25. Un ETTD est relié à un ETCD par l'intermédiaire d'un dispositif de conversion appelé assembleur-désassembleur de paquets (PAD).

I.4.3. Principes de la transmission par paquets

La communication de bout en bout entre équipements ETTD est établie au moyen d'une liaison bidirectionnelle appelée circuit virtuel. Un circuit virtuel (CV) caractérise une liaison logique de bout en bout entre équipements ETTD.

La technique de circuit virtuel commuté permet de multiplexer plusieurs communications simultanées sur la même liaison d'accès physique entre l'abonné et le réseau.

Chacun des circuits est identifié par le numéro de liaison logique au moment où la communication est établie.

Les circuits virtuels permettent d'établir une communication entre des éléments de réseau distincts par un nombre quelconque de nœuds intermédiaires sans qu'il soit nécessaire de réserver des portions du support physique comme c'est le cas pour des circuits physiques. Les circuits virtuels peuvent être permanents ou commutés (temporaires). Les circuits virtuels permanents sont couramment désignés par l'abréviation PVC. Les circuits virtuels commutés sont couramment désignés par l'abréviation CVC. Les PVC sont généralement utilisés pour le transfert de données les plus fréquentes, alors que les CVC sont utilisés pour des transferts de données sporadiques.

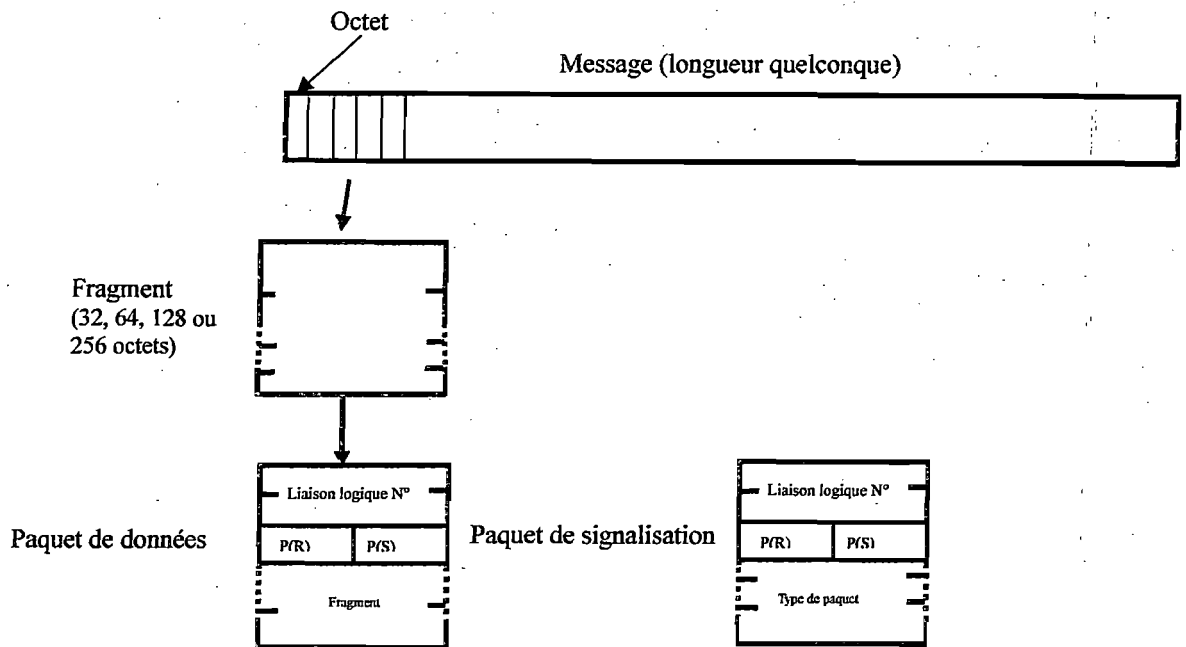


Figure I.8. Constitution d'un paquet

Les données sont transmises en blocs appelés paquets (de 32 à 256 octets). Chaque paquet de données est précédé d'un en-tête (de 3 octets) contenant les informations de service utilisées notamment pour acheminer le paquet par le réseau. Après réception, les paquets sont extraits de leur enveloppe et réassemblés de façon à reconstituer le train de données d'origine.

I.4.4 Couches X.25

La spécification X.25 correspond aux couches 1 à 3 du modèle de référence OSI. La couche 3 de X.25 décrit les formats de paquets et les procédures d'échanges de paquets entre entités homologues de la couche 3. La couche 2 de X.25 est mise en œuvre par la procédure d'accès à la connexion en mode symétrique (LAPB). La procédure LAPB définit le verrouillage de trame des paquets pour la liaison ETTD/ETCD. La couche 1 de X.25 définit les procédures mécaniques et électriques d'activation du support physique reliant les équipements ETTD et ETCD.

Une trame X.25 comprend une série de champs. Les champs de la couche 3 de X.25 constituent un paquet X.25 qui comprend un en-tête et des données utilisateur. Les champs de la couche 2 de X.25 (LAPB) comprennent des champs de commande de trame et d'adressage, le paquet imbriqué de couche 3 et une séquence de contrôle de trame (FCS).

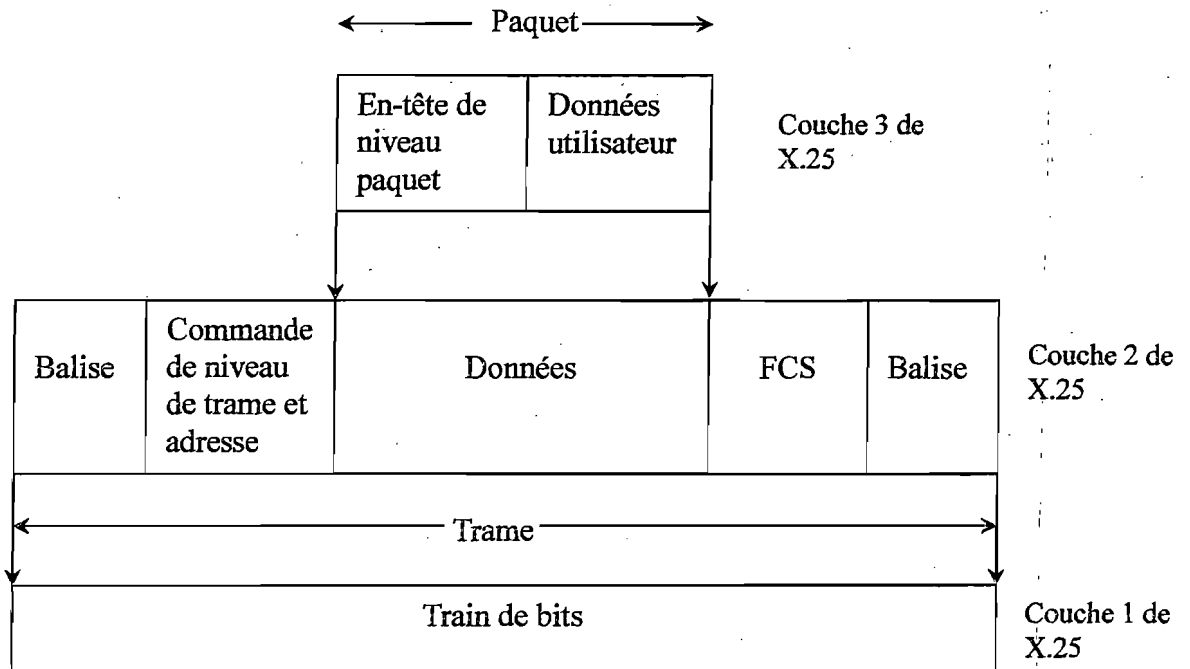


Figure I.8.1). Trame X 25

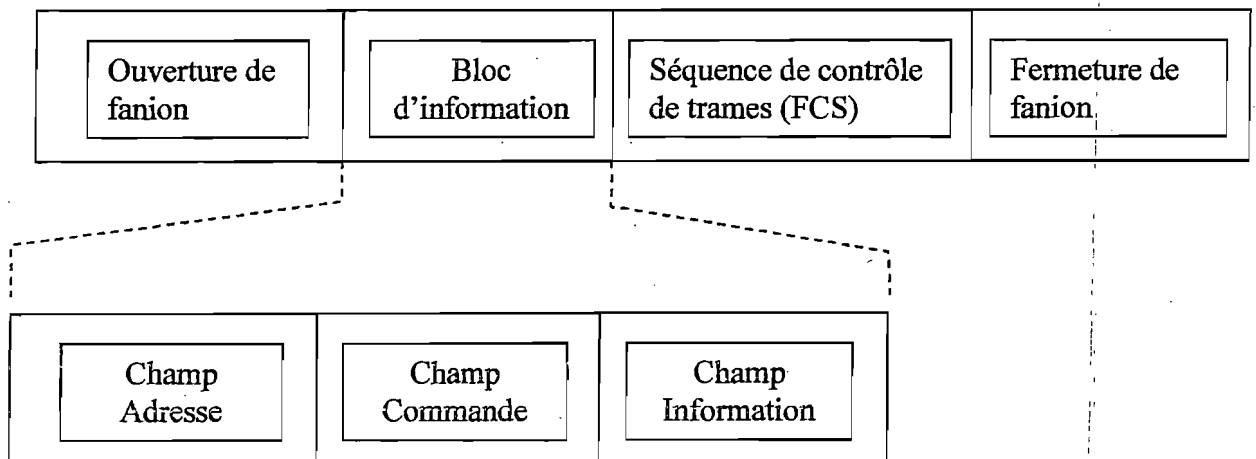


Figure I.9 Structure d'une trame

I.5 Relais de trame

I.5.1 Introduction

La technologie de réseau de relais de trame a été conçue pour prendre en charge des utilisateurs qui ont besoin d'une bande passante plus importante pour l'interfonctionnement de réseaux locaux. Elle est également conçue pour prendre en charge des utilisateurs qui ont besoin de réduire le temps de propagation de leur transmission. Cette technologie porte le nom de relais de trame parce que la plupart des opérations s'effectuent au niveau de la couche de trame (couche 2) du modèle OSI (interconnexion des systèmes ouverts). La base du relais de trame est le protocole HDLC (commande de liaison de données à haut niveau) et des protocoles dérivés de HDLC tels que LAPD (procédure d'accès à la liaison sur le canal D) et V.120.

Le protocole de relais de trame accepte deux types de circuits:

- les circuits virtuels commutés (SCV);
- les circuits virtuels permanents (PVC).

Les circuits SVC sont analogues aux connexions X.25 et sont définis dans les normes relatives au relais de trame.

Les circuits PVC sont des connexions logiques qui existent sur un circuit physique établi entre deux points de connexion d'un nœud. Chaque circuit PVC possède son propre identificateur appelé DLCI (identificateur de connexion de liaison de données).

I.5.2 Définition

Le service de relais de trame assure le transfert bidirectionnel d'unités de données de services (SDU) d'un point de référence S ou T vers un autre préservant l'ordre chronologique. Les unités SDU sont acheminées par le réseau par les unités de données de protocole (PDU) de la couche 2 appropriées sur la base d'une étiquette attachée, d'un identificateur logique avec un domaine de validité local.

La structure de l'interface du réseau utilisateur au point de référence S ou T permet l'établissement de plusieurs appels virtuels et/ou circuits virtuels permanents vers de nombreuses destinations. Ce service est généralement disponible sur les configurations d'accès RNIS suivantes: point à multipoint (bus passif) et point à point (NT2).

I.5.3 Description générale

Le service de relais de trame possède les caractéristiques suivantes:

- toutes les procédures du plan de commande sont exécutées si nécessaire, d'une manière logiquement séparée en utilisant des procédures de protocole intégrées dans tous les services de télécommunication du RNIS.
- Les fonctions centrales de la couche 2 permettent le multiplexage statistique des flux d'informations d'utilisateurs immédiatement au-dessus des fonctions de la couche 1. Ce service support assure le transfert bidirectionnel d'unités de données de service (trames) d'un point de référence S ou T vers un autre sans en modifier l'ordre.

I.5.4 Applications

Le service de relais de trame décrit dans le présent document vise à prendre en charge un large éventail d'application de données et de débits, d'un débit très faible à un débit élevé (typiquement de 2 Mbit/s). Une application typique du relais de trame peut être l'interconnexion de réseaux locaux (LAN).

I.5.5 Format du relais de trame

On trouve également des formats d'adresse à trois ou quatre octets. Le relais de trame utilisé par les services de relais de trame est une variante de la structure de verrouillage de trame RNIS LAP-D (procédures d'accès à la liaison sur le canal D). Le relais de trame utilise les fanions d'ouverture et de fermeture, le champ FCS (séquence de contrôle de trame) et le champ information.

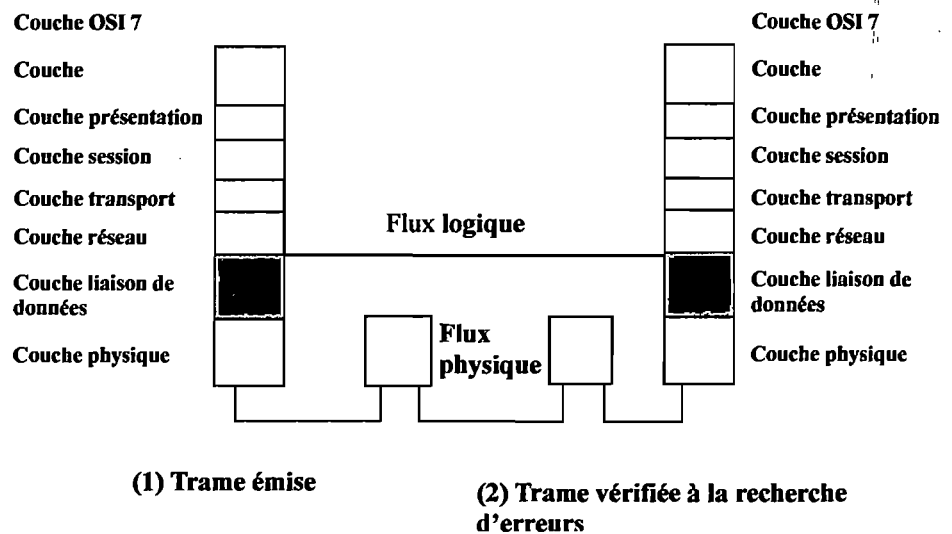


Figure I.11. Approche relais de trame

I.5.6.2. Opération sur plusieurs liaisons

Cette opération s'effectue nœud par nœud, chaque nœud devant effectuer le contrôle FCS. Il a également la possibilité de gérer les encombrements par le recours aux bits de notification d'encombrement du service de relais de trame. Il en est en outre la possibilité de rejeter de trafic pour des raisons d'encombrement ou un mauvais contrôle FCS, en fait pour toute raison jugée opportune par le réseau. Il en est bien entendu qu'en rejetant des trames utilisateur, le réseau prend le risque de ne pas répondre aux exigences de qualité de service (QS) de l'utilisateur.

I.5.7. Largeur de bande à la demande

Un réseau de relais de trame permet à un utilisateur de disposer de différents niveaux de capacité de transmission de manière dynamique (à condition que ce concept soit mis en œuvre par le réseau). Ce concept s'appelle «largeur de bande à la demande». L'utilisateur reçoit une ligne d'accès au réseau à relais de trame. Il peut envoyer du trafic sur ce réseau au débit d'accès mais il n'est facturé que pour la partie de la ligne utilisée pendant un temps donné.

I.5.8 Rejet de trafic

Le réseau de trafic à relais de trame est autorisé à rejeter du trafic utilisateur si ce dernier ne respecte pas les termes de son contrat avec le réseau en envoyant un volume de trafic excessif. L'utilisateur a également la possibilité d'étiqueter son trafic et ainsi de permettre au réseau de le rejeter de manière sélective en cas d'encombrement.

I.5.9 Notification d'encombrement

Le réseau peut signaler aux utilisateurs qu'il subit des problèmes d'encombrement et/ ou qu'un utilisateur provoque un trafic excessif sur le réseau. Ce moyen de notification peut être utilisé par le terminal utilisateur pour réduire son débit vers le réseau.

I.6 Réseaux ATM

L'intégration du traitement des télécommunications et de l'information ainsi que les progrès récents réalisés dans le domaine de la présentation audio et vidéo sur des postes de travail informatiques ouvrent de nouveaux horizons pour des opérations de marketing et de distribution. Des documents d'informations multimédias relatifs à des produits composés d'images fixes et animées, des séquences audio de tableau et de texte peuvent aider de clients à obtenir des renseignements sur des services. Outre la présentation des produits, les techniques multimédias sur réseau offrent des possibilités nouvelles d'organisation de petites vidéoconférences sans avoir à perdre en compte le facteur de distance. Des réseaux à large bande très performants sont nécessaires pour offrir une connexion de haute qualité.

I.6.1. Eléments de réseau ATM

La terminaison de réseau à large bande 1(B-NT1) exécute principalement des fonctions de couches inférieures telles que:

- terminaison de ligne;
- traitement de l'interface;
- fonctions de maintenance.

La terminaison de réseau à large bande 2 (B-NT2) exécute des fonctions suivantes:

- fonctions d'adaptation pour différents supports et différents protocoles en plus du cadrage des cellules;
- mise en tampon de cellules ATM;
- multiplexage /démultiplexage;
- traitement du protocole de signalisation;
- attribution des ressources et commande du paramètre d'utilisation;
- traitement de l'interface;
- commutations des connexions internes.

L'équipement de terminaison à large bande 1 (B-TE1) relie les terminaux des utilisateurs et traite la terminaison de tous les protocoles de bout en bout.

Ces unités sont séparées par une interface de nœud de réseau (NNI) et une interface utilisateur-réseau (UNI).

Le terme interface désigne la limite partagée entre deux entités au moyen de laquelle elles communiquent.

- L'interface utilisateur-réseau (UNI)- elle relie des systèmes d'extrémité ATM (par exemple des hôtes ou des routeurs) à un commutateur ATM. Un en-tête de cellule sur l'interface UNI contient un champ de commande de flux générique (GFC) qui permet de commander le flux de trafic au départ de l'équipement utilisateur.
- L'interface de réseau (NNI)- elle peut être définie comme étant une interface reliant deux commutateurs ATM. Il s'agit de toute liaison physique ou logique par laquelle deux commutateurs ATM échangent le protocole NNI. Les cellules de l'interface NNI(également connue sous la désignation d'interface réseau-réseau) ne possèdent pas de champ GFC.

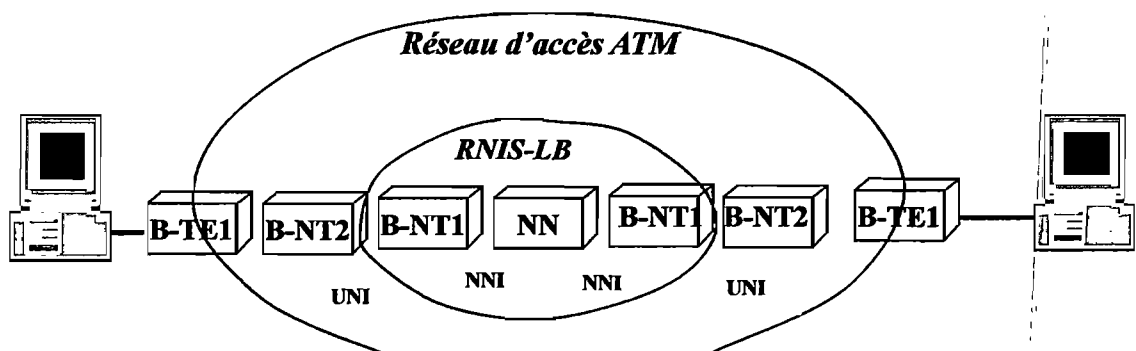


Figure I.12 Configuration de référence RNIS-LB

I.6.2 Fonctionnement d'un réseau ATM

Le fonctionnement de base d'un commutateur ATM est assez simple: il reçoit des cellules par une liaison grâce à un VCI ou un VPI connu, il vérifie la valeur de la connexion dans un tableau de conversion local pour déterminer le(s) point sortant(s) de la connexion et de nouvelle valeur VPI/VCI de la connexion sur cette liaison et, enfin, il transmet la cellule sur cette liaison sortante.

Pour accepter différentes séquences de trafics transmis par des réseaux locaux qui s'appuient sur l'existence d'une capacité de multidiffusion/radiodiffusion de bas niveau, le réseau ATM doit disposer d'une forme de capacité multidiffusion. Trois méthodes ont été proposées pour résoudre cette question:

- Multidiffusion sur conduit virtuel : mécanisme par lequel un conduit virtuel multipoint à multipoint relie tous les nœuds d'un groupe de télédiffusion et dans lequel chaque nœud reçoit une valeur VCI unique dans le conduit virtuel ; un protocole capable d'attribuer des valeurs VCI de manière unique à tous les nœuds serait probablement très complexe (n'existe pas à l'heure actuelle) ;
- Serveur de multidiffusion : dans ce mécanisme, illustré à la figure I.13 tous les nœuds souhaitaient transmettre des données vers un groupe à multidiffusion établissent une connexion point à point avec un dispositif externe appelé serveur multidiffusion. Ce serveur est connecté à tous nœuds souhaitant recevoir des paquets multidiffusés par une interconnexion point à multipoint. Ce mécanisme est assez complexe: le serveur de multidiffusion reçoit des paquets au travers de la connexion point à point puis les transmet au travers des connexions point à multipoint après s'être assuré que les paquets ont été mis en série ;
- Connexions point à multipoint superposées : dans ce mécanisme, tous les nœuds multidiffusion établissent une connexion point à multipoint avec chacun des autres nœuds du groupe, permettant ainsi à tous les autres nœuds de recevoir de tous ces nœuds.

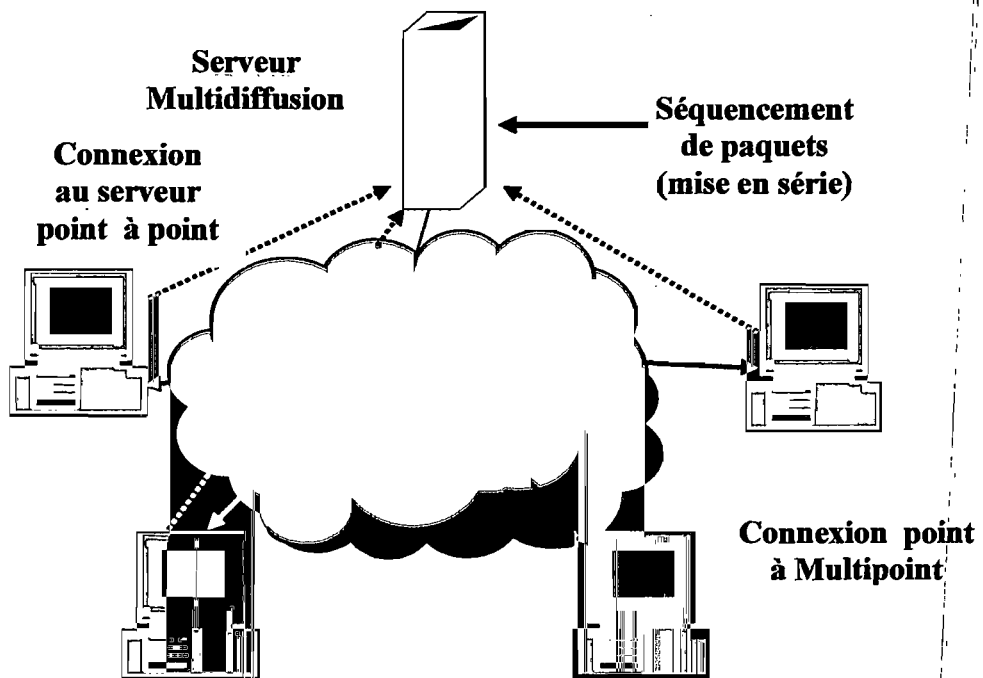


Figure I.13. Fonctionnement d'un serveur multidiffusion

I.6.3 Routage ATM

ATM est essentiellement orienté connexion. Par conséquent les demandes de connexions doivent être acheminées à partir du nœud requérant vers le réseau jusqu'au nœud de destination. Les paquets sont acheminés de la même manière dans un réseau à commutation par paquet. Les protocoles NNI ont la même fonction de routage dans les réseaux d'acheminement actuels.

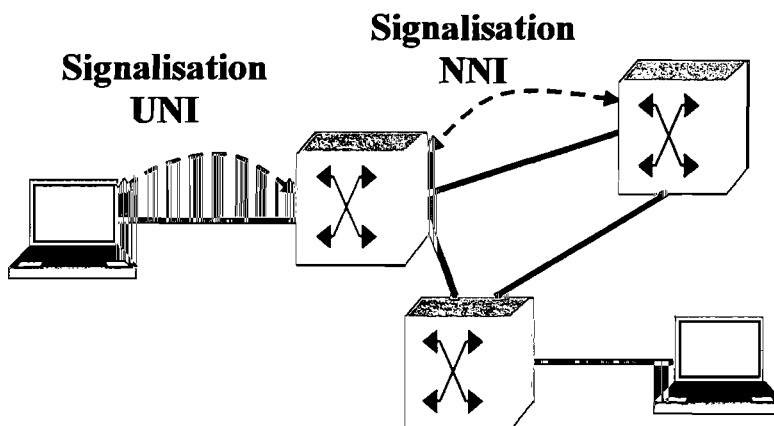


Figure I.14. Signalisation UNI et NNI

Les protocoles NNI comprennent deux composantes:

- Le protocole de signalisation NNI: utilisé pour transmettre des demandes de connexion ATM à l'intérieur des réseaux entre la source et la destination UNI. Les demandes de signalisation UNI sont convertis en signalisation NNI dans le commutateur source (nœud d'entrée) et reconvertis en signalisation UNI dans le commutateur de destination (nœud de sortie) ;
- Le protocole d'acheminement par le circuit virtuel: utilisé pour acheminer des demandes de signalisation par le réseau. Il concerne le trajet sur lequel la connexion ATM est établie et le long duquel les données seront acheminées.

Le protocole NNI est bien plus complexe que tout protocole d'acheminement existant pour deux raisons:

- il doit permettre une meilleure échelonnabilité que celles des réseaux d'acheminement existants;
- il doit être capable d'assurer un niveau de qualité de service (QS) élevé.

I.6.4 Emulation d'un réseau local

L'un des facteurs clés du succès de la technologie ATM réside dans la capacité de mettre en œuvre l'interfonctionnement entre ces technologies et la technologie ATM. La clé de cette connectivité réside dans le recours aux mêmes protocoles de couche de réseau (par exemple IP) sur les réseaux existants et sur le réseau ATM.

Il existe toutefois deux méthodes fondamentales différentes d'exécuter des protocoles de couche de réseau sur un réseau ATM :

- exploitation en mode natif, des mécanismes de résolution d'adresse sont utilisés pour mettre directement en correspondance des adresses de couche de réseau avec des adresses ATM, les paquets de la couche réseau étant ensuite acheminés par le réseau ATM,
- transport de paquets de couche réseau sur un réseau ATM est connue sous le nom d'émulation de réseau local (LANE).

Le protocole LANE définit une interface de service pour les protocoles de couche supérieure (c'est-à-dire de la couche réseau) qui est identique à celle de réseaux locaux existants. Les données envoyées sur le réseau ATM sont encapsulées dans le format de paquets approprié.

Les protocoles LANE font en sorte qu'un réseau ATM ressemble à et se comporte comme un réseau local de type Ethernet ou Token Ring, bien qu'il fonctionne nettement plus rapidement qu'un réseau réel de ce type.

I.6.5. Exemples de réseaux ATM

Les signaux ATM sont générés dans les terminaux ATM des équipements des locaux d'abonnés et sont reliés à des multiplexeurs de service ATM ou des équipements d'accès à des réseaux locaux. Les multiplexeurs de service ATM permettent la connexion de diverses interfaces de service sur une seule interface ATM. Des équipements d'accès à des réseaux locaux sont utilisés pour relier des systèmes anciens existants, par exemple des systèmes Ethernet ou Token Ring, à une seule interface ATM. Le réseau Internet peut être connecté au moyen d'un routeur de réseau virtuel.

I.7. Interfonctionnement

I.7.1 Généralités

Les services de transmission de données et les fonctionnalités offertes aux usagers peuvent être assurés par des réseaux publics de différents types, par exemple, des réseaux de données à commutation par paquets (RDCP) et des réseaux numériques à intégration de services (RNIS). Il peut donc y avoir une demande d'interconnexion de ces réseaux afin de permettre à un ETTD d'un réseau de communiquer avec un ETTD du même réseau ou avec un ETTD d'un autre réseau du même type, ou avec un ETTD d'un réseau d'un autre type.

I.7.2. Principes applicables à l'interfonctionnement faisant intervenir uniquement la capacité de transmission

Les différentes catégories d'interfonctionnement peuvent faire intervenir divers niveaux de fonctions:

- dans certains cas, seules les fonctions liées au transfert en transparence de l'information entre deux ETTD par l'intermédiaire du ou des réseaux (capacité de transmission) s'appliquent ;
- dans d'autres cas, des fonctions additionnelles basées sur celles qui sont liées au transfert en transparence de l'information (capacité de communication) sont également incluses.

I.7.2.1 Composition et décomposition des sous-réseaux

Les concepts de sous- réseaux, et de différents types de sous-réseaux, en particulier, ont pour but de permettre la mise au point d'un cadre approprié à l'étude de l'interfonctionnement de réseaux.

I.7.2.2 Principe d'interfonctionnement des sous- réseaux

L'interfonctionnement entre des sous-réseaux doit reposer sur les éléments fonctionnels des sous-réseaux considérés. Il n'est pas nécessaire d'envisager qu'un système intermédiaire intervienne dans une connexion de réseau donné. Chaque réseau doit être considéré globalement, en association avec les fonctions d'interfonctionnements appropriés quand cela est nécessaire. Pour l'interfonctionnement de deux réseaux, les éléments d'équipement de réseau sont représentés comme des sous-réseaux interconnectés.

I.7.3 Catégories d'interfonctionnement

Deux catégories d'interfonctionnement entre deux sous-réseaux sont considérées:

- interfonctionnement par mappage de commande d'appel;
- interfonctionnement par point d'accès.

I.7.3.1 Interfonctionnement par mappage d'appel

On peut citer comme par exemples possibles de type d'interfonctionnement, l'interfonctionnement des RPDCC utilisant X.71, l'interfonctionnement d'un RPDCP et du réseau RNIS utilisant X.75 et l'interfonctionnement d'un RPDCC et d'un RPDCP dans le cas où les informations de commande d'appel du RPDCC sont mises en correspondance avec le RPDCP.

I.7.3.2 Interfonctionnement par point d'accès

On peut citer comme exemple possibles de type d'interfonctionnement d'un RTPC et d'un RPDCP dans lequel une connexion (commuté ou spéciale à commutation instantanée) est d'abord établie à travers le RTPC jusqu'au point d'accès du RPDCP, les procédures d'établissement d'une connexion à travers le RPDCP étant ensuite exécutées sur cette connexion.

I.7.4 Relation avec la gestion

Le réseau peut être décomposé en deux entités logiques ou plus:

- entités échangeant des informations entre usagers et, dans certains cas, des informations de commande des communications d'usager;
- entités distinctes assurant l'échange d'informations relatives à la gestion.

I.7.5 Exemples d'interfonctionnement

I.7.5.1 Interfonctionnement RNIS-RNIS

L'interfonctionnement entre réseaux nécessite de relier ces réseaux de manière physique et logique de façon à mettre en œuvre une communication de bout en bout. L'interconnexion de réseaux de commutation RNIS exige l'installation de centraux dotés de fonctions d'interfonctionnement spécifiques. Les opérateurs de réseau mettent en œuvre ce type de fonctions sur des centraux sélectionnés, communément appelés centres tête de ligne.

I.7.5.2 Interfonctionnement RNIS-réseau en mode paquet

L'interfonctionnement entre les réseaux RNIS et RPDCP (Réseau public pour données à commutation par paquets) est un moyen de « prise en charge d'équipements terminaux en mode paquet par un réseau RNIS ».

CHAPITRE II : TYPES DE NOUVEAUX SERVICES

II .1 Services RNIS-BE

Les services sont généralement définis par les capacités de communication mises à la disposition des usagers et des fournisseurs de services de télécommunications en se fondant sur un ensemble de capacité de réseaux définies par des protocoles et des fonctions normalisées.

Un service de télécommunication se compose, du point de vue statique, des attributs suivants :

- attributs techniques, tels qu'ils sont vus de l'utilisateur, et
- autres attributs liés à la fourniture du service, tels que les attributs opérationnels et commerciaux.

La mise en œuvre des attributs techniques d'un service de télécommunication exige la combinaison des possibilités du réseau, du terminal et d'autres systèmes fournissant le service.

Les moyens requis pour assurer pleinement un service de télécommunication sont les suivants:

- possibilités du réseau;
- possibilités du terminal, le cas échéant;
- caractéristiques commerciales et d'exploitation associées à la fourniture du service (c'est-à-dire aspects concernant la vente ou la commercialisation). Les services de télécommunication peuvent être divisés en deux grandes familles à savoir les services support et les téléservices.

▪ Services support

Les services support fournissent des capacités uniquement pour la transmission de signaux entre les interfaces réseau-utilisateur. Les services support comprennent notamment les services support en mode de circuit, les services support en mode paquet et les services support en mode trame.

▪ Téléservices

Les téléservices offrent les capacités complètes y compris des fonctions

d'équipements terminaux, pour la communication entre utilisateurs. Les téléservices comprennent notamment des services de téléphonie, des services de téléphonie à 7kHz et des services de télécopie Groupe 4.

- **Services supplémentaires**

Les services supplémentaires modifient ou complètent un service de télécommunication de base c'est-à-dire un service support ou un téléservice. Ces services comprennent notamment l'identification de numéro, le renvoi d'appel, la communication conférence et l'avis de taxation.

II.2 Services à large bande

Les services sont classés du point de vue du réseau et non du point de vue de l'utilisateur en deux catégories de services principales: les services interactifs et les services de distribution.

- **Services interactifs**

Services conversationnels: Ces services permettent, en général, d'établir une communication bidirectionnelle avec transfert de l'information en temps réel (sans enregistrement et retransmission) de bout en bout entre usagers ou entre usager et serveur (par exemple, pour le traitement des données). Le flux de l'information d'utilisateur peut être bidirectionnel, symétrique ou asymétrique, et dans certains cas particuliers (par exemple, vidéosurveillance) unidirectionnel. L'information est générée par un ou plusieurs usagers expéditeurs et destinés à un ou plusieurs destinataires de communication au lieu de la réception.

Service de la messagerie : Les services de la messagerie assurent des communications utilisateur-utilisateur entre utilisateurs individuels par l'intermédiaire de dispositifs de stockage offrant des fonctions d'enregistrement et retransmission, de boîte aux lettres et (ou) de traitement des messages (par exemple, édition, traitement, et conversation de l'information).

Services de consultation: L'utilisateur de services de consultation peut extraire une information destinée au public. Cette information sera envoyée à l'utilisateur à sa demande seulement et pourra être extraite de façon individuelle. De plus, il incombe à l'utilisateur de choisir l'heure de commencement de la séquence d'informations.

▪ Services de distribution

Services de distribution sans commande de présentation par l'utilisateur: Ces services comprennent les services de diffusion.

Ils fournissent un flux continu d'information diffusé par une source centrale à un nombre illimité de récepteurs autorisés connectés au réseau. L'utilisateur peut accéder à ce flux d'information sans pouvoir déterminer à quel moment commencera la diffusion d'une chaîne d'information. Il ne peut pas commander le déclenchement et l'ordre de présentation de l'information diffusée. Selon le moment où il accède au service, il reçoit l'information depuis le début ou en cours d'émission.

II.3 Services multimédias

Au vu des progrès rapides réalisés dans les domaines de la compression voix/vidéo et des technologies de l'information, il est devenu évident que la communication multimédia pouvait être avantageusement prise en charge par différents réseaux TPC/ IP et de téléphonie mobile. Considérons que les capacités de ces différents réseaux impliquent, en conséquence, des qualités de service différentes, par exemple une réduction de la résolution des images.

II.4. Orientations futures

II.4.1. Introduction

Consécutivement à la déréglementation mise en place dans de nombreux pays, les futures offres de services seront confrontées à une concurrence plus sévère. De nouveaux acteurs, par exemple de nouveaux opérateurs, de nouveaux fournisseurs de services, de nouveaux fournisseurs de contenus et de nouvelles autorités de réglementation ont une influence significative sur le marché des télécommunications. Ce facteur et l'influence croissante de l'information (TI) de pointe devraient exiger une plus grande souplesse des futures offres de services de télécommunications. Cette souplesse porte par exemple sur les débits et les modes de transfert de l'information, la qualité de service appropriée, et la capacité de service à adapter aisément les fonctions de communication de

couche supérieure à des besoins de communication spécifiques.

Les services offerts en plus de services de base sont appelés services à valeur ajoutée. Les services à valeur ajoutée peuvent être offerts à un utilisateur par un serveur approprié. Pour accéder à des services à valeur ajoutée, l'utilisateur peut passer par des services supports ou des téléservices. Les services à valeur ajoutée comptent d'innombrables services RI, le courrier électronique, la banque à domicile ou le commerce électronique.

II. 4.2 Services de réseau intelligent

La plupart des commutateurs et des réseaux numérisés dans les années 1980 ressemblaient plus à des ordinateurs. Au départ, les services étaient programmés en un langage de type CHILL et devaient être installés manuellement sur chaque commutateur. On s'est rapidement rendu compte qu'il serait préférable d'installer et de gérer un nouveau type de services, appelés services de réseau intelligent (RI), à partir d'un site unique en utilisant un langage de haut niveau.

A l'avenir, les RI joueront un rôle essentiel dans la fourniture de services de télécommunication sur différents réseaux et avec différents modes de transfert de l'information comme les réseaux téléphoniques, les réseaux mobiles et l'internet.

II. 4.3 Exemples de services RI

Depuis l'avènement des réseaux intelligents (RI) les services de téléphonie traditionnels se sont énormément enrichis, principalement pour suivre l'évolution d'un marché en constante mutation. Aujourd'hui, les services RI les plus répandus sont: les services de carte téléphonique, les services de conversions de numéro et d'acheminement (par exemple les services de libre appel, kiosque et de numéro d'accès universel) et les services de réseau d'entreprise (tels que les réseaux privés virtuels et les centres de zone étendue).

L'une des plus récentes révolutions qu'a connu le secteur de télécommunication est, sans nul doute, la croissance exponentielle de l'Internet et d'autres réseaux de données et de services de type IP3. La technologie Voix sur IP (VoIP) est aujourd'hui éprouvée et la téléphonie IP est devenue un secteur commercial actif.

II^{ème} PARTIE : STRATEGIE DE MIGRATION VERS NGN ET IMS

CHAPITRE III : TECHNOLOGIES NGN ET IMS

III.1. Next Generation Network

III.1.1. Introduction

Depuis de nombreuses années, l'industrie des télécommunications cherche à orienter sa technologie de manière à aider les opérateurs à demeurer compétitifs dans un environnement caractérisé par la concurrence et la déréglementation accrues.

Les réseaux de la prochaine génération (NGN ou Next Generation Networks en anglais), avec leur architecture répartie, exploitent pleinement des technologies de pointe pour offrir de nouveaux services sophistiqués et augmenter les recettes des opérateurs tout en réduisant leurs dépenses d'investissement et leurs coûts d'exploitation.

Ce troisième chapitre est consacré à la présentation des réseaux de nouvelle génération. Dans une première section nous nous sommes intéressés à l'architecture des réseaux NGN, aux différents éléments qui le composent ainsi qu'aux différents protocoles en concurrence. La deuxième section met l'accent sur les deux types des réseaux NGN : NGN Téléphonie et NGN Multimédia (IMS). Enfin, une troisième section qui sera dédiée aux services offerts par les NGN.

III.1.2. Définition

Les NGN sont définis comme des réseaux de transport en mode paquet permettant la convergence des réseaux Voix/données et Fixe/Mobile; ces réseaux permettront de fournir des services multimédia accessibles depuis différents réseaux d'accès. Afin de s'adapter aux grandes tendances qui sont la recherche de souplesse d'évolution de réseau, la distribution de l'intelligence dans le réseau, et l'ouverture à des services tiers, les NGN sont basés sur une évolution progressive vers le « tout IP » et sont modélisés en couches indépendantes dialoguant via des interfaces ouvertes et normalisées. [1]

- La couche « Accès », qui permet l'accès de l'utilisateur aux services via des supports de transmission et de collecte divers : câble, cuivre, fibre optique, boucle locale radio, xDSL, réseaux mobiles ;

- La couche « Transport », qui gère l'acheminement du trafic vers sa destination. En bordure du réseau de transport, des « Media Gateways » et des « Signaling Gateways » respectivement la conversion des flux de données et de signalisation aux interfaces avec les autres ensembles réseau ou les réseaux tiers interconnectés ;
- La couche « Contrôle », qui se compose de serveurs dits « Softswitch » gérant d'une part les mécanismes de contrôle d'appel (pilotage de la couche transport, gestion des adresses), et d'autre part l'accès aux services (profils d'abonnés, accès aux plates-formes de services à valeur ajoutée) ;
- La couche « Services », qui regroupe les plates-formes d'exécution de services et de diffusion de contenus. Elle communique avec la couche contrôle du cœur de réseau via des interfaces ouvertes et normalisées, indépendantes de la nature du réseau d'accès utilisé. Les services et contenus eux-mêmes sont par ailleurs développés avec des langages convergents et unifiés.

La figure suivante présente le principe général d'architecture d'un réseau NGN.

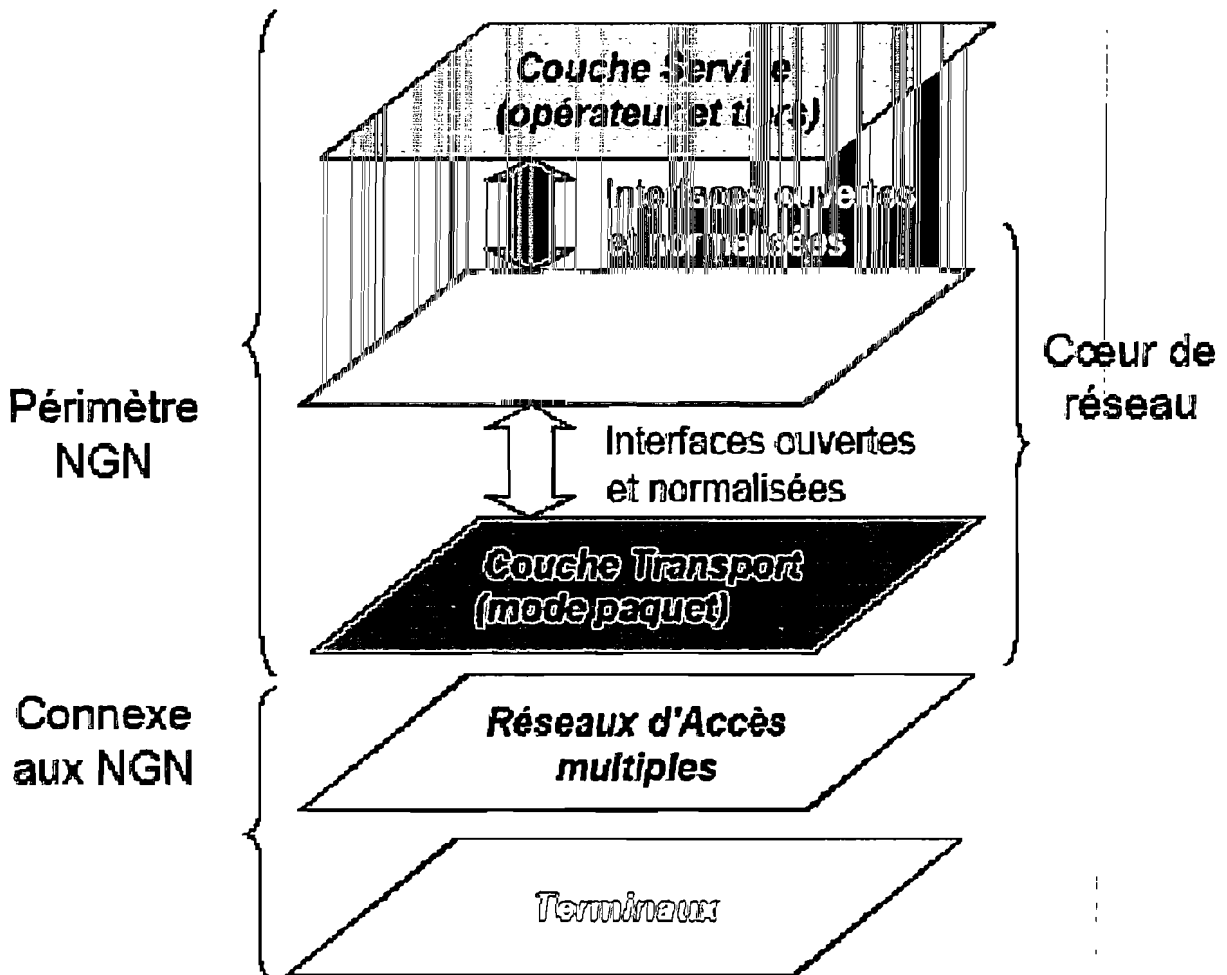


Figure III.1 : Principe général d'architecture d'un réseau NGN

III.1.3. Apport du NGN

Dans certaines parties du monde, le trafic de données prend rapidement le pas sur le trafic vocal et la tendance est nettement à l'augmentation en bande passante pour les données, tandis que la voix peut se satisfaire d'une bande passante de 64 kbit/s, voire moindre. Les opérateurs possédant les deux types de réseaux (réseau voix et réseau de données) utilisent cet argument pour commencer à les unifier. Il est clair d'après les limites du réseau TDM (Time Division Multiplexing) que le réseau de données survivra alors que le réseau TDM quittera la scène. Facteur non moins important : le nouveau besoin chez les usagers d'une variété encore plus grande d'applications et de services sophistiqués (Push-to-talk, conférence audio et vidéo, messagerie unifiée, chat)

dont la plupart n'étaient même pas envisagés lors de la conception des réseaux actuels. Pour les opérateurs, l'accès et le transport ne sont plus assez lucratifs et, pour rester compétitif, il leur faudra donc offrir aux usagers toute une gamme de services utiles, faciles à utiliser et rémunérateurs. Par conséquent, les NGN seront axés sur les services, et fourniront tous les moyens nécessaires pour en offrir de nouveaux et adapter les existants pour augmenter les recettes.

Les opérateurs entrants pourront envisager d'investir dans une solution d'emblée NGN. Pour un opérateur établi, l'important est de définir les conditions de migration de leur réseau téléphonique commuté actuel vers le NGN.

III.1.4.Types de NGN

Il existe trois types de réseau NGN : NGN de Classe 4, NGN de Classe 5 et NGN Multimédia.

Les NGN de Classe 4 et de Classe 5 sont des architectures de réseau offrant uniquement les services de téléphonie. Il s'agit donc de NGN téléphonie. Dans le RTC, un commutateur de Classe 4 est un centre de transit. Un commutateur de Classe 5 est un commutateur d'accès aussi appelé centre à autonomie d'acheminement. Le NGN de Classe 4 (respectivement NGN de Classe 5) émule donc le réseau téléphonique au niveau transit (respectivement au niveau accès) en transportant la voix sur un mode paquet.

Le NGN Multimédia est une architecture offrant les services multimédia (messagerie vocale/vidéo, conférence audio/vidéo, Ring-back tone voix/vidéo) puisque l'utilisateur a un terminal IP multimédia. Cette solution est plus intéressante que les précédentes puisqu'elle permet à l'opérateur d'innover en termes de services par rapport à une solution NGN téléphonie qui se cantonne à offrir des services de téléphonie.

La Classe 4 NGN permet :

- Le remplacement des centres de transit téléphoniques (Class 4 Switch) ;
- La croissance du trafic téléphonique en transit.

Le Class 5 NGN permet :

- Le remplacement des centres téléphoniques d'accès (Class 5 Switch) ;
- La croissance du trafic téléphonique à l'accès ;
- La voix sur DSL/ Voix sur le câble.

Le NGN Multimédia permet d'offrir des services multimédia à des usagers

disposant d'un accès large bande tel que xDSL, câble, WiFi/WiMax, EDGE/UMTS, etc.

III.1.5. Avantages du NGN

Cette nouvelle topologie offre les avantages suivants :

- grâce au NGN, l'opérateur dispose d'un réseau multiservice permettant d'interfacer n'importe quel type d'accès (Boucle locale, PABX, Commutateur d'accès téléphonique, accès ADSL, accès mobile GSM ou UMTS, téléphone IP, etc.) ;
- l'opérateur n'aura plus à terme qu'à exploiter un seul réseau multiservice ;
- elle utilise le transport comme l'IP ou l'ATM ignorant les limites des réseaux TDM (Time Division Multiplexing) à 64 kbit/s. En effet le TDM perd son efficacité dès lors que l'on souhaite introduire des services asymétriques, sporadiques ou à débit binaire variable ;
- c'est une topologie ouverte qui peut transporter aussi bien les services téléphoniques que les services de multimédia (vidéo, données temps réel) ;
- elle dissocie la partie support du réseau de la partie contrôle, leur permettant d'évoluer séparément et brisant la structure de communication monolithique. En effet, la couche transport peut être modifiée sans impact sur les couches contrôle et application ;
- elle utilise des interfaces ouvertes entre tous les éléments, permettant à l'opérateur d'acheter les meilleurs produits pour chaque partie de son réseau.

III.1.6. Architecture NGN

Les principales caractéristiques des réseaux NGN sont l'utilisation d'un unique réseau de transport en mode paquet (IP, ATM,...) ainsi que la séparation des couches de transport des flux et de contrôle des communications, qui sont implémentées dans un même équipement pour un commutateur traditionnel.

Ces grands principes et concernant les équipements actifs du cœur de réseau NGN se déclinent techniquement comme suit :

- Remplacement des commutateurs traditionnels par deux équipements distincts d'une part des serveurs de contrôle d'appel dits Softswitch ou media Gateway Controller (correspondant schématiquement aux ressources processeur et mémoire des commutateurs voix traditionnels). D'autre part des équipements de médiation et de routage dits Media Gateway (correspondant schématiquement aux cartes d'interfaces et de signalisation et aux matrices de commutation des commutateurs voix traditionnels), qui s'appuient sur le réseau de transport mutualisé NGN.
- Apparition de nouveaux protocoles de contrôle d'appel et de signalisation entre ces équipements (de serveur à serveur, et de serveur à Media Gateway).

La figure III.2 présente la structure physique d'un réseau NGN avec les différentes entités fonctionnelles, les principaux réseaux d'accès ainsi que les différents protocoles mis en œuvre.

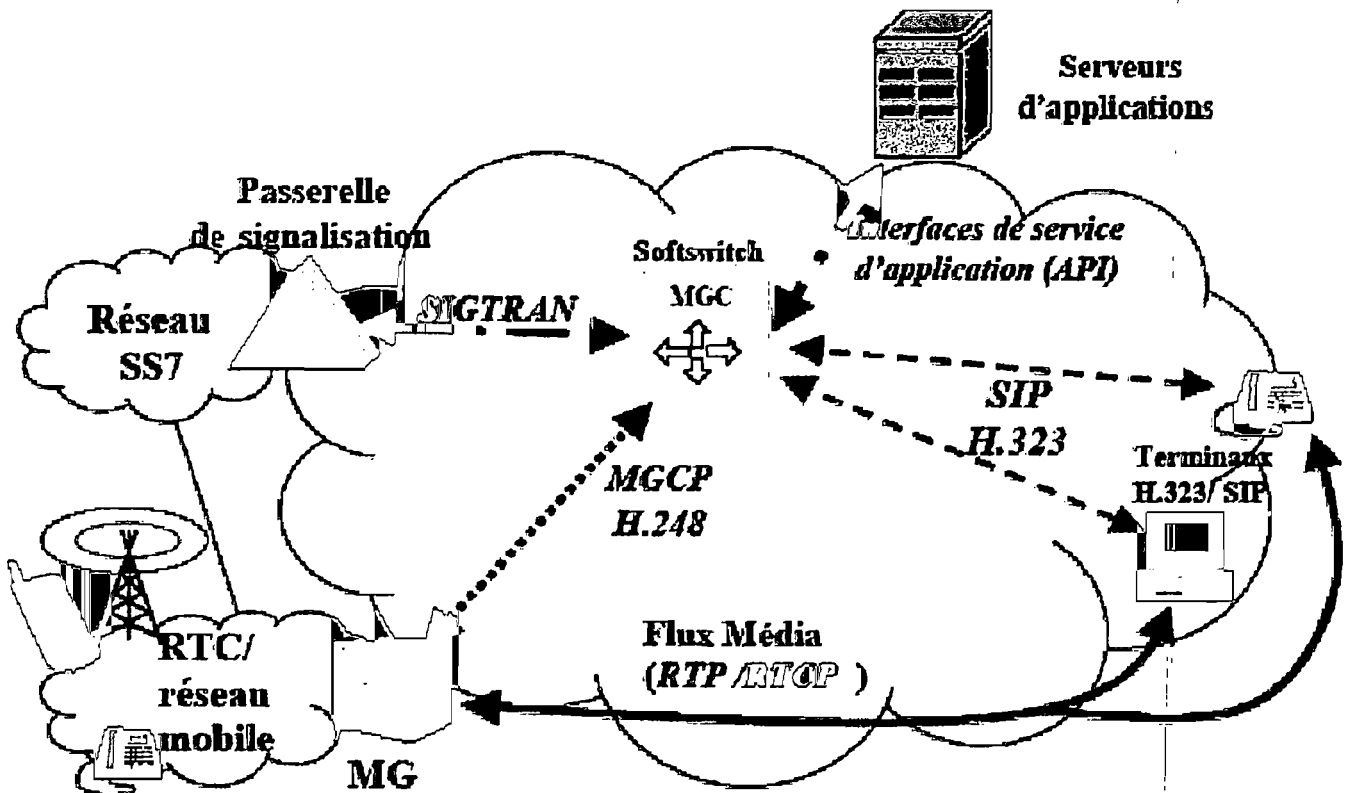


Figure III.2 : Architecture simplifiée des NGN

III.1.6.1. Entités fonctionnelles du cœur de réseau NGN

III.1.6.1.1. Media Gateway (MG)

La Media Gateway est située au niveau du transport des flux média entre le réseau RTC et les réseaux en mode paquet, ou entre le cœur de réseau NGN et les réseaux d'accès. Elle a pour rôle :

- le codage et la mise en paquets du flux média reçu du RTC et vice-versa (conversion du trafic TDM / IP) ;
- la transmission, suivant les instructions du Media Gateway Controller, des flux média reçus de part et d'autre.

III.1.6.1.2. Signaling Gateway (SG)

La fonction Signaling Gateway a pour rôle de convertir la signalisation échangée entre le réseau NGN et le réseau externe interconnecté selon un format compréhensible par les équipements chargés de la traiter, mais sans l'interpréter (ce rôle étant dévolu au Media Gateway Controller). Notamment, elle assure l'adaptation de la signalisation par rapport au protocole de transport utilisé (exemple : adaptation TDM / IP).

III.1.6.1.3. Serveur d'appel ou Media Gateway Controller (MGC) ou Softswitch

Dans un réseau NGN, c'est le MGC qui possède « l'intelligence ». Il gère :

- l'échange des messages de signalisation transmise de part et d'autre avec les passerelles de signalisation, et l'interprétation de cette signalisation ;
- le traitement des appels : dialogue avec les terminaux H.323, SIP voire MGCP, communication avec les serveurs d'application pour la fourniture des services ;
- le choix du MG de sortie selon l'adresse du destinataire, le type d'appel, la charge du réseau, etc. ;
- la réservation des ressources dans le MG et le contrôle des connexions internes au MG (commande des Media Gateways).

III.1.6.2. Familles de protocoles d'un réseau NGN

La convergence des réseaux voix/données ainsi que le fait d'utiliser un réseau en mode paquet pour transporter des flux multimédia, ayant des contraintes de « temps réel », a nécessité l'adaptation de la couche contrôle. En effet ces réseaux en mode paquet étaient généralement utilisés comme réseau de transport mais n'offraient pas de services permettant la gestion des appels et des communications multimédia. Cette évolution a conduit à l'apparition de nouveaux protocoles, principalement concernant la gestion des flux multimédia, au sein de la couche Contrôle.

III.1.6.2.1. Protocoles de contrôle d'appel

Les protocoles de contrôle d'appel permettant l'établissement, généralement à l'initiative d'un utilisateur, d'une communication entre deux terminaux ou entre un terminal et un serveur ; les deux principaux protocoles sont H.323, norme de l'UIT et SIP, standard développé à l'IETF. [2]

III.1.6.2.1.1. Protocole historique : H.323

La recommandation H.323 de l'UIT décrit les procédures pour les communications audio et vidéo point à point ou multipoint sur des réseaux en mode paquet. C'est une adaptation des procédures de vidéoconférence sur RNIS (H.320) aux réseaux sans garantie de service.

Plusieurs entités sont nécessaires à la réalisation d'un service de communication multimédia sur des réseaux de données :

- les terminaux H.323 sont des systèmes multimédia (téléphone, PC) permettant de communiquer en « temps réel » ;
- le gatekeeper gère les terminaux H.323 (identification et traduction d'adresses) et les établissements d'appels la passerelle H.323 (gateway) permet d'interfacer le réseau IP avec le réseau téléphonique classique ;
- l'unité de contrôle MCU (Multipoint Controller Unit) gère les connexions multipoint (ex. : appels de conférence). Il se décompose en un Multipoint controller (MC), affecté à la signalisation, et un Multipoint Processor (MP), dédié à la transmission proprement dite.

III.1.6.2.1.2 Le protocole alternatif : SIP

SIP (Session Initiation Protocol) est un protocole de contrôle qui peut établir, modifier et terminer des sessions multimédia, aussi bien des conférences que des appels téléphoniques sur des réseaux mode paquets. Il est sous forme de texte, tout comme http ou SMTP, et a pour rôle d'initier des sessions de communications interactives. Ces sessions peuvent inclure aussi bien de la voix, de la vidéo, des jeux interactifs...

L'architecture de SIP est basée sur des relations client/serveur. Les principales composantes sont :

- les terminaux sont des appareils pouvant émettre et recevoir de la signalisation SIP ;
- le Redirect Server établit la correspondance entre l'adresse SIP du terminal appelé et la ou les adresses où il pourra effectivement être joignable ;
- le Proxy Server remplit la même la fonction qu'un Redirect Server ;
- le Registrar est essentiel dans tout réseau SIP ou l'on veut utiliser les services de localisation.

III.1.6.2.2. Protocoles de commande de Media Gateway

Les protocoles de commande de Media Gateway sont issus de la séparation entre les couches Transport et Contrôle et permet au Softswitch ou Media Gateway Controller de gérer les passerelles de transport ou Media Gateway. MGCP (Media Gateway Control Protocol) de l'IETF et H.248/MEGACO, développé conjointement par l'UIT et l'IETF, sont actuellement les protocoles prédominants.

III.1.6.2.2.1. Protocole historique : MGCP

Le Media Gateway Control Protocol (MGCP), protocole défini par l'IETF, a été conçu pour des réseaux de téléphonie IP utilisant des passerelles VoIP. Il gère la communication entre les Media Gateway et les Media Gateway Controller. Ce protocole traite la signalisation et le contrôle des appels, d'une part, et les flux média d'autre part.

III.1.6.2.2.2. Le protocole alternatif : MEGACO/H.248

Le groupe de travail MEGACO (MEdia GAteway COntrol) a été constitué en 1998 pour compléter les travaux sur le protocole MGCP au sein de l'IETF.

Depuis 1999, l'UIT et l'IETF travaillent conjointement sur le développement du protocole MEGACO/H.248 ; c'est un standard permettant la communication entre les Media Gateway Controller (MGC) et les Media Gateway (MG). Il est dérivé de MGCP et possède des améliorations par rapport à celui-ci :

- support de services multimédia et de vidéoconférence ;
- possibilité d'utiliser UDP ou TCP ;
- utilise le codage en mode texte ou binaire.

III.1.6.2.3 Les protocoles de signalisation entre les serveurs de contrôle

Les protocoles de signalisation entre les serveurs de contrôle (ou Media Gateway Controller) permettant la gestion du plan contrôle :

- au niveau du cœur de réseau avec des protocoles tels que BICC (Bearer indépendant Call Control), SIP-T (SIP pour la téléphonie) et H.323.
- à l'interconnexion avec les réseaux de signalisation SS7, généralement via des passerelles de signalisation ou Signaling Gateways par l'utilisation de protocole tel que SIGTRAN. De plus, l'interconnexion de ces réseaux de données avec les réseaux existants de téléphonie (TDM avec signalisation SS7) a nécessité le développement de protocoles dédiés à l'interconnexion des réseaux et au transport de la signalisation SS7 sur des réseaux en mode paquet.

La figure III.3 illustre les niveaux auxquels sont utilisés les différents protocoles cités précédemment.

Aussi, le MGC s'interface aux serveurs d'applications.

Dans l'architecture NGN Téléphonie, le protocole de contrôle tel que MGCP ou MEGACO ne fait que décrire les interactions entre le MGC et le MG. Si un MGC doit contrôler un MG qui est sous la responsabilité d'un autre MGC, il est nécessaire que les MGC s'échangent de la signalisation.

Une fois la connexion établie, le MG convertira les signaux audio transportés dans les circuits de parole (terminaison circuit) en paquets IP qui seront transportés dans le réseau IP (terminaison IP) ou en cellules ATM dans le cas d'un transport ATM. [3]

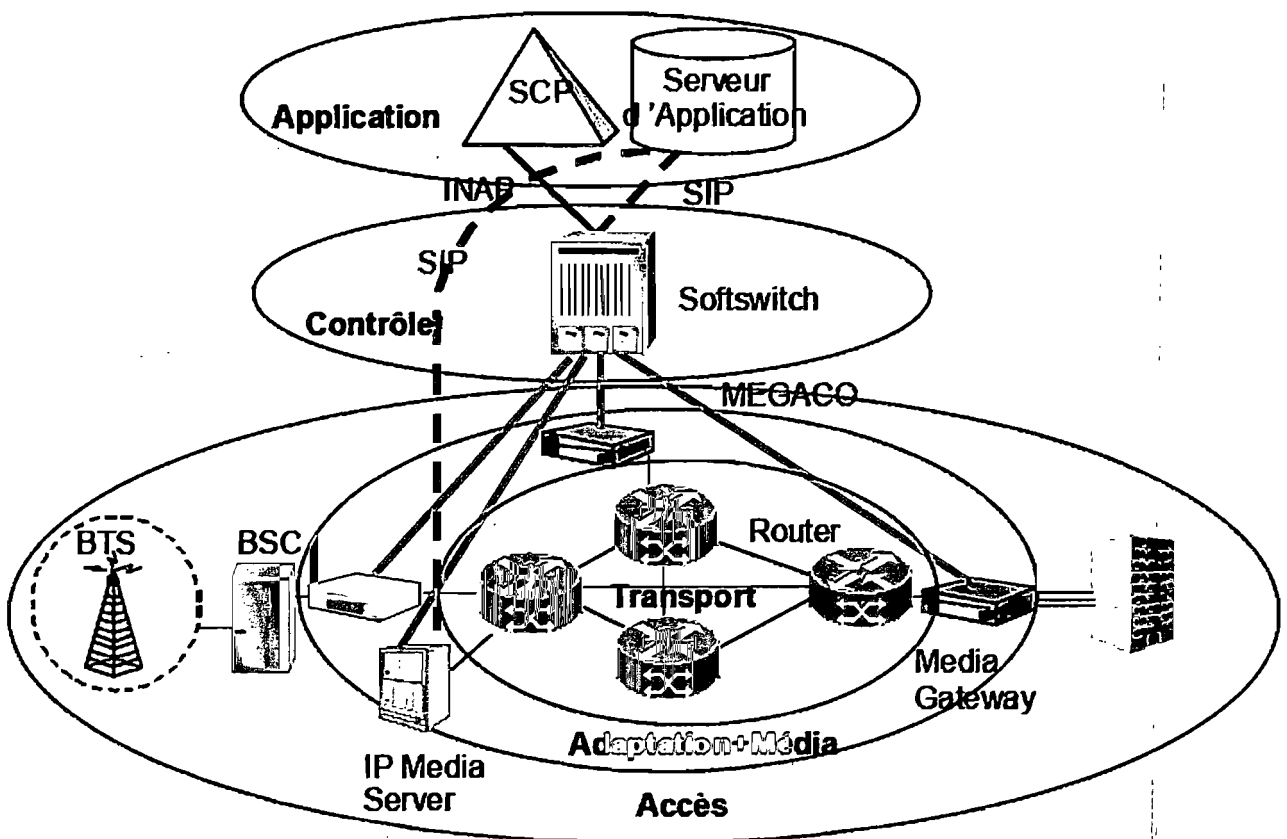


Figure III.4 : Exemple d'architecture NGN Téléphonie

III.1.7.2 Services dans le RTC vers les Services dans le NGN Téléphonie

Dans le contexte du Réseau Téléphonique Commuté, le commutateur réalise deux fonctions essentielles :

- la commutation de la voix (Media).
- le contrôle de l'appel (établissement / libération d'appel).

Les services à valeur ajoutée sont mis en oeuvre par le réseau intelligent à travers les entités SCP (Service Control Point) / SRP (Specialized Resource Point).

Les services complémentaires sont mis en oeuvre directement par le commutateur d'accès (Class 5 Switch).

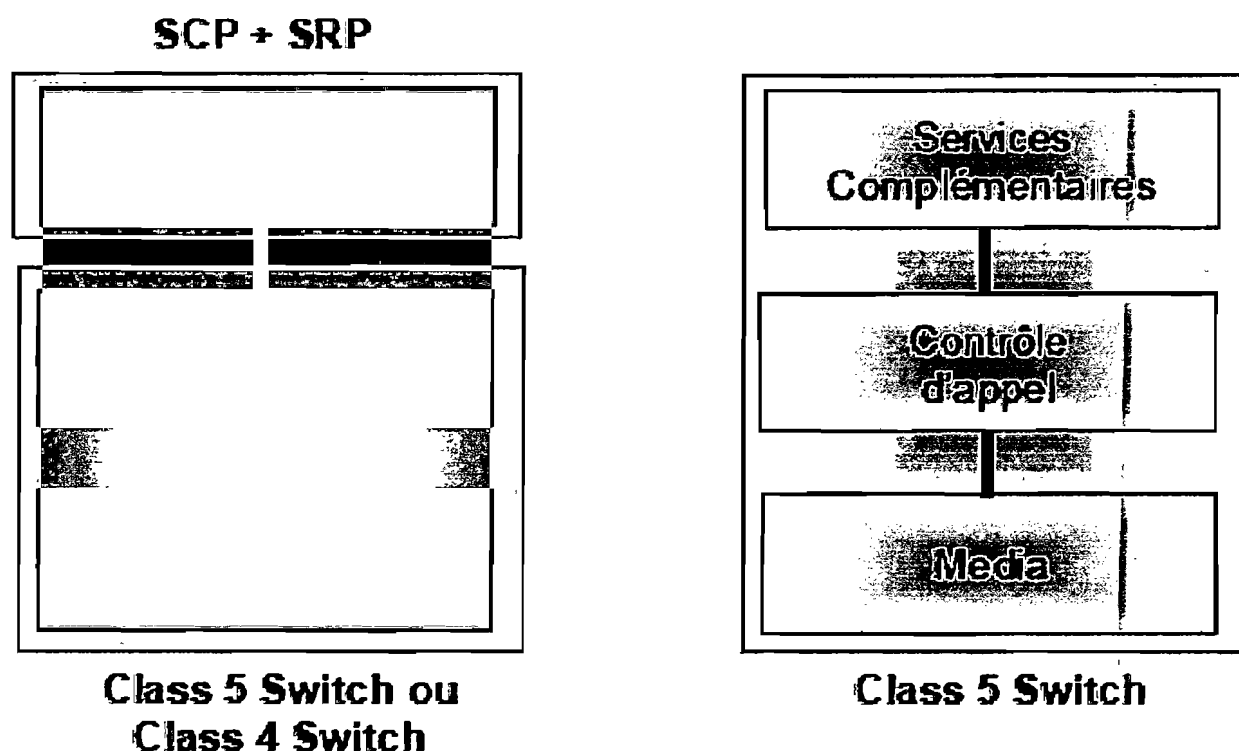


Figure III.5 Services dans le RTC

Dans le monde NGN, la commutation de la voix est réalisée par le MG entre le réseau téléphonique commuté et le réseau de transport du NGN. Dans le réseau de transport, ce sont les commutateurs ATM / Routeurs IP qui assurent le transport de la voix en paquets jusqu'au MG de sortie qui commute la parole reconvertie, sur un circuit de parole sortant.

Le contrôle de l'appel (établissement / libération d'appel) est pris en charge par le MGC. Un MGC Class 4 émule le point sémaphore d'un Class 4 Switch. Un MGC Class 5 émule le point sémaphore d'un Class 5 Switch.

Les services à valeur ajoutée sont pris en charge par le SCP légataire du réseau intelligent ou par un serveur d'application SIP et par un serveur de media (appelé Multimedia Resource Function) qui fonctionne en voix sur IP (il émet des annonces vocales et collecte l'information de l'utilisateur sur des canaux RTP/UDP/IP).

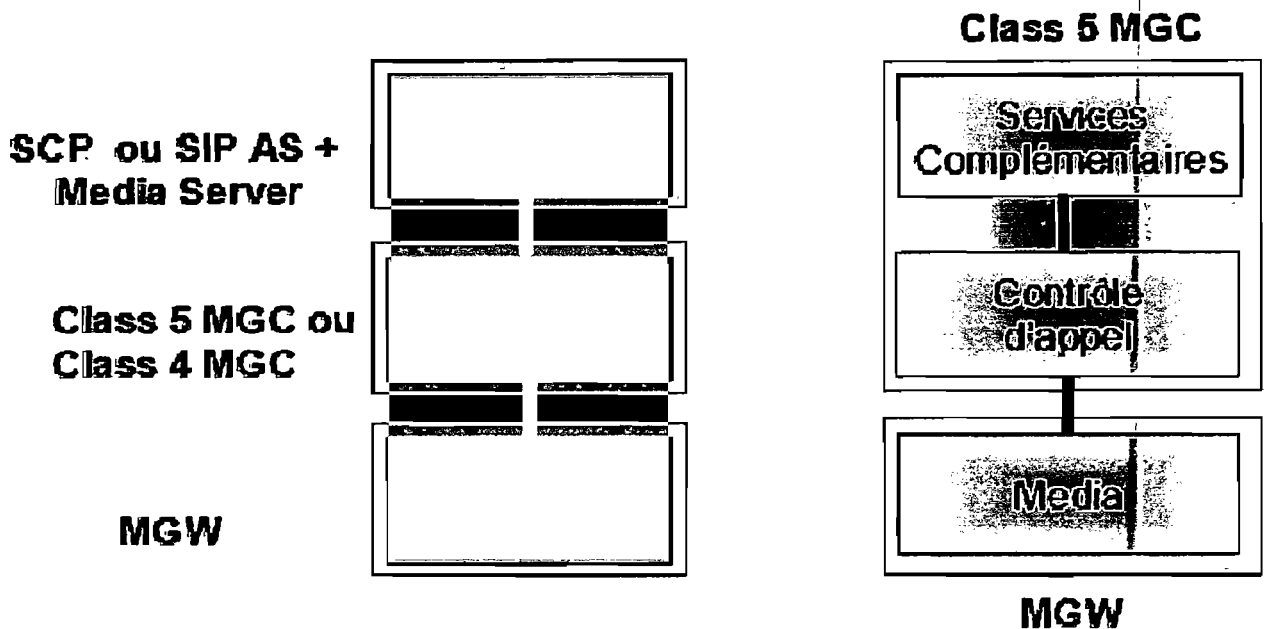


Figure III.6 : Services dans le NGN Téléphonie

III.2 IPMultimedia Subsystem (IMS)

L'IMS normalisé par le monde des télécommunications est une nouvelle architecture basée sur de nouveaux concepts, de nouvelles technologies, de nouveaux partenaires et un nouvel écosystème. L'IMS supporte sur un réseau tout IP les sessions applicatives temps réels (voix, vidéo, conférence,...) et non temps réel (Push To Talk, Présence, messagerie instantanée,...).

L'IMS intègre de plus le concept de convergence de services supportés indifféremment par des réseaux de natures différentes : fixe, mobile ou Internet. L'IMS est également désigné sous le vocable de NGN Multimédia. [4]

III.2.1 Architecture IMS

L'introduction de l'IMS (IP Multimedia Subsystem) dans les réseaux fixe et mobile représente un changement fondamental dans les réseaux de télécommunication de type voix.

Les nouvelles capacités des réseaux et des terminaux, le mariage entre l'Internet et la voix, le contenu et la mobilité donnent naissance à des nouveaux modèles de réseaux et surtout offrent un formidable potentiel pour développer de

nouveaux services. Dans cet objectif, l'IMS est conçu pour offrir aux utilisateurs la possibilité d'établir des sessions multimédia en utilisant tout accès haut débit et une commutation de paquets IP.

L'IMS fournit un réseau IP multiservices, multi-accès, sécurisé et fiable :

- multiservices : tout type de services délivrés par un réseau cœur supportant différents niveaux de QoS pourront être offerts à l'utilisateur ;
- multi-accès: tout réseau d'accès large bande, fixe et mobile pourra s'interfacer à l'IMS ;
- l'IMS n'est pas un unique réseau, mais différents réseaux qui interopèrent grâce à des accords de roaming IMS fixe-fixe, fixe-mobile, mobile-mobiles.

L'IMS est un « enabler » pour les fournisseurs de service afin d'offrir :

- des services de communication non temps-réel, pseudo temps-réel et temps réel suivant une configuration client-serveur ou entre entités paires ;
- la mobilité des services / Mobilité de l'utilisateur (Nomadisme) ;
- plusieurs sessions et services simultanément sur la même connexion réseau.

III.2.2. Structuration en couche de l'architecture IMS

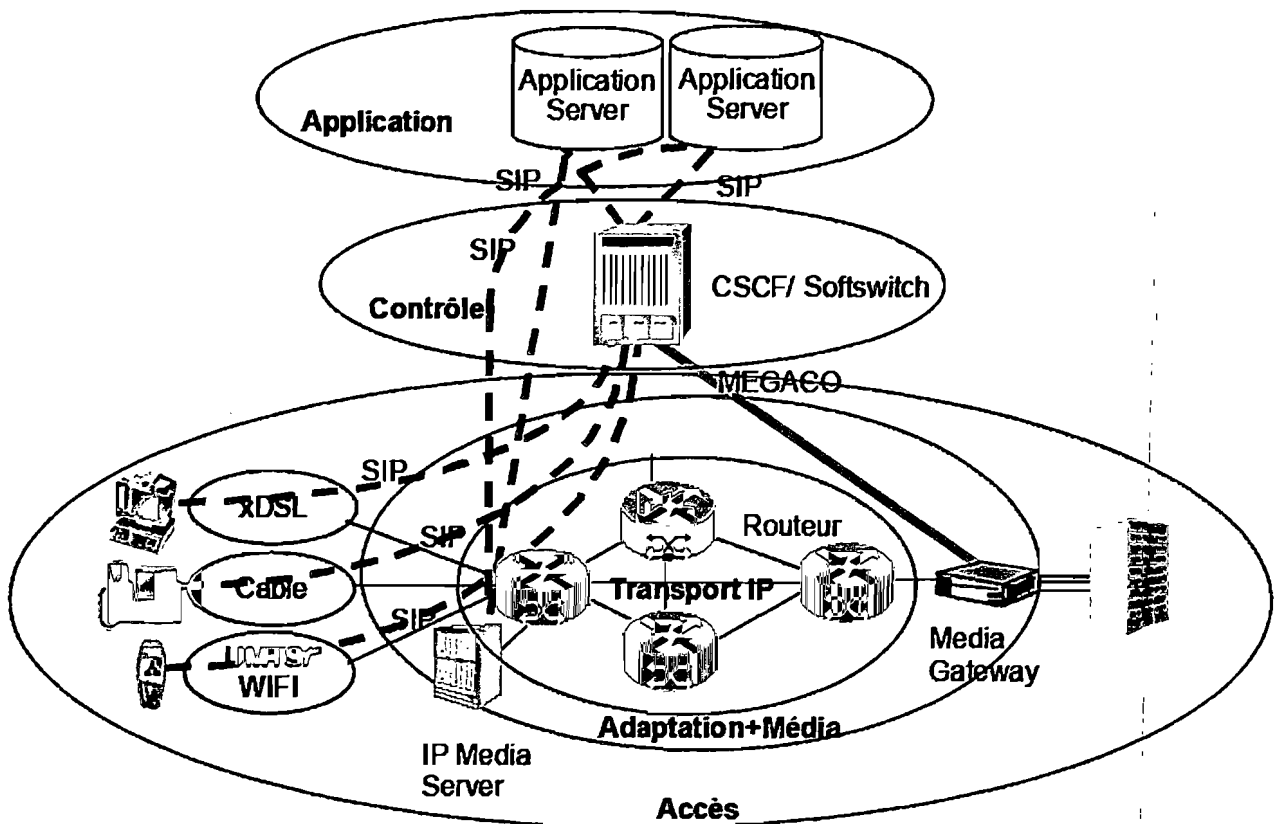
L'architecture IMS peut être structurée en couches. Quatre couches importantes sont identifiées :

- la couche « accès » peut représenter tout accès haut débit tel que : UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network), CDMA2000 (technologie d'accès large bande utilisée dans les réseaux mobiles aux Etats-Unis), xDSL, réseau câble, Wireless IP, WiFi, etc. ;
- la couche « transport » représente un réseau IP. Ce réseau IP pourra intégrer des mécanismes de QoS avec MPLS, Diffserv, RSVP, etc. La couche transport consiste donc en des routeurs (edge router à l'accès et encore router en transit) reliés par un réseau de transmission. Différentes piles de transmission peuvent être considérées pour le réseau IP: IP/ATM/SDH, IP/Ethernet, IP/SDH, etc. ;
- la couche « contrôle » consiste en des contrôleurs de session responsables du routage de la signalisation entre usagers et de l'invocation des services. Ces nœuds s'appellent des CSCF (Call State Control Function). IMS

Introduit donc un environnement de contrôle de session sur le domaine paquet ;

- la couche « application » introduit les applications (services à valeur ajoutée) proposées aux usagers. L'opérateur peut se positionner grâce à sa couche en tant qu'agrégateur de services offerts par l'opérateur lui-même ou par des tiers. La couche application consiste en des serveurs d'application (AS, Application Server) et des MRF (Multimedia Resource Function) que les fournisseurs appellent serveurs de média IP (IP MS, IP Media Server).

L'architecture globale IMS est décrite à la figure suivante



CSCF : Call State Control Function

Figure III.7 : Exemple d'architecture NGN Multimédia

III.2.3. Entités de Réseau IMS

III.2.3.1. Terminal IMS

Il s'agit d'une application sur un équipement de l'utilisateur qui émet et reçoit des requêtes SIP. Il se matérialise par un logiciel installé sur un PC, sur un téléphone IP ou sur une station mobile UMTS (UE, User Equipment).

III.2.3.2. Home Subscriber Server (HSS)

L'entité HSS (Home Subscriber Server) est la principale base de stockage des données des usagers et des services auxquels ils ont souscrit. Les principales données stockées sont les identités de l'utilisateur, les informations d'enregistrement, les paramètres d'accès et les informations permettant l'invocation des services de l'utilisateur. L'entité HSS interagit avec les entités du réseau à travers le protocole Diameter.

III.2.3.3. Call State Control Function (CSCF)

Le contrôle d'appel initié par un terminal IMS doit être pris en charge dans le réseau nominal (réseau auquel l'utilisateur a souscrit à ses services IMS) car l'utilisateur correspondant peut souscrire à un grand nombre de services et certains d'entre eux peuvent ne pas être disponibles ou peuvent fonctionner différemment dans un réseau visité, notamment suite à des problèmes d'interaction de service. Cela a induit la définition de trois entités CSCF : P-CSCF (Proxy CSCF), I-CSCF (Interrogating CSCF) et S-CSCF (Serving-CSCF).

Le Proxy-CSCF (P-CSCF) est le premier point de contact dans le domaine IMS. Son adresse est découverte par le terminal lors de l'activation d'un contexte PDP pour l'échange de messages de signalisation SIP.

Le P-CSCF se comporte comme un Proxy Server SIP lorsqu'il relaye les messages SIP vers le destinataire approprié et comme un User Agent SIP lorsqu'il termine l'appel (exemple : suite à une erreur dans le message SIP reçu).

Les fonctions réalisées par l'entité P-CSCF comprennent :

- l'acheminement de la méthode SIP REGISTER émise par le terminal à l'entité I-CSCF à partir du nom du domaine nominal.
- l'acheminement des méthodes SIP émises par le terminal au S-CSCF dont

- le nom a été obtenu dans la réponse à la procédure d'enregistrement.
- le routage des méthodes SIP ou réponses SIP au terminal.
- la génération de CDRs (Call Detailed Record).
- la compression / décompression des messages SIP.

L'Interrogating-CSCF (I-CSCF) est le point de contact au sein d'un réseau d'opérateur pour toutes les sessions destinées à un utilisateur de cet opérateur. Il peut exister plusieurs I-CSCF au sein d'un réseau.

Les fonctions réalisées par l'entité I-CSCF comprennent :

- l'assignation d'un S-CSCF à un utilisateur s'enregistrant.
- l'acheminement des méthodes SIP reçues depuis un autre réseau, au S-CSCF.
- l'obtention de l'adresse du S-CSCF auprès du HSS.
- la génération de CDRs.

Le Serving-CSCF (S-CSCF) prend en charge le contrôle de la session. Il maintient un état de session afin de pouvoir invoquer des services. Dans un réseau d'opérateur, différents S-CSCF peuvent présenter des fonctionnalités différentes.

Les fonctions réalisées par le S-CSCF pendant une session comprennent :

- l'émulation de la fonction Registrar puisqu'il accepte les méthodes SIP d'enregistrement et met à jour le HSS,
- l'émulation de la fonction Proxy server puisqu'il accepte les méthodes SIP et les achemine,
- l'émulation de la fonction User Agent puisqu'il peut terminer des méthodes SIP par exemple lorsqu'il exécute des services complémentaires,
- l'interaction avec des serveurs d'application après avoir analysé les critères de déclenchement des services correspondants,
- la génération de CDRs.

Avant de pouvoir utiliser les services du domaine IM, tels qu'établir une session multimédia ou recevoir une demande de session, un usager doit s'enregistrer au réseau. Que l'utilisateur soit dans son réseau nominal ou dans un réseau visité, cette procédure fait intervenir un P-CSCF.

Par ailleurs, tous les messages de signalisation émis par le terminal ou à destination du terminal sont relayés par le P-CSCF ; le terminal n'a jamais la connaissance des adresses des autres CSCFs (idem I-CSCF et S-CSCF).

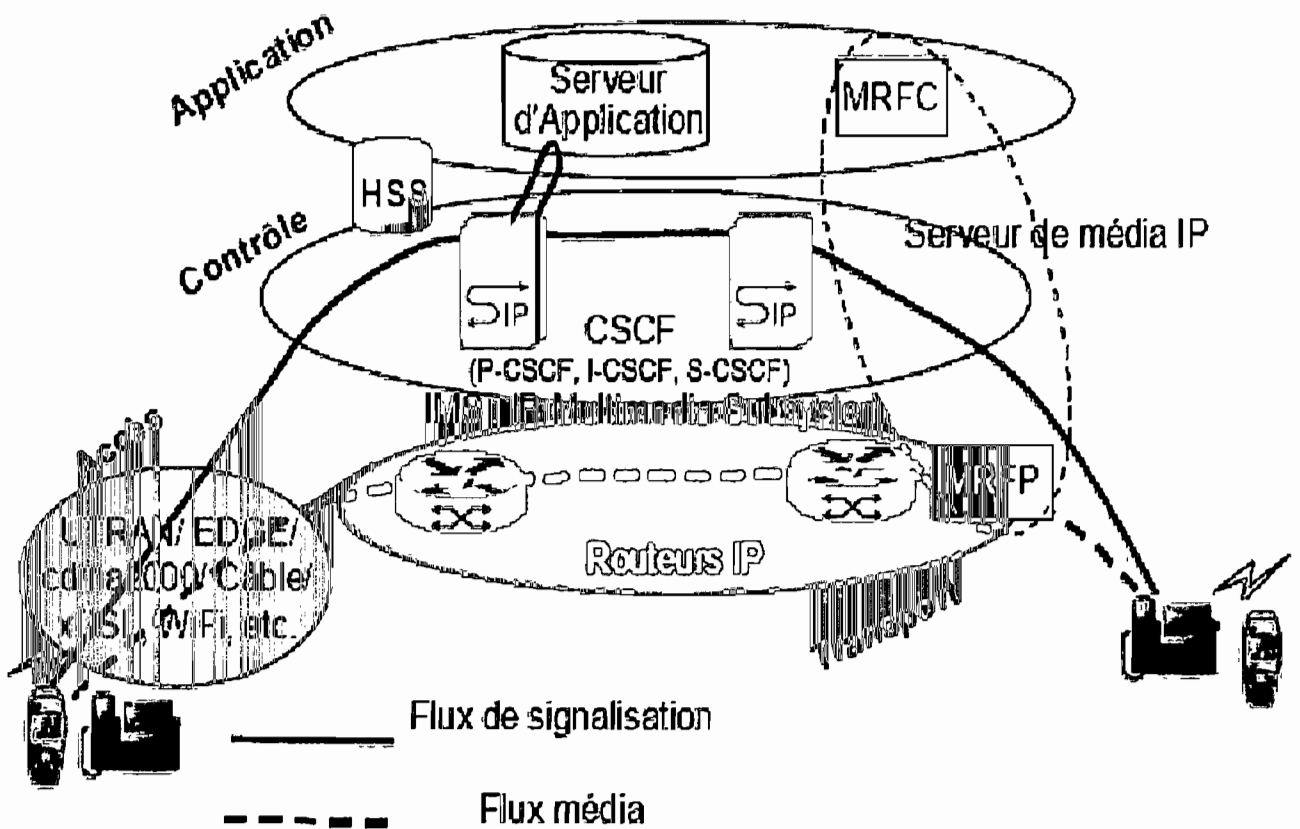


Figure III.8 : Entités de Réseau IMS

III.2.3.4. MGCF, IMS-MGW et T-SGW : Interopérabilité avec le RTC

Le domaine IMS doit coexister avec le RTCP afin de permettre aux utilisateurs IMS d'établir des appels avec le RTCP. L'architecture d'interopérabilité présente un plan de contrôle (signalisation) et un plan d'usager (transport). Dans le plan usager, des passerelles (IMS-MGW, IMS - Media Gateway) sont requises afin de convertir des flux RTP en flux TDM.

Ces passerelles ne traitent que le média. Des entités sont responsables de créer, maintenir et libérer des connexions dans ces passerelles; il s'agit de contrôleurs de passerelles (MGCF, Media Gateway Control Function). Par ailleurs, ce même MGC termine la signalisation ISUP du côté RTC qu'il convertit en signalisation

SIP qui est délivrée au domaine IMS. Les messages ISUP provenant du RTC sont d'abord acheminés sur SS7 à une passerelle de signalisation (T-SGW, Trunking Signaling Gateway) qui les relaye au MGC sur un transport SIGTRAN.

- L'interopérabilité entre le domaine IMS et le RTCP est donc assuré par trois entités : l'IMS-MGW (IP Multimedia Subsystem Media Gateway Function),
- le MGCF (Media Gateway Control Function),
- le T-SGW (Trunking Signaling Gateway Function).

III.2.3.4.1. IMS-MGW

L'IMS-MGW:

- reçoit un trafic de parole du RTCP et l'achemine sur un réseau IP. Le trafic audio est transporté sur RTP/UDP/IP.
- Supporte généralement des fonctions de conversion du média et de traitement du média (annulation d'écho, pont de conférence).
- est contrôlé par le MGCF à travers le protocole MEGACO/H.248.

III.2.3.4.2. MGCF

Comme les entités CSCF, n'appartient qu'au plan de contrôle et non au plan média, le MGCF :

- Contrôle l'IMS-MGW afin d'établir, maintenir et libérer des connexions dans l'IMS- MGW. Une connexion correspond par exemple à une association entre une terminaison TDM (terminaison du côté RTC) et une terminaison RTP/UDP/IP. Un transcodage de la parole doit aussi avoir lieu au niveau de l'IMS-MGW pour convertir la parole reçue et qui est encodée à l'aide du codec G.711, en parole encodée en utilisant le codec AMR (UMTS) si le terminal IMS est un mobile UMTS.
- assure la conversion des messages ISUP (Signalisation RTC) en des messages SIP (Signalisation IMS).
- Sélectionne le CSCF approprié afin de remettre la signalisation SIP qu'il génère au sous-système IMS.

III.2.3.4.3. T-SGW

Le T-SGW assure la conversion du transport pour l'acheminement de la signalisation ISUP entre le commutateur téléphonique et le MGCF. La signalisation ISUP est échangée :

- sur SS7 entre le commutateur et le T-SGW.
- sur SIGTRAN entre le T-SGW et le MGCF.

Par contre, n'analyse pas les messages d'application ISUP.

La figure III.9 représente un appel initié par le RTCP et à destination d'un terminal dans le sous- système IMS.

Le commutateur du RTC réserve un circuit de parole qu'il partage avec l'IMS-MGW et émet un message ISUP IAM sur un transport SS7 au T-SGW (Trunking Signaling Gateway). Le T-SGW est responsable de la conversion du transport du message ISUP. Ce message est relayé à l'entité MGCF sur SIGTRAN.

Le MGCF crée un contexte dans l'entité IMS-MGW en utilisant le protocole MEGACO/H.248. Ce contexte consiste en une association entre une terminaison TDM et une terminaison RTP. La terminaison TDM termine le circuit de parole que l'IMS-MGW partage avec le commutateur téléphonique. La terminaison RTP termine les canaux RTP entre l'IMS- MGW et le terminal IMS.

L'IMS-MGW retourne une réponse à l'entité MGCF ; cette réponse contient un "local descriptor" qui correspond à la description SDP associée à sa terminaison RTP.

L'entité MGCF génère une méthode SIP INVITE contenant la description SDP retournée par l'IMS-MGW. Cette méthode est envoyée au sous-système IMS qui se charge de la délivrer au terminal IMS appelé.

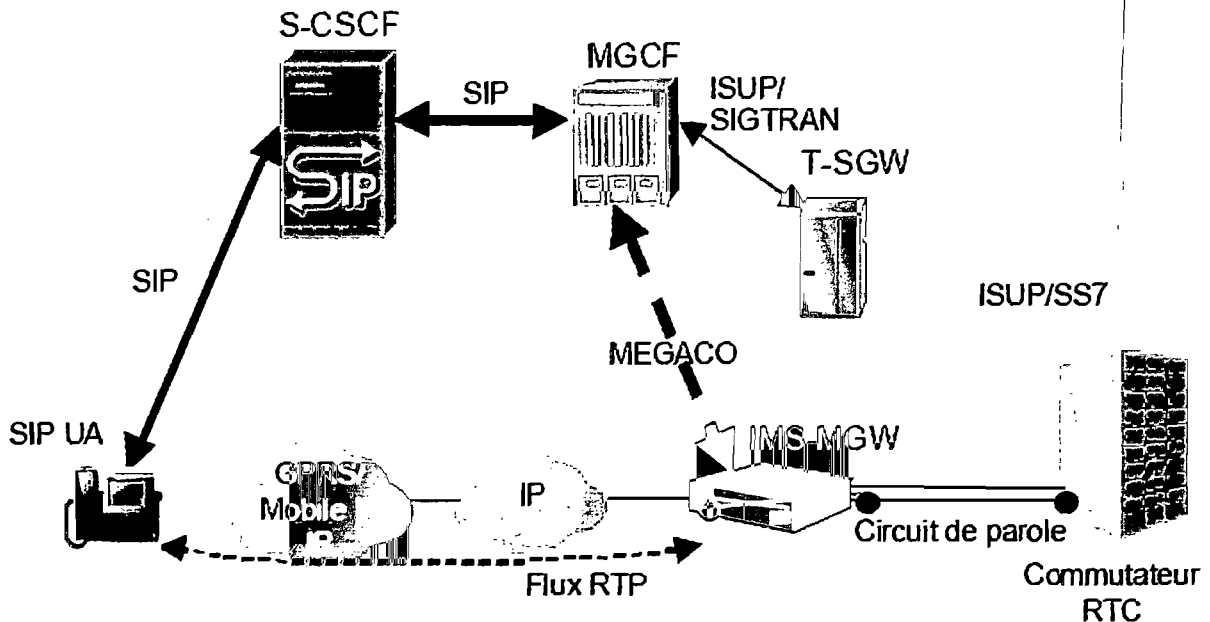


Figure III.9 : Interfonctionnement entre RTC et IMS

III.3. Services offerts par les NGN

Les NGN offrent les capacités, en termes d'infrastructure, de protocole et de gestion, de créer et de déployer de nouveaux services multimédia sur des réseaux en mode paquet.

La grande diversité des services est due aux multiples possibilités offertes par les réseaux NGN en termes de :

- support multimédia (données, texte, audio, visuel) ;
- mode de communication, Unicast (communication point à point), Multicast (Communication point-multipoint), Broadcast (diffusion) ;
- mobilité (services disponibles partout et tout le temps).
- portabilité sur les différents terminaux.

Les paragraphes suivants donnent certains d'entre eux.

III.3.1. Voix sur IP

La voix sur IP est un service directement lié à l'évolution vers les réseaux NGN. C'est une application qui est apparue depuis longtemps mais qui n'a pas encore eu le succès escompté, et cela pour différentes raisons :

- la jeunesse des protocoles de signalisation (SIP, H.323, MEGACO) de

voix sur IP et la gestion de la qualité de service qui commence seulement maintenant à être mature ne permettaient pas de déployer de services téléphoniques sur IP ;

- le seul fait de transporter la voix sur IP n'apporte pas de valeur ajoutée pour l'utilisateur final, par rapport au service de voix classique ;
- les services associés à la voix sur IP n'ont pas encore la maturité nécessaire pour pousser l'évolution vers ces nouveaux réseaux ;
- la nécessité d'interconnecter les réseaux IP aux réseaux TDM/SS7 implique des coûts liés aux équipements d'interconnexion (passerelles) et le prix des terminaux (IP phones) annihile l'avantage financier apporté par le transport en IP ;
- le coût des terminaux IP reste encore supérieur à celui des équipements classiques (pas encore d'économies d'échelle suffisantes).

Cependant l'évolution de la technologie et des protocoles et l'apparition de services associés au monde IP devraient permettre l'émergence de la voix sur IP. De plus, l'évolution des terminaux communicants multimédia est un argument supplémentaire à l'évolution des réseaux téléphoniques vers la voix sur IP ; ainsi l'UMTS, dans la release 5, généralise le transport en IP au réseau voix.

III.3.2. Diffusion de contenus multimédia

La diffusion de contenu multimédia regroupe deux activités ; l'une focalisée sur la mise en forme des contenus multimédia, l'autre centrée sur l'agrégation de ces divers contenus via des portails.

Les outils technologiques, tels que le multimédia streaming (gestion d'un flux multimédia en termes de bande passante et de synchronisation des données) et le protocole multicast, doivent permettre de fournir un service de diffusion de contenu aux utilisateurs finaux.

III.3.3. Messagerie unifiée

Le service de messagerie unifiée est l'un des services les plus avancés : c'est le premier exemple de convergence et d'accès à l'information à partir des différents moyens d'accès. Le principe est de centraliser tous les types de messages, vocaux (téléphoniques), écrits (email, SMS), multimédia sur un serveur ; ce dernier ayant la charge de fournir un accès aux messages adapté au

type du terminal de l'utilisateur. Ainsi un email peut être traduit en message vocal par une passerelle text-to-speech ou inversement un message vocal sera traduit en mode texte.

III.3.4. Stockage de données

L'augmentation de capacité des réseaux et la gestion des flux permettent de proposer des services de stockage de données, en tant que sauvegarde de données critiques sur des sites protégés, mais aussi en tant qu'accès « local » à un contenu (serveur « proxy » ou « cache »).

En effet, les volumes de données évoluant de façon exponentielle, la nécessité d'offrir les services à partir des serveurs « locaux » semble indispensable. Cet aspect semble notamment indispensable pour les applications de télévision interactive et de vidéo.

III.3.5. Messagerie instantanée

Cette application a déjà un grand succès auprès des internautes : elle permet de dialoguer en temps réel, à plusieurs, sur un terminal IP (généralement un PC) ayant accès à Internet via une interface texte. Cependant, il est nécessaire d'installer sur son terminal un logiciel propriétaire permettant de se connecter à un fournisseur d'accès ; il n'est alors possible de communiquer qu'avec les utilisateurs souscrivant au même service. L'évolution des réseaux devrait permettre la standardisation de cette application et la communication entre tous (ouverture du service) à partir de n'importe quel terminal.

C'est l'évolution du service SMS, par l'apport de l'interactivité et du multimédia (MMS).

III.3.6. Services associés à la géolocalisation

La possibilité de localiser géographiquement les terminaux mobiles a été rapidement perçue comme une source de revenus supplémentaires. En effet, la géolocalisation permet de proposer aux utilisateurs finaux des services très ciblés à haute valeur ajoutée liés au contexte (exemple : horaire, climat) et au lieu.

Actuellement plusieurs solutions techniques existent et sont même en cours d'implémentation dans les réseaux d'opérateurs mobiles.

Cependant, si ces solutions offrent la capacité de localiser les terminaux mobiles, il n'existe pas encore d'interfaces permettant l'exploitation de ces données par les applications de services, ou de réelle volonté des opérateurs d'ouvrir leurs serveurs de localisation à des fournisseurs de services tiers, afin d'utiliser cette fonction de localisation comme service capability server (élément de base servant de support à la réalisation des services).

CHAPITRE IV : APPLICATION DE LA MIGRATION TDM VERS NGN

IV.1. Stratégies de migration des réseaux actuels vers NGN

IV.1.1. Introduction

L'évolution d'un réseau existant vers la nouvelle structure nécessitera une stratégie de migration progressive visant à réduire au minimum les dépenses d'investissement pendant la phase de transition, tout en tirant parti très tôt des avantages qu'elle présente. Toute démarche entreprise lors de cette étape de transition devra simplifier l'évolution du réseau vers l'architecture NGN à commutation de paquets. Pendant plusieurs années encore, les services de commutation traditionnels vont devoir coexister avec des éléments de réseau mettant en œuvre de nouvelles technologies.

La première partie de ce chapitre est consacrée à la migration des réseaux fixes vers une architecture NGN. Dans la deuxième partie, nous proposons différentes solutions de migration des réseaux mobiles vers une architecture NGN Multimédia (IMS) avec une étude des évolutions majeures au sein du cœur du réseau UMTS.

IV.1.2. Migration des réseaux fixes vers NGN

Dans cette partie, nous proposons un ensemble de solutions correspondant au besoin de n'importe quel type d'opérateurs de réseau voulant évoluer son réseau téléphonique à commutation de circuits vers une architecture NGN à commutation de paquets.

La mise en place d'architectures NGN peut se faire avec une plus ou moins grande ampleur, selon que l'utilisation des technologies NGN s'approche ou non au plus près de l'utilisateur final. Le choix de déploiement à retenir conditionne en grande partie les bénéfices à attendre de la mise en place d'un réseau NGN du point de vue de l'économie de coût. Quatre grands scénarios peuvent ainsi être dégagés [5]:

- scénario 1 : Mise en place de solutions NGN en transit ;
- scénario 2 : Mise en place de solutions NGN jusqu'au commutateur de classe 4 ;
- scénario 3 : Mise en place de solutions NGN jusqu'au classe 5 ;

- scénario 4 : Mise en place de solutions tout IP en overlay.

Dans ce qui suit, nous utiliserons la terminologie suivante (figure IV.1) :

- commutateur de classe 5 pour les commutateurs locaux ;
- Commutateurs de classe 4 pour les commutateurs à autonomie d'acheminement (CAA) ;
- commutateurs de classe 3 pour tous les commutateurs situés dans les zones de transit (régional, national ou international).

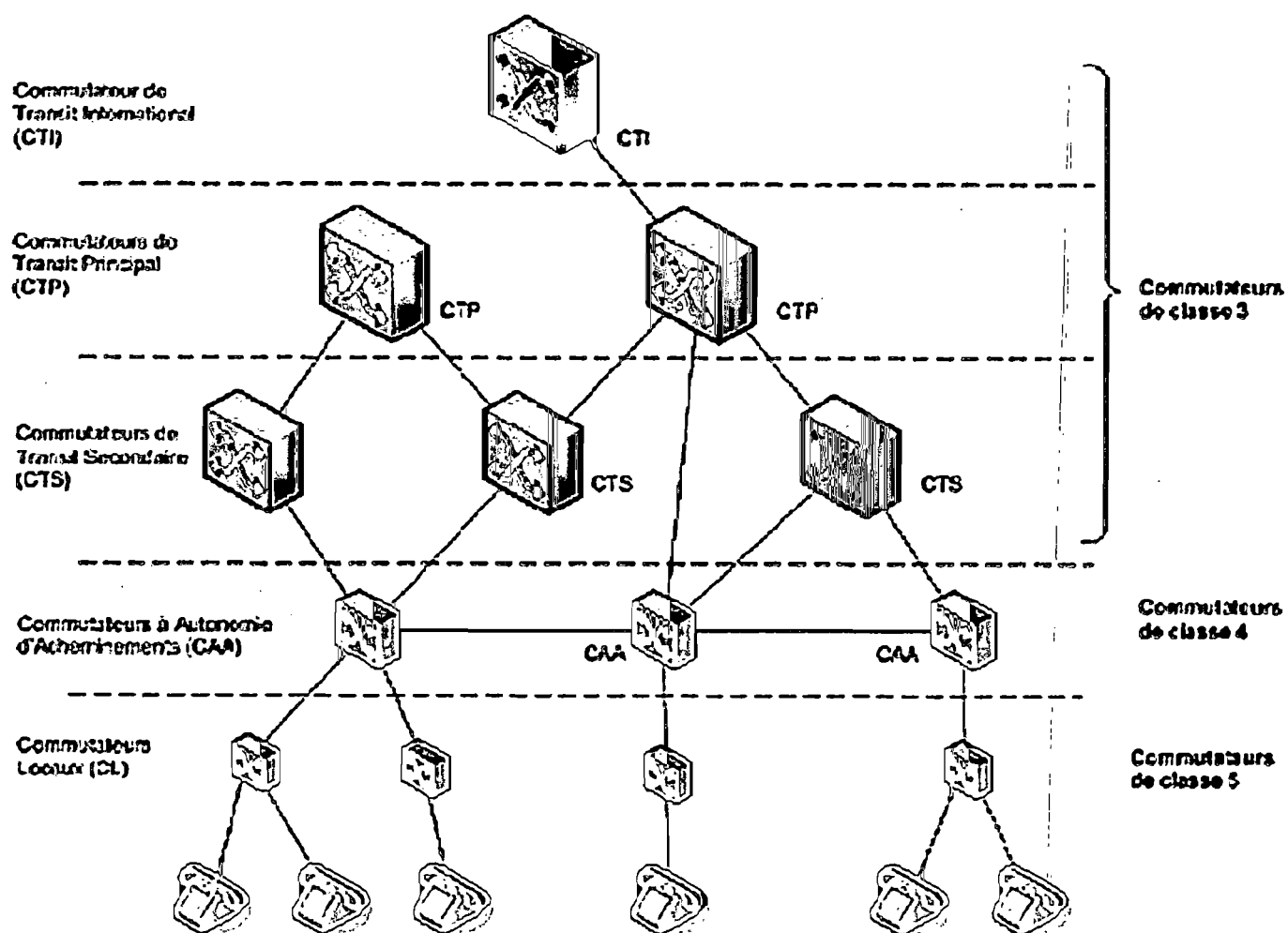


Figure IV.1 : Hiérarchie des commutateurs du réseau RTC

IV.1.2.1. Mise en place de solutions NGN au niveau de transit

IV.1.2.1.1. Définition

Dans ce scénario, l'opérateur utilise des technologies NGN pour son cœur de réseau, mais dès que l'on s'approche des commutateurs de classe 4, le trafic continue à être supporté par le réseau traditionnel. Cette démarche est mise en place par un grand nombre d'opérateurs mondiaux, précisément sur ces fonctions de transit que ce soit au niveau régional, national ou international. Il s'agit de la première étape de la migration d'un réseau traditionnel vers un réseau NGN pour nombre d'entre eux. Le principal bénéfice pour un opérateur est la réduction de coût sur les communications internationales et nationales.

- A l'international, pour un opérateur étranger, l'implémentation d'une solution NGN au niveau transit permet d'utiliser un lien IP afin de transporter des communications vocales plutôt que d'avoir recours à la location d'une liaison louée auprès de l'opérateur historique local.
- Au niveau national, un opérateur pourra réduire également ses coûts s'il loue ses liens, en particulier car il aura besoin de moins de lien physique du fait de l'absence de nécessité d'un réseau maillé.

IV.1.2.1.2. Impacts sur l'architecture du réseau

Ce type de solution impacte le trafic entre les commutateurs de transit au niveau national ou international. Concrètement, il s'agit d'installer des passerelles media (Media Gateway) assurant l'interface entre le réseau IP de transport des données avec le réseau téléphonique TDM traditionnel. Les passerelles sont alors administrées à distance par un softswitch dans le cadre d'une architecture centralisée en utilisant en général les protocoles de signalisation MGCP/H.248.

IV.1.2.1.2.1. Exemple 1 : Migration du trafic téléphonique international sur IP

Pour un opérateur souhaitant déployer une solution VoIP pour son trafic international il suffit d'implémenter (voir figure IV.2) :

- Un softswitch qui centralisera le contrôle des appels, le routage du trafic

et la gestion des aspects de signalisation. Ce softswitch remplacera le (ou les) commutateur (s) de transit international TDM existant(s).

- Des passerelles media dans les PoP (Points de Présence) situés dans les pays où l'opérateur veut interconnecter au réseau national TDM.

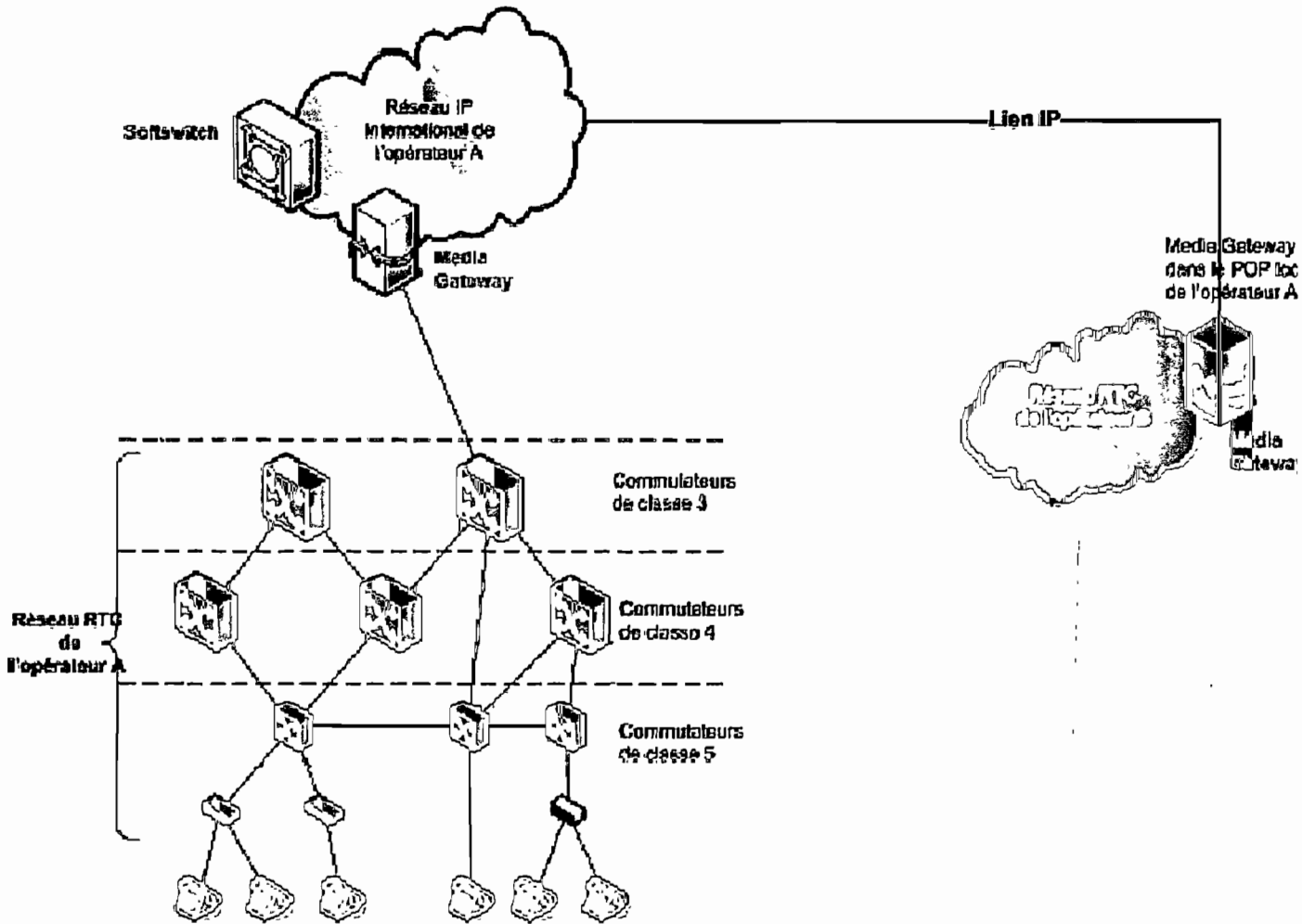


Figure IV.2 : Architecture d'une solution NGN pour le trafic de transit international

IV.1.2.1.2.2. Exemple 2 : Migration du trafic de transit au niveau national

Au niveau national, l'approche est similaire sauf que ce sont les commutateurs de classe 3 et de niveau hiérarchiques supérieurs qui seront remplacés par un ou plusieurs softswitch et passerelles media. Evidemment les commutateurs TDM de classe 4 et 5 sont conservés et assurent la livraison des communications téléphoniques TDM de manière tout à fait classique aux abonnés.

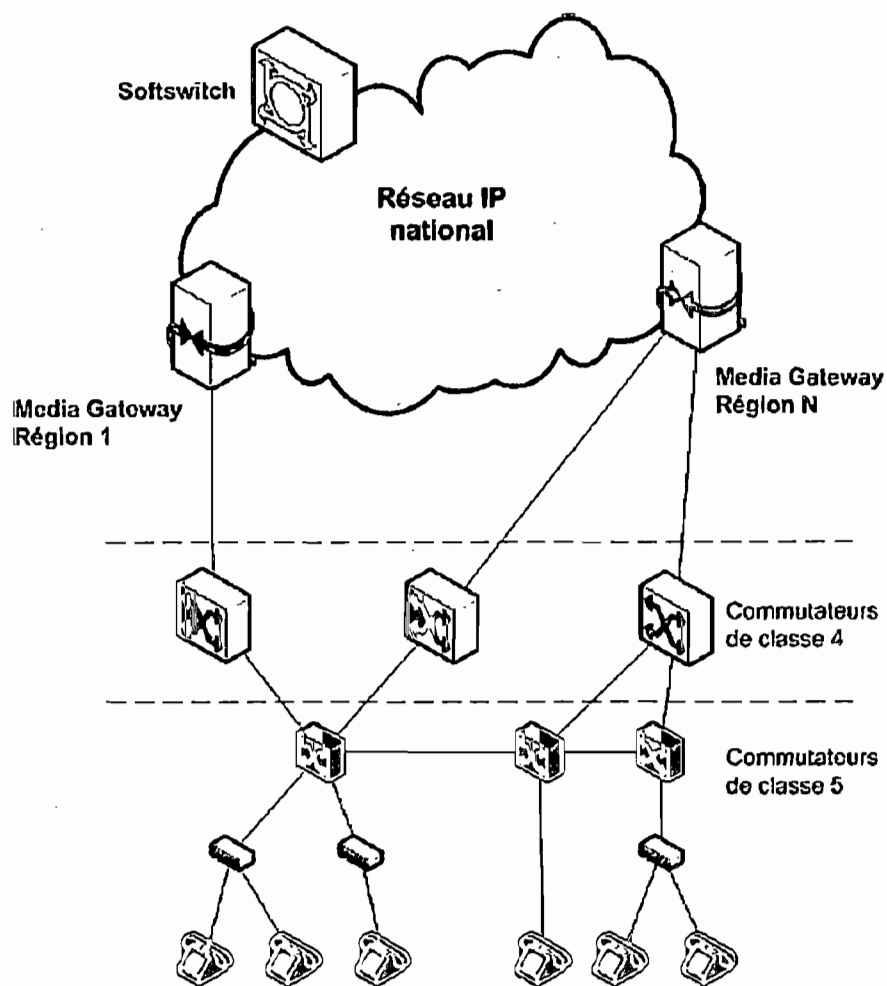


Figure IV.3 : Architecture d'une solution NGN pour le trafic de transit national

IV.1.2.2. Mise en place de solutions NGN jusqu'au commutateur de classe 4

IV.1.2.2.1. Définition

L'opérateur choisit de mettre en place une architecture NGN qui a vocation également à agréger le trafic local, et conserve son réseau d'accès traditionnel. Ce scénario constitue une prolongation naturelle du premier.

IV.1.2.2.2. Impacts sur l'architecture du réseau

Le trafic entre commutateurs d'abonnés TDM traditionnels est en fait détourné sur une infrastructure VoIP. Pour cela, l'opérateur connecte ses commutateurs d'abonnés à des gateways VoIP et des softswitchs de classe 4. D'un point de vue architectural, il s'agit de la même solution que pour le scénario précédent à un niveau différent du réseau plus proche de l'abonné. En effet un commutateur de classe 4 ne diffère d'un commutateur de classe 3 ou de niveau hiérarchique supérieur uniquement par sa capacité de traitement de données. Il n'intègre aucune intelligence réseau. Du coup, pour le réseau NGN, la différence se traduira uniquement par la nature des capacités supportées par les media gateways et softswitchs.

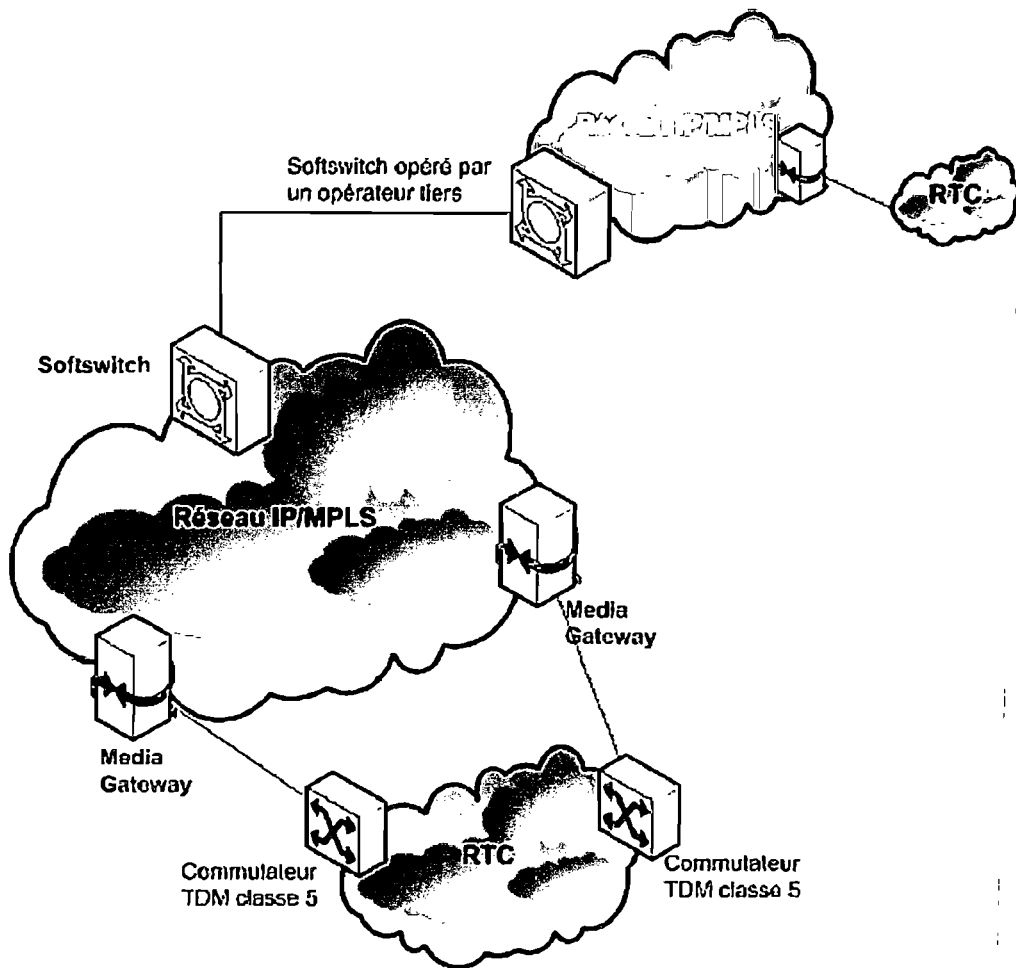


Figure IV.4 : Architecture d'une solution NGN de classe 4

Cette étape permet en fait de fusionner les infrastructures longue distance voix et données sur une même épine dorsale IP. Ultérieurement, l'opérateur peut remplacer ses commutateurs locaux d'abonnés TDM par des softswitchs de classe 5. Deux opérateurs peuvent interopérer leur réseau NGN de classe 4 en s'interconnectant au niveau d'un softswitch pour l'échange de signalisation relative à l'acheminement du trafic. Le trafic transite alors par un lien IP (non représenté sur la figure) entre les deux infrastructures de cœur de réseau IP. A court terme, cette démarche permet également de conserver des class 5 traditionnels qui disposent de certaines capacités qu'il est difficile de rendre avec des solutions logicielles (prise de ligne au décrochage par exemple).

IV.1.2.3. Mise en place de solutions NGN jusqu'à la classe 5

IV.1.2.3.1. Définition

Les commutateurs de classe 5 constituent le point de raccordement avec l'abonné pour la fourniture des services voix basiques. Les opérateurs historiques possèdent plusieurs milliers de ces commutateurs et de part leur position stratégique dans leur réseau ont été peu enclins jusqu'à présent à les remplacer par une solution NGN. Toutefois, compte tenu de la forte progression de la pénétration des services haut débit et du déclin de la demande en services de téléphonie traditionnelle, les opérateurs considèrent de plus en plus l'opportunité de faire converger leur infrastructure d'accès vers une plate-forme IP commune.

Dans le cadre d'une migration de classe 5, l'opérateur réalise une migration complète, et tout le trafic transitant dans le réseau sera supporté par une architecture NGN. Cette approche permet la fourniture de bout en bout de services VoIP à condition que l'utilisateur final utilise un équipement IP. De loin la plus complexe, cette étape est aujourd'hui assez peu répandue.

IV.1.2.3.2. Impacts sur l'architecture du réseau

L'opérateur remplace ses commutateurs locaux TDM par des softswitchs de classe 5. A la différence des solutions de classe 4, les serveurs d'appels de classe 5 peuvent supporter tous les types de services proposés par les commutateurs traditionnels locaux et servir tous les types de terminaux raccordés au réseau IP, directement ou par l'intermédiaire de MSAN

(« MultiService Access Node »).

Le commutateur de classe 5 commute le trafic localement et le transfère vers le réseau de transit s'il n'est pas en mesure de se connecter directement au commutateur de classe 5 du destinataire de l'appel. Comme les fonctions logiques de concentrateur et de commutateur local sont souvent intégrées au sein d'un unique équipement, traditionnellement ils sont fournis par le même équipement et la signalisation entre ces éléments est souvent propriétaire. C'est une manière de garder un client captif pour un vendeur si bien que les interfaces standardisées (V5.1 et V5.2) sont rarement disponibles sur les commutateurs actuellement en service dans les réseaux RTC des opérateurs historiques.

Du coup, le passage à un réseau NGN en classe 5 s'avère plus compliqué car faire migrer les commutateurs locaux revient également à faire évoluer les concentrateurs qui leur sont rattachés. En outre, au-delà du service vocal basique, un réseau RTC fournit de nombreux services à valeur ajoutée, comme par exemple :

- identification du numéro de l'appelant ;
- messagerie vocale ;
- appel en attente ;
- interception d'appel ;
- horloge parlante.

La fourniture de ces services est assurée par les commutateurs TDM de classe 5 auxquels le réseau IN s'interconnecte. Par conséquent, la suppression d'un commutateur de classe 5 rompt le lien avec le réseau intelligent existant. L'implémentation du softswitch doit prendre ces éléments en compte et garantir la continuité de services pour l'abonné soit en re-crédant le lien IN soit en implémentant les mêmes services sur une nouvelle plate-forme IN. Dans la perspective stratégique de l'opérateur visant à utiliser une solution NGN comme support de nouveaux services, la deuxième solution sera privilégiée mais nécessitera des investissements additionnels. Il en va de même au niveau du système de facturation également raccordé au commutateur de classe 5. L'implémentation d'un nouveau système de facturation pour la solution NGN n'est en soit pas très onéreuse mais s'assurer de sa bonne intégration avec les systèmes de facturation existants est autrement plus compliquée.

En conclusion, une migration de classe 5 s'avère être un véritable « big bang »

au niveau du réseau de l'opérateur et cela est d'autant plus coûteux et complexe que le réseau est important.

IV.1.2.3.3. Raccordement de l'abonné

Dans le cadre d'une migration NGN de classe 5, le raccordement des abonnés se fait avec un lien IP. Possédant rarement des infrastructures TDM, les opérateurs alternatifs fournissent des services VoIP basés sur les technologies d'accès haut débits DSL ou FTTH et les administrent via le déploiement de softswitchs assumant les fonctionnalités de commutateurs de classe 4 et 5.

Les opérateurs historiques, eux, doivent aussi garantir la continuité de leurs services TDM actuels. Certains opérateurs ont ainsi choisi de conserver leurs commutateurs TDM et de les équiper de nouvelles cartes afin de faire migrer graduellement le réseau traditionnel vers une architecture NGN de classe 5 tandis que l'opérateur déploiera directement de nouveaux softswitchs pour supporter de nouveaux services basés sur des technologies haut débit. On voit apparaître une nouvelle génération d'équipements d'accès haut débit baptisés IMAP (Integrated Multiservice Access Platforms) ou MSAN (Multiservice Access Node) qui savent gérer aussi bien des lignes haut débit que des accès RNIS ou analogiques. Ces équipements se connectent au réseau IP de l'opérateur et offrent le service téléphonique sous le contrôle du softswitch de classe 5. Ils permettent aux opérateurs historiques de continuer à fournir des services traditionnels, et de continuer à remplir leurs obligations réglementaires, tout en tirant parti des solutions de softswitch IP.

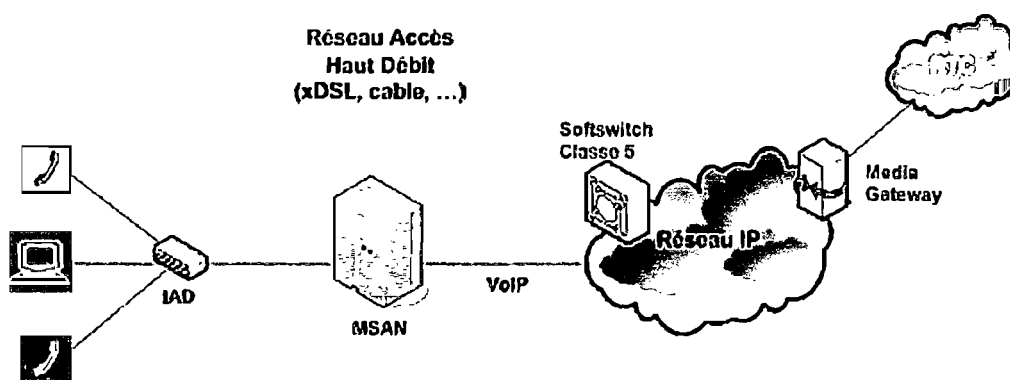


Figure IV.5 : Architecture d'un réseau NGN de classe 5

IV.1.2.4. Mise en place de solutions tout IP en overlay

Dans ce cas, l'opérateur déploie une architecture entièrement basée sur IP, qui n'a pas besoin de se connecter au réseau de commutation existant, ceci en parallèle du réseau traditionnel, qui continue à vivre sa vie indépendamment. Ce type de solution est particulièrement adapté aux opérateurs historiques qui sont confrontés à une forte chute des revenus de téléphonie classique et qui, pour protéger leur base de clientèle, doivent lancer des solutions innovantes basés sur des technologies alternatives (DSL, FTTH, câble, ...).

Ce type d'approche est bien évidemment plus répandu auprès d'opérateurs alternatifs, qui dans la plupart des cas n'ont pas de réseau traditionnel à administrer.

IV.1.2.4.1. Impacts sur l'architecture du réseau

Le réseau paquet en overlay fournit les services à valeur ajoutée tandis que le réseau TDM traditionnel continue d'assurer le support des services téléphoniques de base. Les deux réseaux s'interconnectent via le déploiement de passerelles (les media gateways dans la figure ci-dessous) afin de garantir une terminaison d'appel sur un téléphone classique alors que l'appelant utilise un téléphone IP et inversement. Les réseaux VoIP et PSTN restent clairement séparés, au niveau du transport du trafic et de la signalisation.

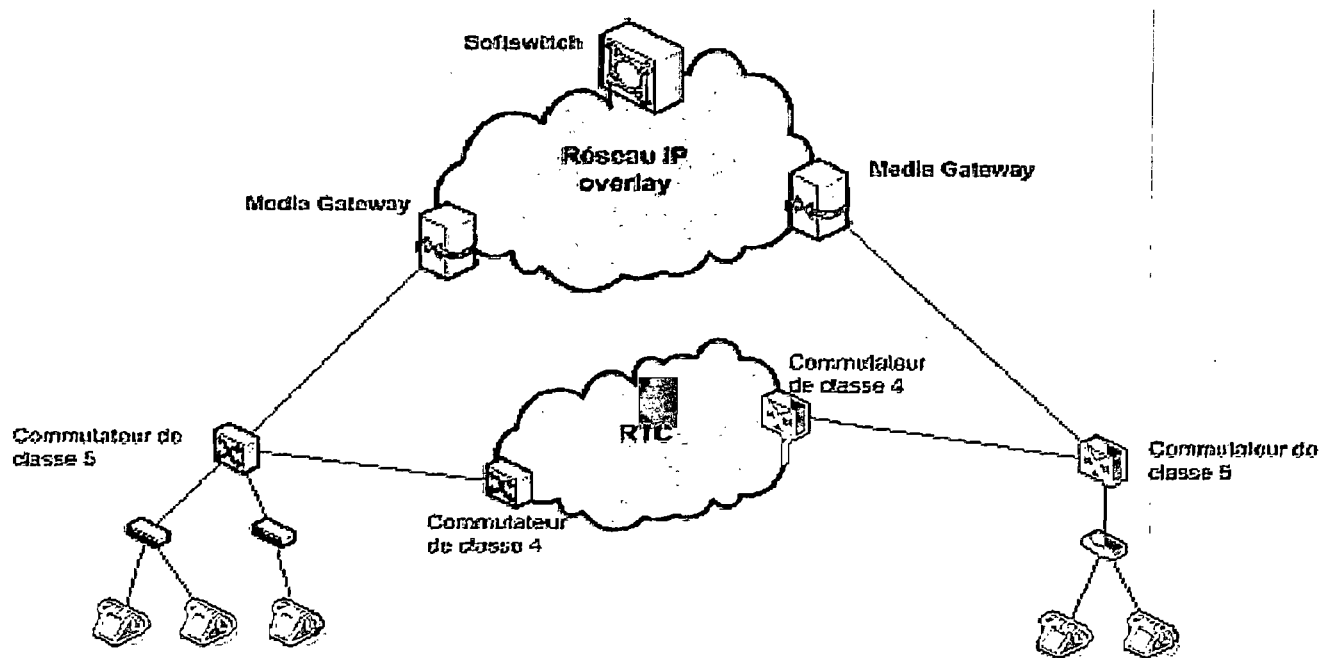


Figure IV.6: Architecture overlay VoIP

IV.1.2.4.2. Les différentes phases de la stratégie de migration overlay

La stratégie overlay est intimement liée à la stratégie de déploiement du réseau d'accès haut débit de l'opérateur. En effet, la date de migration complète des abonnés RTC vers le réseau NGN dépend de la vitesse de déploiement du réseau DSL et du rythme des abonnements haut débit.

Il n'y a pas de migration active des abonnés RTC existants à court terme. Toutefois, à plus long terme, quand le réseau RTC deviendra trop coûteux à entretenir, la migration pourra être accélérée afin de procéder à la fermeture complète du réseau RTC. Des initiatives commerciales pourront être mises en place à cet effet par l'opérateur. Malgré tout, même si les abonnés de la nouvelle plate-forme vont essentiellement utiliser des services VoIP, il n'en demeure pas moins que certains d'entre eux voudront conserver un accès à un service RTC et continuer à utiliser leur téléphone traditionnel. En conséquence, des interfaces RTC devront être conservées sur les passerelles résidentielles.

Ci-après est présentée la stratégie typique de migration, avec mise en place d'un réseau IP, envisagée par les grands opérateurs (Figure IV.7) :

- Phase 1 : Le DSL tel qu'il est déployé aujourd'hui permet de supporter sur une même ligne des services vocaux RTC classiques et des services de données en haut débit sur une même paire de cuivre grâce à l'usage de filtres. La carte de la ligne d'abonné est localisée dans le concentrateur local ;
- Phase 2 : Le DSLAM est remplacé par un MSAN (Multi-Service Access Nodes) supportant à la fois les technologies TDM et ATM/IP. Les cartes RTC et DSL sont maintenant localisées dans le MSAN et la signalisation s'effectue entre le MSAN et le commutateur RTC de classe 5 via les interfaces V5.1 ou V5.2. Les nouveaux abonnés DSL devraient être raccordés à cette nouvelle plate-forme pour les services vocaux et données ;
- Phase 3 : Le MSAN est mis à niveau pour devenir un pur équipement IP, qui assume la terminaison des appels vocaux RTC et les convertit en VoIP. Un softswitch est désormais nécessaire puisque le commutateur de classe 5 n'est plus relié directement au MSAN. Une passerelle media doit aussi être ajoutée au réseau afin d'assurer la connexion entre le réseau RTC existant et la plate-forme IP pour supporter les appels IP vers RTC. Les abonnés existants et les nouveaux abonnés migrent automatiquement vers la VoIP, même si le service qu'ils reçoivent est toujours de type RTC ;
- Phase 4 : Une fois que la migration a attiré suffisamment d'utilisateurs et que l'opérateur est prêt, le reste des abonnés RTC peut être transféré sur la nouvelle plate-forme IP et le réseau RTC peut alors être définitivement abandonné.

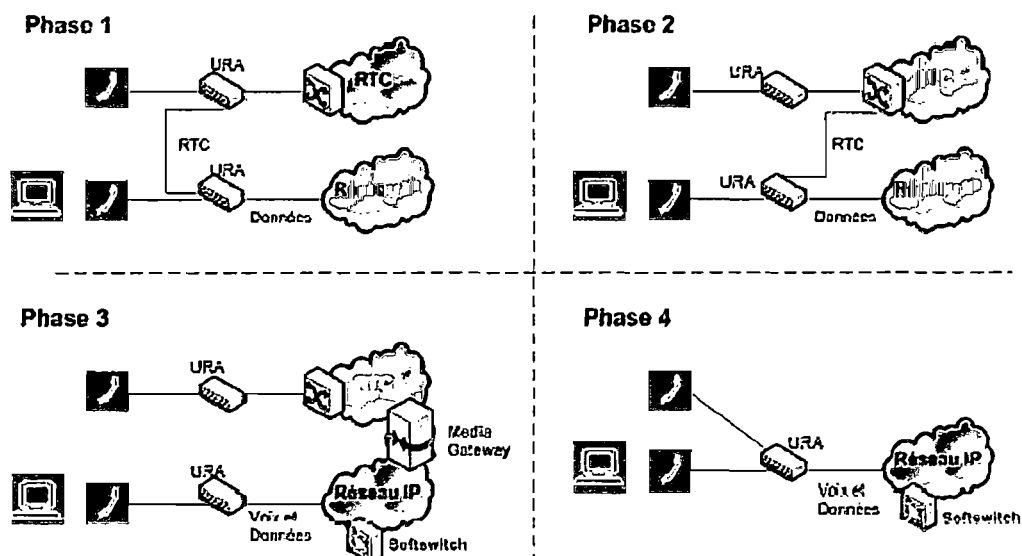


Figure IV.7 : Les différentes phases de la stratégie de migration overlay

IV.1.3. Migration des réseaux mobiles vers l'IMS

Les réseaux mobiles sont confrontés aux contraintes de flexibilité de gestion, d'ouverture de services mais aussi de déploiements d'équipements. En outre, ce sont les mêmes besoins que les réseaux fixes qui ont générés ce besoin de convergence; à savoir : une évolution technologique d'envergure et une demande pour un réseau de services universel.

L'évolution des réseaux mobiles vers une architecture multiservice a suivie une tendance plus régulière aussi bien au niveau technologique que sur le plan de la normalisation. En effet, partant du réseau GSM pour le transport de la voix et qui est basé sur la commutation de circuits, le besoin de convergence voix/données a donné naissance au GPRS. Ce fut une évolution majeure du GSM par l'utilisation de la commutation de paquets et l'augmentation des débits, la génération 2.5, le GPRS, a ouvert la porte aux applications multimédia et implicitement une transition vers les réseaux de troisième génération : l'UMTS est né. Ce dernier est le premier système qui inclut dans ses spécifications une évolution vers l'architecture du futur : le NGN.

Dans cette partie, nous allons présenter les évolutions majeures au sein du cœur du réseau UMTS.

IV.1.3.1 UMTS release 99 : l'héritage du GSM/GPRS

L'architecture UMTS telle que décrite dans la release 99 du 3GPP s'appuie sur une nouvelle interface radio, l'UTRA, et une évolution des cœurs de réseau GSM et GPRS (adaptation des équipements existants ou nouveaux équipements) pour gérer les flux des domaines circuit et paquet.

Dans l'architecture UMTS R99 :

- Les interfaces de l'UTRA avec le cœur de réseau sont basées sur un transport ATM (AAL2 pour la voix, AAL5 pour les données).
- Le transport dans le cœur de réseau peut ensuite être effectué (au choix de l'opérateur) soit en ATM pour l'ensemble des flux, soit en ATM puis TDM pour les flux circuit et en IP pour les flux paquet. La signalisation à l'interface avec l'UTRA est transportée soit dans des circuits virtuels ATM, soit avec le protocole de transport de SS7 sur IP SIGTRAN.
- Les appels multimédia sont supportés, mais de manière transparente. En effet, les messages de signalisation multimédia sont transportés de manière transparente dans une connexion circuit ou dans un contexte PDP

(tunnel GTP entre SGSN et GGSN), ce qui évite d'introduire des fonctions multimédia dans les équipements GSM et GPRS, limitant les impacts aux terminaux et à l'ajout de serveurs multimédia (gatekeepers). Les protocoles de contrôle d'appel multimédia retenus sont H.323 pour le domaine paquet et H.324-M pour le domaine circuit, choix plus conforme à la maturité actuelle des protocoles (par rapport à SIP). Cependant, le transport de la signalisation multimédia étant transparent, SIP pourrait a priori être supporté de la même manière.

La R99 prépare donc l'évolution vers la solution cible tout IP en introduisant dès les débuts de l'UMTS un transport convergent des flux voix et données. Les versions ultérieures de la norme UMTS intègrent une évolution encore plus nette vers une architecture de type NGN.

La release R4 (ex-R99) est la première étape vers un cœur de réseau tout IP, et la release R5 finalise cette évolution.

IV.1.3.2.UMTS releases R4/R5 : l'évolution vers le tout IP multimédia

Alors que la release 99 UMTS a principalement pour vocation de gérer une transition douce avec le GSM/GPRS, la release 4 (anciennement dénommée release 2000) de l'UMTS propose une architecture résolument novatrice afin d'évoluer vers le tout IP multimédia.

Suite aux discussions techniques au sein du 3GPP et afin de prendre en compte la maturité des produits et solutions nouvelles, les évolutions de l'UMTS prévues dans cette version ont été échelonnées dans le temps et réparties sur deux versions successives, rebaptisées R4 et R5. [6]

IV.1.3.2.1.UMTS Release R4 : séparation des couches transport et contrôle

Conformément à l'un des concepts de base des NGN, la version R4 de la norme UMTS prévoit une évolution optionnelle du domaine circuit, sous la forme d'une restructuration fonctionnelle des MSC pour introduire une séparation des couches transport (Media Gateway) et contrôle d'appel (MSC server).

IV.1.3.2.1.1.MSC server

Le MSC server prend en charge les fonctions de contrôle d'appel et de contrôle de la mobilité du MSC (Figure IV.8). Le MSC server est associé à un ULR afin de prendre en compte les données des usagers mobiles. Le MSC server termine la signalisation usager-réseau (BSSAP ou RANAP) et la convertit en signalisation réseau-réseau correspondante. Par contre, il ne réside pas le chemin du média.

Par ailleurs, il contrôle le CS-MGW afin d'établir, maintenir et libérer des connexions dans le CS-MGW. Une connexion représente une association entre une terminaison en entrée et une terminaison en sortie du CS-MGW. Par exemple, la terminaison en entrée peut correspondre à une terminaison d'un circuit de parole (Interface A) alors que la terminaison en sortie peut être assimilée à un port de communication AAL₂/ATM ou RTP/UDP/IP.

IV.1.3.2.1.2.CS-MGW

Le CS-MGW reçoit un trafic de parole du BSC ou du RNC et le route sur un réseau IP ou ATM. L'interface LU-CS (interface entre BSC et MSC) se connecte dorénavant sur l'entité CS-MGW afin que le trafic audio puisse être transporté sur RTP/UDP/IP ou AAL₂/ATM.

Le transport sera typiquement assuré par RTP/UDP/IP afin de réutiliser le backbone IP du réseau GPRS et ainsi minimiser les coûts.

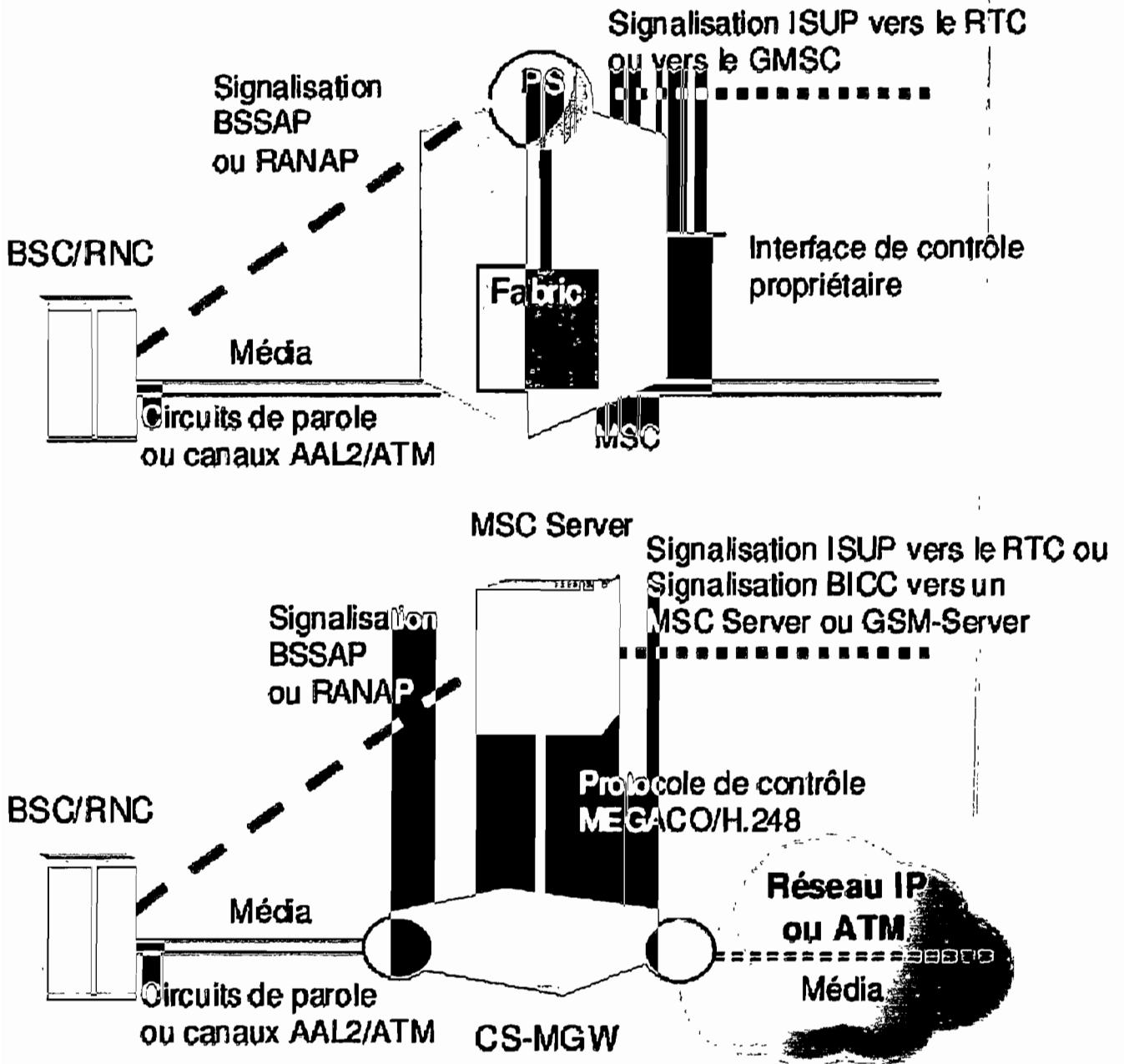
IV.1.3.2.1.3.GMSC server

Pour les appels téléphoniques entrants provenant du RTC, une entité GMSC est nécessaire, mise en œuvre dans la R4 par un GMSC server et un CS-MGW.

Le GMSC server interroge le HLR afin d'obtenir un numéro de MSRN et de pouvoir ainsi acheminer l'appel. Par ailleurs, le GMSC server contrôle le CS-MGW. Une connexion correspond à une association entre une terminaison TDM (terminaison du côté RTC) et terminaison RTP/UDP/IP ou AAL₂/ATM. Un transcodage de la parole doit aussi avoir lieu au niveau du CS-MGW pour convertir la parole reçue et qui est encodée à l'aide du codec G.711 en parole encodée en utilisant le codec AMR (UMTS) ou à l'aide du codec GSM, avant de router le trafic audio à l'autre CS-MGW qui interface les nœuds BSC et RNC.

Le protocole de signalisation (contrôle d'appel) entre le MSC server et le GMSC server peut être n'importe quel protocole de contrôle d'appel.

Le 3GPP suggère l'utilisation d'un protocole BICC (Bearer Independent call control) défini par l'ITU-T. Le protocole BICC est une extension du protocole ISUP pour permettre la commande d'appel et de services téléphoniques sur un réseau de transport IP ou ATM .L'autre protocole de signalisation possible est SIP-T (Session Initiation Protocol for Telephones) proposé par l'IETF.



MEGACO : Media Gateway Control Protocol
BICC : Bearer Independent Call Control
ISUP : ISDN User Part
Fabric : Matrice de commutation
BSSAP : Base Station Subsystem Application Part
RANAP : Radio Access Network Application Part

figure IV.8. Domaine CS dans l'UMTS R3 et UMTS R4

Une autre fonction doit être introduite afin de permettre au MSC server de recevoir la signalisation BSSAP/RANAP sur SIGTRAN .Il s'agit de la fonction Signaling Gateway (SG) (Figure IV.9) SIGTRAN fournit des adaptations et un transport fiable de la signalisation SS7 sur IP.

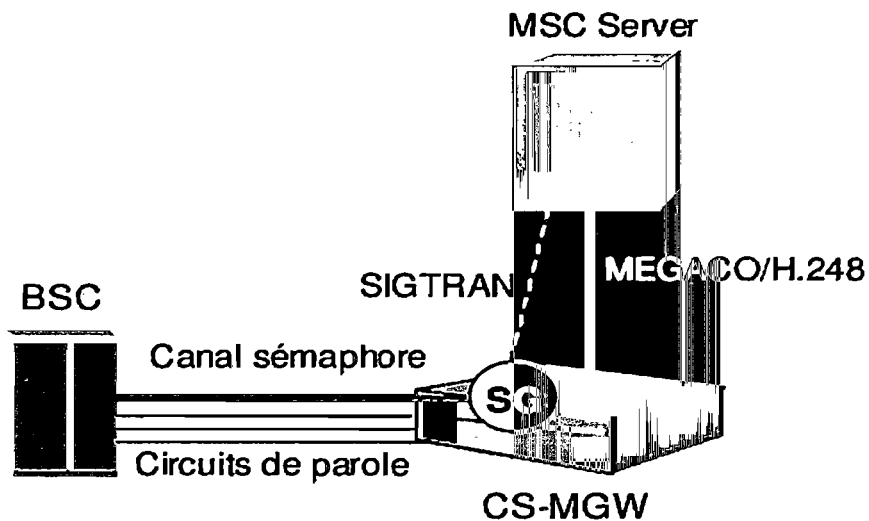


Figure IV.9. Signaling Gateway entre l'accès radio et le domaine CS de l'UMTS R4

Un BSC dispose de liens 2Mbit/s avec le CS-MGW .Sur ce lien sont multiplexés des circuits de parole et un canal sémaphore (SS7) pour le transport des messages de signalisation BSSAP. Ces messages sont reçus par le signaling Gateway (SG) alors que la parole est reçue et traitée directement par le CS-MGW. Le SG convertit le transport pour l'acheminement de la signalisation BSSAP entre le BSC et le MSC server .La signalisation BSSAP est échangée sur SS7 entre le BSC et MSC server .Par contre, le SG n'analyse pas les messages BSSAP.

Par ailleurs, le MSC server/GMSC server doit échanger la signalisation ISUP avec le RTC.

Un autre Signaling Gateway est donc présent entre le class 5/class4 Switch et le MSC server /GMSC server comme le montre la figure IV.10.Ce SG peut être intégré dans le CS-MGW si le mode SS7 est associé, ou être indépendant si le mode SS7 est quasi-associé.

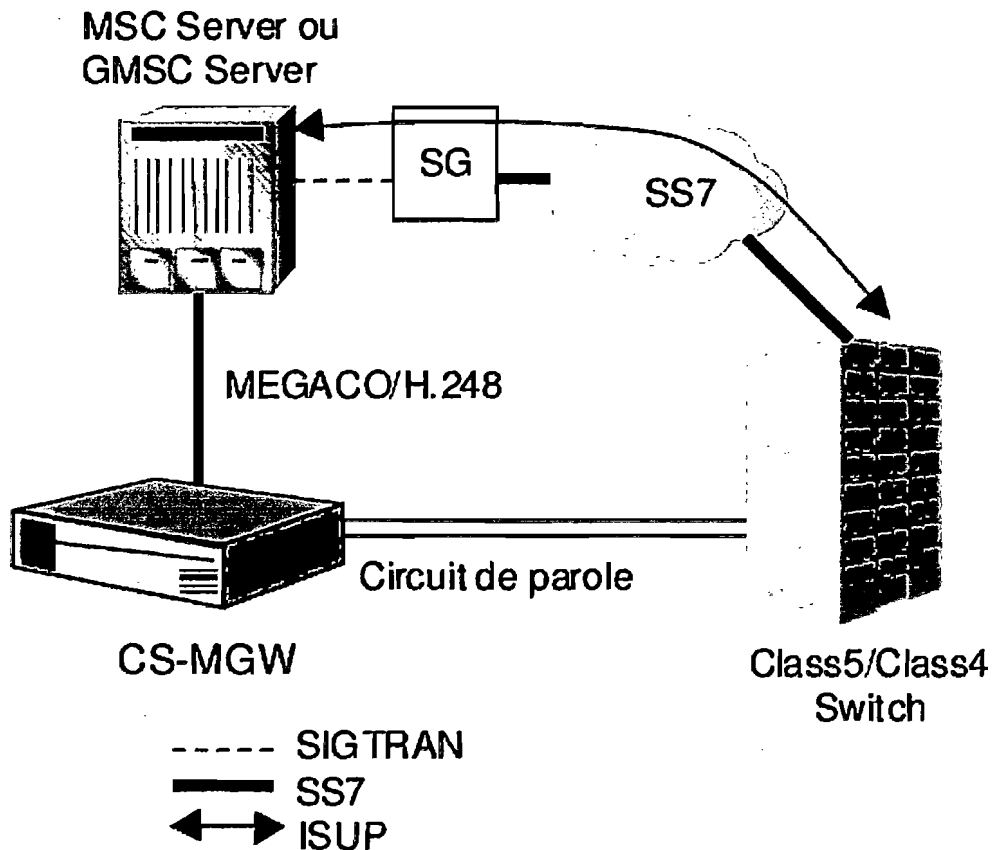


Figure IV.10 : Signaling Gateway entre RTC et domaine CS UMTS R4.

IV.1.3.2.2.UMTS Release R5 : ajout du domaine IP multimédia

La release R5 introduit un nouveau domaine, l'IP Multimédia (IM) Subsystem, s'appuyant sur les services du domaine paquet pour fournir des services de communications convergents (voix sur IP, données, multimédia...) en IP natif. Ainsi, les communications multimédia ne sont plus supportées de manière transparente mais deviennent le mode de communication cible de l'UMTS. Ce n'est que pour des raisons de compatibilité avec les réseaux GSM/GPRS et UMTS R99 et avec les terminaux non IP multimédia que le domaine circuit (MSC servers et MGW associées) est maintenu. Le cœur de réseau UMTS IP multimédia utilise le protocole SIP pour gérer les sessions IP multimédia, et le protocole IP pour le transport du trafic et de la signalisation associés.

Il supporte l'interfonctionnement avec les réseaux voix et données IP fixes et mobile existants, y compris Internet. Le choix du protocole de contrôle d'appel pour les appels VoIP et multimédia a fait l'objet de longues discussions, mais SIP a fini par s'imposer au 3GPP grâce à son caractère IP natif et son apparente simplicité comparé à H.323. Le protocole SIP de l'IETF doit cependant être enrichi pour prendre en compte certaines évolutions spécifiées par le 3GPP pour un usage dans le cœur de réseau UMTS, notamment concernant les spécificités liées à la gestion de la mobilité.

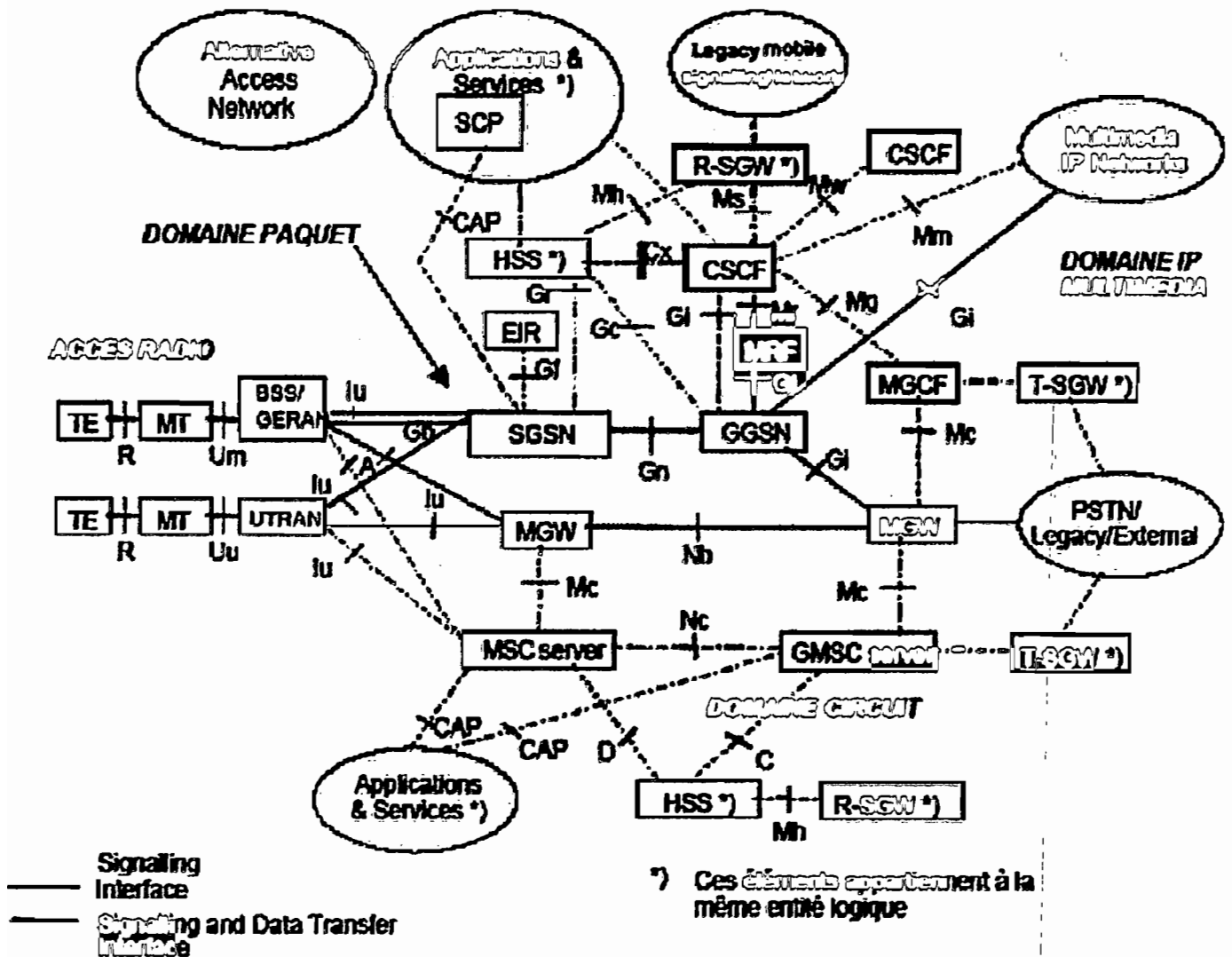


Figure IV.11 : Architecture de référence Release 5

Pour assurer le contrôle d'appel et la gestion de la signalisation dans ce nouveau domaine, de nouvelles entités sont ajoutées, ou des équipements existants sont modifiés. Le tableau II.1 en fait une synthèse, ainsi qu'une correspondance avec les fonctions NGN présentées dans le rapport.

En terme de gestion de la mobilité, le HSS UMTS est chargé de la mise à jour du profil utilisateur, et peut intégrer ou coopérer avec des entités standards dans le monde IP, comme un serveur distant d'authentification et d'autorisation (RADIUS) ou un serveur gérant la résolution d'adresse et l'allocation dynamique d'adresse IP (fonctions DNS et DHCP).

Avec la R5 UMTS, le transport IP se généralise progressivement à l'ensemble du réseau, et IPv6 est introduit dans le cœur de réseau :

- Il est à noter que les interfaces de transport en sortie de l'UTRA, qui étaient de types ATM en R99, évoluent en IP en R5 (l'évolution du transport en IP au sein de l'UTRA et sur la voie radio étant prévue pour des étapes ultérieures de la norme).
- Le protocole de transport spécifié pour le domaine paquet est IP (entre RNC, SGSN et GGSN), avec support des options IPv4 et IPv6.
- Au sein du domaine IP Multimédia (éléments IP multimédia du cœur de (réseau + équipements terminaux associés), la norme spécifie l'utilisation exclusive d'IPv6, et un usage optimal d'IPv6 doit être fait.
- Interopérabilité IPv4/IPv6 : les équipements terminaux IP multimédia doivent pouvoir accéder à des applications IPv4 et IPv6, et le cœur de réseau doit assurer si nécessaire l'interopérabilité entre son transport IPv6 et un réseau IPv4 externe.

Tableau IV.1:Architecture de réseau UMTS R5

Fonction UMTS	Rôle	Correspondance architecture NGN
CSCF(call State Control Server)	Contrôle d'appel multimédia Dialogue avec le MGCF avec le protocole SIP-T	Serveur SIP évolué (ajout fonctions spécifiées par le 3GPP)
MGCF (Media Gateway Controller Function)	Contrôle de la ou des Média Gateways qui lui sont rattachées avec le protocole H.248 (+extensions 3GPP)	Média Gateway Controller
T-SGW(Transport Signaling Gateway)	Gestion de l'interfonctionnement de signalisation avec le réseau commuté fixe (adaptation des couches basses)	Signaling Gateway
R-SGW(Roaming Signaling Gateway)	Gestion de l'interfonctionnement de l'itinérance entre le réseau UMTS R4/R5 et les réseaux UMTS R99, GSM et GPRS avec adaptation des couches basses de signalisation	Signaling Gateway Spécifique Mobile
MRF (Multimedia Resource Function)	Gestion des appels multimédia, multipartites et de conférence	Fonction MCU dans H.323 (fonction MCU ou utilisation du multicast dans SIP)
HSS (Home Subscriber Server)	Evolution du HLR pour incorporer la gestion du profil de services IP multimédia de l'utilisateur (fonction serveur UMS-User Mobility Server)	Fonction SIP register

IV.1.3.3. Avantages du NGN pour les Mobiles

La R4 qui introduit les concepts NGN pour les mobiles est compatible avec la R3 : En effet, la station mobile est inchangée ; elle offre les mêmes services et les mêmes capacités que dans la R3. La R4 présente des avantages pour le réseau de base en termes de réduction des coûts, de flexibilité et d'évolution :

- la réduction des coûts provient d'IP ou d'ATM qui sont des technologies de transport multiservice ignorant les limites des réseaux TDM (Time Division Multiplexing) à 64 kbit/s et qui permettent donc d'optimiser les débits en fonction du service. En effet, dans la R3, la station mobile

encode la voix en utilisant le codec AMR (Adaptive Multi Rate Codec) avec un débit variable en sortie de 5 à 12 kbit/s. Au niveau du MSC qui utilise la technologie TDM, la voix est décodée et ré-encodée à 64 kbit/s en utilisant le codec G.711. En utilisant un transport de voix sur RTP/UDP/IP ou AAL2/ATM et en considérant un appel mobile-mobile, la voix peut être transportée de bout en bout, encodée avec le codec AMR. Par ailleurs la réduction des coûts est due à la réutilisation du backbone IP/ATM qui interconnecte les nœuds GSN. Ainsi les CS-MGWs peuvent s'interfacer à ce même backbone ;

- la flexibilité est assurée par une dissociation des plans de contrôle et de transport, leur permettant d'évoluer séparément et brisant la structure de communication monolithique d'un MSC. En effet, la couche transport peut être modifiée (exemple de la migration d'ATM vers IP) sans impact sur la couche contrôle ;
- la R4 permet l'évolution vers un réseau tout IP où la voix est directement mise en paquets sur la station mobile et transportée de bout en bout sur IP. Dans la R4, la voix est transportée sur IP dans le réseau de base uniquement. C'est la R5 qui traite de cette évolution qui permet l'établissement de sessions multimédia et non seulement voix, un transport de bout en bout sur IP, et une offre de services associés.

IV.1.3.4. Contrôle d'appel NGN Mobile

IV.1.3.4.1. Etablissement d'appel Mobile vers Fixe

Dans le scénario présenté à la figure IV.12, un mobile GSM établit un appel avec un terminal rattaché au RTC.

La station mobile émet un message CC SETUP qui est reçu le SG inclus dans l'AGW. Normalement, ce message est reçu par le MSC. Le protocole de signalisation utilisé entre le BSC et le MSC pour relayer ce message CC SETUP s'appelle DTAP (Direct Transfert Application Part) de BSSAP (Base Station Subsystem Application Part).

Le SG passe le message par SIGTRAN au MGC. Le MGC interagit avec la ULR pour authentifier l'appelant avant d'établir l'appel. Un MGC qui dispose d'une interface vers une VLR et qui implante les protocoles de signalisation pour interagir avec le BSC est appelé un MSC server. Le MSC server contrôle le CS-MGW par le protocole MEGACO/H.248 afin de créer un contexte et d'y ajouter

deux terminaisons : une terminaison circuit qui relie le CS-MGW au BSC et une terminaison RTP pour l'échange de paquets RTP avec un second CS-MGW .Le second CS-MGW est l'interface au RTC .C'est le MSC server qui détermine le CS-MGW approprié relié au class5 switch rattachant la destination.

Une transaction MGACO/H248 est envoyée par le MSC server au second CS-MGW afin de créer un contexte et d'y ajouter deux terminaisons : Une terminaison circuit qui est permanente et une terminaison RTP temporaire. La terminaison circuit correspond à un circuit de parole que le second CS-MGW partage avec un Class 5 Switch sur un faisceau de circuits. Le MGC fournit par ailleurs les informations décrivant la session au niveau du premier CS-MGW (remote descriptor). Cela permet au second CS-MGW de connaître l'adresse de transport (port UDP, adresse IP) du premier CS-MGW ainsi que le codec à utiliser (i.e., GSM) pour émettre les paquets RTP contenant le trafic audio, une fois la communication établie.

Le second CS-MGW acquitte la création du contexte et retourne les caractéristiques des terminaisons créées (local descriptor). Le MSC Server émet alors un message ISUP, délivré sur SIGTRAN au SG. Le SG relaye ce message ISUP par son interface SS7, au Class 5 Switch rattachant le destinataire. Le Class 5 Switch traduit ce message en un message de signalisation envoyé au terminal de l'abonné (message SETUP dans le cas d'un terminal RNIS).

Le terminal abonné alors alerté génère un message Alerting (s'il s'agit d'un terminal RNIS) émis au Class 5 Switch qui le traduit en un message ISUP ACM renvoyé au SG. Le SG relaye ce message ISUP ACM reçu sur son interface SS7, au MSC Server en utilisant son interface SIGTRAN.

Le MSC Server peut alors le traduire en un message CC ALERTING qui est délivré par l'intermédiaire de DTAP (BSSAP) au SG qui le relaye au BSC qui le délivre à la station mobile.

Lorsque l'appel décroché, un message ANM est généré par le class5 switch et passé au MSC server.

Ce dernier le traduit en un message CC CONNECT délivré à la station mobile par l'intermédiaire du SG et BSC .Il s'agit aussi pour le MSC server de modifier la terminaison RTP dans le premier CS-MGW afin de lui fournir la description de la session établie par le second CS-MGW. Ainsi, le premier CS-MGW connaît l'adresse de transport (numéro de port UDP, adresse IP) de livraison des paquets RTP. Le MSC-Server modifie aussi le mode des terminaisons T1 et T2, positionné désormais à la valeur « Send And Receive ».

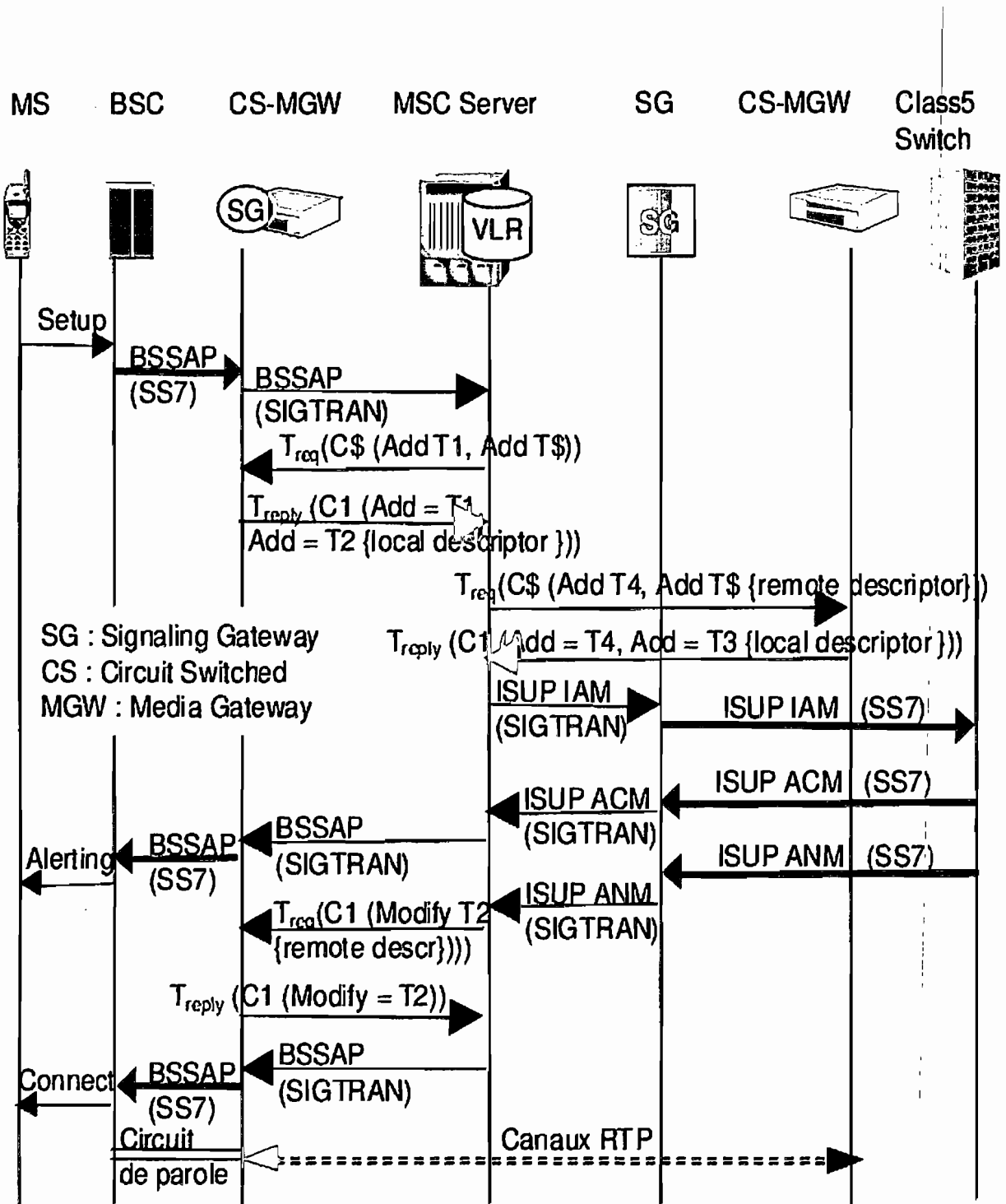


Figure IV.12 : Scénario d'établissement d'appel Mobile vers Fixe dans le domaine CS de l'UMTS

La connectivité mise en œuvre dans le réseau pour supporter l'appel, est constituée de (Figure IV.13.):

- un circuit de parole réservé entre le BSC et le premier CS-MGW ;
- un contexte créé dans le premier CS-MGW .Il consiste en une association entre une terminaison TDM et une terminaison RTP ;
- un contexte créé dans le second CS-MGW consistant en une association entre une terminaison RTP et une terminaison TDM ;
- un circuit de parole réservé entre le second CS-MGW et le class5 switch.

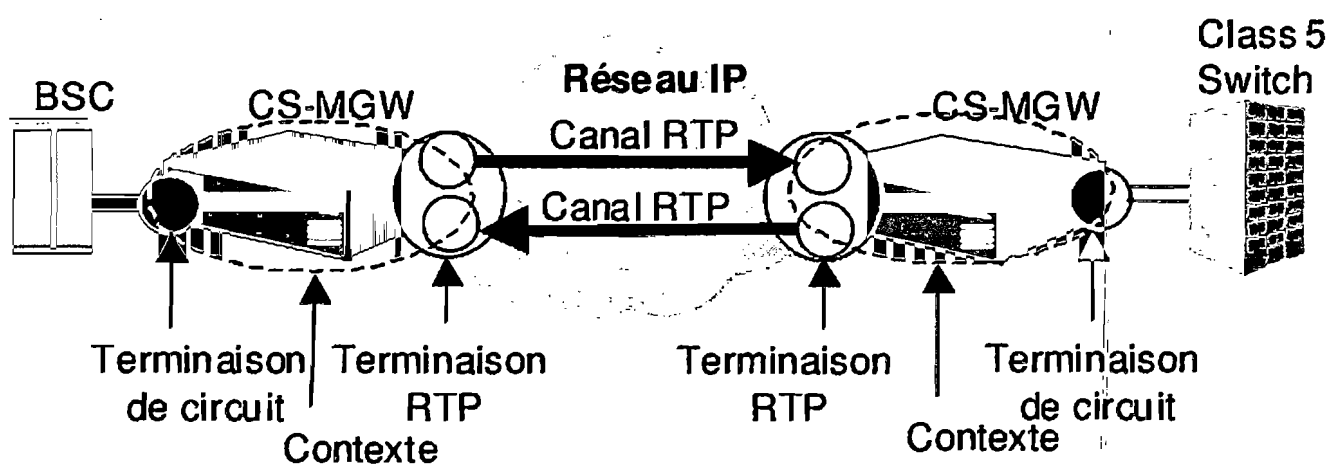


Figure IV.13. Connectivité mise en œuvre dans les CS-MGW et dans le réseau IP

IV.1.3.4.2. Libération d'appel Mobile vers Fixe

A la fin de l'appel, le MSC Server est responsable de la libération des contextes dans les CS-MGWs et de la génération d'un ticket de taxation (Figure IV.14.).

Dans ce scénario, l'appelant raccroche. Un message CC DISCONNECT est émis par la station mobile au MSC Server.

Le MSC Server émet alors une transaction MEGACO aux deux CS-MGW pour supprimer les contextes associés à l'appel à libérer.

A la réception de la transaction le premier CS-MGW supprime la terminaison temporaire T2 et déplace la terminaison semi permanente T1 dans le contexte "Null". Le contexte dont l'identificateur est C1 est supprimé.

Le premier CS-MGW retourne au MSC Server des statistiques sur l'utilisation de la terminaison RTP temporaire notamment le nombre de paquets RTP émis (ps, packets sent), le nombre d'octets RTP émis (os, octets sent), le nombre de paquets RTP reçus (pr, packets received), le nombre d'octets reçus (or, octets received), le pourcentage de perte de paquets RTP (pl, packets lost), la gigue dans un flux RTP (jitter), et la latence moyenne qui est le temps de propagation des paquets RTP (delay, average latency).

Le second CS-MGW réalise la même procédure que le premier CS-MGW ; il supprime le contexte C1, déplace la terminaison semi-permanente T4 dans le contexte "Null" et retourne au MSC des statistiques d'utilisation de la terminaison temporaire T3.

Le MSC Server envoie par ailleurs un message ISUP REL (Release) au Class 5 Switch à travers le SG pour lui demander de libérer le circuit de parole établi avec le second CS-MGW. Le Class 5 Switch répond par un message ISUP RLC (Release Complete) pour confirmer la libération du circuit au MSC Server.

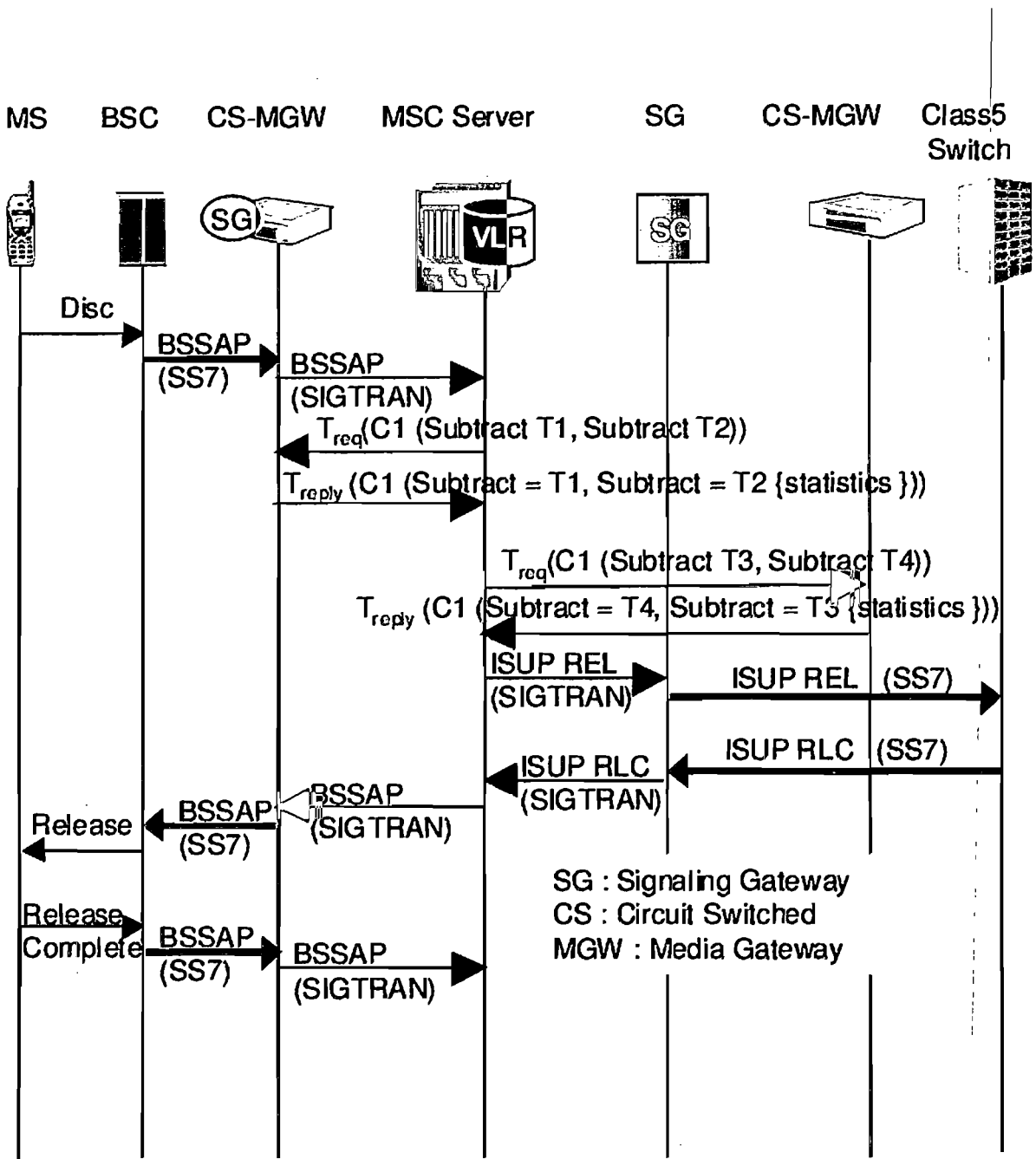


Figure IV.14. Scénario de libération d'appel Mobile vers Fixe dans le domaine CS de l'UMTS R4

IV.1.3.4.3. Etablissement d'appel Fixe vers Mobile

Le scénario présenté à la figure IV.15 concerne un appel émis par un terminal fixe à destination d'une station mobile. Un message ISUP IAM est généré par le class 5 switch au GMSC Server. Ce dernier contrôle sa passerelle CS-MGW par une transaction MEGACO. Un contexte est créé, contenant deux terminaisons c'est-à-dire une terminaison TDM terminant le circuit de parole avec la Class 5 Switch, et une terminaison RTP. Le CS-MGW retourne une réponse au GMSC Server contenant un local descriptor pour la terminaison RTP créée.

A partir du numéro MSISDN du destinataire, le GMSC Server interroge le HLR pour obtenir un numéro MSRN (Mobile Station Roaming Number). Le HLR interroge le VLR courant du destinataire pour obtenir ce MSRN qu'il relaie au GMSC Server. Ce dernier identifie le CS-MGW de destination. Comme le CS-MGW est sous le contrôle d'un autre MSC server, le GMSC Server envoie un message BICC (Bearer Independent Call Control) au MSC Server afin de lui relayer la signalisation. Le MSC Server traduit le message de signalisation BICC IAM en un message CC SETUP qu'il délivre à la station mobile, après avoir créé un contexte dans le CS-MGW de destination qui rattache des BSC et RNC.

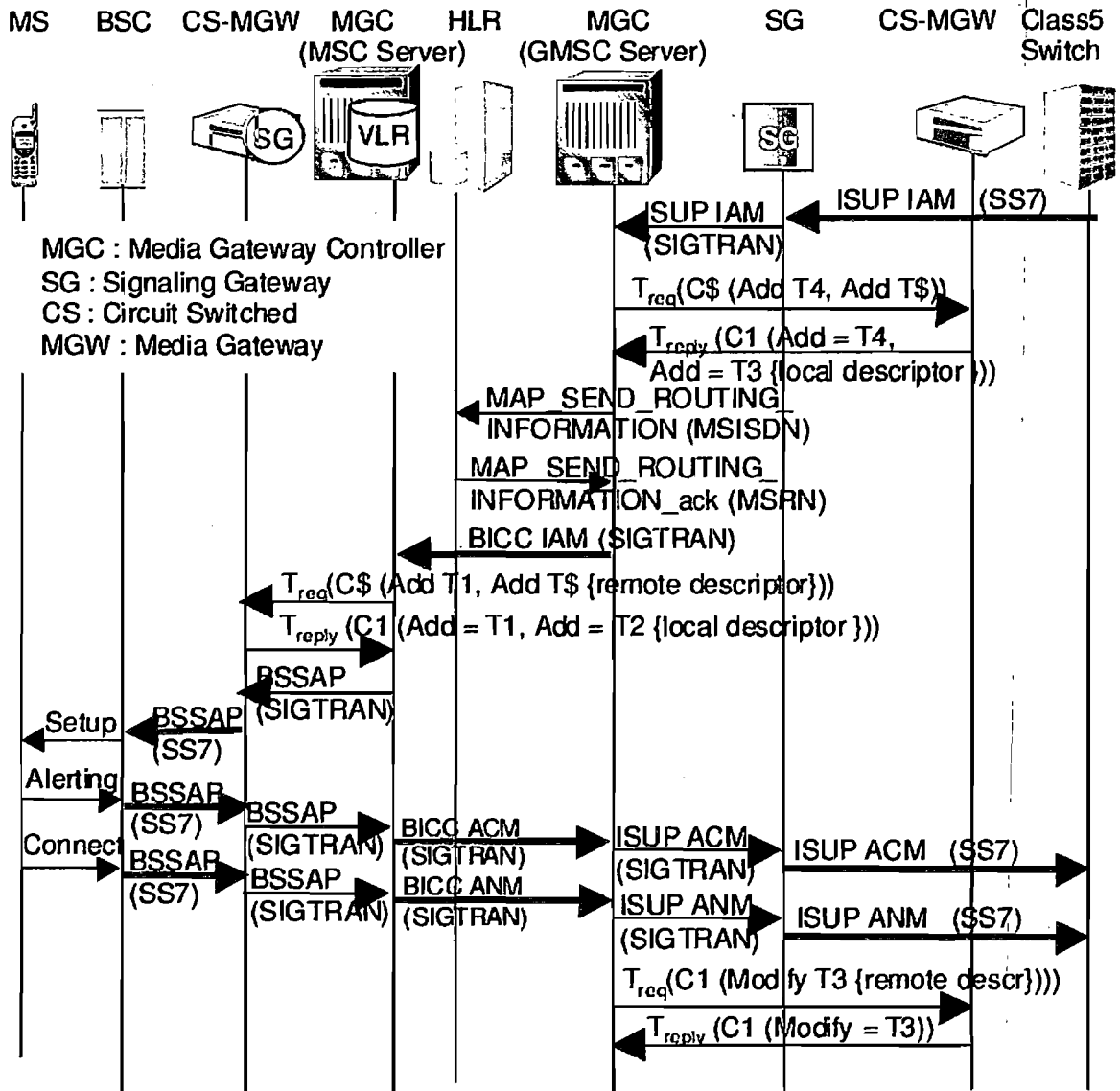


Figure IV.15. Etablissement d'appel Fixe vers Mobile dans le domaine CS de l'UMTS R4

IV.1.3.5. Influence de l'UMTS sur la stabilisation du concept NGN

L'UMTS aura un rôle potentiel fort sur l'émergence et la stabilisation du concept NGN.

L'UMTS est le premier système global qui intègre dans ses spécifications futures (releases R4/R5) des options d'évolution vers une architecture réellement NGN.

Les protocoles choisis à terme par le 3GPP sont :

- SIP pour le contrôle d'appel ;
- MEGACO/H.248 pour le contrôle des Media Gateway ;
- SIGTRAN pour le transport de la signalisation SS7 sur IP ;
- Pour la signalisation entre Media Gateway Controllers, le choix reste ouvert, mais le protocole BICC est cité nommément et semble mis en avant.

Si l'UMTS rencontre un développement et un succès important, et si les réseaux UMTS migrent rapidement vers une architecture conforme aux spécifications des versions R4/R5, les choix technologiques effectués par le 3GPP ne manqueront pas d'influer sur le choix global des protocoles dans un réseau NGN, tous domaines confondus, fixe et mobile. Cela semble particulièrement vrai pour les protocoles SIP et IPv6.

CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS

Dans le cadre de ce projet de fin d'études, nous nous sommes intéressés à l'étude sur les nouvelles architectures de réseau et services NGN et IMS avec en perspective, d'abord de présenter les réseaux actuels de télécommunication ; ensuite de proposer des solutions concrètes de stratégies de migration des réseaux actuels vers l'architecture de nouvelle génération.

A l'issue de ce travail, nous voulons insister sur l'importance des deux concepts :

NGN Téléphonie et NGN Multimédia ou IMS .Les apports de ces concepts sont clair au fait que la transformation de la topologie du réseau avec réduction du nombre de liens entre commutateurs, une solution reposant sur le déploiement des Média Gateway, Softswichs nécessite moins d'équipements, moins de sites et moins de personnel, développement de nouveaux services et des gains à réaliser par l'opérateur.

A travers les avantages que présentent lesdits concepts , nous recommandons l'Office National des Télécommunications de migrer du TDM vers le NGN.

Au terme de ce travail, nous ne sommes pas parvenus à épuiser le sujet. Par ailleurs, notre travail s'est limité sur les nouvelles architectures de réseau et service NGN et IMS. Ainsi, les autres pourront traiter l'étude et dimensionnement des réseaux NGN par exemple etc.

Pour terminer, nous souhaiterions que d'autres chercheurs nous emboîtent le pas dans le sens de nous compléter.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Références

- Communication UIT-TY 140 (2004) Guide pour les attributs et spécification d'interconnexion entre opérateur de réseaux publics de télécommunication et fournisseurs de service de télécommunication.
 - Daniel Kalman, "Synthèse sur l'évolution des réseaux de télécommunications" ENST, 21 septembre 2001
 - Manuel sur la nouvelle technologie et les nouveaux services (Fascicule 2 réseaux et services numériques), BDT, 2001.
 - Recommandation UIT-T. 1.430, l'accès au canal D
 - Recommandation UIT-TY.110 (1998). Infrastructure Mondiale de l'Information : Principe et architecture générale.
 - Recommandation de l'UIT-TY.130 (2000); Architecture de communication de l'information.
 - - Recommandation de l'UIT-TY.140 (2000), Infrastructure mondiale de l'information : cadre général de référence d'interconnexion.
 - Recommandation de l'UIT-Tx.200 (1994), Technologie de l'information-interconnexion des services ouverts-modèle de référence de base.
 - Recommandation de l'UIT-TG.805 (2000), Architecture fonctionnelle générique des réseaux de transport.
 - Recommandation de l'UIT-TH. 323 (2003), Système de communication multimédia en mode paquet
 - Xavier Voisin, "Téléphonie IP et évolution des réseaux", UIT, Yaoundé, avril 2004.
- [1] Rapport de l'ETSI-NGN Starter Group, Compte-rendu de l'assemblée GA38 de 20-21/11/01.
- [2] Cabinet Acrome, "Etude technique, économique et réglementaire de l'évolution vers les réseaux de nouvelle génération", ART, Septembre 2002.
- [3] Simon ZNATY, Jean-Louis DAUPHIN, "Architecture NGN : Du NGN Téléphonie au NGN Multimédia", EFFORT, 2005.
- [4] Simon ZNATY, Jean-Louis DAUPHIN, "IP Multimedia Subsystem : Principes et Architecture", EFFORT, 2005.
- [5] Cabinet Ovum, "L'évolution du cœur de réseaux des opérateurs fixes", ARCEP, Janvier 2006.

[6] Simon ZNATY, "Next Generation Network (NGN) dans les réseaux mobiles", EFFORT, 2005.

2. Site Internet

- http://www.wikipedia.org/wiki/next_generation_Network
- <http://www.wapiti.enic.fr/commun/ens/peda/option/st/RIO/pub/exposes/expose>
- <http://www.effort.com>
- <http://www.art-telecom.org/ngnsep02.pdf>