الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DR. YAHIA FARES DE MEDEA

FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE

Département du Génie Électrique et de l'Informatique



Projet de Fin D'étude

Présenté pour l'obtention du Diplôme
de Master en Génie Électrique

Spécialité : Télécommunication

THEME

Evolution vers les Réseaux NGN

Proposé et dirigé par :

Mme. BENSARI Lamia

M. BENGHERBIA Billel

Présenté par :

M. RABAH BELHAOUARI Mohamed

M. DJOUABRI Abdelghani

Remerciement

Je tiens d'abord à remercier ma promotrice Madame BEN SARI pour avoir bien voulu encadrer ce travail ainsi que pour sa riche contribution et ses précieux conseils.

Je retiens à remercier également le membre du jury d'avoir accepté l'évaluation de ce travail.

Je retiens à remercier également Monsieur ACHOURE Mohamed pour son aide,

J'exprime mes sincères reconnaissances à l'égard de tous ceux qui ont contribué à ma formation, particulièrement les enseignants de département de génie électrique et informatique.

Enfin, je tiens à remercier tous ceux qui ont prêté main forte dans l'élaboration de ce travail.

Dédicaces

Au nom d'Allah le Miséricordieux le très miséricordieux.

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents

Mon père Aissa et Ma mère Fatmazohra qui étaient présents pour moi durant toute ma vie, qu'ils trouvent ici le témoignage de mon amour profond et de ma gratitude certaine. Que Dieu les préserve de toute peine et de tout malheur.

A : mes grandes mères, mes Sœurs : Djazia, Zina, Basma, mes Oncles, mes tantes, mes cousins, mes cousines et toute ma grande famille.

A Mon monôme RABAH BELHAOUARI Mohamed.

A mes amis Fateh,Smail ,Zohir,Omar,Kader,Billel

Et tous mes amis de promo : belaid,walid,musstapha,oussama et oussama,amin ,abir.

A tous ceux qui m'aiment; et tous ceux que j'aime.

Et à toi….

Abdelghani



Dédicaces

Au nom d'Allah le Miséricordieux le très miséricordieux.

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents

Mon père Bennasser et Ma mère Fatmazohra qui étaient présents pour moi durant toute ma vie, qu'ils trouvent ici le témoignage de mon amour profond et de ma gratitude certaine. Que Dieu les préserve de toute peine et de tout malheur.

A : ma Sœur : .mon frère :Islem , mes Oncles, mes tantes, mes cousins, mes cousines et toute ma grande famille.

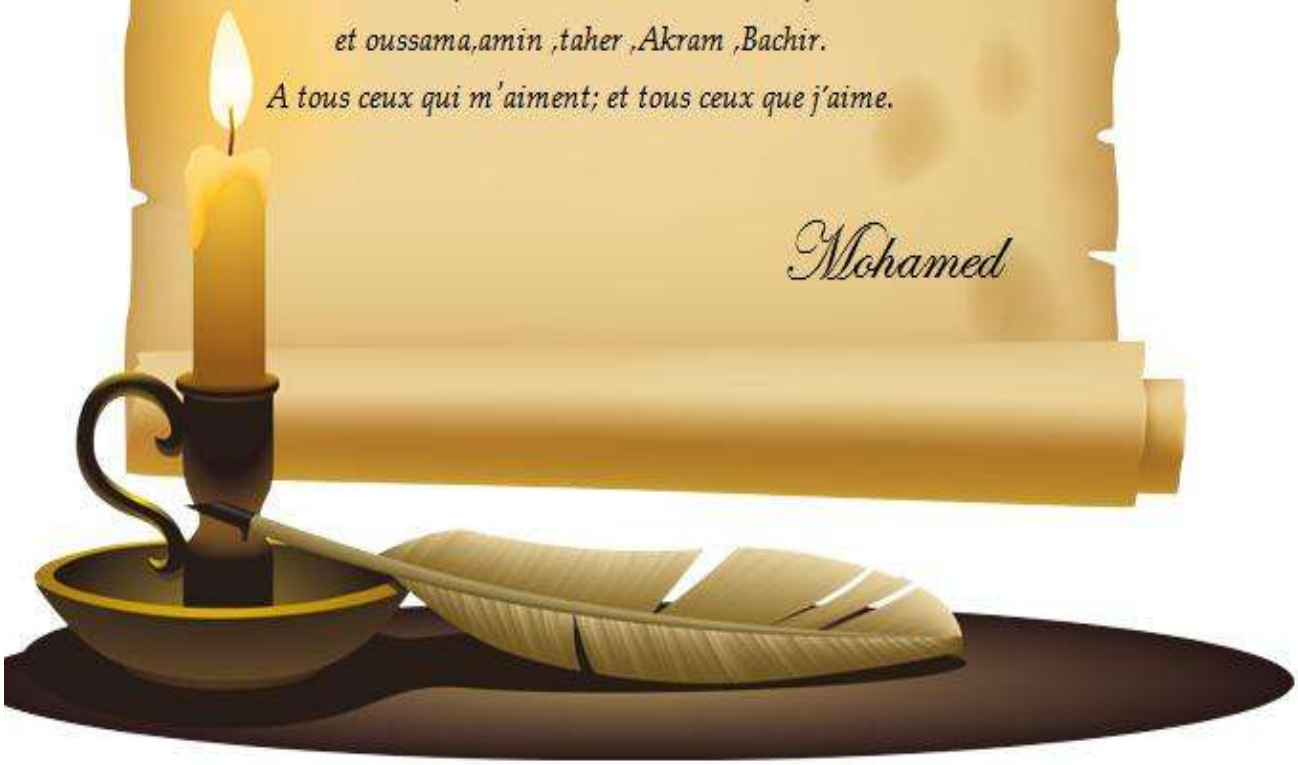
A Mon monôme DJOUABRI Abdelghani.

A mes amis youssef,abdelwahab,amine ,ali ,Hossem,ahmed..

Et tous mes amis de promo : belaid,walid,musstapha,oussama et oussama,amin ,taher ,Akram ,Bachir.

A tous ceux qui m'aiment; et tous ceux que j'aime.

Mohamed



المُـلَـخَّــص

لقد اعد هذا التقرير في سياق مشروع التخرج,لنيل شهادة الماستر في الاتصالات السلكية واللاسلكية, ونحن مهتمون بإعطاء لمحة عامة على مختلف الشبكات القائمة،وكذلك تعريف شبكات NGN،الهندسة البنيوية المتعلقة بها، ثم وصف بعض خصائص ال NGNو طرح سيناريوهات الانتقال نحو هذه الشبكات .

في هذه المذكرة ,بالإضافة لذلك قمنا بدراسة مثال على تطوير شبكات الثابت لاتصالات الجزائر نحو شبكة IP-MSAN مع عمل محاكاة لهذا التطور أو الانتقال باستخدام برنامج OPNET.

الكلمات المفتاحية : NGN, IMS, MGW, MSAN, OPNET,…

Résumé

Le présent rapport a été élaboré dans le cadre du projet de fin d'études pour l'obtention du diplôme de master système des télécommunications, nous nous intéressons à donner un aperçu sur les différents réseaux existants, à définir les réseaux NGN, leurs architecture puis nous allons décrire les caractéristiques des NGNs et proposer des scénarios de migration vers ces réseaux.

Dans ce mémoire, nous avons étudié en outre un exemple de migration de réseaux fixe de l'opérateur historique ALGERIE TELECOM vers le réseau IP-MSAN et nous avons simulé cette migration sous l'outil de simulation OPNET.

Mots clées : NGN,IMS,MGW, MSAN, OPNET ….

Abstract

This report was developed under the project for graduation master in telecommunication systems, we are interested in giving a view on different existing networks, defining NGN, their architecture then we will describe the characteristics of the NGN and we will propose some scenarios to migrate to those networks.

In this paper, we have studied, in addition, the migration of fixed network of the historical operator, ALGERIE TELECOM, to IP MSAN network and have simulated this migration under the OPNET simulation tool.

Key worlds : NGN, IMS ,MGW, MSAN, OPNET…

TABLE DES MATIERES

LISTE DES FIGURES……...……..……I

LISTE DES TABLEAUX…….……..III

LISTE DES ACRONYMES……..……..……..IV

INTRODUCTION GENERALE.....1

CHAPITRE I : APERÇUE SUR LES RESEAUX AVANT LES NGN

1. Introduction 3

2. Evolution des reseaux cœurs (réseaux de transports)..... 3

2.1. Le protocole X25.....3

2.1.1. Présentation**.…… ……..…….…..**3

2.1.2. Fonctionnement**…….**4

2.2. Commutation de trames (Frame Relay)..... 4

2.2.1. Présentation**…….……..**4

2.2.2. Fonctionnement**…….……**5

2.3. Réseaux multiservices 7

2.3.1. Les réseaux ATM**…….……**6

2.3.2. MPLS**……**6

2.3.3. Les systèmes SONET/SDH **…….…7**

2.3.4. Le système PDH **…….…**7

3. Evolution des réseaux d'accès 8

3.1. Les réseaux d'accès fixes..... 8

3.1.1. Le réseau téléphonique public commuté (RTCP) **……8**

3.1.2. Les technologies xDSL **……..…10**

3.2. Réseaux d'accès mobiles 11

3.2.1. Première génération (1G) : Réseau Cellulaire Analogique…….……...12

3.2.2. Deuxième Génération (2G) : Systèmes Digitaux Multiples……...…..…13

3.2.3. L'évolution du GSM vers UMTS……..……..13

3.2.4. HSCSD (High Speed Circuit Switched Data)…….14

3.2.5. GPRS (General Packet Radio Service)…….…..14

3.2.6. EDGE (Enhanced Data rate for GSM Evolution)…….…….…16

3.2.7. UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)……..……..…..17

3.2.8. HSPA (High Speed Packet Access) vue Générale 18

4. Conclusion..... 19

CHAPITRE II : Généralité sur les Réseaux de Nouvelle Génération (NGN)

1. Introduction 20

2. Pour quoi le NGN 20

3. Les exigences de tourner vers NGN :..... 21

4. Définition du NGN 21

5. LES type des NGN..... 21

6. Caractéristiques du réseau NGN 23

6.1. Une nouvelle génération de commutation..... 23

6.2. Une nouvelle génération de réseaux transport 23

6.3. Une nouvelle génération de type d'accès 23

6.4. Une nouvelle génération de gestion..... 24

7. Architecture en couche d'un réseau NGN 24

8. Les familles de protocoles d'un réseau NGN. 26

8.1. Les protocoles de contrôle d'appel. 27

8.1.1. Le protocole historique : H.323 ……..……...…...27

8.1.2. Le protocole alternatif : SIP …..……..…..…29

8.2. Les protocoles de controle de Media Gateway…….……31

8.2.1. Le protocole historique : MGCP ……..……31

8.2.2. Le protocole alternatif : MEGACO/H.248 ……31

8.3. Les protocoles de signalisation entre les serveurs de contrôle ……..….32

9. Les équipements du réseau NGN…….....……...33

9.1. Le serveur d'appel ou Media Gateway Controller (MGC) ou Softswitch……..33

9.2. La Media Gateway (MGW)..... 33

9.3. Le Signalling Gateway (SGW) 34

9.4. Le Multi Service Access Node (MSAN) 34

10. Différentes catégories de NGN 34

10.1. NGN Téléphonie 34

10.1.1. Architecture NGN Téléphonie…….....….35

10.1.2. Services dans le RTC versus Services dans le NGN Téléphonie ……..…...…...36

10.2. NGN Multimedia ou IMS (IP Multimedia Subsystem) 38

10.2.1. Architecture IMS…….……...……...38

11. Les services offerts par les NGN 45

11.1. Services de Téléphonie 45

11.2. Services de données 45

11.3. Services Vidéo & Multimédias 46

11.4. Services à valeur ajoutée..... 46

12. Conclusion..... 47

CHAPITRE III : Stratégie de migration des réseaux vers NGN

1. Introduction 48

2. Migration des réseaux fixes vers NGN 48

2.1. Scénario 1 : Mise en place de solutions NGN au Tandem 49

2.1.1. Définition**…….....49**

2.1.2. Impacts sur l'architecture du réseau**……..……...…..……49**

2.2. Scénario 2 : Mise en place de solutions NGN jusqu'au commutateur de classe 4.....51

2.2.1. Définition**……...……..……..…….….51**

2.2.2. Impacts sur l'architecture du réseau**…….……...……..…..51**

2.3. Scénario 3 : Mise en place de solutions NGN jusqu'au classe 5.....53

2.3.1. Définition**.....53**

2.3.2. Impacts sur l'architecture du réseau**……..…..53**

2.3.3. Raccordement de l'abonné**……...……...……..54**

2.4. Scénario 4 : Mise en place de solutions tout IP en overlay……...……...55

2.4.1. Impacts sur l'architecture du réseau**…….....……...……56**

2.4.2. Les différentes phases de la stratégie de migration overlay**…….…….....57**

3. Migration des réseaux mobiles vers NGN 58

3.1. UMTS release 99 : l'héritage du GSM/GPRS..... 61

3.2. UMTS releases R4/R5 : l'évolution vers le tout IP multimédia 62

3.2.1. UMTS Release R4 : séparation des couches transport et contrôle**…...……...….63**

3.2.2. UMTS Release R5 : ajout du domaine IP multimédia**…….....64**

3.3. Influence de l'UMTS sur la stabilisation du concept NGN……..67

4. Conclusion……...….67

CHAPITRE IV : Résultat et Interprétation

1. Introduction 68

2. Etude de la migration du réseau fixe d'Algérie télécom..... 68

2.1. Présentation du centre 68

2.2. Architecture du réseau fixe d'Algérie télécom 69

2.3. Architecture du réseau fixe de nouvelle génération (MSAN) 70

3. Simulation sous OPNET MODELER 72

3.1. L'outil de simulation OPNET MODELER..... 72

3.1.1 Présentation **……..…….……...…...72**

3.1.2. La structure d'OPNET **…….……..……...…….…73**

3.2. Simulation sous OPNET.....75

3.2.1. Ses avantages **……..…….....…75**

3.2.2. Ses inconvénients **……..…….…….…....…76**

3.3. Scénarios à étudies.....76

3.3.1. Réseau RTC traditionnel (exemple du réseau d'ALGERIE TELECOM**)….....….....76**

3.3.2. Réseau transitoire**……..…….....78**

4. Interprétation des résultats.....…83

4.1. Délais 83

4.2. Débit..... 83

4.3. Utilisation des VPN 83

5. Conclusion..... 84

CONCLUSION GENERALE.....85

Bibliographi ……86

ANNEXE……..……88

LISTE DES FIGURES

Figure I.1. *Réseau étendu frame Relay*……5

Figure I. 2. *Architecture RTC*……9

Figure II.1. *Caractéristique des réseaux NGN*……24

Figure II.2. *Principe général d'architecture d'un réseau NGN*……26

Figure II.3. *Architecture H.323* ……28

Figure II.4. *Positionnement de MGCP et H.248/MEGACO dans les NGN*……32

Figure II.5. *Exemple d'architecture NGN Téléphonie*……36

Figure II.6. *Services dans le NGN Téléphonie*……38

Figure II.7. *Architecture de l'IMS*……39

Figure II.8. *Différents services offerts par les NGNs*……47

Figure III.1. *Architecture d'une solution NGN pour le trafic de transit international*……50

Figure III.2. *Architecture d'une solution NGN pour le trafic de transit national*……51

Figure III.3. *Architecture d'une solution NGN de classe 4*……52

Figure III.4. *Architecture d'un réseau NGN de classe 5*……55

Figure III.5. *Architecture overlay VoIP*……56

Figure III.6. *Les différentes phases de la stratégie de migration overlay*……58

Figure III.7. *Différentes étapes de l'évolution de mobile*……59

Figure III.8. *Architecture du cœur réseau GSM/GPRS*……60

Figure III.9. *Architecture du cœur réseau UMTS release R99*……61

Figure III.10. *Architecture du cœur réseau UMTS release R4……63*

Figure III.11. *Architecture du cœur réseau UMTS release R99……64*

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1. *Comparaison entre les différentes technologies xDSL……11*

Tableau III.1. *Correspondance entres les fonctions dans un réseau UMTS et un réseau NGN……66*

LISTE DES ACRONYMES

8PSK: Phase-Shift Keying

16- 64QAM: 16-64 Quadrature Amplitude Modulation

3GPP: 3rd Generation Partner Project

A

ATM: Asynchronous Transfer Mode

ADSL: Asymmetric Digital Subscriber Line

AMPS: Advanced Mobile Phone System

ADM: Add-Drop Multiplexer

B

BTS: Base Transceiver Station

BSS: Base Station Sub system**.**

BSC: Base Station Controller.

BICC: Bearer Indépendant Call Control

C

CAMEL: Customized Application For Mobile Enhanced Logic

CDMA: Code Division Multiple Access

CS4 : Coding Scheme

CAN: Conversion Analogique Numérique

CAA : Commutateurs à Autonomie d'Acheminement

D

DCE: Data Communication Equipment

DWDM: Dense Wavelength Division Multiplexing

DSL ou xDSL: Digital Subscriber Line = Ligne Numérique d'Abonné

DSLAM: Digital Subscriber Line Accès Multiplexer

DSP : Digital Signal Processor

DNS: Domain Name System

DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol

$\mathcal{E}$

ETSI: European Telecommunications Standards Institute

ETTD : Equipement Terminal de Traitement de Données

E-CSD: Enhanced Circuit Switch Data

E-DCH: Enhanced Dedicated Channel

EDGE: Enhanced Data Rates for GSM Evolution

$\mathcal{F}$

FDD: Frequency Division Duplex

FTTH: Fiber To The Home

$\mathcal{G}$

GSM: Global System for Mobile Communication

GPRS: General Packet Radio Service

GGSN: Gateway GPRS Support Node

GK: Gatekeeper

$\mathcal{H}$

HSCSD: High-Speed Circuit-Switched Data

HDSL : High bit rate DSL

HSDPA: High-Speed Downlink Packet Access

HARQ: Hybrid Automatic Repeat reQuest

HS-DSCH: High Speed Downlink Shared CHannel

HLR: Home Location Register.

Http: Hyper Text Transfer Protocol

HSS: Home Subscriber Server

I

IETF: Internet Engineering Task Force

IMS: IP Multimedia Subsystem

ISDN: Integrated Services Digital Network

IN: Intelligent Network

IP: Internet protocol

ISP: Internet Services Provider

IMT2000: International Mobile Telecommunication 2000

IM-SSF: IP Multimedia-Service Switching Function

IMAP: Integrated Multiservice Access Platform

L

LTE: Long Term Evolution

M

MPLS: MultiProtocol Label Switching

MPLS-TE: Multiprotocol Label Switching-Traffic Engineering

MGW: Media Gateway

MGCP: Media Gateway Control Protocol

MEGACO: MEdia GAteway COntrol

MCU: Multipoint Controller Unit

MC: Multipoint Controller

MP: Multipoint Processor

MAC: Medium Access Control Layer

MCS: Modulation and Codage Scheme

MSAN: Multi Services Access Node

MGCF: Medea Gateway Cantroller Function

MRF: Multimédia Ressource Function

$\mathcal{N}$

NMT: Nordic Mobile Telephone

NGN: Next Generations Networks

$\mathcal{O}$

OFDMA: Frequence Division Multiple Access

OSI: Open Systems Interconnection

OASIS: Organization for the Advancement of Structured Information Standards

OMA: Open Mobile Alliance

OSA-SCS: Open Service Access-Service Capability Server

$\mathcal{P}$

PABX : Private Automatic Branch eXchange
PDH: Plesiochronous Digital Hierarchy

PCU: Packets Controller Unit

POP: Points de **P**résence

$\mathcal{R}$

RTPC: Réseau Téléphonique Public Commuté

RNIS: Réseau Numérique à Intégration de Services

RADSL : Rate Adaptative DSL

RAS: Registration/**A**dmission/**S**tatus

R-SGW: Roaming **S**ignalling **G**ateway

$\mathcal{S}$

SONET: Synchronous Optical NETwork

SCP (Service Control Point)

SRP (Specialized Resource Point

SDH: Synchronous Digital Hierarchy

SHDSL: Single-Pair High-Speed DSL

SIP: Session Initiation Protocol

SIP AS: SIP Application Server

SDSL: Symetric DSL

SGSN: Serving GPRS Support Node

SC-FDMA: Single-Carrier Frequency Division Multiple Access

SMTP: Simple Mail Transfer Protocol

SS7: Signaling System **7**

SLF: Subscription Locator Function

$\mathcal{T}$

TDM: Time Division Multiplexing

TACS: Total Access Communication System

TDMA: Time Division Multiple Access

TCP: Transmission Power Control

TTI: Transmission Time Interval

T-SGW: Transport Signalling Gateway

$\mathcal{U}$

UIT : Union International des Télécommunications

UMTS: Universal Mobile Telecommunications System

UA: User Agent

UDP: User Datagram Protocol

UTRAN: Universal Terrestrial Radio Access Network

$\mathcal{V}$

VC: Circuit Virtuel

VDSL: Very High DSL

VoIP: Voice over Internet Protocol

$\mathcal{W}$

WCDMA: Wide bande Code Division Multiple Access

Wifi: Wireless Fidelity

Wi Max: Worldwide Interoperability for Microwave Access

WLAN: Wireless Local Area Network

$\mathcal{Z}$

ZL : Zone Locale

ZAA: Zone à Autonomie d'Acheminement

ZT: Zones de Transit

ZTS : Zones Transit Secondaire

ZTP : Zone de Transit Principale

ZTI: Zone de Transit Internationale

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Un réseau peut être vu comme un ensemble de ressources mise 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,l'IP sur WDM et le MPLS.

Un point essentiel dans l'évolution de l'offre des 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 les opérateurs à bâtir des réseaux multiservices avec convergence entre services.

L'utilisation du terme de "convergence" traduit le passage de l'architecture traditionnelle en compartimentage vertical", c'est- à- dire d'une situation dans laquelle différents services étaient assurés par des réseaux distincts (réseau mobile, réseau de lignes fixes, télévision par câble, IP) à une situation dans laquelle l'accès et l'utilisation des services de communication se feront de façon intégrée sur différents réseaux, ces services étant dispensés de façon interactive à travers des plates- formes multiples.

De la convergence découle 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.

Les réseaux de prochaines générations semblent bien adaptés pour la mise en place de la convergence des services et des équipement ; comme ils représentent la prochaine évolution des réseaux communications qui sont basés sur l'infrastructure existante, sur l'interconnexion des réseaux déjà déployés. On peut dire qu'il s'agit d'un réseau de réseaux. Ce pas évolutif semble assez naturel dans les conditions ou les operateurs ont investi beaucoup dans leurs réseaux déjà déployés.

Dans ce contexte, l'objectif de notre projet de fin d'étude est de : présenter les différentes architectures et les différentes normes des réseaux existantes, d'étudier en détaille les caractéristiques et l'architecture des réseaux NGN(Next Generation Network) et des scénarios de migration vers ces nouveaux types des réseaux en prenant compte pour notre cas d'étude l'exemple de migration du réseau fixe d'ALGERIE TELECOM.

Le présent rapport est organisé en quatre chapitres :

- Le premier chapitre présente un aperçu sur l'évolution des réseaux des anciennes générations ainsi que dans les réseaux existants.
- Le deuxième chapitre trace les principales caractéristiques des réseaux NGN en s'appuyant sur un découpage synthétique de la notion même de réseau nouvelle génération , nous nous sommes efforcés de décrire les principales couches, les entités fonctionnelles, les protocoles mis en jeu, les différents types de réseaux NGN pour enfin citer les services offerts par les NGN.
- Le troisième chapitre propose un ensemble de solutions de migration des réseaux fixes et mobiles vers l'architecture nouvelle génération.
- Le quarième chapitre est subdivisé en duex partie : la première partie étudie l'exemple de migration du réseau fixe d'ALGERIE TELECOM, tandis que la deuxième partie représente une simulation sous OPNET MODELER.

Enfin, nous avons retenu dans une conclusion générale : les grandes lignes, les conclusions et l'appréciation de notre étude.

CHAPITRE I : Aperçue sur les réseaux avant les NGN

1. Introduction

Les réseaux de prochaines générations représentent la prochaine évolution des réseaux de communications et sont bases sur l'infrastructure existante, sur l'interconnexion des réseaux déjà déployés. On peut dire qu'il s'agit d'un réseau de réseaux. Ce pas évolutif semble assez naturel dans les conditions ou les operateurs ont investi beaucoup dans leurs réseaux déjà déployés.

Un réseau est principalement défini comme l'interconnexion de plusieurs nœuds formant une architecture définit, régi par les protocoles associés.

Dans la plupart des architectures réseau on distingue trois niveaux principaux : le cœur du réseau, le niveau transport et bien sur le niveau d'accès au réseau.

Dans ce chapitre, et en but d'aboutir à une vision globale sur les NGNs (Next Generation Network), nous allons brièvement présenter un aperçu sur l'évolution de ces trois niveaux dans les réseaux des anciennes générations ainsi que dans les réseaux existant.

2. Evolution des réseaux cœurs (réseaux de transports)

2.1. *Le protocole X25*

2.1.1. Présentation

Pour la transmission des données, il existe plusieurs réseaux spécifiques, comme X25. Ces réseaux publics sont basés sur le protocole standard X25 qui règle les transferts de données. X25 est idéal pour relier des réseaux locaux. Il offre des temps d'établissement de liaisons rapides (inférieurs à une seconde), une très bonne qualité de transmission et des vitesses de transfert allant de 300 à 64Kbit/s.

X25 est particulièrement intéressant pour une entreprise dans le cadre de connexions internationales et lorsque les temps de connexions journalières atteignent plusieurs heures. Pour des transferts de durée moyenne, ce service représente une alternative aux modems et lignes téléphoniques automatiques ou louées. En plus du réseau national de télécommunications, des compagnies privées offrent également des services X25 à un prix plus compétitif que celui proposé par les entreprises avec monopole [15].

2.1.2. Fonctionnement

X25 est basé sur la notion de circuit virtuel. Le circuit virtuel est une relation logique établie par le réseau entre deux abonnés, pour transmettre, avec un haut degré de sécurité, des séquences de données, sans restriction de langueur ou de nature.

Il est appelé circuit virtuel car les circuits physiques empruntés par les paquets de données d'un abonné, sont partagés par l'ensemble des communications.

Les caractéristiques de transmission du circuit virtuel sont:

- possibilité d'échanges simultanés dans les deux sens, de suite de paquets constituant des messages de longueur variable
- l'ordre dans lequel sont émis les paquets est préservé par le réseau
- le contrôle du flux est effectué, ce qui permet à chaque correspondant d'asservir le débit de l'émission des messages
- le circuit réalise l'adaptation de la longueur des paquets. Chaque correspondant peut utiliser des longueurs de paquets différentes
- l'accès est multi voies : il permet à une installation connectée à TRANSPAC par une seule liaison physique de communiquer en même temps avec plusieurs correspondants (en utilisant plusieurs circuits virtuels)

Le circuit virtuel peut être commuté ou permanent :

- Circuit commuté : il est établi et libéré à la demande de l'un ou l'autre des correspondants
- Circuit permanent : il est établi de manière permanente entre les deux abonnés [15]

2.2. Commutation de trames (Frame Relay)

2.2.1. Présentation

La commutation de trames est une méthode de transmission similaire à X25 et permet d'atteindre des vitesses de transferts de 2 Mbit/s. Alors que les réseaux X25 travaillent avec des longueurs des trames de données fixes, le protocole de commutation de trames utilise des trames de taille variable afin d'utiliser au mieux la bande passante du réseau. Cela permet de réduire la charge sur l'ensemble des branches du réseau. Contrairement à X25, la commutation de trames

tourne sur les niveaux1 et 2 du modèle OSI (Open Systems Interconnection). De ce fait, elle n'ajoute pas de bits supplémentaires pour le contrôle, ce qui autorise des débits beaucoup plus rapides. Toutefois, cela suppose des terminaux suffisamment intelligents pour effectuer les contrôles d'erreur, lesquels se trouvent donc reportés à des couches supérieurs du modèle.

Même si la commutation de trames présente des avantages par rapport à X25, elle n'est pas appropriée pour les applications comme la transmission vocale ou vidéo. Cet inconvénient était jusqu'à présent négligeable, les réseaux pour les transferts de voix ou d'images étant construits séparément. Pourtant, avec l'apparition des applications multimédia sur les réseaux LAN(Local Area Network) et WAN (Wide Area Network), l'intégration d'informations audio et vidéo a fait son apparition. Dans ce cas l'utilisation d'ATM (Asynchronous Transfer Mode) est vivement recommandée [15].

2.2.2. Fonctionnement

Lorsqu'on construit un réseau étendu, quel que soit le mode de transport choisi, deux sites sont toujours relies par un minimum de trois composants ou groupes de composants de base.

Chaque site doit avoir son propre équipement (ETTD « Equipement Terminal de Traitement de Données ») pour accéder au central téléphonique local (DCE « Data Communication Equipment »). Le troisième composant se trouve entre les deux, reliant les deux points d'accès. Dans la figure (I.1) , il s'agit de la partie fournie par le réseau fédérateur Frame Relay.

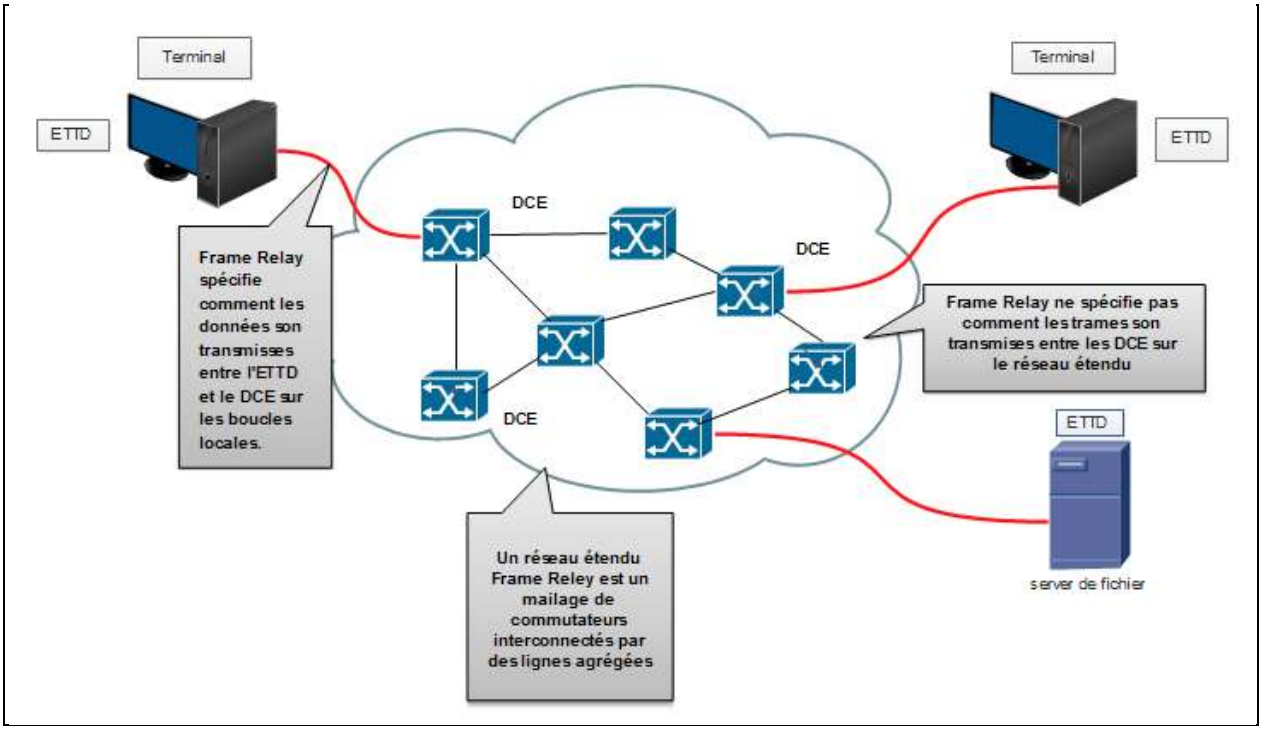


Figure I.1. *Réseau étendu frame Relay*

2.3. *Réseaux multiservices*

2.3.1. Les réseaux ATM

L'ATM est une technique de transfert asynchrone fondée sur la commutation de paquets de taille fixe (les cellules). Elle repose sur un multiplexage statistique des trafics pour bénéficier des fluctuations des sources de trafics et utiliser au mieux la bande passante de ses liens haut débit. A chaque demande de connexion d'un utilisateur, on lui associe un circuit virtuel (VC), qui est tracé à l'intérieur du réseau ATM par des «marques» laissées dans chaque nœud traversé.

Les informations émises par l'utilisateur sont alors transmises par paquets de tailles fixes, appelés cellules, composés de 48 octets pour les données et de 5 octets pour l'entête. Cet entête permet d'identifier le chemin virtuel que devront emprunter les cellules. Ces cellules sont transmises au réseau de manière asynchrone, Réparties dynamiquement dans le temps dans des slots ne pouvant contenir qu'une seule cellule.

Un réseau ATM est constitué de commutateurs reliés par des liens physiques nommés conduits de transmission. Les commutateurs sont chargés :

- d'acheminer les cellules reçues sur les ports d'entrée vers le bon port de sortie selon les informations de routage contenues dans l'entête de la cellule
- d'effectuer le multiplexage des cellules sur la sortie requise
- de contrôler l'établissement et la libération des connexions

2.3.2. MPLS

Multiprotocol Label Switching (MPLS) est souvent considéré comme une des technologies majeures pour mettre en œuvre la qualité de service dans les réseaux à commutation de paquets.

Toutefois, MPLS a été initialement développé par l'IETF (Internet Engineering Task Force), avec pour objectif d'établir une norme commune pour transporter des paquets IP(Internet Protocol) sur des sous-réseaux travaillant en mode commuté.

Les réseaux MPLS sont des réseaux orientés «connexion» permettant une ingénierie du trafic (Traffic Engineering, MPLS-TE) de réseaux à commutation de paquets. À ce titre, ils peuvent garantir de la bande passante pour divers flots, ce qui constitue la première condition pour fournir une garantie.

Avec le remplacement progressif des réseaux IP par les réseaux IP/MPLS, les meilleures techniques des réseaux de routage et de commutation se trouvent réunies. Les réseaux IP/MPLS sont capables de s'adapter aux besoins de forte croissance de l'internet, et déprendre la place de l'ATM en faisant face aux très grandes exigences du trafic professionnel.

De plus, les réseaux IP/MPLS sont prêts pour la convergence des données, de la voix et de la vidéo sur IP. Il n'est donc pas surprenant que l'IP/MPLS soit considéré par la majorité des opérateurs de réseau comme le réseau cible à long terme [5].

2.3.3. Les systèmes SONET/SDH

SONET (Synchronous Optical Network) est un système de multiplexage temporel TDM (Time Division Multiplexing) classique sur fibre optique.

- SDH: Synchronous Digital Hierarchy (en Europe)
- SONET: Synchronous Optical Network (aux USA)

La SDH (Synchronous Digital Hierarchy) constitue la principale application des infrastructures fibres optiques longues distances.

Cette application constitue aujourd'hui le support de transmission de la grande majorité des applications de télécommunication. Elle fait suite, à ce titre, en améliorant les caractéristiques, à la hiérarchie suivante PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy)

La SDH réalise le transport d'un ensemble d'« affluents » (canaux numériques à bas débit) sur un canal « agrégat » à haut débit sur fibre optique. Les affluents sont insérés et extraits au niveau d'un multiplexeur qui réalise un multiplexage temporel TDM dans le canal agrégat.

Un réseau SDH est construit, en réalité, sur la base d'une architecture en « boucle », qui relie des Multiplexeurs ADM. L'architecture en boucle permet d'insérer ou d'extraire des « affluents» en tout point de la boucle. Elle permet par ailleurs de sécuriser le transport de l'agrégat. En cas de rupture d'une liaison entre deux multiplexeurs, la continuité de service est assurée par « routage automatique » du lien sur la boucle de secours [16].

2.3.4. Le système PDH

La hiérarchie plésiochrone PDH définie antérieurement à la SDH définit des classes de débit de 2 jusqu'à 140 Mbit/s. La hiérarchie SDH a donc pris le relais de cette hiérarchie vers les hauts débits, et prévoyant l'ensemble des mécanismes d'encapsulation des débits de l'ancienne hiérarchie dans la nouvelle.

Elle a permis par ailleurs d'accroître, outre la sécurisation, la flexibilité de configuration du réseau et des services en offrant un « adressage » des canaux affluents dans la trame d'agrégat multiplexée à haut débit. Cette fonction permet d'insérer et d'extraire un affluent en tout point du réseau, en laissant transiter dans la trame agrégat l'ensemble des autres informations. Cette fonction constitue un apport fonctionnel important de la SDH vis-à-vis de la hiérarchie précédente [16].

3. Evolution des réseaux d'accès

3.1. Les réseaux d'accès fixes

3.1.1. Le réseau téléphonique public commuté (RTCP) :

Le réseau public de téléphonie, qui utilise une paire de cuivre comme support physique et était historiquement utilisé pour fournir des services de voix analogique, a intégré les technologies numériques autorisant de nouveaux services. Le RNIS (Réseau Numérique à Intégration de Services) est un service de téléphonie numérique qui permet de fournir des services voix et données à des débits de 64 ou 128 kbit/s en utilisant la paire de cuivre traditionnelle.

Le réseau d'accès téléphonique comme le réseau de transport longue distance associé restent aujourd'hui des réseaux dédiés basés sur la commutation de circuits (CS).Ils possèdent de nombreuses interconnexions afin de gérer les communications internationales, fixe vers mobile ou encore d'un opérateur à un autre pour une même communication.

Avec la déréglementation des télécommunications (notamment l'introduction de la sélection du transporteur), plusieurs opérateurs alternatifs sont développés des infrastructures pour offrir des services voix à leurs clients. Parallèlement, ces mêmes opérateurs ont étendu leurs offres de services afin de proposer à leurs clients, majoritairement des entreprises, le transport de données.

Le RTC est aussi de plus en plus utilisé pour un accès à Internet en mode commuté. L'opérateur historique doit alors effectuer la collecte de ce trafic vers les différents fournisseurs de services Internet (ISP), qui sont en général des acteurs issus du monde de la donnée. Or, dans ce domaine, les équipements amenés à inter fonctionner avec des réseaux téléphoniques utilisant de la signalisation SS7 (Signaling System 7***)*** implémentent généralement séparément les fonctions liées à la gestion du trafic et de la signalisation [1].

3.1.1.1. Architecture d'un réseau RTC

Le réseau téléphonique commuté a une organisation hiérarchique à trois niveaux. Il est structuré en zones correspondant à un niveau de concentration,comme montre dans la figure I.2

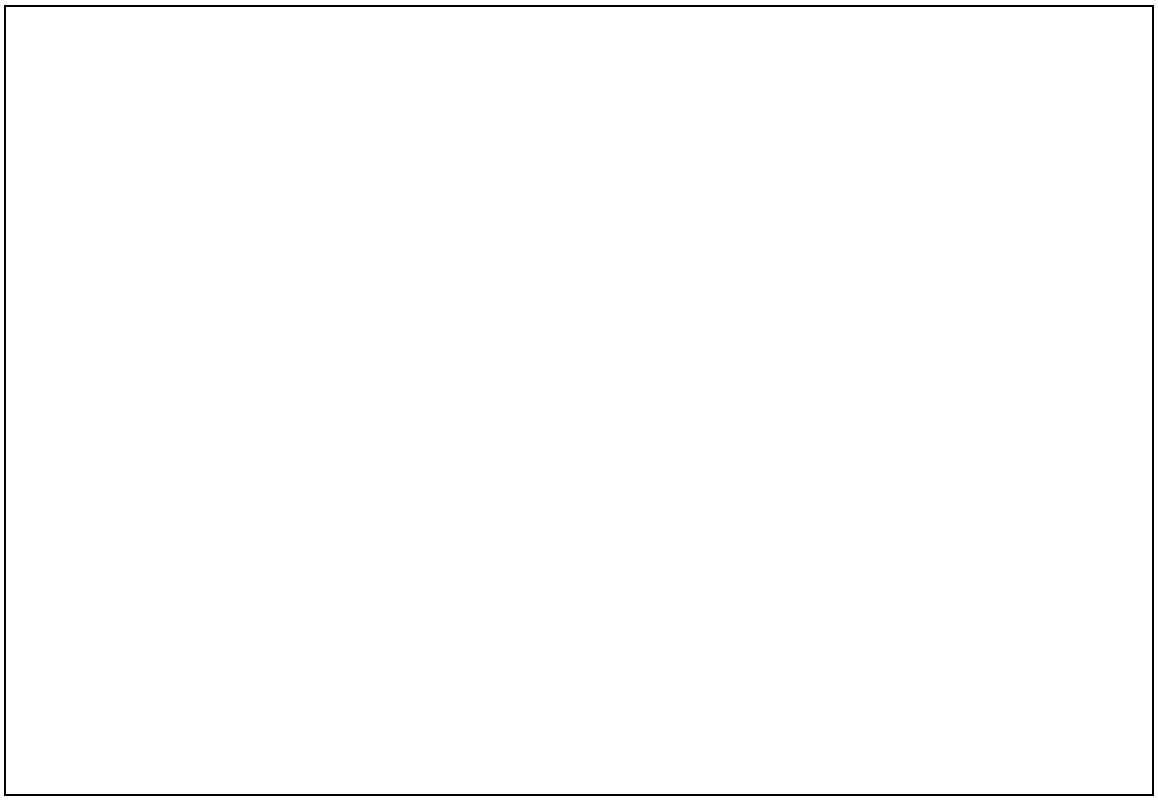


Figure I.2. *Architecture RTC*

On distingue :

Zone à Autonomie d'Acheminement (ZAA) :

Cette zone, la plus basse de la hiérarchie, comporte un ou plusieurs Commutateurs à Autonomie d'Acheminement (CAA) qui eux-mêmes desservent des Commutateurs Locaux (CL). Les commutateurs locaux ne sont que de simples concentrateurs de lignes auxquels sont raccordés les abonnés finals. La ZAA est un réseau étoilé, elle constitue le réseau de desserte;

Zones Transit Secondaire (ZTS) :

Cette zone comporte des Commutateurs de Transit Secondaires (CTS). Il n'y a pas d'abonnés reliés aux CTS (Commutateurs de Transit Secondaires). Ils assurent le brassage des circuits lorsqu'un CAA ne peut atteindre le CAA destinataire directement (réseau imparfaitement maillé).

Zone de Transit Principale (ZTP) :

Cette zone assure la commutation des liaisons longues distances. Chaque ZTP comprend un Commutateur de Transit Principal (CTP), L'un des commutateurs de transit principal (CTP) est relié au commutateur international de transit.

3.1.2. Les technologies xDSL

3.1.2.1. Qu'elles sont les technologies xDSL

Le terme DSL ou xDSL (*Digital Subscriber Line = Ligne numérique d'abonné)* regroupe l'ensemble des technologies mises en place pour un transport numérique de l'information sur une simple ligne de raccordement téléphonique. Les technologies xDSL sont divisées en deux grandes familles, celle utilisant une transmission symétrique et celle utilisant une transmission asymétrique [4].

3.1.2.2. Les différentes technologies xDSL

L'xDSL regroupe tout ce qui permet de faire passer des flots de données à grande vitesse sur de simples lignes téléphoniques torsadées.

Il en existe différentes variantes :

- HDSL : High bit rate DSL
- RADSL : Rate adaptative DSL
- SDSL : Symetric DSL
- VDSL : Very high DSL
- ADSL : Asymmetric DSL

Les différences essentielles entre ces technologies sont affaires de :

- vitesse de transmission
- distance maximale de transmission
- variation de débit entre le flux montant (utilisateur/réseau) et flux descendant (réseau/utilisateur)

Le tableau suivant représente les différentes variantes sur les technologies xDSL et leurs différences entre elles [4].

Tableau I.1. *Comparaison entre les différentes technologies xDSL [6]*

Technologie	**Signification**	**Mode de transmission**	**Débit opérateur vers utilisateur**	**Débit utilisateur vers opérateur**	**Distance Maximale**
HDSL	High data rate DSL	Symétrique	1,544 Mbits/s à 2Mbits/s	1,544 Mbits/s 2 Mbits/s	3,6km
HDSL 2	High data rate DSL 2	Symétrique	1.544 Mbits/s	1,544 Mbits/s	3,6 km
SDSL	Single line DSL	Symétrique	768 Kbits/s	768 Kbits/s	3,6 km
SHDSL	Single-Pair High-Speed DSL	Symétrique	192 Kbits/s à 2,3Mbps (une paire) - 384 Kbps à 4,6 Mbps (deux paires)	192 Kbits/s à 2,3Mbps (une paire) - 384Kbps à 4,6Mbps (deux paires)	5 km
ADSL	Asymmetric DSL	Asymétrique	128 Kbits/s à 9 Mbits/s	16-640 Kbps	5,4 km
RADSL	Rate Adaptive DSL	Asymétrique	0,6- 7 Mbits/s	128 kbps-1 Mbit/s	5,4 km
VDSL	Very high data DSL	Asymétrique	15-53 Mbits/s	1.544-2.3 Mbits/s	1,3 km

3.2. Réseaux d'accès mobiles

Les ondes électromagnétiques ont été utilisées comme un moyen de communication pour la première fois à la fin du 19ème siècle. Le premier système sans fil a été inventé par la compagnie Bell Systems dans les années 1940 aux Etats-Unis puis il a apparu en Europe dans les années

1950. Ces cellulaires étaient très contraignants par leur mobilité restreinte, leur faible capacité, leurs services limités et leur qualité d'écoute très faible. Ils étaient également très lourds, très gros, très chers et très sensibles aux interférences. Pour toutes ces raisons on ne comptait donc que moins d'un million d'abonnés dans les années 1980.

3.2.1. Première génération (1G) (*Réseau Cellulaire Analogique*)

C'est à la fin des années 1970 et début des années 1980 que les communications mobiles ont fait un bond en avant (surtout au niveau de la mobilité et de la capacité). Les évolutions des technologies des semi-conducteurs et microprocesseurs ont permis la conception de mobiles plus petits, plus légers, plus sophistiqués et surtout accessibles pour un plus grand nombre d'utilisateurs.

Ces cellulaires de première génération ne transmettent que la voix, et de façon analogique. Les plus importants systèmes sont :

NMT (Nordic Mobile Telephone) est une norme de téléphonie mobile spécifiée par les administrations des télécommunications nordiques à partir de 1970. Elle a été mise en service en 1981 en réponse à la congestion des réseaux de téléphonie mobiles existants à cette époque (ARP (Auto Radio Puhelin**)** sur la fréquence 150 MHz en Finlande et MTD sur la fréquence 450 MHz en Suède, en Norvège et au Danemark). Ce réseau de première génération a été ouvert dans des pays tels que la Suède, le Danemark, la Norvège, d'où le nom de « Nordic » dans son appellation. Cette norme est basée sur une technologie de téléphonie analogique sans-fil. Sa technologie de modulation radio est similaire à celle utilisée par les stations radio FM

AMPS (Advanced Mobile Phone System), apparu en 1976 aux Etats-Unis, constitue le premier standard de réseau cellulaire. Utilisé principalement Outre-Atlantique, en Russie et en Asie, ce réseau analogique de première génération possédait de faibles mécanismes de sécurité rendant possible le piratage de lignes téléphoniques.

TACS (Total Access Communication System) est la version européenne du modèle AMPS. Utilisant la bande de fréquence de 900 MHz, ce système fut notamment largement utilisé en Angleterre, puis en Asie (Hong-Kong et Japon).

ETACS (Extended Total Access Communication System) est une version améliorée du standard TACS développé au Royaume-Uni utilisant un nombre plus important de canaux de communication.

Les réseaux cellulaires de première génération ont été rendus obsolètes avec l'apparition d'une seconde génération entièrement numérique [14].

3.2.2. Deuxième Génération (2G) (Systèmes Digitaux Multiples)

Le développement cellulaire de seconde génération fut dirigé par le besoin d'améliorer la qualité de transmission, les capacités du système ainsi que la couverture du réseau. Les technologies des semi-conducteurs et des dispositifs à micro-ondes ont permis l'utilisation de la transmission digitale au sein des télécommunications mobiles.

Ce sont toujours les transmissions de la voix qui dominent mais les demandes pour les fax, messages courts et transmissions de données ont augmenté rapidement.

Des services supplémentaires ont apparu tels que la prévention de fraude et le cryptage des données personnelles. Ces derniers sont devenus comparables aux services disponibles sur les réseaux fixes.

3.2.3. L'évolution du GSM vers UMTS

La Phase 1 de la standardisation de GSM900 a été complétée par l'ETSI (European Telecommunications Standards Institute) en 1990 et incluait toute les définitions nécessaires aux opérations sur le réseau GSM. Certains services ont été définis tel que la transmission de la voix avec un débit de 13 kbps et la transmission de données à plus de 9.6 kbps mais très peu ont été effectivement ajoutés aux standards. En 1995 est née la Phase 2 des standards GSM pour inclure une large gamme de services comparables aux réseaux digitaux fixes ISDN (Integrated Services Digital Network). En 1996 l'ETSI décida de lancer le GSM dans la Phase 2+ qui inclut la capacité de la 3ème génération.

La Phase 2+ du GSM a introduit d'importantes caractéristiques de la 3G tel que les services IN (Intelligent Network) avec CAMEL (Customized Application for Mobile Enhanced Logic), de nouveaux principes de transmission et des services de hauts débits avec HSCSD (High-Speed Circuit-Switched Data), le GPRS (General Packet Radio Service) et l'EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution).

3.2.4. HSCSD (High Speed Circuit Switched Data)

Le service HSCSD est un service de données en mode circuit qui a permis d'optimiser le débit de transmission des données à deux égards:

Le premier consiste à introduire un nouveau type de codage de canal permettant d'attendre un débit de 14,4 kbps.

Le deuxième consiste uniquement à allouer plusieurs timeslot jusqu'à quatre timeslot par utilisateur, soit la moitié de la trame TDMA (Time Division Multiple Access). Comme pour le service de données précédent, l'allocation des ressources se fait en mode circuit, par connexion et pour toute la durée de la connexion. Cette allocation peut être asymétrique, c'est-à-dire offrir plus de débit dans un sens que dans l'autre. A l'origine, les slots pouvaient être non consécutifs dans la trame, mais, pour des raisons de complexité d'implémentation dans les terminaux, les constructeurs de terminaux ont imposé une allocation contiguë.

Le débit maximal offert par le HSCSD est de 57,6 Kbps pour 4 slots à 14,4 Kbps Même si ce débit est comparable à ceux obtenus avec des modems téléphoniques pour une connexion filaire, le HSCSD souffre d'un manque de souplesse et d'efficacité dans l'allocation de ressources radio.

Finalement, les constructeurs et les opérateurs n'ont pas investi dans l'évolution logicielles et matérielles à apporter aux terminaux et aux stations de bases pour incorporer le service HSCSD dans les réseaux GSM, car, en parallèle, il y a avait le GPRS, beaucoup plus prometteur [2].

3.2.5. GPRS (General Packet Radio Service)

Plus qu'un service supplémentaire, le GPRS qui est l'initiative européenne au sein de l'ETSI représente une évolution majeure du GSM. Par l'utilisation de la commutation de paquets et l'augmentation des débits, il ouvre la porte aux applications mobiles multimédias et permet la transition en douceur vers la troisième génération.

Le GPRS permet de pallier l'inefficacité des mécanismes d'allocation de circuits à taille fixe imposés par HSCSD et les services de données GSM d'une manière générale pour les applications, par exemple, basées sur Internet.

Le principe de base de GPRS est de partager un certain nombre de ressources élémentaires d'une cellule entre plusieurs utilisateurs, grâce à des mécanismes d'allocations « à la demande »

plus rapides que les mécanismes conventionnels de la norme GSM. Ainsi, on peut espérer de GPRS une utilisation plus efficace des ressources radio pour les applications en mode paquet, en évitant d'allouer à chaque utilisateur des ressources fixes. Comme pour le HSCSD, le GPRS a la possibilité d'allouer 8 timeslots d'une porteuse GSM à un instant donné à un utilisateur, ce qui lui permet d'afficher un débit crête de 8 x 21.4 kbit/s soit 171.2 kbit/s, moyennant l'utilisation d'un codage canal défini spécialement pour ce service (CS4) [2].

3.2.5.1. Architecture générale

Le réseau GPRS fonctionne en parallèle avec le réseau GSM, le premier est utilisé pour le transport des données et le second pour les services classiques de voix. Tous les deux utilisent les mêmes équipements BSS (Base Station Sub system**)**, c'est-à-dire les stations de base BTS (Base Transceiver Station) et leurs contrôleurs BSC (Base Station Controller) avec l'introduction d'un nouveau équipement qu'on appelle le PCU (Packets Controller Unit) qui a pour rôle d'assurer la compatibilité entre la transmission de données en mode paquets et la transmission radio GSM.

Le réseau cœur (Core Network) du GPRS est un réseau paquet interconnecté, pouvant être relié à divers types de réseaux de données fixes IP, X.25 ou encore à d'autres réseaux GPRS, exploités par d'autres opérateurs. De son côté, le réseau cœur du GSM est relié au RTC, national ou international, ou à un autre réseau GSM exploité par un autre opérateur.

De nouveaux éléments de réseau doivent donc être ajoutés au GSM pour offrir le GPRS. Ces éléments sont le SGSN (Serving GPRS Support Node) et le GGSN (Gateway GPRS Support Node), des routeurs paquet dotés de fonctionnalités dédiées à la gestion d'un réseau mobile.

Le SGSN est un routeur de paquets relié à un ou plusieurs BSS, il assure:

- La gestion de la mobilité des terminaux présents dans sa zone de service en association avec le HLR
- La gestion des ressources radio GPRS
- L'ouverture d'une session, d'un « tunnel » de données entre un terminal mobile et un réseau de données, via le GGSN
- L'enregistrement des informations de taxation (volume, durée)

Le GGSN est un routeur de paquets relié à un ou plusieurs réseaux de données, il assure:

- L'interfonctionnement avec les réseaux de données

- L'encapsulation des paquets extérieurs au réseau GPRS pour les transmettre au SGSN [2].

3.2.6. EDGE (Enhanced Data rate for GSM Evolution)

En utilisant plusieurs timeslots dans le HSCSD et le GPRS, un utilisateur peut augmenter son débit. Le GPRS offre de surcroît différents taux de codage, permettant d'augmenter le débit lorsque les conditions de propagation sont correctes. Néanmoins, le débit brut sur un time slot reste celui du GSM, c'est-à-dire environ 170 Kbit/s .Le EDGE permet de s'affranchir de cette limite, grâce à l'introduction d'un nouveau type de modulation (8PSK), de nouveaux schémas de codage et la généralisation du principe de l'adaptation de lien (Link adaptation).

EDGE peut s'appliquer au HSCSD et au GPRS. Leur association est respectivement connue sous le nom E-CSD (Enhanced Circuit Switch Data) et E-GPRS (Enhanced-General Packet Radio Service). Du fait du faible attrait des opérateurs pour le HSCSD, le E-CSD risque de disparaître devant I'E-GPRS, lequel est souvent considéré comme une technologie de troisième génération [2].

3.2.6.1. Principes généraux de l'EDGE

EDGE est issu de la constatation que, dans un système cellulaire, tous les mobiles ne disposent pas de la même qualité de transmission. Le contrôle de puissance tente de pallier ces inégalités en imposant aux mobiles favorisés une transmission moins puissante. Cela permet plutôt d'économiser les batteries des terminaux que d'augmenter les capacités de transmission. Nous verrons au chapitre suivant que, dans ces systèmes fondés sur un accès par répartition en code tel que CDMA, ce contrôle de puissance a un rôle autrement plus important.

EDGE permet à ces utilisateurs favorisés de bénéficier de transmissions plus efficaces, augmentant par conséquent le trafic moyen offert dans la cellule. En réalité, EDGE fait correspondre à chaque condition radio rencontrée le schéma de modulation et de codage ou MCS (Modulation and Codage Scheme), le plus approprié en regard de la qualité de service requise sur la liaison. Pour cela, EDGE a évidemment introduit de nouveaux MCS, en comparaison de ceux existant dans le GSM ou le GPRS.

Les principales modifications imposées par EDGE se trouvent au niveau des stations de base qui doivent intégrer un nouvel émetteur/récepteur (une carte RETR à la place de la première carte TRX dans chaque secteur). EDGE utilise la même porteuse de 200 kHz que le GSM, ce qui

permettra aux opérateurs de développer des émetteurs/récepteurs EDGE avec ceux du GSM/GPRS.

EDGE permettra de bénéficier pleinement des avantages du GPRS, avec une rapidité d'établissement de connexion et une bande passante plus importante que celle du GSM. La combinaison du GPRS et d'EDGE assurera une utilisation améliorée du réseau radio.

L'introduction d'EDGE a un faible impact technique car cette technologie s'appuie entièrement sur le GSM et ne nécessite que des modifications logicielles et matérielles mineures. La structure du réseau reste la même et les opérateurs n'ont pas besoin d'investir dans de nouvelles licences.

EDGE et le GPRS permettent ensemble de « doper » le réseau GSM/GPRS afin d'offrir à l'utilisateur les moyens de transmettre des données à des débits, très loin des 9,6 kbps du GSM jusqu'à 384 kbps [2].

3.2.7. UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)

Universal Mobile Telecommunications System représente la 3ème génération de communication mobile qui se caractérise par :

- Un débit (en mobilité) de 144kbits/s au minimum pouvant atteindre 2Mbits/s dans certaines zones (de mobilité limitée)
- Haute efficacité spectrale et grande capacité par rapport aux systèmes 2G
- Haute flexibilité pour permettre aisément l'introduction de nouveaux services
- Apport d'amélioration sur tous les plans par rapports aux systèmes 2G, cependant le système doit assurer dans son début une interopérabilité avec les réseaux d'accès radio de $2^{ème}$ génération
- Services utilisant la technique à commutation de circuits et à commutation de paquets
- Les services offerts aux usagers doivent être indépendants de la technologie d'accès radio et de l'infrastructure du réseau

La nomination 3G vient de la décision du 3GPP (**:** 3rd Generation Partner Project), sous le nom officiel ‘‘3GPP System’’. Ce nom doit être suivi par un numéro de version ou Release décrivant différentes spécifications. Avec cette logique la première version européenne de l'UMTS était appelée ‘‘3GPP System Release 99’’introduite en 1999 et satisfaisant toutes les exigences technologiques de l'IMT2000 : couche physique flexible pour l'introduction de

nouveaux services, débit jusqu'à 2Mbps, et la prise en charge du mode paquets. Après le R99, vient la R4 (mars 2001) caractérisée essentiellement par la séparation des plans contrôle et usager dans le MSC (mode circuit). [9]

3.2.8. HSPA (High Speed Packet Access)

3.2.8.1. HSDPA (High Speed Downlink Packet Access)

Le HSDPA a été proposé dans la version 5 du WCDMA. Cette nouvelle technologie annonce des débits pouvant aller au delà de 10 Mbps sur le lien descendant un autre avantage du HSDPA réside dans le fait qu'il pourra être déployé sans changer radicalement l'architecture de l'UMTS définie dans la Release 99 et permettra du coup aux operateurs de réaliser cette évolution au moindre cout.

Dans la release 5 de WCDMA 3GPP, HSDPA ajoute un nouveau canal de transport a WCDMA- HS-DSCH (High Speed Downlink Shared Channel) qui fournit un support pour des applications a rendement élevé de paquet de données dans la liaison descendante.

La transmission de HSDPA facilite plusieurs nouveaux dispositifs, et pour les soutenir avec l'impact minimal sur l'architecture de protocole d'interface radio existante, une nouvelle couche inférieure de MAC, MAC-HS, a été présentée. MAC-HS permet à une fente fonctionnelle d'être maintenue entre les couches et les nœuds de WCDMA 3GPP Releases 99 et 4.

La minimisation des changements architecturaux permet une mise à niveau douce à HSDPA, et assure l'opération de HSDPA dans les environnements où non toutes les cellules ont la fonctionnalité de HSDPA. Dans WCDMA, les services de voix et de données peuvent fonctionner simultanément sur la même porteuse. Les services qui fonctionnent sur HSDPA peuvent également utiliser la même porteuse.

HSDPA est basé sur la technique 'fat-pipe', transmission de canal partagé. Ses principales caractéristiques sont :

- Modulation évoluée
- Intervalle de temps court de transmission (TTI)
- Adaptation rapide de lien
- Établissement du programme rapide
- Demande automatique de répétition hybride rapide (HARQ) [9]

3.2.8.2. HSUPA (High Speed Uplink Packet Access)

Dans de WCDMA 3GPP Release 6, il y a l'implémentation d'un nouveau canal de transport dans la liaison montante appelée par Enhanced Dedicated Channel WCDMA (E-DCH). Enhanced Uplink améliore l'exécution de liaison montante en réduisant la latence, augmentent le débit et la capacité, lui faisant un complément à HSDPA (présenté dans version 5) pour des applications à rendement élevé.

La liaison montante évoluée fournit plusieurs nouveaux dispositifs. Comme avec HSDPA, la présentation de ces nouveaux dispositifs a un impact minimal sur l'architecture des protocoles d'interface radio existante.

Le nouveau canal de liaison montante qui est présenté pour Enhanced Uplink n'est pas partagé entre les utilisateurs, mais est consacré à un utilisateur simple. Jusqu'au quatre codes peuvent être employés pour augmenter le débit de liaison montante.

Dans HSPA évolué, la modulation peut être soutenue dans la liaison montante (16QAM) et la liaison descendante (64QAM). La modulation 16QAM permet des débits maximaux de jusqu'à 12 Mbits/s dans la liaison montante, alors que la modulation 64QAM permet des débits maximaux de jusqu'à 21 Mbits/s dans la liaison descendante.

En outre, l'utilisation de 2x2 MIMO (*Multiple-Input Multiple-Output*) dans la liaison descendante avec HSPA évolué. Ceci utilise deux antennes effectivement doubles le débit maximal sur la liaison descendante, c'est-à-dire, permettant un débit maximal de 28 Mbits/s. Quand 2x2 MIMO est combiné avec 64QAM, un débit maximal de jusqu'à 42 Mbits/s est permis dans la liaison descendante. La latence également sera encore réduite avec HSPA évolué.

4. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons défini un ensemble de réseau déployés qui vont servir comme base pour la migration vers les réseaux NGNs, mais d'abord, il faut bien définir les réseaux NGN ainsi que leurs architectures et leurs protocoles, c'est ce que nous allons découvert dans le prochain chapitre.

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), 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 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 «IP Multimudia Subsystem »). Enfin, une troisième section qui sera dédiée aux services offerts par les NGN.

2. Pour quoi le 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 que le réseau de données sur vivra 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 (opérateurs ADSL) 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.

3. Les exigences de tourner vers NGN :

Depuis quelques années, les laboratoires des constructeurs et les organismes de standardisation se penchent sur une nouvelle architecture réseau les Next Génération Networks (NGN) pour répondre aux exigences suivantes :

- Les réseaux de télécommunications sont spécialisés et structurés avant tout pour la téléphonie fixe
- Le développement de nouveaux services, évolution des usages du réseau d'accès fixe et l'arrivée du haut débit
- La migration des réseaux mobiles vers les données
- Difficulté à gérer des technologies multiples (SONET, ATM, TDM, IP) Seul un vrai système intégré peut maîtriser toutes ces technologies reposant sur la voix ou le monde des données
- Prévision d'une progression lente du trafic voix et au contraire une progression exponentielle du volume de données => baisse de la rentabilité des opérateurs [8]

4. Définition du NGN

Malgré d'importants travaux en cours dans les enceintes de normalisation, il n'existe pas encore un véritable consensus au niveau des politiques publiques sur une définition spécifique des "NGN". Ce terme est généralement utilisé pour évoquer le passage à de plus grandes vitesses de transmission à travers les réseaux utilisant le haut débit, la migration du RTPC vers un réseau IP ou une plus grande intégration des services sur un réseau unique, et il traduit souvent une vision et un concept de marché. D'un point de vue plus technique, un NGN est défini par l'Union internationale des télécommunications (UIT) comme un réseau en mode paquet, en mesure d'assurer des services de télécommunication et d'utiliser de multiples technologies de transport à large bande à qualité de service imposée et dans lequel les fonctions liées aux services sont indépendantes des technologies sous-jacentes liées au transport. Il assure le libre accès des utilisateurs aux réseaux et aux services ou fournisseurs de services concurrents de leur choix. Il prend en charge "la mobilité généralisée qui

permet la fourniture cohérente et partout à la fois des services aux utilisateurs". Les NGN, définis également comme des "réseaux IP administrés à large bande", sont les réseaux "dorsaux" de prochaine génération, qui évoluent vers une infrastructure IP convergée capable de supporter un ensemble de services tels que communication vocale, vidéo et services de données, et les réseaux "d'accès" de prochaine génération, c'est-à-dire le développement de réseaux de boucle locale à haut débit qui garantiront la prestation de services innovants [7].

5. les types des NGN

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

Les NGN Class 4 et Class 5 sont des architectures de réseau offrant uniquement les services de téléphonie. Il s'agit donc de NGN téléphonie. Dans le RTC, un commutateur Class 4 est un centre de transit.

Un commutateur Class 5 est un commutateur d'accès aussi appelé centre à autonomie d'acheminement.

Le NGN Class 4 (respectivement NGN Class 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'usager 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.

Le Class 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/Wi Max,EDGE/UMTS, etc [7].

6. Caractéristiques du réseau NGN

6.1. Une nouvelle génération de commutation

Les solutions de commutation de nouvelle génération fournissent une gamme complète de la catégorie de commutation, voix over IP adaptée aux besoins des abonnés complétées par des applications convergées de voix/données pour établir un réseau de nouvelle génération (une commutation par paquets).

6.2. Une nouvelle génération de réseaux transport

Lecœur de réseau de prochaine génération sont définis en fonction de leurs "composantes" technologiques fondamentales, à savoir –comme le précise la définition de l'UIT –des réseaux d'acheminement par paquets dans lesquels la couche service est séparée de la couche transmission, ce qui en fait une plate-forme d'infrastructure convergente couvrant des réseaux auparavant distincts et les services qui leur étaient associés**.** Ces caractéristiques peuvent avoir une incidence sur les modèles économiques traditionnels et sur la structure du marché, ainsi que sur la réglementation :

- Réseau à base IP
- Système des paquets et vocation multiple
- Séparation entre la couche transmission et la couche service

6.3. Une nouvelle génération de type d'accès

Les nouvelles technologies d'accès sont une composante très importante car elles influencent la rapidité d'introduction et les modalités techniques de mise en œuvre des cœurs de réseau NGN.

Elles ont donc chacune un rôle à jouer dans le développement des services IP multimédia de nouvelle génération et sont caractérisées par :

- leur niveau de maturité (existence de produits)

- la commutation utilisée (interface vers le cœur de réseau)
- le débit

La multitude et la montée en charge de ces technologies devenant ingérable en matière de qualité de service sur le mode de fonctionnement actuel, l'intégration de MPLS s'est avérée urgente dans la couche transport. Ce protocole permet de prendre en compte différentes classes de services afin d'assurer qualité et sécurité.

6.4. Une nouvelle génération de gestion

Des solutions de gestion de réseaux de nouvelle génération sont optimisées pour la gestion des alarmes, gestion de configuration et d'exécution et de sécurité des modules du réseau NGN. Basé sur un concept modulaire de gestion d'éléments et de domaines de gestion et d'applications, le réseau NGN supporte pleinement les opérations d'exploitation, d'administration et de maintenance (OA&M), la configuration de réseau et l'approvisionnement de service comprenant un déploiement de masse, ayant des interfaces ouvertes pour une intégration facile[8].

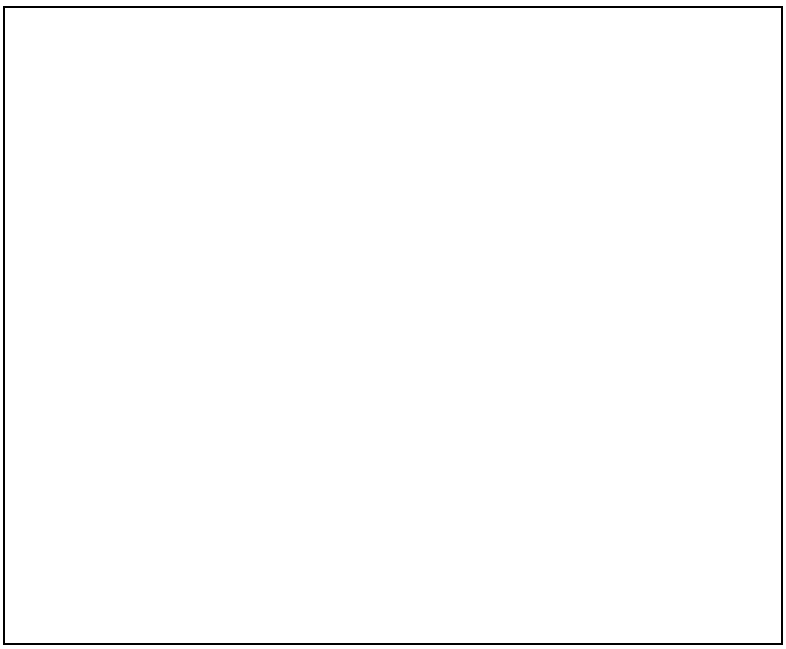


Figure II.1. *Caractéristique des réseaux NGN*

7. Architecture en couche d'un réseau NGN

La topologie du réseau NGN s'articule autour de 6 couches(Figure II.2) sont :

Couche Terminal : elle contient l'ensemble des terminaux permettent à l'utilisateur d'établir et recevoir des appels.

Couche Accès : Elle relie les usagers au réseau et regroupe leur trafic. Elle contient les éléments de réseau existant chez l'operateur à l'accès tels que les commutateurs téléphonique d'accès, les PABX, les boucles locales, les BTS /BSC, les Node B /RNC,…etc.

Couche Transport : Elle transporte le trafic à destination. La couche transport utilise la technologie IP ou ATM . L'offre NGN des constructeurs s'appuie aujourd'hui sur une couche de transport basé sur ATM directement ou IP.

Couche Adaptation : Elle conditionne le trafic pour son transport sur le réseau. Par exemple, le trafic vocal est conditionné en cellules ATM ou en paquets IP. Cette couche contient des passerelles (MGW, Media Gateway) permettant l'interfonctionnement entre la couche d'accès et la couche de transport.

Couche Contrôle : Elle assure l'intelligence d'appel. Cette couche décide quel service un usager va recevoir. Elle contrôle aussi d'autres éléments de réseau des couches inférieures, leur indiquant quel traitement faire subir au trafic. Elle contient des contrôleurs d'appels appelés MGC (Media Gateway Controller) puisqu'ils pilotent les MGWs de la couche d'adaptation.

Couche Application : Elle fournit des services à valeur ajoutée par le biais de serveurs d'application .Seul le MGC peut s'interfacer avec ces serveurs pour invoquer des services.

La Gestion est transversale à l'ensemble des couches. Chaque couche possède sa propre gestion. Ainsi les éléments d'une couche donnée sont vendus avec le système de gestion qui permet à l'opérateur de superviser, gérer et exploiter ces éléments [07].

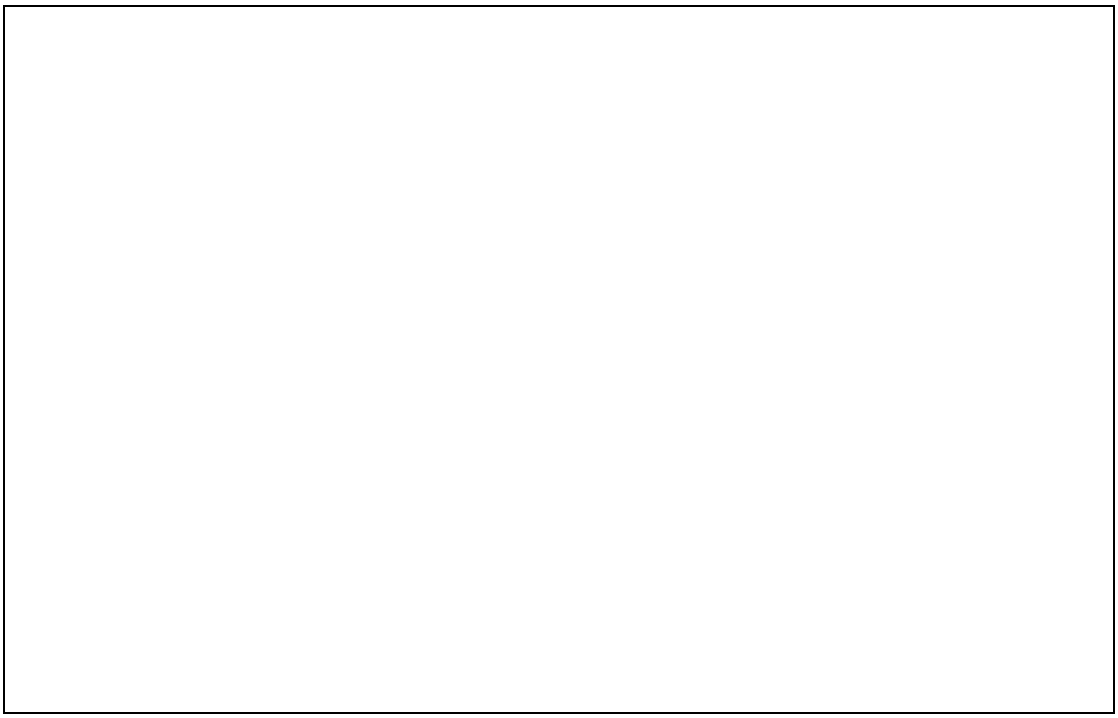


Figure II.2. *Principe général d'architecture d'un réseau NGN*

Cette nouvelle topologie offre les avantages suivants :

- Grace 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'I P ou l'ATM ignorant les limites des réseaux TDM à64 kbit/s. En effet le TDM perde son efficacité des 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 [13].

8. Les 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 .

8.1. Les 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 (Session Initiation Protocol), standard développé à l'IETF.

8.1.1. Le protocole historique : H.323

Avec le développement du multimédia sur les réseaux, il est devenu nécessaire de créer des protocoles qui supportent ces nouvelles fonctionnalités, telles que la visioconférence : l'envoi de son et de vidéo avec un souci de données temps réel. Le protocole H.323 est le premier. Il permet de faire de la visioconférence sur des réseaux IP

H.323 est un protocole de communication englobant un ensemble de normes utilisées pour l'envoi de données audio et vidéo sur Internet. Il existe depuis 1996 et a été initié par l'ITU.

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.

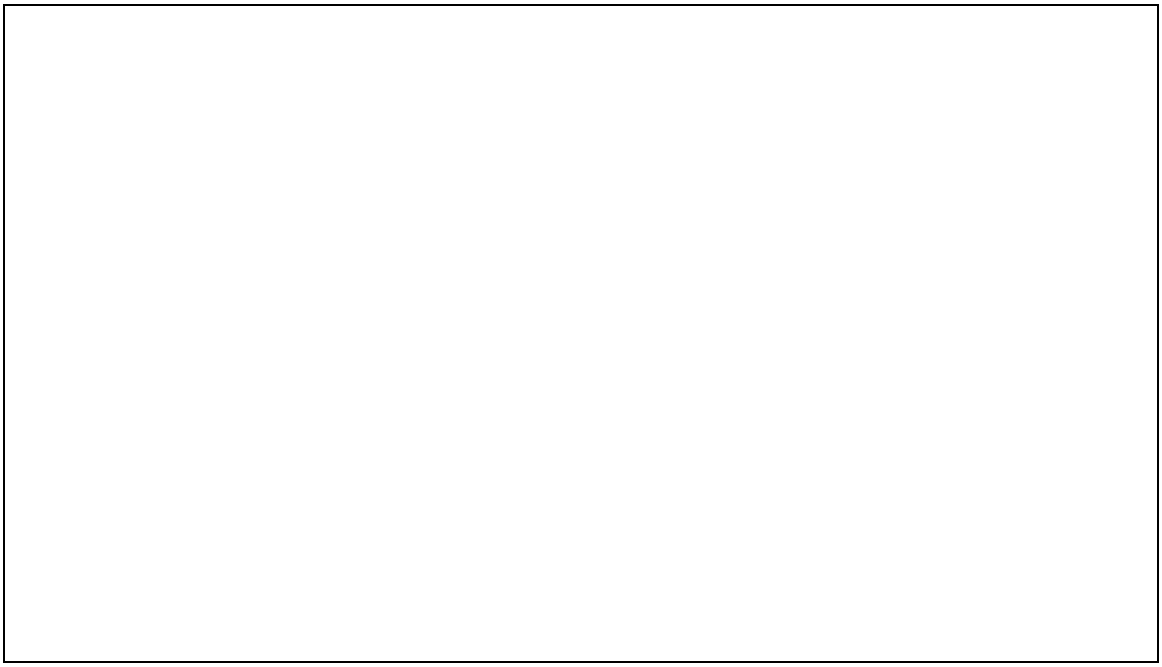


Figure II.3. *Architecture H.323*

8.1.1.1. Les terminaux H.323

Les terminaux sont des clients dans un réseau H.323. Ce sont des systèmes d'audio

(Téléphone IP, PC) ou de vidéo conférence utilisés pour communiquer en temps réel. Le standard H.323 requiert que chaque terminal supporte un certain nombre de fonctions et de codeurs qui ont été définis par l'ITU, tels que :

- H.225, qui effectue la signalisation des appels et la synchronisation
- H.245, qui est le protocole utilisé pour l'échange des capacités entre les terminaux
- négociation de canal et le contrôle de flux « média » entre les terminaux H.323
- Q.931, qui est un protocole de signalisation pour établir et contrôler les appels
- RAS (Registration/Admission/Status) Channel, qui est utilisé par les terminaux pour communiquer avec le gatekeeper

- RTP/RTCP (Real Time Protocol/Control Protocol) qui est un protocole utilisé pour transporter les données « temps réel » sur un réseau IP

Les terminaux H.323 peuvent aussi avoir des fonctionnalités supplémentaires, tels que des codeurs audio/vidéo, le protocole T.120 pour la data-conférence et des fonctionnalités de qualité de service. Cependant, la multiplicité des options rend difficile l'interopérabilité des différents terminaux H.323.

8.1.1.2. Les portiers (GK: Gatekeeper)

Les portiers (Gatekeeper) : Ce sont des éléments optionnels dans une solution H.323. Ils ont pour rôle de réaliser la traduction d'adresse (numéro de téléphone - adresse IP) et la gestion des autorisations. Cette dernière permet de donner ou non la permission d'effectuer un appel, de limiter la bande passante et de gérer le trafic sur le LAN.

Les gatekeepers permettent également de gérer les téléphones classiques et la signalisation permettant de router les appels afin d'offrir des services supplémentaires. Ils peuvent enfin offrir des services d'annuaires.

8.1.1.3. Les passerelles (Gateway)

Elles assurent l'interconnexion entre un réseau IP et le réseau téléphonique, ce dernier pouvant être soit le réseau téléphonique public, soit un PABX d'entreprise. Elles assurent la correspondance de la signalisation et la cohésion entre les médias. Pour ce faire, elles implémentent les fonctions suivantes : transcodage audio (compression, décompression), modulation/démodulation (pour les fax), conversion analogique numérique (CAN), suppression d'échos, suppression des silences et de contrôle d'appels.

8.1.1.4. Les unités de contrôle multipoint (MCU)

C'est un serveur ou un routeur qui contient des ressources DSP, il fait référence au protocole T.120 qui permet aux clients de se connecter aux sessions de conférence de données. Les unités de contrôle multipoint peuvent communiquer entre elles pour échanger des informations de conférence [1].

8.1.2. 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.

8.1.2.1. Les terminaux (User Agent)

Les terminaux sont considérés comme clients lorsqu'ils effectuent une requête, et comme des serveurs lorsqu'ils y répondent. Les terminaux peuvent communiquer directement entre eux ou par l'intermédiaire d'autres serveurs.

8.1.2.2. Proxy server

Il agit à la fois comme un client et comme un serveur-SIP. Un tel serveur peut interpréter et modifier les messages qu'il reçoit avant de les retransmettre à un autre serveur ou vers un UA. Sa fonction principale est de router les messages vers leurs destinations, comme il peut exécuter d'autres fonctions telles que l'authentification.

8.1.2.3. Redirect server

Il sert à diriger les requêtes vers un autre serveur ou une passerelle pour permettre de communiquer avec l'extérieur (a l'inverse du Proxy, ce serveur n'envoie pas les requêtes des utilisateurs).

8.1.2.4. Registrar server

C'est un serveur qui accepte les requêtes Registrer et offre également un service de localisation, il contient une table de correspondance entre adresse SIP (utilisateur) et l'adresse de la machine (IP phone) utiliser actuellement par cet utilisateur [1].

8.1.2.5. Les différentes requêtes

- **INVITE** : initie une session en invitant un agent utilisateur à une conférence ou à un simple appel. Le corps du message contient généralement une description de la session
- **ACK** : indique que l'appelant a reçu une réponse finale à l'invitation. Le corps de message peut contenir la description finale de la session.
- **CANCEL** : annule une requête (INVITE) émise par l'appelant, elle est utilisée par les serveurs proxy lors de recherches parallèles de localisation
- **BYE** : indique à l'autre participant que la session doit se terminer
- **REGISTER** : gestion (ajout, MAJ, suppression) des liaisons enregistrées dans le service de localisation, interrogation du service de liaison (serveur proxy et redirection). L'agent utilisateur doit indiquer la durée de vie de la liaison
- **OPTIONS** : permet d'obtenir des informations sur les capacités d'un agent utilisateur ou d'un serveur sans avoir besoin d'établir une session.

8.1.2.5. les quatre (04) points principaux d'utilisation de SIP

- interface vers ou entre les serveurs d'application
- entre les interfaces de contrôle
- pour la signalisation des points finaux
- pour les réseaux de bout en bout

8.2. Les protocoles de controle 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.

8.2.1. Le protocole historique : MGCP

Le Media Gateway Control Protocol (MGCP défini par l'IETF), a été conçu pour des réseaux de téléphonie IP utilisant des passerelles VoIP(voice over IP). 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.

Les différents éléments qui utilisent MGCP sont :

- La Signalling Gateway qui réalise l'interface entre le réseau de téléphonie (signalisation SS7) et le réseau IP. Elle termine les connexions des couches basses de SS7 et transmet les messages ISUP à la MGC
- Le MGC ou Call Agent qui opère l'enregistrement, la gestion et les contrôles des ressources des Media Gateway. Elle coordonne l'établissement, le contrôle et la fin des flux média qui transitent par la Media Gateway
- La Media Gateway qui est le point d'entrée ou de sortie des flux média à l'interface avec les réseaux IP et téléphoniques. Elle effectue la conversion des médias entre le mode circuit (téléphonique) en le mode paquet (IP) [1].

8.2.2. 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 et les Media Gateway.

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(User Datagram Protocol) ou TCP(Transmission Power **C**ontrol)
- Utilise le codage en mode texte ou binaire

Une première version de H.248 a été adoptée en juin 2000 (RFC 3015 de l'IETF).

L'implémentation de H.248 permet une grande modularité; en effet, ce protocole est étendu par des « packages »répondant à des besoins spécifiques. Ce système permet de

couvrir un nombre très important d'applications, mais complique aussi grandement les interfonctionnements d'équipements d'origine différente. Ainsi un constructeur peut implémenter, suivant ses besoins, tel ou tel « package » qui ne sera pas obligatoirement choisi par un autre constructeur [1].

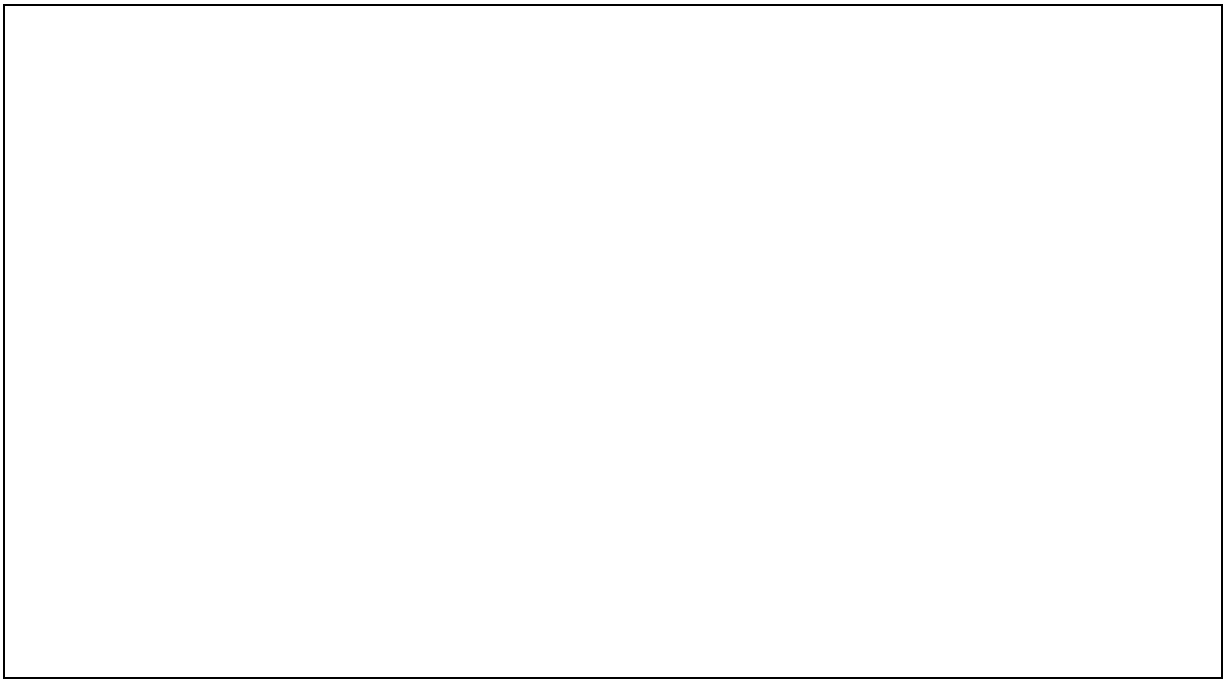


Figure II.4. *Positionnement de MGCP et H.248/MEGACO dans les NGN [1]*

8.3. 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
- A l'interconnexion avec les réseaux de signalisation SS7, généralement via des passerelles de signalisation ou Signalling 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 [1]

9. Les équipements du réseau NGN

9.1. Le Media Gateway Controller (MGC) ou Softswitch

C'est la solution qui gère dans un réseau NGN l'intelligence du service de commutation.

Toutefois, ce softswitch n'est plus associé à un point physique du réseau, et ne gère plus les liens physiques du réseau, comme c'était le cas dans un réseau TDM. Il assure :

- L'échange des messages de signalisation transmis de part et d'autre avec les passerelles de signalisation, et l'interprétation de cette signalisation
- Le routage d'un appel au sein du réseau
- Le traitement des appels : dialogue avec les terminaux et les serveurs d'application pour la fourniture des services
- Le choix et le contrôle de la MG de sortie selon l'adresse du destinataire, le type d'appel, la charge du réseau etc.
- La réservation des ressources selon le type d'appel

Physiquement, un softswitch peut être implanté sur un serveur dédié ou bien être installé directement sur un équipement différent comme un Media Gateway ou même un commutateur traditionnel TDM. Dans ce cas, on parlera d'architecture complètement distribuée [1].

9.2. La Media Gateway (MGW)

Les Media Gateway constituent le deuxième élément essentiel déployé dans un réseau NGN. Une Media Gateway peut par exemple se positionner entre le réseau de commutation de circuit et le réseau de commutation de paquets.

Dans ce cas, les Media Gateway transforment le trafic circuit TDM en paquets, la plupart du temps IP ou ATM, pour que ce trafic puisse ensuite être géré par le réseau NGN.

En conséquence, plusieurs types de Media Gateway sont disponibles sur le marché, en fonction du type de solution voix choisie par l'opérateur et du rôle de cette Media Gateway :

- les passerelles VoIP pour convertir des lignes d'accès TDM en flux IP
- les passerelles VoATM pour convertir des lignes d'accès TDM en flux ATM

- les passerelles VoBB (DSL, câble) pour transformer des flux IP en signaux voix sur un réseau haut-débit câble ou DSL [1].

9.3. Le Signalling Gateway (SGW)

Sa fonction est la conversion de la signalisation échangée entre le réseau de transport et le réseau externe interconnecté selon un format compréhensible par les équipements chargés de le traiter, mais sans en faire l'interprétation. Elle assure notamment, l'adaptation de la signalisation par rapport au protocole de transport utilisé (exemple adaptation TDM/IP) [1].

9.4. Le Multi Service Access Node (MSAN)

Les MSAN constituent une évolution des DSLAM. Un MSAN est un équipement existe dans la plupart des architectures NGN, un point d'entrée vers les réseaux d'accès des opérateurs. La selle différence avec DSLAM, c'est que le châssis ne peut supporter que des cartes des services de type xDSL, un MSAN supporte des cartes RNIS, Ethernet,... etc Ce qui permet de déployer toutes les technologies d'accès sur le réseau.

10. Différentes catégories de NGN

On peut classer la solution NGN selon deux catégories : le NGN téléphonie et le NGN multimédia.

10.1. NGN Téléphonie

Comme nous l'avons définit précédemment, le NGN téléphonie est une architecture de réseau NGN offrant uniquement les services de téléphonie (voix,…).

10.1.1. Architecture NGN Téléphonie

La (figure II.5) montre un exemple d'architecture NGN Téléphonie. Les équipements existants (exemple : commutateur d'accès téléphonique ou BTS/BSC du réseau GSM) sont reliés à une couche de transport IP ou ATM par le biais de Media Gateways (couche transport).

L'établissement des canaux de communication IP ou ATM entre les Media Gateway est la responsabilité du MGC appartenant à la couche contrôle. Le MGC est un serveur d'appel qui contient l'intelligence liée au contrôle de l'appel et pour ce faire possède un modèle d'appel complet. Le MGC identifie les usagers, détermine le niveau de service pour chaque usager et l'acheminement de trafic. Par ailleurs, il fournit toutes les informations permettant la taxation des appels et la mesure des performances du réseau. 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 MGCS 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 [13].

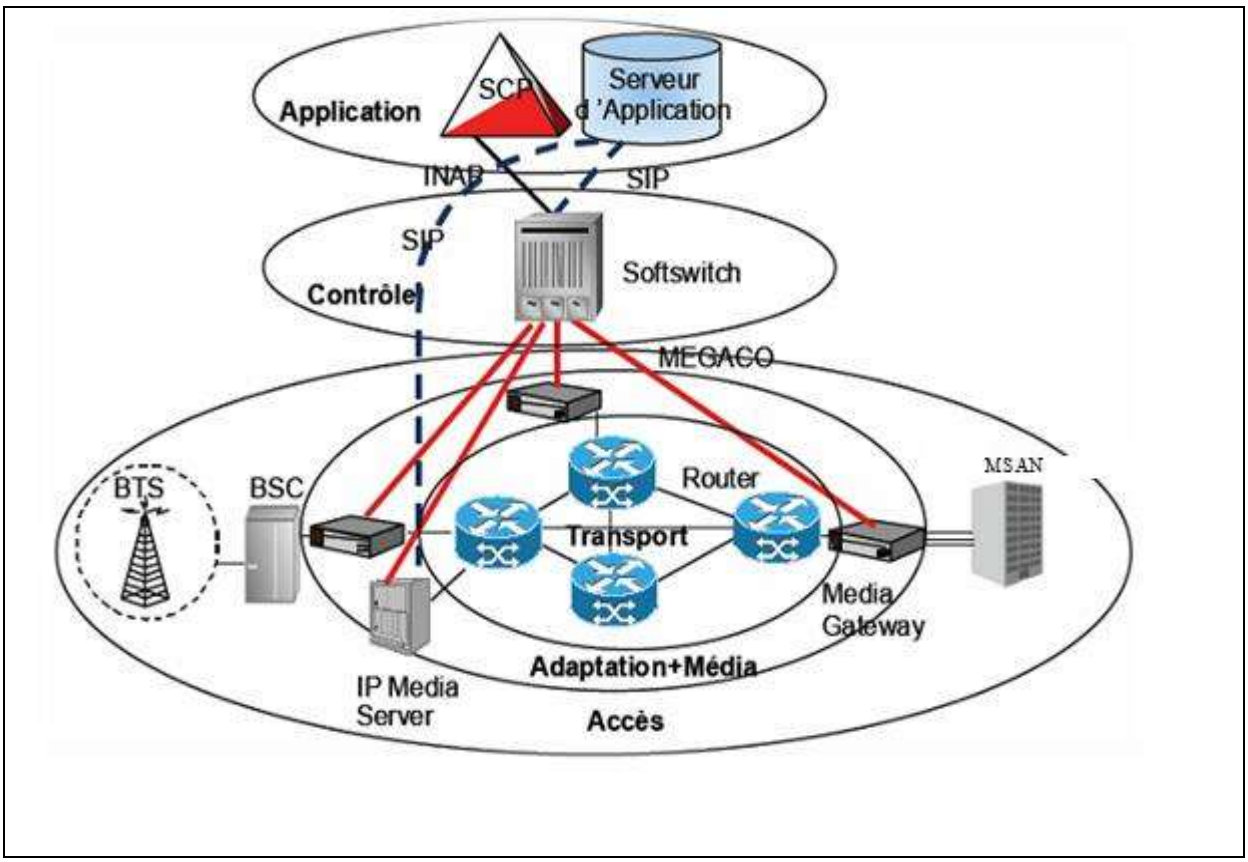


Figure II.5. *Exemple d'architecture NGN Téléphonie [13]*

10.1.2. Services dans le RTC vers 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 œuvre par le réseau intelligent à travers les entités SCP (Service Control Point) / SRP (Specialized Resource Point).

Les services complémentaires sont mis en œuvre directement par le commutateur d'accès

(Class 5 Switch).

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 paquetées 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'usager sur des canaux RTP/UDP/IP) [13].

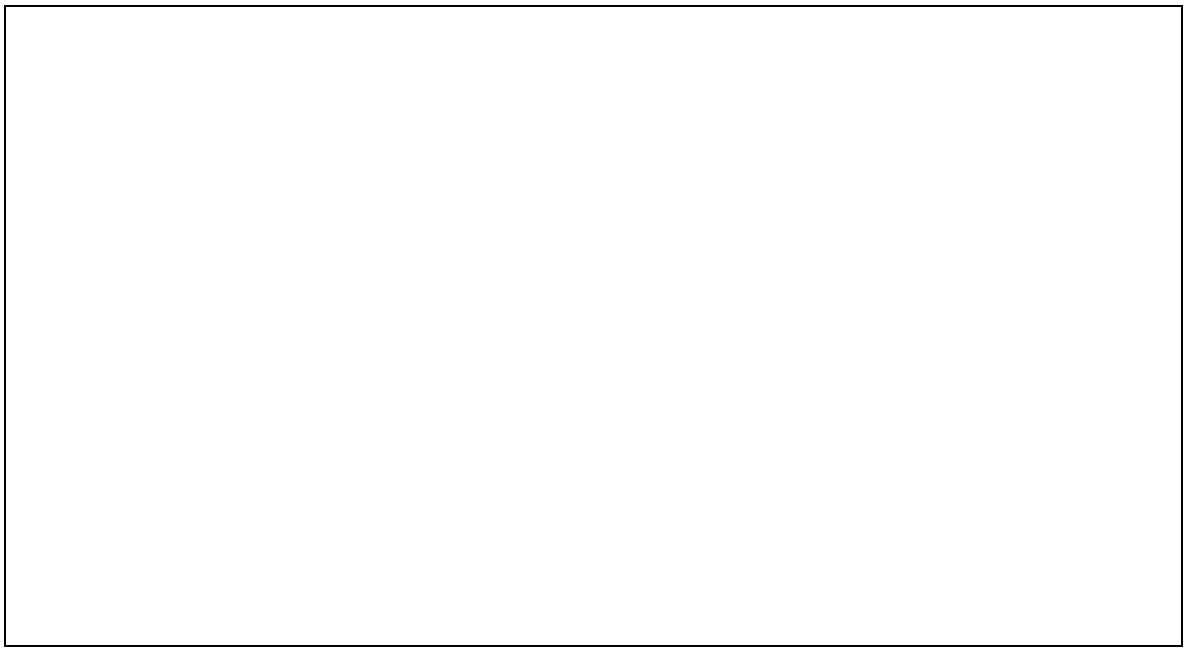


Figure II.6. *Services dans le NGN Téléphonie [13]*

10.2. NGN Multimedia ou IMS (IP Multimedia Subsystem)

L'IMS est une partie structurée de l'architecture des réseaux de nouvelle génération (NGN) qui permet l'introduction progressive des applications voix et données multimédia dans les réseaux fixes et mobiles. L'IMS fait appel à IP et au protocole SIP, créé par l'IETF avec des extensions qui sont introduites par le 3GPP et le groupe de travail TISPAN de l'ETSI. L'IMS implique également les entités de normalisation, 3GPP2, OASIS, FMCA, OMA/Parlay et l'UIT-T. L'IMS vise à assurer la compatibilité entre les réseaux mobiles 3G, les réseaux à commutation de circuits RTPC/RNIS et Internet pour les services vocaux et multimédia.

10.2.1. Architecture IMS

10.2.1.1. Architecture fonctionnelle en couche d'IMS

Pour une gestion facilitée, IMS s'appuie sur une plateforme commune à tout service. Ainsi, on peut segmenter le réseau cœur IMS en quatre parties distinctes :

- la couche physique (accès)
- la couche transport
- la couche de session (contrôle)
- la couche application

Chaque couche est indépendante, de sorte qu'il est possible, par exemple, d'ajouter librement de nouveaux services dans la couche applicative, sans tenir compte du réseau d'accès que les utilisateurs ont employé, ni du terminal qu'ils ont utilisé. Cela dit, il est souhaitable que les serveurs d'applications adaptent leur réponse en fonction de ces critères : par exemple, une page Web ne doit pas contenir les mêmes informations ni être formatée de la même manière selon qu'elle est destinée à être visualisée sur un ordinateur portable ou sur un téléphone ENSA-Marrakech 31 IRIT-Toulouse portable. Nous allons voir ces différentes couches, en partant de la plus basse à la couche la plus haute (figure II.7).

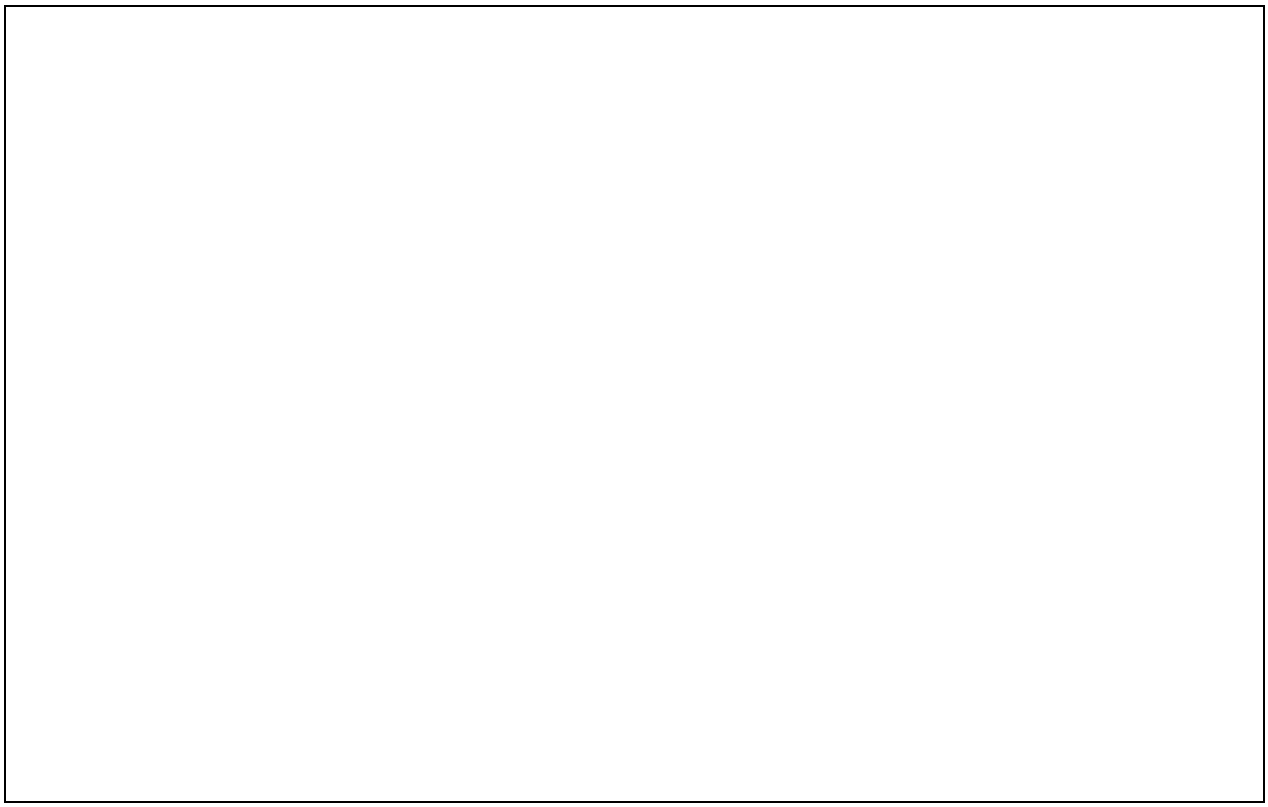


Figure II.7. *Architecture de l'IMS [17]*

La couche physique (accès)

La couche physique est une couche d'accès à l'architecture IMS. Elle définit la manière dont l'utilisateur se connecte au réseau. IMS permet un large choix de terminaux aux utilisateurs. En effet, tous les systèmes comme les ordinateurs, les téléphones mobiles, les téléphones fixes numériques, sont capables de se connecter à l'architecture IMS via le réseau. Les téléphones traditionnels analogiques pourraient également se connecter à l'architecture IMS par le biais de passerelles, pour ainsi obtenir une adresse IP, condition nécessaire à une connexion au réseau cœur IMS.

En regroupant différents types de réseaux d'accès au sein de cette couche, IMS offre un niveau d'abstraction à la manière dont l'utilisateur se connecte au réseau. Cette vision est à l'origine de l'idée de convergence des réseaux vers un réseau unique, prônée par l'IMS.

Autrement dit, IMS est indépendant du réseau d'accès, qui n'est qu'un élément assurant la connectivité de l'utilisateur au réseau cœur.

La couche transport

Cette couche permet la connectivité de bout en bout entre les différents interlocuteurs. Alors que la couche d'accès se contente de connecter un utilisateur au réseau IMS, la couche transport se charge de l'acheminement des données de l'utilisateur jusqu'à son (ou ses) correspondant(s). Cela comprend le transport de l'information par les routeurs et le choix de la route empruntée dans le réseau. C'est le réseau IP qui est utilisé dans cette couche. Un des principaux enjeux au niveau de cette couche est de réaliser la convergence entre réseau à routage par paquet et réseaux à routage par circuit ; autrement dit, entre le réseau téléphonique commuté et le réseau utilisant TCP/IP. On pense ici aux téléphones traditionnels analogiques.
C'est à ce niveau donc, qu'interviennent les passerelles PSTN (Public Switched Téléphone Network).

La couche contrôle de session (contrôle)

Cette couche assure la gestion et le contrôle du réseau. Elle est en charge de tous les messages de signalisation dans le réseau, permettant d'ouvrir, de maintenir, de modifier et de terminer une session entre des utilisateurs. C'est la partie intelligente du modèle, qui offre toutes les fonctionnalités de gestion des utilisateurs et constitue le véritable socle de l'IMS.

Nous la détaillons plus loin, en présentant l'ensemble des entités qui s'inscrivent dans cette architecture.

La couche application

Elle consiste en la fourniture des services, qu'ils soient audio, vidéo ou textuels. Cette couche implémente tous les services que l'on peut proposer aux utilisateurs. Elle est la partie la plus ouverte du modèle, puisque le réseau IMS ne spécifie pas les services eux

mêmes, mais offre une plate-forme de déploiement unifiée, simple, rapide, productive et sécurisée pour la mise en place de nouveaux services.

Tout service est exécuté par un serveur applicatif, en liaison avec les équipements de la couche de session par l'intermédiaire des protocoles SIP et Diameter, assurant ainsi la sécurité des utilisations. A noter qu'un serveur peut exécuter différents services comme de la téléphonie et un service de messagerie. L'avantage de cette flexibilité est de réduire la charge de travail au niveau de la couche de contrôle [10].

10.2.1.1. Principaux composants de l'architecture IMS

Dans cette partie, on va faire une description synthétique des différents composants de l'architecture IMS. Toutes ces entités constituent le socle de l'architecture IMS et, à ce titre, sont indispensables pour le fonctionnement d'un réseau IMS. Elles sont des entités logiques, ce qui signifie que, malgré leur distinction fonctionnelle, rien n'empêche de les implémenter (toutes ou certaines) au sein d'un même équipement.

Le Home Subscriber Server (HSS)

Le HSS est la base de données des abonnés de l'IMS et des services associés (à l'instar du HLR pour les réseaux mobiles). Les comptes utilisateurs, leurs profils, droits d'accès, et nom du S-CSCF (Serving-Call Session Control Function) associés sont stockés dans cet équipement. Il communique avec les CSCFS pour fournir, temporairement, une copie du profil utilisateur.

Toutes les données relatives à un même compte utilisateur doivent être stockées sur un même HSS. Néanmoins, lorsque le nombre d'utilisateurs est important, il est possible de les repartir au sein de plusieurs HSS. Dans ce cas, il est nécessaire de mettre en place une entité complémentaire, appelée SLF (Subscription Locator Function), qui a pour rôle de déterminer le HSS contenant les données relatives à un utilisateur.

Dans la suite, nous nous contenterons de parler d'un serveur HSS, même s'il peut y en avoir plusieurs, auquel cas, il s'agirait d'un serveur SLF qui relaie les requêtes vers le HSS concerné.

Les serveurs HSS et SLF communiquent avec les autres entités du réseau au moyen du protocole Diameter.

CSCF: Call Session Control Function

Les CSCF sont des serveurs de contrôle de sessions, qui utilisent le protocole de signalisation SIP pour communiquer. Ils sont les organes de traitement des références dans l'architecture IMS et réalisent les fonctions permettant d'orienter et de contrôler une session.

Concrètement, lorsqu'un utilisateur se connecte, il peut accéder à un réseau qui n'est pas celui de l'opérateur chez qui il a souscrit un service. Il faut donc que l'utilisateur emprunte le réseau pour assurer sa connectivité, tout en cherchant à se relier à des entités appartenant à son opérateur, pour avoir accès aux services de son contrat.

Il existe trois types de CSCF, Proxy CSCF, Interrogating CSCF et Serving CSCF, chacun de ces serveurs peut se trouver en nombre dans un réseau IMS, notamment pour répondre à la charge des demandes. Nous détaillons dans les sections qui suivent le rôle de chacun de ces serveurs.

Le Proxy CSCF

Le Proxy CSCF est toujours le premier point de contact entre un terminal et le réseau IMS. Ses missions consistent notamment à contrôler l'accès et à établir une connexion sécurisée avec le terminal. Son adresse est découverte par l'utilisateur lors d'une phase de "CSCF discovery". Il agit comme intermédiaire entre l'abonné et l'I-CSCF.

L'Interrogating CSCF

L'Interrogating CSCF a comme principales fonctions de déterminer le S-CSCF auquel l'abonné peut se connecter et transmettre les messages entre le P-CSCF et le S-CSCF, un peu comme une passerelle.

Le Serving CSCF

Le Serving CSCF est l'équipement qui a pour rôle de finaliser l'authentification de l'utilisateur et lui procurer les services opérationnels. Il fournit des informations de routage, de facturation, maintient l'état de la session en contrôlant un compteur de temps(timer), interroge le HSS pour vérifier les droits utilisateurs vis-à-vis d'un service, etc. En résumé, le S-CSCF est le cerveau du réseau cœur IMS.

Pour arriver à ces fins, le S-CSCF assure notamment :

- La gestion des enregistrements SIP des utilisateurs, liant l'emplacement courant de l'utilisateur (URI privé) et à son identité (URI public)
- Le contrôle de toute signalisation SIP provenant et à destination de son client
- La sélection des serveurs d'applications

Le serveur S-CSCF est déterminé grâce au serveur I-CSCF. Il en informe alors le P-CSCF, de manière que ce dernier puisse ultérieurement s'adresser directement au S-CSCF. Parallèlement, le S-CSCF enregistre dans le HSS la position de l'abonné dans le réseau et indique au HSS son adresse, afin qu'une entité cherchant à joindre l'abonné détermine le SCSCF auquel elle doit s'adresser.

Une fois désigné pour servir la session d'un utilisateur, le premier rôle du S-CSCF est de récupérer auprès de la base HSS via le protocole Diameter, l'ensemble des paramètres des profils d'utilisateur pour l'enregistrer, l'authentifier et vérifier ses droits d'accès.

De plus, il met à jour, dans cette même base HSS, l'état courant des sessions dont il a la charge, pour localiser l'utilisateur dans ses déplacements, modifier ses préférences, mais aussi avoir l'historique de ses communications utile pour la facturation.

Remarquons que le terminal de l'utilisateur lui-même ne connaît jamais l'adresse du I-CSCF, ni celle du S-CSCF. Ces informations sont masquées et ne sont connues que du P-CSCF qui sollicite les serveurs concernés pour le terminal.

Le S-CSCF est responsable des traitements à réaliser pour l'utilisateur. Il est de plus l'entité chargée d'effectuer le routage des appels. En particulier, si l'adresse de destination n'est pas une adresse SIP, mais, par exemple, un numéro de téléphone standard, le serveur S-CSCF fournit les fonctionnalités de conversion pour joindre les passerelles téléphoniques.

Enfin, le S-CSCF est chargé d'assurer l'interaction entre le client et les serveurs d'applications en commutant ses requêtes vers les serveurs adéquats.

Serveurs d'applications

Les ASS (Application Servers) sont des entités SIP fournissant différents types de services aux utilisateurs. Ils sont connectés au serveur S-CSCF, qui joue l'intermédiaire entre l'utilisateur et les services.

On distingue trois grandes familles de serveurs d'applications : SIP AS (SIP Application Server), IM-SSF (IP Multimedia-Service Switching Function) et OSA-SCS (Open Service Access-Service Capability Server).

SIP AS

Les serveurs SIP AS (SIP Application Server) permettent l'exécution des services nativement implémentés pour fonctionner avec SIP. Les services les plus classiques sont généralement implémentés au sein de ces serveurs.

IM-SSF

Pour permettre la mobilité de l'abonné tout en lui garantissant la fourniture de ses services, même s'il se trouve dans une infrastructure qui n'appartient pas à son opérateur de services, il est nécessaire d'avoir une passerelle, appelée IM-SSF (IP Multimedia-Service Switching Function), afin de connecter l'abonné au serveur d'applications de son opérateur. IM-SSF permet ainsi d'accéder à des services distants en réalisant l'interface entre, d'un côté, le serveur S-CSCF communiquant avec le protocole SIP et, de l'autre côté, des serveurs distants en communiquant avec le protocole CAP.

OSA-SCS

Les serveurs OSA-SCS fournissent le moyen d'interagir avec les serveurs d'applications OSA. OSA a été défini par le 3GPP et l'ETSI comme une architecture de gestion des services dans un réseau téléphonique de troisième génération. Son objectif est de proposer une vision très abstraite du réseau, n'imposant aucune architecture et s'adaptant facilement, quelle que soit l'architecture considérée.

Pour cela, OSA fournit une API qui facilite le développement des services. Cette API, ouverte, librement téléchargeable et indépendante des technologies utilisées, a été nommée OSA Parlay. Le 3GPP y fait référence, de manière plus neutre, sous le nom d'API OSA. Ces applications sont accessibles à l'IMS grâce au serveur OSA-SCS [10].

11. Les 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), Broadcaste (diffusion)
- Mobilité (services disponibles partout et tout le temps)
- Portabilité sur les différents terminaux

Parmi ces services offerts nous citons :

11.1. Services de Téléphonie

- Collecte et terminaison de trafic sur IP (voix, données)
- Interconnexion de réseaux PABX
- Interconnexion de réseaux d'opérateurs de téléphonie fixe type RTC et mobile type GSM, GPRS, EDGE et UMTS
- Interconnexion de service Audiotel
- Interconnexion de Centres d'Appels (Call Centers)
- Services de téléphonie sur IP
- Services de transit interurbain pour le trafic téléphonique TDM natif

11.2. Services de données

- Services ADSL à haut Débit
- Wholesalers (vente en gros) pour providers de services Internet
- Transport de données (x25, IP…)
- Services de Réseaux Virtuels Privés (VPN)

- Interconnexion des sites
- Services WiMax et WLAN

11.3. Services Vidéo & Multimédias

- Interconnexion des réseaux de type CATV
- Service de télédiffusion (IPTV)
- Services multimédias (Vidéo à la Demande, Télémédecine, Vidéo Conférence, Centres de Contacts …)
- Interconnexion de Serveurs Vidéo
- Interconnexion de futurs réseaux (WAP, UMTS, LTE)

11.4. Services à valeur ajoutée

- Gestion de réseaux à distance
- Hébergement de serveurs
- Hébergement d'applications
- Hébergement de LAN radio
- Hébergement de services de sécurité
- Hébergement de centres d'appels
- Hébergement de sites Intranet/Extranet [17]

La (figure II.8) représente l'ensemble des services et applications cités.

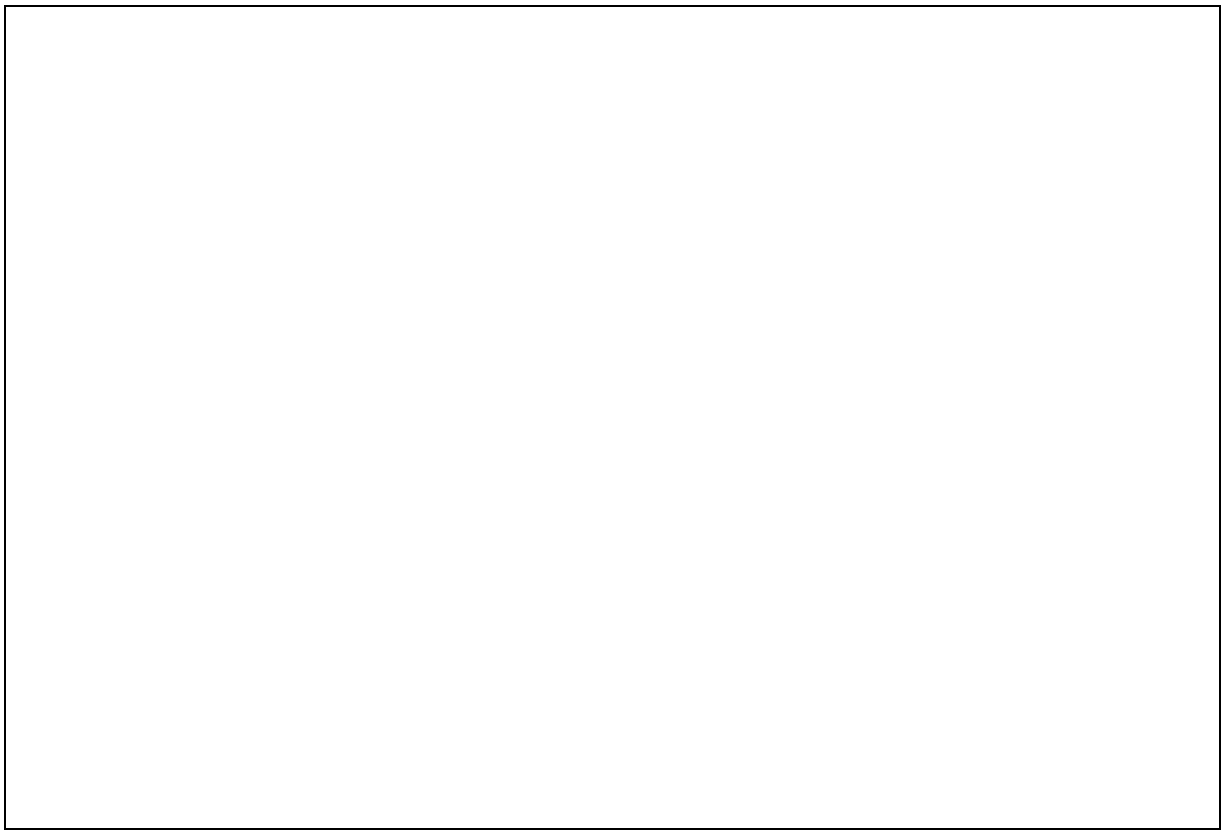


Figure II.8. *Différents services offerts par les NGNs*

12. Conclusion

La connaissance des principes sur lesquels sont fondés les NGN, les types des réseaux NGN existants ainsi que les différents services réellement pertinents dans ce cadre, sont des étapes nécessaires pour pouvoir comprendre les stratégies d'évolution des réseaux actuels fixes ou mobiles vers une architecture multiservice.

L'objectif du chapitre suivant est justement la proposition de stratégies de migration des réseaux actuels vers une architecture de type NGN en tenant compte des problèmes listés dans ce chapitre.

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.

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 [7] :

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 III.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)

2.1. *Scénario 1 : Mise en place de solutions NGN au niveau de transit*

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 ancien 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.

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 [3].

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 III.1) :

- 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 s'interconnecter au réseau national TDM [12]

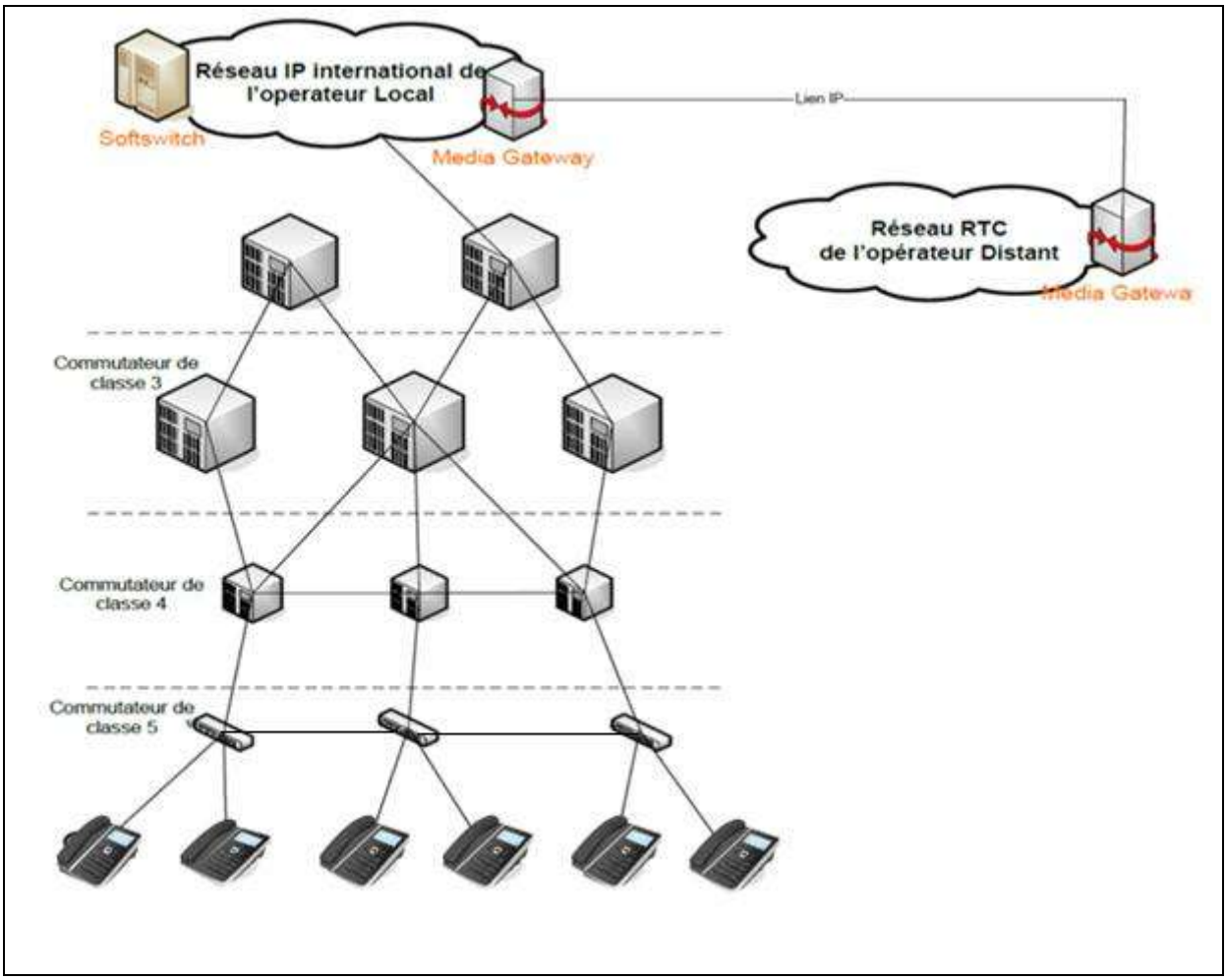


Figure III.1. *Architecture d'une solution NGN pour le trafic de transit international*

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 [3].

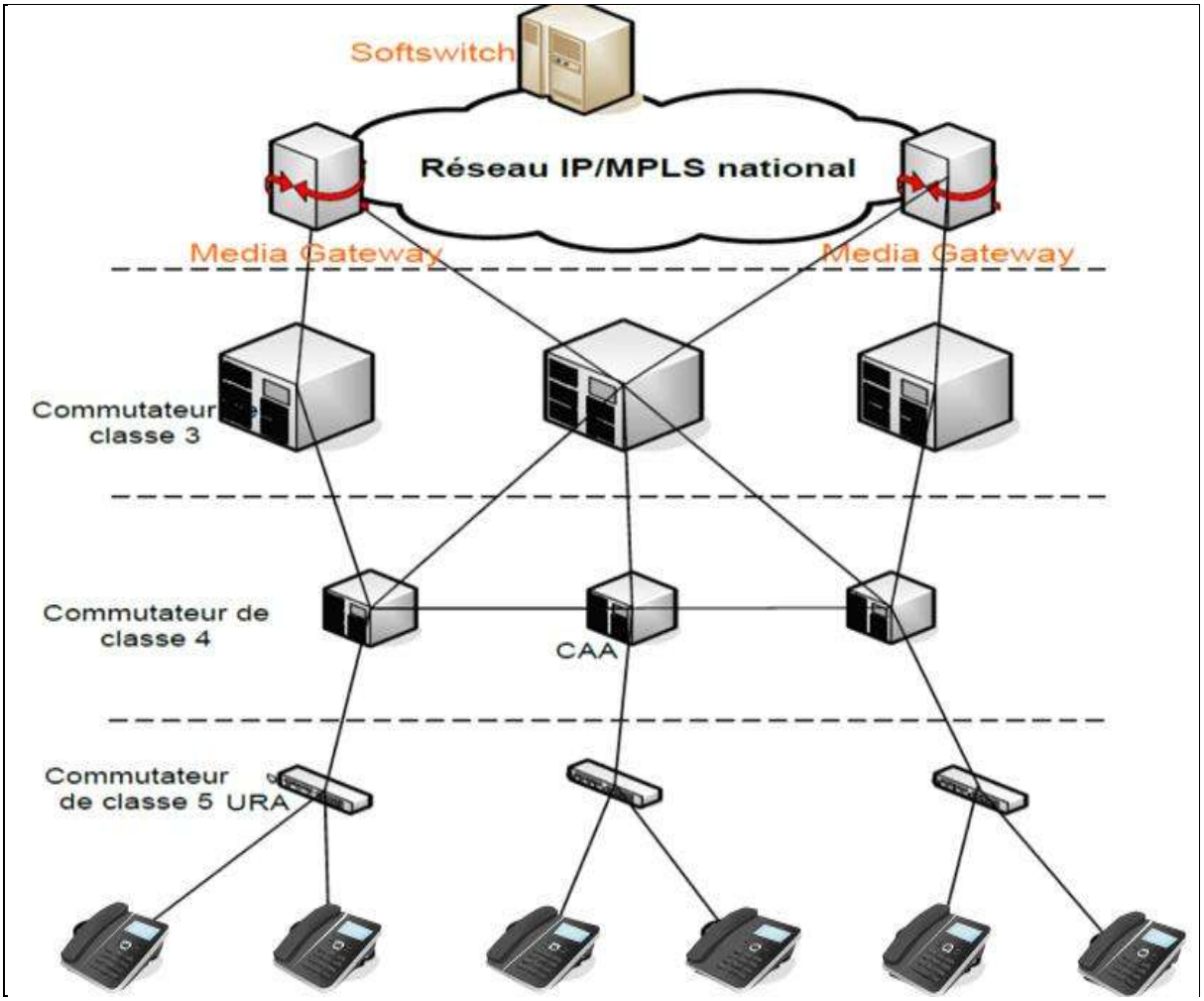


Figure III.2. *Architecture d'une solution NGN pour le trafic de transit national*

2.2. *Scénario 2 : Mise en place de solutions NGN jusqu'au commutateur de classe 4*

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.

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.

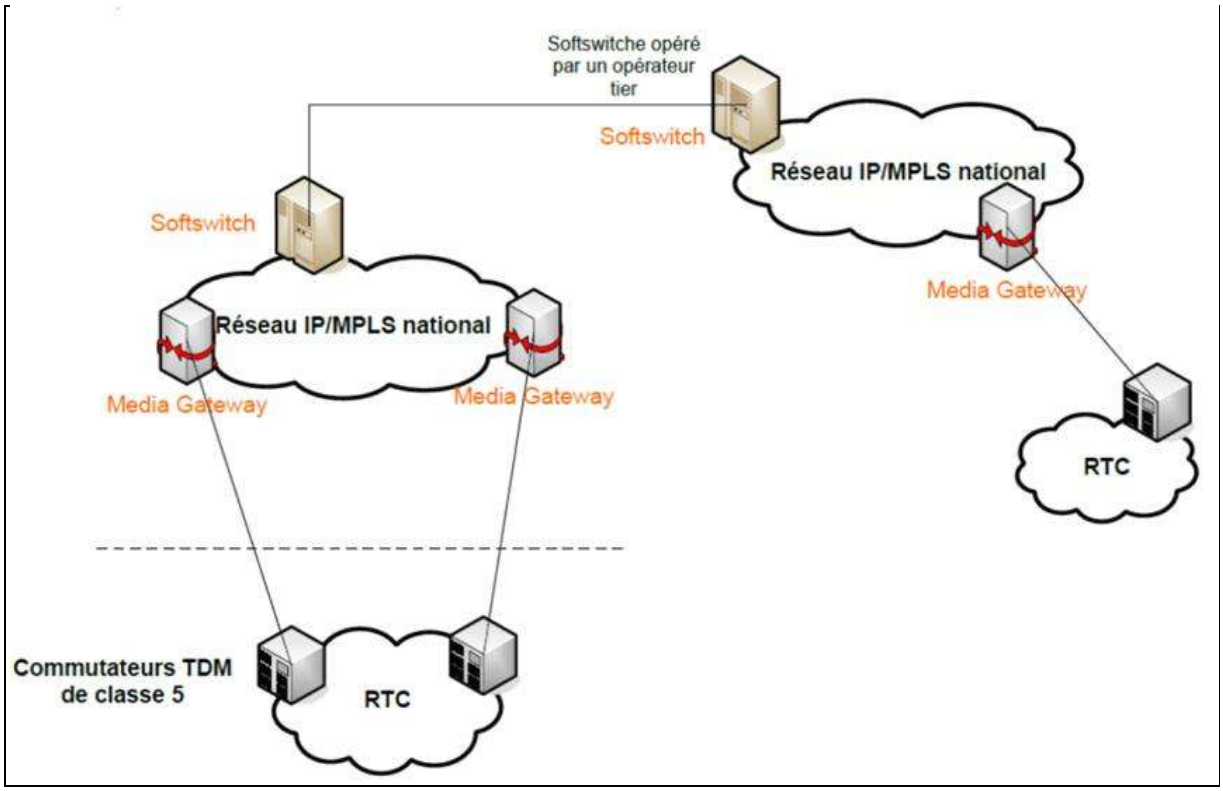


Figure III.3. *Architecture d'une solution NGN de classe 4*

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 inter opérer 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) [3].

2.3. *Scénario 3 : Mise en place de solutions NGN jusqu'au classe 5*

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 hauts 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.

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.

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 équipementier 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 recréant 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.

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 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 [13].

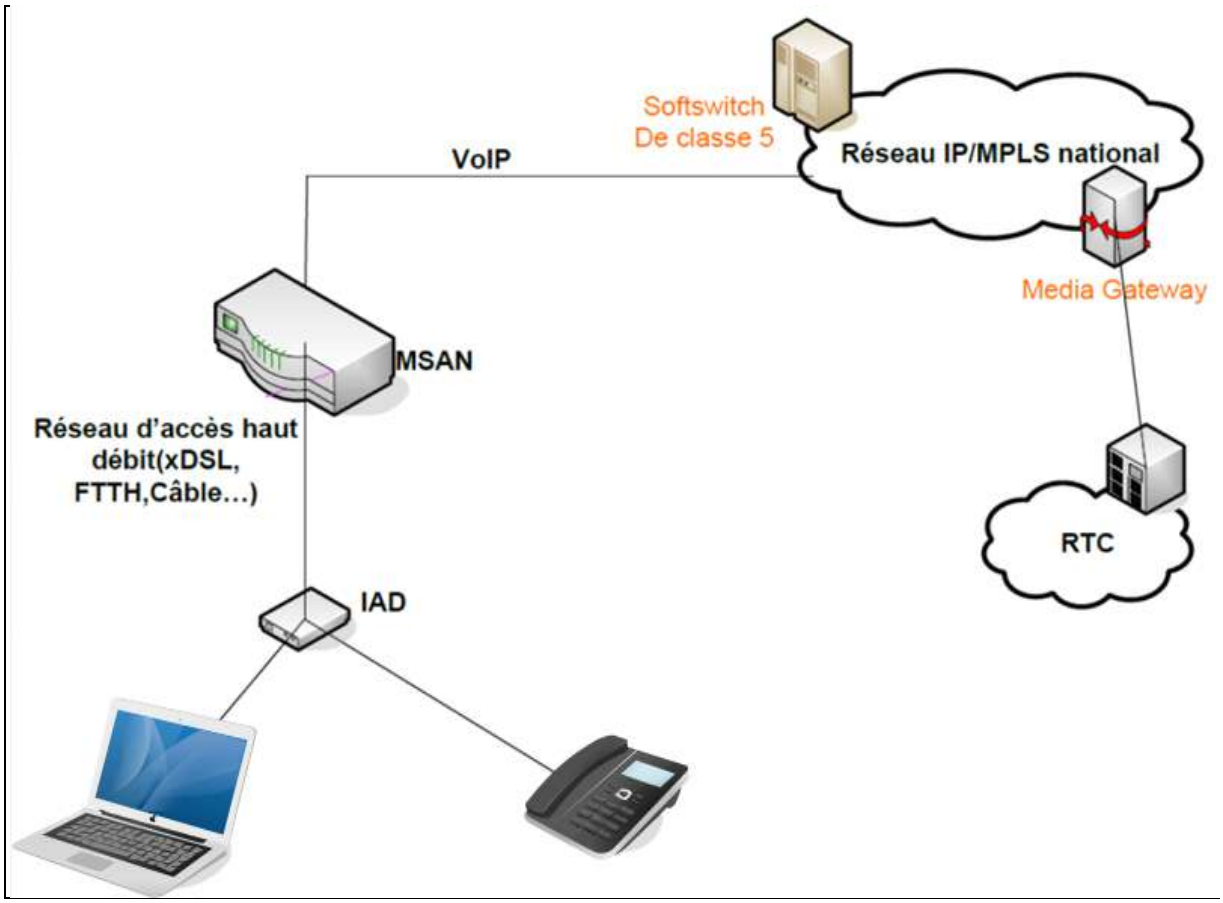


Figure III.4. *Architecture d'un réseau NGN de classe 5*

2.4. *Scénario 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.

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 [13].

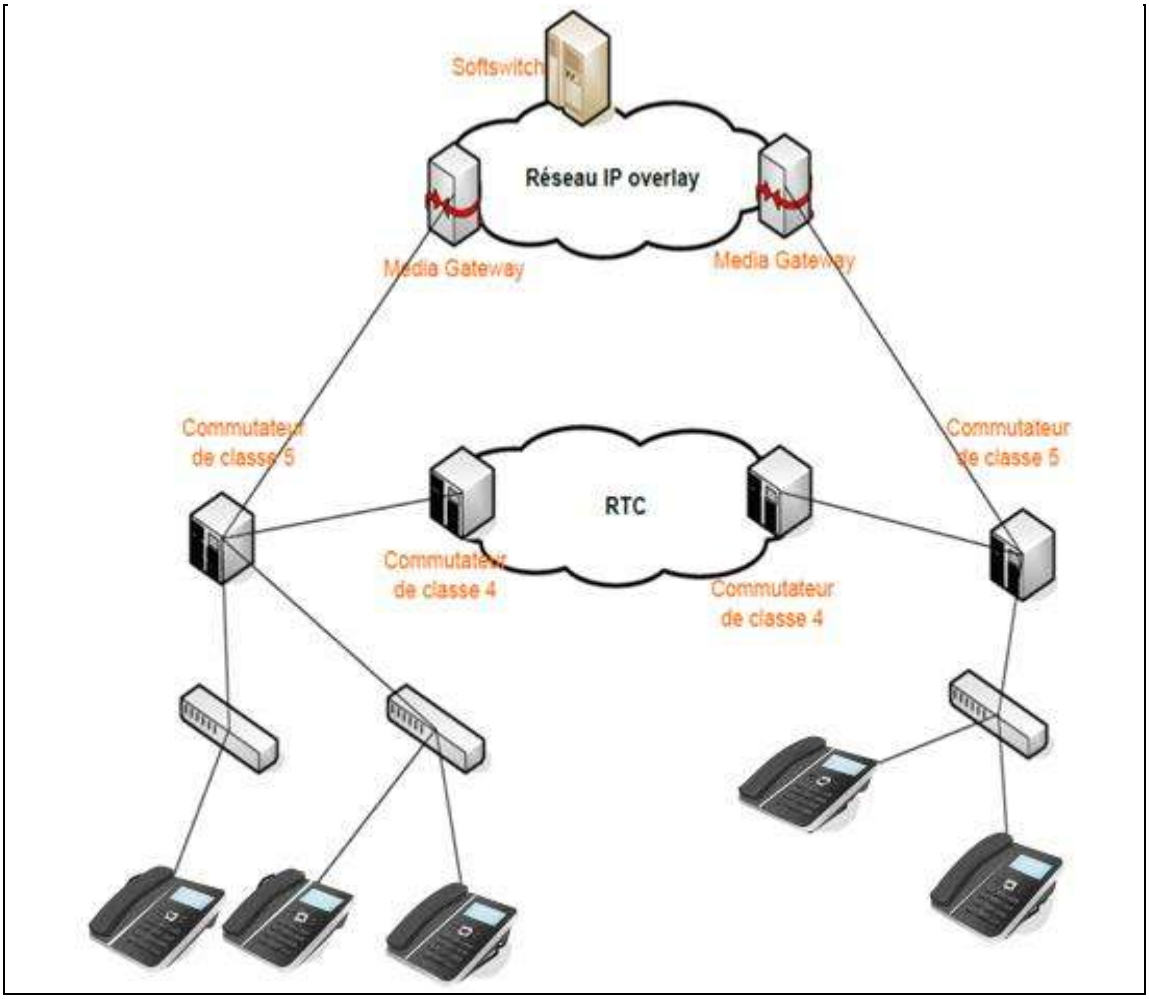


Figure III.5. *Architecture overlay VoIP*

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, de la vitesse de déploiement du réseau DSL et du rythme des abonnements hauts débit dépendent la date de migration complète des abonnés RTC vers le réseau NGN.

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 III.6).

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 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 quel 'opérateur est prêt, le reste des abonnés RTC peut être transféré sur la nouvelle plateforme IP et le réseau RTC peut alors être définitivement abandonné [3].

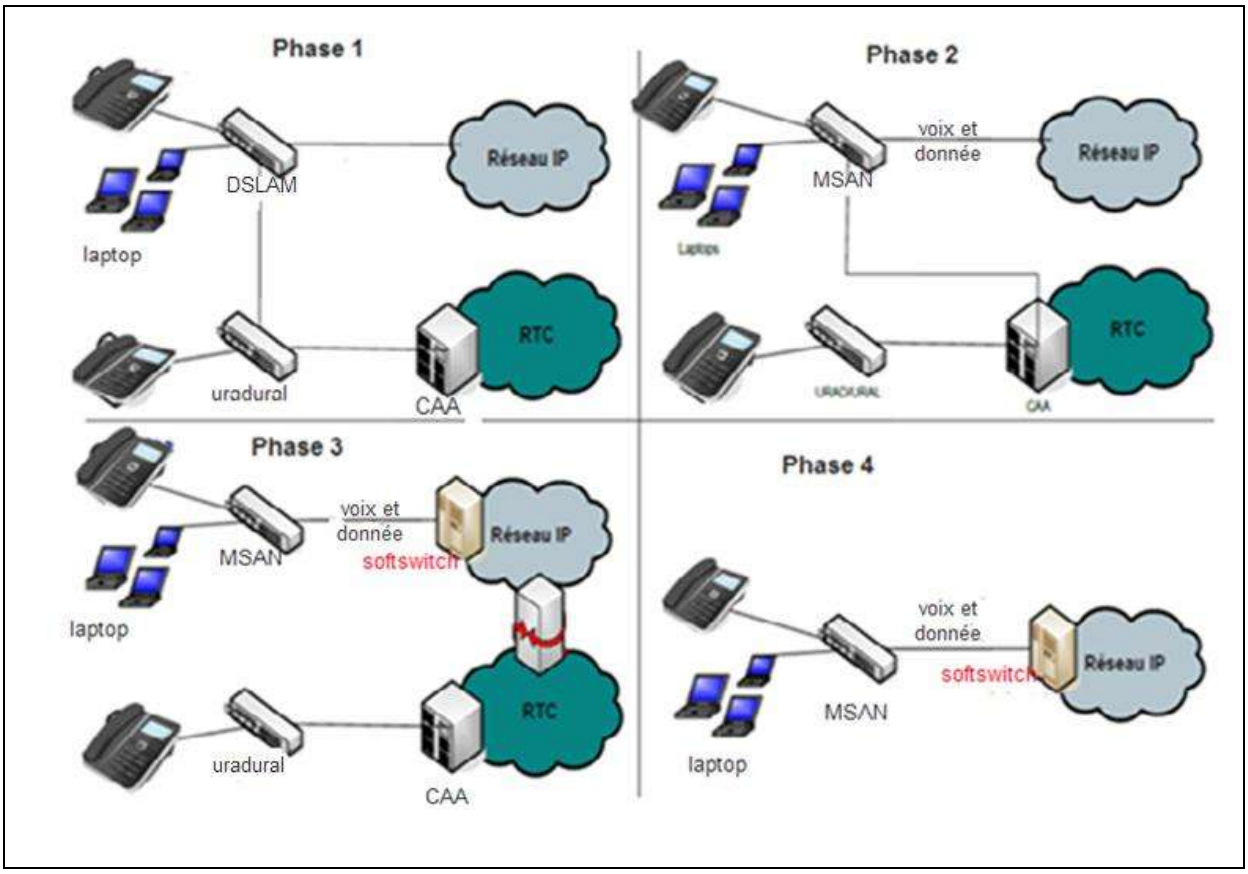


Figure III.6. *Les différentes phases de la stratégie de migration overlay*

3. Migration des réseaux mobiles vers NGN

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 : apparition de l'UMTS (voir figure III.7). 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.

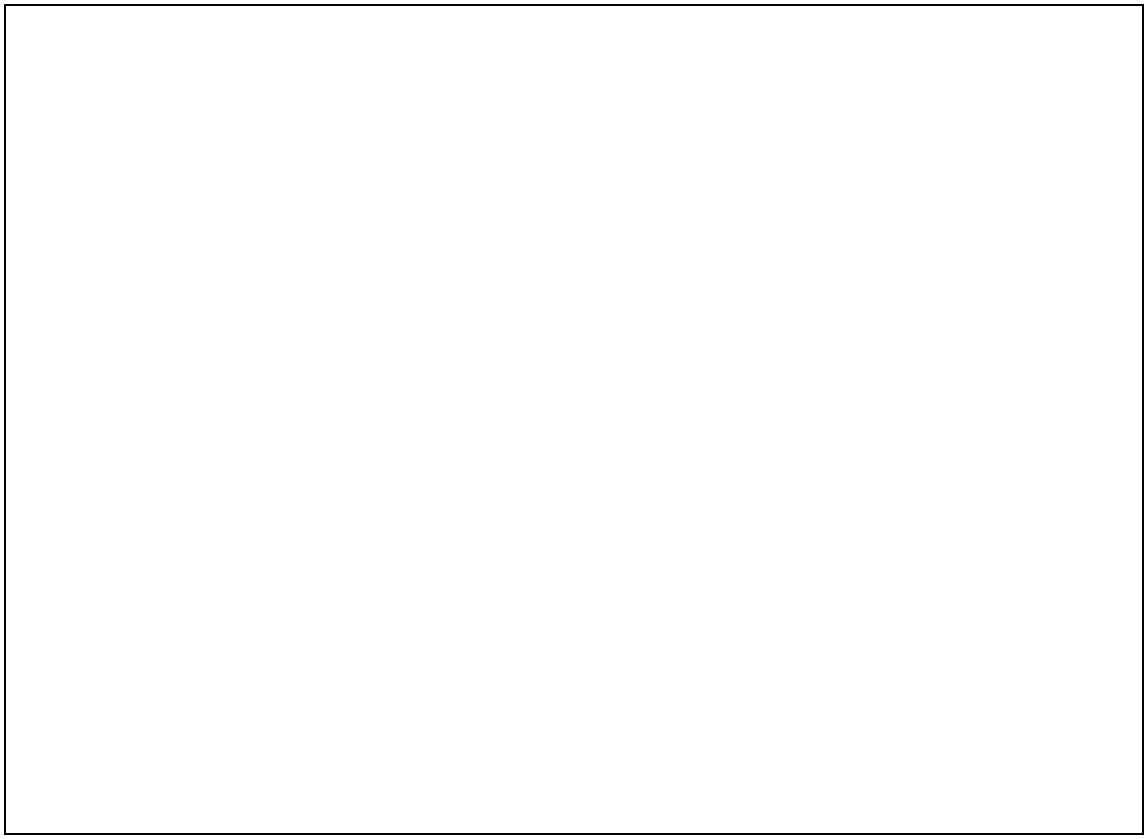


Figure III.7. *Différentes étapes de l'évolution de mobile*

A l'heure actuelle, l'UMTS est organisé en différentes releases dénommées R3 (ou R99), R4, R5, R6, R7 et R8. L'architecture UMTS est constituée d'une partie accès (UTRAN) qui repose sur les principes de l'ATM, et d'une partie réseau de base appelée CN (Core Network). Les trois releases de l'architecture UMTS (R3, R4, R5) conserve la même partie accès.

Contrairement, la partie réseau coeur (CN) est différente d'un release à l'autre. La Release 3 (aussi appelée Release 99) des spécifications de l'UMTS élaborée dans le cadre du projet de partenariat de 3ème génération 3GPP a défini deux domaines pour la partie CN :

- Le domaine de commutation de circuits (CS – Circuit Switched)
- Le domaine de commutation de paquets (PS – Packet Switched)

Le réseau de base UMTS s'appuie sur celui de GSM/GPRS, ci-dessous nous allons trouver une architecture détaillée du réseau GSM/GPRS (réseau du 2.5G) [17].

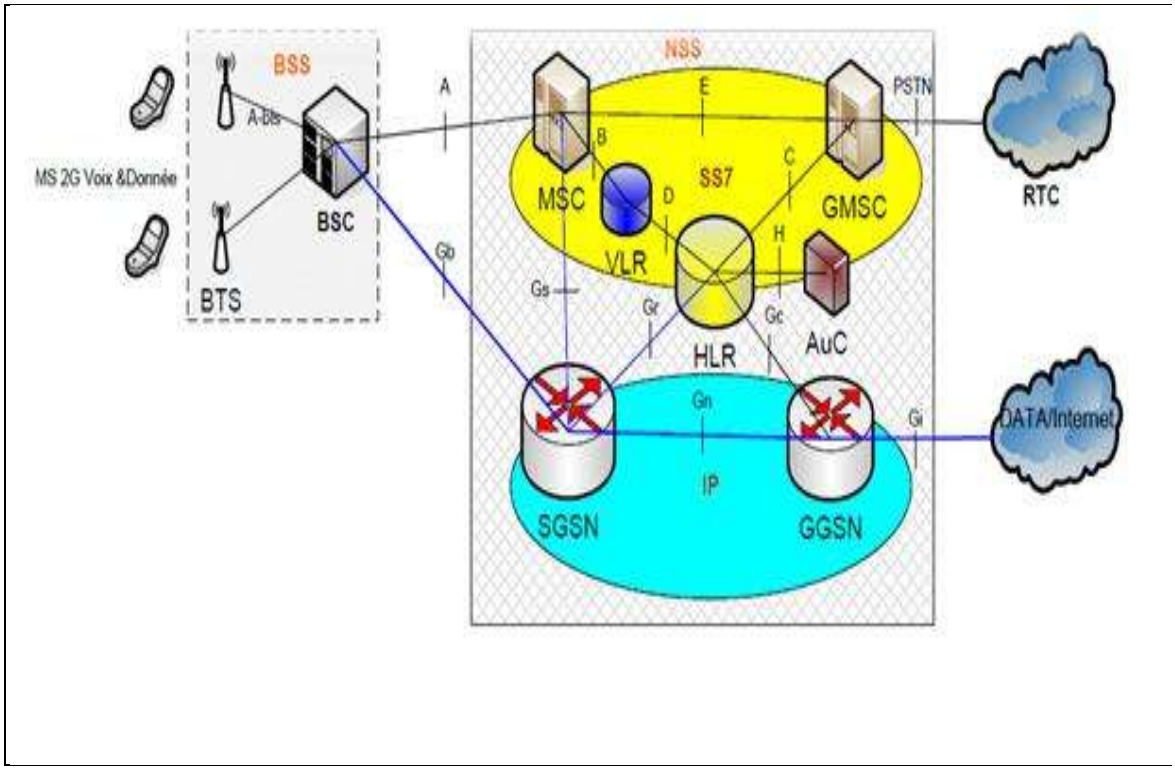


Figure III.8. *Architecture du cœur réseau GSM/GPRS*

Un réseau GPRS est en premier lieu un réseau IP.

L'introduction de la mobilité nécessite par ailleurs la précision de deux nouvelles entités :

- Le nœud de service qui est le SGSN
- Le nœud de passerelle qui est le GGSN

La mise en place d'un réseau GPRS va permettre à un opérateur de proposer de nouveaux services de type DATA à sa clientèle avec un débit de données de 155kbit/s.

Le GPRS permet aussi l'utilisation simultanée de tout ou une partie des Time Slot, on aboutit ainsi à un débit maximum théorique de 171.2 kbps. En pratique on s'attend plutôt à une utilisation de 4 TS sur la voie descendante (56kbps) et 1 TS sur la voie montante (14.4kbps).

La mise en parallèle des réseaux circuits et paquets implique deux principales modifications qui apparaissent après les BSC :

- Le SGSN gère la mobilité, l'authentification, la compression et le cryptage

- le GGSN sert de passerelle avec les réseaux externes X.25 ou IP, il gère aussi la taxation

Le réseau de base UMTS R3 s'appuie sur celui du GSM/GPRS que nous allons voir son architecture.

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.

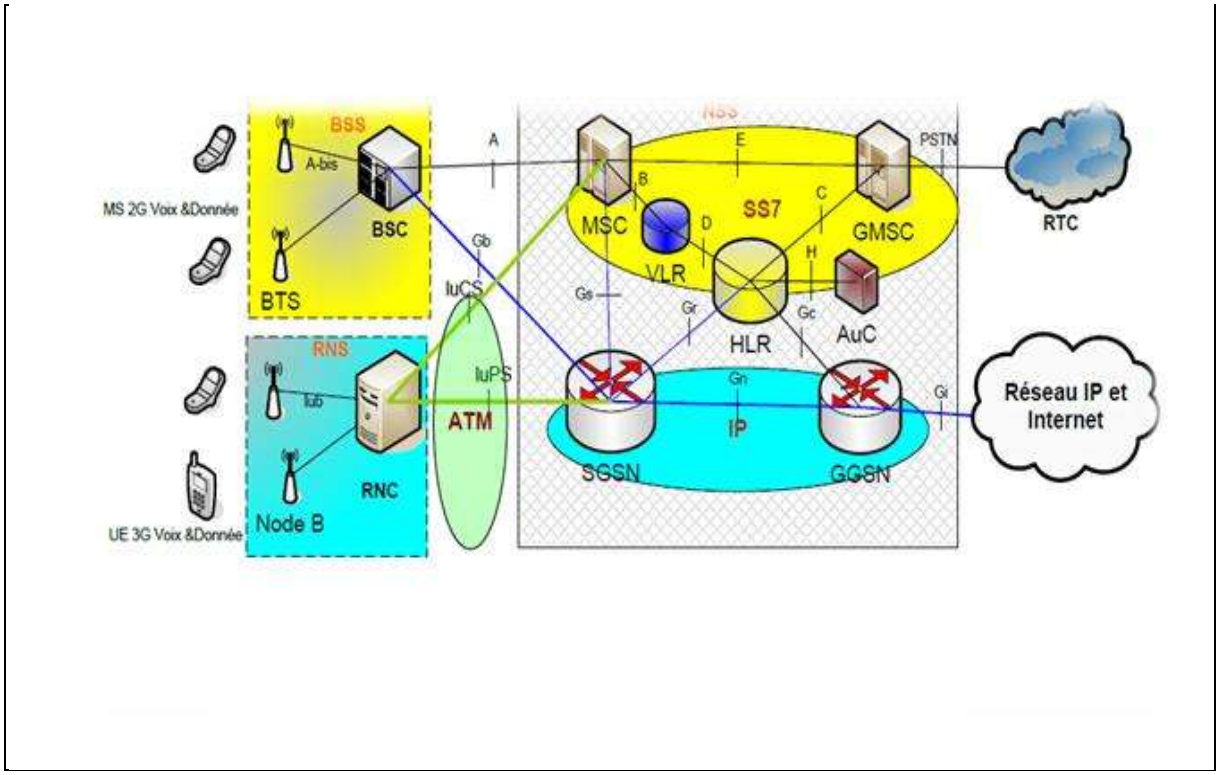


Figure III.9. *Architecture du cœur réseau UMTS release R99*

Dans l'architecture UMTS R99 :

- Les interfaces de l'UTRAN 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'UTRAN 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 [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 [11].

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).

Le MSC server a les mêmes caractéristiques qu'un MGC (Media Gateway Controller), avec en complément des fonctions spécifiques mobile. Il est ainsi en mesure de dialoguer avec les autres MSC server en utilisant le protocole BICC ou SIP-T selon que le protocole de transport utilisé est ATM ou IP, mais conserve notamment des liens de signalisation utilisant le protocole MAP avec les HLR.

La signalisation de commande entre MSC server et MGW utilise le protocole H.248 avec des extensions spécifiées par le 3GPP.

Cette signalisation peut être transportée en utilisant le protocole MTP3b si le transport s'appuie sur une couche ATM, ou SIGTRAN (SCTP) si le transport s'appuie sur IP [1].

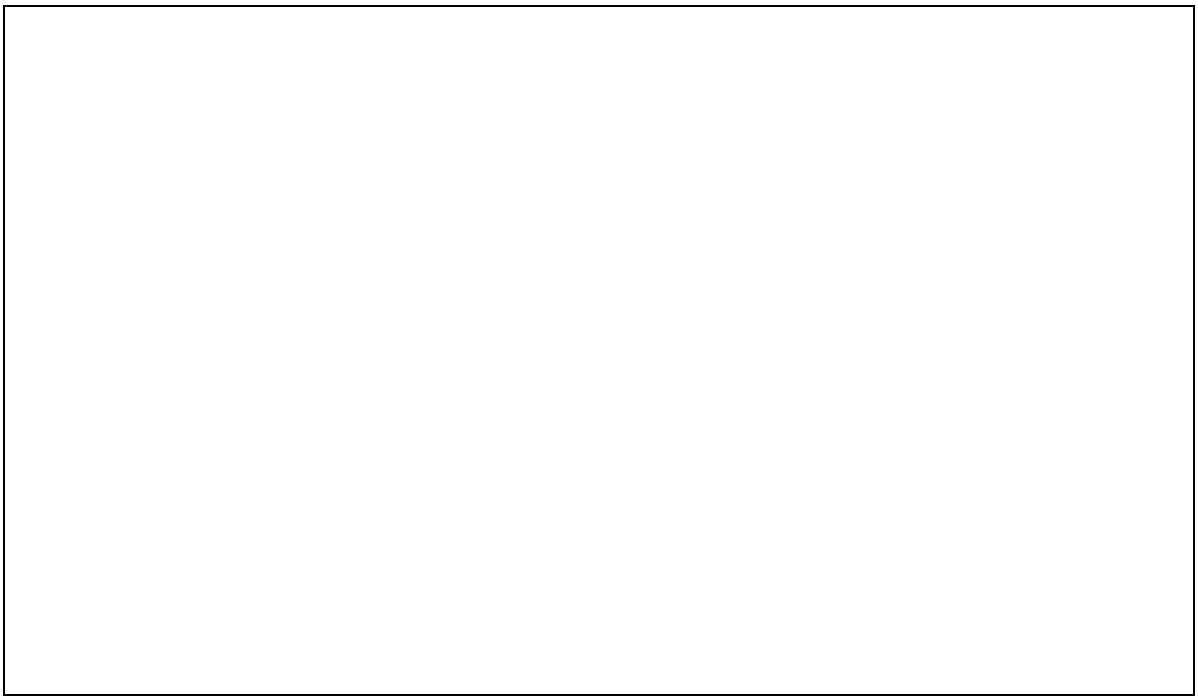


Figure III.10. *Architecture du cœur réseau UMTS release R4*

3.2.2. *UMTS Release R5 : ajout du domaine IP multimédia*

La release R5 introduit un nouveau domaine, l'IP Multimédia 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 [1].

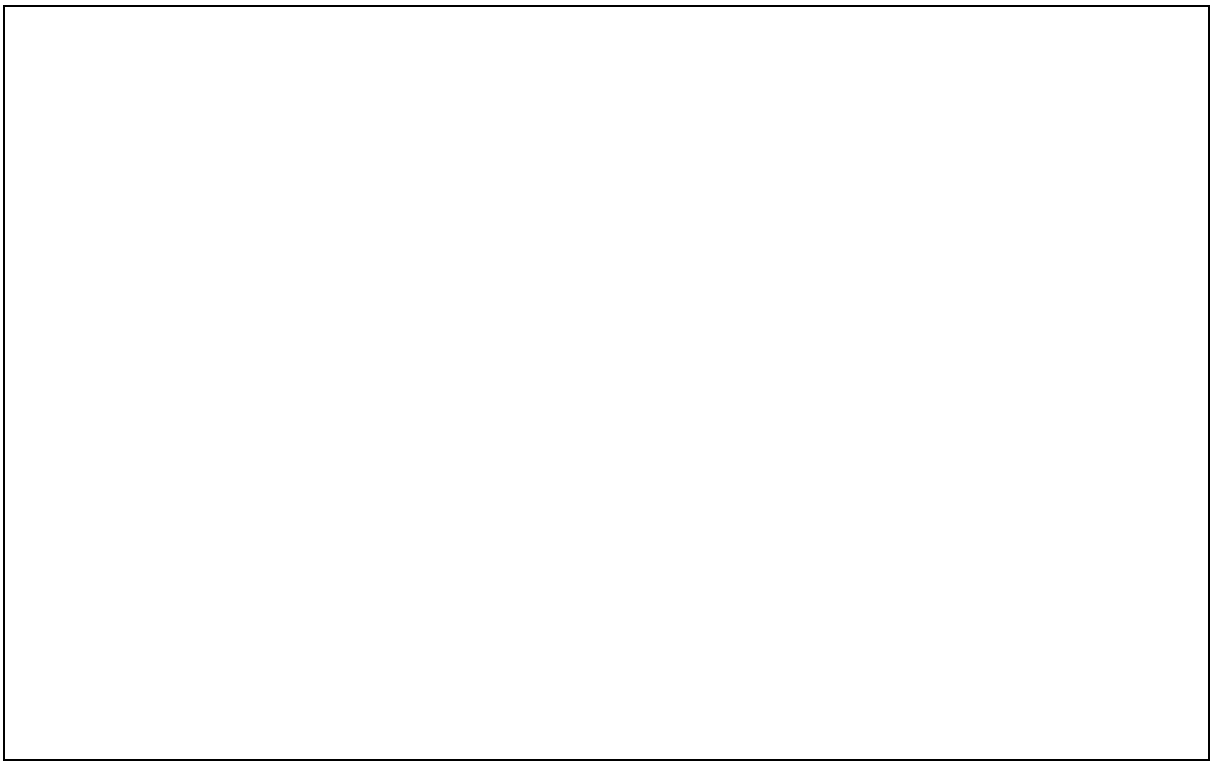


Figure III.11. *Architecture du cœur réseau UMTS release R5*

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 III.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 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'UTRAN, qui étaient de type 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 [1].

Tableau III.1. *Correspondance entres les fonctions dans un réseau UMTS et un réseau NGN*

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 (Medea Gateway Cantroller Function)	Contrôle de la ou des Media Gateways qui lui sont rattachées, avec le protocole H.248 (+ extensions 3GPP)	Media Gateway Controller (Cf. IEFT, groupe Megaco)
T-SGW (Transport Signalling Gateway)	Gestion de l'interfonctionnement de la signalisation avec le réseau commuté fixe (adaptation des couches basses)	Signalling Gateway
R-SGW (Roaming Signalling Gateway)	Gestion de l'inter-fonctionnement de l'itinérance entre le réseau UMTS R4/R5 et les réseaux UMTS R99, GSM et GPRS, avec adaptation des couches basses de signalisation	Signalling Gateway Spécifique mobile
MRF (Multimédia Ressource function)	Gestion des appels multimédia multiparties 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

3.3. *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 Gateways
- 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.

4. Conclusion

Dans ce chapitre, nous nous sommes efforcés de présenter les scénarios de migration adaptables a tout opérateur fixe ou mobile désirant migrer son réseau vers NGN;

En analysant les architectures des réseaux fixes et mobiles, il semble que les réseaux mobiles prennent en compte l'évolution vers les NGN de manière plus explicite en termes de normalisation (la normalisation du système UMTS), en outre la maturité des offres de produits fait que les premiers déploiements NGN s'effectuent plutôt dans le domaine des réseaux et services fixes.

Dans le chapitre suivant nous étudierons un exemple de migration du réseau fixe de la société ALGERIE TELECOM vers le NGN (Déploiement MSAN).

En outre, nous allons présenter une simulation, par le biais du simulateur OPNET, représentant la migration étudiée.

1. Introduction

Dans le but d'assimiler le sujet du projet de fin d'étude, un stage pratique a été planifié en parallèle. Ce dernier nous a permis d'étudier un exemple réel de migration du réseau fixe d'ALGERIE TELECOM vers les NGNs.

Dans ce chapitre nous allons donner un aperçu sur l'architecture du réseau fixe d'ALGERIE TELECOM, ainsi que le rôle et l'interconnexion du centre de commutation local et de transit de Médéa (CCLT).

Ensuite, nous passons aux détails de la nouvelle architecture du réseau MSAN (NGN) et les étapes de l'opération de migration ainsi que les avantages de cette opération sur la satisfaction client.

Finalement, nous réalisons une simulation à l'aide de l'outil de simulation OPNET, représentant les détails de l'opération de migration du réseau fixe d'ALGERIE TELECOM .

2. Etude de la migration du réseau fixe d'Algérie télécom

Depuis l'année 2004 la société ALGERIE TELECOM à met l'objectif de migration et de rénovation de son réseau fixe qui intègre aujourd'hui une multitude de services.

Pour en débuter, nous allons donner un aperçu sur le réseau existant d'ALGERIE TELECOM en présentant le CCLT Médéa.

2.1. Présentation du centre

Le CCLT de Médéa est situé au plain centre ville. Cette situation géographique permet d'une part une liaison des câbles de jonction trop courte avec le centre d'amplification CA .et d'autre part la population importante au voisinage du centre qui minimise les infrastructures et assure la bonne distribution et les meilleures organisations et optimisation du réseau.

Sachant que la wilaya de Médéa et liée aux autres wilayas voisines par un grand réseau de routes nationales qui facilite aussi l'opération du transit et même la mise en place des URAD (Unité De Raccordement A Distance) et des RSS (Remote Subscriber Subsystem), aussi que Médéa est situé environ 90 km au sud de la capitale qui facilite la liaison avec le CTN et le CTI.

2.2. Architecture du réseau fixe d'Algérie télécom

Le centre CCLT de MEDEA est de classe exceptionnel au territoire Algérien tel qu'il utilise l'AXE 10, qu'il est capable de traiter 200000 tentatives d'appelles à l'heure, La capacité 200000 lignes mais la capacité utilisé actuellement est de 42.275 lignes.

Le centre est lié avec 37 RSS, 7 URAD, et avec autres centres distants : Djelfa, Chlef, Oussera, Blida, Khemis, Alger CTN et CTI.

Le schéma suivant représente l'architecture du réseau:

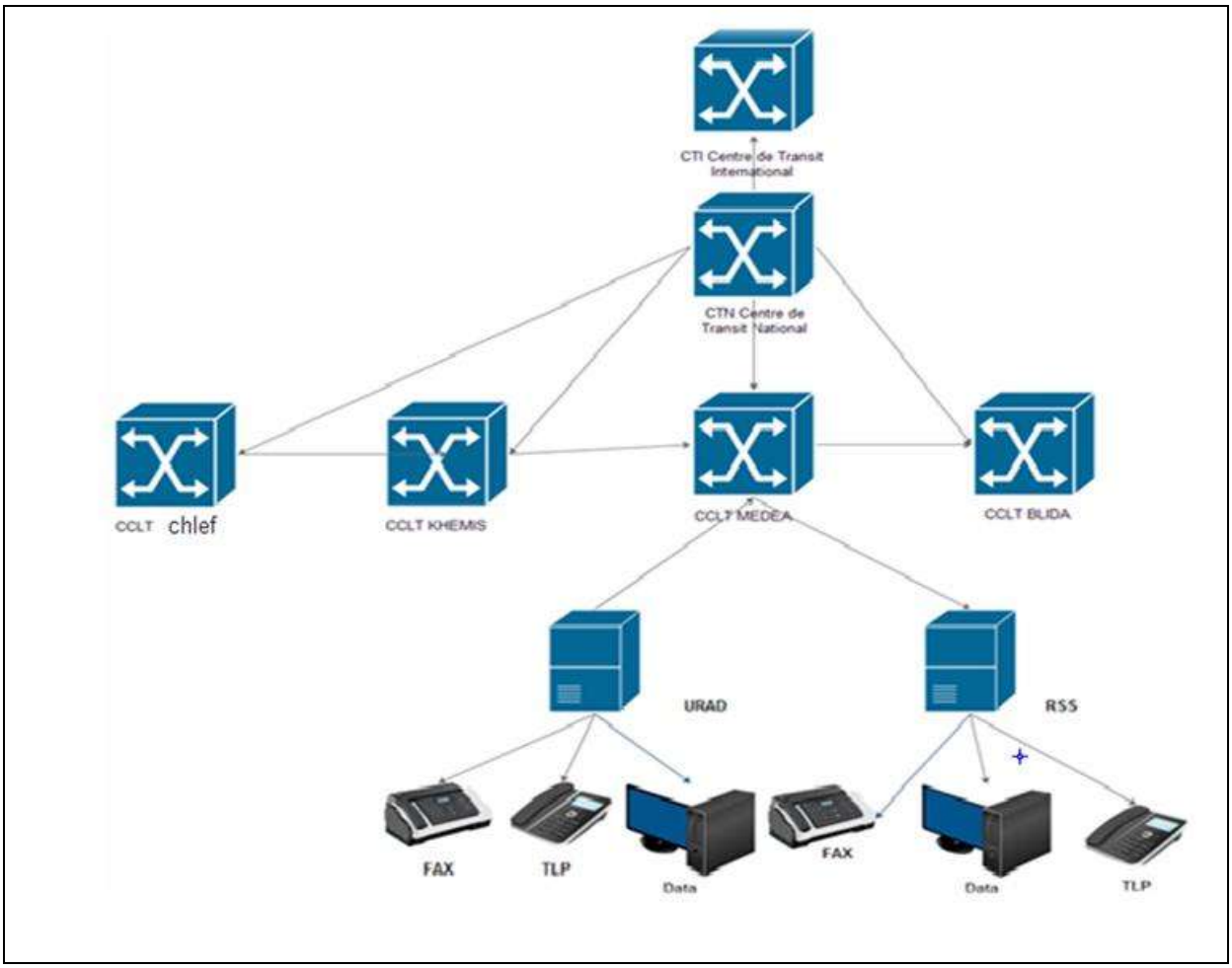


Figure IV.1. *Architecture du réseau fixe d'ALGERIE Télécom*

2.3. Architecture du réseau fixe de nouvelle génération (MSAN)

Un MSAN, est une interface capable de prendre en charge des milliers de clients large bande sur une seule interface réseau. Le MSAN permet aux opérateurs de fournir des services de téléphonie classiques RTC, téléphonie VoIP et des services hauts débit, via une plateforme

intégrée installée dans un central local. Etant plus compact que les technologies précédentes, ce système permet d'utiliser plus efficacement l'espace précieux des centraux.

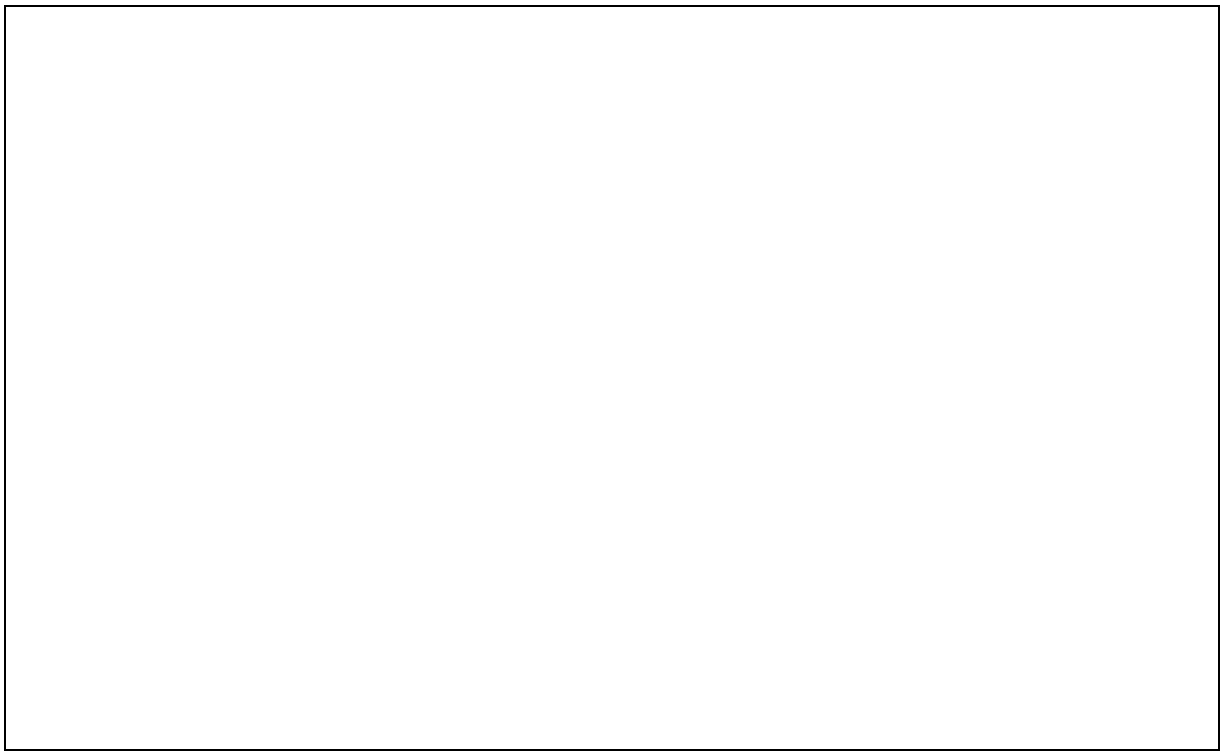


Figure IV.2. *Architecture du nouveau réseau fixe d'ALGERIE Télécom*

ALGERIE TELECOM a entamé un plan d'installation de MSAN de marque Huawei dans ses centraux téléphoniques. Et pour les clients éloignés du central, ALGERIE TELECOM a procédé à l'installation de plusieurs sous répartiteurs de ces MSAN.

Grâce à ses MSAN, ALGERIE TELECOM a ainsi pu déployer le FTTX. La technique FTTX offre une connexion en fibre optique jusqu'au sous-répartiteur (SR) où le MSAN est colocalisé. La liaison entre le SR et le client se poursuit en cuivre cette fois ci.

Pour répondre aux besoins en service d'accès, HUAWEI propose :

Un IP-MSAN UA5000 offrant des capacités différentes selon les besoins du site. Les châssis des UA5000 (MSAN) Peuvent contenir de différents types des cartes d'xDSL(s) et de voix.

Les HUAWEI UA5000 présentent la famille des IP-MSAN, adaptée pour un usage intérieur ou bien extérieur. Elle présente les avantages suivants :

- Support d'une bande passante importante et suffisante pour permettre les services HDTV et VoD services

- Support de tous les types DSL: VDSL2, ADSL2+, et SHDSL.bis
- Solution VoIP intégrée H.248 et SIP sur le même matériel
- Exploitation fiable du réseau et Fourniture de services fiable
- Prestation de services de bout en bout
- QoS : La qualité de service
- Sécurité : Authentification, Chiffrement, Vérification d'intégrité et Contrôle d'accès

Les UA5000 différent entre eux par le nombre des cartes d'abonnés, la capacité et le nombre de ports.

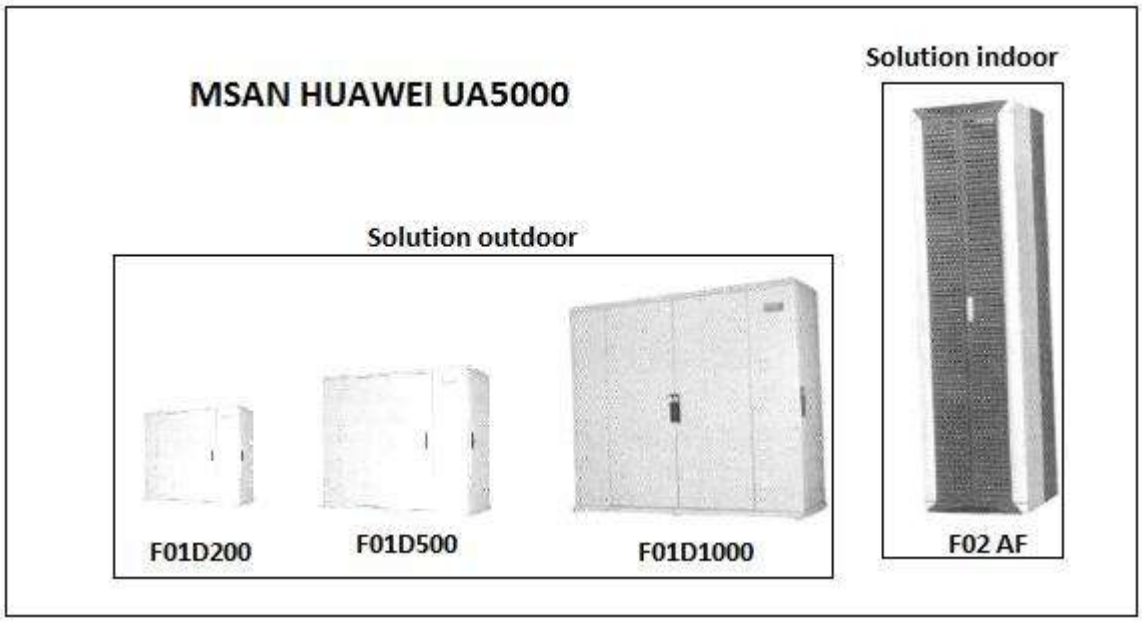


Figure IV.3. *Les différents modèles du HUAWEI UA5000*

3. Simulation sous OPNET MODELER

3.1. L'outil de simulation OPNET MODELER

OPNET (Optimized Network Engineering Tools), est un simulateur de réseau à événement discret proposé pour la première fois par le MIT en 1986. Il est en effet l'environnement de simulation le plus utilisé dans les secteurs commerciaux. OPNET dispose d'un environnement de développement interactif permettant la conception et l'étude des réseaux, leurs protocoles et leurs applications. Le développement s'effectue en C++, au travers de l'interface du logiciel. Les scénarios se spécifient essentiellement au travers de la même interface. Toutefois, un mode batch est disponible et permet de réaliser des simulations de batteries. Les modèles fournis avec le simulateur sont validés et précis.

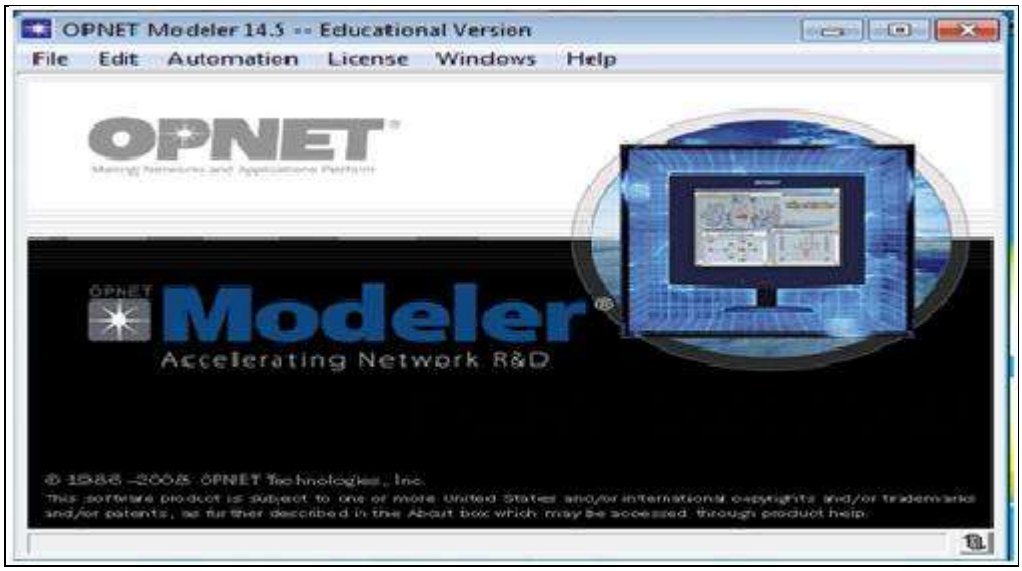


Figure IV.4. *Interface du simulateur OPNET*

3.1.1 Présentation

OPNET est un outil de modélisation et de simulation de réseaux très puissant et très complet s'adressant à différent public (entreprises, opérateurs, chercheur…), Basé sur une interface graphique intuitive, son utilisation et sa prise en main est relativement aisée.

Ce simulateur fournit une bibliothèque de plus de 400 fonctions propriétaires spécifiques à l'usage des réseaux (création, envoi et réception de paquets, extraction de valeurs contenues dans les différents champs d'un entête…).

Il permet de gérer plusieurs types d'objets relatifs aux réseaux parmi eux :

- les liens
- les formats de paquets

OPNET permet de construire des simulations d'infrastructure réseau. Le logiciel est composé de différents éditeurs :

- Le module « node »
- Le module « process »
- Le module « Simulation »
- Le module « process » qui définit normalement la machine à états d'un élément du nœud
- Le module « Simulation » permet d'exécuter la simulation qui va modifié dynamiquement certaines variables définies dans le module « node »
- On peut dès lors construire des statistiques que l'on peut visualiser à l'aide de graphes
- La librairie d'OPNET est riche de protocoles réseaux, apprentissage long, description de modèles à l'aide d'une interface graphique, Proto-C pour coder (reconnait C/C++)

3.1.2. La structure d'OPNET

OPNET dispose de trois niveaux hiérarchiques imbriqués :

3.1.2.1. Le domaine réseau (network domain)

C'est le niveau le plus élevé de la hiérarchie d'OPNET. Il permet de définir la topologie du réseau en y installant des routeurs, des hôtes, des équipements tels que des switchs, reliés entre eux par des liens. Chaque entité de communication (appelée nœud) est entièrement configurable et est définie par son modèle.

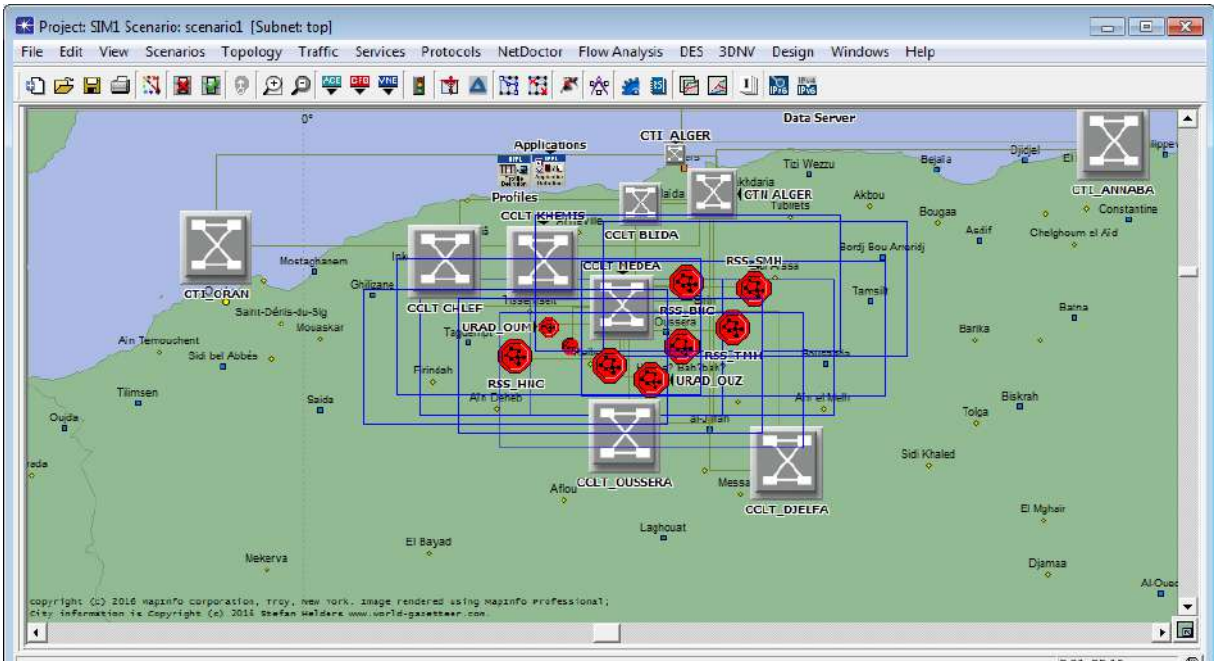


Figure IV.5. *Le domaine réseau sous OPNET*

3.1.2.2. Le domaine de nœud (node domain)

Le domaine de nœud permet de définir la constitution des nœuds (routeurs, stations de travail, hub, …). Le modèle est défini à l'aide de blocs appelés modules. Certains modules sont non programmables Les autres modules sont entièrement programmables.

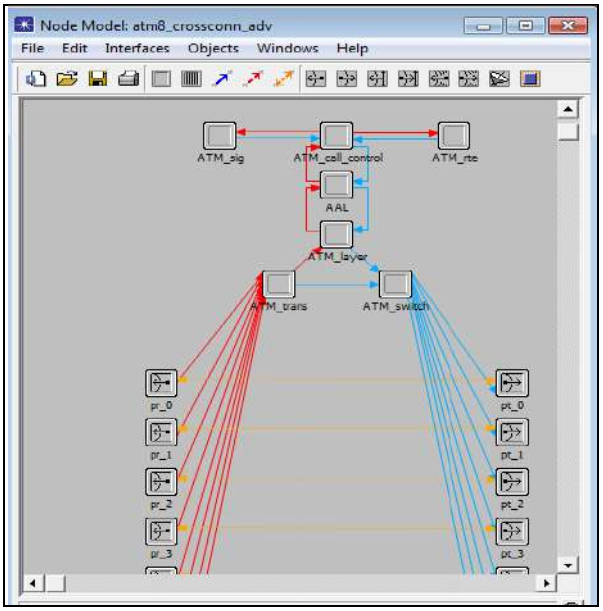


Figure IV.6. *Le domaine du nœud sous OPNET.*

3.1.2.3. Le domaine de processus (process domain)

La définition de chaque module programmable se fait à ce niveau.

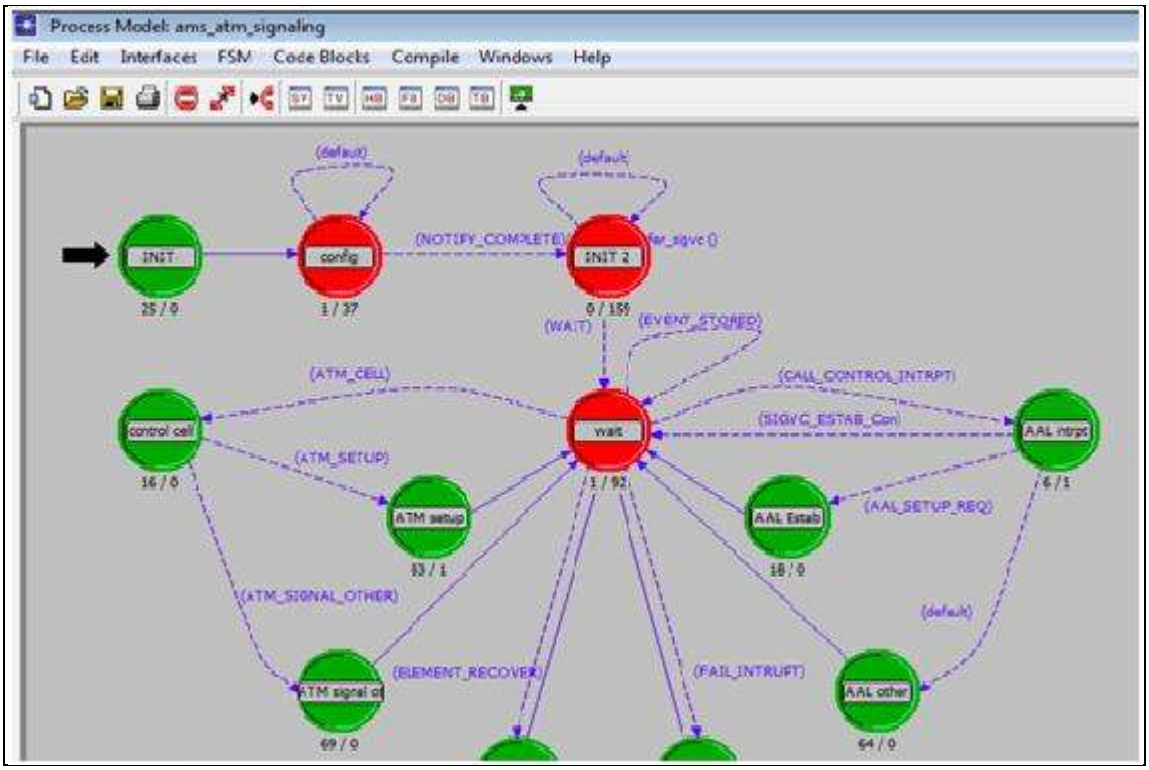


Figure IV.7. *Le domaine des processus sous OPNET.*

3.2. Simulation sous OPNET

La simulation sous OPNET est basée principalement sur deux méthodes :

- L'utilisation des nœuds préprogrammés fournit par la librairie d'OPNET.
- La définition d'un modèle de lien, des modèles de traitement décrivant des routeurs et des hôtes…

3.2.1. Ses avantages

Il permet de concevoir et d'étudier des réseaux de communications, des nouvelles technologies, des protocoles et des applications avec facilité et évolutivité.

3.2.2. Ses inconvénients

Parmi les problèmes d'OPNET :

- Il est payant mais ce problème est résolu avec la version académique
- Apprentissage long

3.3. Scénarios à étudier

Dans cette partie ont va simuler les trois scénarios possible lors de l'opération de migration : réseau RTC Classique, période transitoire de migration (réseau classique + MSAN) et enfin le nouveau réseau entièrement MSAN pour faire une comparaison de la qualité de service dans les trois (03) architectures du réseaux.

3.3.1. Réseau RTC traditionnel (exemple du réseau d'ALGERIE TELECOM)

3.3.1.1. Scénario

Dans ce premier scénario on a simulé le réseau fixe classique d'ALGERIE TELECOM en créant un trafic des utilisateurs utilisant les services de la voix PCM (Pulse Coded Modulation) et de données (FTP, http, Email).

3.3.1.2. Architecture

Dans ce scénario nous avons respecter l'architecture du réseau existant d'ALGERIE TELECOM qui comporte des centres distant d'autonomie d'acheminement (URAD, RSS), des centre de transit(CCLT) , un centre de transit national et international (CTN, CTI), les schémas suivant résume l'architecture et la topologie utilisée.

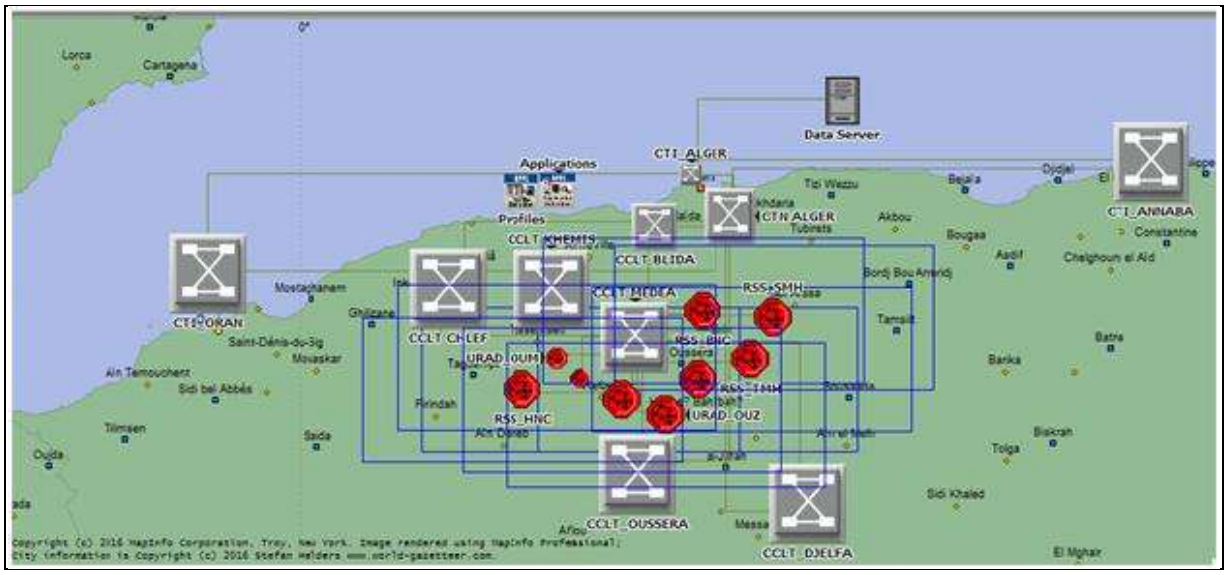


Figure IV.8. *Topologie du premier scénario*

3.3.1.3. Résultats

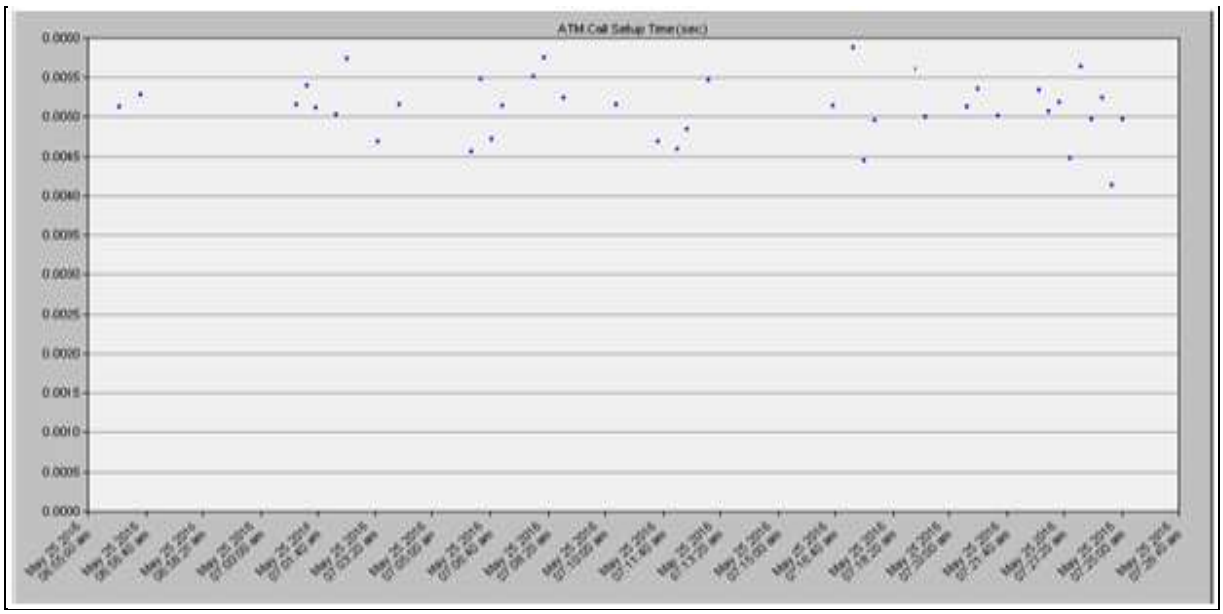


Figure IV.9. *Temps d'initiation d'appel*

Ce graphe represente le temps que met un utilisateur pour acceder un appel au réseau ATM. Il prend un délai entre 0.004(s)et0.006(s)

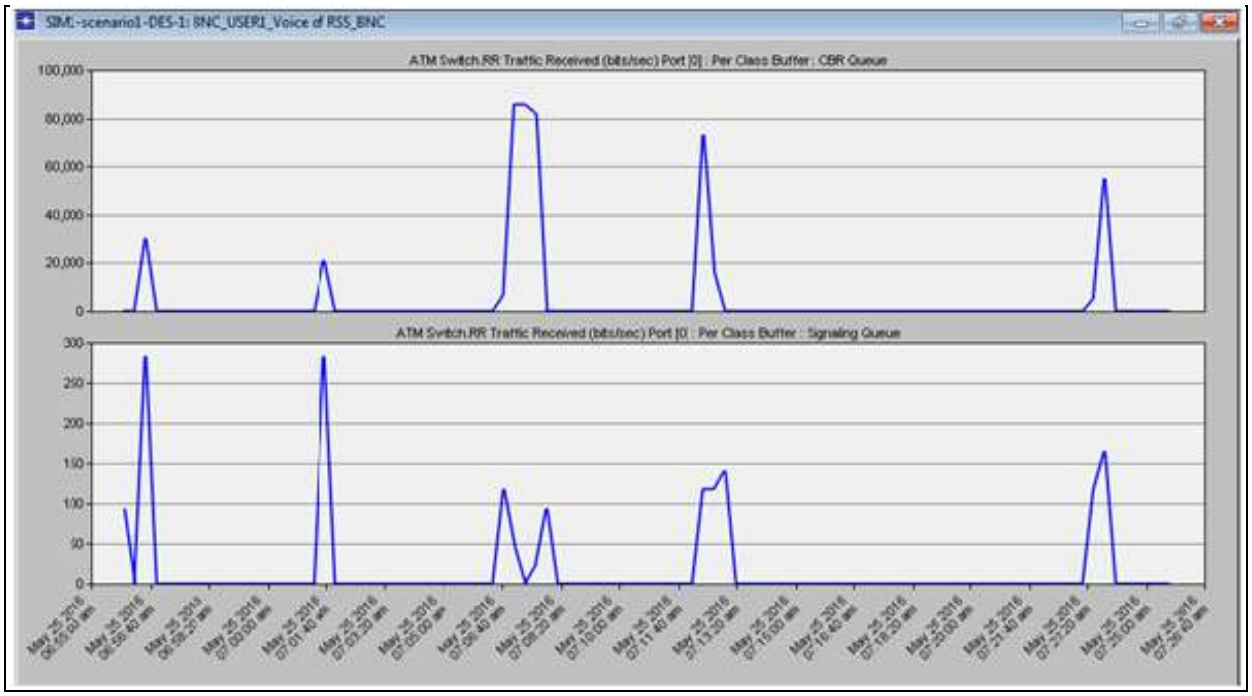


Figure IV.10. *Trafic (Emis / Reçu) par un utilisateur de la voix (bits/sec)*

Cet figure represente la déferance de Trafic reçu entre deux classe de ATM.

3.3.2. Réseau transitoire

3.3.2.1. Scénario

Dans ce deuxième scénario on a simulé le réseau transitoire d'ALGERIE TELECOM (réseau classique plus réseau MSAN) en créant toujours un trafic des utilisateurs utilisant les services de la voix (PCM), VoIP et de données (FTP, http, Email).

3.3.2.2. Architecture

Dans ce scénario nous avons respecté l'architecture du réseau existant d'ALGERIE TELECOM qui comporte des centres distants d'autonomie d'acheminement (URAD, RSS), des centres de transit (CCLT), un centre de transit national et international (CTN, CTI), pour le réseau classique RTC.

En ce qui concerne le réseau MSAN on a pris deux MSAN lié au MGW BLIDA et Softswitch CHLEF, le trafic voix est routé à travers le soft switch CHLEF, tandis que le trafic data est routé à travers le MGW BLIDA par le biais de deux VPNs Voix et data. Le schéma suivant résume l'architecture et la topologie utilisée.

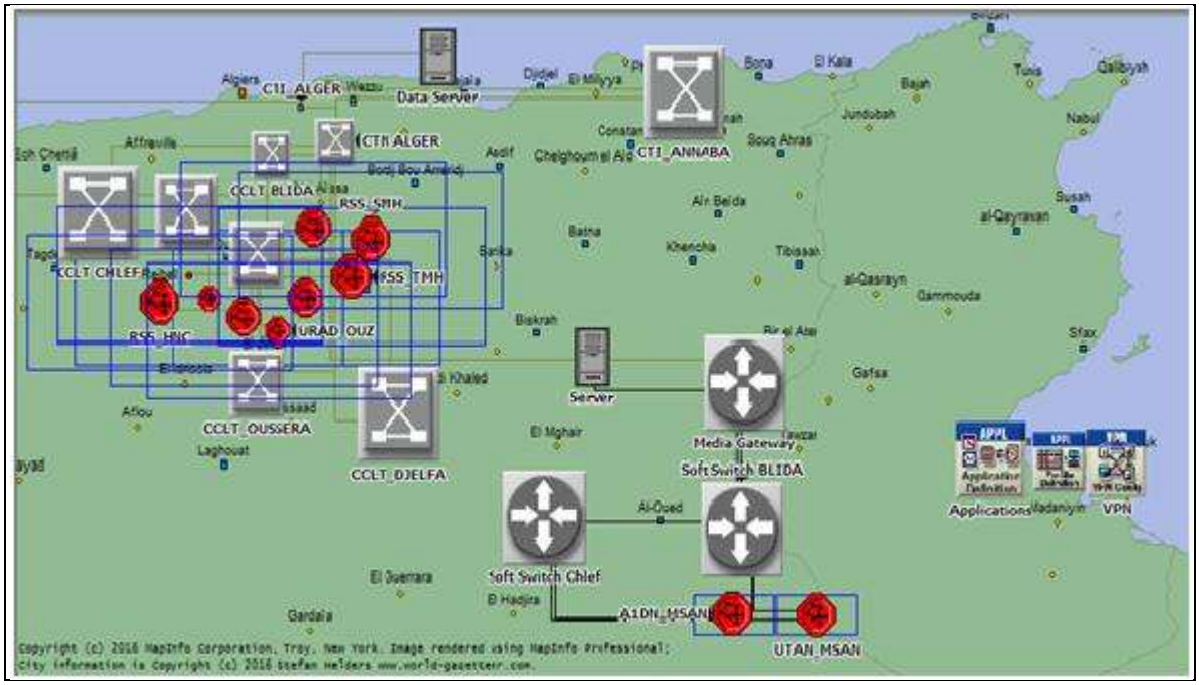


Figure IV.11. *Topologie du* deuxième *scénario*

3.3.2.3. Résultats

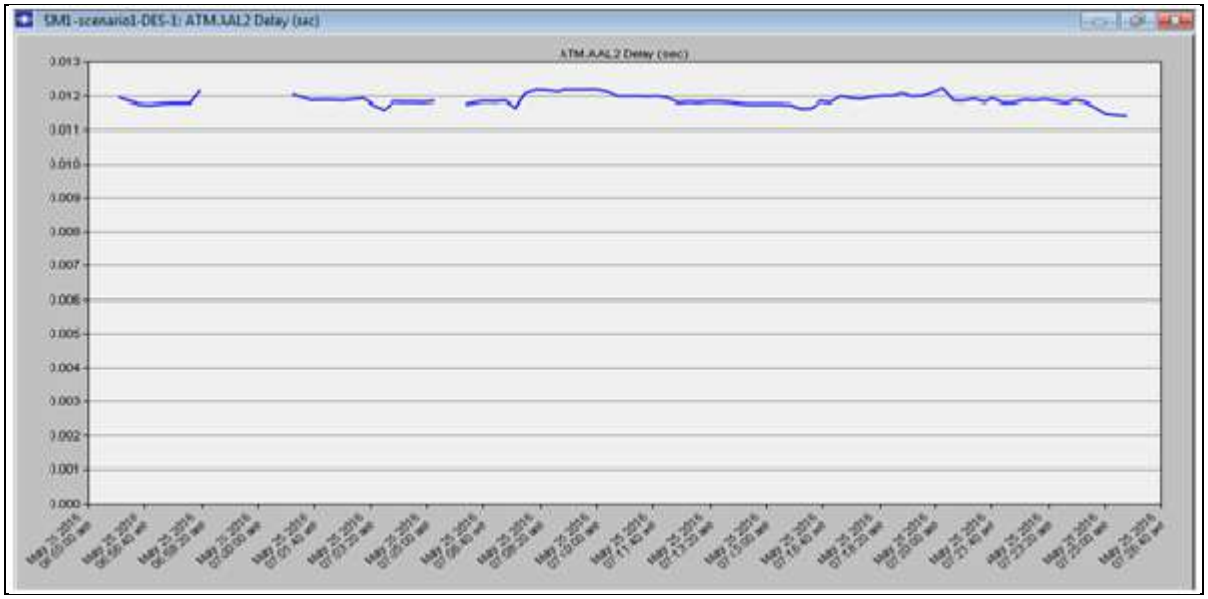


Figure IV.12. *Délai ATM. AAL2*

Ce graphe représente le temps que prend la voix de beut en beut pour le reseau ATM(AAL2). Il prend un délai prèsque constante (0.012 s)

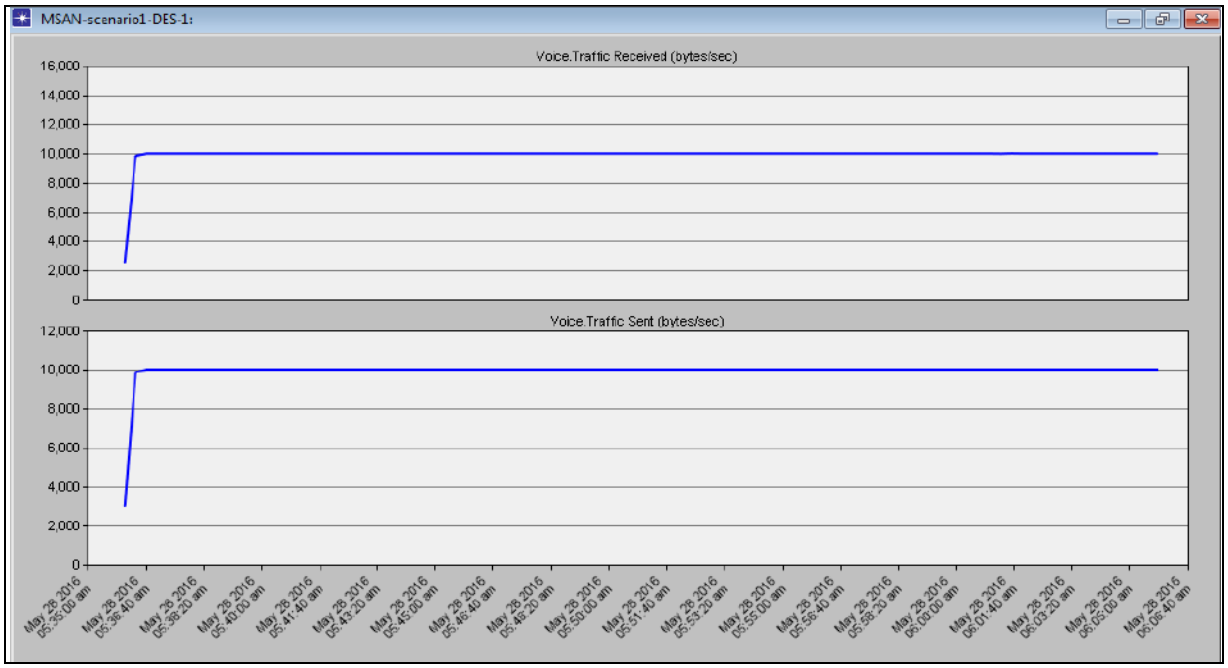


Figure IV.13. *Trafic IP (envoyé / reçu) (voix)*

Cet figure represente la trafic emis/reçu sur IP .

Dans ces graphes ,en deduit que le délai de la voix sur IP prand un délai plus moins que l'ATM

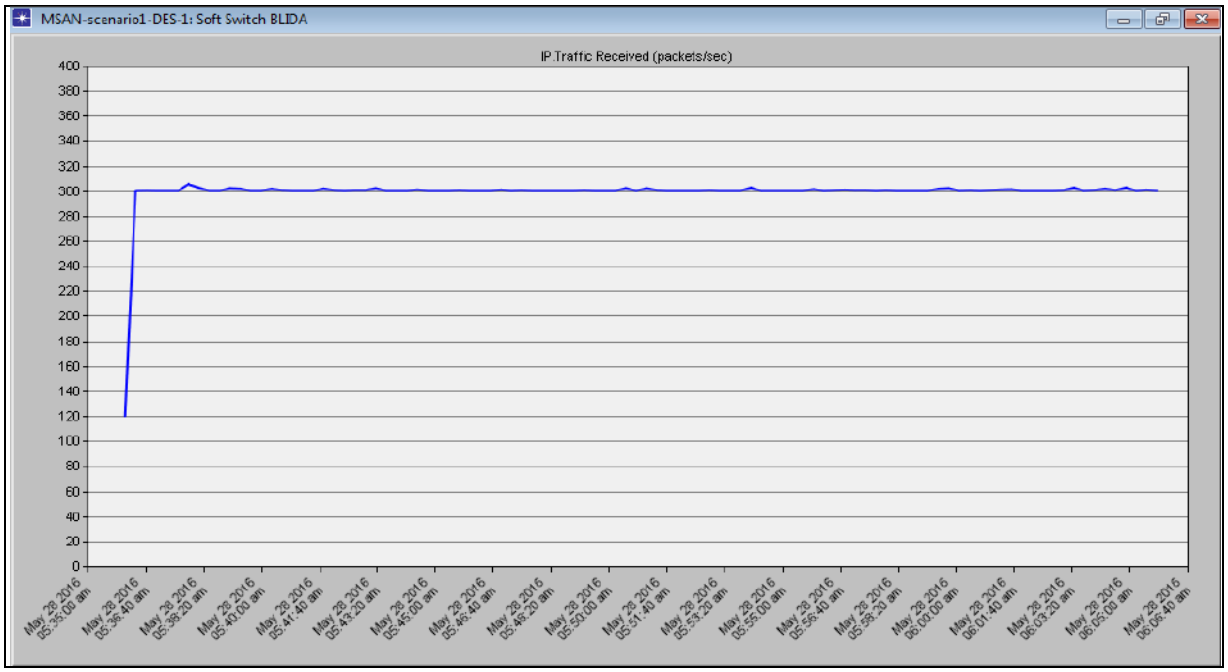


Figure IV.14. *Trafic reçu (data) (Region Blida)*

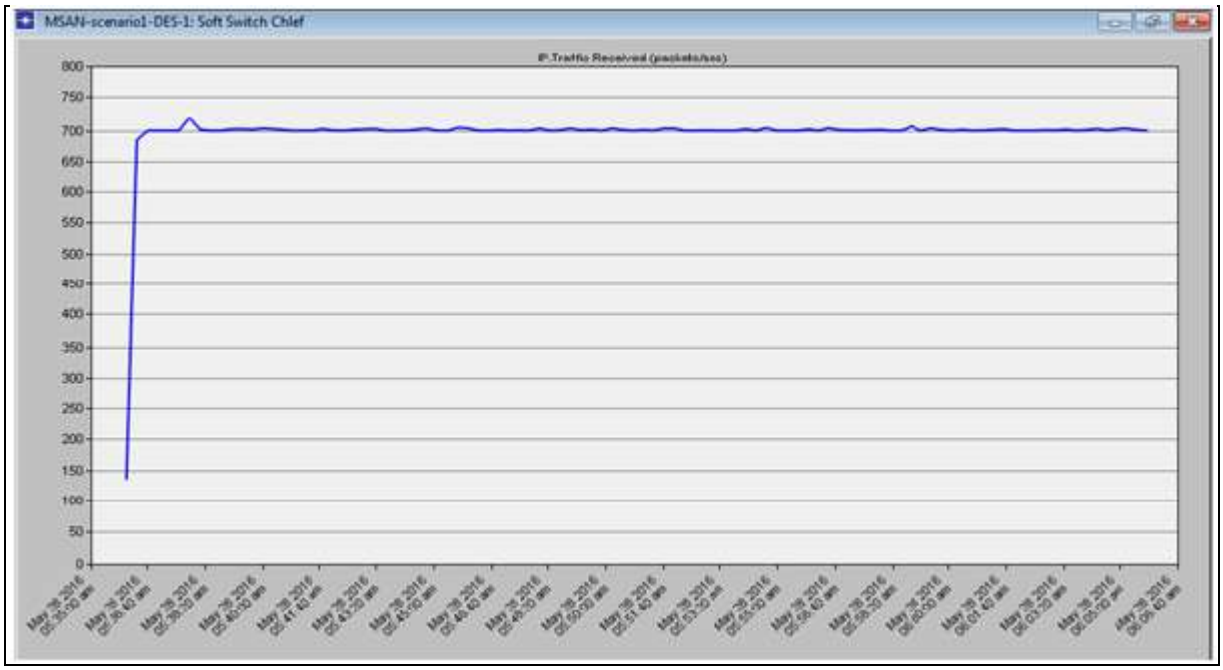


Figure IV.15. *Trafic reçu (Voix) (soft switch Chlef)*

3.3.3. Réseau MSAN

3.3.3.1 Scénario

Dans ce troisième scénario on a simulé le réseau entièrement migré et rénové d'ALGERIE TELECOM (réseau MSAN) en créant toujours un trafic des utilisateurs utilisant les services de la voix (VoIP) et de données (FTP, http, Email).

3.3.3.2. Architecture

Dans ce scénario on a pris deux MSAN lié au MGW BLIDA et Softswitch CHLEF. Le trafic voix est routé à travers le soft switch CHLEF, tandis que le trafic data est routé à travers le MGW BLIDA par le biais de deux VPNs Voix et data, le schéma suivant résume l'architecture et la topologie utilisée.

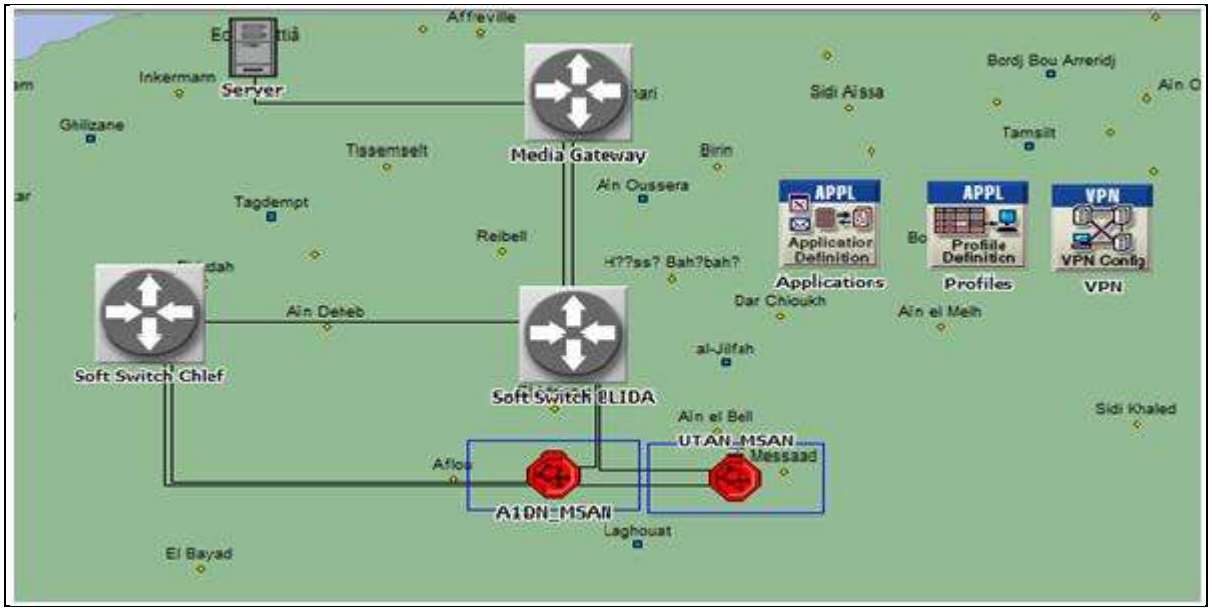


Figure IV.16. *Topologie du troisième scénario*

3.3.3.3. Résultats

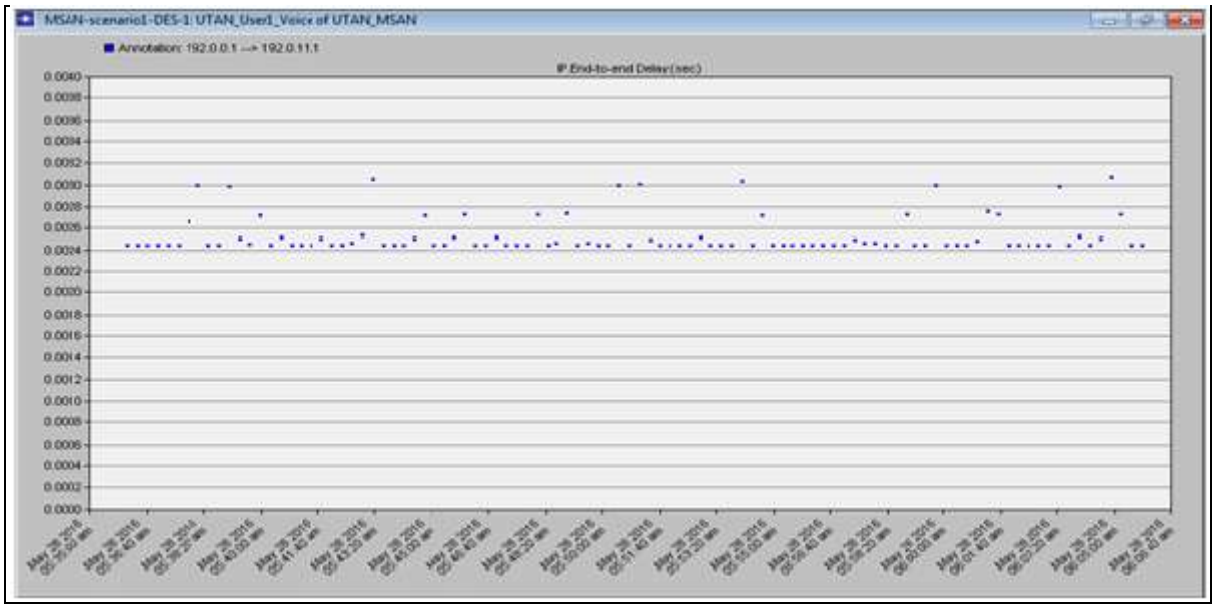


Figure IV.17. *Délai de bout en bout pour un utilisateur de la voix*

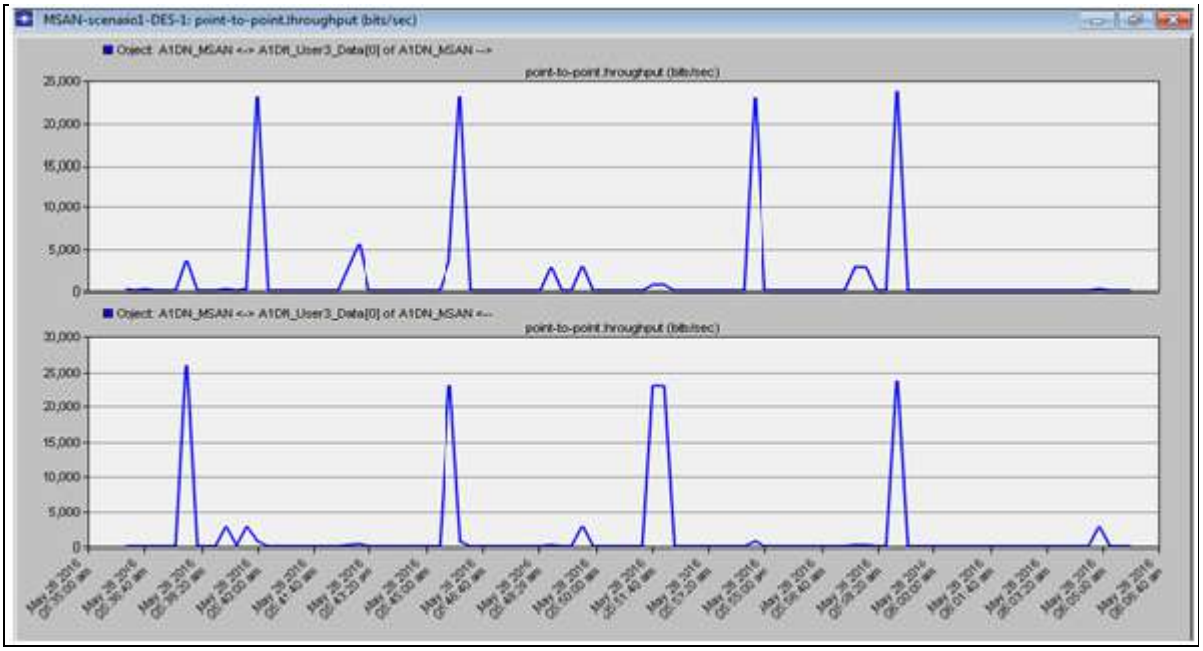


Figure IV.18. *Débit de données pour un utilisateur de donnée*

4. Interprétation des résultats

4.1. Délais

Les figures IV.12 et IV.17 présentent les scénarios 1 et 2, en comparant les deux délais ATM et IP de bout en bout en déduit que un utilisateur de VOIP prend moins de temps de bout en bout car le routage IP est plus rapide.

Ainsi que la nouvelle architecture réduit les niveaux de commutation.

4.2. Débit

Suite à la rénovation des liens entre le MSAN et le Soft Switch (Fibre Optique) il est trivial que le débit des utilisateurs Data est nettement plus grand que les utilisateurs Data de réseau RTCP.

4.3. Utilisation des VPN

Comme montre les figures IV.14 et IV.15 l'utilisation de VPN permet de séparer le trafic Voix et Data sur différents liens. Cela permettra d'ajuster la qualité de chaque service sur des liens différents.

5.Conclusion

En analysant les résultats obtenus par la simulation nous déduisons que le temps d'accès, les délais d'acheminement et le débit de donnés sont clairement améliorés par la migration du réseau fixe d'ALGERIE TELECOM vers le réseau IP MSAN.

Cette amélioration va surement impacter positivement la qualité du service du réseau ainsi la satisfaction client.

Cette migration va permettre à ce réseau a cohabiter sans contraint de technologique avec les autre technologies utilisées par ALGERIE TELECOM (LTE, WIMAX,..) et rentre dans le but d'aboutir à une convergence des services et aussi à un réseau tout IP.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

Actuellement les opérateurs de télécommunication misent beaucoup d'investissements sur les réseaux de télécommunication modernes, vue leurs utilités, leur facilité d'utilisation et d'intégration de nouveau gammes de services et leur exploitation à faible coût.

L'objet de ce mémoire est d'étudier l'évolution des réseaux vers des réseaux NGNs, et nous a permet finalement de tirer cette conclusion:

Dans les réseaux de nouvelles générations basées sur IP, l'évolution vers les réseaux de prochaine génération base sur une stratégie de migration. Cette migration passe par quatre grands scénarios.

Notre but était de montrer la déférence entre les anciens réseaux et les réseaux NGN et leur intérêt, pour cela nous avons commencé par définir l'architecture de ce réseau et les équipements utilisés ainsi que les Services qui peuvent offrir une telle architecture.

Dans le dernier chapitre, nous avons étudié un exemple réel de migration du réseau fixe d'ALGERIE TELECOM vers les NGNs.

Enfin nous avons simulé l'exemple réel de migration à l'aide de l'outil de simulation OPNET, en représentant les détails de l'opération de migration du réseau fixe d'ALGERIE TELECOM déjà étudié.

Références bibliographiques



Livres

[01] Etude réalisée par le cabinet Arcome. «Etude technique, économique et réglementaire de l'évolution vers les réseaux de nouvelle génération (NGN, Next Generation Networks) »,261p, France : 2002, [En ligne].

[02] A. Khaldoun, Guy Pujolle, V.Guillaume, « le GPRS et EDGE », in *Réseaux de mobiles & réseaux sans fil*, 510 pages : Eyrolles, 2001. [En ligne]. [consulté le 28. août 2001].

[03] Etude réalisée par le cabinet Ovum pour le comptede l'Autorité de régulation des Communications électroniques et des Postes, « L'évolution du cœur de réseau des opérateurs fixes », France : ARCEP, janvier 2006. . [Livre électronique].



PFE et Thèses

[04**]** *Julien Perriard*, **«** Mieux comprendre les technologies ADSL et xDSL », *e-communal.fr les e-service aux collectivités.* [En ligne]. Disponible: http://www.e-communal.fr/.

[05] Oussama Foudhaili « Analyse des performances de MPLS en terme de "Traffic Engineering" dans un réseau multiservice », ingénierie des reseaux, école supérieur des communications de Tunis 2004/2005[En ligne].

[06] S.HERVE, V. PETAS, BOUZON Elodie, « NOUVELLES TECHNOLOGIES RESEAUX », université de Marne –la –Valée.32p, France : En ligne]. [Consulté le27/05/16].

[07] Sarrocco, C. et Ypsilant, D. (2007). « CONVERGENCE ET RÉSEAUX DE PROCHAINE GÉNÉRATION ».Séoul, Corée : Coréa communication commission.68p

[08] Ghefir, M.(2013). « PLANIFICATION, INGENIERIE DES RESEAUX DE NOUVELLE GENERATION – NGN ». Mémoire de Magister en Systèmes et Réseaux de Télécommunication. Ecole doctorale des Sciences et Technologies de l'Information et Télécommunication. 123p.

[09] E. jammazi, « Dimensionnement et Planification d'un réseau 4G LTE ».Deplomme national d'ingenieure de telecommunication et Reseaux .école national de Gabés. 82p. Tunisie:2013 [En ligne].

[10] M. MOHAMED MAACHAOU. «SECURITE ET PERFORMANCES POUR LES RESEAUX DE NOUVELLE GENERATION (NGN) ».thèse de doctorat en réseau de télécommunication, UNIVERSITÉ DE TOULOUSE, France, 2015, [En ligne]. Disponible:



Article

[11] Simon ZNATY, ''Next Generation Network (NGN) dans les réseaux mobiles'', EFORT, 2005 .

[12] INGENIEURS 2000 (Gaëtan BOIVIN). « Architecture IMS », IMS: *IP Multimedia Subsystem*, [En ligne].

[13] ZNATY, S., DAUPHIN, J-L. (2005). «Architecture NGN: Du NGN Téléphonie au NGN Multimédia». Copyright EFORT, 01-07.

[14] Jean-François. PILLOU, **«** Téléphonie mobile - 3G et 4G expliquées », *Comment CaMarche0.net.2016.* [En ligne]. [Consulté le mai 2016].

[15] Funix , « reseaux X25 et Frame Relay »in les Réseaux locaux .2016. . [En ligne]. [Consulté le 8 février 2016].

[16] EFORT, « Réseau de Transmission : PDH, SDH, D-WDM », *Copyright EFORT* ,4p.2013. [En ligne]. [Consulté le2013].



Sites web

[17] http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www-igm.univ-mlv.fr/~dr/XPOSE2010/IMS/architecture.html

ANNEXE

Protocole IP :

est une famille de protocoles de communication de réseaux informatiques conçus pour être utilisés par Internet. Les protocoles IP sont au niveau 3 dans le modèle OSI. Les protocoles IP s'intègrent dans la suite des protocoles Internet et permettent un service d'adressage unique pour l'ensemble des terminaux connectés.

Transpac :

est une filiale de l'opérateur de télécommunications France Télécom, créée en 1978 et spécialisée dans la fourniture d'accès réseaux pour les entreprises (lignes spécialisées, Relais de trames, ATM). Elle détenait le monopole commercial pour la fourniture d'accès X.25 de 1979 jusqu'à 2006. Avec l'arrivée de l'Internet, son activité a évolué à la fin des années 1990 vers la fourniture de réseaux IP (réseaux VPN, téléphonie sur IP (ToIP), mais également vers les offres d'hébergement et de fourniture de services.

Cette filiale a fusionné avec France Télécom le 1er janvier 2006. Après le 1er juin 2006, les offres commerciales de *Transpac* ont été exploitées par Orange Business Services.

VoIP

pour *Voice over IP*, est une technique qui permet de communiquer par la voix (ou *via* des flux multimédia : audio ou vidéo) sur des réseaux compatibles IP, qu'il s'agisse de réseaux privés ou d'Internet, filaire (câble/ADSL/fibre optique) ou non (satellite, Wi-Fi, GSM, UMTS ou LTE).

La VoIP concerne le transport de la voix sur un réseau IP. Cette technologie est complémentaire de la téléphonie sur IP (« ToIP » pour *Telephony over Internet Protocol*). La ToIP concerne les fonctions réalisées par un autocommutateur téléphonique IPBX.

SIGTRAN

Est le groupe de travail, au sein de l'IETF, chargé de définir une infrastructure de signalisation au-dessus de IP. Le but principal est le transport de message de typeSS7 ou RNIS.

TISPAN

Telecoms & **I**nternet converged **S**ervices & **P**rotocols for **A**dvanced **N**etworks (**TISPAN**) est le nom du comité technique de l'ETSI chargé de la standardisation des réseaux de nouvelle génération (NGN) et de leur interfonctionnement avec les réseaux et services téléphoniques existants. Par abus de langage ce terme désigne également l'architecture de ces réseaux telle que définie par ce comité.