



**Ecole Nationale Supérieure Polytechnique
Département d'électronique**

En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en électronique

Rapport de projet de fin d'étude

Etude et dimensionnement des réseaux de nouvelle génération NGN

Réalisé par :

ADANE Mustapha Rachid Et BELKACEMI Fatah

Encadré par :

M.DABOUZ et A.BELOUHRANI

Travail proposé et réalisé en collaboration avec Algérie télécom



Promotion 2009

ENP, 10 AVENUE HASSANE BADI BP 128 EL HARRACH. ALGER

Dédicaces

A qui puis-je dédier ce travail si ce n'est à mes très chers parents, dont le sacrifice, la tendresse, l'amour, la patience, le soutien, l'aide et les encouragements sont le secret de ma réussite. Sans eux, je ne serais pas ce que je suis aujourd'hui.

Je dédie ce travail également :

A mes chères sœurs et leurs maris, pour leurs soutiens et encouragements.

A mes neveux et nièces.

A toute ma famille et à tous mes amis.

Fatah

Je dédie ce mémoire à mon père, à ma mère et à mes sœurs pour leurs soutiens et leurs encouragements.

A toute ma famille.

A mes amis ainsi qu'à mes camarades de promotion.

Mustapha

Remerciements

Ce travail a été réalisé dans le cadre de notre projet de fin d'études à l'école nationale supérieure polytechnique d'Alger, en collaboration avec l'opérateur Algérie Télécom, pour l'obtention du diplôme d'ingénieur en électronique.

Nous tenons à remercier chaleureusement nos distingués promoteurs : Messieurs A.BELOUHRANI et M.DABOUZ, ils se sont tous deux montrés courtois et serviables et ont considérablement facilité notre travail avec leurs conseils pertinents.

Nous remercions aussi vivement Mlle I.HENNI qui a consacré beaucoup de son temps pour nous aider et sans qui ce travail n'aurait jamais pu être achevé.

Nous adressons notre plus vive reconnaissance à tous nos enseignants de l'ENSP pour la formation qu'ils nous ont donnée ainsi qu'aux membres du jury.

Finalement, nous remercions tous ceux qui n'ont épargné aucun effort, de près ou de loin, pour nous permettre d'accomplir ce modeste travail.

Résumé

La problématique de passage à une architecture NGN multimédia du cœur de réseau des opérateurs s'inscrit dans une logique de diminution des coûts avec la transition vers une infrastructure unique basée sur IP pour le transport de tout type de flux, voix, données ou vidéo et pour toute technologie d'accès.

Les travaux menés dans le cadre du projet de PFE ont cerné l'étude des concepts NGN et IMS, les réseaux d'accès et les règles de dimensionnement des réseaux IMS.

L'outil de dimensionnement réalisé permet d'évaluer les caractéristiques du réseau NGN à déployer.

Mots clé : NGN, réseaux, IMS, dimensionnement, Erlang, stratégie de migration, réseaux d'accès, réseau intelligent.

Abstract

The changeover of operators' network heart to a NGN structure (Next generation network) is caused by their attempt to reduce costs with the use of a unique infrastructure based on IP to transport all kind of flow: voice, data or video, using all type of access technologies.

The work that has been done for this project permitted to study the NGN and IMS concepts, the access networks and the dimensioning rules of IMS networks.

The dimensioning tool that we conceived allows estimating the characteristics of the NGN network that's going to be unfolded.

Key words: NGN, networks, IMS, dimensioning, Erlang, strategy of migration, access networks, intelligent network.

المخلص

مشكلة المرور إلى شبكة NGN متعددة الوسائط من داخل شبكة الموزعين تهدف إلى تخفيض التكاليف للوصول إلى شبكة موحدة تستعمل بروتوكول IP لنقل كل أنواع التدفقات : صوت , معطيات أو فيديو مهما كانت تكنولوجية الدخول إلى الشبكة.

الأعمال التي قمنا بها في هذا العمل متعلقة بدراسة NGN و IMS. شبكات الدخول وقواعد التقييم لشبكة IMS.

أداة التقييم المحققة تسمح بتحديد خصائص شبكة NGN التي ستستعمل.

الكلمات المفتاحية : NGN, شبكات, IMS, تقييم , Erlang, إستراتيجية التحول, شبكات الدخول, الشبكة الذكية.

Sommaire

| | |
|---|----|
| <i>Introduction générale</i> | 1 |
| Chapitre 1 : Les réseaux NGN | 2 |
| 1.1 Introduction..... | 2 |
| 1.2 Caractéristiques des NGN..... | 2 |
| 1.3 Avantages des NGN..... | 4 |
| 1.4 Entités et protocoles du cœur de réseau NGN..... | 4 |
| 1.4.1 Entités fonctionnelles des NGN..... | 4 |
| 1.4.2 Protocoles des NGN..... | 5 |
| 1.5 Les différents types de NGN..... | 8 |
| 1.5.1 NGN téléphonique..... | 8 |
| 1.5.2 NGN multimédia..... | 9 |
| 1.6 Etude de l'IMS..... | 9 |
| 1.6.1 Définition..... | 9 |
| 1.6.2 Architecture de l'IMS..... | 9 |
| 1.6.3 Entités principales du réseau IMS..... | 10 |
| 1.6.4 Protocoles IMS..... | 13 |
| 1.7 Les impacts de l'IMS..... | 13 |
| 1.8 Conclusion..... | 14 |
| Chapitre 2 : Les réseaux d'accès des NGN | 15 |
| 2.1 Introduction..... | 15 |
| 2.2 L'accès XDSL..... | 15 |
| 2.2.1 Les modems ADSL..... | 16 |
| 2.2.2 Les modems VDSL..... | 17 |
| 2.3 Les MSAN..... | 18 |
| 2.4 L'accès optique FTTH..... | 19 |

| | |
|---|-----------|
| 2.5 Les accès hertziens..... | 20 |
| 2.5.1 Le réseau WIFI..... | 20 |
| 2.5.2 Le WIMAX..... | 22 |
| 2.5.3 Les réseaux GSM..... | 24 |
| 2.5.4 L'UMTS..... | 27 |
| 2.6 Conclusion..... | 28 |
| Chapitre 3 : Dimensionnement des entités d'un réseau NGN multimédia..... | 29 |
| 3.1 Introduction..... | 29 |
| 3.2 Modèle de trafic du réseau d'accès..... | 29 |
| 3.2.1 Les différentes classes de qualité de service..... | 29 |
| 3.2.2 Modèle de trafic de la classe conversationnelle..... | 32 |
| 3.2.3 Modèle de trafic de la classe streaming..... | 32 |
| 3.2.4 Modèle de trafic de la classe interactive..... | 32 |
| 3.2.5 Modèle de trafic de la classe background..... | 34 |
| 3.3 Dimensionnement des entités de l'IMS..... | 34 |
| 3.3.1 Dimensionnement du MGCF..... | 34 |
| 3.3.2 Dimensionnement du CSCF..... | 35 |
| 3.3.3 Dimensionnement des serveurs d'application..... | 35 |
| 3.3.4 Dimensionnement des MSAN..... | 36 |
| 3.4 Présentation de l'outil DIMS..... | 36 |
| 3.4.1 La conception de l'outil de dimensionnement..... | 36 |
| 3.4.2 Application de l'outil..... | 42 |
| 3.5 Recommandations..... | 44 |
| 3.6 Conclusion..... | 44 |
| Conclusion générale..... | 45 |
| Abréviations..... | 46 |
| <i>Bibliographie.....</i> | <i>49</i> |

Introduction générale

Les opérateurs téléphoniques font face à des contraintes sur leurs réseaux provenant de l'augmentation du trafic et d'une concurrence accrue, cela les incite à recourir à de nouvelles technologies. D'autre part, le développement de nouvelles gammes de services favorise également la migration du monde des télécommunications vers un nouveau modèle de réseaux et de services appelé : NGN (NEXT GENERATION Networks), qui est supposé être le plus performant actuellement et qui a été créé dans le but de converger vers un cœur de réseau unique et indépendant de l'accès. En effet, la connectivité IP généralisée ouvre un univers toujours plus large de services indépendants de l'opérateur d'accès et les NGN ont pour ambition d'exploiter cette opportunité.

L'IMS est un type particulier de NGN (c'est le NGN multimédia), ce concept a pour but d'offrir aux utilisateurs la possibilité d'établir des sessions multimédia en utilisant un accès haut débit quelconque et une commutation de paquets IP.

L'objectif de ce travail est d'étudier les concepts NGN et IMS. Nous proposerons, par la suite, un outil de dimensionnement de ces réseaux que nous allons appliquer au cas de l'opérateur Algérie Télécom.

Le présent rapport est organisé en trois chapitres :

- Le premier chapitre présente une vue panoramique des réseaux NGN et IMS, leurs principes, leurs architectures de base et l'ensemble des protocoles qu'ils mettent en œuvre.
- Le second chapitre sera consacré à une présentation et énumération non exhaustive des différentes technologies d'accès que peuvent employer les réseaux IMS et NGN.
- Le troisième chapitre est scindé en deux parties, la première permettra d'étudier les outils mathématiques de dimensionnement d'un réseau de télécommunication basé sur l'IMS. La deuxième partie exposera les étapes de conception et d'utilisation d'un outil qui permet l'automatisation du processus de dimensionnement.

Nous finirons par l'interprétation des résultats obtenus juste avant une conclusion générale.

Chapitre 1

Les Réseaux NGN

1.1 Introduction

Les opérateurs sont en train de recourir à de nouvelles technologies car l'accès et le transport, dans le cadre des réseaux actuels, ne génèrent plus suffisamment de profits.

Les industriels de la téléphonie se trouvent donc désormais dans l'obligation d'offrir à leurs clients toute une gamme de prestations intéressantes, lucratives et faciles à utiliser, afin de pouvoir tenir tête à la concurrence.

Le trafic de données prend rapidement le pas sur le trafic vocal et la tendance est nettement à l'augmentation de la bande passante des données, alors que la voix peut se satisfaire d'une bande passante de 64 kbit/s, ou même moins. Les opérateurs possédant les deux types de réseaux (réseau voix et réseau données) utilisent cet argument pour entreprendre leurs fusion.

Les réseaux de la prochaine génération (NGN ou NEXT GENERATION NETWORKS), avec leur architecture partagée, offrent de nouveaux services et augmentent les recettes des opérateurs. Ce chapitre présente les différents types de NGN (NGN téléphonique et IMS) en définissant leurs architectures et les protocoles qu'ils emploient.

1.2 Caractéristiques des NGN

Aujourd'hui, les réseaux de télécommunication sont construits selon une architecture de commutation de circuits optimisée pour la voix. Le passage à des réseaux NGN, n'est que le passage à des réseaux de commutation de paquets, incluant tout les types de trafic : voix, données, vidéo et multimédia.

Les NGN sont des réseaux de transport en mode paquet (compatibles avec les protocoles IP ou ATM notamment) qui permettent la réunion des réseaux voix/données et fixe/mobile en pourvoyant

l'accès à des services multimédia. Les NGN sont présentés sous formes de couches indépendantes qui communiquent à travers des interfaces ouvertes et standardisé. La décomposition en couche a pour but de faciliter l'évolution des réseaux vers de nouveaux services et la maintenance des équipements.

Les couches des NGN sont ;

La couche accès : elle autorise l'accès de l'utilisateur aux services via divers supports de transmission: câble, cuivre, fibre optique, boucle locale radio tel le CDMA 2000, réseaux téléphoniques... Cette couche inclut par exemple les équipements DSLAM (DSL Access Multiplexer) fournissant l'accès DSL.

La couche transport : elle gère l'acheminement du trafic vers sa destination. Aux extrémités du réseau de transport, des Media Gateway et des SIGNALLING Gateway gèrent respectivement la conversion des flux de données et de signalisation aux interfaces avec les autres ensembles réseau ou les réseaux tiers reliés. Par exemple, conversion des données se trouvant sous forme de paquets IP pour qu'elles soient transportables à travers le réseau TDM, et réciproquement.

La couche contrôle : elle se compose de serveurs appelés 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 plateformes de services à valeur ajoutée). Le SOFTSWITCH fournit, dans le cas de services vocaux, l'équivalent de la fonction de commutation.

La couche services : elle gouverne l'exécution des services et la diffusion de contenus. Dans ce cas, l'opérateur peut se positionner, grâce à la couche contrôle, en tant que superviseur de services offerts. Cette couche regroupe notamment les serveurs d'application. [3]

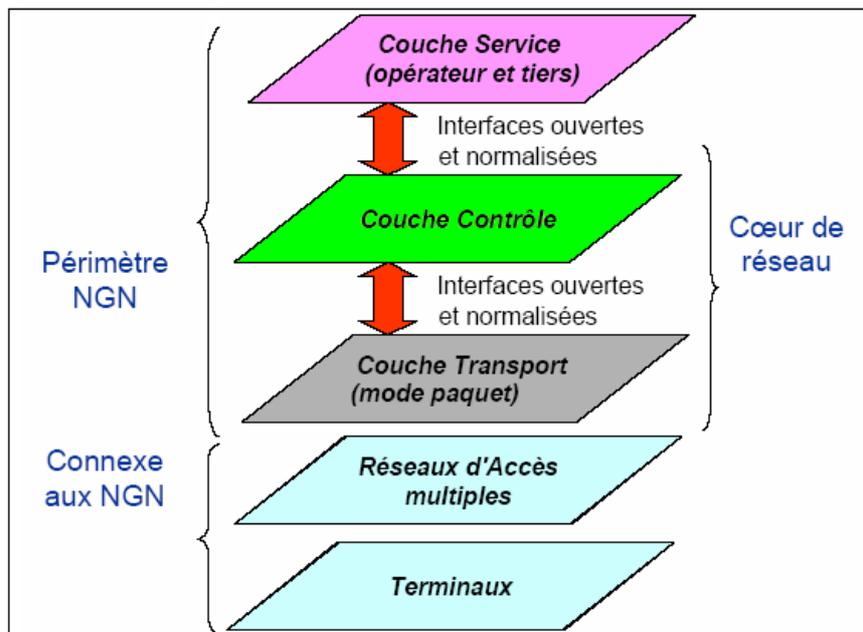


Figure 1.1

Principe général de l'architecture d'un réseau NGN

1.3 Avantages des NGN

Parmi les avantages qu'ils présentent et que nous n'avons pas encore cités:

- Grâce au NGN, l'opérateur dispose d'un réseau multiservice pouvant se connecter à l'aide de n'importe quel type d'accès (PABX, commutateur d'accès téléphonique, accès ADSL, accès mobile GSM ou UMTS, téléphone IP,...)
- L'opérateur n'aura plus à terme qu'à exploiter un seul réseau multiservice.
- Ils ignorent les limites des réseaux TDM (Time Division MULTIPLEXING) à 64 kbit/s. En effet le TDM perd sa productivité dès lors que l'on souhaite introduire des services asymétriques, sporadiques ou à débit binaire variable. [4]

1.4 Entités et protocoles du cœur de réseau NGN :

Les NGN introduisent de nouveaux protocoles et entités pour permettre l'utilisation d'un réseau de transport unique en mode paquet IP et la séparation des couches transport et contrôle.

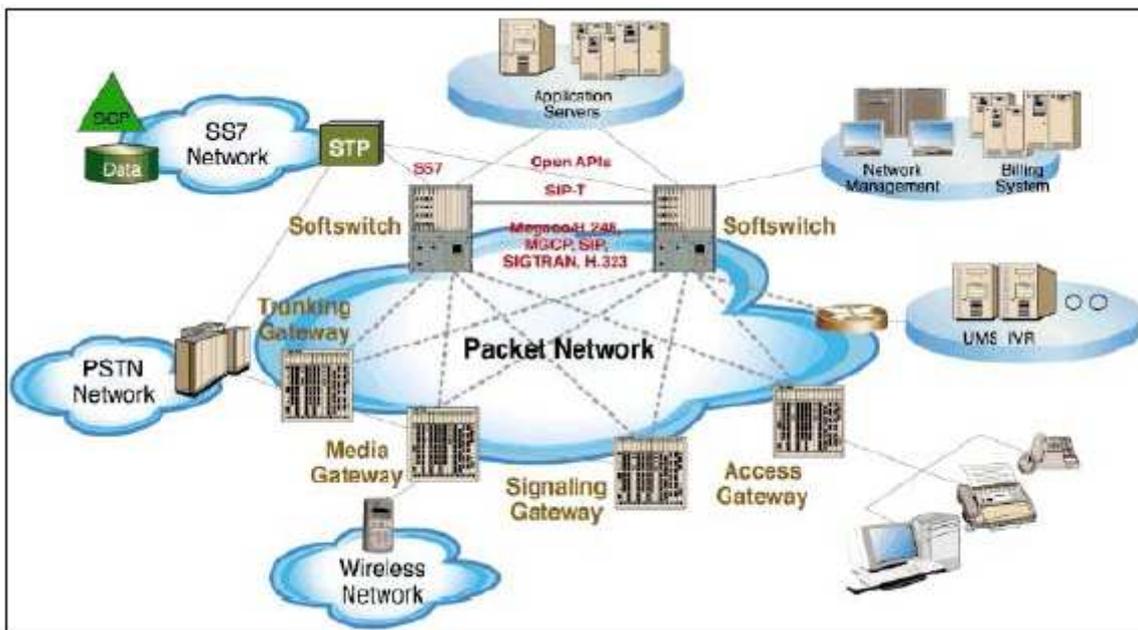


Figure 1.2

Entités et protocoles d'un NGN

1.4.1 Entités fonctionnelles des NGN :

Les équipements introduits par les NGN réalisent l'activité d'un commutateur traditionnel :

1.4.1.1 Le SOFTSWITCH ou le MGC (Media Gateway Controller)

C'est un équipement « intelligent ». Il gère :

- L'échange des messages de signalisation transmis de part et d'autre avec les passerelles de signalisation, et l'interprétation de cette signalisation.
- Le traitement des appels : dialogue avec les terminaux H.323, SIP voire MGCP, communication avec les serveurs d'application pour la fourniture des services.
- Le choix du MG de sortie selon l'adresse du destinataire, le type d'appel, la charge du réseau, etc.
- La réservation des ressources des Media Gateway et leurs commandes.

Physiquement, un SOFTSWITCH peut être implanté sur un serveur ou installé directement sur un équipement différent comme un Media Gateway ou même un commutateur traditionnel TDM.

1.4.1.2 Media Gateway (MG)

Le Media Gateway est située entre le réseau RTC et les réseaux en mode paquet, ou entre le cœur de réseau NGN et les réseaux d'accès. Il est piloté par le MGC. Il a pour rôle :

- Le codage et la mise en paquets du flux média reçu du RTC et vice-versa.
- La transmission des flux média qui lui parviennent suivant les instructions du Media Gateway Controller.
- La gestion de la disponibilité de la couche physique ainsi que la détection de fautes.

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).

1.4.1.3 Le SIGNALLING Gateway (SG)

La fonction SIGNALLING Gateway convertit la signalisation - qui est échangée grâce aux entêtes entre le réseau NGN et le réseau externe interconnecté- selon un format compréhensible par les équipements chargés de la traiter (exemple adaptation TDM/IP), mais sans l'interpréter (ce rôle étant réservé au Media Gateway Controller). [5]

1.4.2 Protocoles NGN

Le but des nouveaux protocoles utilisés par les NGN est de répondre aux contraintes du temps réels imposées par les services multimédia sur la couche contrôle. Trois catégories existent: les protocoles de contrôle d'appel, les protocoles de commande de MG et les protocoles de signalisation entre MGC.

1.4.2.1 Protocoles de contrôle d'appel

Les protocoles de contrôle d'appel permettent 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.

Le protocole H.323 : H.323 normalise les procédures d'établissement et de gestion des appels, et établit une liste de codecs audio et vidéo obligatoires ou conseillés pour la communication de deux parties ou plus.

H.323 s'articule autour de 4 composants majeurs qui interagissent dans un réseau de commutation par paquets :

- Les terminaux H.323 qui sont des systèmes multimédia (téléphone, PC) permettant de communiquer en temps réel.
- Le GATEKEEPER qui gère les terminaux H.323 (identification et traduction d'adresses) et l'établissement des appels.
- La passerelle H.323 ou Gateway H.323 qui permet d'interfacer le réseau IP avec le réseau téléphonique classique.
- L'unité de contrôle qui gère les connexions multipoint. Il se décompose en un Multipoint Controller (MC), affecté à la signalisation, et un Multipoint Processor (MP), dédié à la transmission proprement dite.

Le protocole 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. Il prend en charge la gestion des sessions d'application NGN, tel que la présence de l'utilisateur, les services de messagerie instantanée, etc. Il apporte 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).

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. Ses principales composantes sont :

- Le terminal (User Agent) : initie, accepte ou rejette les appels.
- Le Proxy Server : reçoit les requêtes et les transfère au nœud suivant.
- Le REDIRECT Server : retourne à l'émetteur la ou les adresses du nœud suivant à contacter directement.
- Le REGISTAR : gère les enregistrements des UA.

1.4.2.2 Protocoles de commande de Media Gateway

Les protocoles de commande de Media Gateway sont issus de la séparation entre les couches Transport et Contrôle et permettent au SOFTSWITCH de gérer les 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.

Le protocole historique : MGCP : Il 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, le contrôle d'appels et la gestion du flux média.

Le protocole alternatif : MEGACO/H.248 : Le groupe de travail MEGACO 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 de ce protocole. 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.
- Utilisation du codage en mode texte ou binaire.

1.4.2.3 Protocoles de signalisation entre les SOFTSWITCHS

L'interconnexion des réseaux de données avec les réseaux TDM utilisant la 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. (SS7 est l'abréviation de SIGNALING SYSTEM 7, c'est un système de transfert de signalisation entre deux nœud, il utilise pour ça un réseau sémaphore). Ces protocoles permettent la gestion du plan contrôle et le dialogue entre les MGC. Il s'agit essentiellement de : BICC, SIGTRAN et SIP-T (SIP pour la Téléphonie).

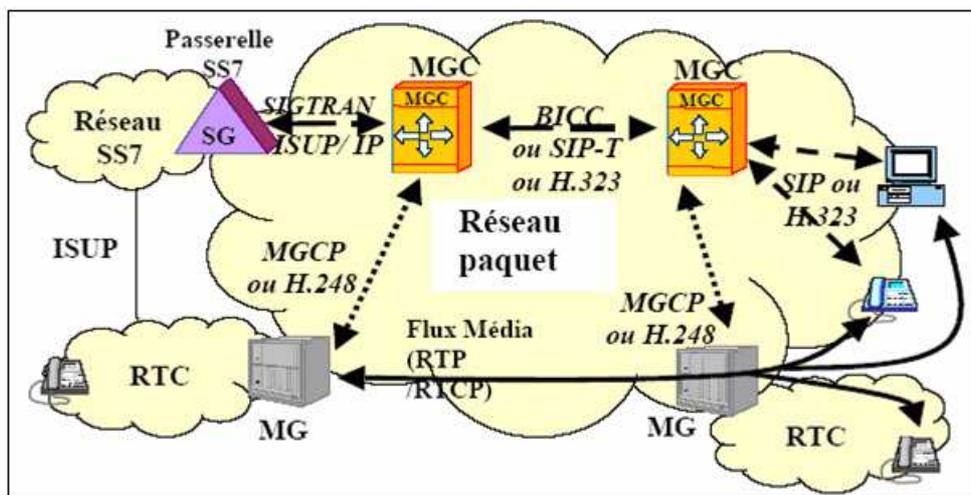


Figure 1.3

Les familles de protocoles d'un réseau NGN

1.5 Les différents types de NGN

Il en existe deux sortes: le NGN téléphonie et le NGN multimédia.

1.5.1 NGN téléphonique

C'est une architecture de réseau NGN offrant uniquement les services de téléphonie. Les équipements existants (exemple : commutateur d'accès téléphonique ou BTS/BSC du réseau GSM) sont reliés à une couche de transport IP ou ATM par le biais de Media Gateway sous la responsabilité du MGC.

Le MGC identifie les usagers, détermine leurs niveaux de service et la manière dont le trafic doit être transporté. Par ailleurs, il fournit toutes les informations permettant la taxation des appels et la mesure des performances du réseau.

Le MGC s'interface aux serveurs d'applications.

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

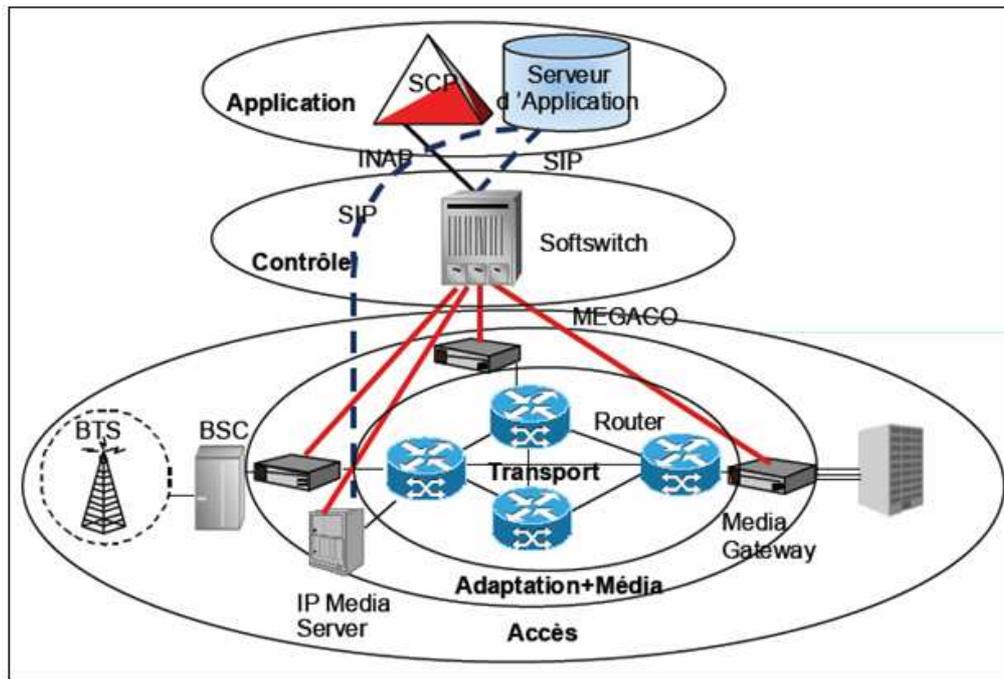


Figure 1.4

Exemple d'architecture d'un NGN Téléphonique

Dans le contexte du réseau téléphonique commuté (RTC), le commutateur réalise deux fonctions essentielles, la commutation de la voix et le contrôle d'appel (établissement / libération d'appel). Les services à valeur ajoutée sont alors mis en œuvre par le réseau intelligent à travers les entités SRP (SPECIALIZED Resource Point) et SCP (Service Control Point) qui rendent accessibles les ressources

nécessaires à la satisfaction d'une requête de l'utilisateur. Dans le monde NGN, par contre, la commutation de la voix est réalisée par le MG entre le réseau téléphonique commuté et le réseau de transport du NGN. Dans le réseau de transport, ce sont les commutateurs ATM / Routeurs IP qui assurent le transport de la voix jusqu'au MG de sortie qui commute la parole sur un circuit sortant. Les services à valeur ajoutée sont pris en charge par le SCP légataire du réseau intelligent ou par un serveur d'application SIP.

1.5.2 NGN multimédia (IMS)

C'est une architecture offrant les services multimédia en employant un terminal IP. L'IMS supporte 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 appuyés indifféremment par des réseaux de natures diverse : fixe, mobile ou Internet.

1.6 Étude de l'IMS

1.6.1 Définition

L'architecture IMS présente une couche de contrôle commune à tout type de réseau. Elle vise à assurer la compatibilité entre les réseaux mobiles 3G, les réseaux à commutation de circuits RTC/RNIS et Internet pour les services vocaux et multimédia.

1.6.2 Architecture de l'IMS

La figure représente l'architecture d'un réseau IMS.

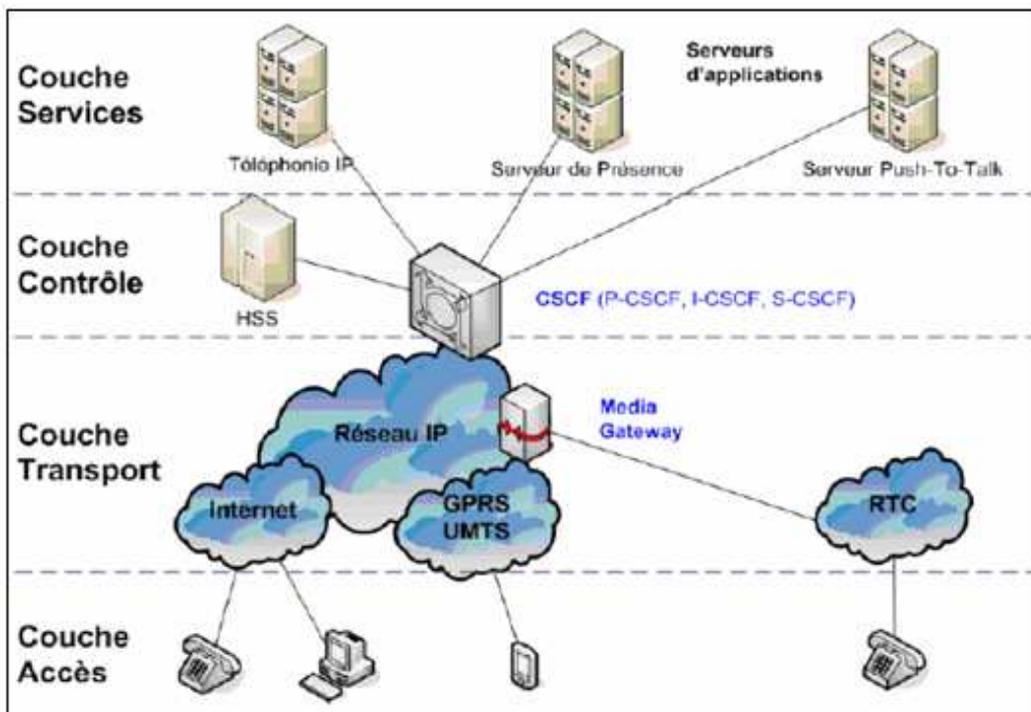


Figure 1.5

Architecture en couche de l'IMS

Le principe de l'IMS consiste d'une part à séparer la couche transport de la couche services et d'autre part à utiliser la couche transport pour des fonctions de contrôle et de signalisation qui assurent la qualité de service désirée pour chaque application. [6]

1.6.3 Entités principales du réseau IMS :

1.6.3.1 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).

1.6.3.2 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. Elle est responsable du maintien des informations utilisateurs suivantes :

- Identification de l'utilisateur, de son profil et de l'adressage requis.
- Information de sécurité : information d'accès réseau pour l'authentification, l'autorisation et le chiffrement.
- Information de localisation.

1.6.3.3 Call State Control FUNCTION (CSCF) :

Le contrôle d'appel initié par un terminal IMS doit être pris en charge dans le réseau nominal 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 :

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 (POLICY DECISION POINT) pour l'échange de messages de signalisation SIP. 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 des CDR (Call DETAILED Record).
- La compression / décompression des messages SIP.

Tous les messages de signalisation émis par le terminal ou à destination du terminal sont relayés par le P-CSCF.

L'INTERROGATING-CSCF (I-CSCF) fournit une entrée à d'autres domaines. Il est utilisé essentiellement pour cacher la topologie ou si plusieurs S-CSCF sont localisés dans le même domaine. 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.

Le *SERVING-CSCF (S-CSCF)* prend en charge le contrôle de la session. Il permet d'invoquer des services. Il est toujours localisé dans le réseau nominal.

1.6.3.4 MGCF, IMS-MGW et T-SGW : Interfonctionnement avec le RTC

Le domaine IMS doit interagir avec le RTCP (Real-time control Protocol, protocole permettant la prise en charge d'applications temps réel dans un environnement paquet) 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'usager (transport). Dans le plan usager, des passerelles (IMS-MGW, IMS - Media Gateway) sont requises afin de convertir des flux RTP (Real-time transport Protocol, protocole complémentaire de RTCP) 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 (ISDN user part. ISDN : INTEGRATED SERVICES DIGITAL NETWORK, équivalent de RNIS) 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 (protocole de signalisation entre SOFTSWITCH). [8]

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).

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.

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.
- 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.

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 et sur SIGTRAN entre le T-SGW et le MGCF.
- Par contre, n'analyse pas les messages d'application ISUP.

1.6.3.5 Serveur de média

MRF (MULTIMEDIA Resource FUNCTION) est un serveur de media dans le réseau IMS.

Il assure l'établissement de conférences multimédia, il peut également collecter des informations utilisateur.

L'entité MRF est décomposée en deux fonctions :

MULTIMEDIA Resource FUNCTION Controller : MRFC

Il contrôle les flots de médias dans le MRFP et interprète les informations en provenance du serveur d'application et du S-CSCF.

MULTIMEDIA Resource FUNCTION Processor : MRFP

Il représente une source de flot de média ; sur lequel il effectue différents traitements en assurant la gestion des droits d'accès aux ressources.

1.6.3.6 Serveurs d'application

Un serveur d'application fonctionne au niveau supérieur de l'IMS et offre des services multimédia à valeur ajoutée. Il réside soit dans le réseau nominal de l'opérateur soit dans une tierce partie: un réseau ou AS. Les serveurs d'application SIP (SIP AS) peuvent exécuter différents types de services tels que Push To Talk, Présence, vidéoconférence, UNIFIED messaging, Instant messaging.

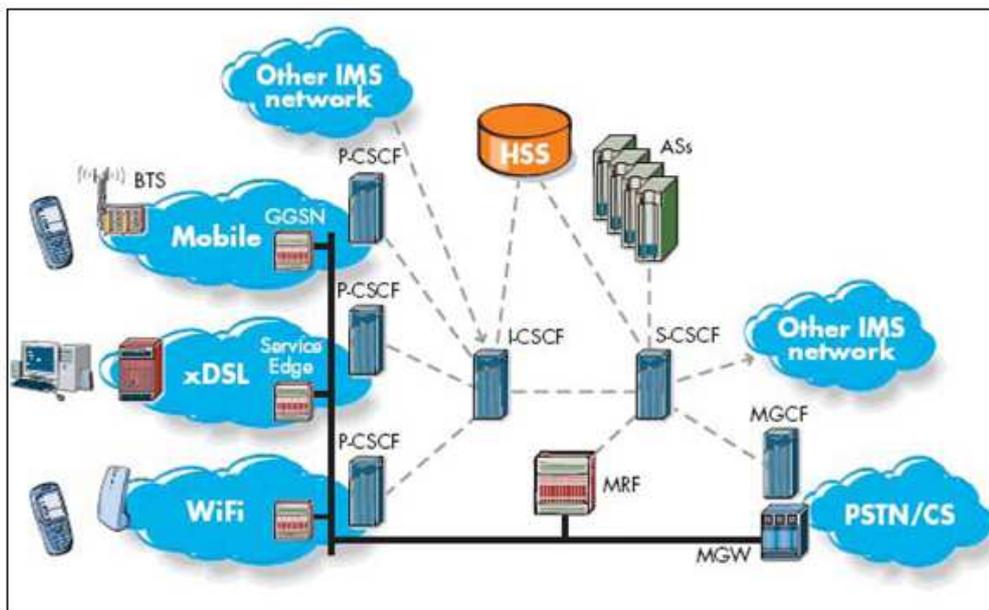


Figure 1.6

Entités de l'architecture IMS

1.6.4 Protocoles IMS

Le cœur du domaine IMS se base essentiellement sur deux protocoles qui sont SIP et DIAMETRE.

DIAMETRE est un protocole permettant à des domaines administratifs différents de collaborer pour réaliser les fonctionnalités AAA (AUTHENTICATION, AUTHORIZATION, ACCOUNTING). Il est constitué d'un protocole de base qui définit le format des messages, comment ils sont transportés, les messages d'erreurs ainsi que les services de sécurité que toutes les implémentations doivent supporter.

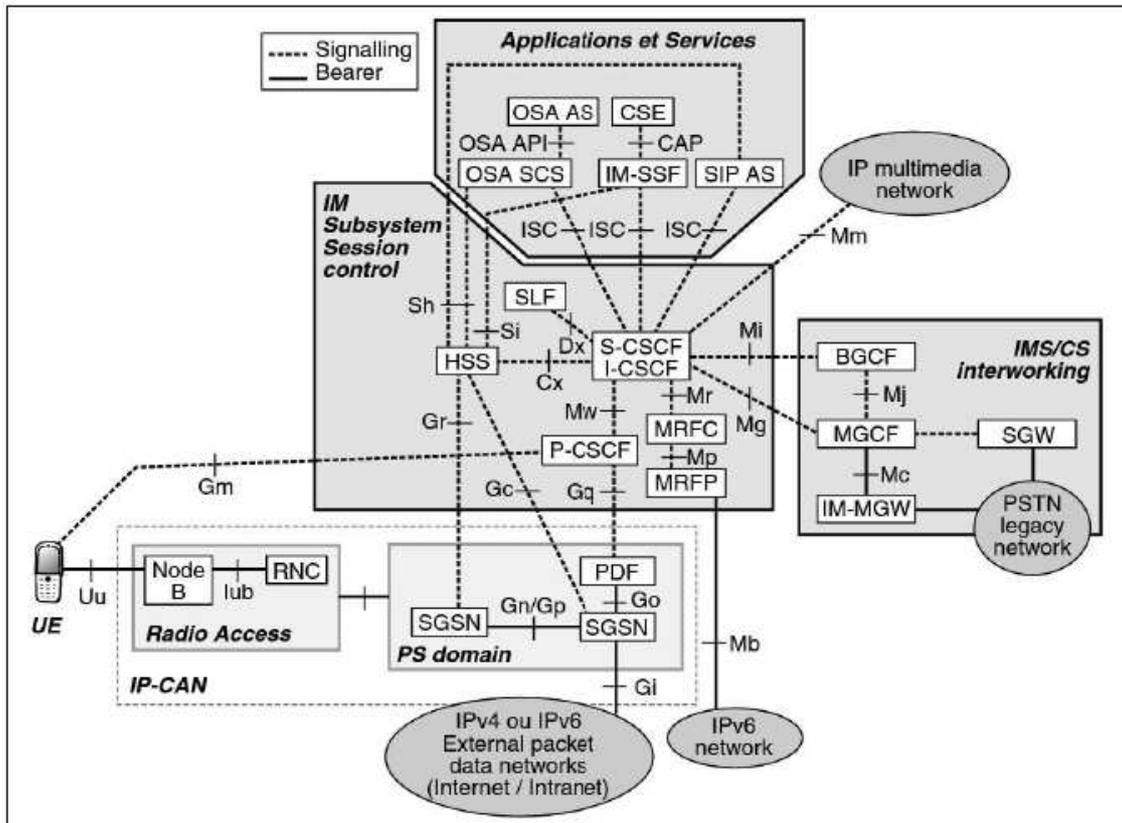


Figure 1.7

Entités fonctionnelles du réseau IMS par catégories

1.7 Les Impacts de l'IMS

Sans IMS, la mise en œuvre d'un nouveau service implique de lourdes contraintes pour un opérateur sur son système et son réseau : développement et intégration de nouvelles interfaces réseaux, de nouvelles applications, de nouvelles cartes de facturation...Autant de désagréments que l'IMS permettra d'éviter grâce à son architecture utilisant des interfaces ouvertes standardisées.

A cela s'ajoute les nouvelles capacités liées à l'usage du protocole SIP permettant à l'opérateur de proposer toute une gamme de services innovants.

Aujourd'hui, les premiers services IMS se limitent principalement à la téléphonie sur IP dans le fixe et à push-to-talk ou VIDEO sharing dans le mobile.

Voici une liste non exhaustive de services génériques IMS pouvant être proposés :

- Services de messagerie instantanée.
- Services d'échanges de contenus (messages, audio, vidéo).
- Services de vidéo téléphonie.
- Jeux multi-joueurs.
- Services Push-To-X (push-to-talk, push-to-VIEW, push-to- VIDEO...).
- Services de conférence audio ou vidéo, supportant le partage de fichiers en temps réel.

En outre, L'IMS permet le raccordement de tous les réseaux d'accès, comme les montre la figure suivante.

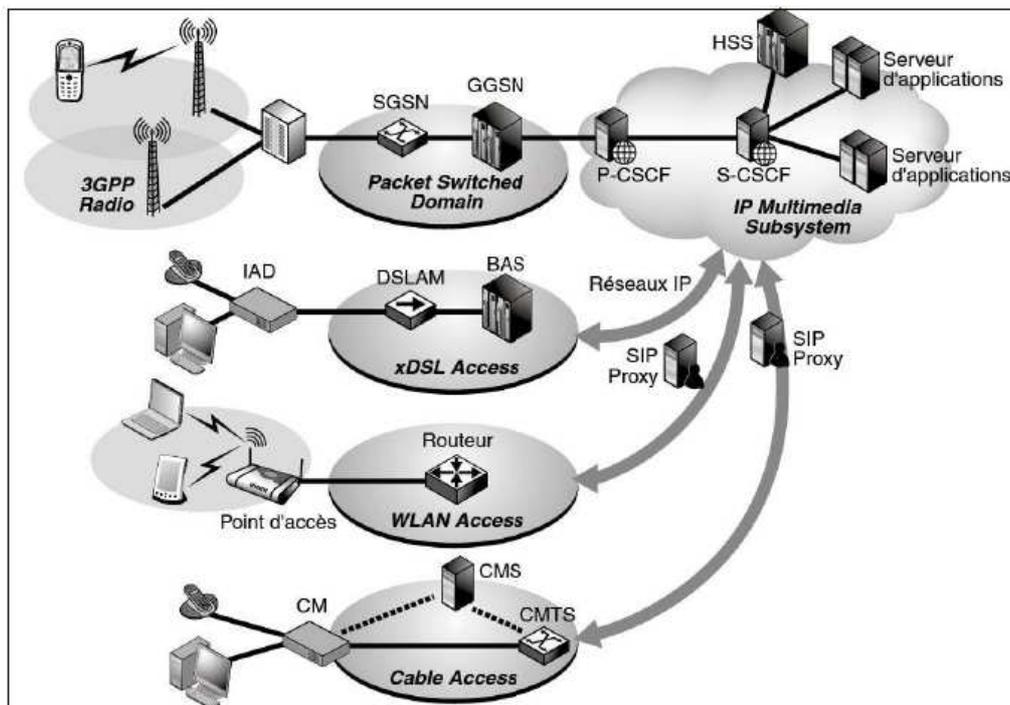


Figure 1.8

Accès multiple à l'IMS

1.8 CONCLUSION

Dans ce chapitre nous avons présenté le concept NGN dont l'une des caractéristiques est la capacité de se raccorder à n'importe quel type d'accès. Le chapitre suivant permet d'approfondir et de lister les principales technologies d'accès employées par les NGN.

Chapitre 2

Les réseaux d'accès des NGN

2.1 Introduction

La boucle locale, aussi appelée réseau de distribution ou réseau d'accès, est une des parties les plus importante d'un réseau d'opérateur qui distribue l'information. Elle constitue son lien direct avec l'utilisateur.

Les NGN se connectent à tout type de réseau d'accès. Avec ces réseaux, l'usage de nouveaux services demandant des débits plus importants se généralise. Parmi ces services le P2P, IPTV, VOIP...

Ce troisième chapitre est consacré à une présentation des principales technologies d'accès que peuvent employer les réseaux IMS et NGN (et auxquelles nous avons fait allusion dans le chapitre 1. Voir couche physique de l'OSI):

- Sur cuivre : XDSL, MSAN.
- Sur fibre optique : FTTX.
- Sur Wireless: wifi, WIMAX.
- Mobile: GSM, UMTS.

2.2 L'accès XDSL:

Les paires métalliques ont été utilisées depuis des décennies pour transporter la parole téléphonique avec une bande passante de 3200Hz. On les utilise aujourd'hui pour le transport des paquets de données à haut débits, en même temps que la parole. Ce débit dépend de la qualité du câble utilisé et de la distance à parcourir.

Plusieurs modems XDSL sont commercialisés le terme x permet de les différencier.

2.2.1 Les modems ADSL :

Les modems ADSL (ASYMMETRIC Digital SUBSCRIBER Line) sont les plus répandus. Leurs vitesses sont asymétriques, plus lente entre le terminal et le réseau que dans l'autre sens. En règle générale, le sens montant est quatre fois moins rapide que le sens descendant le modem ADSL utilise une modulation quadratique, c'est-à-dire que 16 bits sont transportés à chaque signal. Devant le succès rencontré par la technique ADSL, différentes dérivées ont été développées, notamment la technique consistant à faire varier le débit sur le câble, qui a donné naissance au RADSL (Rate Adaptive DSL). Pour les hauts débits, les solutions HDSL (High bit rate DSL) et VDSL (VERY High bit rate DSL) peuvent être exploitées avec succès. Avec l'apparition des applications P2P (Peer-to-Peer) les débits deviennent de plus en plus symétriques, les stations client devenant des serveurs, la technique SDSL (SYMMETRIC DSL) va donc devenir de plus en plus courante.

Les modems ADSL offre une bande montante de 4 à 100KHz, et qui est utilisée pour des débits de 0.64Mbit/s, la bande descendante utilise une bande comprise entre 100KHz et 1.1MHz qui permet d'atteindre un débit de 8.2Mbit/s. La parole analogique, entre 0 et 4KHz, passe en parallèle avec les données en utilisant le modem.

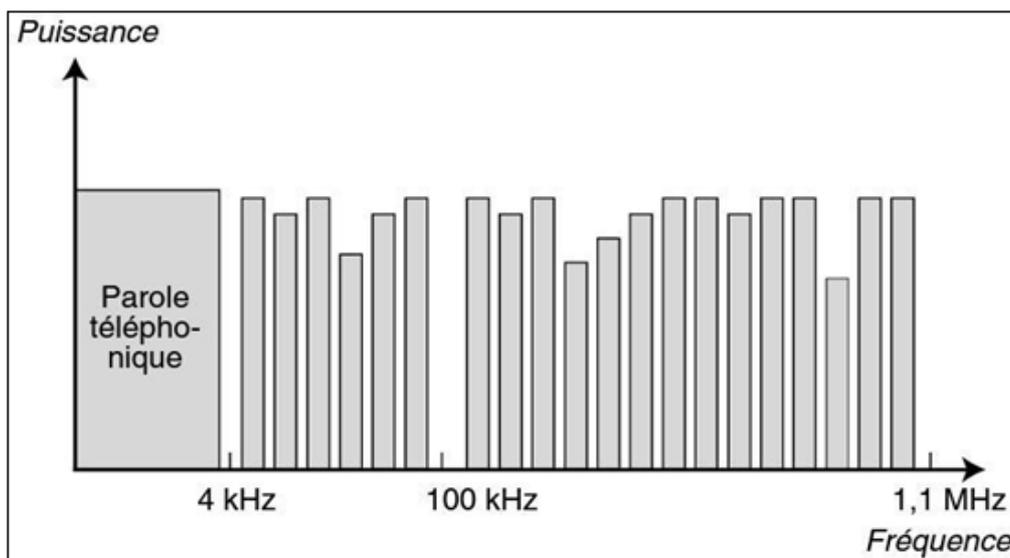


Figure 2.1

Parties du spectre utilisées par l'ADSL

Le spectre est découpé en trois parties, de 0 à 4KHz, pour faire passer la parole téléphonique qui continue à être acheminée en parallèle avec les données, de 4KHz à 100KHz, pour la bande montante allant du terminal vers le réseau, et enfin de 100KHz à 1.1MHz, pour la bande descendante allant du réseau vers le terminal.

La partie montante est divisée en bandes de 4.3KHz (20 bandes), chaque bande est capable de transporter 4 à 15bits en parallèle, en choisissant 8bits par intervalle d'horloge avec 4000 intervalle de temps par seconde, le modem peut donc transporter :

$$4000 \times 8 = 32 \text{ Kbits/s par bande}$$

Et comme il y'a 20 bandes, donc on arrive au total à un débit de :

$$32 \times 20 = 640Kbits/s$$

La partie descendante est découpée en 256 bandes de 4.3KHz, pour un transport de 8bits par intervalle de temps, donc le débit total est:

$$4000 \times 8 \times 256 = 8.2 \text{ Mbits/s}$$

Il est possible d'améliorer le débit en augmentant le nombre de bits par intervalle de temps. Les modems ADSL2+ permettent ainsi d'atteindre un débit de 28Mbit/s en augmentant la partie du spectre utilisée pour la voie descendante. [9]

2.2.2 Les modems VDSL :

Les modems VDSL permettent d'atteindre des débits beaucoup plus importants que les modems ADSL, mais sur quelques dizaines de mètre seulement, leurs capacités est de plusieurs dizaines de mégabits/s. Les modems VDSL peuvent être disposés à la sortie d'un PON (Passive Optical Network) pour prolonger leurs liaisons vers l'utilisateur et doivent accepter les trames ATM car les PON utilisent cette technologie. Les débits peuvent être asymétriques ou symétriques selon le choix de l'utilisateur. Le débit en asymétrique devrait atteindre 6.4Mbits/s dans le sens montant et 52Mbits/s dans l'autre sens sur une distance de 300m. Comme dans le cas d'un modem ADSL un filtre est placé pour permettre de séparer la partie téléphonique qui va vers le répartiteur, et une partie donnée qui va vers un DSLAM.

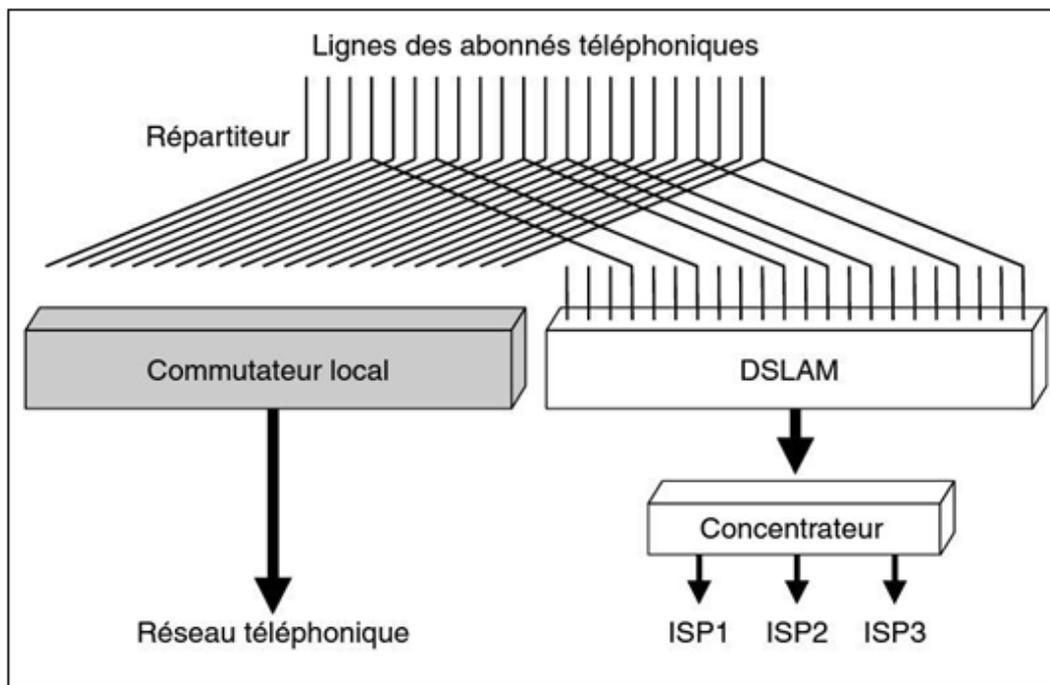


Figure 2.2

Séparation de la parole téléphonique et des données

Donc en résumé : le service DSL est assuré par le DSLAM qui est l'un des principaux équipements de la couche accès d'un NGN. Le DSLAM est un multiplexeur récupérant le trafic de données des lignes téléphoniques qui lui sont raccordées, après que ce trafic ait été séparé du trafic de voix issu de la téléphonie classique, grâce au filtre dont nous avons parlé précédemment. Ensuite le DSLAM regroupe le trafic des différentes lignes qui lui sont raccordées et le redirige vers le réseau de l'opérateur ou du fournisseur d'accès selon le principe du multiplexage temporel.

2.3 Les MSAN

La migration du cœur du réseau accompagne la transformation du réseau d'accès avec notamment le déploiement de nœuds multiservices basés sur IP (MSAN).

Les MSAN constituent une évolution naturelle des DSLAM. C'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 POTS, RNIS, Ethernet, FTTH, X25, 3G ou encore WIMAX. De ce fait, au sein d'un seul et même châssis, l'opérateur peut déployer toutes les technologies d'accès envisageables sur son réseau.

Le rôle de Media Gateway, qui permet essentiellement l'interfonctionnement entre un réseau TDM et un réseau IP, peut être « embarqué » au sein de ce MSAN, et disparaître en tant que nœud de réseau dédié. Avec cette architecture nous pouvons offrir aux abonnés POTS le service de la VOIP.

L'interface d'accès du MSAN est constituée d'un ensemble de cartes de différentes technologies. Cette configuration peut être adaptée ou améliorée aux besoins du client. Chaque carte comporte un nombre p de ports qui permet de servir P abonnés pour chaque classe.

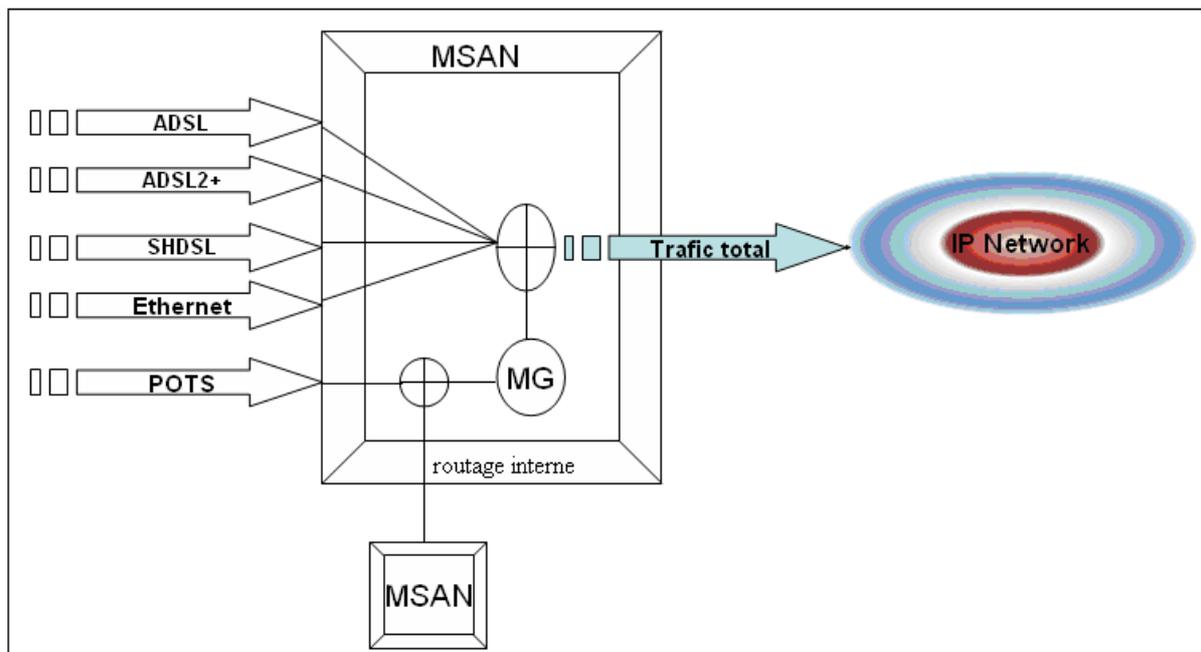


Figure 2.3

Exemple d'architecture d'un MSAN pour les réseaux fixes

2.4 L'accès optique (FTTX):

La première solution pour mettre en place une boucle locale puissante, consiste à câbler complètement le réseau avec la fibre optique. Cette technique est dite FITL (FIBER In The LOOP) et donne naissance à plusieurs techniques en fonction de l'emplacement de la fibre optique. La solution la plus attendue est celle qui dessert directement le domicile de l'utilisateur. Jusqu'en 2007 la fibre optique a été réservée au milieu industriel mais elle touche aujourd'hui le grand public sous la forme de FTTH (FIBER To The Home) ; dans laquelle se lancent de nombreux opérateurs pour proposer de très hauts débits (de 10Mbits/s jusqu'à des centaines de Mégabits par seconde).

Le réseau d'accès optique se présente sous la forme illustrée dans la figure 3.3, sa topologie est un arbre optique passif, ou PON (Passive Optical Network). La tête du réseau se trouve derrière l'OLT (Optical Line TERMINATION), l'autre extrémité L'ONU (Optical Network Unit), dessert directement le domicile de l'utilisateur.

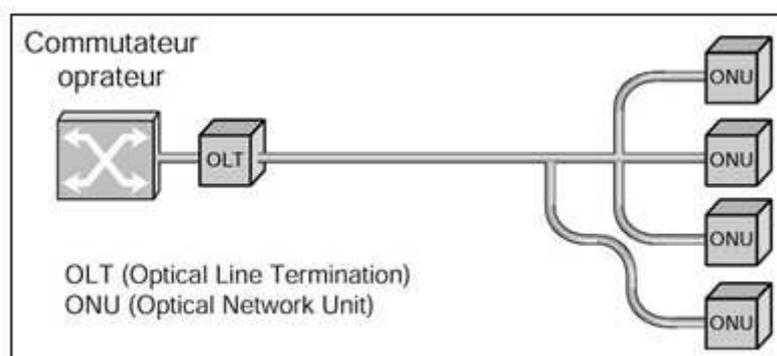


Figure 2.4

Réseau d'accès optique

Il est à noter que les étoiles optiques diffusent le signal dans toutes les directions à l'exception du port d'entrée. Ce qui est intéressant puisque si un utilisateur n'a pas son accès ou l'utilise peu, son débit peut être attribué aux autres utilisateurs. Si un utilisateur se connecte seul il possède donc l'ensemble du débit.

En règle générale, une terminaison OLT dessert 48 clients, ce qui donne une moyenne approximative de 50Mbit/s par utilisateur pour un réseau PON à 2.5Gbit/s, ces nouvelles capacités permettent d'exploiter de nouveaux services, tel que le P2P avec de nombreuses connexions simultanées, la vidéo de très grande qualité, la télévision haute définition, ou encore les murs de présence utilisant un son et une image de très haute qualité.

Plusieurs types de technologies FTTX existent, cela dépendra de l'endroit où le câblage doit être posé :

- **FTTC (FIBER To The CURB):** on câble jusqu'à un point assez proche de l'immeuble ou de la maison qui doit être desservi, le reste du câblage étant effectués par l'utilisateur final.
- **FTTN (FIBER To The NODE):** on câble jusqu'à un répartiteur dans l'immeuble.
- **FTTH (FIBER To The Home):** on câble jusqu'à la porte de l'utilisateur.
- **FTTT (FIBER To The Terminal):** on câble jusqu'à la prise de l'utilisateur, à coté de son terminal.

2.5 Les accès hertziens :

Les accès hertziens ont pris une importance que l'on ne soupçonnait pas il y'a une dizaine d'années, ils se sont diversifiés tout en augmentant leurs débits et leurs qualité de service.

La solution hertzienne se développe de plus en plus vite avec l'arrivée de la troisième génération des réseaux mobiles, elle est en mesure de satisfaire pleinement l'objectif d'une connexion flexible avec l'utilisateur et lui permet d'accéder aux services multimédia tout en gardant sa mobilité.

2.5.1 Le réseau WIFI :

Les réseaux Wifi (Wireless FIDELITY) proviennent de la norme IEEE.802.11, qui définit une architecture cellulaire. Un groupe de terminaux munis d'une carte d'interface réseau 802.11, s'associent pour établir une communication directe, se qu'on appelle un BSS (Basic Service Set).

Comme illustré à la figure 3.4, la norme 802.11 nous propose deux modes de fonctionnement, le mode infrastructure et le mode ad-hoc.

Le mode infrastructure est défini pour fournir aux différentes stations des services spécifiques. Les réseaux infrastructures sont établis en utilisant des points d'accès (AP) qui jouent le rôle de station de base pour un BSS.

Un réseau en mode ad-hoc est un groupe de terminaux formants un IBSS (Independent Basic Set Service), dont le rôle est de permettre aux stations de communiquer sans l'aide d'une quelconque infrastructure, telle qu'un point d'accès ou un système de distribution. Chaque station peut établir une communication avec une autre station dans un IBSS.

Ce type de réseau se révèle très utile pour mettre en place un réseau sans fil lorsqu'une infrastructure fixe ou mobile fait défaut.

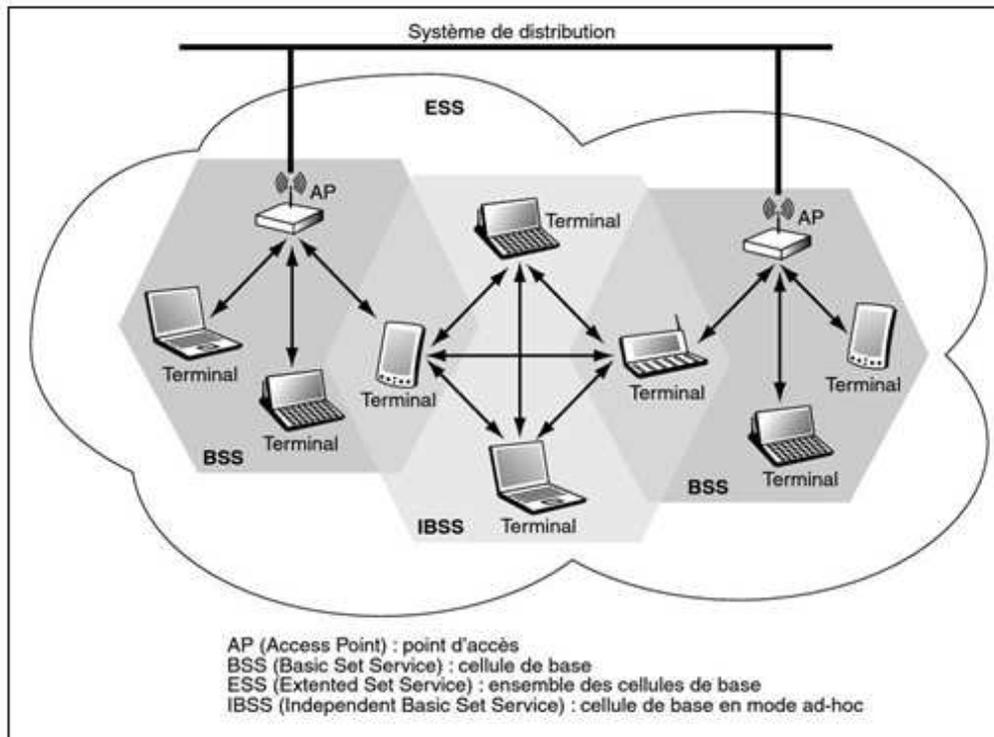


Figure 2.5

Architecture d'un réseau Wifi

2.5.1.1 Architecture Wifi :

Comme tous les standards IEEE, 802.11 couvre les deux premières couches du modèle de référence OSI, l'une de ses caractéristiques est qu'il définit une couche MAC qui est commune à toutes les couches physiques.

- La couche physique : la couche physique a pour rôle de transporter la suite de signaux 1 ou 0 que l'émetteur envoie au récepteur. Elle est divisée en deux sous-couches, le PLCP (PHYSICAL Layer Convergence Protocol) et le PMD (PHYSICAL Medium DEPENDENT). La sous-couche PMD s'occupe de l'encodage des données tandis que la sous-couche PLCD prend en charge l'écoute du support, elle fournit pour cela un CCA (CLEAR Channel ASSESSMENT) qu'utilise la couche MAC pour savoir si la voie est occupée ou non. Pour qu'un signal soit reçu correctement, il faut que sa portée ne dépasse pas les 150m dans un environnement de bureau, 600m sans obstacles et 1.5Km avec une antenne extérieure. En général, les stations ont une portée de 50m.
- La couche liaison de donnée : la couche liaison de donnée est composée essentiellement de deux sous-couches :
 - Le contrôle de la liaison logique (LOGICAL Link Control, ou LLC).
 - Le contrôle d'accès au support (Media Access Control, ou MAC).

La couche physique définit la modulation des ondes radioélectriques et les caractéristiques de la signalisation pour la transmission de données, tandis que la couche liaison de données définit l'interface entre le bus de la machine et la couche physique, notamment une méthode d'accès proche de celle utilisée dans le standard Ethernet et les règles de communication entre les différentes stations. La norme 802.11 propose donc en réalité trois couches (une couche physique appelée PHY et deux sous-couches relatives à la couche liaison de données du modèle OSI), définissant des modes de transmission alternatifs que l'on peut représenter de la manière suivante:

| | | | |
|---------------------------|--------------|------|-------------|
| Couche Liaison de données | 802.2 (LLC) | | |
| | 802.11 (MAC) | | |
| Couche Physique (PHY) | DSSS | FHSS | Infrarouges |

Il est possible d'utiliser n'importe quel protocole de transport sur un réseau 802.11 au même titre que sur un réseau Ethernet.

2.5.2 Le WIMAX :

Apparu en janvier 2003, WIMAX (WORLDWIDE INTEROPERABILITY for MICROWAVE Access) est le nom commercial de la technologie sans fil IEEE 802.16 pour l'accès au réseau de l'opérateur, comme WIFI est celui d'IEEE 802.11. Cette technologie pour opérateurs s'avère plus performante et plus solide que le WIFI. Son domaine d'action est le réseau métropolitain et plus spécialement le « dernier kilomètre », c'est-à-dire entre le central de rattachement et l'abonné. Il est prévu pour fournir des services de type DSL, liaison louée et le raccordement de réseaux radio publics. Le WIMAX servira dans plusieurs segments de marché incluant les applications fixes et mobiles. Sa portée et sa bande passante -supérieures à celles du WIFI- lui assureront un succès dans le domaine des connexions larges bandes (Broadband). Il utilise dans sa première déclinaison des fréquences allant de 2 à 11Ghz.

Le WIMAX est particulièrement adapté au Broadband grâce à sa vitesse élevée, il répond ainsi à une demande croissante de bande passante des utilisateurs pour la vidéo en ligne. Les débits théoriques annoncés sont de 72Mbits/s sur une distance de 50km. En pratique, les débits constatés atteignent péniblement les 12Mbits/s sur une distance de 20km. Certes ces chiffres sont sans communes mesures avec les chiffres théoriques mais ils restent satisfaisants.

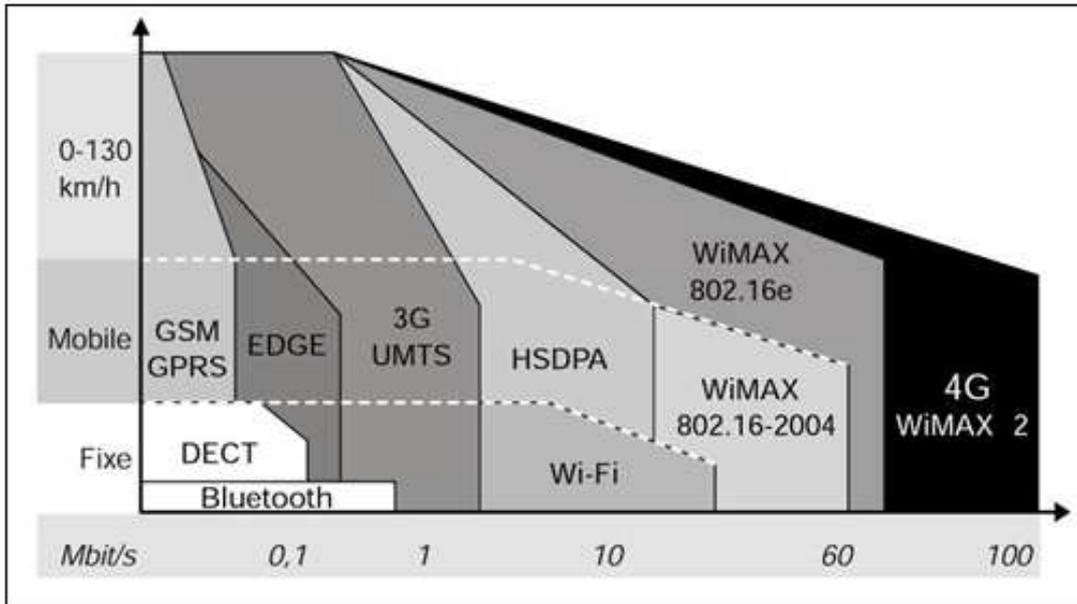


Figure 2.6

Place du WIMAX dans les technologies hertziennes

2.5.2.1 La couche physique et la technique d'accès :

La couche physique du WIMAX utilise la technologie OFDM (Orthogonal FREQUENCY Division MULTIPLEXING) qui découpe les fréquences en sous-fréquences orthogonales afin que deux fréquences voisines puissent être utilisées sans interférences.

Pour augmenter le débit des versions les plus évoluées, le MIMO (Multiple input multiple output) est autorisé. Dans ce cas plusieurs antennes peuvent émettre en parallèle sur la même fréquence en jouant sur les multiples chemins suivis par les signaux pour récupérer les signaux à des instants légèrement différents.

WIMAX demande une technique d'accès puisque l'antenne joue le rôle d'équipement commun à tous les clients. La solution retenue est de type OFDMA (ORTHOGONAL FREQUENCY DIVISION MULTIPLE ACCESS).

La technique d'accès du WIMAX est illustrée à la figure suivante.

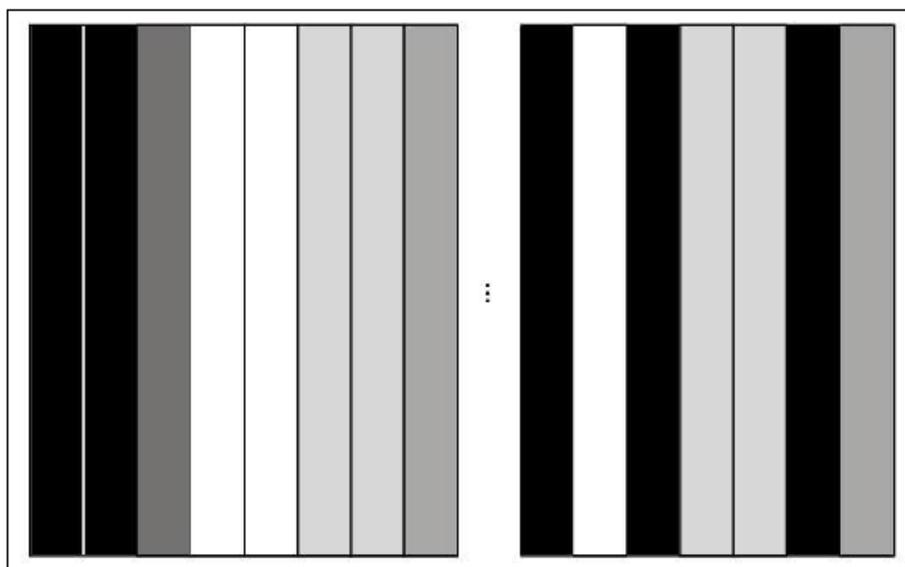


Figure 2.7

Technique d'accès du WIMAX

Dans cette figure, les tranches de temps sont données aux différents clients suivant des ordres de priorité. WIMAX possède quatre classes de priorités :

- UGS (UNSOLICITED GRANT SERVICE), la priorité la plus haute, a pour objectif de faire transiter des applications qui ont un débit constant en générant des paquets de longueur constante à des intervalles réguliers. Cette classe reçoit une allocation de tranche de sorte que chaque paquet est émis sans attente. Cette classe correspond aux applications de téléphonie classique qui produisent un débit constant.
- RTPS (real time PACKET SERVICE), correspond à la transmission d'application de type vidéo. Cette classe prend en charge les applications qui produisent des trames de longueur variable à intervalles réguliers.
- NRTPS (non real time PACKET SERVICE), correspond à des applications élastiques qui acceptent une variabilité du délai et dont les paquets ont des tailles variables, mais qui demandent un débit minimal. Cette classe de service est bien adaptée au transfert de fichier et aux applications sans contraintes temporelles mais qui demandent malgré tout un débit minimal pour s'assurer d'être transmis après un temps correspondant à ce débit minimal. Les tranches de temps peuvent être volées par des classes de priorité supérieures si c'est nécessaire à la qualité de service de ces applications.
- BE (Best Effort), ne demande aucune qualité de service particulière et aucun débit minimal (ex : trafic des applications web).

2.5.3 Les réseaux GSM :

Le réseau GSM est spécialement approprié pour les communications téléphoniques pour la parole. En effet, il s'agit principalement d'un réseau commuté, c'est-à-dire que les ressources sont allouées pour la totalité de la durée de la conversation.

2.5.3.1 Concept cellulaire :

Les réseaux de première génération possédaient des cellules de grande taille (50 km de rayon) au centre desquelles se situait une station de base (antenne d'émission). Au tout début, ce système allouait une bande de fréquences de manière statique à chaque utilisateur qui se trouvait dans la cellule qu'il en ait besoin ou non. Ce système ne permettait donc de fournir un service qu'à un nombre d'utilisateurs égal au nombre de bandes de fréquences disponibles.

La première amélioration consista à allouer un canal à un utilisateur uniquement à partir du moment où il en a besoin, permettant ainsi d'augmenter, statistiquement, le nombre d'abonnés, puisque tout le monde ne téléphone pas en même temps.

C'est pour résoudre ces différents problèmes qu'est apparu le concept de cellule. Le principe de ce système est de diviser le territoire en de petites zones, appelées cellules, et de partager les fréquences radio entre celles-ci. Ainsi, chaque cellule est constituée d'une station de base (reliée au Réseau Téléphonique Commuté, RTC) à laquelle on associe un certain nombre de canaux de fréquences à bande étroite, ces fréquences ne sont pas utilisées dans les cellules adjacentes afin d'éviter les interférences. Ainsi, on définit des « motifs », aussi appelés « clusters », constitués de plusieurs cellules, dans lesquels chaque fréquence est utilisée une seule fois.

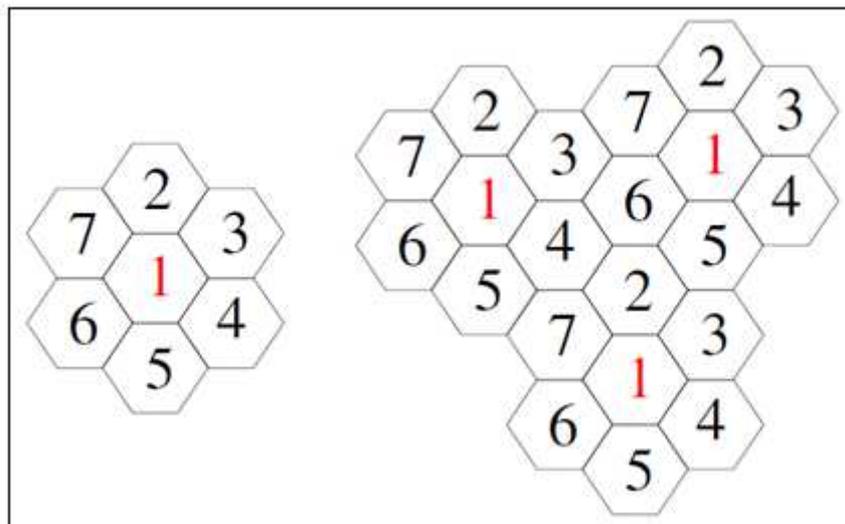


Figure 2.8

Représentation d'un motif élémentaire (à gauche)
Et un ensemble de motifs dans un réseau (à droite)

2.5.3.2 Principales caractéristiques du GSM :

Le GSM est un environnement complet rassemblant l'interface air, mais aussi les interfaces entre le système radio et le système de commutation et l'interface utilisateur. La station mobile est constituée de deux éléments, le terminal portatif et la carte SIM. Cette carte à puce contient les caractéristiques de l'utilisateur ainsi que ses éléments d'abonnement.

L'interface radio travaille dans la bande de 890-915 MHz dans le sens montant et 935-960 MHz dans le sens descendant, une version GSM étendue, E-GSM, travaille dans la bande montante 880-915MHz et dans la bande descendante 925-960MHz. Le réseau DCS1800 (Digital Communication System) utilise un sens montant entre 1710-1785MHz et entre 1805-1880MHz dans l'autre sens, enfin le PCS1900 utilise pour le sens montant une bande entre 1850-1910MHz et 1930-1990MHz pour le sens descendant, chaque porteuse radio exige 200KHz, ce qui nous fait un total de 124 porteuses disponibles pour le GSM900, 174 pour E-GSM, 374 pour DCS1800 et 298 pour le PCS1900.

Connaissant les différents canaux disponibles, il est alors possible d'effectuer un multiplexage fréquentiel, appelé FDMA (FREQUENCY Division Multiple Access), en attribuant un certain nombre de fréquences porteuses par station de base. De plus, avec un tel système, si une source parasite émet un bruit à une fréquence bien déterminée, le signal qui se trouve dans la bande de fréquence contenant le parasite sera perturbé. Pour résoudre ces problèmes, on combine le multiplexage en fréquence à un multiplexage temporel TDMA (Time Division Multiple Access) consistant à diviser chaque canal de communication en trames de 8 intervalles de temps (dans le cas du GSM).

Ainsi, avec le TDMA, il est par exemple possible de faire parler huit utilisateurs l'un après l'autre dans le même canal. On multiplie donc le nombre de canaux disponibles par unité de temps par huit.

2.5.3.3 Architecture du réseau GSM :

L'architecture d'un réseau GSM peut être divisée en trois sous-systèmes :

- Le sous-système radio contenant la station mobile, la station de base et son contrôleur.
- Le sous-système réseau ou d'acheminement.
- Le sous-système opérationnel ou d'exploitation et de maintenance.

Le sous-système radio : Le sous-système radio gère la transmission radio. Il est constitué de plusieurs entités dont le mobile, la station de base BTS (Base TRANSCIVER Station) et un contrôleur de station de base BSC (Base Station Controller).

La station de base (BTS) : La station de base est l'élément central, que l'on pourrait définir comme un ensemble émetteur/récepteur pilotant une ou plusieurs cellules. Dans le réseau GSM, chaque cellule principale au centre de laquelle se situe une station base peut-être divisée, grâce à des antennes directionnelles, en plus petites cellules qui utilisent des fréquences porteuses différentes.

Le contrôleur de station de base (BSC) : Le contrôleur de station de base gère une ou plusieurs stations de base. Ce contrôleur remplit différentes fonctions tant au niveau de la communication qu'au niveau de l'exploitation. Pour les fonctions des communications des signaux en provenance des stations de base, le BSC agit comme un concentrateur puisqu'il transfère les communications provenant des différentes stations de base vers une sortie unique. Dans l'autre sens, le contrôleur commute les données en les dirigeant vers la bonne station de base.

Dans le même temps, le BSC remplit le rôle de relais pour les différents signaux d'alarme destinés au centre d'exploitation et de maintenance. Il alimente aussi la base de données des stations de base. Enfin, une dernière fonctionnalité importante est la gestion des ressources radio pour la zone couverte par les différentes stations de base qui y sont connectées. En effet, le contrôleur gère les transferts intercellulaires des utilisateurs dans sa zone de couverture, c'est-à-dire quand une station

mobile passe d'une cellule dans une autre. Il doit alors communiquer avec la station de base qui va prendre en charge l'abonné et lui communiquer les informations nécessaires tout en avertissant la base de données locale VLR (VISITOR Location REGISTER) de la nouvelle localisation de l'abonné.

Le sous-système réseau : Le sous-système réseau, appelé NSS (Network SWITCHING Center), joue un rôle essentiel dans un réseau mobile. Alors que le sous-réseau radio gère l'accès radio, les éléments du NSS prennent en charge toutes les fonctions de contrôle et d'analyse d'informations contenues dans des bases de données nécessaires à l'établissement de connexions utilisant une ou plusieurs des fonctions suivantes : chiffrement, authentification ou ROAMING.

Le centre d'exploitation et de maintenance : Cette partie du réseau regroupe trois activités principales de gestion : la gestion administrative, la gestion commerciale et la gestion technique. Le réseau de maintenance technique s'intéresse au fonctionnement des éléments du réseau. Il gère notamment les alarmes, les pannes, la sécurité... [10]

2.5.4 L'UMTS

L'UNIVERSAL Mobile TELECOMMUNICATIONS System (UMTS) est l'une des technologies de téléphonie mobile de troisième génération (3G). Elle est basée sur la technologie W-CDMA, standardisée par le 3GPP et constitue l'implémentation des spécifications IMT-2000 de l'UIT pour les systèmes radio cellulaires 3G.

L'UMTS est parfois aussi appelé 3GSM, soulignant l'interopérabilité qui a été assurée entre l'UMTS et le standard GSM auquel il succède. On l'appelle également et plus simplement 3G, pour troisième génération.

L'UMTS repose sur la technique d'accès multiple W-CDMA, une technique dite à étalement de spectre, alors que l'accès multiple pour le GSM se fait par une combinaison de division temporelle TDMA et de division fréquentielle FDMA.

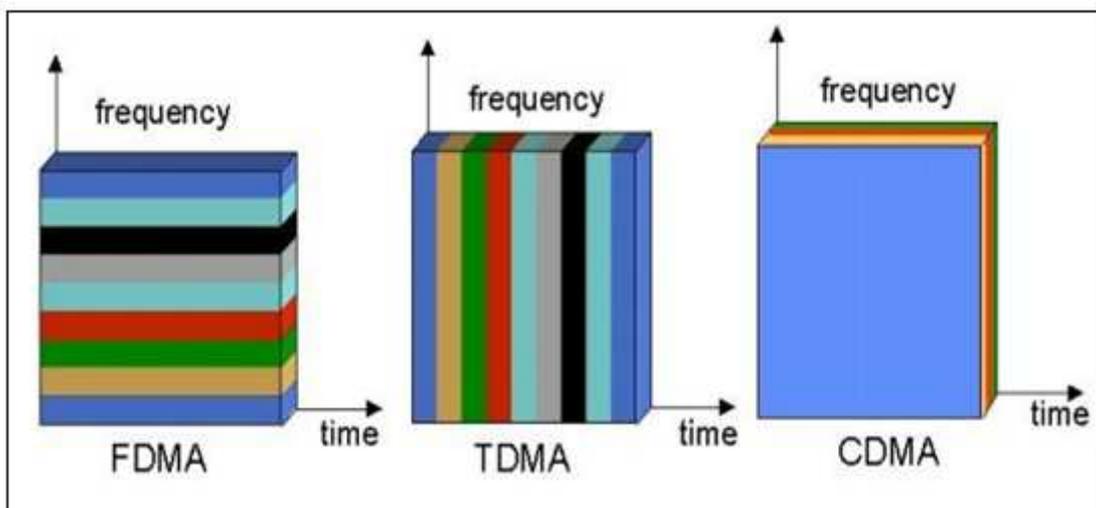


Figure 2.9

Rappel sur les techniques de multiplexage

L'UMTS permet théoriquement des débits de transfert de 1,920 Mbit/s, mais les débits offerts par les opérateurs dépassent rarement 384 kbit/s. Néanmoins, cette vitesse est nettement supérieure au débit de base GSM qui est de 9,6 kbit/seconde.

Le débit est différent suivant le lieu d'utilisation et la vitesse de déplacement de l'utilisateur :

- En zone rurale : 144 kbit/s pour une utilisation mobile (voiture, train, etc.)
- En zone urbaine : 384 kbit/s pour une utilisation piétonne.
- Dans un bâtiment : 2 000 kbit/s depuis un point fixe.

Grâce à sa vitesse accrue de transmission de données, l'UMTS ouvre la porte à des applications et services nouveaux. L'UMTS permet en particulier de transférer dans des temps relativement courts des contenus multimédia tels que les images, les sons et la vidéo. Les nouveaux services concernent surtout l'aspect vidéo : Visiophonie, MMS Vidéo, Vidéo à la demande, Télévision.

2.6 CONCLUSION

Il existe énormément de réseaux d'accès et ils sont pratiquement tous raccordables à l'NGN via le MSAN (EDGE, CDMA...) mais dans ce chapitre, nous avons étudié les principales technologies d'accès adoptées par les NGN en général et l'IMS en particulier. Certaines caractéristiques de ces technologies constitueront une partie des données d'entrées du processus de dimensionnement d'un réseau NGN. Le chapitre suivant est consacré à ce dimensionnement.

Chapitre 3

Dimensionnement des entités d'un réseau NGN multimédia

3.1 Introduction

Algérie télécom s'engage à moderniser son réseau qui est dicté par des décisions des MPTIC, la mise en place de ces réseaux NGN, tant dans le réseau d'accès que dans l'équipement

Comme l'indique le titre du chapitre, nous allons dimensionner un réseau IMS, cependant, un opérateur disposant d'un réseau NGN classique (qui gère la téléphonie) pourra également utiliser notre outil, pour cela il suffit d'entrer zéro comme nombre d'abonnés pour les services ou réseaux d'accès qui n'ont pas pour fonction le transport de la voix et dans ce cas là, la MGCF sera équivalente à l'ensemble des Media Gateway et la CSCF représentera la fonction SOFTSWITCH.

L'étape de dimensionnement permet d'évaluer le coût de l'infrastructure à déployer : nombre de MSAN nécessaires pour la zone choisie, capacité de traitement des microprocesseurs supportant les entités IMS et bande passant moyenne requise.

La première partie de ce chapitre sera consacrée à la présentation des différents modèles de trafic. Nous allons nous intéresser dans la deuxième partie au dimensionnement des différentes entités du réseau IMS (en appliquant simplement les lois d'Erlang). Dans la dernière partie nous présenterons un outil de dimensionnement de ces entités.

3.2 Modèle de trafic du réseau d'accès

Le dimensionnement du réseau nécessite l'étude et l'évaluation du trafic du réseau d'accès. Il faut pour cela définir un modèle pour chaque classe de service. Dans ce qui suit, on définira un modèle de trafic pour chaque classe qui sera utilisée pour le dimensionnement.

3.2.1 Les différentes classes de qualité de service

Le QOS est généralement assimilé à la discrimination des services. Les classes définies sont : la classe conversationnelle, la classe streaming, la classe interactive et la classe background. La différence

entre ces classes de services vient de la sensibilité de chacune par rapport au délai : la classe conversationnelle englobe les applications très sensibles au délai tandis que la classe background englobe les applications les moins sensibles au délai. Ainsi les classes conversationnelles et streaming regroupent les applications avec des contraintes temps réel, la différence entre ces deux classes vient uniquement de leur degré de sensibilité au délai. Les classes interactives et Background regroupent les applications traditionnelles d'internet comme la navigation web, le courrier électronique, le transfert de fichiers, le téléchargement, etc.

Ces applications sont beaucoup moins sensibles au délai que les classes conversationnelles et streaming mais sont en revanche beaucoup plus sensibles aux erreurs de transfert. La principale différence entre les classes interactive et background est que les applications de type interactif sont des applications qui nécessitent une interaction, comme le cas du courrier électronique interactif ou de la navigation interactive sur internet, tandis que les applications de Background sont des applications comme le téléchargement de courriers ou le téléchargement de fichiers.

Le tableau suivant permet de résumer les estimations du débit requis pour les nouveaux services les plus importants.

| Applications | Débits requis |
|-------------------------------|-------------------------|
| Accès haut débit à l'Internet | 2Mbit/s à 10 Mbit/s |
| VoIP | 5.3 kbit/s à 64 kbit/s |
| VoD | 3.5 Mbit/s à 4.6 Mbit/s |
| Vidéoconférence | 384 kbit/s à 1.5 Mbit/s |
| TV sur IP | 3.5 Mbit/s à 4.6 Mbit/s |
| VPN | Plus que 2Mbit/s |

3.2.1.1 La 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. Les exemples de ce type d'applications sont la téléphonie, la vidéophonie, la voix sur IP, les jeux interactifs.

3.2.1.2 La 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 mobiles. 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. Les exemples d'applications de type streaming sont les nouvelles applications issues d'internet, telles que les applications audio ou vidéo sur demande.

3.2.1.3 La 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. Les exemples d'applications de type interactif sont la navigation sur internet, l'accès aux bases de données ainsi qu'aux serveurs d'applications.

3.2.1.4 La 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 transférées. Les exemples d'applications sont le mail, le transfert de messages courts (SMS pour Short Messages Services), le téléchargement de données ou de fichiers. Les différentes classes de qualité de service sont résumées dans le tableau suivant. [11]

| Service | Délai | Exemple d'application | Débit | Tolérance des erreurs |
|------------------------|------------|--|--------------|-----------------------|
| Conversationnel | << 1s | Visiophonie | 32-384 kbps | oui |
| | | Jeux interactifs | 1 kbps | non |
| Streaming | < 10s | Audio haute qualité | 32-128 kbps | oui |
| | | Images fixes | Non garantie | non |
| Interactif | Environ 1s | Commerce électronique, Navigation sur Internet | Non garantie | non |
| Back ground | > 10s | Fax | Non garantie | oui |
| | | E-mail(avec acquittement) | Non garantie | non |

3.2.2 Modèle de trafic de la classe conversationnelle

Le service de base de cette classe est la téléphonie. Le processus de poisson permet de modéliser cette classe. Le comportement de l'abonné de ce service suit la loi markovienne de type ON-OFF. Les caractéristiques de ce modèle sont :

- Occurrence des appels téléphoniques est modélisée par un processus de poisson avec un taux moyen d'appel 0.8 appels/heure. On rappelle que la loi de poisson de paramètre λ est une variable aléatoire discrète X à valeurs positives définie par ses probabilités d'état :

$$P[X = n] = \frac{\lambda^n}{n!} \text{ pour } n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

Un processus exponentiel caractérise la durée d'un appel de moyenne typique α tels que $1/\alpha=150s$. Une variable aléatoire "X" qui suit une loi exponentielle est définie comme suit:

$$f(x) = \begin{cases} \mu \cdot e^{-\mu \cdot x} & ; \text{ si } x \geq 0 \\ 0 & ; \text{ si non} \end{cases}$$

$$F(x) = \begin{cases} 1 - e^{-\mu \cdot x} & ; \text{ si } x \geq 0 \\ 0 & ; \text{ si non} \end{cases}$$

Où $f(x)$ et $F(x)$ sont respectivement la densité de probabilité et la fonction de répartition de la variable "X" qui suit la loi exponentielle et $\mu=1/E(x)$ avec $E(x)$: espérance de x .

- La répartition des périodes d'activité et de silence suit chacune une distribution exponentielle avec un taux d'activité de source de 0.5.

3.2.3 Modèle de trafic de la classe Streaming

On va considérer le modèle relatif au visionnement d'une séquence vidéo. Or le flux vidéo correspond à une série de trames de données ayant même durée (25 trames par secondes). Les caractéristiques du modèle sont :

- Occurrence des sessions 0.17 appels/heure.
- Durée d'une session 120 s.
- Taux d'activité de source 0.58.

3.2.4 Modèle de trafic de la classe Interactive

Le service de base de cette classe est la navigation sur le Web. On décompose le flux de données en un ensemble de sessions. Pour chaque session, l'utilisateur consulte plusieurs pages HTML. L'ouverture de ses pages correspond à la transmission de plusieurs datagrammes de taille variable. Un temps de lecture est nécessaire avant de télécharger les pages suivantes.

Les caractéristiques du modèle sont :

- Occurrence de sessions est un processus de poisson de valeur typique 0.17 appels/heure pour chaque session.
- Le nombre d'appels de pages HTML suit une distribution géométrique de moyenne 5 appels/session. Une loi géométrique est définie comme suit:

$$p(x) = \begin{cases} p \cdot (1-p)^x & ; \text{ si } x \in \{0,1,2, \dots\} \\ 0 & ; \text{ si non} \end{cases}$$

$$F(x) = \begin{cases} 1 - (1-p)^{x+1} & ; \text{ si } x \in \{0,1,2, \dots\} \\ 0 & ; \text{ si non} \end{cases}$$

$$\mu = \frac{1-p}{p} \quad ; \quad \sigma^2 = \frac{1-p}{p^2} \quad ; \quad \text{avec } p \in]0,1[$$

Où $F(x)$ est la fonction de distribution et $p(x)$ est la fonction de masse, μ et σ^2 sont respectivement la moyenne et la variance et p est le paramètre de la loi géométrique (probabilité de succès).

- Le temps de lecture suit une distribution exponentielle de moyenne μ tels que $1/\mu = 4$ à 12s.
- Le nombre de datagrammes par appel suit une distribution géométrique de moyenne typique 10 datagrammes/appel.
- La durée d'inter arrivée de datagrammes suit une distribution exponentielle dont la valeur moyenne varie en fonction du débit.
- La taille de datagrammes suit une distribution de Pareto. Une variable aléatoire "X" qui suit une loi de Pareto normale est définie de la manière suivante :

$$f_x(x) = \frac{\alpha \cdot k^\alpha}{x^{\alpha+1}} \quad ; \quad x \geq k$$

$$F_x(x) = 1 - \left(\frac{k}{x}\right)^\alpha \quad ; \quad x \geq k$$

$$\mu = \frac{k \cdot \alpha}{\alpha - 1} \quad ; \quad \alpha > 1$$

$$\sigma^2 = \frac{k^2 \cdot \alpha}{(\alpha - 2)(\alpha - 1)} \quad ; \quad \alpha > 2$$

Où F_x et f_x représentent respectivement la fonction de répartition et la densité de probabilité de la variable aléatoire qui suit la loi de Pareto normale, α est le facteur de Fano, μ et σ^2 représentent respectivement la moyenne et la variance de la distribution de Pareto, k représente la valeur minimale de la variable "X". [11]

3.2.5 Modèle de trafic de la classe Background

Les services de cette classe sont insensibles au délai, ils sont considérés de type Best Effort. Ils sont transmis en dehors des périodes chargées du réseau cœur, c'est-à-dire au cours des périodes d'inactivités des autres classes de services. D'une autre manière, ces services ne contribuent pas à la charge du réseau.

3.3 Dimensionnement des entités de l'IMS

Nous allons maintenant nous intéresser au dimensionnement des entités suivantes :

- La couche contrôle : MGCF et le CSCF.
- La couche application : les serveurs d'application.

Pour pouvoir dimensionner les entités de la couche application, il faut répartir les services, selon leurs besoins en bande passante, en services à bande étroite et services large bande.

Les services large bande englobent des services gourmands en bande passante tel que les services de classe streaming et dont le trafic est supporté par les entités CSCF de la couche contrôle. Les services à bande étroite sont notamment les services du réseau intelligent dont le trafic est véhiculé par le MGCF et le MCS server, dans notre cas nous allons considérer uniquement le MGCF.

3.3.1 Dimensionnement du MGCF

Le MGCF est une passerelle qui assure les communications entre l'IMS et les usagers du domaine circuit, dans notre cas les usagers de la téléphonie classique fixe (POTS ; Plain OLD TELEPHONE Service) et GSM.

Tout trafic de signalisation (contrôle d'appel ou session) généré par les utilisateurs du domaine circuit vers l'IMS passe par le MGCF.

D'autre part le MGCF joue le rôle d'un SSP qui assure le routage vers les services à bande étroite, généralement les services du réseau intelligent. Dimensionner cet équipement, qui représente la couche contrôle, revient à déterminer la capacité de traitement de son processeur, c'est à dire déterminer le nombre des appels traités par seconde (CPS : call per second). Pour évaluer cette capacité, il faut calculer le nombre de communications à véhiculer.

$$[Capacité - de - traitement - MGCF(cps)] = \sum_{i \in \{GSM, POTS, Service-IN\}} \frac{(SUB - NBR - i) \times (SAU - R - i) \times (SMT - i)}{(MHT - i)}$$

Avec :

- **SUB – NBR** : nombre d'abonnés (*SUBSCRIBER NUMBER*).
- **SAU – R** : taux de simultanéité (*SIMULTANEOUSLY ATTACHED USER RATE*).
- **SMT** : trafic moyen par abonné (*SUBSCRIBER MEAN TRAFFIC*).
- **MHT** : durée moyenne d'un appel (*MEAN TIME HOLDING*).

3.3.2 Dimensionnement du CSCF

Tout le trafic de signalisation SIP issu ou vers le mobile passe par cet élément. Cette entité assure donc le routage vers les services large bande (Broad Band Service ; BBS), de plus le CSCF supporte le trafic interne, défini comme étant le trafic paquet qui englobe les communications UMTS/UMTS et EDGE/UMTS, c'est à dire le trafic interne à l'IMS supporté par les MGW.

Il supporte aussi le trafic externe destiné au monde circuit.

Dimensionner les CSCF revient à déterminer la capacité de traitement de son processeur qui dépend de divers paramètres dont certains sont déduits du modèle de trafic que nous avons détaillé dans le paragraphe précédent.

Ainsi la formule suivante détermine la capacité de traitement du CSCF en (CPS).

$$\begin{aligned}
 & \text{Capacité de traitement CSCF (cps)} \\
 &= \sum_{i \in \{GSM, POTS\}} \frac{(SUB - NBR - i) \times (SAU - R - i) \times (SMT - i)}{(MHT - i)} \\
 &+ \sum_{j \in \{EDGE, UMTS, ADSL, BBS\}} \frac{(SUB - NBR - j) \times (SAU - R - j) \times (CR - j)}{3600}
 \end{aligned}$$

Avec :

CR : taux d'appel par heure (*CALL RATE*).

Calcul de la bande passante :

$$\begin{aligned}
 & \text{Bande passante (Mbit/s)} \\
 &= \sum_{i \in \{GSM, POTS\}} \frac{(SUB - NBR - i) \times (SAU - R - i) \times (SMT - i) \times T - i}{(MHT - i)} \\
 &+ \sum_{j \in \{EDGE, UMTS, ADSL, BBS\}} \frac{(SUB - NBR - j) \times (SAU - R - j) \times (CR - j) \times T - i}{3600}
 \end{aligned}$$

Avec :

T-i : Estimation du nombre de bit moyen envoyé pour le réseau ou le service i par seconde.

3.3.3 Dimensionnement des serveurs d'application

Un serveur d'application fournit un environnement d'exécution pour des applications, il accueille et exécute les services. Le dimensionnement d'un serveur d'application dépend du nombre d'abonnés simultanément attachés et du taux d'appels qui correspond au nombre d'appel par abonnées par

seconde. Ainsi la capacité de traitement d'un serveur d'application en (CPS) est donnée par la formule suivante [12]:

$$\text{Capacité de traitement SA(cps)} = \frac{(SUB - NBR) \times (SAU - R) \times CR}{3600}$$

3.3.4 Dimensionnement des MSAN

Pour calculer le nombre de MSAN dans une zone de trafic, nous avons utilisé la formule générale suivante :

$$Nbr - MSAN = \sum_{i \in \{POTS, ADSL, FTTX, WIMAX, UMTS\}} \frac{(TT - i) \times (SUB - NBR - i)}{CE}$$

Avec :

NBR – MSAN: nombre de MSAN nécessaires pour la zone dimensionnée.

TT-i : Taux d'occupation moyen de la technologie i.

CE : Nombre maximal d'abonnés pouvant se connecter à un seul MSAN.

3.4 Présentation de l'outil DIMS

Notre objectif est la conception et la réalisation d'un outil de dimensionnement des entités de la plateforme IMS à l'aide des descriptions précédentes (nous l'avons appelé DIMS). Nous avons opté pour MATLAB comme langage de programmation. Ce choix est motivé par sa simplicité et sa souplesse de manipulation.

3.4.1 La conception de l'outil de dimensionnement

L'utilisateur contribue de manière flexible au choix des paramètres d'entrées ; ceci a pour objectif de les rapprocher de ses besoins. L'utilisateur introduit ses données spécifiques concernant chaque service ou réseaux particulier en suivant les instructions qu'affiche le programme. Comme le montre la figure 4.1, notre programme dimensionne les entités IMS et donne comme résultat le nombre de session traitées par chacune (chaque seconde), le nombre de MSAN nécessaires pour la zone dimensionnée et une estimation de la bande passante totale requise. Notre programme nécessite comme valeurs d'entrée des grandeurs telle que -par exemple- le taux de simultanéité pour un réseau d'accès en particuliers, or ce genre d'informations peuvent ne pas être à la disposition de l'utilisateur, c'est pourquoi notre programme affiche automatiquement les valeurs types de chaque grandeur d'entrée (ces valeurs peuvent évidemment être changées selon la volonté de l'utilisateur).

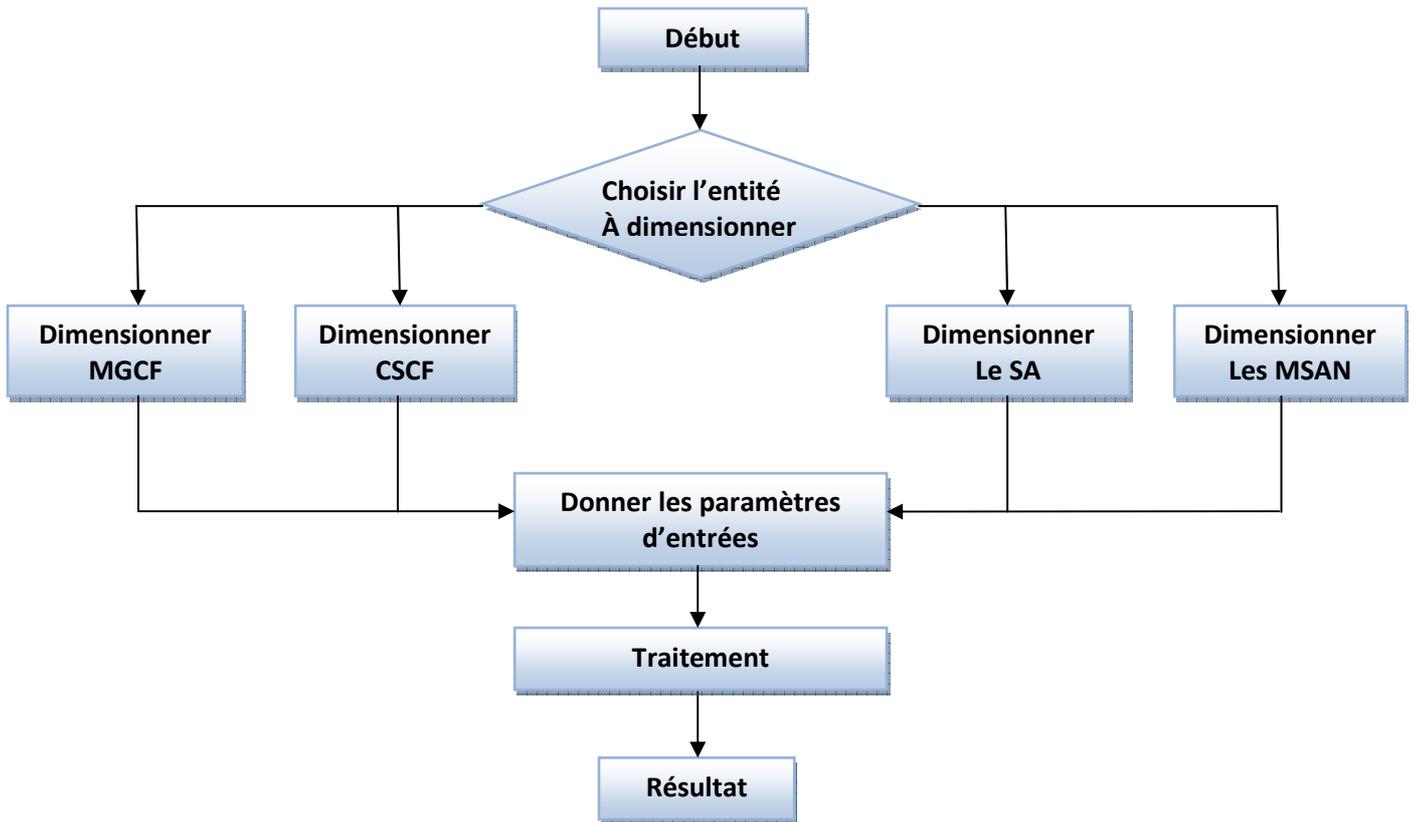


Figure 3.1

Diagramme de concept de l’outil de dimensionnement

Voici les fenêtres que présente notre programme :



Figure 3.2

Première fenêtre de présentation du programme DIMS

En appuyant sur le bouton « page suivante », vous accédez à la fenêtre de choix de l’entité IMS :

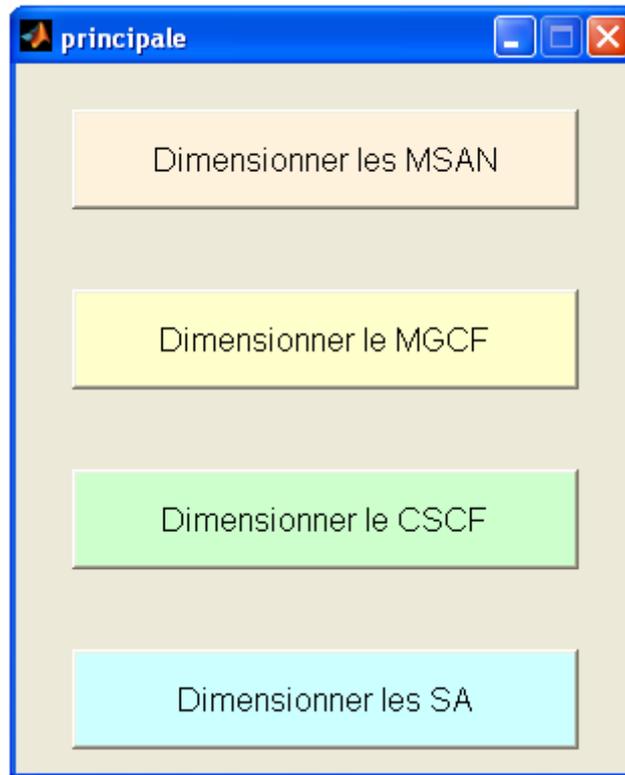


Figure 3.3

Deuxième fenêtre de DIMS

La fenêtre suivante correspond au dimensionnement de la MGCF.

Des valeurs types sont affichées automatiquement pour les grandeurs utilisées mais elles peuvent être changées. Cette fenêtre est divisée en deux parties : trafic des réseaux d'accès et services du réseau intelligent. Le taux de simultanéité est un coefficient sans unité (pourcentage), le trafic moyen par abonné a pour unité l'Erlang et la durée moyenne d'un appel est quantifiée en secondes.

Le résultat de ce dimensionnement est le nombre de session (d'appel) pris en charge par la MGCF chaque seconde.

The screenshot shows a software window titled "Dimensionnement du MGCF" with a table of traffic parameters. The table is divided into two sections: "Trafic des réseaux d'accès" and "Services du réseau intelligent". Each section has a header row with columns for "Nombre d'abonnés", "Taux de simultanéité", "Trafic moyen par abonné (Erlang)", and "Durée moyenne d'un appel (s)". Below the table, there is a button labeled "Dimensionner MGCF" and a red box displaying the result: "Capacité de traitement du MGCF / s".

| Trafic des réseaux d'accès | Nombre d'abonnés | Taux de simultanéité | Trafic moyen par abonné (Erlang) | Durée moyenne d'un appel (s) |
|--------------------------------|------------------|----------------------|----------------------------------|------------------------------|
| Trafic GSM | 0 | 0.6 | 0.12 | 140 |
| Trafic POTS | 0 | 0.52 | 0.12 | 150 |
| Services du réseau intelligent | Nombre d'abonnés | Taux de simultanéité | Trafic moyen par abonné (Erlang) | Durée moyenne d'un appel (s) |
| Prépayé | 0 | 0.5 | 0.11 | 147 |
| Post-payé | 0 | 0.52 | 0.12 | 150 |
| Numéros préférés | 0 | 0.46 | 0.08 | 145 |
| Lignes groupées | 0 | 0.47 | 0.1 | 148 |
| Partage de charge | 0 | 0.46 | 0.09 | 142 |
| Filtrage d'appel | 0 | 0.48 | 0.09 | 139 |

Dimensionner MGCF

Capacité de traitement du MGCF / s

Résultat !

Figure 3.4

Fenêtre de la MGCF

La fenêtre de la figure 4.4 prend en compte un panel des principaux services proposés par le réseau intelligent qu'est l'IMS pour la gestion de la voix à partir d'un réseau commuté ou au sein même de l'IMS, d'autre service moins répandu existent ou sont en cours de développement notamment concernant les conférences multi-abonnés.

La prochaine fenêtre concerne le calcul de la capacité de traitement du CSCF ainsi qu'une estimation de la bande passante totale requise.

| CSCF | | | | |
|--|------------------|--|----------------------------------|------------------------------|
| Trafic des réseaux d'accès (Bas débit) | Nombre d'abonnés | Taux de simultanéité | Trafic moyen par abonné (Erlang) | Durée moyenne d'un appel (s) |
| Trafic GSM | 0 | 0.6 | 0.12 | 140 |
| Trafic POTS | 0 | 0.52 | 0.12 | 150 |
| Trafic des réseaux d'accès (Haut et très haut débit) | Nombre d'abonnés | Taux de simultanéité | Taux d'appel par heure | |
| Trafic ADSL | 0 | 0.45 | 0.72 | |
| Trafic FTTx | 0 | 0.3 | 0.6 | |
| Trafic UMTS | 0 | 0.58 | 0.75 | |
| Trafic Wimax | 0 | 0.5 | 0.7 | |
| EDGE | 0 | 0.6 | 0.79 | |
| Trafic des services à large bande (BBS) | Nombre d'abonnés | Taux de simultanéité | Taux d'appel par heure | |
| VoIP | 0 | 0.72 | 0.49 | |
| Méssagerie instantanée | 0 | 0.25 | 0.52 | |
| VPN | 0 | 0.9 | 0.42 | |
| VoD | 0 | 0.65 | 0.8 | |
| OK! | | | | |
| Capacité de traitement du CSCF / s | Résultat ! | Bande passante totale requise (Mbit / s) | | Résultat ! |

Figure 3.5

Dimensionnement de CSCF

En appuyant sur le bouton des serveurs d'application la fenêtre du choix des serveurs d'application suivante apparait et contient des services types proposés par les opérateurs IMS.



Figure 3.6

Choix du serveur d'application

Si, par exemple, vous tapez 3 dans la fenêtre précédente pour dimensionner la messagerie instantanée, la fenêtre suivante apparaît et permet de déterminer le nombre de session de messagerie instantané ouverte chaque seconde (capacité de traitement).

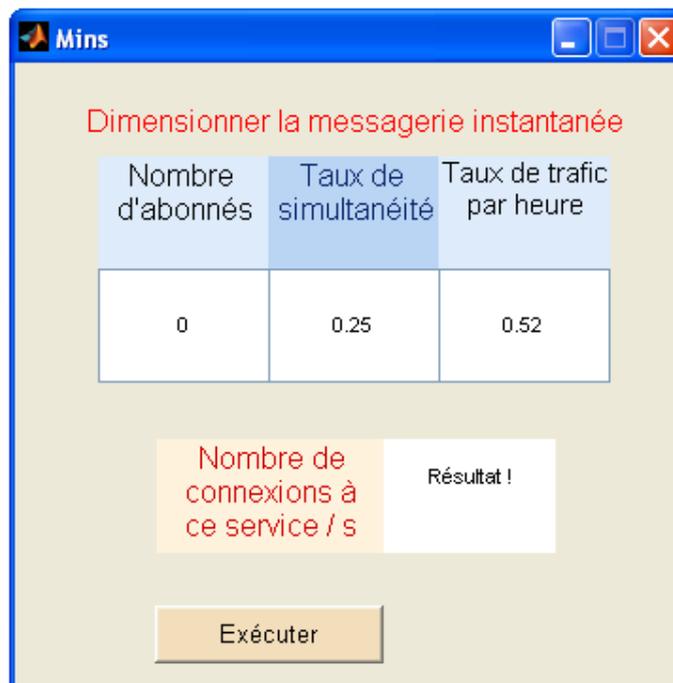


Figure 3.7

Fenêtre de la messagerie instantanée

En appuyant sur le bouton « dimensionnement des MSAN » dans la fenêtre 2 (figure 4.3), le programme affiche ce qui suit et donne le nombre de MSAN nécessaires pour une zone donnée:

| | Nombre d'abonnés |
|-------|------------------|
| POTS | 0 |
| ADSL | 0 |
| FTTx | 0 |
| UMTS | 0 |
| Wimax | 0 |

Nombre de sessions max que peut gérer un MSAN simultanément: 0

Exécuter

Nombre de MSAN nécessaires: Résultat

Figure 3.8

Fenêtre des MSAN

3.4.2 Application de l'outil

Nous allons appliquer notre programme de dimensionnement avec des valeurs estimées (fictives mais représentatives et réalistes par rapport à une zone comme Alger) dans le cas de l'opérateur Algérie télécom.

MGCF :

Nombre d'abonnés GSM : 3000000

Nombre d'abonnés POTS : 2000000

Nombre d'abonnés prépayés : 900000

Nombre d'abonnés post-payés : 350000

Nombre d'abonnés numéros préférés : 600

Nombre d'abonnés lignes groupées : 600

Nombre d'abonnés partage de charge : 600

Nombre d'abonnés filtrage d'appels : 600

Les autres données étant prises comme valeurs type.

Résultat du dimensionnement : 2857.9 appel/s traités par le MGCF.

CSCF et MSAN et bande passante :

Nombre d'abonnés GSM : 3000000

Nombre d'abonnés POTS : 2000000

Nombre d'abonnés ADSL : 1000000

Nombre d'abonnés FTTX : 600000

Nombre d'abonnés UMTS : 320000

Nombre d'abonnés WIMAX : 1000

Nombre d'abonnés EDGE : 100000

Nombre d'abonnés VOIP : 15000

Nombre d'abonnés messagerie instantanée : 20000

Nombre d'abonnés VPN : 500

Résultat :

Nombre de sessions traitées par le CSCF chaque seconde est 2550

Bande passante : 939.502 mégabits/s

Nombre de MSAN nécessaires : 31

Interprétation :

A l'issue de ces résultats de dimensionnement, nous remarquons que les entités de la couche contrôle doivent posséder des capacités de traitement très importantes et cela sous l'effet de la séparation des couches connectivité et contrôle, ce qui souligne l'importance du concept IMS.

Suite à l'utilisation de l'outil DIMS pour le dimensionnement des serveurs d'application, nous remarquons que le serveur de messagerie unifiées possède généralement la capacité de traitement la plus importante parmi tous les services IMS cités dans la figure 4.6. En effet le service de messagerie unifiée appartient à la classe de service Interactif qui se caractérise par l'absence de stockage de données et par son court délai d'attente.

Pour les services de même type : conversationnel, Interactif ou streaming, on remarque que la capacité de traitement des serveurs correspondants suit l'évolution du nombre d'abonnés.

3.5 Recommandations

Suivant les résultats obtenus lors de l'étape du dimensionnement et en utilisant notre processus MATLAB, Algérie télécom pourra aisément migrer vers un concept IMS en suivant plusieurs recommandations :

- Elaboration d'une stratégie de migration en partageant le réseau en différentes zones.
- Equiper chaque zone par un MGW qui permet la convergence des réseaux fixe et mobile niveau transport. Les équiper aussi par des MSAN qui permettent tout type d'accès (POTS, ADSL, RNIS).
- Pour réduire les coûts de transmissions, placer les MGW le plus près possible du point de concentration de réseau d'accès.
- Installer les serveurs d'applications et le HSS de l'IMS dans la zone la plus dense en termes de trafic.
- Encourager les services multimédia par le déploiement de l'UMTS dans les zones à haut trafic.
- Evoluer le réseau GSM existant pour qu'il supporte l'EDGE.
- La téléphonie classique doit aussi migrer vers la téléphonie sur IP.
- Utiliser la technologie WIMAX pour les zones peuplées et à forts trafics. Cette solution assure des débits plus importants et une meilleure qualité que la couverture UMTS.

3.6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différents modèles de trafic pour chaque classe de service ainsi que les règles de dimensionnement des différentes entités de la plateforme IMS.

Nous avons ensuite réussi à automatiser ce processus de dimensionnement à travers le développement de l'outil « DIMS » (c'était l'un des principaux objectifs de ce PFE). Cet outil, aussi modeste soit-il, a l'avantage d'être extensible et facile à utiliser.

Enfin, nous avons fait une étude de cas pour Algérie Télécom pour valider l'outil et le processus de dimensionnement.

Conclusion générale

Dans le cadre d'un besoin pressant et général en services multimédia, plusieurs opérateurs dans le monde ont testé ou commencé à déployer des architectures NGN et particulièrement IMS qui permettent de satisfaire la demande des abonnés. C'est dans ce contexte que s'articule notre projet de fin d'études, dans lequel, nous avons présenté les NGN qui réalisent l'objectif d'un cœur de réseau unique, indépendant de l'accès. Les NGN seraient extrêmement adaptés à un réseau comme celui de l'Algérie à travers Algérie Telecom pour offrir des services comme la télévision sur IP, le téléphone et une connexion internet, comme c'est le cas dans d'autres pays.

A l'issue de ce travail, nous voulons insister sur l'importance de deux concepts : NGN Téléphonie et NGN Multimédia. Les apports de ces concepts sont clairs : d'abord, ils accélèrent l'amélioration de la topologie du réseau en réduisant le nombre de liens entre commutateurs, ensuite, une solution reposant sur le déploiement des Media Gateway et SOFTSWITCH nécessite moins d'équipements, moins de sites et moins de personnel, et enfin, ils favorisent le développement de nouveaux services qui augmentent les gains de l'opérateur. A travers les résultats de dimensionnement, nous recommandons fortement le déploiement de ces deux concepts.

Le chapitre 1 fut la base de données de tout notre travail en présentant de manière précise les NGN. Le chapitre 2 a été le moyen pour nous de recenser les principaux réseaux d'accès adoptés par les NGN et d'en expliquer le fonctionnement. Le dernier chapitre présente les étapes de conception d'un outil de dimensionnement de l'IMS.

Au delà de ce projet de fin d'études, l'outil est susceptible de recevoir plusieurs extensions :

- Le dimensionnement de la signalisation pourra être inclus.
- Un algorithme d'optimisation plus performant pour le réseau de transport qui prendra en compte tous les routeurs et les capacités exactes des liaisons inter-routeurs.
- L'enrichissement de la méthode de dimensionnement en donnant la possibilité de spécifier des paramètres supplémentaires.
- La prise en compte d'autres réseaux d'accès.

La réalisation de cet outil, qui permet principalement de réduire les dépenses de l'opérateur lors de sa migration vers l'IMS, a conclu ce modeste travail.

Abréviations

A

ADSL: Asynchronous Digital Subscriber Line

AS: Application Server

ATM: Asynchronous Transfer Mode

B

BCP: Basic Call Process

BICC: Bearer Independent Call Control

BRAS: Broadband Access Server

C

CAMEL: Customized Applications for Mobile network Enhanced Logic

CAP: Camel Application Part

CCAF: Call Control Agent Function

CS: Capability Set

CS: Circuit Switched

CSCF: Call Session Control Function

D

DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol

DSLAM: DSL Access Multiplexer

E

EDGE: Enhanced Data Rates for GSM Evolution

ETSI: European Telecommunications Standards Institute

F

FR: Frame Relay

FTTH: Fiber to the Home

G

GSM: Global System for Mobile Communications

H

HLR: Home Location Register

HSS: Home Subscriber Server

I

IETF: Internet Engineering Task Force
IMS: IP Multimedia Subsystem
IN: Intelligent Network
INAP: Intelligent Network Application Protocol
IP: Internet Protocol
ISUP: ISDN User Part

M

MAP: Mobile Application Part
MEGACO: Media Gateway Control
MG: Media Gateway
MGC: Media Gateway Controller
MGCF: Media Gateway Control Function
MGCP: Media Gateway Control Protocol
MPLS: Multi Protocol Label Switching
MRF: Multimedia resource function
MRFC: Multimedia Resource Function Controller
MRFP: Multimedia Resource Function Processor
MSAN: Multiple Service Access Network
MSC: Mobile Switching Center

N

NGN: Next Generation Network

P

PDP: Packet Data Protocol
PSTN: Public Switched Telephone Network
PS: Packet Switched

R

RADIUS: Remote Access Dial in User Service
RI : Réseau Intelligent
RNIS : Réseau Numérique à Intégration de Services
RTC : Réseau Téléphonique Public

S

SCP: Service Control Point
SDH: Synchronous Digital Hierarchy
SDP: Session Description Protocol
SG: Signaling Gateway
SHDSL: Symmetric High data rate Digital Subscriber Line
SIB: Service Independent Building Block
SIGTRAN: Signaling Transport
SIP: Session Initiation Protocol
SIP-T: SIP-Telephony

SS7: Signaling System N°7
SSP: Service Switching Point

T

TDM: Time Division Multiplexing

U

UE: User Equipment
UIT : Union International des Télécommunications
UMTS: Universal Mobile Telecommunication System

V

VLR: Visitor Location Register
VoIP: Voice over IP
VOP: Voice over Packet
VPN: Virtual Private Network
VOD: Video over Demand

W

WDM: Wavelength Division Multiplex
Wi-Fi: Wireless Fidelity

X

XDSL: x Digital Subscriber Line

Bibliographie

- [1] Patrice Rolin, « Les réseaux, principes fondamentaux ». Hermès.
- [2] Douglas COMER, « TCP/IP, architectures, protocoles et applications ». INTEREDITIONS.
- [3] Simon ZNATY et Jean-Louis DAUPHIN, « Architecture NGN : Du NGN Téléphonie au NGN Multimédia ».
- [4] Cabinet ARCOME « Etude technique, économique et réglementaire de l'évolution vers les réseaux de nouvelle génération (NGN) », ART.
- [5] Simon ZNATY et Jean-Louis DAUPHIN, « IMS : Principes et Architecture ».
- [6] 3GPP TS 23.228. « IP MULTIMEDIA SUBSYSTEM (IMS) », Stage 2.
- [7] Cabinet OVUM, « L'évolution du cœur de réseau des opérateurs fixes », Janvier 200
- [8] Jean-François PILLOU, « Technologies Internet-ADSL », 1998.
- [9] Guy PUJOLLE « les réseaux » édition 2008.
- [10] SALHI Nawal, rapport de projet de fin d'étude 2007.
- [11] HARUNO AKIMARU, « TELETRAFFIC : THEORY and Applications », Allemagne 1993.
- [12] Simon ZNATY, « NEXT GENERATION Network (NGN) dans les réseaux mobiles », EFORT.
- [13] www.efort.com
- [14] www.sipcenter.com
- [15] www.wikipedia.fr