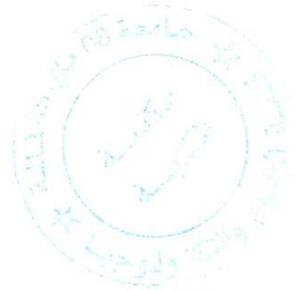


17/621.807

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université 8Mai 1945 – Guelma
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département d'Electronique et Télécommunications



**Mémoire de Fin d'Etude
pour l'obtention du Diplôme de Master Académique**

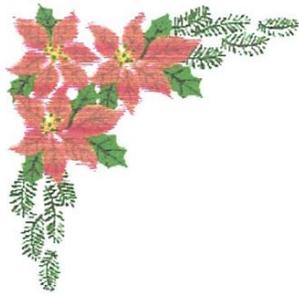
**Domaine : Sciences et Techniques
Filière : Télécommunications
Spécialité : Systèmes de Télécommunications**

L'évolution vers le Réseau de Nouvelle Génération (NGN)

Présenté par : **Mr. Ben Ameer Bilal**

Sous la direction de : **Mr. Chaabane Abdelhalim**

JUIN 2013



13/2971

Remerciements

~~14/2015~~

Avant tout on tient nos remerciements à notre dieu tout puissant de nous avoir donné la foi, la force et le courage.

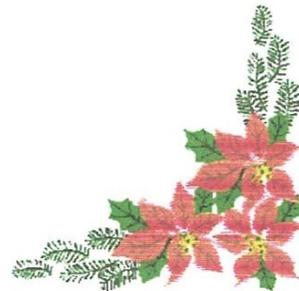
A travers ce modeste travail, nous tenons à remercier vivement notre promoteur «Mr. CHAABANE ABDELHALIM» pour ses conseils précieux et pour toutes les commodités et aisances qu'il nous a apportées durant notre étude et réalisation de ce projet.

Nos remerciements les plus vifs s'adressent aussi aux messieurs le président et les membres de jury d'avoir accepté d'examiner et d'évaluer notre travail.

Nous exprimons également notre gratitude à tous les professeurs et enseignants qui ont collaboré à notre formation depuis notre premier cycle d'étude jusqu'à la fin de notre cycle universitaire.

Sans omettre bien sur de remercier profondément à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation du présent travail.

Mr. BEN AMEUR bilal



Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail
À mes chers parents, mes chers frères et mes chères familles.
À tous mes amis
À toute la promotion master 2013
À tous ceux qui m'ont aidé durant ma vie universitaire.*

Benameur Bilal

Sommaire

| | |
|----------------------------|---|
| Introduction générale..... | 1 |
|----------------------------|---|

Chapitre I : Introduction et Généralités

| | |
|--|----|
| I.1. Introduction | 3 |
| I.2. Description d'un réseau téléphonique traditionnel et définitions | 3 |
| I.2.1. Zone Locale (ZL) | 4 |
| I.2.2. Zone à Autonomie d'Acheminement (ZAA)..... | 4 |
| I.2.3. Zones de Transit (ZT) | 4 |
| I.3. De nouvelles solutions technologiques sont déployées dans les réseaux NGN | 6 |
| I.4. Différentes approches technologiques vers le NGN | 7 |
| I.5. De nombreuses difficultés technologiques qui n'existaient pas dans un environnement TDM apparaissent avec le NGN..... | 8 |
| I.6. Impacts architecturaux et financiers d'une transition vers un réseau NGN | 9 |
| I.6.1. Principales différences entre un réseau NGN et un réseau TDM..... | 9 |
| I.6.1.1. L'évolution du nombre de lignes « administrées » par un softswitch de classe 5..... | 9 |
| I.6.1.2. L'évolution du nombre de classe 5 contrôlés par une seule et même classe 4..... | 10 |
| I.6.1.3. Le passage de liaisons physiques TDM a des liaisons physiques IP..... | 10 |
| I.6.1.4. L'utilisation d'une signalisation IP au lieu d'une signalisation TDM | 10 |
| I.7. Le contexte et les enjeux des réseaux et services de nouvelle génération..... | 10 |
| I.7.1. Les évolutions profondes du secteur des télécommunications | 10 |
| I.7.2. Le développement de gammes de services nouveaux | 11 |
| I.7.3. Des progressions technologiques d'envergure dans le domaine des réseaux de données..... | 12 |
| I.8. Conclusion | 12 |

Chapitre II : Architecture NGN

| | |
|-------------------------|----|
| II.1. Introduction..... | 14 |
|-------------------------|----|

| | |
|---|----|
| II.2. Modèle d'architecture en couche | 14 |
| II.2.1. La couche d'accès..... | 14 |
| II.2.2. La couche de transport | 14 |
| II.2.3. La couche de contrôle | 15 |
| II.2.4. La couche d'exécution des services..... | 15 |
| II.2.5. La couche applications | 15 |
| II.3. Cœur du réseau NGN : entités et protocoles..... | 16 |
| II.3.1. Les entités fonctionnelles du cœur de réseau NGN..... | 18 |
| II.3.1.1. Le Media Gateway (MG)..... | 18 |
| II.3.1.2. Le Signalling Gateway (SG) | 18 |
| II.3.1.3. Le serveur d'appel ou Media Gateway Controller (MGC) ou Softswitch..... | 18 |
| II.3.1.4. Multi-Service Access Node (MSAN)..... | 19 |
| II.3.2. Les familles de protocoles d'un réseau NGN..... | 19 |
| II.3.2.1. Les protocoles de contrôle d'appel..... | 20 |
| II.3.2.1.1. Le protocole historique : H.323..... | 20 |
| II.3.2.1.2. Le protocole alternatif : SIP..... | 20 |
| II.3.2.2. Les protocoles de commande de Media Gateway..... | 21 |
| II.3.2.2.1. Le protocole historique : MGCP..... | 21 |
| II.3.2.2.2. Le protocole alternatif : MEGACO/H.248..... | 21 |
| II.3.2.3. Les protocoles de signalisation entre les serveurs de contrôle..... | 22 |
| II.4. Différentes catégories de NGN..... | 22 |
| II.4.1. NGN téléphoniques..... | 23 |
| II.4.1.1. NGN de transit..... | 23 |
| II.4.1.2. NGN d'accès..... | 23 |
| II.3.2. NGN Multimédia..... | 24 |
| II.5. IP Multimedia Subsystem « IMS »..... | 24 |
| II.5.1. Définition..... | 24 |
| II.5.2. Architecture IMS..... | 25 |
| II.5.2.2. Concepts sous-jacents à l'architecture IMS..... | 27 |
| II.5.2.3. IMS et SIP..... | 28 |
| II.5.3. Entités de Réseau IMS..... | 29 |
| II.5.3.1. Terminal IMS..... | 29 |
| II.5.3.2. Home Subscriber Server (HSS)..... | 29 |

| | |
|---|----|
| II.5.3.3. Call State Control Function (CSCF)..... | 29 |
| II.5.3.4. MGCF, IMS-MGW et T-SGW : Interfonctionnement avec le RTC..... | 30 |
| II.5.3.4.1. L'IMS-MGW..... | 32 |
| II.5.3.4.2. Le MGCF..... | 32 |
| II.5.3.4.3. Le T-SGW..... | 32 |
| II.5.4. Déploiement d'une architecture IMS..... | 34 |
| II.5.5. Architecture de service IMS | 34 |
| II.5.5.1. Entités de l'architecture de service IMS..... | 35 |
| II.5.6. Développement du business sur l'IMS..... | 37 |
| II.6. Conclusion..... | 38 |

Chapitre III : Migration NGN

| | |
|---|----|
| III.1. Introduction | 39 |
| III.2. Typologie des scénarios de migration..... | 39 |
| III.2.1. Scénario 1 : Mise en place de solutions NGN au niveau des liens de transit..... | 40 |
| III.2.1.1. Définition..... | 40 |
| III.2.1.2. Impacts sur l'architecture du réseau..... | 40 |
| III.2.1.2.1. Exemple 1 : Migration du trafic téléphonique international sur IP..... | 40 |
| III.2.1.2.2. Exemple 2 : Migration du trafic téléphonique de transit au niveau national | |
| III.2.2. Scénario2: Mise en place de solutions NGN jusqu'au commutateur de classe 4... 42 | |
| III.2.2.2. Impacts sur l'architecture du réseau..... | 43 |
| III.2.3. Scénario 3 : Mise en place de solutions NGN jusqu'au classe 5..... | 44 |
| III.2.3.1. Définition..... | 44 |
| III.2.3.2. Impacts sur l'architecture du réseau..... | 44 |
| III.2.3.3. Raccordement de l'abonné..... | 45 |
| III.2.4. Scénario 4 : Mise en place de solutions tout IP en overlay..... | 46 |
| III.2.4.1. Définition..... | 46 |
| III.2.4.2. Impacts sur l'architecture du réseau..... | 47 |
| III.2.4.3. Les différentes phases de la stratégie de migration overlay..... | 48 |
| III.3. Impacts généraux d'une migration NGN..... | 50 |
| III.3.1. Impacts liés aux investissements NGN..... | 50 |
| III.3.2. Impacts liés à l'interconnexion..... | 50 |
| III.3.3. Impacts liés à la signalisation..... | 51 |

| | |
|--|----|
| III.3.4. Impacts liés à l'existence de multiples protocoles pour la voix sur IP: H.323, MGCP et SIP..... | 51 |
| III.3.5. Impacts liés à la qualité de service (QoS)..... | 52 |
| III.3.6. Impacts sur la sécurité..... | 52 |
| III.3.7. Impacts sur les équipements de terminaison..... | 53 |
| III.4. Considérations techniques..... | 53 |
| III.5. Conclusion..... | 55 |

Chapitre IV : Les services et les applications offerts de l'NGN

| | |
|--|-----------|
| IV.1. Introduction..... | 56 |
| IV.2. Développement d'une Nouvelle gamme de services..... | 56 |
| IV.2.1. Aspect du développement lié aux services..... | 56 |
| IV.2.2. Technologie de transport en fonction de l'accès..... | 57 |
| IV.3. Exemples de services offerts..... | 59 |
| IV.3.1. La messagerie unifiée..... | 60 |
| IV.3.2. La messagerie instantanée..... | 60 |
| IV.3.3. La diffusion de contenus multimédia..... | 61 |
| IV.3.4. La voix sur IP..... | 61 |
| IV.3.5. Les services associés à la géolocalisation..... | 62 |
| IV.3.6. Les services fournis par des tiers ou ASP (Application Service Providers)..... | 62 |
| IV.3.7. L'e-commerce et le m-commerce..... | 62 |
| IV.3.8. Le stockage de données..... | 63 |
| IV.4. Classes des services..... | 63 |
| IV.4.1. Classe conversationnelle..... | 63 |
| IV.4.2. Classe Streaming..... | 63 |
| IV.4.3. Classe Interactive..... | 64 |
| IV.4.4. Classe background..... | 64 |
| IV.5. Conclusion..... | 65 |
| Conclusion générale..... | 66 |

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Fig. I.1: Description du réseau RTC d'Algérie Telecom | 3 |
| Fig. I.2: Topologies comparées d'un réseau NGN et d'un réseau TDM | 4 |
| Fig. II.1: Architecture en couche d'un réseau NGN | 15 |
| Fig. II.2: Architecture simplifiée des NGN | 16 |
| Fig. II.3 : Les familles de protocoles d'un réseau NGN | 17 |
| Fig. II.4 : L'architecture de Réseau et de Service IMS | 18 |
| Fig. II.5 : Interfonctionnement entre RTC et IMS | 19 |
| Fig. II.6 : Réseau Intelligent versus Architecture de service IMS | 19 |
| Fig. II.7 : Architecture de service IMS | 20 |
| Fig. III.1 : Architecture d'une solution NGN pour le trafic de transit international | 21 |
| Fig. III.2 : Architecture d'une solution NGN pour le trafic de transit national | 32 |
| Fig. III.3 : Architecture d'une solution NGN de classe 4 | 33 |
| Fig. III.4 : Architecture d'un réseau NGN de classe 5 | 35 |
| Fig. III.5 : Architecture overlay VoIP | 36 |
| Fig. III.6 : Les différentes phases de la stratégie de migration overlay | 39 |
| Fig. IV.1 : Débits de transmission de données par voie hertzienne et par voie filaire | 51 |
| Fig. IV.2 : Caractéristiques des différentes technologies de transmission | 52 |
| Fig. IV.3 : Services offerts par le réseau NGN | 54 |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau III.1 : Passage aux réseaux NGN: problèmes techniques | 54 |
| Tableau IV.1 : Principaux paramètres WCDMA | 57 |

Introduction générale

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

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

L'évolution d'un réseau existant vers cette 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.

Le développement du concept architectural « IMS » (*IP Multimedia Subsystem*) propose aux opérateurs, pour la première fois dans le NGN, un jeu de standards qui pourrait être applicable dans tous les environnements (câble, fixe, mobile) et supporté par l'ensemble de la communauté industrielle.

Les réseaux IMS, avec leur architecture répartie, exploitent pleinement des technologies de pointe pour offrir de nouveaux services. Néanmoins, l'évolution d'un réseau existant vers cette nouvelle structure nécessite 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.

De l'autre bout, et durant les dernières années, le xDSL est devenu la solution leader pour l'offre de services. La forte croissance de cette technologie est alimentée par l'émergence des applications à très haut débit.

Ainsi, Le succès futur des réseaux de télécommunication dépend du choix de la combinaison optimale de plusieurs solutions architecturales et technologiques évolutives.

C'est pour cette raison que nous avons choisi d'introduire le concept IMS dans le réseau d'accès fixe et particulièrement le xDSL pour pouvoir répondre aux besoins d'une clientèle très diverses.

Le présent projet consiste en une étude de concept NGN, est organisé en quatre chapitres :

- Le premier chapitre présente une description du réseau téléphonique traditionnel et présente une vue sur le réseau de nouvelle génération NGN.
- 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 nous avons essayé de proposer un ensemble de solutions de migration des réseaux fixes vers l'architecture nouvelle génération
- Le quatrième chapitre sera réservé à présenter les différentes applications et les services offerts par le réseau NGN.

CHAPITRE 1

Introduction et Généralités

I.1. Introduction

Les réseaux traditionnels de téléphonie fixe des opérateurs historiques européens sont basés sur la commutation de circuits (aussi nommée transmission TDM) entre les lignes d'abonnés, et sur une organisation hiérarchique des commutateurs selon différentes zones d'appels. De plus, ce réseau de téléphonie cohabite avec un ou plusieurs réseaux dédiés au transport de données (dont le réseau utilisé pour la fourniture de services haut-débit DSL). La problématique de passage à une architecture NGN (Next Generation Network) du cœur de réseau fixe des opérateurs historiques s'inscrit avant tout dans une logique de diminution des coûts, avec le passage à une infrastructure unique basée sur IP pour le transport de tout type de flux, voix ou données, et pour toute technologie d'accès (DSL, FTTH, RTC, Wifi, etc.). L'impact majeur d'un passage à une architecture NGN pour les réseaux de téléphonie commutée est que le commutateur traditionnel est scindé en deux éléments logiques distincts : le media Gateway pour assurer le transport et le softswitch pour assurer le contrôle d'appel. Cette évolution permet théoriquement des gains en termes de performance et d'optimisation des coûts, mais elle peut aussi faciliter le déploiement de nouveaux services.

La plupart des opérateurs historiques Européens d'Europe de l'Ouest ont testé ou commencé à déployer des architectures NGN. La plupart d'entre eux ont dans la pratique des solutions NGN qui sont utilisées dans leurs réseaux nationaux. Toutefois, pour l'instant, ces solutions ne sont pas déployées dans une perspective de remplacement complet des solutions de réseau commuté traditionnelles, utilisées pour le transport du trafic voix. Dans certains cas, l'utilisation de softswitchs est contingentée aux services voix sur IP proposés aux abonnés DSL, et dans d'autres, l'utilisation de softswitchs n'intervient qu'en des nœuds de commutation dont les équipements TDM sont arrivés en fin de vie. Dans ce dernier cas, les opérateurs sont dans une logique de remplacement de leurs solutions. [1]

I.2. Description d'un réseau téléphonique traditionnel et définitions

Le réseau téléphonique traditionnel utilise la commutation de circuits d'où son nom de « Réseau Téléphonique Commuté (RTC) » (PSTN en anglais pour Public Switched Telephone Network). La commutation de circuits (aussi nommée transmission TDM) est caractérisée par l'établissement d'une liaison bidirectionnelle entre deux extrémités du réseau pendant toute la

durée de la communication, assurant la continuité du transfert de l'information en temps réel. Le principal inconvénient de cette méthode de commutation est qu'elle gaspille de la capacité en bande passante puisque la ligne ne peut être utilisée que pour cette communication. [1]

Dans la commutation de circuits, les commutateurs sont reliés entre eux par des circuits et aux abonnés par des lignes d'abonnés. Les commutateurs sont hiérarchisés. Selon la terminologie d'Algérie Télécom, le réseau RTC est ainsi divisé en plusieurs sous-ensembles suivant un découpage en différentes zones:

I.2.1. Zone Locale (ZL)

Dans la zone locale, les abonnés sont raccordés à un même commutateur local (CL). Les CL établissent les connexions entre les lignes d'abonnés et leur CAA (commutateur à autonomie d'acheminement) de rattachement. Dans l'étude, nous parlerons de commutateurs de classe 5 en référence aux CL.

I.2.2. Zone à Autonomie d'Acheminement (ZAA)

Une ZAA est une zone géographique formée par un ensemble de ZL appartenant à une même zone. Les commutateurs qui équipent une ZAA sont des CAA. Ils gèrent la commutation de circuits et l'acheminement du trafic entre différentes ZL et entre différents CAA d'une même ZAA. Dans l'étude, nous parlerons de commutateurs de classe 4 en référence aux CAA.

I.2.3. Zones de Transit (ZT)

Il y a plusieurs zones de transit selon que l'on se trouve à un niveau régional, national ou international.

➤ Zones de Transit Secondaire (ZTS)

Une ZTS est délimitée par un (ou plusieurs) CTS (Commutateur de Transit Secondaire) qui gèrent un ensemble de CAA situés dans la zone considérée. Les CTS n'intègrent aucune intelligence et assurent uniquement le brassage des circuits lorsqu'un CAA ne peut directement atteindre le CAA du destinataire.

➤ Zone de Transit Principale (ZTP)

Une ZTP regroupe plusieurs ZTS et inclut un CTP (Commutateur de Transit Principal) qui gère les CTS de la zone. Cette zone assure la commutation des liaisons longue distance.

➤ Zone de Transit Internationale (ZTI)

L'un des CTP d'une ZTP est relié à un Commutateur de Transit International (CTI) permettant de traiter le trafic provenant ou à destination de l'international. Dans l'étude, les commutateurs des zones de transit sont appelés commutateurs de classe 3. Pour la suite du rapport, nous utiliserons la terminologie suivante :

- commutateur de classe 5 pour les commutateurs locaux,
- commutateurs de classe 4 pour les commutateurs à autonomie d'acheminement (CAA),
- commutateurs de classe 3 (aussi nommés « trunk switches » ou « tandem switches ») pour tous les commutateurs situés dans les zones de transit (régional, national ou international).

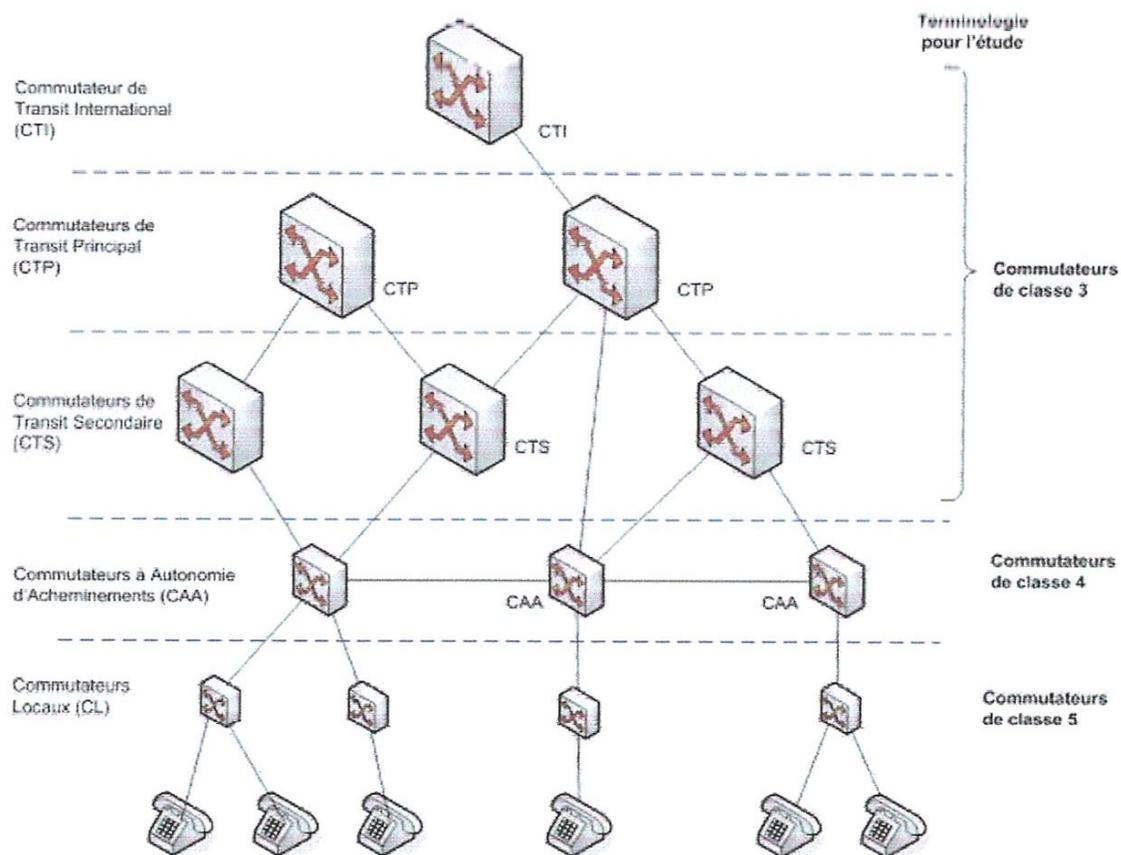


Figure (I.1). Description du réseau RTC d'Algérie Telecom [1]

La couche transport dans les réseaux voix traditionnels est responsable de la bonne fourniture au niveau physique (couche physique du modèle OSI) du contenu voix et du contrôle (signalisation, gestion d'appel) des messages entre les commutateurs et les équipements de signalisation. Depuis les années 90, les opérateurs utilisent la technologie ATM comme protocole de transport de la voix et des informations de signalisation entre les commutateurs de classe 4 et les commutateurs de classe 5.

Dans un réseau RTC, la signalisation est assurée sous le protocole SS7 (ou Sémaphore). Le protocole SS7 a été défini par l'ITU-T et fournit les procédures grâce auxquelles les différents éléments d'un réseau PSTN s'échangent des informations via un réseau numérique de signalisation afin de pouvoir établir une communication fixe ou mobile, puis la router et la contrôler.

La fourniture de services à valeur ajoutée est possible grâce à l'implémentation d'un « réseau intelligent » (Intelligent Network ou IN). [1]

1. 3. De nouvelles solutions technologiques sont déployées dans les réseaux NGN

Un réseau NGN utilise un ensemble d'équipements qui jouent le même rôle qu'un commutateur traditionnel (voir Figure (I.2)), mais qui sont désormais séparés en composants distincts :

➤ Le « **softswitch** » est la solution qui gère dans un réseau NGN l'intelligence du service de commutation (gestion de tables d'appels, gestion des plans de numérotation). 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.

➤ Le « **media gateway** », dont le rôle est d'assurer la gestion (disponibilité, détection de fautes) de la couche physique du réseau. Cette couche physique peut être le réseau de transmission, ou le réseau d'accès. Dans le cas où il s'agit du réseau d'accès, la fonction de media gateway peut être embarquée dans l'équipement d'accès lui-même, comme c'est le cas pour un MSAN.

Dans la plupart des réseaux NGN déployés après 2011, la coexistence d'offres d'accès data et d'offres d'accès voix dans le portefeuille des opérateurs amène le déploiement de solutions « tout en un », permettant le contrôle d'accès pour les services voix et les services data. Ces solutions tout en un sont des MSAN. Le diagramme ci-dessous représente les topologies comparées d'un réseau NGN et d'un réseau TDM, dans le cas d'Algérie Telecom.

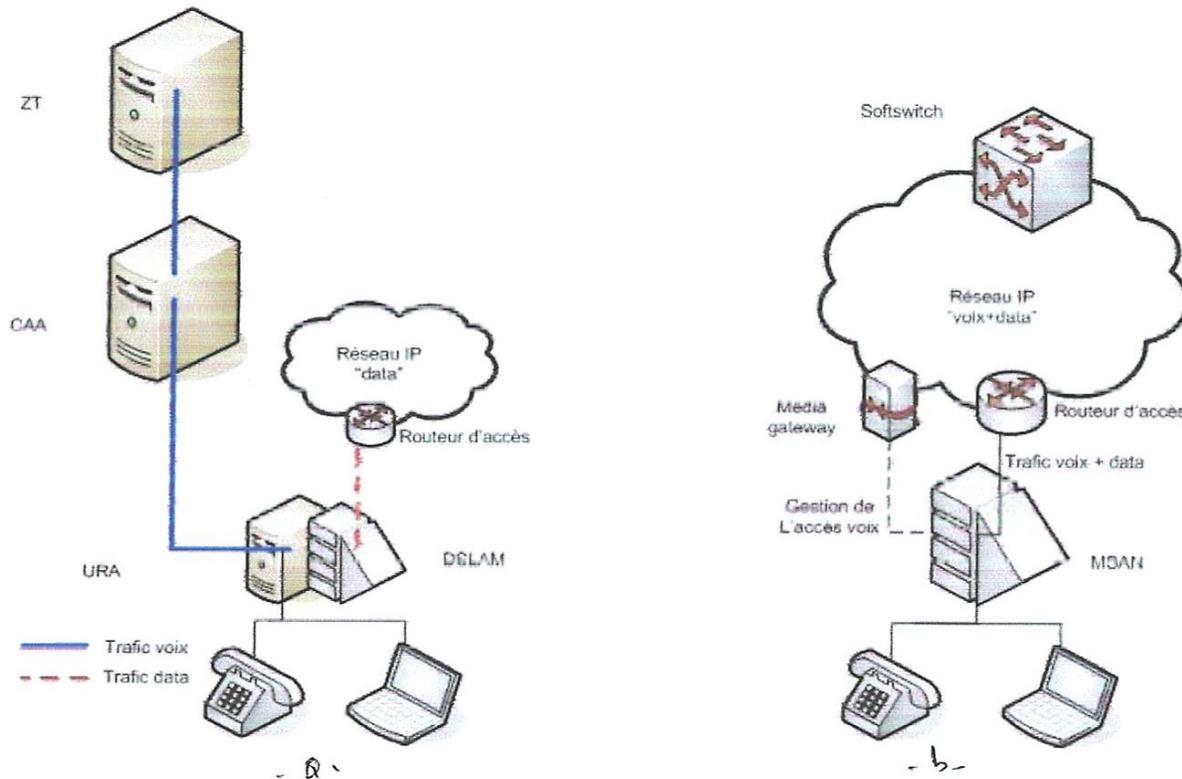


Figure (I.2). Topologies comparées d'un réseau NGN et d'un réseau TDM [1]

I. 4. Différentes approches technologiques vers le NGN

Il n'existe pas d'architecture standard pour un NGN, ni même d'architecture, qui, de fait, s'impose à tous. Dans la pratique, deux types de déploiements apparaissent néanmoins :

➤ Des déploiements pour lesquels le réseau voix reste un environnement réseau dédié, mis en œuvre en utilisant des équipements dont le rôle est spécifiquement associé à la gestion des services vocaux. Ces équipements, media Gateway et softswitchs, n'ont alors pour caractéristique que d'utiliser un réseau de transmission commun avec les services de données. Dans ce cas les opérateurs conservent des points de commutation distribués dans le réseau. Il n'y

a pas de changement important à cet égard par rapport à un réseau traditionnel TDM, si ce n'est une diminution du nombre de centres de commutation, où peut avoir lieu l'interconnexion.

➤ Des déploiements pour lesquels les opérateurs respectent l'architecture de référence « IMS ». Ils envisagent en ce cas de pouvoir déployer des services qui combinent voix et data au sein d'une seule et même session, ce qui n'est pas possible dans le cas précédent. Dans ce cas, les équipements peuvent être différents, et le contrôle des sessions voix-data peut être extrêmement centralisé. Un opérateur comme AT, par exemple, envisage dans son réseau AT Guelma de ne déployer qu'une dizaine d' « intelligent nodes », qui sont les points où ce contrôle de session sera réalisé. Un opérateur alternatif devrait donc pouvoir s'interconnecter en ces points, et pourrait, par exemple, peeler le trafic IP correspondant en d'autres points.

I.5. De nombreuses difficultés technologiques qui n'existaient pas dans un environnement TDM apparaissent avec le NGN

Le déploiement de technologies NGN ne correspond pas au déploiement de solutions utilisant des protocoles et des technologies complètement optimisées pour la voix. En conséquence, de nouvelles difficultés se posent pour les opérateurs qui viennent à les utiliser :

➤ Qualité de service perçue par l'utilisateur final

Tout à fait honorable dans le cas de petits réseaux, la qualité de service rendue sur le trafic vocal peut être incertaine dans le cas de déploiements de grande ampleur. En particulier, il n'existe pas aujourd'hui de mécanismes garantissant un minimum de qualité de service si le réseau IP multiservice est complètement engorgé. Chaque opérateur doit réaliser l'ingénierie de son réseau de manière à pouvoir « garantir » un niveau minimum. Bien évidemment, la compréhension de ce qu'est le niveau minimum reste à l'appréciation de chacun.

➤ Qualité de service en cas d'interconnexion

A la différence du monde de la commutation de circuit, le monde des réseaux NGN ne s'appuie pas sur un jeu de protocoles uniques et de codecs uniques pour les services vocaux. De ce fait, de multiples transcodages peuvent avoir lieu lorsqu'une communication vocale transite sur plusieurs réseaux. Ces multiples transcodages peuvent altérer la qualité de service perçue.

➤ Performances d'acheminement

La plupart des opérateurs historiques que nous avons interviewés nous ont rapporté des difficultés importantes en acheminement, avec un nombre de pertes de liaisons importantes, se traduisant par des communications coupées pour les abonnés. [1]

I.6. Impacts architecturaux et financiers d'une transition vers un réseau NGN

I.6.1. Principales différences entre un réseau NGN et un réseau TDM

En termes d'architecture, il n'y a pas fondamentalement de réduction du nombre de points de présence d'un opérateur, qui doit toujours contrôler les mêmes lignes d'abonnés, avec les mêmes contraintes physiques sur la paire de cuivre. Néanmoins :

➤ En lieu et place de points de commutation (type classe 5 et type classe 4), les opérateurs peuvent être amenés à ne plus exercer de commutation locale, mais uniquement un contrôle des lignes d'accès. Ce contrôle est opéré par des media Gateway, qui en première approche se retrouvent présents en chacun des points où a pu exister une fonction de commutation dans le réseau commuté (à la rénovation du réseau d'accès près). Ces équipements ne sont toutefois pas « intelligents » au sens où ils ne font que transformer un signal TDM entrant en signal IP sortant, qui est ensuite envoyé sur le réseau IP.

➤ A l'inverse, la fonction de commutation se trouve quant à elle séparée des points où est exercé le contrôle d'accès. De ce fait elle peut être « distribuée » ou « centralisée » en fonction des choix de l'opérateur. Dans le cas d'un réseau fixe, il nous semble logique de distribuer la fonction de classe 5 (pour permettre la commutation du trafic local sans engorger le réseau), et de centraliser la fonction de classe 4, pour bénéficier du maximum d'économies d'échelle dans la gestion des plateformes.

Les principaux changements entre un réseau TDM et un réseau NGN pour un opérateur historique (qui possède ses sites) nous semblent donc résider dans :

I.6.1.1. L'évolution du nombre de lignes « administrées » par un softswitch de classe 5 :

Un seul et même softswitch classe 5 peut être connecté à plusieurs media Gateway, qui correspondaient tous à un classe 5 TDM dans l'ancienne architecture.

I.6.1.2. L'évolution du nombre de classe 5 contrôlés par une seule et même classe 4 :

En lieu et place de plusieurs anciens classe 4 TDM, on peut n'avoir qu'un seul softswitch de classe 4 capable de gérer un plus grand nombre de lignes.

I.6.1.3. Le passage de liaisons physiques TDM a des liaisons physiques IP

L'opérateur le souhaite, son réseau NGN peut être opéré en utilisant le protocole IP. Le coût de la bande passante utilisée par cet opérateur peut être modifié.

I.6.1.4. L'utilisation d'une signalisation IP au lieu d'une signalisation TDM

L'utilisation du protocole IP pour le trafic vocal induit la gestion de la signalisation du trafic en utilisant ce même protocole. L'utilisation de la bande passante TDM par le protocole SS7 est bien optimisée, la mise en œuvre de voix sur IP est moins. A capacité équivalente au niveau physique, un trafic vocal moins important pourra être acheminé par un réseau IP en comparaison à un réseau TDM. [1]

I.7. Le contexte et les enjeux des réseaux et services de nouvelle génération

L'évolution progressive du monde des télécommunications vers des réseaux et des services de nouvelle génération est aujourd'hui une tendance forte qui suscite l'intérêt d'une majorité d'acteurs. Elle résulte de la conjonction d'un ensemble de facteurs favorables dont : [2]

I.7.1. Les évolutions profondes du secteur des télécommunications

➤ La dérégulation des marchés (du transport longue distance à la boucle locale). Le cadre réglementaire actuel tend à encourager la compétition et a permis à un certain nombre d'opérateurs alternatifs de se positionner par rapport à l'opérateur historique et de le concurrencer sur les marchés des données, de la voix, des services Internet et plus récemment sur la boucle locale.

➤ Des tendances plus nouvelles, comme le recours à l'externalisation, que ce soit pour le matériel ou les applicatifs, et la recherche d'optimisation des réseaux. Le développement massif

de l'outsourcing sur le marché des utilisateurs professionnels a généré ou développé de nouveaux métiers dans les télécoms : opérateurs de réseau privé virtuel ou de bande passante, infogérance, ASP (Application System Provider), centres d'appels, services Centrex ...

➤ La recherche d'économies d'échelle est une notion présente dans plusieurs concepts télécoms qui font aujourd'hui l'actualité : l'évolution de la téléphonie vers l'IP, la convergence voix/données, la flexibilité réseau, les opérateurs virtuels et le partage d'infrastructure (MVNO dans le monde mobile) ou encore les nouvelles générations de réseaux mobiles économes en ressources spectrales.

➤ L'émergence de nouveaux acteurs et de nouveaux modèles économiques afin de développer de manière viable et optimisée les services et les contenus : développement du marché des « purs » fournisseurs de services, partenariats entre les opérateurs de transport / accès et les fournisseurs de services. Cette tendance est favorisée par les nouveaux standards (ex. : interfaces OSA – Open Service Architecture – en UMTS, et travaux du groupe Parlay). Elle rend d'autant plus cruciales les problématiques d'interopérabilité et de facturation.

I.7.2. Le développement de gammes de services nouveaux

L'essor des services internet et multimédia, la recherche de mobilité et d'accessibilité totale. Il est raisonnable de penser que l'évolution massive des services constatée ces dernières années est loin d'être terminée. Le marché des systèmes de communications électroniques s'apprête à vivre encore de nouvelles révolutions et des évolutions fortes en termes de services proposés : [2]

➤ L'accentuation du succès mondial d'Internet et l'explosion du volume de données gérées, stockées et transférées.

➤ Le besoin toujours plus fort des utilisateurs d'une accessibilité totale aux données et aux services (Internet mobile, UMTS, WLAN, mobilité entre réseaux d'accès ou terminaux de technologies différentes, ...) potentiellement couplée à des services à haute valeur ajoutée utilisant la géolocalisation.

➤ Le développement de contenus et services multimédia, de plus en plus interactifs et temps réel, que l'on devine mais qui restent pour la plupart à définir. Ils nécessitent techniquement d'assurer différents modes d'accès, et de développer de nouveaux terminaux hybrides et multi-fonctions.

- Le développement inévitable du commerce électronique, qui pose des problèmes techniques liés aux transactions temps réel, au paiement sécurisé, au développement de solutions de porte-monnaie virtuel.
- L'importance cruciale et croissante de la relation client pour acquérir et fidéliser les clients, qui génère le développement massif des centres d'appel et du couplage téléphonie-informatique (CTI – Computer-Telephony-Integration).
- D'éventuels produits nouveaux, répondant à des besoins non encore identifiés, qui seront le fruit de l'accélération de l'évolution des services aujourd'hui constatée. Cela implique pour les acteurs un besoin croissant de souplesse et de réactivité pour répondre aux attentes des utilisateurs.

I.7.3. Des progressions technologiques d'envergure dans le domaine des réseaux de données

- L'évolution des réseaux de transport, et notamment des couches optiques, vers le très haut débit (commutation optique, multiplexage en longueur d'onde WDM).
- La généralisation du protocole IP et l'émergence de la nouvelle version de ce protocole, IPv6, qui permettra notamment d'en améliorer les capacités d'adressage et de gestion et de la sécurité.
- L'arrivée à maturité de technologies nouvelles comme le MPLS, qui permet de véhiculer de manière différenciée des flux IP avec une meilleure gestion de la qualité de service.
- Ces évolutions permettent d'envisager de manière souple la diffusion sur IP de contenus temps réel avec des contraintes de qualité de service fortes.

I.8. Conclusion

Il résulte de ce contexte le besoin - et la faisabilité technique - d'une évolution vers un nouveau modèle de réseaux et de services appelé NGN (Next Generation Networks). Afin de s'adapter aux grandes tendances qui sont la recherche de souplesse d'évolution de réseau, la distribution de l'intelligence dans le réseau, et l'ouverture à des services tiers, les NGN sont basés sur une évolution progressive vers le « tout IP » et sont modélisés en couches indépendantes dialoguant via des interfaces ouvertes et normalisées : La couche « Accès », qui permet l'accès de l'utilisateur aux services via des supports de transmission et de collecte divers : câble, cuivre, fibre optique, boucle locale radio, xDSL, réseaux mobiles. La couche « Transport

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

CHAPITRE 2

Architecture NGN

II.1. Introduction

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

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

Ce 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). [3]

II.2. Modèle d'architecture en couche

Le passage à une architecture de type NGN est notamment caractérisé par la séparation des fonctions de commutation physique et de contrôle d'appel. L'architecture NGN introduit un modèle en couches, qui scinde les fonctions et les équipements responsables du transport du trafic et du contrôle. Il est possible de définir un modèle architectural basé sur quatre couches successives :

II.2.1. La couche d'accès

Qui regroupe les fonctions et les équipements permettant de gérer l'accès des équipements utilisateurs au réseau, selon la technologie d'accès (téléphonie commutée, DSL, câble). Cette couche inclut par exemple les équipements DSLAM (*DSL Access Multiplexer*) fournissant l'accès DSL.

II.2.2. La couche de transport

Qui est responsable de l'acheminement du trafic voix ou données dans le cœur de réseau, selon le protocole utilisé. L'équipement important à ce niveau dans une architecture NGN est le

Media Gateway (MG) responsable de l'adaptation des protocoles de transport aux différents types de réseaux physiques disponibles (TDM, IP, ATM, ...).

II.2.3. La couche de contrôle

Qui gère l'ensemble des fonctions de contrôle des services en général, et de contrôle d'appel en particulier pour le service voix. L'équipement important à ce niveau dans une architecture NGN est le serveur d'appel, plus communément appelé « softswitch », qui fournit, dans le cas de services vocaux, l'équivalent de la fonction de commutation dans un réseau NGN. Dans le standard IMS défini par le 3GPP, les fonctionnalités et interfaces du softswitch sont normalisées, et l'équipement est appelé CSCF (Call Session Control Function).

II.2.4. La couche d'exécution des services

Qui regroupe l'ensemble des fonctions permettant la fourniture de services dans un réseau NGN. En termes d'équipements, Cette couche regroupe deux types d'équipement : les serveurs d'application (ou application servers) et les « enablers », qui sont des fonctionnalités, comme la gestion de l'information de présence de l'utilisateur, susceptibles d'être utilisées par plusieurs applications. Cette couche inclut généralement des serveurs d'application SIP, car SIP (Session Initiation Protocol) est utilisé dans une architecture NGN pour gérer des sessions multimédias en général, et des services de voix sur IP en particulier.

II.2.5. La couche applications

Pour les différents services et applications susceptibles d'être offerts dans une architecture NGN. Il peut naturellement s'agir de services IP, mais les opérateurs s'attacheront aussi à supporter les services vocaux existants de réseau intelligent (renvoi d'appel, etc.) dans le cadre d'une migration vers une architecture NGN. Cette couche applications regroupe aussi l'environnement de création de services, qui peut être ouvert à des fournisseurs de services tiers. Le développement d'applications s'appuie sur les serveurs d'application et les enablers de la couche d'exécution des services. Toutes ces couches sont indépendantes et communiquent entre elles via des interfaces ouvertes. Cette structure en couches est sensée garantir une meilleure flexibilité et une implémentation de nouveaux services plus efficaces. La mise en place d'interfaces ouvertes facilite l'intégration de nouveaux services développés sur un réseau

d'opérateur mais peut aussi s'avérer essentielle pour assurer l'interconnexion d'un réseau NGN avec d'autres réseaux qu'ils soient NGN ou traditionnels. [1]

Figure (II.1) représente l'architecture en couche d'un réseau NGN

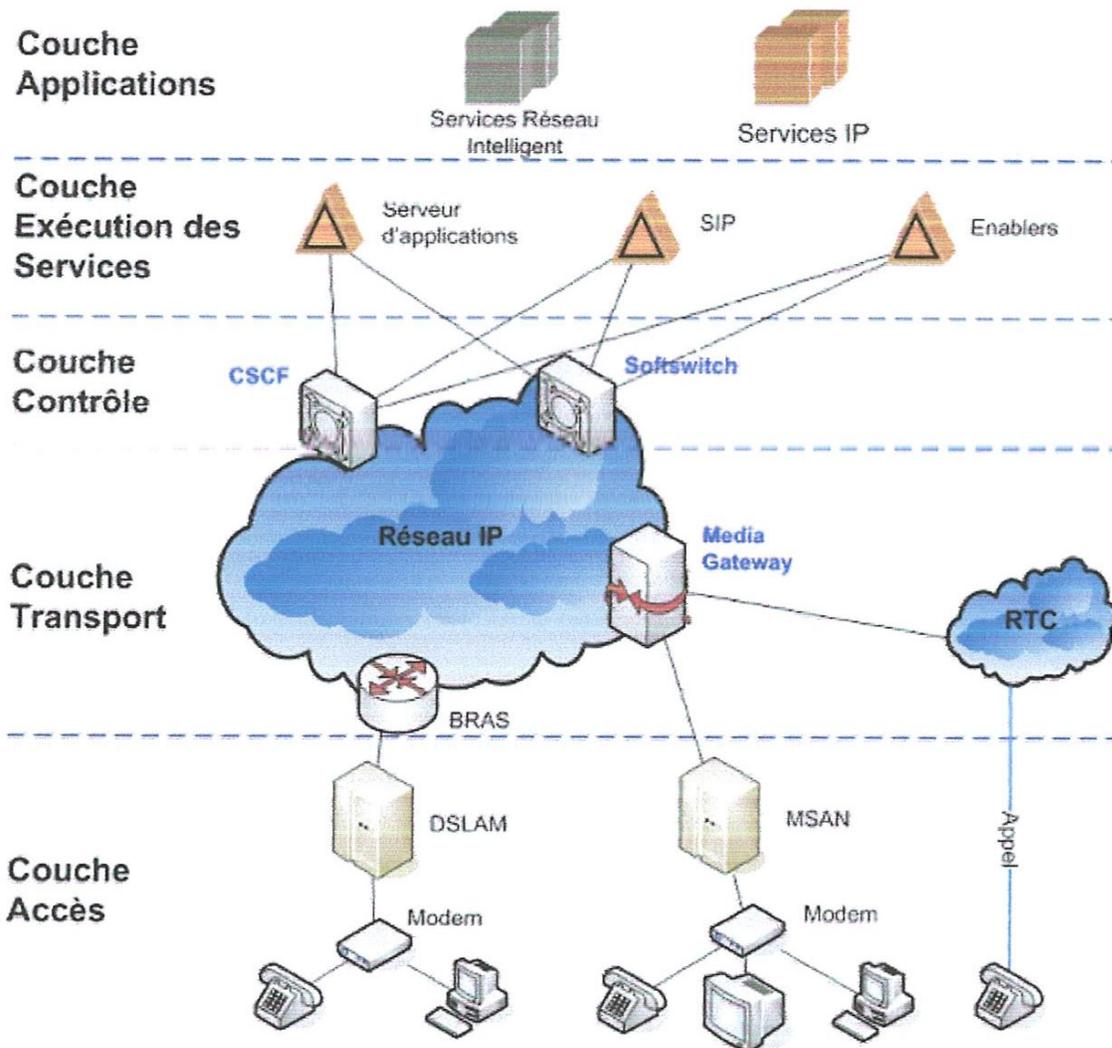


Figure (II.1). Architecture en couche d'un réseau NGN [1]

II.3. Cœur du réseau NGN : entités et protocoles

Les principales caractéristiques des réseaux NGN sont l'utilisation d'un unique réseau de transport en mode paquet (IP, ATM,...) ainsi que la séparation des couches de transport des flux

et de contrôle des communications, qui sont implémentées dans un même équipement pour un commutateur traditionnel.

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

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

- ❖ Apparition de nouveaux protocoles de contrôle d'appel et de signalisation entre ces équipements (de serveur à serveur, et de serveur à Media Gateway).

Figure (II.2) représente le principe d'architecture physique d'un réseau NGN.

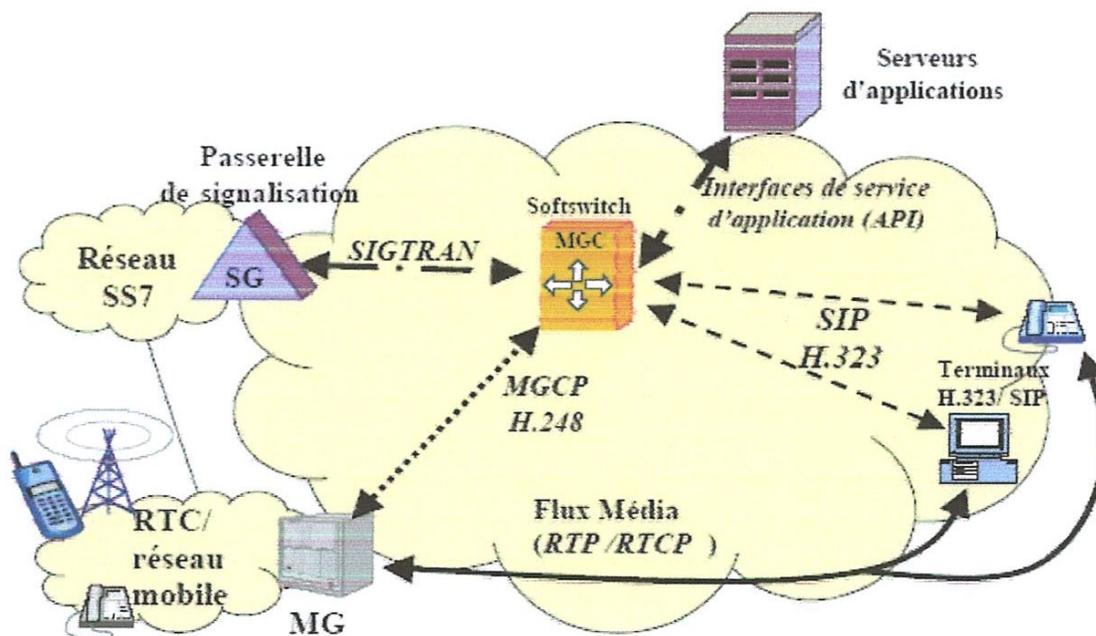


Figure (II.2). Architecture simplifiée des NGN [2]

II.3.1. Les entités fonctionnelles du cœur de réseau NGN

Un réseau NGN utilise un ensemble d'équipements qui jouent le même rôle qu'un commutateur traditionnel, mais qui sont désormais séparés en trois composants distincts [2]:

II.3.1.1. Le Media Gateway (MG)

Son rôle est d'assurer la gestion (disponibilité, détection de fautes) de la couche physique du réseau. Cette couche physique peut être le réseau de transmission, ou le réseau d'accès. Dans le cas où il s'agit du réseau d'accès, la fonction de Media Gateway peut être embarquée dans l'équipement d'accès lui-même, comme c'est le cas pour un MSAN (*Multiservice Access Node*). Elle a pour rôle :

- Le codage et la mise en paquets du flux média reçu de la part du réseau d'accès vers le réseau paquet et inversement, autrement dit, la conversion du trafic par exemple TDM/IP.
- La transmission, suivant les instructions du Media Gateway Controller, des flux média reçus de part et d'autre.
- Le MG est piloté par le MGC.

II.3.1.2. Le Signalling Gateway (SG)

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).

II.3.1.3. Le serveur d'appel ou 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. [4]

II.3.1.4. Multi-Service Access Node (MSAN)

Les MSAN constituent une évolution naturelle des DSLAMs (Digital Subscriber Line Access Multiplexer). Un MSAN est un équipement qui constitue, dans la plupart des architectures de type NGN, un point d'entrée unique vers les réseaux d'accès des opérateurs. A la différence d'un DSLAM, dont le châssis ne peut supporter que des cartes permettant de proposer des services de type xDSL, un MSAN peut supporter des cartes RNIS, Ethernet ou encore X25. De ce fait, au sein d'un seul et même châssis, l'opérateur peut déployer toutes les technologies d'accès envisageables sur son réseau.

II.3.2. 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. On peut classer les protocoles de contrôle en différents groupes : [2]

II.3.2.1. Les protocoles de contrôle d'appel

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

II.3.2.1.1. Le protocole historique : H.323

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

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

- Les terminaux H.323: sont des systèmes multimédia (téléphone, PC) permettant de communiquer en « temps réel ».
- Le gatekeeper: gère les terminaux H.323 (identification et traduction d'adresses) et les établissements d'appels.
- La passerelle H.323: 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.

II.3.2.1.2. Le protocole alternatif : SIP

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

L'architecture de SIP est basée sur des relations client/serveur. Les principales composantes sont : [2]

- 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.

II.3.2.2. Les protocoles de commande de Media Gateway

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

II.3.2.2.1. Le protocole historique : MGCP

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

II.3.2.2.2. Le protocole alternatif : MEGACO/H.248

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

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

- Support de services multimédia et de vidéoconférence.
- Possibilité d'utiliser UDP ou TCP.
- Utilise le codage en mode texte ou binaire.

II.3.2.3. Les protocoles de signalisation entre les serveurs de contrôle

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

- Au niveau du cœur de réseau avec des protocoles tels que BICC (Bearer Independent 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.

Figure (II.3) illustre les niveaux auxquels sont utilisés les différents protocoles cités précédemment.

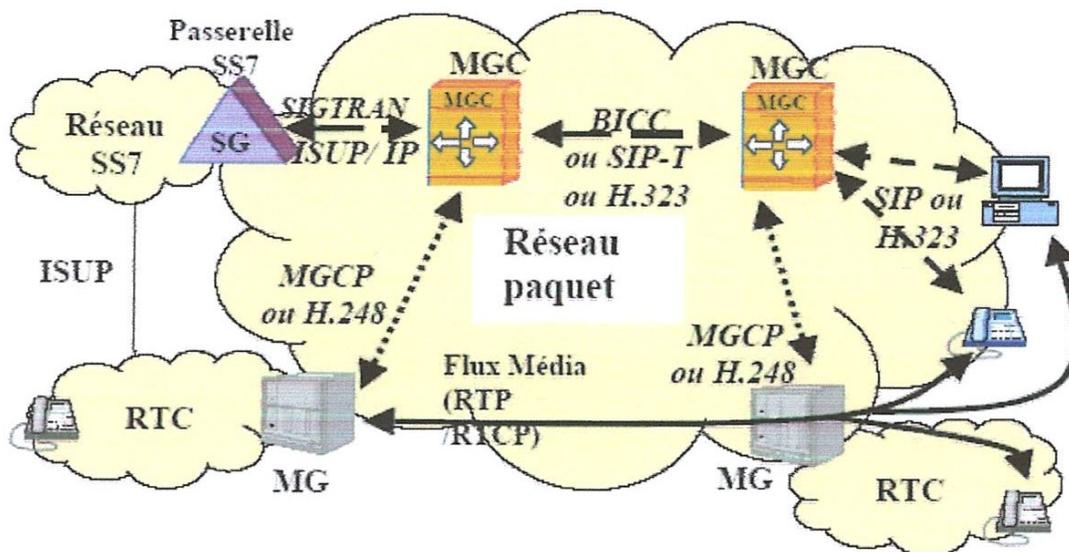


Figure (II.3). Les familles de protocoles d'un réseau NGN [2]

II.4. Différentes catégories de NGN

On peut classer la solution NGN selon deux catégories : le NGN téléphonie et le NGN Multimédia. [1]

II.4.1. NGN téléphoniques

Ce 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 (resp. NGN class 5) émule donc le réseau téléphonique au niveau transit (resp. au niveau accès) en transportant la voix sur un mode paquet.

II.4.1.1. NGN de transit

Dans ce scénario, l'opérateur applique le concept NGN au niveau de la couche transport de son réseau, mais dès que l'on s'approche des commutateurs de class 5, 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 ses 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.

Concrètement, il s'agit d'installer des Media Gateway assurant l'interfaçage entre le réseau IP de transport de 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 MGCP/H.248.

II.4.1.2. NGN d'accès

L'opérateur choisit de mettre en place une architecture NGN qui a pour vocation également à agréger le trafic local. Ce scénario constitue une prolongation naturelle du premier. 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 class 5 ne diffère d'un commutateur de class 4 ou de niveau hiérarchique supérieur que par sa capacité de traitement de données. Il n'intègre aucune intelligence réseau.

Les commutateurs de class 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 tel que le déploiement de l'équipement MSAN.

En conclusion, une migration de class 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.

II.4.2. NGN Multimédia

C'est une architecture offrant les services multimédia puisque l'utilisateur a un terminal IP multimédia. Cette solution est plus intéressante que les précédentes puisque 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 Multimédia NGN connu sous le nom IMS permet d'offrir des services multimédia à des utilisateurs disposant d'un accès large bande tel que xDSL, câble, WiFi/WiMax, EDGE/UMTS, etc. En effet, dans notre projet, nous allons nous intéresser essentiellement à l'introduction de l'IMS dans le cadre d'un accès de type ADSL.

II.5. IP Multimedia Subsystem « IMS »

II.5.1. Définition

L'internet supporte depuis déjà plusieurs années et avec une qualité très acceptable de nombreux services à succès tels que l'E-mail, le WEB, le streaming audio/vidéo, le « chat ». Dans les domaines des applications de téléphonie et les communications multimédia, Microsoft MSN, Yahoo, et Skype sont déjà présents sur ce marché mais proposent des solutions propriétaires.

La téléphonie devient donc une application sur internet parmi d'autres et tout fournisseur d'applications sur l'internet peut proposer le service de téléphonie sur IP à ses clients indépendamment du type d'accès à Internet utilisé par le client : ADSL, câble, UMTS...

L'IMS –IP Multimedia Subsystem- normalisé par le monde des télécommunications est une nouvelle architecture basée sur de nouveaux concepts, de nouvelles technologies, de nouveaux partenaires et un nouvel écosystème. L'IMS supporte sur un réseau tout IP les sessions applicatives temps réels (voix, vidéo, conférence,...) et non temps réel (Push To Talk, Présence, messagerie instantanée,...). L'IMS intègre de plus le concept de convergence de services supportés indifféremment par des réseaux de natures différentes : fixe, mobile ou Internet. L'IMS est également désigné sous le vocable de NGN Multimedia (Next Generation Network)

Déployer une architecture IMS est donc une décision stratégique qui peut être prise par un opérateur télécom traditionnel dans le cadre du repositionnement de son activité sur le marché des services sur IP mais qui peut également être prise par toute entité qui déciderait, même sans posséder de réseaux d'accès ou de transport, de développer une activité de services à valeur ajoutée sur IP. [5]

II.5.2. Architecture IMS

L'introduction de l'IMS (IP Multimedia Subsystem) dans les réseaux fixe et mobile représente un changement fondamental dans les réseaux de télécommunication de type voix. Les nouvelles capacités des réseaux et des terminaux, le mariage entre l'internet et la voix, le contenu et la mobilité donnent naissance à des nouveaux modèles de réseaux et surtout offrent un formidable potentiel pour développer de nouveaux services. Dans cet objectif, l'IMS est conçu pour offrir aux utilisateurs la possibilité d'établir des sessions multimédia en utilisant tout accès haut débit et une commutation de paquets IP

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

- Multi-services : tout type de services délivrés par un réseau cœur supportant différents niveaux de QoS pourront être offerts à l'utilisateur,
- Multi-accès: Tout réseau d'accès large bande, fixe et mobile pourra s'interfacer à l'IMS.

L'IMS n'est pas un unique réseau, mais différents réseaux qui interopèrent grâce à des accords de roaming IMS fixe-fixe, fixe-mobile, mobile-mobiles

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

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

II.5.2.1. Structuration en couche de l'architecture IMS

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

- « La couche ACCES » peut représenter tout accès haut débit tel que : UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network), CDMA2000 (technologie d'accès large bande

utilisée dans les réseaux mobiles aux Etats-Unis), xDSL, réseau câble, Wireless IP, WiFi, etc,

- « La couche TRANSPORT » représente un réseau IP. Ce réseau IP pourra intégrer des mécanismes de QoS avec MPLS, Diffserv, RSVP, etc. La couche transport consiste donc en des routeurs (edge router à l'accès et en core router en transit) reliés par un réseau de transmission. Différentes piles de transmission peuvent être considérées pour le réseau IP: IP/ATM/SDH, IP/Ethernet, IP/SDH, etc,
- « La couche CONTROLE » consiste en des contrôleurs de session responsables du routage de la signalisation entre usagers et de l'invocation des services. Ces noeuds s'appellent des CSCF (Call State Control Function). IMS Introduit donc un environnement de contrôle de session sur le domaine paquet,
- « La couche APPLICATION » introduit les applications (services à valeur ajoutée) proposés aux usagers. L'opérateur peut se positionner grâce à sa couche CONTRÔLE en tant qu'agrégateur de services offerts par l'opérateur lui-même ou par des tiers. La couche application consiste en des serveurs d'application (AS, Application Server) et des MRF (Multimedia resource function) que les fournisseurs appellent serveurs de média IP (IP MS, IP Media Server).

L'architecture globale IMS est décrite à la figure (II.4) :

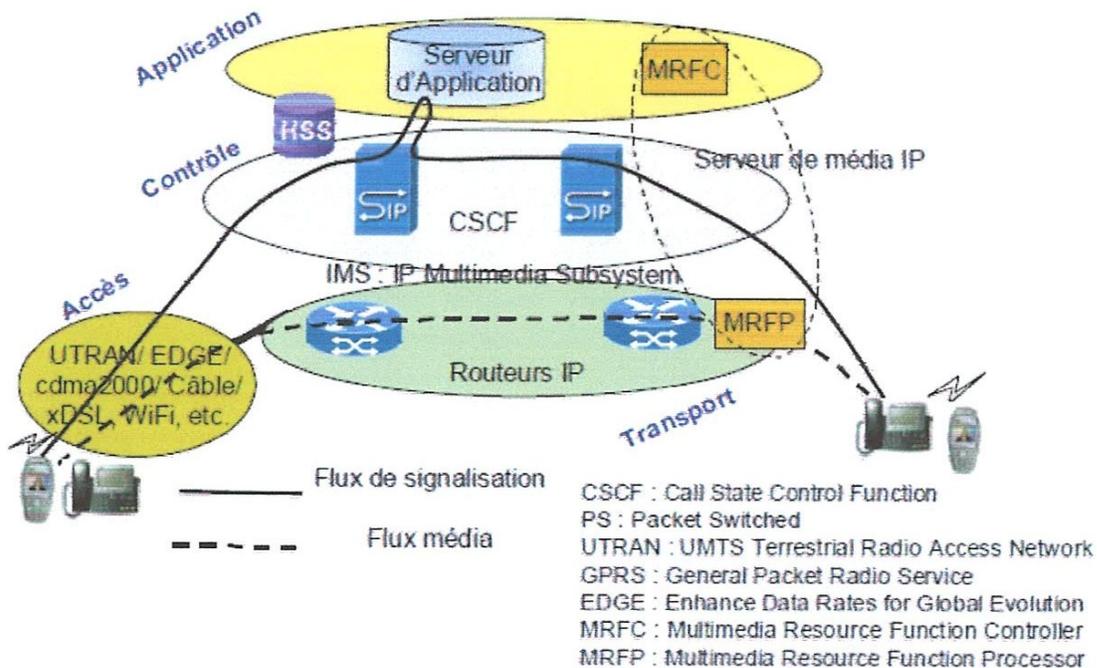


Figure (II.4). L'architecture de Réseau et de Service IMS [5]

II.5.2.2. Concepts sous-jacents à l'architecture IMS

Un ensemble de besoins ont été défini lors de la conception de l'IMS :

- Connectivité IP : Le client doit disposer de la connectivité IP pour accéder aux services IMS. Par ailleurs, le protocole IPv6 est requis. La raison fondamentale qui justifie l'usage d'IPv6 est l'insuffisance d'adresse IPv4 pour permettre à chaque mobile (si l'on considère l'application de l'IMS aux réseaux mobiles) de disposer d'une adresse IP avec un mode "accès permanent". Des solutions comme la traduction d'adresse réseau (NAT, Network Address Translation) ne peuvent être que temporaires. De nouveaux services comme l'accès permanent, le téléchargement systématique, l'auto-configuration, les applications en temps réel (téléphonie), la sécurité, etc. dépasseront bientôt les possibilités de la technologie NAT.
- Avec IPv6, les champs d'adresse ont une longueur de 16 octets à la différence des adresses IPv4 sur 4 octets. L'IPv6 fournit donc un espace d'adressage élargi permettant d'attribuer une adresse unique à chaque équipement Internet mobile (une nécessité pour les équipements « toujours connectés »),
- L'IPv6 permet de configurer automatiquement l'adresse IP de la machine hôte [sans avoir recours au protocole de configuration dynamique de la machine hôte (DHCP, Dynamic Host Configuration Protocol)], ce qui est intéressant pour les équipements mobiles,
- L'IPv6 gère la sécurité de bout en bout.
- Le réseau mobile peut être considéré comme un réseau fermé dont l'interfonctionnement avec le réseau antécédent IPv4 peut être assuré à la périphérie du réseau (avec des routeurs passerelles exécutant des empilages IP doubles avec des tunnels IPv6-IPv4, etc.).
- Indépendance par rapport à l'accès : L'IMS a été conçu pour être indépendant de l'accès afin que les services IMS puissent être fournis à partir de n'importe quel type d'accès connecté à un réseau IP (e.g. GPRS, UMTS, WLAN, xDSL, câble, etc).
- Garantie QoS des services multimédia : Sur internet, le type de QoS fourni est best effort. Cela ne sera pas le cas avec l'IMS. Les réseaux d'accès et de transport de l'IMS fournissent la QoS de bout-en-bout. A travers l'IMS, le terminal négocie ses capacités et exprime ses exigences de QoS durant la phase d'établissement de la session avec le protocole SIP. En parallèle le terminal réserve les ressources nécessaires dans le réseau d'accès en utilisant un protocole de réseau de ressources (e.g. RSVP, etc.).

- Contrôle de politique : Le contrôle de politique IP signifie la capacité d'autoriser et de contrôler l'usage du trafic au niveau média dans l'IMS sur la base des paramètres de la signalisation SIP échangée lors de l'établissement de la session. Cela requiert des interactions entre le réseau d'accès et l'IMS à l'aide du protocole COPS (Common Open Policy Service).
- Communications sécurisées : L'IMS fournit des mécanismes de sécurité similaires à ceux mis en place dans les réseaux GSM et GPRS. Par exemple, l'IMS s'assure que l'utilisateur a été authentifié avant de pouvoir utiliser ses services.
- Taxation : L'IMS fournit différents modèles de taxation : off-line (postpayé) et on-line (prépayé).
- Support du roaming : L'utilisateur peut accéder à ses services IMS depuis n'importe quel réseau IMS visité. La mobilité de l'utilisateur (nomadisme) et de ses services sont pris en compte.
- Interfonctionnement avec d'autres réseaux : L'IMS ne sera pas déployé partout au même moment. Il est donc nécessaire de prévoir des passerelles entre les réseaux RTC/GSM et le réseau IMS. Ces passerelles de média (media gateways) sont contrôlées par des softswitchs. L'IMS identifie aussi un signaling gateway permettant de délivrer la signalisation ISUP du RTC/GSM au softswitch sur SIGTRAN.
- Contrôle de service : L'IMS fournit tous les éléments permettant de connaître les services souscrits par l'abonné et de les invoquer pour toute session sortante ou entrante.
- Développement de service : L'IMS fournit les APIs permettant le développement de services multimédia. Parmi les APIs déjà considérées figurent la présence, la messagerie instantanée, le push to talk, la conférence et le « chat ».

II.5.2.3. IMS et SIP

SIP est un protocole de signalisation défini par l'IETF (Internet Engineering Task Force) permettant l'établissement, la libération et la modification de sessions multimédias. SIP est utilisé dans l'IMS comme protocole de signalisation pour le contrôle de sessions et le contrôle de service. Il remplace donc à la fois les protocoles ISUP (ISDN User Part) et INAP (Intelligent Network Application Part) du monde de la téléphonie en apportant la capacité multimédia. Il hérite de certaines fonctionnalités des protocoles HTTP (Hyper Text Transport Protocol) utilisé pour naviguer sur le WEB, et SMTP (Simple Mail Transport Protocol) utilisé pour transmettre des messages électroniques (E-mails). SIP s'appuie sur un modèle transactionnel client/serveur

comme HTTP. L'adressage utilise le concept d'URL SIP (Uniform Resource Locator) qui ressemble à une adresse E-mail. Chaque participant dans un réseau SIP est donc adressable par une URL SIP. Par ailleurs, les requêtes SIP sont acquittées par des réponses identifiées par un code numérique. D'ailleurs, la plupart des codes de réponses SIP ont été empruntés au protocole HTTP. Par exemple, lorsque le destinataire n'est pas localisé, un code de réponse « 404 Not Found » est retourné. Une requête SIP est constituée de headers comme une commande SMTP. Enfin SIP comme SMTP est un protocole textuel. [5]

II.5.3. Entités de Réseau IMS

II.5.3.1. Terminal IMS

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

II.5.3.2. Home Subscriber Server (HSS)

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

II.5.3.3. Call State Control Function (CSCF)

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

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

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

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

- L'acheminement de la méthode SIP REGISTER émise par le terminal à l'entité I-CSCF à partir du nom du domaine nominal.
- L'acheminement des méthodes SIP émises par le terminal au S-CSCF dont le nom a été obtenu dans la réponse à la procédure d'enregistrement
- Le routage des méthodes SIP ou réponses SIP au terminal.
- La génération de CDRs (Call Detailed Record).
- La compression / décompression des messages SIP.

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

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

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

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

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

- L'émulation de la fonction Registrar puisqu'il accepte les méthodes SIP d'enregistrement et met à jour le HSS.
- L'émulation de la fonction Proxy server puisqu'il accepte les méthodes SIP et les achemine.

- L'émulation de la fonction User Agent puisqu'il peut terminer des méthodes SIP par exemple lorsqu'il exécute des services complémentaires.
- L'interaction avec des serveurs d'application après avoir analysé les critères de déclenchement des services correspondants.
- La génération de CDRs.

Avant de pouvoir utiliser les services du domaine IM, tels qu'établir une session multimédia ou recevoir une demande de session, un usager doit s'enregistrer au réseau. Que l'utilisateur soit dans son réseau nominal ou dans un réseau visité, cette procédure fait intervenir un PCSCF. Par ailleurs, tous les messages de signalisation émis par le terminal ou à destination du terminal sont relayés par le P-CSCF ; le terminal n'a jamais la connaissance des adresses des autres CSCFs (i.e., I-CSCF et S-CSCF).

II.5.3.4. MGCF, IMS-MGW et T-SGW : Interfonctionnement avec le RTC

Le domaine IMS doit interfonctionner avec le RTCP afin de permettre aux utilisateurs IMS d'établir des appels avec le RTCP. L'architecture d'interfonctionnement présente un plan de contrôle (signalisation) et un plan d'utilisateur (transport). Dans le plan utilisateur, des passerelles (IMS-MGW, IMS - Media Gateway) sont requises afin de convertir des flux RTP en flux TDM. Ces passerelles ne traitent que le média. Des entités sont responsables de créer, maintenir et libérer des connexions dans ces passerelles; il s'agit de contrôleurs de passerelles (MGCF, Media Gateway Control Function). Par ailleurs, ce même MGC termine la signalisation ISUP du côté RTC qu'il convertit en signalisation SIP qui est délivrée au domaine IMS. Les messages ISUP provenant du RTC sont d'abord acheminés sur SS7 à une passerelle de signalisation (T-SGW, Trunking Signaling Gateway) qui les relaye au MGC sur un transport SIGTRAN.

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

II.5.3.4.1. L'IMS-MGW

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

II.5.3.4.2. Le MGCF

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

II.5.3.4.3. Le T-SGW

- Assure la conversion du transport pour l'acheminement de la signalisation ISUP entre le commutateur téléphonique et le MGCF. La signalisation ISUP est échangée :
 - Sur SS7 entre le commutateur et le T-SGW
 - Sur SIGTRAN entre le T-SGW et le MGCF
- Par contre, n'analyse pas les messages d'application ISUP.

La figure (II.5) représente un appel initié par le RTCP et à destination d'un terminal dans le sous-système IMS.

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

Le MGCF crée un contexte dans l'entité IMS-MGW en utilisant le protocole MEGACO/H.248. Ce contexte consiste en une association entre une terminaison TDM et une terminaison RTP. La terminaison TDM termine le circuit de parole que l'IMS-MGW partage avec le commutateur téléphonique. La terminaison RTP termine les canaux RTP entre l'IMS-MGW et le terminal IMS. L'IMS-MGW retourne une réponse à l'entité MGCF ; cette réponse contient un "local descriptor" qui correspond à la description SDP associée à sa terminaison RTP. L'entité MGCF génère une méthode SIP INVITE contenant la description SDP retournée par l'IMS-MGW. Cette méthode est envoyée au sous-système IMS qui se charge de la délivrer au terminal IMS.

Figure (II.5) représente l'Interfonctionnement entre RTC et IMS.

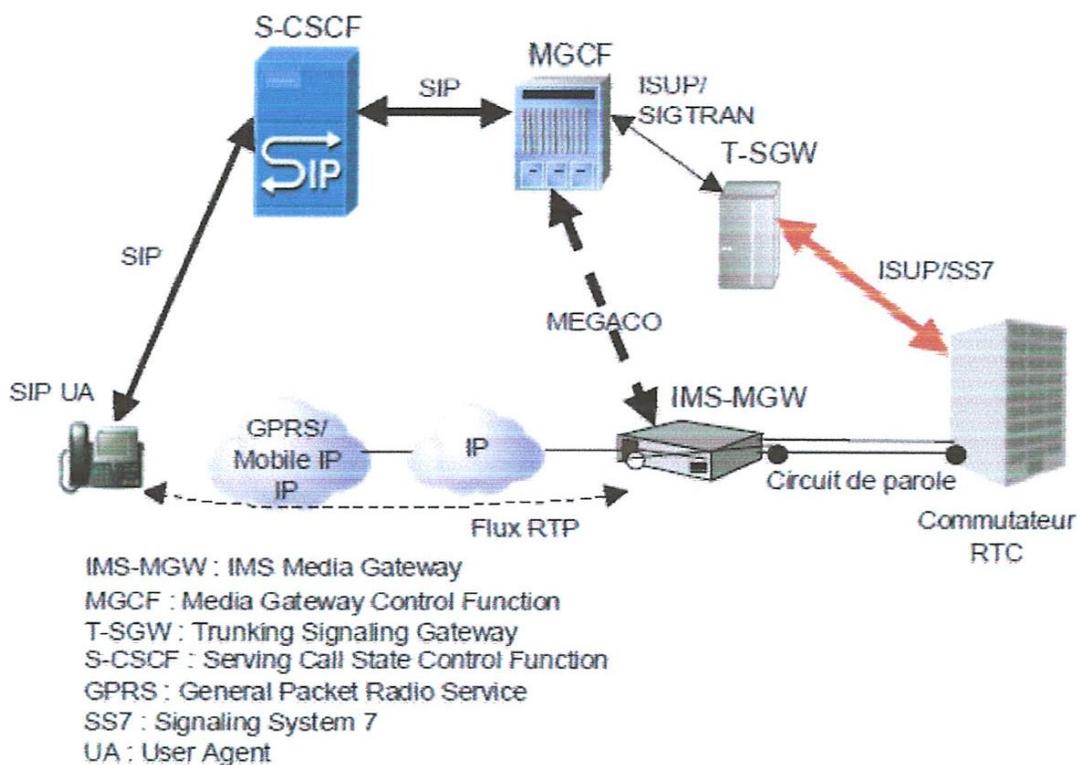


Figure (II.5). Interfonctionnement entre RTC et IMS [5]

II.5.4. Déploiement d'une architecture IMS

Des concepts introduits précédemment, on peut donc déduire que :

- L'IMS est indépendant de tout type d'accès. Aussi bien les usagers mobiles GPRS/UMTS que les usagers fixe large bande (xDSL, câble, etc.) peuvent accéder à l'IMS.
- L'IMS fournit l'interface aux réseaux en mode circuit (e.g, RTCP, domaine circuit GSM).
- L'IMS fournit une interface normalisée (ISC, IMS Service Control) basée sur le protocole SIP pour l'accès aux services.

L'IMS peut être déployé :

- Par un opérateur mobile pour offrir des services avancés et multimédia à ses usagers GPRS/EDGE/UMTS.
- Par un opérateur d'accès filaire (xDSL, câble).
- Par un opérateur virtuel qui déploie l'IMS en s'appuyant sur les réseaux d'accès d'opérateurs tiers.

Ces opérateurs peuvent déployer leurs propres services IMS et ouvrir leur architecture à des ASP qui interfacent alors leur propre serveur d'application à travers l'interface ISC. [5]

II.5.5. Architecture de service IMS

L'architecture de service IMS de base est constituée d'entités serveurs d'application, de serveurs de média IP et de S-CSCF équivalents à des serveurs d'appels, figure (II.6). Le serveur d'application SIP (AS, Application Server) exécute des services (e.g, Push To Talk, Présence, Prépaïd, Instant messaging, etc.) et peut influencer le déroulement de la session à la demande du service. Le serveur d'application correspond à l'entité SCF (Service Control Function) du Réseau Intelligent.

Le serveur de média IP met en œuvre l'entité fonctionnelle MRF (Multimedia Resource Function). Il établit des conférences multimédias, joue des annonces vocales ou multimédia et collecte des informations utilisateur. Il s'agit de l'évolution de l'entité SRF (Specialized Resource Function) du Réseau Intelligent dans le monde multimédia.

Le serveur d'appel SIP appelé S-CSCF (Serving - Call State Control Function) joue le rôle de point depuis lequel un service peut être invoqué. Il dispose du profil de service de l'abonné

qui lui indique les services souscrits par l'abonné et sous quelle condition invoqué ces services. Il correspond à l'entité SSF de l'architecture Réseau Intelligent.

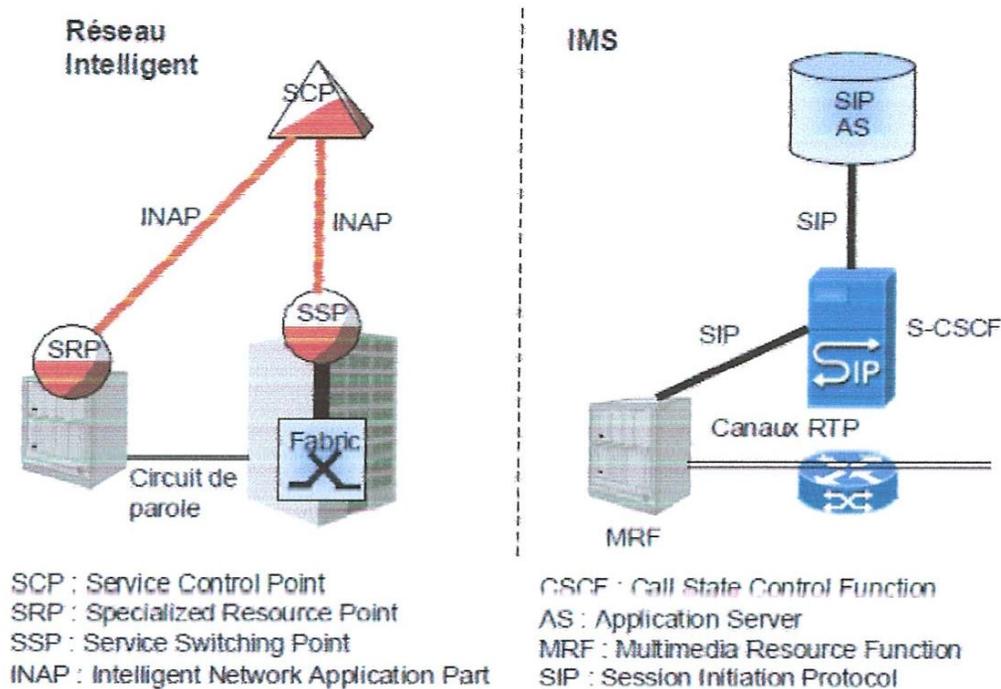


Figure (II.6). Réseau Intelligent versus Architecture de service IMS [5]

II.5.5.1. Entités de l'architecture de service IMS

L'architecture de service IMS consiste en un ensemble de serveurs d'application interagissant avec le réseau IMS (i.e., S-CSCF) à travers l'interface ISC (IP Multimedia Service Control) supportée par le protocole SIP, figure (II.7) :

Les serveurs d'application sont :

- Les serveurs d'application SIP (SIP AS) qui exécutent des services (e.g, Push To Talk, Présence, Prépaïd, Instant messaging, vidéoconférence, Unified messaging, etc.) et qui peuvent influencer le déroulement de la session à la demande du service.
- Le point de commutation au service IM (IM-SSF, IP Multimedia Service Switching Function) qui est un type particulier de serveur d'application SIP qui termine la signalisation SIP sur l'interface ISC d'une part et qui joue le rôle de SSP RI/CAMEL.

- La passerelle OSA (OSA SCS, OSA Service Capability Server) qui est un type particulier de serveur d'application SIP qui termine la signalisation SIP sur l'interface ISC et qui interagit avec des serveurs d'application OSA en utilisant l'API OSA.
- Un type spécialisé de serveur d'application SIP appelé gestionnaire d'interaction de service (SCIM, Service Capability Interaction Manager) qui permet la gestion des interactions entre serveurs d'application SIP.

En plus des serveurs d'application, il existe un serveur de média appelé MRF (Multimedia Resource Function). Il établit des conférences multimédias, joue des annonces vocales ou multimédia et collecte des informations utilisateur. Il s'agit de l'évolution de l'entité SRF (Specialized Resource Function) dans le monde multimédia. L'entité MRF est décomposée en deux fonctions :

- La fonction MRFP (MRF Processor) qui traite le média à travers le transport RTP/UDP/IP.
- La fonction MRFC (MRF Controller) qui traite la signalisation. L'interface Mr entre les entités S-CSCF et MRFC est supportée par le protocole SIP.

Tous les serveurs d'applications (IM-SSF et OSA SCS inclus) se comportent comme des serveurs d'application SIP. Par ailleurs ces serveurs d'application peuvent interagir avec l'entité MRFC à travers le S-CSCF afin de contrôler les activités média mises en œuvre par l'entité MRFP.

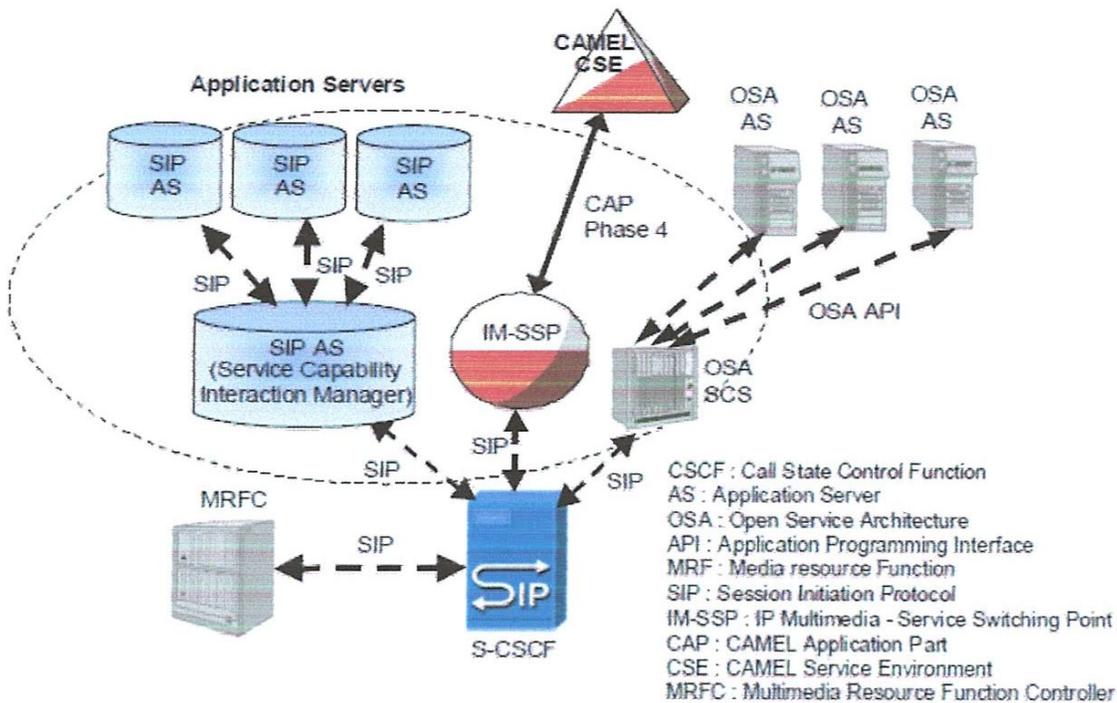


Figure (II.7). Architecture de service IMS [5]

II.5.6. Développement du business sur l'IMS

Le Point clé du développement du business sur l'IMS est la création de valeur. Cela passe par :

- Stratégie d'ouverture de l'IMS à des fournisseurs tiers (ASP, Application Service Providers) afin de permettre à l'opérateur d'enrichir son offre de service. Cette ouverture ne doit pas réduire l'opérateur à jouer le rôle de transporteur.
- Accord de roaming réseau et service entre opérateurs fixe-fixe, fixe-mobile et mobile-mobile afin de permettre à un usager de s'enregistrer depuis n'importe quel réseau visité et pouvoir accéder aux services fournis par son opérateur nominal. Il s'agit d'offrir la mobilité de l'utilisateur et la mobilité de ses services.
- Nouveaux services : Un nombre important d'applications doivent pouvoir s'intégrer avec les applications entreprises telles qu'Outlook ou Exchange. C'est justement ce type d'intégration entre l'IT de l'entreprise et le réseau de télécommunication qui a le potentiel pour créer de nouveaux services à valeur ajoutée pour les clients entreprise. L'IMS devra permettre à des systèmes au sein de l'entreprise tels que les systèmes CRM

et ERP de se connecter au réseau de télécommunication et d'utiliser les fonctionnalités du réseau avec des approches nouvelles.

- Combinaison des services : l'IMS permet à l'utilisateur d'initier plusieurs sessions simultanément. Par exemple une session audio peut s'exécuter en parallèle d'une session chat.
- Accounting, Rating et Billing : l'architecture IMS permet de remonter des informations de taxation des équipements de réseau et de service IMS. Des équipements de médiation produisent des tickets de taxations qui sont soumis au système de facturation responsable de valoriser ces tickets et de facturer le client. Il s'agira de développer de nouvelles politiques correspondant aux offres de service et des plates-formes associées.
- Management des services et du client : personnalisation des services, provisioning dynamique par le client en utilisant par exemple l'interface WEB. [5]

II.6. Conclusion

Grâce à l'IMS, les réseaux fixes et mobiles ne se contentent plus d'être un « réseau téléphonique » classique. Elle permet en fait de disposer d'une plateforme de service unique capable de gérer un grand nombre d'applications multimédia avec une très bonne qualité de service sur les réseaux de circuits et de paquets, et entre réseaux fixes et mobiles.

L'IMS offre ainsi des solutions pour résoudre les problèmes des réseaux de télécommunication traditionnels. Elle peut être déployée par un opérateur mobile pour offrir des services avancés et multimédia à ses usagers GPRS/EDGE/UMTS, par un opérateur d'accès filaire (xDSL, câble) ou par un opérateur virtuel qui déploie l'IMS en s'appuyant sur les réseaux d'accès d'opérateurs tiers. De ce fait, une migration vers cette nouvelle architecture est devenue une nécessité.

Cependant, la stratégie de migration vers l'IMS dépend de la perspective de l'opérateur. Dans le cas de Algérie Télécom, qui s'oriente vers l'offre des services Broadband, nous essayons d'élaborer la stratégie de migration la plus adaptée à son réseau fixe et plus particulièrement son réseau xDSL. Une telle solution doit permettre d'offrir de nouveaux services mais tout en prenant en charge les services du réseau intelligent fixe et mobile qui susciteront encore de l'intérêt.

L'objectif du chapitre suivant sera la proposition d'une stratégie de migration des réseaux actuels vers une architecture de type NGN.

CHAPITRE 3

Stratégies de migration vers l'NGN

III.1. Introduction

A travers l'étude du concept NGN et IMS, nous avons remarqué que tous les scénarios de migration qui peuvent être envisagés se basent essentiellement sur la séparation entre les différentes couches. En effet, dans notre étude nous allons nous intéresser à toutes les transformations nécessaires au niveau de la fonctionnalité des couches accès, transport, contrôle et services.

Par conséquent, le meilleur investissement pour un opérateur tel qu'Algérie Télécom, désirant demeurer compétitif dans le secteur de télécommunication, est le développement de son réseau d'accès xDSL selon un concept IMS.

III.2. Typologie des scénarios de migration

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 :

- 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.

A ces quatre scénarios peut être rajouté un cinquième, aujourd'hui mis en œuvre par Algérie Telecom qui consiste à procéder à une transformation radicale de son réseau voix fixe. L'approche d'Algérie Telecom consiste à remplacer le réseau commuté traditionnel par un nouveau réseau NGN. Les abonnés commutés voix sont progressivement migrés vers cette nouvelle infrastructure IP de bout en bout. Le scénario 4 (mise en place de solutions tout IP en overlay), qui s'en rapproche, est différent car il consiste à maintenir le réseau commuté pour le service de voix fixe, avec une architecture de réseau TDM traditionnelle, tout en développant en parallèle un réseau multi-services IP, qui est utilisé pour la fourniture de services DSL voix et data.

III.2.1. Scénario 1 : Mise en place de solutions NGN au niveau des liens de transit

III.2.1.1. Définition

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

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

III.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 MGCP/H.248.

III.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 :

- 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

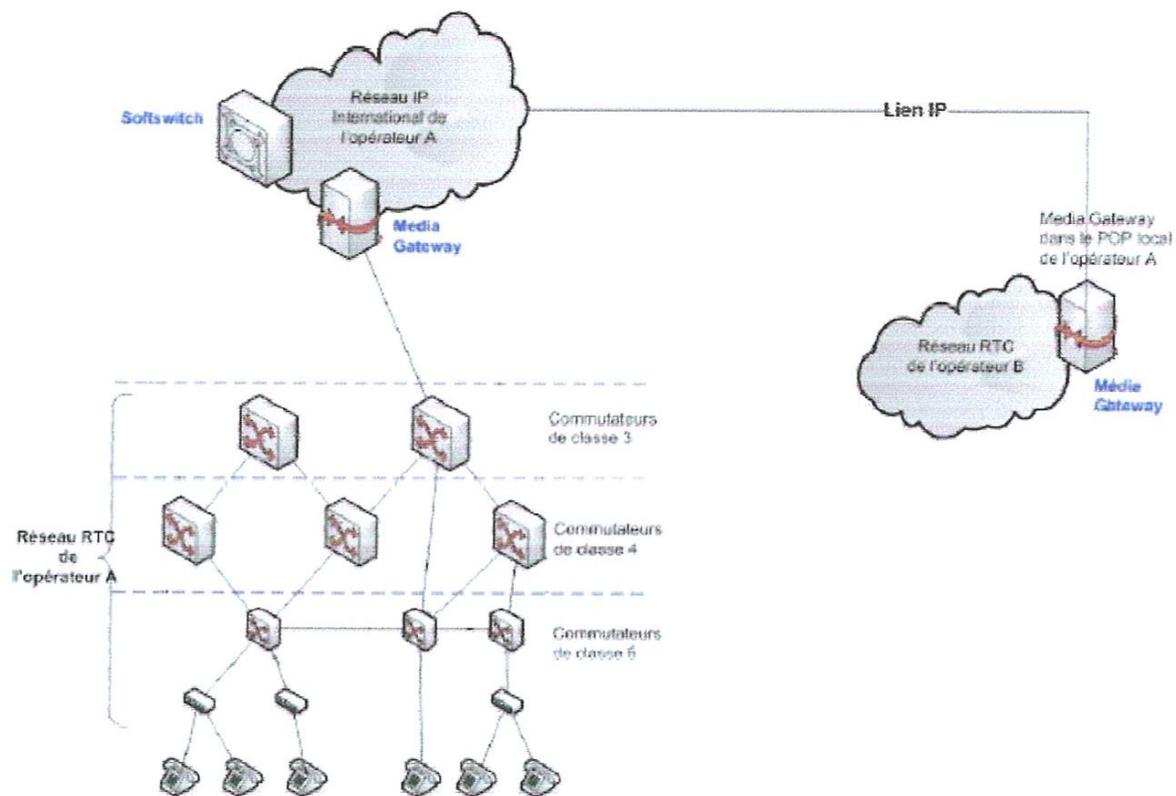


Figure (III.1). Architecture d'une solution NGN pour le trafic de transit international [1]

III.2.1.2.2. Exemple 2 : Migration du trafic téléphonique de transit au niveau national

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

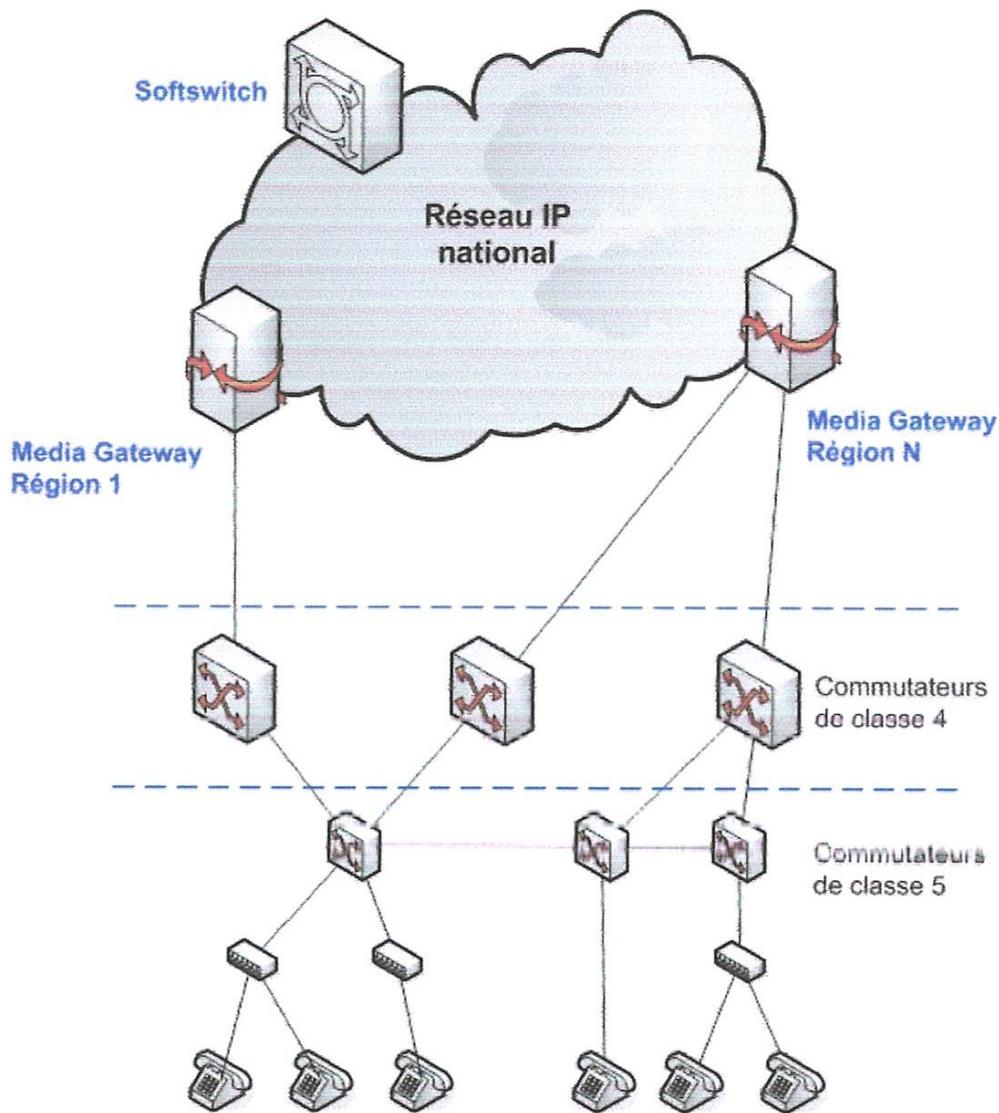


Figure (III.2). Architecture d'une solution NGN pour le trafic de transit national

III.2.2. Scénario2: Mise en place de solutions NGN jusqu'au commutateur de classe 4

III.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 est celui qui a le plus le vent en poupe, et constitue une prolongation naturelle du premier.

III.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 de capacités supportées par les media gateways et softswitchs.

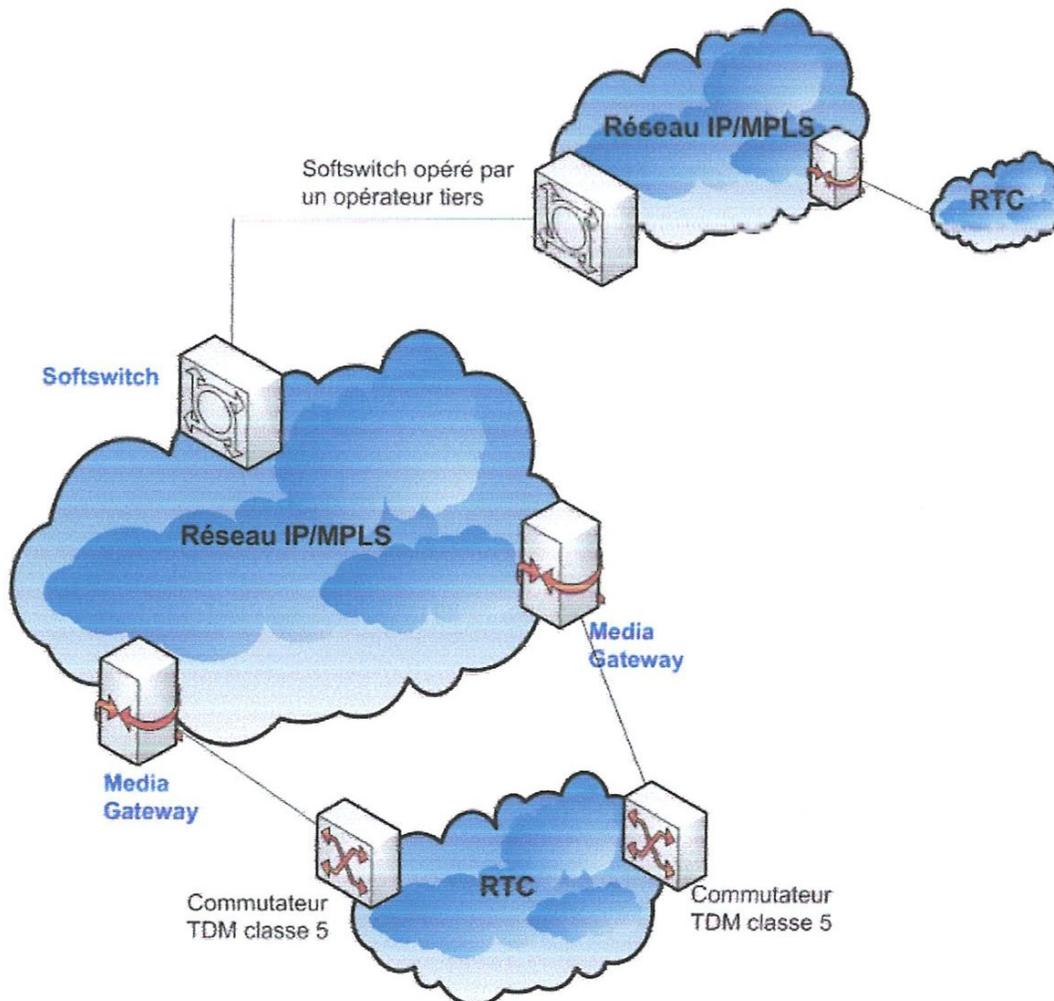


Figure (III.3). Architecture d'une solution NGN de classe 4

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 interopérer leur réseau NGN de classe 4 en s'interconnectant au niveau d'un softswitch pour l'échange de signalisation relative à l'acheminement du trafic. Le trafic transite alors par un lien IP (non représenté sur la figure (III.3).) 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 certaine capacités qu'il est difficile de rendre avec des solutions logicielles (prise de ligne au décrochage par exemple).

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

III.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.

III.2.3.2. Impacts sur l'architecture du réseau

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

Le commutateur de classe 5 commute le trafic localement et le transfère vers le réseau de transit s'il n'est pas en mesure de se connecter directement au commutateur de classe 5 du destinataire

de l'appel. Comme les fonctions logiques de concentrateur et de commutateur local sont souvent intégrées au sein d'un unique équipement, traditionnellement ils sont fournis par le même 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.

III.2.3.3. Raccordement de l'abonné

Dans le cadre d'une migration NGN de classe 5, le raccordement des abonnés se fait avec un lien IP. Possédant rarement des infrastructures TDM, les opérateurs alternatifs fournissent des

services VoIP basés sur les technologies d'accès haut débits DSL ou FTTH et les administrent via le déploiement de softswitchs assumant les fonctionnalités de commutateurs de classe 4 et 5. Les opérateurs historiques, eux, doivent aussi garantir la continuité de leurs services TDM actuels. Certains opérateurs ont ainsi choisi de conserver leurs commutateurs TDM et de les équiper de nouvelles cartes afin de faire migrer graduellement le réseau traditionnel vers une architecture NGN de classe 5 tandis que l'opérateur déploiera directement de nouveaux softswitchs pour supporter de nouveaux services basés sur des technologies haut débit. On voit apparaître une nouvelle génération d'équipements d'accès haut débit baptisés IMAP (Integrated Multiservice Access Platforms) ou MSAN (Multiservice Access Node) qui savent gérer aussi bien des lignes haut débit que des accès RNIS ou analogiques. Ces équipements se connectent au réseau IP de l'opérateur et offrent le service téléphonique sous le contrôle du softswitch de classe 5. Ils permettent aux opérateurs historiques de continuer à fournir des services traditionnels, et de continuer à remplir leurs obligations réglementaires, tout en tirant parti des solutions de softswitch IP.

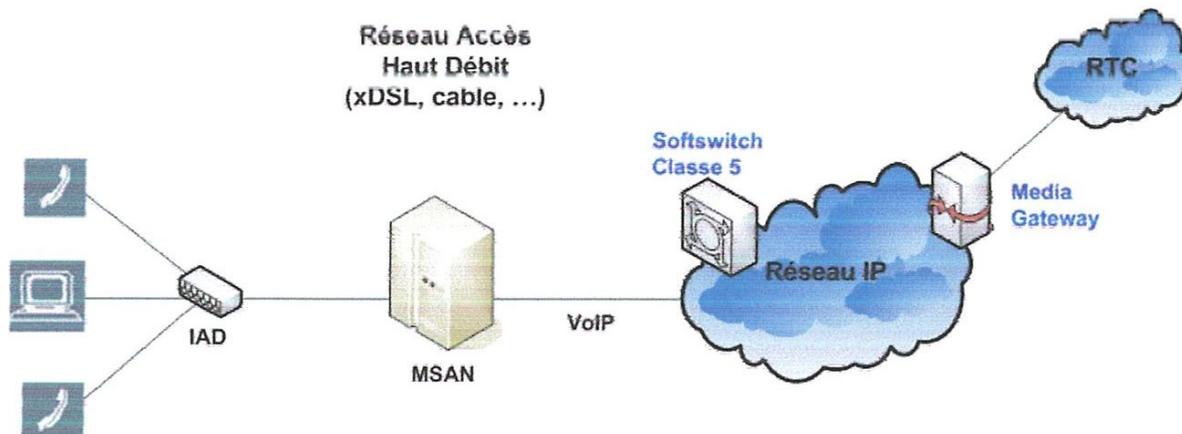


Figure (III.4). Architecture d'un réseau NGN de classe 5

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

III.2.4.1. Définition

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, ...).

III.2.4.2. Impacts sur l'architecture du réseau

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

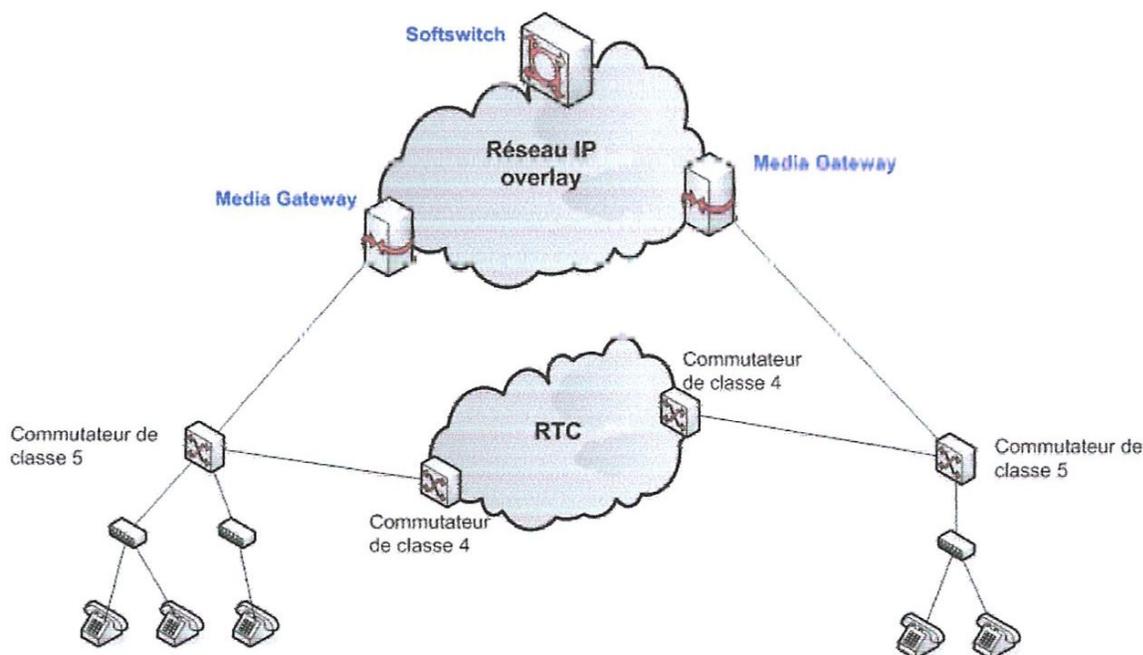


Figure (III.5). Architecture overlay VoIP

Pendant une certaine période, le réseau overlay peut se voir confier la responsabilité d'une partie du trafic téléphonique puis, une fois doté de la capacité et des caractéristiques de QoS suffisantes, il pourra prendre en charge la totalité du trafic RTC. Cependant dans ce type de solutions, les commutateurs locaux classiques sont conservés et devront continuer à être maintenus ou pourront être remplacés par des solutions NGN progressivement. Une fois le trafic

RTC basculé intégralement sur le réseau IP overlay, à priori, seuls les commutateurs du cœur de réseau RTC (à partir de la classe 3 ou commutateur de transit) pourront être abandonnés.

Afin de garantir la qualité de service nécessaire pour certaines applications, l'opérateur pourra déployer la technologie MPLS en complément de l'IP ou encore avoir recours à une solution IP over ATM (les paquets IP sont alors encapsulés dans des trames ATM). SIP apparaît aujourd'hui comme le protocole le mieux adapté afin d'assurer les fonctions de gestion d'appel sur réseau IP puisqu'il peut permettre la gestion simultanée de plusieurs types de flux par une seule et même machine, contrairement au protocole H.323. Toutefois, étant donné que les solutions H.323 sont disponibles depuis plus longtemps que celles reposant sur SIP, les déploiements d'opérateurs sont encore majoritaires en H.323.

III.2.4.3. 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 (Multi-Service Access Nodes) supportant à la fois les technologies TDM et ATM/IP. Les cartes RTC et DSL sont maintenant localisées dans le MSAN et la signalisation s'effectue entre le MSAN et le

commutateur RTC de classe 5 via les interfaces V5.1 ou V5.2. Les nouveaux abonnés DSL devraient être raccordés à cette nouvelle plate-forme pour les services vocaux et données.

- Phase 3 : Le MSAN est mis à niveau pour devenir un pur équipement IP, qui assume la terminaison des appels vocaux RTC et les convertit en VoIP. Un softswitch est désormais nécessaire puisque le commutateur de classe 5 n'est plus relié directement au MSAN. Une passerelle media doit aussi être ajoutée au réseau afin d'assurer la connexion entre le réseau RTC existant et la plate-forme IP pour supporter les appels IP vers RTC. Les abonnés existants et les nouveaux abonnés migrent automatiquement vers la VoIP, même si le service qu'ils reçoivent est toujours de type RTC.
- Phase 4 : Une fois que la migration a attiré suffisamment d'utilisateurs et que l'opérateur est prêt, le reste des abonnés RTC peut être transféré sur la nouvelle plate-forme IP et le réseau RTC peut alors être définitivement abandonné.

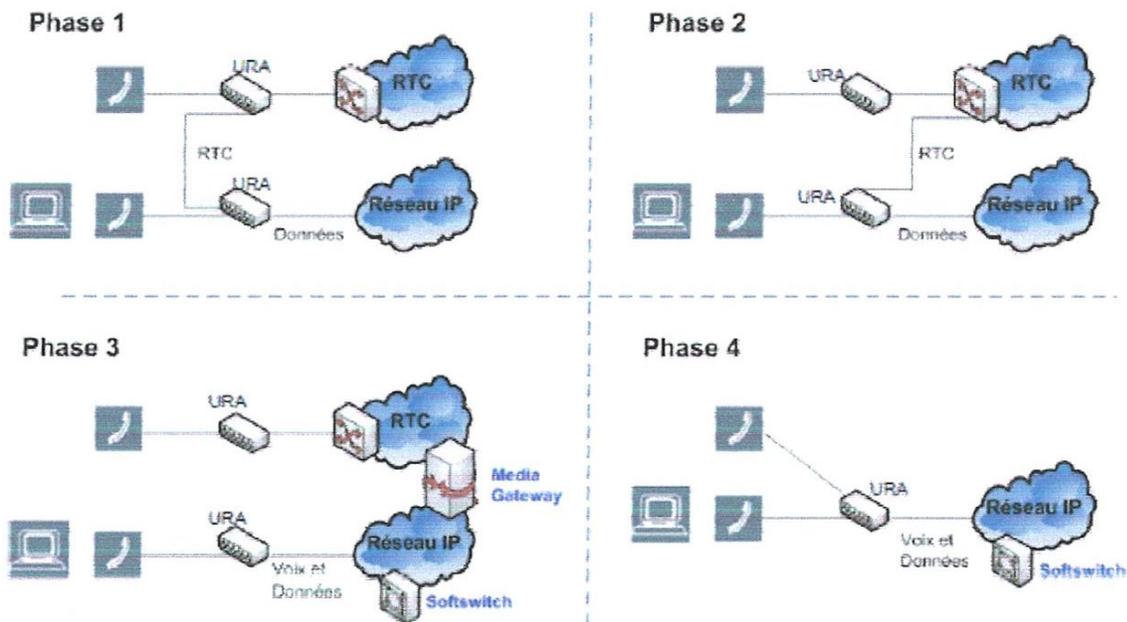


Figure (III.6). Les différentes phases de la stratégie de migration overlay

un opérateur de retenir plusieurs fournisseurs différents, car le travail d'intégration nécessaire pourra s'avérer très coûteux. Dans bien des scénarios de migration, un vendeur unique pour les softswitchs et les media gateways est souvent sélectionné.

III.3.5. Impacts liés à la qualité de service (QoS)

Le protocole IP n'incorpore pas de fonctionnalités de qualité de service en natif. Un réseau IP fonctionne sur le principe du « best-effort » et ne peut garantir la fourniture de services à fortes contraintes comme les applications temps réel, parmi lesquelles la voix. A ce titre, des mécanismes de QoS doivent être apportés aux réseaux IP. Plusieurs mécanismes de QoS ont été développés par l'IETF :

- RSVP (Resource Reservation Protocol),
- DiffServ (Differentiated Service),
- MPLS (Multi-Protocol Label Switching).

Ces mécanismes génériques ne peuvent pas permettre d'atteindre la qualité d'un réseau SS7. L'opérateur qui choisit de migrer vers un réseau NGN doit donc s'attendre à « vivre avec » une baisse de qualité de service sur son réseau vocal.

III.3.6. Impacts sur la sécurité

Les réseaux RTC existants ont des points de contrôle en bordure de réseau (« border control points ») qui laissent le trafic circuler entre différents réseaux et différents pays. Cela permet aux abonnés de passer des appels vers les utilisateurs de réseaux opérés par d'autres opérateurs au niveau national ou international. La fonction « border control » assure la sécurité des échanges entre les différents réseaux mais autorise le passage de certains types d'information comme les données d'enregistrement d'appel afin de permettre la facturation d'appel de l'abonné ou des coûts d'interconnexion entre opérateurs. Du coup, le passage vers une structure NGN du réseau RTC implique des changements puisque la fonction de « border control » devra être capable de continuer à assumer les fonctions liées au RTC mais aussi assurer les interactions entre réseaux IP et RTC d'une part et entre différents réseaux IP d'autre part.

Le Session Border Controller (SBC) est ainsi un élément clé dans le cadre d'un déploiement de softswitch de classe 5. Le terminal client IP de l'utilisateur est généralement

protégé par un pare-feu et bénéficie d'une adresse IP privée. La principale fonction du SBC est donc de permettre de traverser la protection du firewall et les équipements NAT. Un SBC permet aussi de protéger le softswitch des « signalling overloads », d'attaques en denis de service et d'autres attaques rendues possibles par l'utilisation d'IP, beaucoup plus connu que SS7 par le grand public, et beaucoup plus vulnérable. Aujourd'hui les fonctionnalités d'un SBC sont regroupées dans un équipement dédié mais parfois ces fonctionnalités sont directement intégrées dans le softswitch.

III.3.7. Impacts sur les équipements de terminaison

Les équipements abonnés doivent supporter la technologie IP soit directement (téléphones IP) soit via l'installation de passerelles résidentielles. Ces passerelles résidentielles peuvent permettre à des opérateurs de proposer aux abonnés de conserver leurs terminaux traditionnels (type à interface RJ11), la passerelle permettant la génération de trafic IP envoyé dans le réseau IP NGN d'un opérateur. [1]

III.4. Considérations techniques

Les problèmes techniques inhérents à l'utilisation des technologies IP avec l'Internet doivent également être pris en compte lors du passage aux réseaux NGN. Ces problèmes techniques ont été à l'origine de certaines difficultés, lorsqu'il a fallu tenir compte des exigences des opérateurs de réseaux et des prestataires de services. En outre, la gestion efficace des supports, par exemple la TVIP, est une source de difficultés techniques supplémentaires. En conséquence, il est nécessaire de concevoir des techniques entièrement nouvelles ou des fonctionnalités supplémentaires, pour compléter le protocole IP actuel, lorsqu'on utilise ce protocole [6].

Ces problèmes techniques sont brièvement présentés dans le tableau (III.1).

| Domaine technique | Problème |
|---|--|
| Gestion | <ul style="list-style-type: none"> • Possibilité d'extension • Facturation |
| Qualité de service et sécurité | <ul style="list-style-type: none"> • Fiabilité accrue • Résilience accrue • Systèmes fiables • Solidité • Qualité de fonctionnement • Qualité de fonctionnement des applications • Authentification, autorisation et comptabilité |
| Ubiquité | <ul style="list-style-type: none"> • Réseau ubiquitaire permettant à l'utilisateur de se connecter en tout temps et en tout lieu et quel que soit le type de support • Perception de présence |
| Contenu | <ul style="list-style-type: none"> • Gestion des droits numériques (DRM) • Accos conditionnel |
| Optimisation du réseau | <ul style="list-style-type: none"> • Infrastructure de services commune • Nombre réduit de noeuds de réseau • Nombre réduit d'opérations de commutation • Déploiement simplifié des services • Capacité accrue |
| Interopérabilité | <ul style="list-style-type: none"> • Equipements interopérables quel que soit le fournisseur |
| Multitude de réseaux d'accès | <ul style="list-style-type: none"> • Fixes, mobiles, filaires, à fibres optiques, hertziens, ... • Mobilité transparente sur tous les supports filaires et hertziens |
| Ressources partagées | <ul style="list-style-type: none"> • Ressources voix et données partagées |
| Combinaison de services traditionnels et de services Internet | <ul style="list-style-type: none"> • Capacité de combiner des services de communication à commutation de circuits classiques et des services IP |
| Interactivité | <ul style="list-style-type: none"> • Interactivité de bout en bout • Communication multimédia interactive personnalisée • Jeux: performance élevée et peu de temps d'attente • Contrôle de l'utilisateur |
| Mémorisation | <ul style="list-style-type: none"> • Continuité des affaires • Rétention des données |
| Conformité aux normes | <ul style="list-style-type: none"> • Mise en oeuvre de dispositifs conformes aux normes • Protocoles et interfaces normalisés |

Tableau (III.1) : Passage aux réseaux NGN: problèmes techniques [6]

D'après la définition des NGN donnée dans la Recommandation UIT-T Y.2001, ces réseaux sont les mieux placés pour résoudre bon nombre de ces problèmes techniques, pour ne pas dire tous. En conséquence, la plupart des entreprises mettent actuellement au point des systèmes NGN et les opérateurs commencent à intégrer ces systèmes dans leurs infrastructures.

III.5. Conclusion

Tout au long de ce chapitre, nous avons détaillé les étapes à suivre pour assurer l'adaptation de l'architecture existante d'Algérie Télécom à une architecture de services IMS offrant le multimédia. Toutefois, si cette solution est conforme à toute architecture de réseau (PSTN, xDSL), il faudrait optimiser cette adaptation afin de maximiser l'utilisation des ressources disponibles. Ceci fera l'objet du chapitre suivant qui va présenter les services offerts par le réseau NGN.

Le tableau(IV.1) représente une vue abstraite de haut niveau des caractéristiques des médias en termes de largeur de bande et de qualité de service. Un grand nombre de services, à l'exception du service téléphonique traditionnel, exige une largeur de bande d'au moins 2 Mbit/s ainsi qu'un traitement à haute priorité pour satisfaire à l'exigence de qualité de service. Afin de pouvoir prendre en charge ces caractéristiques de service, il serait hautement souhaitable que les réseaux soient équipés de capacités suffisantes pour gérer les trafics (par exemple, les sessions, les flux, etc.), que la connectivité large bande soit assurée avec une fourniture de capacités en excès ou qu'elle soit correctement gérée. Le réseau NGN offre un moyen de satisfaire à ces spécifications en fonction de la catégorie de l'exploitant mais de façon gérée.

| Service | Largeur de bande (en voie descendante) | Exigence de qualité de service |
|---|---|-----------------------------------|
| Radiodiffusion télévisuelle (MPEG-2) | De 2 à 6 Mbit/s | Paramétrée |
| TVHD (MPEG-4) | De 6 à 12 Mbit/s | Paramétrée |
| PPV ou NVoD | De 2 à 6 Mbit/s | Priorisée |
| VoD | De 2 à 6 Mbit/s | Priorisée |
| Picture in Picture (MPEG-2) | Jusqu'à 12 Mbit/s | Paramétrée |
| PVR | De 2 à 6 Mbit/s | Priorisée |
| TV interactive | Jusqu'à 3 Mbit/s | Meilleur effort |
| Internet haut débit | De 3 à 10 Mbit/s | Meilleur effort |
| Visioconférence | De 300 à 750 kbit/s | Priorisée |
| Téléphonie vocale/visiophonie | De 64 à 750 kbit/s | Priorisée |

Tableau (IV.1) : Caractéristiques des services media [6]

IV.2.2. Technologie de transport en fonction de l'accès

La prise en charge de divers types de médias exige que les réseaux disposent de capacités suffisantes en termes de largeur de bande et de gestion du trafic. Assurer la largeur de bande nécessaire est la condition première pour satisfaire à ces caractéristiques de service (et de média). La largeur de bande est assurée selon deux types d'accès: fixe ou mobile.

Figure (IV.1) représente la capacité de largeur de bande en fonction des divers types d'accès fixe et mobile actuellement disponibles.

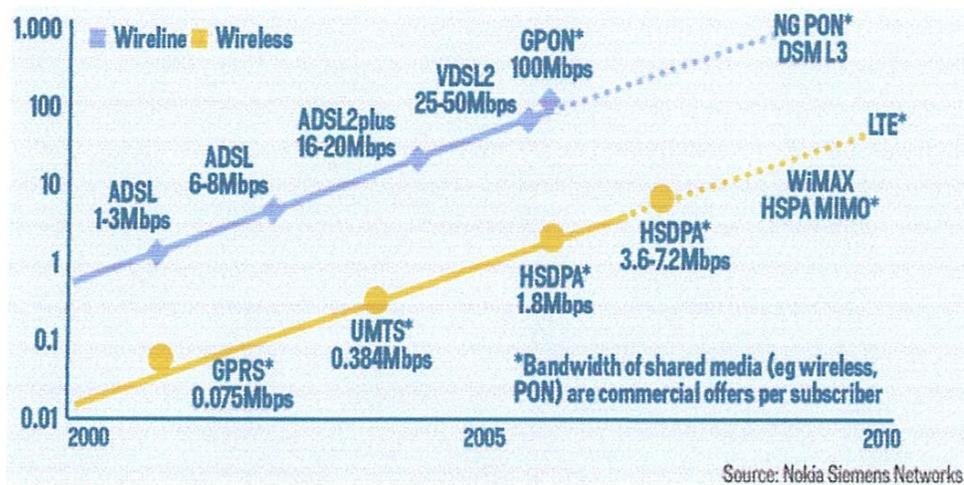


Figure (IV.1). Débits de transmission de données par voie hertzienne et par voie filaire

Les réseaux mobiles sont toujours en cours de développement. Mais, comme on peut le voir sur la figure (IV.1), la technologie d'accès mobile utilisant en particulier le système WiMAX, y compris Wifi, offre également une bonne capacité pour prendre en charge la large bande et est par conséquent de plus en plus appréciée. L'accès mobile, de par ses caractéristiques, est un accès crucial pour les utilisateurs nomades, tels que les hommes et femmes d'affaires, les étudiants, etc., qui utilisent la connectivité dans tous les cas, qu'ils restent en un point fixe ou qu'ils soient en déplacement.

Dans les réseaux fixes, même si la technologie xDSL est la technique d'accès large bande la plus utilisée dans le monde (en fait, la meilleure technologie utilisée aujourd'hui pour assurer le large bande), la fibre optique est utilisée dans un nombre croissant de pays au moyen de la technique FTTC (*fiber to the curb*) et FTTH (*fiber to the home*). Grâce au développement des réseaux optiques passifs (PON, *passive optical network*), chacun peut aujourd'hui disposer d'une capacité de 100 Mbit/s, à un coût abordable. Ainsi, dans de nombreux pays développés, des professionnels comme des particuliers utilisent de plus en plus cette technologie.

Comme la montre la figure (IV.2), les systèmes utilisant la fibre optique permettent d'atteindre une bien plus grande distance que les systèmes traditionnels, et cela avec suffisamment de largeur de bande. Cette caractéristique contribue grandement à l'extension de la connectivité large bande, notamment dans les zones rurales. L'association de la fibre optique et de la

technologie xDSL offre en particulier une solution économique pour étendre l'accès à la large bande tout en conservant les mêmes capacités (par exemple, l'association de la technique FTTC et de la technique VDSL permet d'offrir au particulier une capacité de 30 Mbit/s).

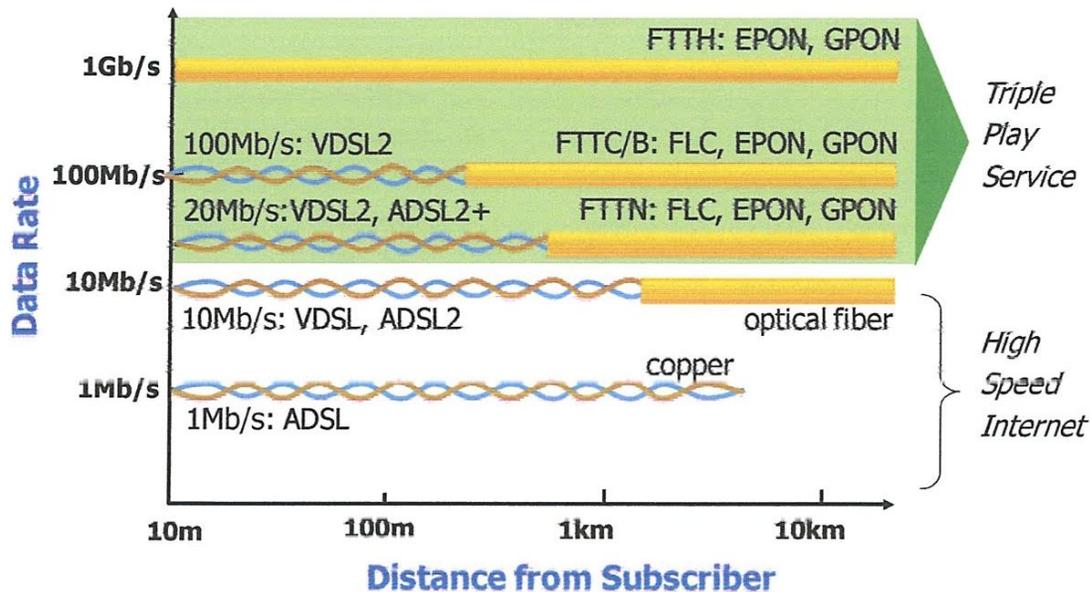


Figure (IV.2). Caractéristiques des différentes technologies de transmission [6]

IV.3. Exemples de services offerts

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. Figure (IV.3) représente les Services offerts par le réseau NGN. La grande diversité des services est due aux multiples possibilités offertes par les réseaux NGN en termes de :

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

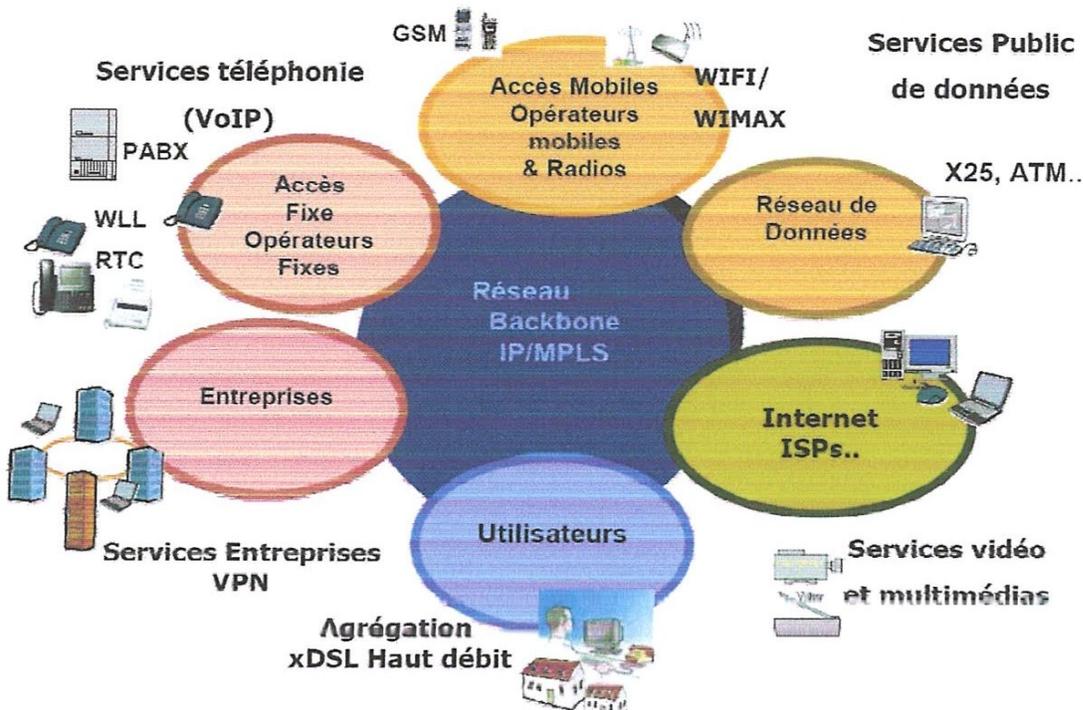


Figure (IV.3). Services offerts par le réseau NGN

IV.3.1. La messagerie unifiée

Le service de messagerie unifiée est l'un des services les plus avancés : c'est le premier exemple de convergence et d'accès à l'information à partir des différents moyens d'accès. Le principe est de centraliser tous les types de messages, vocaux (téléphoniques), écrits (email, SMS), multimédia sur un serveur ; ce dernier ayant la charge de fournir un accès aux messages adapté au type du terminal de l'utilisateur. Ainsi un email peut être traduit en message vocal par une passerelle « text-to-speech » ou inversement un message vocal sera traduit en mode texte.

IV.3.2. La messagerie instantanée

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

la standardisation de cette application et la communication entre tous (ouverture du service) à partir de n'importe quel terminal. C'est l'évolution du service SMS, par l'apport de l'interactivité et du multimédia (MMS).

IV.3.3. La diffusion de contenus multimédia

La diffusion de services multimédia est un des services qui commence à émerger et qui prendra une place de plus en plus importante avec l'évolution de la bande passante à l'accès et la capacité de traitement des terminaux. La diffusion de contenu multimédia regroupe deux activités ; l'une focalisée sur la mise en forme des contenus multimédia, l'autre centrée sur l'agrégation de ces divers contenus via des portails. Les outils technologiques, tels que le multimédia streaming (gestion d'un flux multimédia en termes de bande passante, de synchronisation des données) et le protocole multicast (diffusion point-multipoint), doivent permettre de fournir un service de diffusion de contenu aux utilisateurs finaux. Cependant il ne sera pas possible de penser à la diffusion de vidéo haute définition sur réseau paquet tant que les réseaux d'accès ne pourront pas fournir des débits de plusieurs dizaines de Mbit/s par utilisateur.

IV.3.4. La voix sur IP

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

- La jeunesse des protocoles de signalisation (SIP, H.323, Megaco) de voix sur IP et la gestion de la qualité de service qui commence seulement maintenant à être mature ne permettraient pas de déployer de services téléphoniques sur IP.
- Le seul fait de transporter la voix sur IP n'apporte pas de valeur ajoutée pour l'utilisateur final, par rapport au service de voix classique. Les services associés à la voix sur IP n'ont pas encore la maturité nécessaire pour pousser l'évolution vers ces nouveaux réseaux.
- La nécessité d'interconnecter les réseaux IP aux réseaux TDM/SS7 implique des coûts liés aux équipements d'interconnexion (passerelles) et le prix des terminaux (IP phones) annihile l'avantage financier apporté par le transport en IP.
- Le coût des terminaux IP reste encore supérieur à celui des équipements classiques (pas encore d'économies d'échelle suffisantes).

IV.3.5. Les services associés à la géolocalisation

La possibilité de localiser géographiquement les terminaux mobiles a été rapidement perçue comme une source de revenus supplémentaires. En effet, la géolocalisation permet de proposer aux utilisateurs finaux des services très ciblés à haute valeur ajoutée liés au contexte (ex : horaire, climat) et au lieu. Dans ce contexte, un forum nommé LIF (Location Inter-operability Forum), initié par les constructeurs de réseaux mobiles, a pour but de définir, via les organismes de standardisation et de spécifications, une solution commune de services de géolocalisation. Actuellement plusieurs solutions techniques existent et sont même en cours d'implémentation dans les réseaux d'opérateurs mobiles. Cependant, si ces solutions offrent la capacité de localiser les terminaux mobiles, il n'existe pas encore d'interfaces permettant l'exploitation de ces données par les applications de services, ou de réelle volonté des opérateurs d'ouvrir leurs serveurs de localisation à des fournisseurs de services tiers, afin d'utiliser cette fonction de localisation comme « service capability server » (élément de base servant de support à la réalisation des services).

IV.3.6. Les services fournis par des tiers ou ASP (Application Service Providers)

Les NGN, par l'évolution et l'ouverture des réseaux, doivent favoriser l'évolution de l'utilisation des services considérés comme « classiques ». Ainsi l'utilisation des logiciels, la messagerie peuvent être gérés par un fournisseur de service à travers le réseau. Ce mode de fourniture de services permet une flexibilité beaucoup plus importante et une réduction de coûts grâce à l'externalisation.

IV.3.7. L'e-commerce et le m-commerce

L'évolution des terminaux vers des services intelligents et le développement de solution de paiement sécurisé devraient favoriser le commerce « en ligne ». Dans cette optique, le Mobey Forum, a été créé en 2000 par des banques et des constructeurs des réseaux mobiles pour développer les services financiers (télépaiement, gestion de portefeuille boursier) en favorisant l'ouverture des solutions et leur interopérabilité.

IV.3.8. Le stockage de données

L'augmentation de capacité des réseaux et la gestion des flux permettent de proposer des services de stockage de données, en tant que sauvegarde de données critiques sur des sites protégés, mais aussi en tant qu'accès « local » à un contenu (serveur « proxy » ou « cache »). En effet, les volumes de données évoluant de façon exponentielle, la nécessité d'offrir les services à partir des serveurs « locaux » semble indispensable. Cet aspect semble notamment indispensable pour les applications de télévision interactive et de vidéo on demande. [2]

IV.4. Classes des services

IV.4.1. Classe conversationnelle

Les applications de cette classe nécessitent un service bidirectionnel en temps réel impliquant deux utilisateurs humains ou plus. Les contraintes dépendent donc de la perception humaine : la limite sur le délai maximum toléré est une limite stricte car toute dégradation sur le délai induirait une perte de qualité notable dans la perception humaine du signal. Un exemple typique d'un service conversationnel est la communication téléphonique. Il constitue le service le plus classique dont le comportement statistique a été maîtrisé.

IV.4.2. Classe Streaming

Les applications de cette classe impliquent un utilisateur humain et un serveur de données. Ce sont des applications temps réel asymétriques où les données sont transférées du réseau vers les terminaux. Le manque d'interactivité entre l'utilisateur et la source de données autorise des délais un peu plus importants que dans les cas des applications de type conversationnel, et ce sans perturber la QoS. Un exemple typique d'un service streaming est le téléchargement d'une séquence vidéo. Le flux des séquences vidéo correspond à une série de trames de données de même durée à raison de 25 trames par secondes. Il existe neuf types différents de trames. Toutefois, l'observation et l'analyse de ces valeurs nous permettent de constater qu'elles correspondent bien à des applications streaming sur des terminaux mobiles ou du téléchargement de séquences audio/vidéo sur l'internet.

Etant donné que dans notre PFE nous intéressons au dimensionnement des entités d'accès, de contrôle et de services pour offrir essentiellement le multimédia « on line » notamment l'IP_TV et la VoD, certains paramètres doivent être révisés.

IV.4.3. Classe Interactive

Les applications de cette classe impliquent un utilisateur (machine ou humain) dialoguant avec un serveur de données ou d'applications. Contrairement aux deux classes précédentes, les performances temps réel ne sont pas nécessaires, il s'agit seulement d'attendre un certain temps pour répondre aux requêtes. Par contre les informations ne doivent pas être altérées. L'exemple typique de ce service est la consultation des pages Web. Le flux de données, selon ce modèle, peut être décomposé en plusieurs sessions de consultation du Web. Pendant chaque session, l'utilisateur consulte un ensemble de sites Web se ramenant à un appel des pages HTML correspondantes. Le téléchargement de ces pages HTML est matérialisé par la transmission de plusieurs datagrammes de tailles variables. Un temps de lecture est nécessaire avant d'amorcer la consultation d'une autre page Web.

IV.4.4. Classe background

Les applications de cette classe impliquent un utilisateur, le plus souvent un équipement terminal, réalisant l'envoi et la réception de données en tâche de fond. L'absence d'interactivité pour ces applications fait que l'utilisateur à l'origine de la requête n'est pas en attente d'une réponse dans une limite de temps fixée. Ce sont donc les applications les moins sensibles au délai, mais sont très sensibles aux erreurs sur l'information transférée. Les exemples d'applications sont le mail, le transfert de messages courts (SMS pour Short Messages Services), le téléchargement de données ou de fichiers, etc. Lors de l'évaluation du volume de trafic au niveau de réseau cœur, leur contribution en termes de trafic peut être ignorée car ils sont des services BE (*Best Effort*). Le réseau cœur transmettra ces charges de trafic lors des périodes d'inactivités enregistrées dans les autres services. D'une autre manière, ses services ne contribuent pas à la charge du réseau. [7]

IV.5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons fait un rapide tour d'horizon de l'NGN en termes de services et d'applications. Bien évidemment, la liste que nous venons de voir n'est pas exhaustive mais elle donne un bon aperçu de ce que nous devons voir apparaître dans les années à venir. Rappelons que l'NGN permet d'offrir des débits importants tant en mode circuit qu'en mode paquet, une prise en charge efficace de différents supports, des appels multi parties.

Conclusion générale

Aujourd'hui, la croissance des opérateurs n'est plus assurée par le développement du parc d'abonnés, mais par la fidélisation des clients et la multiplication des nouveaux services à valeur ajoutée. Parmi eux, on peut citer la VoIP, l'IPTV, la vidéo à la demande, les VPNs, la conférence multimédia ou les jeux en réseau. Ces services sont pour les opérateurs télécoms le moyen d'afficher une image novatrice et dynamique dans un contexte où la concurrence fait rage.

A l'issue de ce travail, nous avons insisté sur l'importance des deux concepts : NGN Téléphonie et NGN Multimédia. Les apports de ces concepts sont clairs à travers : la transformation de la topologie du réseau avec réduction du nombre de liens entre commutateurs, une solution reposant sur le déploiement des Media Gateways, softswitchs nécessite moins d'équipements, moins de sites et moins de personnel, développement de nouveaux services et des gains à réaliser par l'opérateur.

Dans ce contexte où le besoin en des services multimédia et du haut débit est de plus en plus urgent, plusieurs opérateurs dans le monde se sont penchés sur l'introduction d'une architecture de service IMS sur le réseau d'accès DSL.

Ce concept permet de restructurer l'architecture actuelle du xDSL et l'adapter à un environnement ouvert et extensible de fourniture de services. Toutefois la mise en place d'une telle solution dépend de plusieurs facteurs et nécessite l'élaboration de toute une stratégie de migration. C'est en fait dans ce cadre que se décline l'objectif de notre projet de fin d'étude.

ANNEXE

Liste des abréviations

3GPP 3rd Generation Partnership Project

A

ADSL Asymmetric Digital Subscriber Line
API Application programming interface
AS Application server
ASP Application Service Providers
AST Application système provider
AT Algérie telecom
ATM Asynchrone Transfert mode

B

BICC Bearer Independant Call Control

C

CAMEL Customized Applications for Mobile network Enhanced Logic
CAP CAMEL Application Part
CDMA Code Division Multiple Access
CDR Call Detailed Record
COPS Common Open Policy Service
CSCF Call State Control Function
CSE CAMEL Service Environment
CT Commutateur de Transit

D

DHCP Dynamic Host Configuration Protocol
DiffServ Differentiated Service
DSL Digital Subscriber Line
DSLAM Digital Subscriber Line Access Multiplex

E

EDGE Enhanced Data Rate for GSM Evolution
ETSI European Telecommunications Standard Institute

F

FTTH fiber to the home
FTTC fiber to the curb

G

| | |
|-------------|------------------------------|
| GPRS | General Packet Radio Service |
| GSM | Global System for Mobile |

H

| | |
|-------------|-------------------------------|
| HSS | Home Subscriber Server |
| HTTP | Hyper Text Transport Protocol |

I

| | |
|----------------|--|
| IFTF | Internet Engineering Task Force |
| I-CSCF | Interrogating CSCF |
| IMAP | Integrated Multiservice Access Platforms |
| IMS | IP Multimedia Subsystem |
| IMS-MGW | IMS – Media GateWay |
| IM-SSF | IP Multimedia Service Switching Function |
| IM-SSP | IP Multimedia-Service Switching Point |
| IN | Intelligent Network |
| INAP | Intelligent Network Application Part |
| IP | Internet Protocol |
| IPv4 | Internet Protocol Version 6 |
| IPv6 | Internet Protocol Version 6 |
| ISC | IMS Service Control |
| ISDN | Integrated Services Digital Network |
| ISUP | ISDN User Part |
| ITU | International Telecommunication Union |

L

| | |
|------------|------------------------|
| LAI | Location Area Identity |
| LCS | Location Services |

M

| | |
|---------------|---|
| MACF | Multiple Association Control Function |
| MC | Multipoint Controller |
| MCU | Multipoint Controller Unit |
| MEGACO | MEDIA GAteway Controller |
| MG | Media Gateway |
| MGC | Media Gateway Controller |
| MGCF | Media Gateway Control Function |
| MGCP | Media Gateway Control Protocol |
| MGW | Media Gateway Function |
| MMS | Multimedia Messaging Service |
| MPLS | Multi-Protocol Label Switching |
| MRF | Multimedia Resource Function |
| MRFC | Multimedia Resource Function Controller |
| MRFP | Multimedia Resource Function Processor |

SS7 Signaling systeme 7

T

TCP Transport Control Protocol
TDM Time Division Multiplexing
T-SGW Trunking Signaling Gateway

U

UA User Agent
UDP User Datagram Protocol
UE User Equipment
UIT Union International for Telecommunication
UMTS Universal Mobile Telecommunication System
URL Uniform Resource Locator
UTRAN UMTS Terrestrial Radio Access Network

V

VoD Video over Demand
VoIP Voice over IP
VPN Virtual Private Network

W

WDM Wavelength Division Multiplexing
WiFi Wireless Fidelity
WiMax Worldwide Interoperability for Microwave Access
WLAN Wireless Local Area Network

X

xDSL x Digital Subscriber Line

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie

- [1] Etude réalisée par le cabinet Ovum pour le compte de l'Autorité de régulation des Communications électroniques et des Postes, « L'évolution du cœur de réseau des opérateurs fixes », Janvier 2006.

- [2] Etude technique, économique et réglementaire de l'évolution vers les réseaux de nouvelle génération – ART (Autorité de régulation des télécommunications), Etude réalisé par Cabinet Acrome, ART, Septembre 2002.

- [3] Rapport de l'ETSI-NGN Starter Groupe, compte-rendu de l'assemblée GA38 des 20-21/11/01.

- [4] K. HJAIEJ, « La signalisation dans le réseau NGN », note de cours, 2002.

- [5] S. ZNATY et J.L. DAUPHIN EFORT <http://www.efort.com>

- [6] Etude réalisé par UIT (Union internationale des télécommunications) 4^e période d'études « Stratégie de passage des réseaux existants aux réseaux de la prochaine génération (NGN) pour les pays en développement », 2006-2010.

- [7] S. MAZLOUT, « Caractérisation de l'accès en mode paquet dans les réseaux mobiles de troisième génération », Mémoire de DEA à l'ENIT, Février 2003.