République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Dr. Yahia Farès de Médéa
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département du Génie Electrique et de l'Informatique

Projet de fin d'étude
Pour l'obtention du diplôme de Master
Option : Systèmes de Télécommunications

Thème

Étude et simulation de l'architecture IMS pour les réseaux téléphoniques NGN



Présenté par :

- $\mathcal{M}$. Amimeche Moussa.
- $\mathcal{M}^{elle}$. Cherrati Meriem.

Encadré par :

M. Chadli Samir

Promotion : 2011/2012

Remerciements

Au terme de ce mémoire je tiens à remercier tout naturellement en premier lieu Dieu le tout Puissant qui nous a donné la force, le courage et la patience de bien Mener ce travail.

Ce travail a été réalisé sous la direction de M. Chadli samir, nos enseignants à l'Université Dr. YAHIA FARES de Médéa, qu'ils Trouvent ainsi l'expression de ma profonde reconnaissance pour ses compétences, ses encouragements et ses précieux conseils durant le déroulement de ce travail.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à tous les enseignants de L'électronique.

Mes sentiments vont également à toutes les personnes qui ont contribué de près Ou de loin à la réalisation de ce travail.



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à Mes très chères parents, pour leurs soutient moral et financier et d'être la lumière de ma vie, qui m'ont toujours encouragé pour terminer mes études, en leur espérant une longue vie et que Dieu les gardes.

A mon grand-père HOSSIN

À Mes frères et mes sœurs

À mes oncles, et toute ma grande famille
A AMINA KADA
A toutes les familles cherrati et boutouta, sans exception.
A mes chers amie surtout IHSSAN, AMEL, ASMAA, LOUBNA, FATIMA SOIMIA.
A mon binôme AMIMMECH MOUSSA
A MON PROMOTEUR M CHADLI SAMIR
A tous les enseignants de faculté des sciences et de la technologie.
A toute la promotion 2ème années Master 2012 sans exception.

Cherrati Meriem



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à Mes très chères parents, pour leurs soutient moral et financier et d'être la lumière de ma vie, qui m'ont toujours encouragé pour terminer mes études, en leur espérant une longue vie et que Dieu les gardes.

À Mes frères et mes sueurs.
À Toute la famille AMIMECHE.
A mon binôme Cherrati Meriem
À Mes frères amies : Boudekasse amine, Gheraba ghani .
À Toutes mes amies de INSFP de Médéa, particulièrement la première promotion de réseaux informatique.
A tous les enseignants de faculté des sciences et de la technologie.
A mon promoteur M CHADLI SAMIR
À Tous mes amis de l'université de Médéa.
À Tous mes collègues.

Amimeche Moussa



ملخص:

في هذا العمل، بداية الأمر قمنا بدراسة تطور شبكة الأنظمة متعددة الوسائط **IMS** ضمن شبكات الجيل الجديـد للهاتف **NGN** و كذا هياكلها. بعدها عدة نماذج لحركة مرور الاتصالات تـم وصفهـا لحساب حجـم الشبكة **IMS** . فيما بعد قمنا بعملية محاكاة لأرضية طور الانجاز في الجزائـر و التي تم برمجتها بواسطة البرنامج المتخصص **OPNET MODELER** و هذا لمحاكاة العناصر التي تدخل في جودة الخدمة **QoS** لتقييم قدرات شبكـة التكنولوجيا الجديدة.

كلمات مفتاحية : IMS, RMS, NGN, QoS, Gigue, OPNET.

Résumé:

Dans ce travail, dans un premier temps nous avons étudié l'évolution du réseau IP Multimédia Subsystem « IMS » dans les réseaux téléphonique NGN ainsi que son architecture. Par la suite différents modèles de trafic ont été décrits pour le dimensionnement du réseau IMS. Dans un second temps une simulation d'une plate forme en cours d'installation en Algérie a été implémentée en utilisant le logiciel OPNET MODELER, afin de simuler les paramètres de la qualité de service (QoS) pour évaluer les performances réseau de la nouvelle technologie.

Mots clés : IMS, RMS, NGN, QoS, Gigue, OPNET.

Abstract:

In this work, at first we studied the evolution of network IP Multimedia Subsystem "IMS" in telephone networks and NGN architecture. Subsequently different traffic patterns have been described for sizing the IMS network. In a second step a simulation of a platform being installed in Algeria has been implemented using the OPNET MODELER software to simulate the parameters of quality of service (QoS) to evaluate the performance of the new network technology.

Keywords: IMS, RMS, NGN, QoS, Jitter, OPNET.

Abréviation

3GPP	The 3rd Generation Partnership Project
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AS	Application Server
ATM	Asynchronous Transfert Mode
AUC	Authentification center
BGCF	Breakout Gateway Control Function
BSC	Base Station Controller
BTS	Base Transceiver Station
CAA	Centre A Autonomie D'acheminement
CAMEL	Customized Applications for Mobile network Enhanced Logic
CDMA 2000	Code Division Multiplexing Access 2000
CDRs	Call Detailed Record
CL	Commutateur Local
CS	Circuit Switched
CSCF	Call State Control Function
CTI	Centre Transit International
CTN	Centre Transit National
Diffserv	Differentiated Services
DSL	Digital subscriber line
DSLAM	DSL Access Multiplexer
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution
EV-DO	Evolution Data Only
FSM	Finite State Machine
FDDI	Fiber Distributed Data Interface
FTP	File Transfer Protocol
FTTH	Fiber To The Home
GMSC	Gateway Mobile Switching Center
GPRS	General Packet Radio Services
GGSN	Gateway Gprs Support Node
GSM	Global System for Mobile Communications
HLR	Home Location Register
HSS	Home Subscriber Server
HTML	Hypertext Markup Language
HTTP	Hyper Text Transfer Protocol
I-CSCF	Interrogating CSCF

IETF	Internet Engineering Task Force
IMS	IP Multimedia Subsystem
IN	Intelligent Network
IOS	Internetwork Operating System
IMAP	Integrated Multiservice Access Platforms
IM SSF	IP Multimedia service switching function
IP	Internet Protocol
ISC	IMS Service Control
ISP	Internet service provider
ISUP	ISDN User Part
LE	Local exchange
MEGACO	Media Gateway Control
MG	Media Gateway
MGC	Media Gateway Control
MGCF	Media Gateway Control Function
MGCP	Media Gateway Control Protocol
MMS	Multimedia Messaging Service
MPLS	Multi-Protocol Label Switching
MRFC	Multimedia Resource Function Controller
MRFP	Multimedia Resource Function Processor
MSAN	Multiservice Access Node
MSC	Mobile Switching Center
NGN	Next Generation Network
NS	Network Simulator
OPEX	OPerational Expenditures
OPNET	Optimized Network Engineering Tool
OSA	Open Service Architecture
OSA SCS	OSA service capability server
PABX	Private Automatic Branch Exchange
PCM	Pulse Code Modulation
PCRF	Policy and Charging Rules Function
P- CSCF	Proxy CSCF
PCU	Packet Control Unit
PDF	Policy Decision Function
PoP	Points De Présence
PS	Packet Switched
PSTN	Public Switched Telephone Network
PLMN	Public Land Mobile Network
QoS	Quality of Service
RMS	Reseau Multiservices
RNIS	Reseau Numerique A Integration De Services
RNC	Radio Network Controller
RSVP	Ressource Reservation Protocol
RTC	Réseau Téléphonique Commuté

SCP	Service Control Point
S-CSCF	Serving CSCF
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SG	Signalling Gateway
SGSN	serving GPRS support node
SGW	Signalling Gateway
SIP	Session Initiation Protocol
SIP-T	SIP-Telephony
SLF	Subscription Locator Function
SMS	Short Messages Services
S-MSC	Short Message Service Center
SRP	Specialized Resource Point
SS7	Signaling System N°7
STM	Synchronous Transport Mode
STP	Spanning Tree Protocol
TCP	Transmission Control Protocol
TDM	Time division multiplexing
TE	transit exchange
UE	user equipment
UMTS	Universal Mobile Télécommunication System
UTRAN	UMTS Terrestrail Radio Access Network
VLR	visitor location register
VoIP	voice over IP
WiFi	Wireless Fidelity
WIMAX	Worldwide interoperability for microwave access
WLAN	Wireless Area Network
WLL	Wireless local loop
xDSLx	Digital Subscriber Line

Table des matières

Introduction Général:.....1

Chapitre I : La technologie IMS

I. Introduction : 3

II. Les principaux scénarios de migration vers NGN : 3

II.1. Scénarios de migration vers NGN par stratégies de remplacement: 4
II.1.1. Migration des réseaux RTCs: 4

a- Etat actuel du réseau RTC : 4
b- Les solutions d'évoluer des réseaux RTC vers une architecture NGN :.....5
c- Impacts de la migration vers le NGN :.....8
II.1.2. Migration des réseaux mobiles.....8
III- Conclusion :.....20

Chapitre II : L'analyse du trafic

I.Introduction:.....21

II. Modèle de trafic du réseau d'accès :.....21
II.1. Les différentes classes de qualité de service :.....21

a- La classe conversationnelle (conversational) :.....22
b- La classe Streaming :.....22
c- La classe Interactive :.....22
d- La classe background :.....22

II.2. Modèle de trafic de la classe conversationnelle :.....23

II.3. Modèle de trafic de la classe Streaming :.....24

II.4. Modèle de trafic de la classe Interactive :.....24

II.5. Modèle de trafic de la classe Background :.....25

III. Présentation de quelques logiciels de simulation :.....25

III.1. Les principaux outils de simulation existant:.....25

III.2. Présentation du simulateur OPNET :.....27
III.3. Les étapes d'une simulation sous OPNET Modeler :.....31
A. création du modèle réseau :.....31
B. choix des statistiques :.....31
C. Exécution des simulations :.....31
D. Analyse des résultats :.....31

IV. Conclusion :.....31

Chapitre III Présentation du RMS Algérien et les scénarios de simulations

I. Introduction :……32
II. Le réseau RMS Algérien :…… ...32
II.1. Les sites composants le réseau RMS Algérien :……33
A- Composition des sites primaires :……...33
B- Composition des sites secondaires :……34
II.2. Les Équipements du Backbone IP/MPLS- RMS :……35
II.3. Les différents clients raccordés au RMS :……..35
III. Les scénarios de simulations :……36
III.1. L'architecture globale du réseau « IMS » :……...37
III.2. Identification des équipements utilisés dont OPNET :…….....38
III.3. Premier scénario : architecteur avec plusieurs chemins:……..39
a- L'architecture « IMS » au niveau du site Alger :……39
b- L'architecture « IMS » au niveau du site de MEDEA :…….....39
III.4. Deuxième scénario : architecteur avec un seul chemin:……...40
III.5. Troisième scénario : architecteur avec un seul chemin et deux réseaux LAN:…….....41
III.6. Quatrième scénario : architecteur avec plusieurs chemins et 2 réseaux LAN:…….....42
IV. La configuration des attributs de modèle :……..42
IV.1. Les attributs SIP Proxy Server :……42
IV.2. Attributs des agents utilisateurs à la clientèle (UAC) :……43
V. Configuration de l'application IMS :…….....44
V.1. les applications :……..44
V-2- Le profile :……..45
VI. Conclusion :……....47

Chapitre IV Simulation et interprétation des résultats

I. Introduction :……48
II. Comparaison des résultats des scénarios de simulations 1 et 2 :……..49
III. Comparaison des résultats des scénarios de simulations 3 et 4 :……54
IV. Conclusion :……58

Conclusion générale ……..……..59

Bibliographie
Annexe

Liste des figures

Figure I-1 : « La Hiérarchie du Réseau Téléphonique (RTC) » ……5

Figure I.2: « Migration des classes 4 et 3 avec les Media GateWay » …… 6

Figure I.3 : « Migration de la classe 3 ,4 et classe 5avec l'accès Gateway et MSAN ……...7

Figure I.4: « Architecture overlay VoIP »……..8

Figure I.10 : « L'évolution du réseau GSM vers GPRS »……..9

Figure I.11 : « L'architecture UMTS et la répartition en domaines du réseau cœur »…….10

Figure I.12: « Principe général de l'architecture d'un réseau NGN »…….. .11

Figure I.13: « Entités et protocoles d'un NGN »……..12

Figure I.14: « Exemple d'architecture d'un NGN Téléphonique »……..14

Figure I.15 : « Evolution de NGN vers le concept IMS »…… ...15

Figure I.16 : « Couches d' IMS »……....16

Figure I.17 : « Les différents types d'AS »……..18

Figure I.18 : « Les points de référence de l'IMS »……..*19*

Figure II.1 : « Interface du Simulateur OPNET »…….27

Figure II.2: « Network Model Edit »……28

Figure II.3: « Node Model Editor »……....29

Figure II.4: « Process Model Editor »……....30

Figure II.5 : « Modélisation orientée objet »……..30

Figure II.6 : « Flux de travail OPNET Modeler »……31

Figure III.1 : « Disposition des sites sur le territoire national » ……...32

Figure III.2: « Les différents clients ayant accès au réseau multiservice »……..36

Figure III.3. « L'architecture globale du réseau IMS implémenté sous OPNET »……..37

Figure III.4. « La sous-architecture IMS du site Alger avec différents chemins »……....39

Figure III.5. « La sous-architecture IMS du site de Médéa avec différents chemins »……..40

Figure III.6. « La sous-architecture IMS du site ALGER ave un seule chemin »……..40

Figure III.7. « La sous-architecture IMS du site Alger avec un seule chemin et 2 LAN »….41

Figure III.8. « La sou-architecture IMS du site Médéa avec un seule chemin et deux LAN » ……41

Figure III.9. « La sous-architecture IMS du site Alger avec plusieurs chemins et 2 LAN »……...42

Figure III.10. « Configuration des attributs du SIP Proxy Server »……43

Figure III.11. « Agent du client de l'utilisateur (UAC) de nouveaux attributs »…….43

Figure III.12. « Configuration de l'application Voix »……44

Figure III.13. « Configuration de l'application Voix »……...44

Figure III.14. « Configuration de l'application image fixe » ……45

Figure III.15. « Configuration du profile IMS »……...45

Figure III.16. « L'adresse Client »……...46

Figure III.17. « Le paramètre application Destination préférences »……..46

Figure III.18. « Le champ Actual Name »……....47

Figure IV.1. « Le trafic envoyer et reçue »……...49

Figure IV.2. « Le trafic de l'application voix »……....50

Figure IV.3. « La gigue dans l'application voix » ……...50

Figure IV.4. « Le trafic dans l'application vidéo »……...52

Figure IV.5. « La gigue dans l'application vidéo »……..53

Figure IV.6. « Le trafic dans l'application image avec 2 réseaux LAN »……54

Figure IV.7. « Le trafic dans l'application Voix avec 2 réseaux LAN » ……....55

Figure IV.8. « La gigue dans l'application Voix avec 2 réseaux LAN »……..56

Figure IV.9. « Le trafic dans l'application vidéo avec 2 réseaux LAN »……....57

Figure IV.10. « La gigue dans l'application vidéo avec 2 réseaux LAN »……...57

Liste des tableaux

Tableau I.1 . « Les différents points de références et protocole *l'IMS* »……..19

Tableau II.1. « Les différentes classes de la qualité de service »…….23

Tableau II.2 .« Tableau de comparaisons entre les 3 simulateurs » …….26

Tableau III.1. « Les Équipements du Backbone IP/MPLS- RMS »…….35

Tableau III.2. « Identification des équipements utilisés sous OPNET »……..38

Tableau IV.1. « Les valeurs des paramètres critiques de service VoIP »…….48

Tableau IV.2. « Comparaison entre résultats pratiques et de simulations pour le cas avec plusieurs chemin dans l'application 'voix' »……51

Tableau IV.3. « Comparaison entre résultats pratiques et de simulations pour le cas avec un seul chemin dans l'application 'voix' »……51

Tableau IV.4. « Comparaison entre résultats théorique et de simulations pour l'architecteur a plusieurs chemins dans l'application 'vidéo' »…….53

Tableau IV.5. « Comparaison entre résultats théorique et de simulations pour l'architecteur a un chemin dans l'application 'vidéo' »…….53

Tableau IV.6. « Comparaison entre résultats théoriques et de simulation pour l'architecteur a plusieurs chemins associée aux réseaux LAN pour la 'voix' »…….56

Tableau IV.7. « Comparaison entre les résultats pour l'architecture a seul chemin avec réseaux LAN pour la 'voix' »……..56

Tableau IV.8. « Comparaison entre résultats théoriques et de simulation pour l'architecteur a plusieurs chemins avec LAN pour la 'vidéo' »…….58

Tableau IV.9. « Comparaison entre résultats théoriques et de simulation pour l'architecteur a un chemin avec LAN pour la 'vidéo' »…….58

Introduction Générale

Le monde des télécommunications est en croissance rapide et le marché de télécoms s'oriente de plus en plus vers la convergence des réseaux fixes et mobiles, pour un réseau tout IP. Le concept clé pour assurer cette convergence est le concept **IMS** (***I**P **M**ultimédia **S**ubsystem*) qui permet l'offre des services pour les deux réseaux fixes et mobiles.

Cette croissance est accompagnée par une augmentation du nombre des services et des abonnés engendrant un trafic énorme circulant à travers les réseaux et en particulier le trafic de signalisation. En effet, de nouveaux besoins en termes de signalisation sont créés pour assurer l'interconnexion des différents types des réseaux (Fixes, Mobiles, NGN,…).

Les Réseaux fixes et mobiles ont connus une transition majeure dans les 20 dernières années. Dans le monde du mobile, la première génération (1G) a été introduite dans les milieux des années 1980, ces réseaux offrent des services de base pour les utilisateurs. La deuxième génération (2G) lancée dans les années 1990 a amené certains services de données et des services complémentaires plus sophistiqués pour les utilisateurs.

La troisième génération (3G et 3.5G) et de son évolution de réseau IMS permet des débits de données plus importants et divers services multimédias.

Ce travail consiste à étudier et évaluer les paramètres de la qualité de service (QoS) à travers une simulation faite sur une plate-forme en cours d'installation dans notre pays, celle du réseau IMS, cette simulation sera divisée en plusieurs scénarios, chacun fera l'affaire d'une comparaison entre résultats obtenus et résultats de la théorie.

Notre mémoire sera divisé en quatre chapitres, le premier chapitre sera consacré à la présentation des scenarios de migration vers un concept IMS suivi d'une description de l'architecteur IMS et ses différentes entités.

Le deuxième chapitre fera l'objet d'une étude théorique de l'environnement de l'architecteur IMS, ainsi qu'une étude sur les différents paramètres et protocoles assurant la qualité de service d'une application suivi de la présentation des différents modèles de trafic donnant un aperçu sur les déférents simulateurs utilisés en pratique.

Le troisième chapitre de ce mémoire présentera la simulation de trois applications (voix, vidéo et image fixe) dans l'architecture du réseau IMS, et les différents scénarios dans lesquels nous avons comparé les différents paramètres influant sur chaque application.

Le quatrième chapitre présente les résultats obtenus à partir de la simulation de la plate-forme du réseau IMS adopté dans notre pays.

En fin, nous terminons par une conclusion sur les différents travaux effectués dans ce projet ainsi que quelques perspectives possibles seront données.

Chapitre I

La technologie IMS

I. Introduction :

Les réseaux IMS avec leur architecture répartie, exploitent pleinement des technologies de pointe pour offrir de nouveaux services sophistiqués et augmenter les recettes des opérateurs tout en réduisant leurs dépenses d'investissement et leurs coûts d'exploitation.

L'évolution d'un réseau existant vers cette nouvelle structure nécessite une stratégie de migration progressive visant à réduire au minimum les dépenses d'investissement pendant la phase de transition, tout en tirant parti très tôt des avantages qu'elle présente.

De plus, une migration directe vers IMS est un peu risquée car l'IMS est un standard non pas encore mature par rapport à la technologie NGN. D'autre part, une architecture NGN basée sur des softswitchs peut être facilement améliorée vers IMS. C'est ainsi que le passage par une phase NGN basée sur des softswitchs est fortement conseillé lors de la migration vers IMS.

Ce premier chapitre est consacré à la présentation des scenarios de migration vers un concept IMS. Dans une première section nous nous sommes intéressés aux scénarios de migration des réseaux RTC et mobile vers une architecture des réseaux NGN. La deuxième section s'intéressera à la présentation des réseaux de nouvelle génération, aux différents éléments qui la composent ainsi qu'aux deux types de réseaux NGN. Ensuite dans la troisième section nous discuterons l'évolution de NGN vers IMS. Enfin, une quatrième section dans laquelle nous présenterons l'architecteur IMS et nous définirons ses différentes entités.

II. Les principaux scénarios de migration vers NGN :

Les gains d'OPEX (*OPerational EXpenditure* : Les dépenses d'exploitation) dépendent du scénario de migration vers les réseaux de nouvelles générations choisi par l'opérateur. En effet, les coûts de transition varient selon l'approche retenue. Dans ce cadre, on peut distinguer deux approches :

- **Les stratégies d'overlay :** consistant à déployer un réseau NGN en parallèle du réseau commuté existant, sont très coûteuses pour les opérateurs qui les déploient, même si les gains d'OPEX à terme sont importants. L'opérateur doit faire face à une augmentation de ses coûts pendant la phase de migration, où le réseau NGN est déployé et le réseau TDM existant est maintenu. Les gains d'OPEX arrivent ensuite, lorsque l'opérateur commence à gérer son trafic vocal sur le réseau overlay qu'il a construit, tout en diminuant le volume de trafic supporté par son réseau traditionnel, sur lequel il n'investit presque plus.

- **Les stratégies de remplacement**, consistant à remplacer progressivement les commutateurs traditionnels en fin de vie par des softswitchs NGN, cette approche présente un bénéfice plus immédiat pour les opérateurs qui les retiendront.

La plupart des opérateurs ayant concrètement envisagé de déployer des solutions de type NGN ont quasiment tous retenu la deuxième approche de migration. C'est pour cette raison que nous allons nous intéressé dans ce qui suit aux approches basées sur des stratégies de remplacement.

II.1. Scénarios de migration vers NGN par stratégies de remplacement:

Tous les scénarios de migration vers NGN se basent sur la séparation des fonctionnalités de transport, de contrôle, de service et de gestion. Ces scénarios d'évolution suggèrent une ou plusieurs étapes dépendant de l'importance et du degré des séparations implémentées.

Chaque opérateur de réseau, voulant migrer vers le NGN, choisira potentiellement un chemin de migration différent suivant ses ressources actuelles. Ainsi, suivant les catégories des opérateurs, on définit différents types de migration :

- Migration des réseaux à commutation de circuit utilisés pour les services de téléphonie.
- Migration des réseaux mobiles.
- Migration des réseaux à commutation de paquet utilisé pour les services data.

En générale on dispose d'un réseau data, d'un réseau fixe et d'un réseau mobile. Il est donc nécessaire de prendre en considération ces différents types de migration.

Dans ce qui suit nous allons nous intéressé aux migrations des réseaux : RTC et mobiles qui sont les réseaux de bases dans notre pays.

II.1.1. Migration des réseaux RTCs:

a- Etat actuel du réseau RTC :

Le réseau téléphonique traditionnel utilise la commutation de circuits d'où son nom de « Réseau Téléphonique Commuté (RTC) » (*PSTN* en anglais pour *Public Switched Telephone Network*).

Généralement, dans les réseaux à commutation de circuits, les commutateurs sont reliés entre eux par des circuits et aux abonnés par des lignes d'abonnés. Les commutateurs sont hiérarchisés. Selon la terminologie de quelques opérateurs, et d'après la figure I-1 qui représente une partie du réseau RTC de notre pays est ainsi divisé en plusieurs sous-ensembles :

- ✓ Les commutateurs de classe 3 qui désignent les centres de transit international (CTI).
- ✓ Les commutateurs de classe 4 qui désignent les centres de transit régional et national (CTN).

- ✓ Les commutateurs de classe 5 qui désignent les commutateurs locaux (CL commutateur local CCLT).

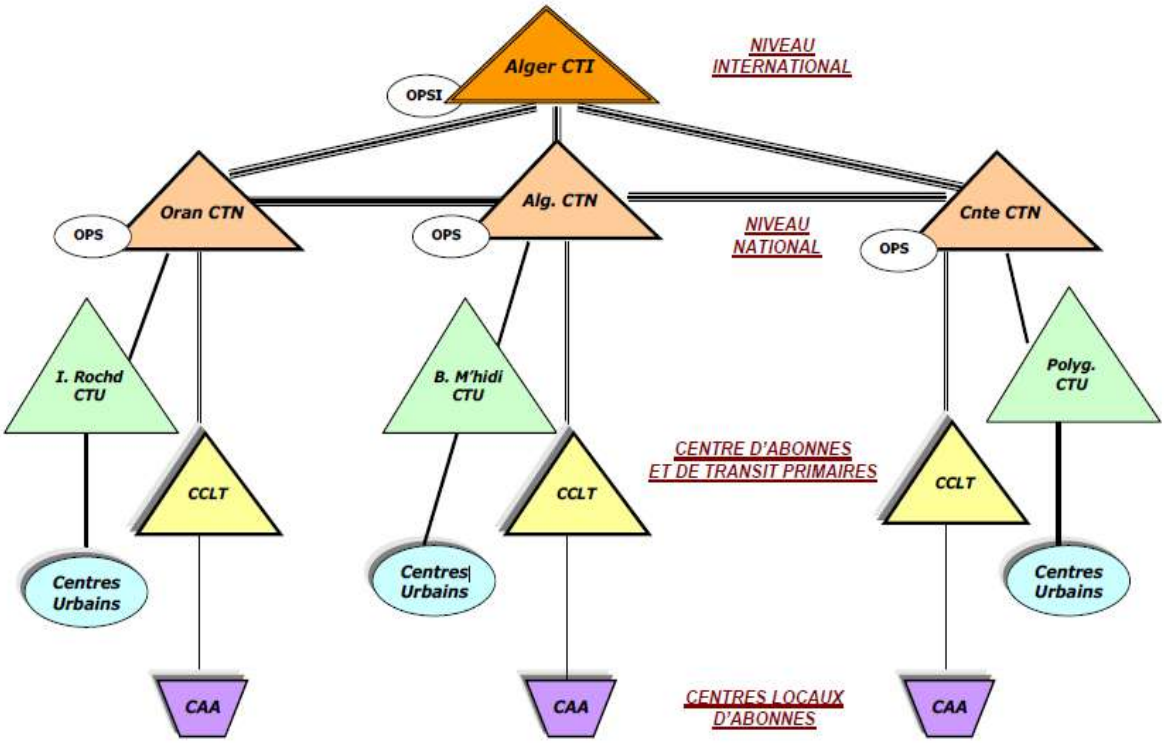


Figure I-1 : « La Hiérarchie du Réseau Téléphonique (RTC) » [29]

b- *Les solutions d'évoluer des réseaux RTC vers une architecture NGN :*

Nous proposons dans ce qui suit un ensemble de solutions correspondant au besoin des différents opérateurs de réseau voulant faire évoluer leurs réseaux téléphoniques à commutation de circuits vers une architecture NGN à commutation de paquets.

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

- **Scénario 1 :** Mise en place de solutions NGN en transit (CTI, CTN : classe 3, classe 4).
- **Scénario 2 :** Mise en place de solutions NGN jusqu'au classe 5 (CAA, CCLT).
- **Scénario 3 :** Mise en place de solutions tout IP en overlay.

Premier Scénario : Mise en place de solutions NGN en transit :

Dans ce scénario, l'opérateur applique le concept NGN au niveau de la couche transport de son réseau, mais dès que l'on s'approche des commutateurs de classe 5, le trafic continue à être supporté par le réseau traditionnel. Cette démarche est mise en place par un grand nombre d'opérateurs mondiaux, précisément sur ses fonctions de transit que ce soit au niveau

régional, national ou international. Il s'agit de la première étape de la migration d'un réseau traditionnel vers un réseau NGN pour nombre d'entre eux.

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

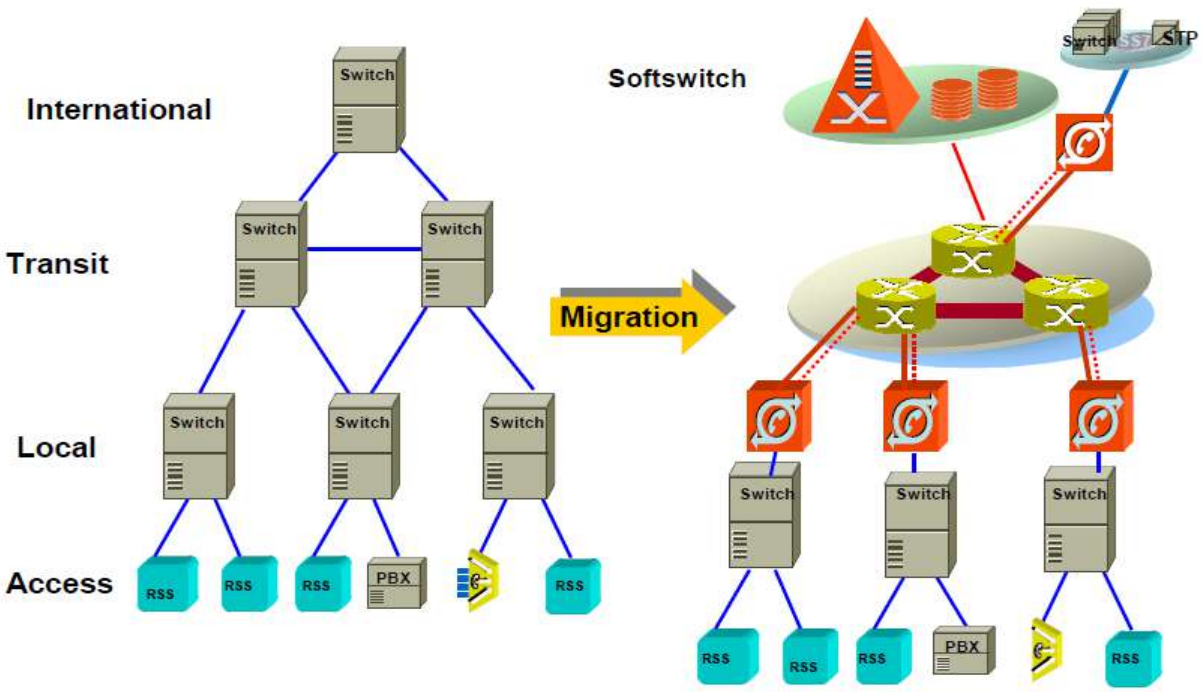


Figure I.2: « Migration des classes 4 et 3 avec les Media GateWay » [29]

Deuxième Scénario : *Mise en place de solutions NGN jusqu'au commutateur de classe 5 :*

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

Dans le cadre d'une migration de classe 5, l'opérateur réalise une migration complète, et tout le trafic transitant dans le réseau sera supporté par une architecture NGN. Cette approche permet la fourniture de bout en bout de services VoIP à condition que l'utilisateur

final utilise un équipement IP. De loin la plus complexe, cette étape est aujourd'hui assez peu répandue.

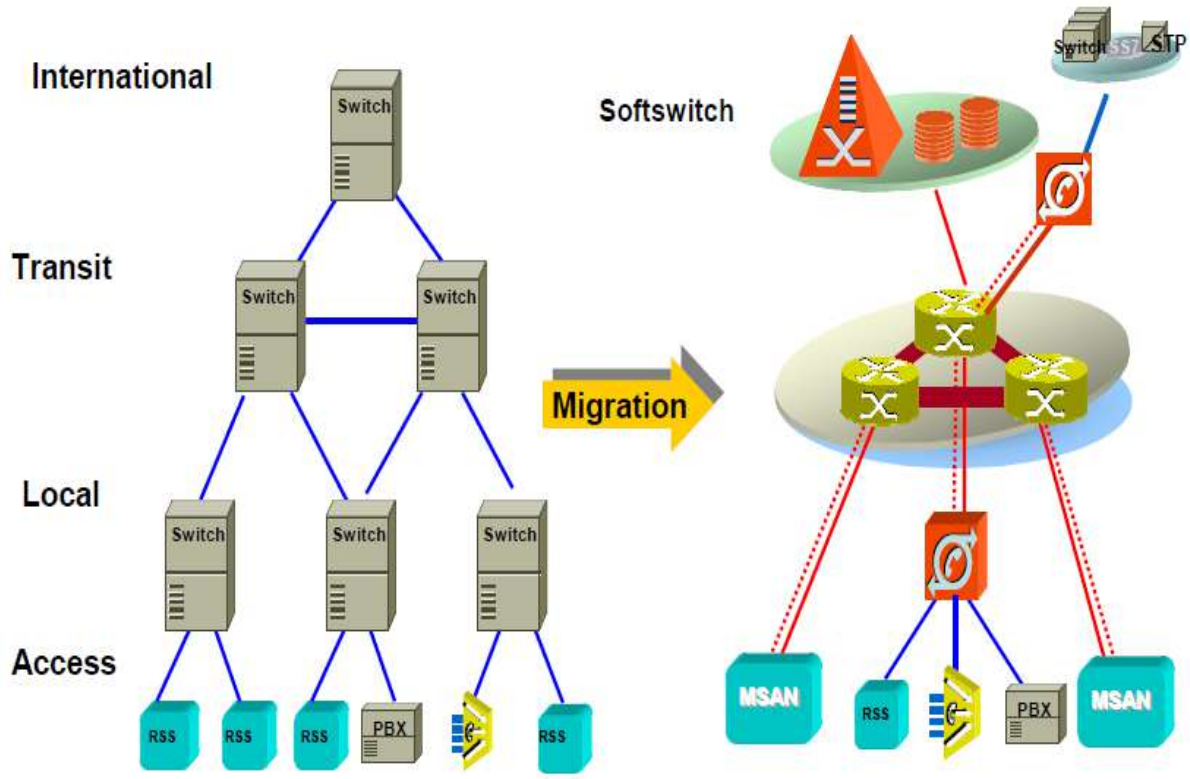


Figure I.3 : « Migration de la classe 3 ,4 et classe 5avec l'accès Gateway et MSAN » [29]

Troisième Scénario : Mise en place de solutions tout IP en overlay

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

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

Le réseau paquet en overlay fournit les services à valeur ajoutée tandis que le réseau TDM traditionnel continue d'assurer le support des services téléphoniques de base. Les deux réseaux s'interconnectent via le déploiement de passerelles (les media Gateway dans la figure ci-dessous) afin de garantir une terminaison d'appel sur un téléphone classique alors que

l'appelant utilise un téléphone IP et inversement. Les réseaux VoIP et PSTN restent clairement séparés, au niveau du transport du trafic et de la signalisation.

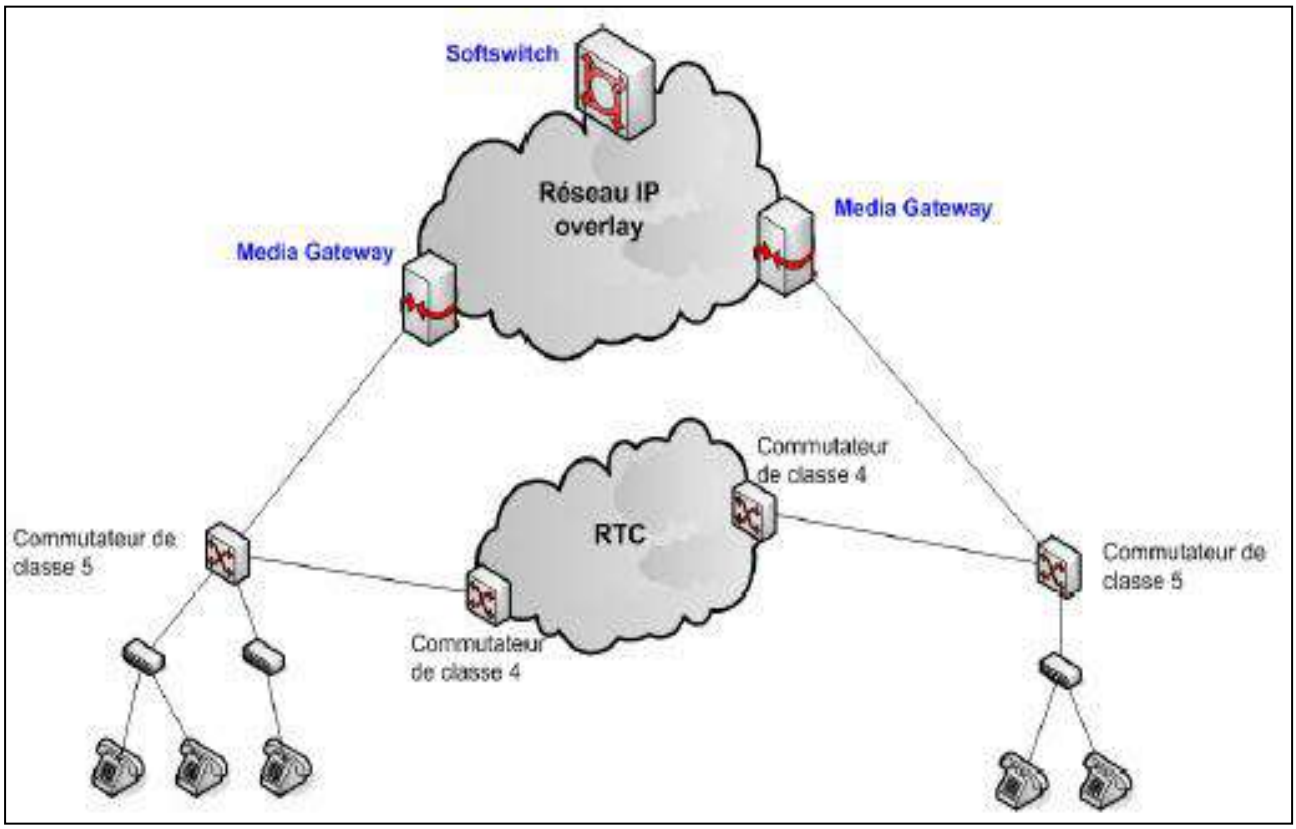


Figure I.4: « Architecture overlay VoIP » [2]

c-Impacts de la migration vers le NGN :

- Introduction et installation de nouveaux équipements NGN (Transformation réseau) ;
- Reconfiguration des routes d'acheminement de trafic TDM ;
- Formation du personnel ;
- Familiarisation avec les nouveaux protocoles : MGCP, H248, SIPNNI, SIP-T, SIP.

II.1.2. Migration des réseaux mobiles:

a- L'évolution de réseau GSM vers le réseau GPRS :

L'évolution des réseaux mobiles vers une architecture multiservice a suivi une grande tendance plus régulière. En effet, le réseau GSM (2 G) pour les transports de la voix qui est basé sur la commutation de circuit. Le besoin de convergence voix/données a donné naissance au GPRS (2.5 G). Ce fut une Évolution majeure du GSM par l'utilisation de la commutation de paquets et l'augmentation des débits avec la génération 2.5, le GPRS.

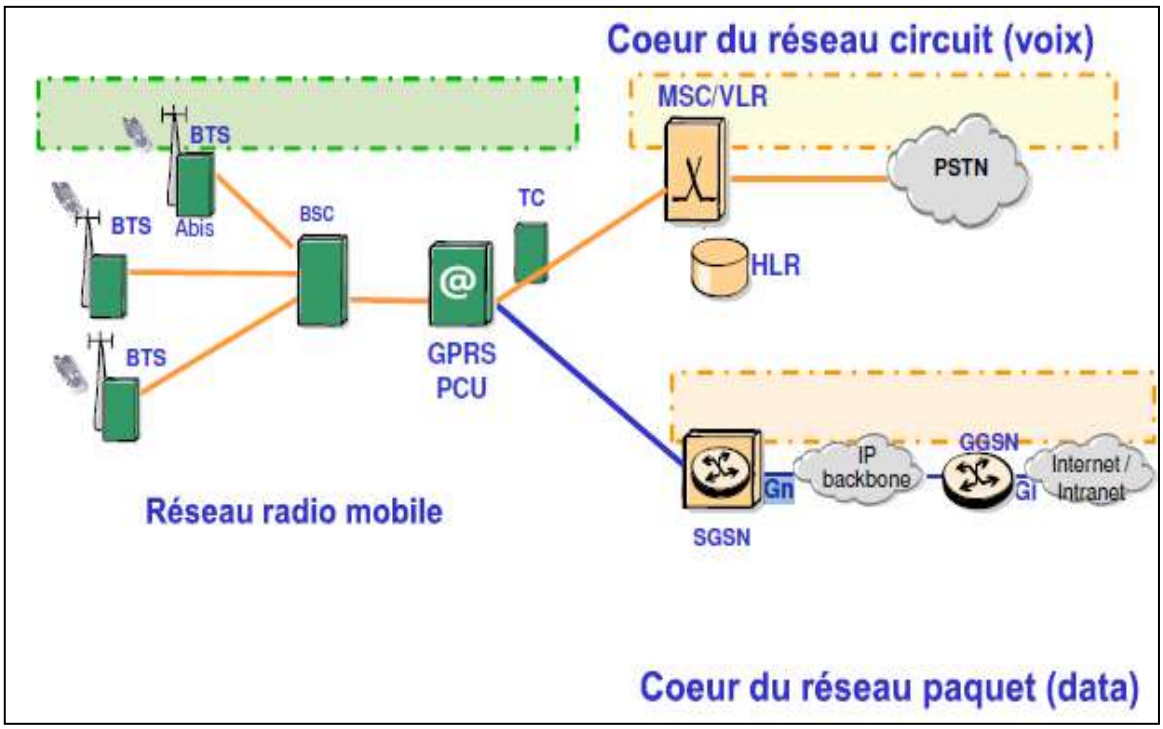


Figure I.10 : « L'évolution du réseau GSM vers GPRS » [30]

b- *L'évolution de réseau GPRS vers le réseau UMTS :*

La transition vers les réseaux de troisième génération : l'architecteur UMTS est née pour les applications multimédia. Pour l'architecteur UMTS on a différentes versions ou « releases » R3, R4, R5, R6.

✓ Dans la release R3 ou R99 du 3GPP « l'organisme de normalisation de l'UMTS » s'appuie sur une interface radio, l'UTRA, et une évolution des cœurs de Réseau GSM et GPRS (adaptation des équipements existants ou nouveaux équipements) pour gérer les flux des domaines circuit et paquet.

✓ UMTS release R4 (anciennement dénommée release 2000) concerne l'évolution du domaine Circuit Switched sur la base du NGN (*Next Génération Network*). La R4 permet l'évolution vers un réseau tout IP où la voix est directement paquetisée sur la station mobile de l'usager et transportée de bout en bout sur IP. La R4 peut réutiliser le backbone IP du domaine PacketSwitched pour le transport de la voix.

Avec la R4, la voix est transportée sur IP dans le réseau de base uniquement. Le tout IP est l'objectif des releases R5 et R6.

Remarque : La release R4 est la première étape vers un cœur de réseau tout IP, et la release R5 finalise cette évolution.

✓ Les Releases 5 et 6 permettent l'établissement de sessions multimédia, un transport de tout type de média de bout en bout sur IP, et une offre de nouveaux services. Ces Capacités sont prises en charge par un nouveau domaine appelé IMS (*IP Multimedia Subsystem*) qui se rajoute aux domaines Circuit Switched et PacketSwitched.

Le cœur de réseau UMTS IP multimédia utilise le protocole SIP pour gérer les sessions IP multimédia, et le protocole IP pour le transport du trafic et de la signalisation associés. Il supporte l'interfonctionnement avec les réseaux voix et données IP fixes et mobile existants, y compris Internet.

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

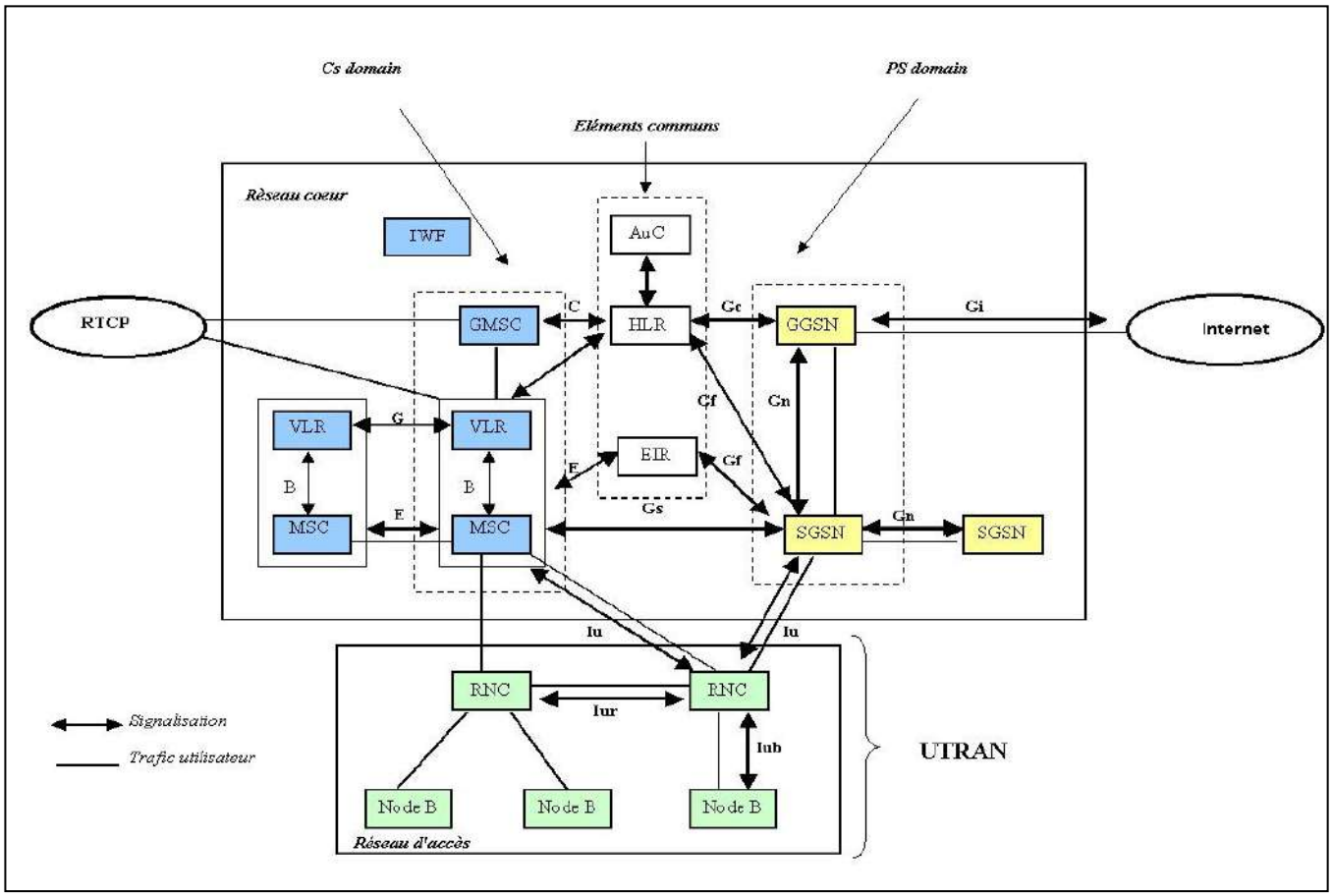


Figure I.11 : « L'architecture UMTS et la répartition en domaines du réseau cœur »

c- *L'architecture de réseau 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 tous 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 présents sous formes de couches indépendantes qui communiquent à travers des interfaces ouvertes et standards. La décomposition en couche a pour but de faciliter l'évolution des réseaux vers de nouveaux services et la maintenance des équipements.

d- Les couches des NGN :

- **La couche accès :** elle autorise l'accès de l'utilisateur aux services via divers supports de transmission : câble de cuivre, fibre optique, boucle locale radio tel le CDMA 2000, réseaux téléphoniques...etc). 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 plate formes de services à valeur ajoutée). Le SOFTSWITCH fournit, dans le cas des services vocaux, l'équivalent de la fonction de commutation.

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

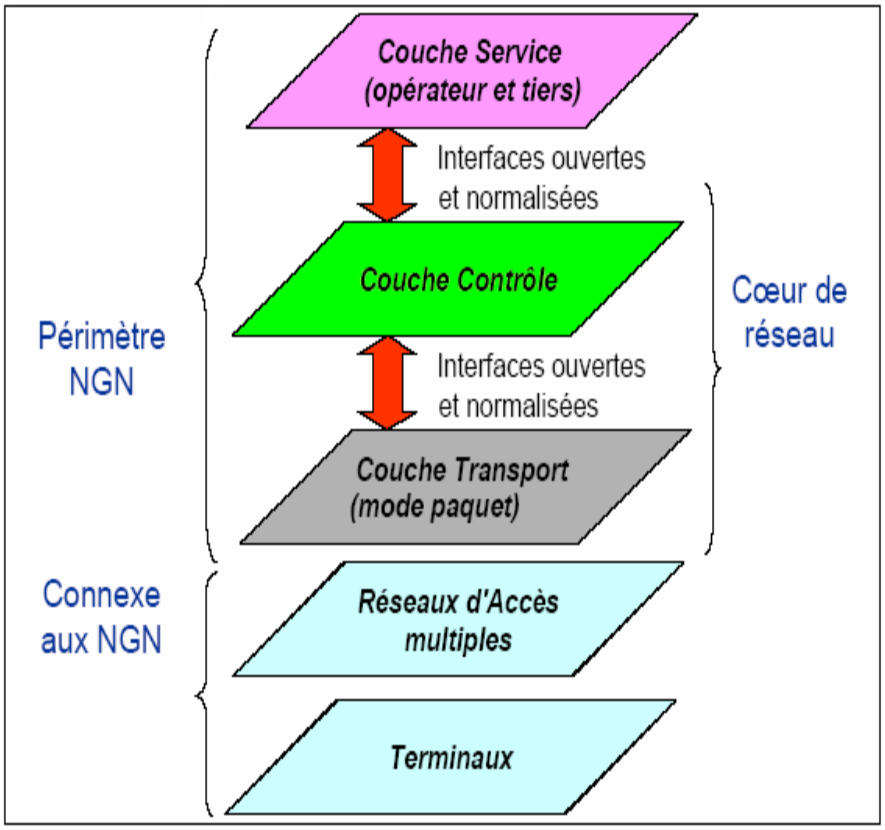


Figure I.12: « Principe général de l'architecture d'un réseau NGN » [2]

e- *Les avantages des NGN :*

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

- ✓ Grâce au NGN, l'operateur 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'operateur 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.

f- *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.

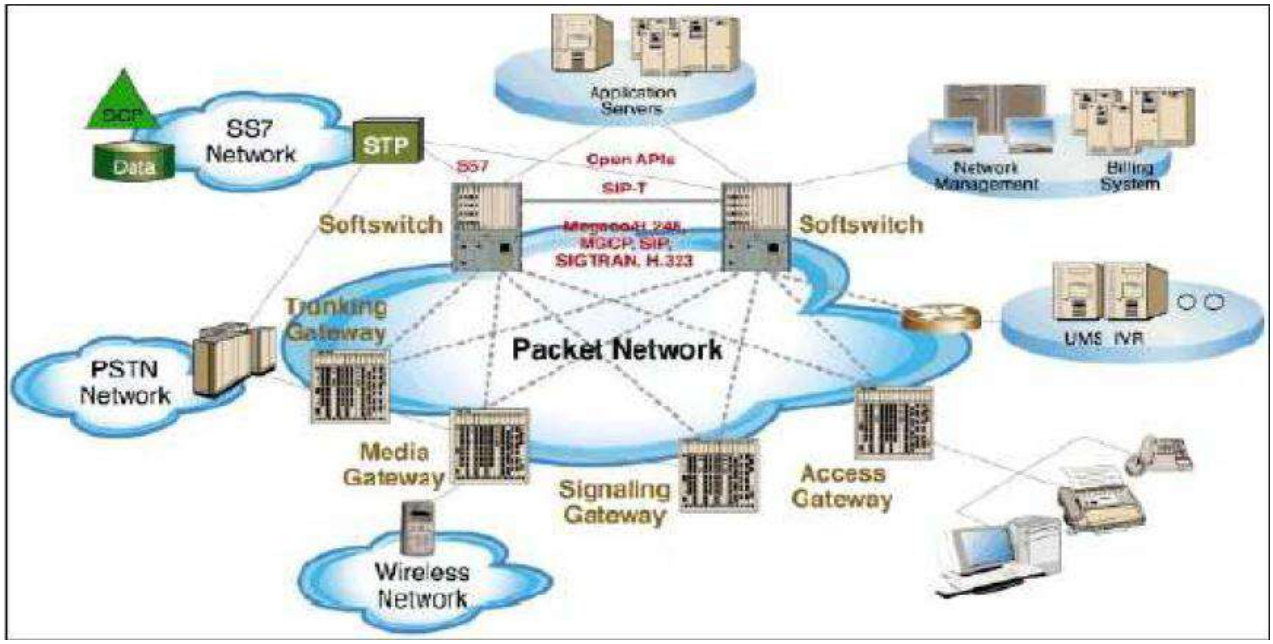


Figure I.13: « Entités et protocoles d'un NGN » [4]

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

- **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 (Media Gateway) 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.

- **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 pilote par le MGC. Il a pour rôle :

- ✓ Le codage et la mise en paquets du flux media reçu du RTC et vice-versa.
- ✓ La transmission des flux media 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).

- **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 réserve au Media Gateway Controller).

g- Les différents types de NGN :

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

g-1- Le 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 la signalisation.

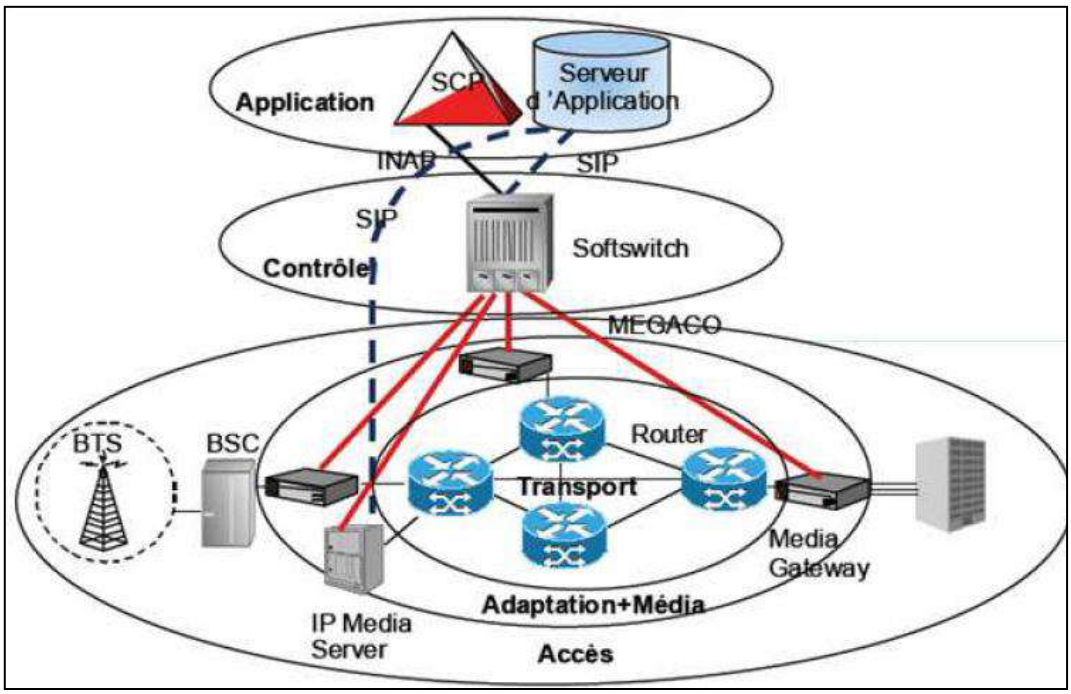


Figure I.14: « Exemple d'architecture d'un NGN Téléphonique » [5]

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'usager. 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.

g-2- Le 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.

h- *L'évolution de réseau NGN vers le concept IMS :*

Une des évolutions de l'UMTS (release 5 de 3GPP) consiste à définir un nouveau sous système indépendant de l'accès (WLAN, GPRS, UMTS, xDSL,…), nommé **I**P **M**ultimédia **S**ubsystem (**IMS**).

Le but de cette évolution est de pouvoir implémenter rapidement des nouveaux services et par conséquent de réduire les coûts. L'IMS assure le contrôle des sessions et des appels "voix et multimédia" ainsi que l'interconnexion du réseau UMTS au réseau RTC et à d'autres réseaux UMTS. Il repose sur un réseau cœur IP capable de fournir la qualité de service nécessaire aux services "voix et multimédia". En effet, face à l'émergence des services multimédia utilisant simultanément de la voix et de la donnée, l'IMS permet, grâce à son architecture simplifié, de contrôler des communications IP 'Peer to Peer' tout en garantissant une qualité de transport correcte de ces nouveaux services multimédia.

IMS introduit de nouvelles fonctions logiques devant être intégrées au cœur de réseau de l'opérateur mobile. Parmi toutes ces fonctions, le CSCF fait plus particulièrement le lien avec l'approche NGN puisqu'il est responsable du contrôle des sessions grâce à l'utilisation du protocole SIP. La notion de commutation disparaît au profil de la notion de sessions établies avec des serveurs d'applications multiples, un peu à l'image des serveurs Softswitchs qui gèrent la téléphonie sur IP dans les réseaux NGN.

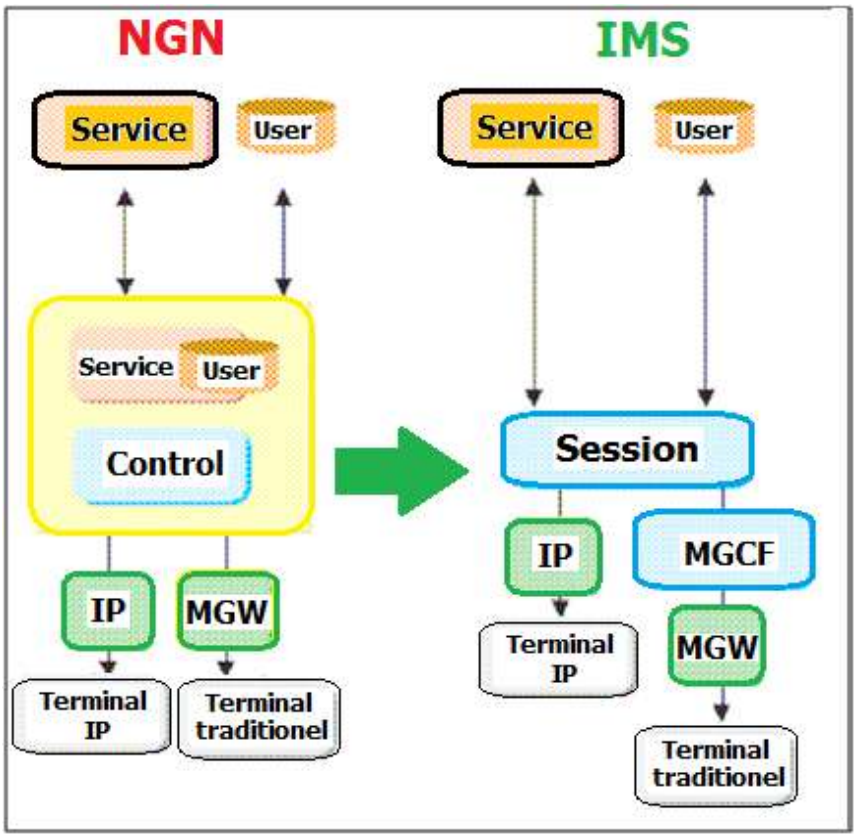


Figure I.15 : « Evolution de NGN vers le concept IMS » [6]

i- L'architecture de base d'IMS :

IP Multimédia Subsystem est définie dans la spécification 3GPP Release 5 de l'UMTS. L'architecture IMS peut être structurée en couches. Quatre couches importantes sont identifiées dans la figure I-16 :

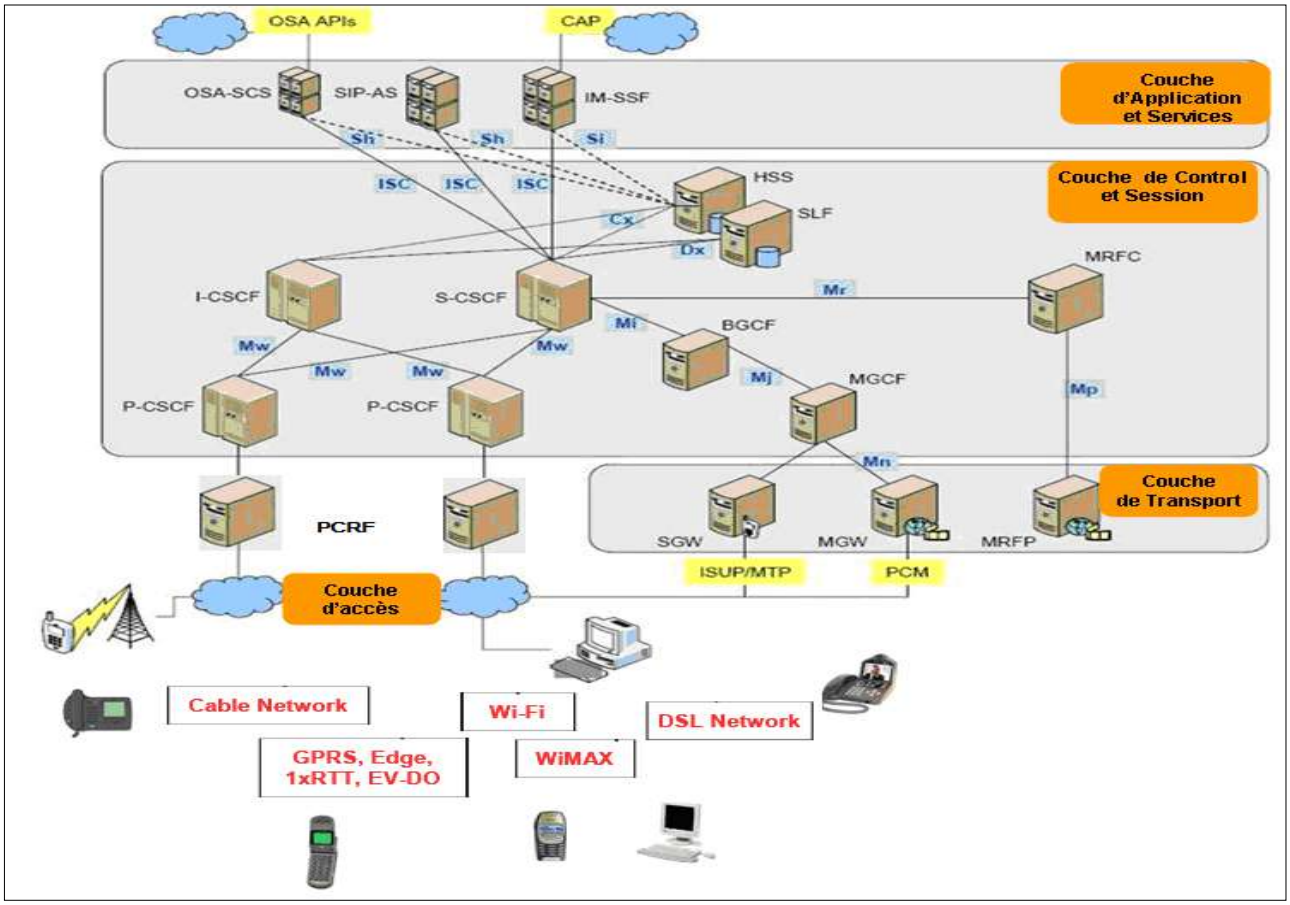


Figure I.16 : « Couches d' IMS » [7]

- **La couche ACCES :** qui représente tout accès haut débit tel que : UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network), CDMA2000 (technologie d'accès large bande utilisée dans les réseaux mobiles aux Contrôle), xDSL, réseau câble, WiFi.
- **La couche TRANSPORT :** qui représente un réseau IP. Ce réseau IP pourra intégrer des mécanismes de QoS avec MPLS, Diffserv, RSVP. La couche transport consiste donc en des routeurs (Edge router à l'accès et en Core router en transit) reliés par un réseau de transmission. Différentes piles de transmission peuvent être considérées pour le réseau IP : IP/ATM/SDH, IP/Ethernet, IP/SDH.
- **La couche CONTROLE :** qui consiste en des contrôleurs de session responsables du routage de la signalisation entre usagers et de l'invocation des services. Ces nœuds s'appellent des CSCF (Call State Control Function). L'IMS introduit donc un environnement de contrôle de session sur le domaine paquet.
- **La couche APPLICATION :** qui introduit les applications, proposées aux usagers. L'opérateur peut se positionner grâce à sa couche CONTRÔLE en tant qu'agrégateur de services offerts par l'opérateur lui-même ou par des tiers. La couche application consiste en des serveurs d'application (AS : Application Server).

Les entités dans l'IMS sont divisées en différentes catégories, dans cette partie nous référençons celles qui entrent en jeux lors de l'initialisation d'une application :

- Gestion de session et famille de routage (CSCF).
- Base de données.
- L'extrémité côté service : Application Server (AS).
- L'extrémité côté user : User Equipment (UE).
- Les points de référence.

1. CSCF (Call Session Control Functions):

Le contrôle d'appel initié par un terminal IMS doit être pris en charge dans le réseau nominal (réseau auquel l'User a souscrit à ses services IMS) car l'User 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 : PCSCF (Proxy CSCF), I-CSCF (Interrogating CSCF) et S-CSCF (Serving-CSCF).

P-CSCF : c'est le premier point de contact de l'UE dans l'architecture d'IMS. Il dirige réellement tout le message de signalisation aux autres entités de CSCF et il permet d'allouer des ressources lors de l'établissement de la session.

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

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

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

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

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

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

S-CSCF : Prend en charge le contrôle de la session. L'utilisateur doit s'enregistrer auprès du S-CSCF avant d'accéder aux applications. Il interagit avec le HSS afin de s'assurer de l'authentification et du profil de l'usager.

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

- ✓ L'émulation de la fonction registration puisqu'il accepte les méthodes SIP d'enregistrement et met à jour le HSS.
- ✓ L'authentification des utilisateurs.

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

2. Le HSS (Home Subscriber Server):

L'entité HSS (Home Subscriber Server) est la principale base de stockage des données des usagers et des services auxquels ils sont souscrits.

Les principales données stockées nécessaires à un utilisateur pour établir une session multimédia sont ses identités privées et publiques, ses informations de sécurité (son vecteur d'authentification), son état d'enregistrement, l'adresse du S-CSCF qui lui a été allouée, sa localisation et les informations permettant l'invocation de ses services (son profil de service).

L'entité HSS interagit avec les entités du réseau à travers le protocole Diameter et est en fait une évolution du HLR du réseau GSM.

3. L'extrémité côté service : Application Server (AS) :

Les services offerts ne sont pas limités uniquement à des services basés sur SIP (SIP AS) puisque un opérateur est en mesure d'offrir l'accès aux services basées sur l'environnement de service « Customized Applications for Mobile network Enhanced Logic » (CAMEL) et le « Open Service Architecture » (OSA) pour son abonnés IMS (Figure I-17). Un AS peut être dédié à un seul service, et un utilisateur peut avoir plus d'un service, donc il peut y avoir un (ou plusieurs ASs) abonné par utilisateur. En outre, il peut y avoir un ou plusieurs AS impliqués dans une seule session. L'Application Server communique avec le cœur du réseau IMS à travers le S-CSCF exécuté par l'interface ISC (IMS Service Control) avec le protocole SIP. C'est une architecture client-serveur.

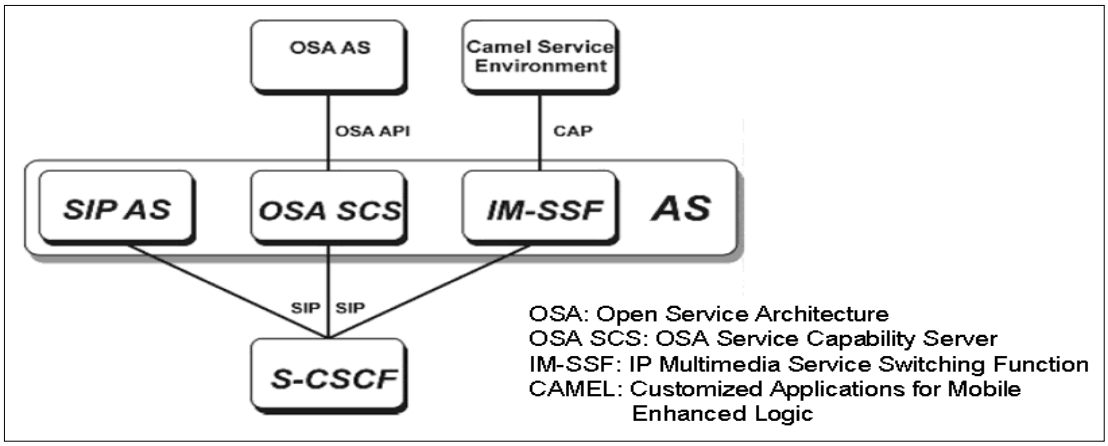


Figure I.17 : « Les différents types d'AS » [7]

4. L'extrémité côté user : User Equipment (UE) :

Il s'agit d'une application sur un équipement de l'usager 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 Equipement).

j- Les points de références :

Après la présentation des entités de l'architecture IMS, nous passons à la description de l'interconnexion de ces entités et les protocoles de signalisation utilisés entre elles.

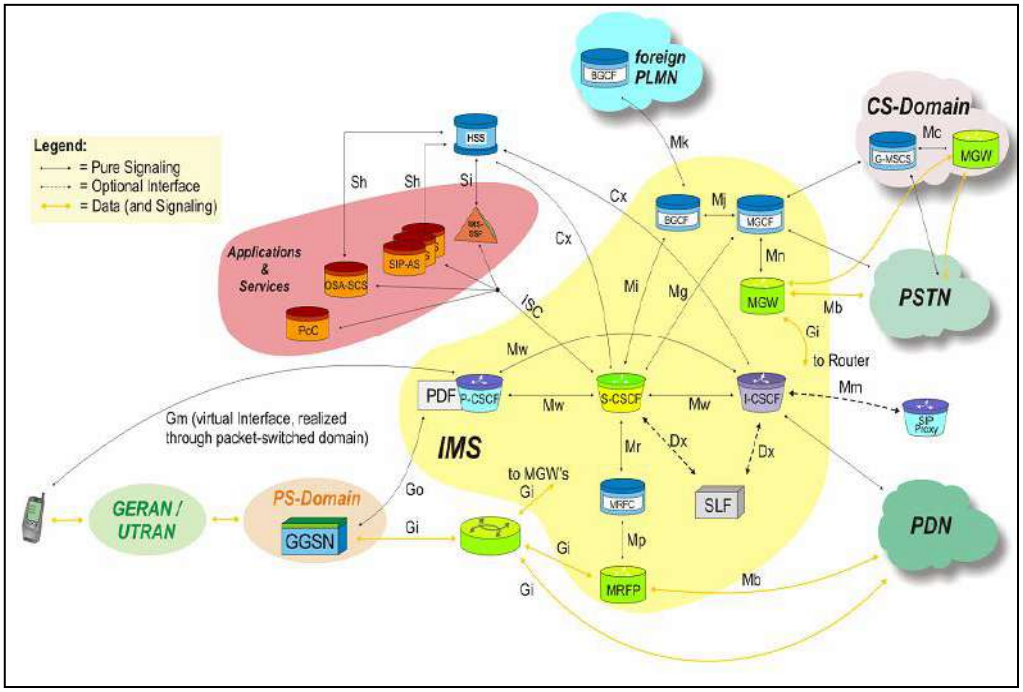


Figure I.18 : « *Les points de référence de l'IMS* »

Le tableau suivant nous donne un aperçu des différents points de références ainsi que le protocole utilisé entre les blocs architecturaux de l'IMS.

Points de référence	Rôle	Protocol
Gm	Echange de messages entre l'UE et les CSCFs	SIP
Mw	Echange de messages entre les CSCFs	SIP
ISC	Echange de messages entre les AS et les CSCFs	SIP
Cx	Communication entre I-CSCF/S-CSCF et le HSS	Diameter
Dx	Utilisé par I-CSCF/S-CSCF afin de trouver le bon HSS dans le cas d'un réseau qui contient plusieurs HSS.	Diameter
Sh	Echange de messages entre les AS et les HSSs.	Diameter
Dh	Utilisé par les AS afin de trouver le bon HSS dans le cas d'un réseau qui contient plusieurs HSS.	Diameter
Mm	Echange de messages entre l'IMS et un réseau IP externe.	
Mg	Utilisé pour faire transiter la signalisation ISUP transformée en signalisation SIP par la MGCF, à l'I-CSCF	SIP
Mi	Echange de messages entre le S-CSCF et le BGCF	SIP
Mj	Utilisé pour faire transiter les messages entre le BGCF et le MGCF qui sont dans le même réseau.	SIP
Mk	Utilisé pour échanger des messages entre différentes BGCFs, qui n'appartiennent pas forcément au même réseau IMS.	SIP
Mr	Utilisé pour échanger des messages entre le S-CSCF et le MRFC	SIP
Ut	Permet à l'UE de contrôler les informations liées à ses services. Elle relie l'UE aux AS.	HTTP

Tableau I.1 : « Les différents points de références et protocole *l'IMS* »

On trouve aussi dans l'architecteur IMS les éléments suivant :

- **Subscription Locator Function (SLF):** dans le cas où divers HSSs sont installés par l'opérateur, le SLF est utilisé comme une solution qui permet au I-CSCF, S-CSCF ou AS de trouver l'adresse du HSS où l'abonné est enregistré.

- **Policy Decision Function (PDF) :** le rôle du PDF consiste à implémenter la "***S**ervice **B**ased **L**ocal **P**olicy* ; **SBLP**": prendre des décisions basées sur la session et les informations relatives au type de media issues de P-CSCF.

Les taches de cet élément sont :

- Enregistrer les informations relatives à la session et au type de média (IP adresses, numéros ports, bande passante,…),
- Générer un jeton d'autorisation qui identifie la session et le PDF,
- Révoquer une autorisation à n'importe quel temps,
- Et informer le P-CSCF si un contexte PDP est perdu.

- **Multimedia Resource Function Controller (MRFC) :** il interprète la signalisation SIP reçue de S-CSCF. Il utilise ensuite les instructions du protocole MEGACO (Media Gateway Controller) pour contrôler et commander le MRFP. Il permet aussi d'interpréter les informations provenant de l'AS et commander la MRFP en conséquence.

- **Multimedia Resource Function Processor (MRFP) :** il fournit les ressources au plan usager qui sont commandées par le MRFC. Cet élément assure les tâches suivantes :

- Mixage des flux médias entrants (pour les conférences) ;
- Production des flux médias (pour les annonces multimédias) ;
- Traitement des flux multimédias (pour le transcodage par exemple).

- **BreakOut Gateway Control Function (BGCF) :** BGCF est responsable de l'interfaçage avec le domaine circuit (CS) en assurant le choix du point de terminaison de l'appel ou de la session. Le résultat du choix peut être un autre BGCF dans un autre réseau ou MGCF.

- Si l'appel ou la session s'achève dans le même réseau, le BGCF choisit un MGCF qui assure le déroulement de la session.
- Si la terminaison de la session passe par un autre réseau, le BGCF choisit un autre BGCF de l'autre réseau.

Cet équipement peut assurer l'envoi des informations pour la facturation.

III- Conclusion :

Les réseaux mobiles semblent prendre en compte l'évolution des NGN de manière plus explicite en termes de normalisation (la normalisation du système UMTS), la maturité des offres de produits fait que les premiers déploiements NGN s'effectuent plutôt dans le domaine des réseaux et services fixes.

Dans ce chapitre, nous nous sommes efforcés de proposer des solutions adaptables à tout opérateur fixe ou mobile désirant migrer son réseau vers NGN; ce dernier devra donc dimensionner son réseau NGN en fonction de ses prévisions en trafic aussi bien voix et données que multimédia.

Chapitre II

L'analyse du trafic

I. Introduction:

Après la présentation de la stratégie de migration des services courant vers une plate-forme de services IMS, nous allons tester cette plate-forme pour comprendre concrètement l'interfonctionnement et l'interaction entre les différentes entités du cœur IMS (HSS et les CSCFs).

La première partie de ce chapitre sera consacrée à la présentation des différents modèles de trafic, vue qu'on ne peut pas évaluer ce dernier sans connaître le trafic du réseau d'accès. Puis, dans la deuxième partie nous présenterons quelques logiciels de simulation et nous décrirons celui retenue pour l'étude de la qualité de service (QoS) et du trafic.

II. Modèle de trafic du réseau d'accès :

L'étude du réseau cœur nécessite l'étude et l'évaluation du trafic du réseau d'accès. Afin d'accomplir cette phase, il faut définir un modèle pour chaque classe de service.

Dans ce qui suit, nous allons définir un modèle de trafic pour chaque classe qui serait utilisée pour le dimensionnement IMS, vu que les modèles traditionnels ne sont plus valables.

II.1. Les différentes classes de qualité de service :

La qualité du service (QoS) est généralement assimilée à la discrimination des services, autrement dit à la définition de classes différenciés de services. Le groupe 3GPP prévoit différents services dans les futurs systèmes de troisième génération susceptibles d'être classés suivant quatre catégories présentés dans le tableau II.1 et qui 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 sur le *Web*, le courrier électronique, le transfert de fichiers. 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.

a- La classe conversationnelle (conversational) :

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.

b- 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.

c- 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.

d- 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 fixée de temps. Ce sont donc les applications les moins sensibles au délai, mais sont très sensibles aux erreurs sur l'information transférée. Les exemples d'applications sont le mail, le transfert de messages courts (SMS pour Short Messages Services), le téléchargement de données ou de fichiers.

Le tableau suivent illustre les différentes classes de qualité de services.

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	Commerceélectronique,Navigation sur Internet	Non garantie	non
Back ground	> 10s	Fax	Non garantie	oui
		E-mail(avecacquittement)	Non garantie	non

Tableau II.1 – « Les différentes classes de la qualité de service »

II.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 [8]:

$$\boldsymbol{P[X=n]=\frac{\lambda^n}{n!}} \qquad pour \quad n=0,1,2,.... \qquad \textbf{(II.1)}$$

- ✓ Un processus exponentiel caractérise la durée d'un appel de moyenne typique **α** tels que 1/α = 150 s. Une variable aléatoire "X" qui suit une loi exponentielle est définie comme suit [8]:

$$\boldsymbol{f(x)=\begin{cases}\mu.e^{-\mu.x} & si \quad x\geq 0\\ 0 & si \quad non\end{cases}} \; ; \qquad \boldsymbol{F(x)=\begin{cases}1-e^{-\mu.x} & si \quad x\geq 0\\ 0 & si \quad non\end{cases}} \qquad \textbf{(II.2)}$$

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.

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

II.3. Modèle de trafic de la classe Streaming :

On va considérer le modèle relatif au téléchargement d'une séquence vidéo. Or le flux vidéo correspond à une série de trames de données ayant la 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.

II.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. Le téléchargement 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 de 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 [8]:

$$x \geq 0 \begin{cases} p(x) = \begin{cases} p\,(1-p)^x & si \quad x\epsilon\{0,1,\dots\} \\ 0 & \text{si} \quad \text{non} \end{cases} \\ F(x) = \begin{cases} 1-(1-p)^{|x|+1} & \text{si } x \geq 0 \\ 0 & \text{si non} \end{cases} \end{cases} \qquad \textbf{(II.3)}$$

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

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.

- Le temps de lecture suit une distribution exponentielle de moyenne μ tels que : $1/\mu = 4$ à 12 s.

- 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 [8]:

$$\begin{cases} \mathbf{f}_x(x) = \frac{\alpha K^{\alpha}}{x^{\alpha+1}} & \forall \quad x \geq K \\ \mathbf{F}_x(x) = \mathbf{1} - \left(\frac{k}{x}\right)^{\alpha} & \forall \quad x \geq K \\ \boldsymbol{\mu} = \frac{K\,\alpha}{\alpha-1} & \alpha > 1 \\ \boldsymbol{\sigma^2} = \frac{K^2\,\alpha}{(\alpha-2)(\alpha-1)} & \alpha > 2 \end{cases} \quad \textbf{(II.4)}$$

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".

II.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.

III. Présentation de quelques logiciels de simulation :

La simulation s'impose comme la technique la plus utilisée pour évaluer les performances dans le domaine des réseaux. Elle reste un moyen très utile mais surtout le plus flexible pour prédire les performances d'un système et les comparer pour des configurations différentes. La conception et le développement de modelés utilisés dans les simulations restent déterminants pour la pertinence et la crédibilité des résultats obtenus. La technique de simulation nécessite aussi une bonne maîtrise des techniques statistiques pour l'analyse des résultats. Le choix de l'outil de simulation est important et dépend des modèles qui y sont définis.

III.1. Les principaux outils de simulation existant:

- **GNS3 :** est un simulateur graphique de réseaux qui nous permet de créer des topologies de réseaux complexes et d'en établir des simulations. Ce logiciel, est un excellent outil pour l'administration des réseaux CISCO, les laboratoires réseaux ou les personnes désireuses de s'entraîner avant de passer les certifications CCNA, CCNP, CCIP ou CCIE. De plus, il est possible de s'en servir pour tester les fonctionnalités des IOS Cisco ou de tester les configurations devant être déployées dans le futur sur des routeurs réels.



- **NS 2 :** Network Simulator qui est « open source ». ce dernier été un simulateur populaire pour la recherche et l'éducation sur les systèmes Internet. L'inconvénient de ce logiciel c'est qu'il est moins riche au niveau des modèles et son interface et moins aisée par rapport au simulateur précédent.

- **OPNET :** (Optimized Network Engineering Tool) qui est l'un des logiciels les plus utilisés actuellement, c'est un produit commercial et qui existe aussi en version académique.

Ces deux outils (OPNET et NS-2) sont les plus utilisés quand il s'agit de simulation de réseaux au niveau académique, commercial et industriel. Du point de vue des chercheurs, NS-2 fournit des résultats de simulations comparables à OPNET et reste attractif puisqu'il est gratuit. Mais la panoplie plus complète de modules d'OPNET Modeler offrant beaucoup plus de fonctionnalités que NS-2 est très attractive pour les opérateurs réseaux.

	GNS -3	**NS -2**	**OPNET modeler**
UTRAN	Oui	Oui	Oui
Commutation de paquet	Non	Non	Oui (Rel 99)
Commutation de circuit	Non	Non	Non
Système d'exploitation	Linux	Linux	Windows
Produit	Gratuit (Académique)	Gratuit (Académique)	Commercial et industriel
Complexité d'interface	Oui	Oui	Non

Tableau II.2 – « Tableau de comparaisons entre les 3 simulateurs »

Nous avons opté pour l'utilisation de l'outil OPNET, disponible en version 14.5 qui est un produit commercial pour modéliser et simuler le fonctionnement d'un réseau public IMS. Cet outil appartient à la famille des logiciels développés par la société MIL3. Cette société produit des outils logiciels pour la modélisation, la simulation et l'analyse de performances des réseaux de communication et de systèmes repartis. OPNET est utilisé par une large communauté pour une conception souple et évolutive de réseaux de communication : produits, technologies et protocoles.

Les raisons principales de choix d'OPNET sont :

- Il permet de mieux comprendre les concepts de base du réseau ;
- Il prend en charge la modélisation, la simulation et l'analyse des nouvelles technologies ;
- Il offre une interface facile à utiliser.

III.2. Présentation du simulateur OPNET :

OPNET Technologies, est un principal fournisseur de logiciel de gestion de réseau et d'application. Les solutions d'OPNET fournissent la planification de déploiement d'application et la planification de capacité de systèmes.

L'environnement OPNET permet la modélisation et la simulation de réseaux de communication grâce à ses bibliothèques de modèles (routeurs, commutateurs, stations de travail, serveurs…) et de protocoles (TCP/IP, FTP, FDDI, Ethernet, ATM …).

L'environnement de caractérisation de l'application d'OPNET nous permet de capturer, filtrer et synchroniser les traces d'application des segments multiples de réseau ; fusionner automatiquement tout nombre de traces d'application et les interpréter dans une vue combinée ; visualiser la dynamique de transaction de bout en bout graphiquement et diagnostiquer les problèmes automatiquement avec AppDoctor ; et valider l'approche à réaliser les niveaux des performances requises avec la technologie de la prédiction d'OPNET.

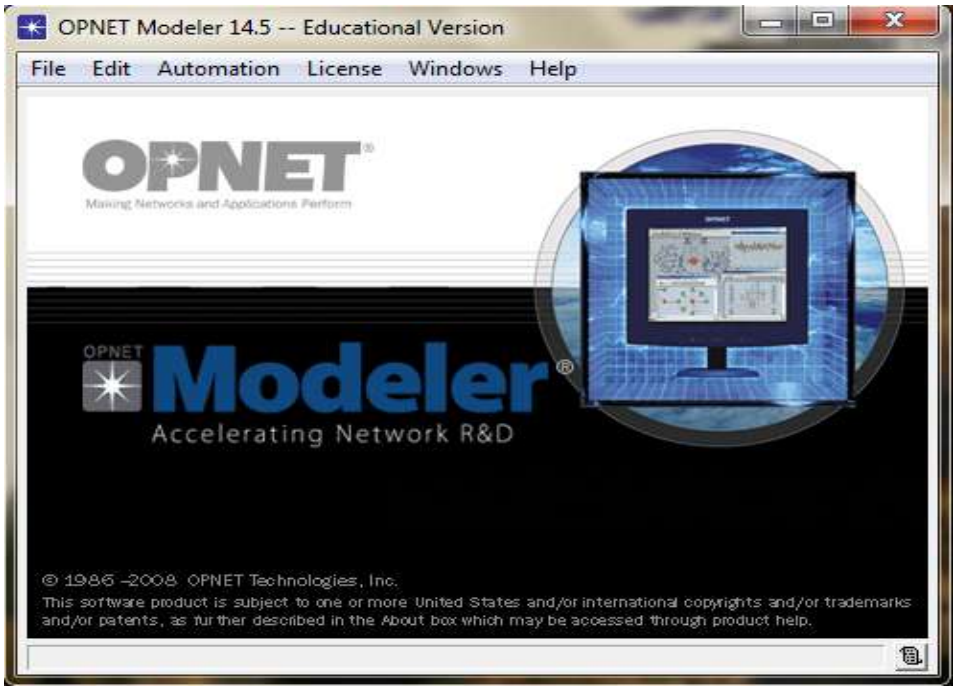


Figure II.1 : « Interface du Simulateur OPNET » [9]

a- Les principales interfaces:

Parmi les nombreuses interfaces que propose OPNET au démarrage, nous distinguons les interfaces suivantes:

- Network Model Editor.
- Node Model Editor.
- Process Model Editor.

a-1- Network Model Editor:

L'éditeur de projets représente un graphique de la topologie des communications du réseau. Ce dernier est constitué d'objets équipements et liens configurables via des boites de dialogues. Les méthodes de copie collée des équipements et des liens à partir des palettes d'objets de l'éditeur permettent de réaliser le réseau. Il est également possible d'utiliser la fonction d'importation rapide de l'ensemble de la configuration. Il est possible d'utiliser la librairie OPNET ou de réaliser notre propre palette intégrant nos propres équipements et liens. L'éditeur de projets intègre également un environnement géographique avec des caractéristiques dimensionnelles reprenant les composants utiles pour la modélisation de réseaux câblés ou sans fils. L'utilisation du menu Protocoles permet de configurer rapidement les protocoles et d'activer des paramètres particuliers.

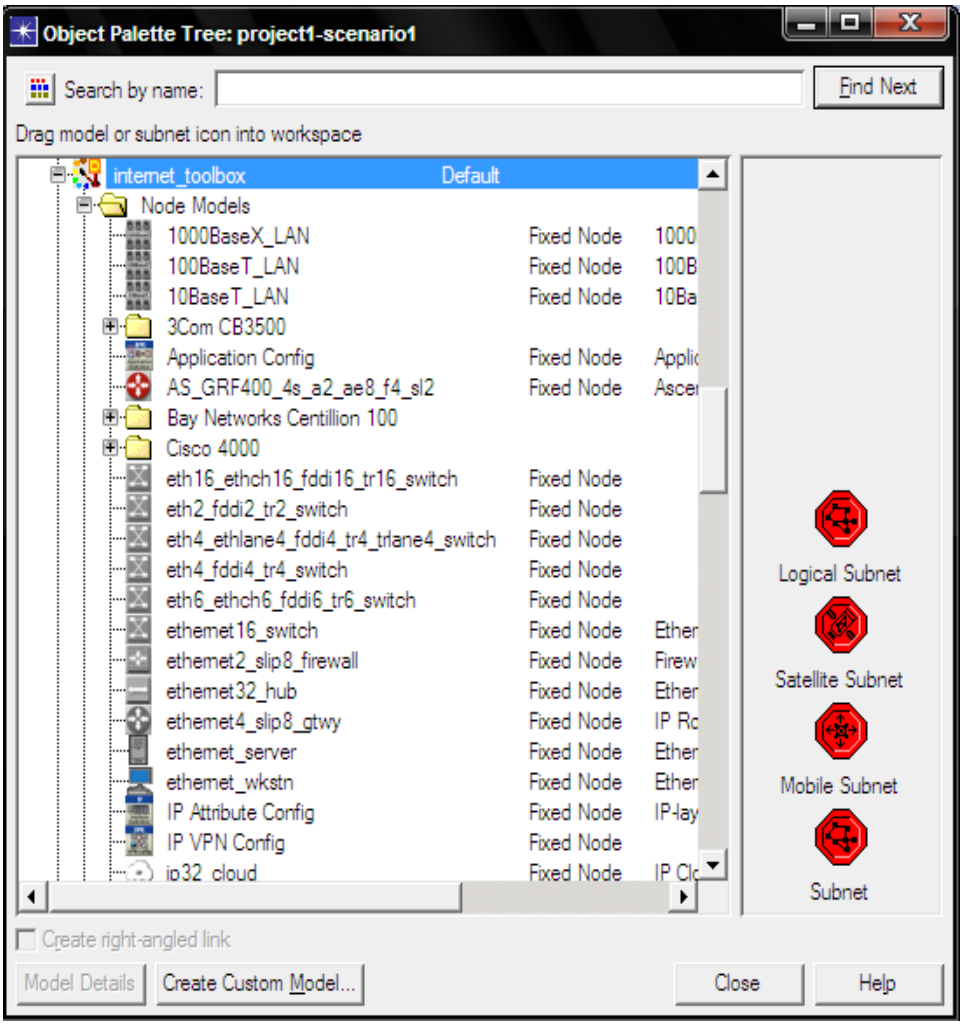


Figure II.2: « Network Model Edit »

a-2- Node Model Editor :

L'éditeur d'équipements modélise l'architecture des éléments du réseau et des systèmes en traduisant les flux de données échangés entres les équipements fonctionnels.

Les équipements fonctionnels sont appelés modules. Chaque module peut générer, envoyer et recevoir des paquets des autres modules pour réaliser sa fonction. Les Modules représentes les applications, les couches de protocoles, les algorithmes, les ressources physiques comme les buffers, les ports TCP et les bus de données.

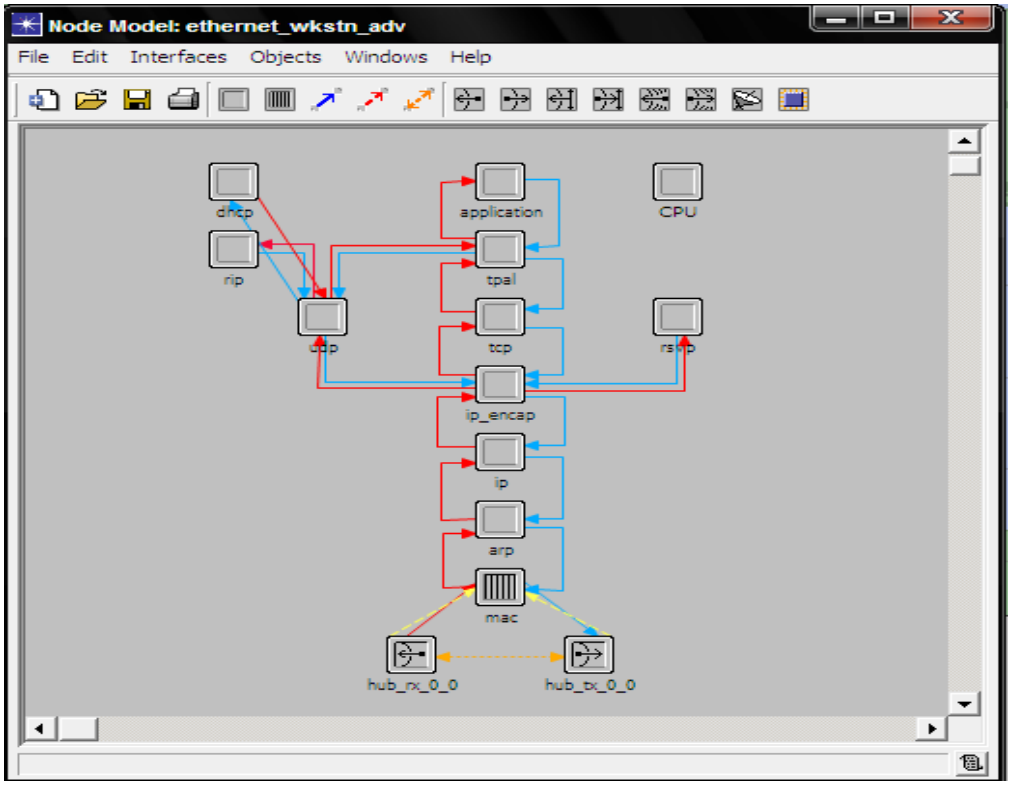


Figure II.3: « Node Model Editor »

a-3- Process Model Editor :

L'éditeur de processus (figure **II.**4) utilise une puissante machine à états finis (FSM finite state machine), spécialisée pour supporter les spécifications à différents niveaux de détails pour les protocoles, les ressources, les applications, les algorithmes et les politiques de Queuing. Les états de progressions définissent graphiquement l'état de progression du processus en réponse à chaque événement.

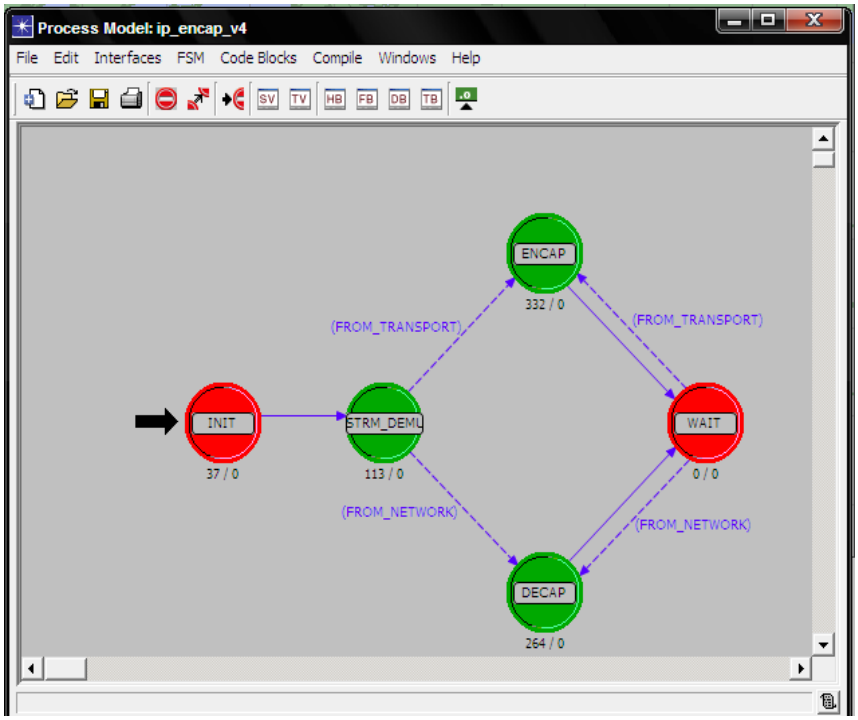


Figure II.4: « Process Model Editor »

Chaque étape du modèle de processus contient du code C/C++, ce code est appelé Proto-C. Chaque état contient deux blocs de code, à l'entrée de l'état (Enter executive) et à la sortie de l'état (Exit executive). Chaque FSM peut définir des variables d'état et peut faire des appels aux codes dans les librairies disponibles.

Les FSM sont dynamiques et simplifies considérablement les spécifications des protocoles qui gèrent les ressources et les sessions comme celles de TCP et d'ATM.

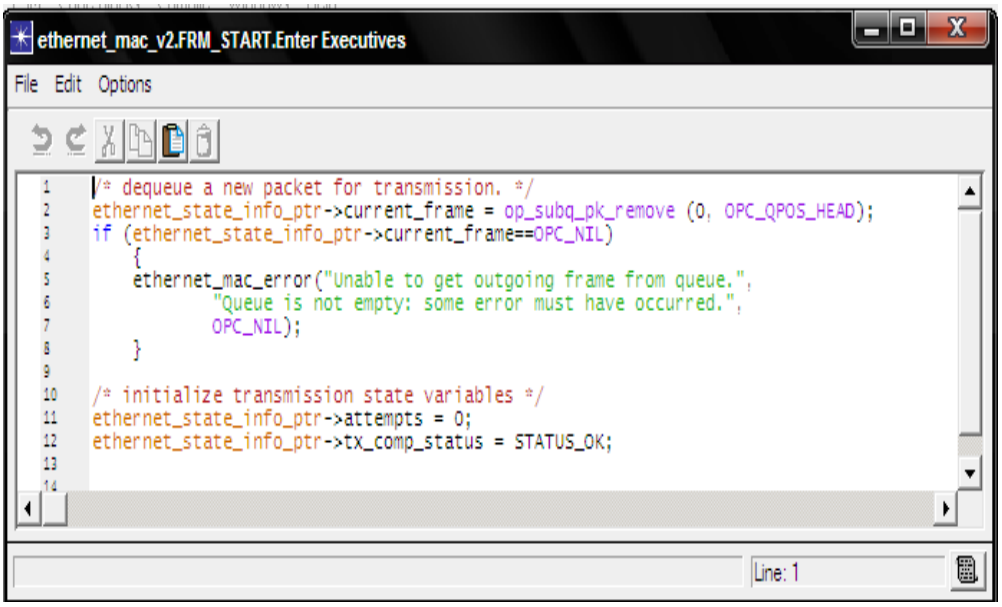


Figure II.5 : « Modélisation orientée objet »

III.3. Les étapes d'une simulation sous OPNET Modeler :

Suite à la définition du modèle réseau à simuler, il faut choisir les bonnes statistiques à récupérer. Ensuite, l'exécution des simulations permet de récupérer les résultats pour les analyser.

Les étapes essentielles de la simulation sont illustrées dans la figure suivent :

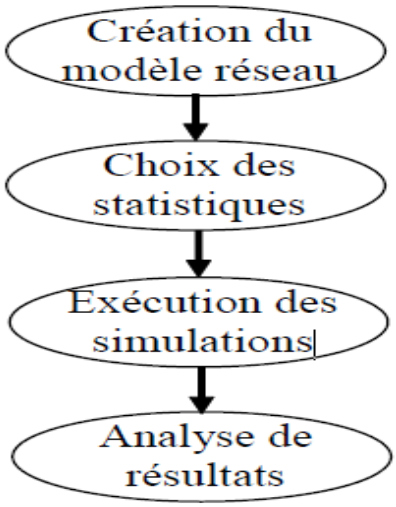


Figure II.6 : « Flux de travail OPNET Modeler » [10]

A. création du modèle réseau :

Pour créer un modèle réseau de communication, nous allons définir sa topologie initiale, par ses nœuds, ses liens, son échelle, sa taille et son lieu, puis nous allons y associer une palette d'objet.

B. choix des statistiques :

Après le choix du modèle réseau il faut choisir les bonnes statistiques à récupérer.

C. Exécution des simulations :

Il y a deux méthodes pour lancer la simulation. La première méthode dite de « développement » récupère les données de simulation qui peuvent permettre de réparer nos modèles, la deuxième dite « Optimisée » qui est la plus rapide.

D. Analyse des résultats :

Basée sur les explications et commentaires des résultats obtenus à la fin de la simulation.

IV. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différents modèles de trafic pour chaque classe de la qualité de service ainsi que 3 logiciels de simulation utilisés pour les réseaux et le logiciel adopté pour la suite du travail.

Chapitre III

Présentation du RMS Algérien et les scénarios de simulations

I. Introduction :

Les réseaux IMS ce sont des réseaux qui englobe tous les types de trafic (Voix, Data, Vidéo) parmi lesquels la voix est la plus sensible, pour cette raison on a focalisé nos mesures et implémentations sur ce type d'application. Jusqu'à présent on a étudié et développé théoriquement les concepts utilisés dans ces réseaux pour répondre aux besoins et exigences des différentes applications et utilisateurs, tels que la qualité de service (QoS) pour garantir un délai, une gigue, un taux de perte et une bande passante acceptable.

Pour donner une valeur à toute cette théorie, on a fait appel à deux approches applicatives. La première approche consiste à effectuer des études sur l'état d'avancement du réseau multiservices en Algérie « RMS d'Algérie Telecom ». La deuxième approche consiste à faire quatre scénarios de simulation à l'aide du logiciel «OPNET» pour tester l'influence du nombre de liaisons et de la charge de travail sur deux terminaux distants en communication dans le réseau de la nouvelle génération « IMS ».

II. Le réseau RMS Algérien :

Le réseau multiservices est reparti en quatre sites : Est, Ouest, Nord, Sud. La disposition des sites RMS du backbone IP/MPLS couvre tout le territoire national avec quatre sites primaires : ***Alger I***, ***Oran***, ***Ouargla*** et ***Constantine*** et cinq sites secondaires : ***Chlef***, ***Bechar***, ***Annaba***, ***Sétif*** et ***Alger II***. La figure ci-dessous montre la disposition des sites sur le territoire national :

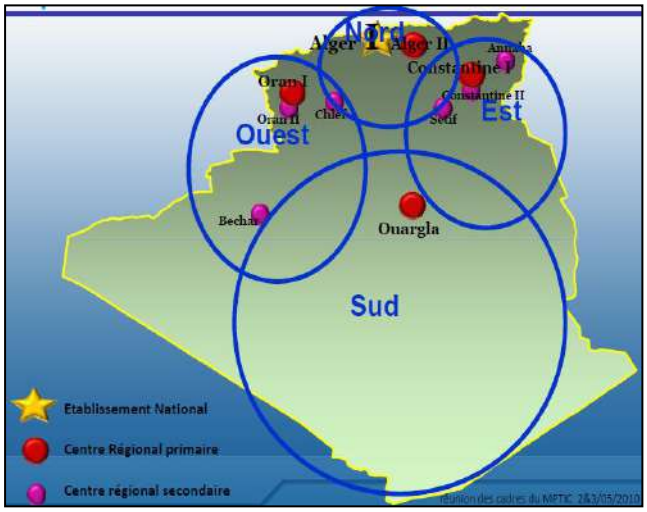


Figure III.1 : « Disposition des sites sur le territoire national » [11]

II.1. Les sites composants le réseau RMS Algérien :

Le réseau est composé de deux types de sites au niveau national : sites primaires, sites secondaires.

A- ***Composition des sites primaires :*** Ces sites appartiennent au backbone T320 (nœud primaire) sont les suivant :

- ***Alger I :*** ce site est implanté à Kouba et contient les équipements suivants :
  - Un routeur CORE T320, relié avec les routeurs CORE des autres régions par des liens STM-16 ou STM-64, il est relié avec les routeurs M40e d'Alger par des liens STM-16 ou Gigabit Ethernet.
  - Un Softswitch SURPASS hiE9200.
  - Deux routeurs EDGE M40e, mettant à disposition le lien aux Media Gateway ainsi que les interfaces EDGE de données.
  - Des Media Gateway connectant un total de 84 interfaces E1.

- ***Oran :*** ce dernier comporte les composants suivants :
  - Deux routeurs CORE T320, délocalisés (pour des raisons de sécurité), implantés aux complexe de Haddadine et Ibn Rochd, ils sont reliés avec les routeurs CORE des autres régions par des liens STM-16 ou STM-64 ainsi qu'avec les routeurs EDGE d'Oran, de Chlef et de Bechar par des liens STM-16.
  - Un Softswitch SURPASS hiE9200.
  - Deux routeurs EDGE M40e, mettant à disposition le lien aux Media Gateway ainsi que les interfaces EDGE de données.
  - Des media Gateway connectant un total de 36 interfaces E1.

- ***Constantine :*** ce site contient les composants suivants :
  - Deux routeurs CORE T320, délocalisés implantés aux complexes de Coudiat et Ali Mendjli, reliés avec les routeurs CORE des autres régions par des liens STM-16 ou STM-64 ainsi qu'avec les routeurs EDGE de Constantine, d'Annaba et de Sétif par des liens STM-16.
  - Un Softswitch SURPASS hiE9200
  - Deux routeurs EDGE M40e, mettant à disposition le lien aux Media Gateway ainsi que les interfaces EDGE de données.
  - Des media Gateway connectant un total de 36 interfaces E1.

- ***Ouargla :*** le site d'Ouargla est à la fois site primaire et site secondaire, il comprend :
  - Deux routeurs CORE T320 implantés sur deux sites délocalisés (Ouargla et Hassi Messaoud), reliés avec les routeurs CORE des autres régions par des liens STM-16 ou STM-64 et reliés avec les routeurs EDGE du même site par des liens STM-16 ou Gigabit Ethernet.
  - Un Softswitch SURPASS hiE9200.
  - Deux routeurs EDGE M40e, mettant à disposition le lien aux Media Gateway ainsi que les interfaces EDGE de données.
  - Des media Gateway connectant un total de 48 interfaces E1.

B- <u>Composition des sites secondaires :</u> ces sites appartiennent au Backbone M40e et sont les suivant :

- ***Annaba et Sétif :*** Les sites d'Annaba et Sétif ne contiennent que peu d'équipements qui sont :
  - Deux routeurs EDGE M40e, mettant à disposition le lien aux Media Gateway ainsi que les interfaces EGDE de données. Ces routeurs sont connectés aux routeurs CORE de Constantine.
  - Des media Gateway connectant un total de 16 circuits-voix E1 à Sétif et 36 interfaces E1 à Annaba.

- ***Bechar et Chlef :*** ces deux sites contiennent les équipements suivants :
  - Deux routeurs EDGE M40e, mettant à disposition le lien aux Media Gateway ainsi que les interfaces EDGE de données. Ces routeurs sont connectés aux routeurs CORE d'Oran.
  - Des media Gateway connectant un total de 13 interfaces E1 à Bechar et 22 interfaces E1 à Chlef.

- **Alger II :** ce site est situé à Bordj el Kiffan, il contient les équipements suivants :
  - Un routeur CORE T320, relié avec le routeur CORE de Kouba par des liens STM-16 ou STM-64 et reliés avec les routeurs EDGE d'Alger par des liens STM-16 ou Gigabit Ethernet.
  - Deux routeurs EDGE M40e, mettant à disposition le lien aux Media Gateway ainsi que les interfaces EDGE de données.
  - Des media Gateway connectant un total de 36 interfaces E1.

II.2. Les Équipements du Backbone IP/MPLS- RMS :

Le tableau suivant présente les équipements de bases du Backbone du réseau RMS algérien :

Nom d'équipement	description	Photo
Routeurs Core	d'une puissance de commutation de 320Gb/s optimisée pour les services basés sur MPLS et prêt à supporter les interfaces de 10 Gb/s.	
Routeurs Edge	ayant une très large gamme d'interfaces qu'il supporte allant des interfaces sériels de 64 kb/s jusqu'au niveau SDH de STM-16.	
Softswitch	Media Gateway Controller inclut un softswitch de nouvelle génération.	
Media Gateway	fonctionne principalement comme médiateur entre les réseaux traditionnels TDM et les nouveaux réseaux multiservices basés sur IP.	

Table III.1. « Les Équipements du Backbone IP/MPLS- RMS » [1]

II.3. Les différents clients raccordés au RMS :

Les différents clients raccordés au RMS sont :

- Le Réseau Easy.
- Le Réseau Anis.
- Le Réseau Fawri.
- Le FTTX.
- Pop Djawab.
- WLL

La figure qui suit nous permet de voir les différents clients ayant accès au réseau :

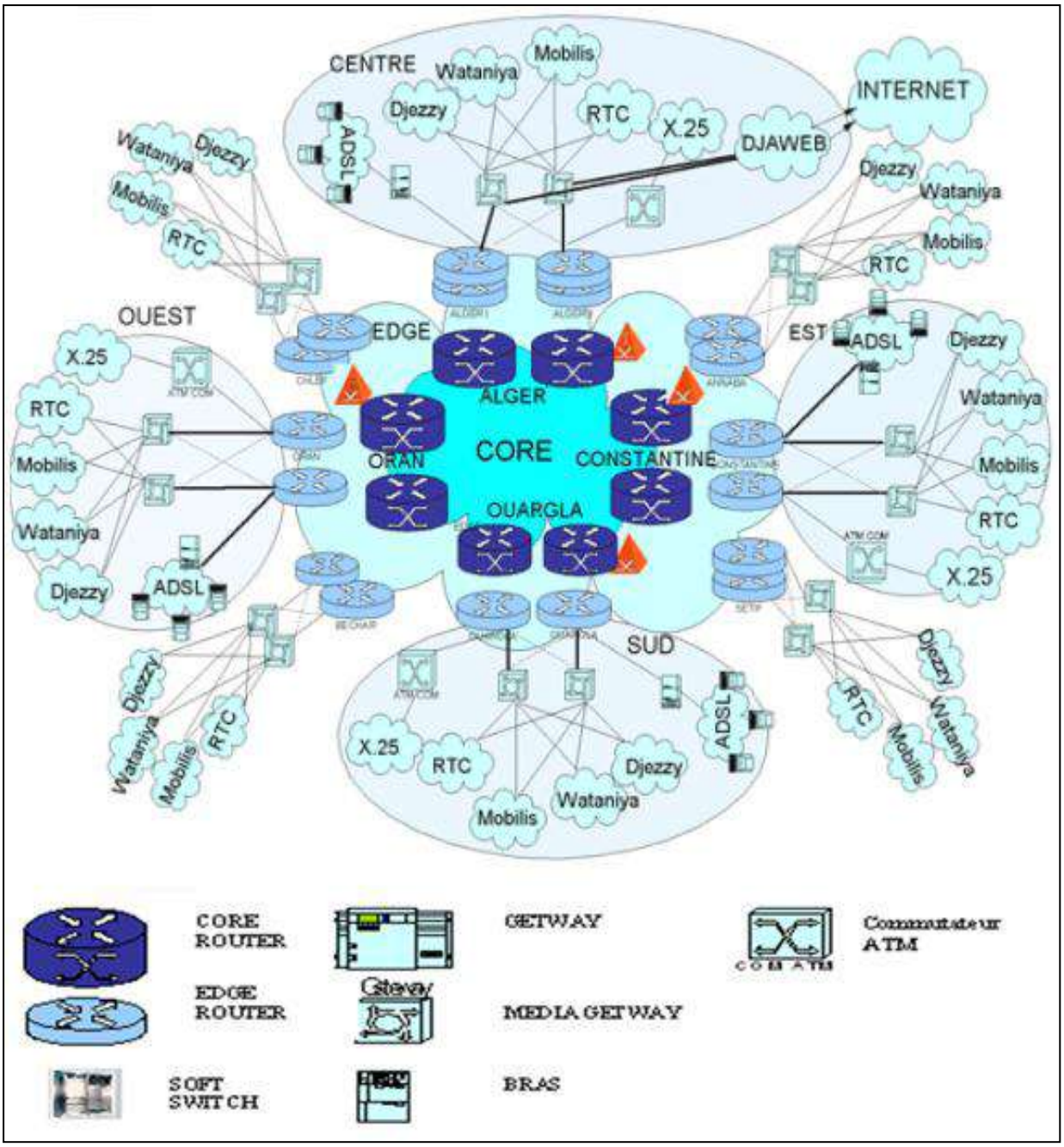


Figure III.2: « Les différents clients ayant accès au réseau multiservice »

III. Les scénarios de simulations :

L'IMS comprend tous les éléments du cœur du réseau permettant la fourniture des services IP Multimédia comme l'audio, la vidéo, le texte, le chat ainsi qu'une combinaison de ces services dans le domaine de commutation de paquet

Dans les scénarios de simulations que nous allons réaliser, nous présenterons une architecteur IMS très modulaire qui contient des composants cœur et les implémentés sur le simulateur OPNET pour étudier les performances de QoS et le trafic pour quelques applications comme la voix (voice), l'image fixe (MMS) et la vidéo pour trois cas différents.

III.1. L'architecture globale du réseau « IMS » :

Dans cette partie nous allons présenter l'architecture globale du réseau IMS inspiré à partir du réseau RMS d'Algérie télécom, cette architecture qui va constituer la base de nos scénarios de simulations est formée de deux sites (ALGER – MEDEA), la distance entre ces deux sites et environ 90 km et la liaison utilisée pour les interconnectés est de type DS3.

Dans ces scénarios, nous allons simuler le trafic de la voix, de la vidéo et de l'image fixe entre deux utilisateurs le premier situé ou Pôle universitaire de Médéa et l'autre à l'université de Bab Ezzouar à Alger.

La figure suivante montre le positionnement graphique des deux sites (Alger et Médéa) :

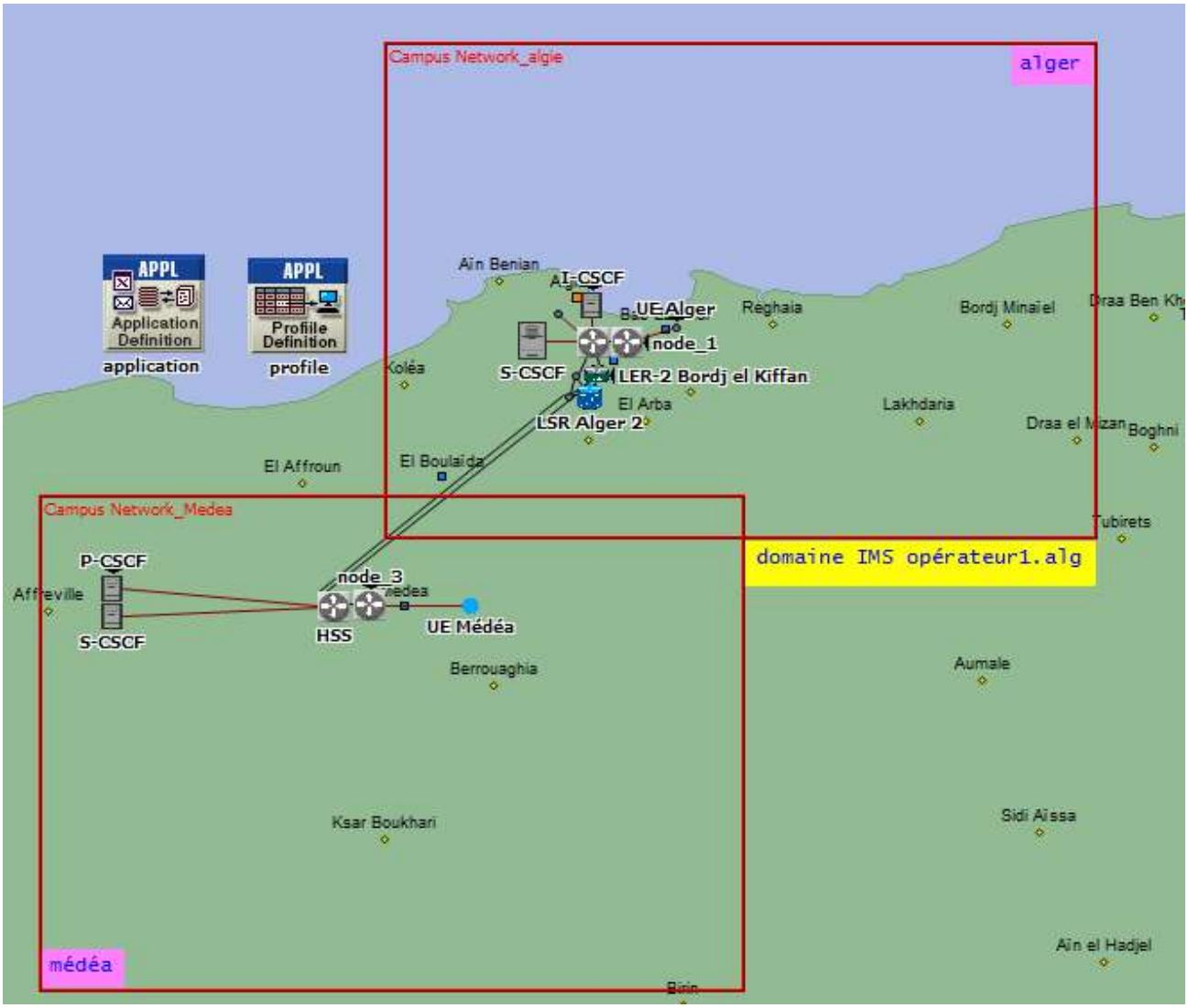


Figure III.3. « L'architecture globale du réseau IMS implémenté sous OPNET »

III.2. Identification des équipements utilisés dont OPNET :

Le tableau III-2 montre une description globale des différents composants de l'architecture IMS implémentée sous OPNET.

Equipements	Description	Node Model
User Equipement	Représente un poste de travail avec les applications client-serveur en cours d'exécution.	Ethernet _ wkstn _adv
P-CSCF	Représente un nœud de serveur qui prend en charge le service SIP UAS. Il prend également en charge d'autres applications standard fonctionnant sur TCP/IP et UDP/IP. Ce nœud prend en charge une sous-jacente connexion Ethernet à 10 Mb/s, 100 Mb/s ou 1Gb/s. La vitesse de fonctionnement est déterminée par le taux le lien connecté de données.	SIP-proxy server
S-CSCF	Représente un nœud de serveur qui prend en charge le service SIP UAS. Pour adapter cet équipement pour jouer le rôle d'un nœud central au niveau de la signalisation, on fait une programmation au niveau de leurs paramètres.	SIP-proxy server
I-CSCF	Représente un nœud de serveur qui prend en charge le service SIP UAS. On fait une programmation au niveau de leurs paramètres pour l'adapter à son rôle qui est une passerelle vers d'autres domaines IMS.	SIP-proxy server
Node1 **Node3**	Représente une passerelle IP supportant quatre interfaces concentrateur Ethernet, et huit interfaces de lignes serrées. Les paquets IP arrivant sur toute interface sont acheminés vers l'interface de sortie sur la base de leur adresse IP de destination.	Routeur IP
Node2 **Node4**	C'est les nœuds qui représentent la base de données stockant les informations relatives aux profils utilisateur Il fournit aussi des informations concernant l'emplacement d'un utilisateur	Routeur IP
La liaison PPP DS3	Le protocole Point-to-Point, ou PPP, est couramment utilisé pour établir une connexion directe entre deux nœuds (ordinateurs, serveurs, routeurs, etc.) Il peut se connecter en utilisant un câble série d'ordinateurs, ligne téléphonique, ligne de coffre, téléphone cellulaire, liaisons radio spécialisées, ou liaisons à fibre optique. La plupart des fournisseurs de services Internet (ISP) utilisent PPP pour les clients des accès par ligne commutée à Internet.	PPP-DS3
La liaison 1000Base X	La liaison en duplex 1000 Base X représente une exploitation de connexion Ethernet à 1 Gb/s (ou 1000 Mbps.) Il peut se connecter à n'importe quelle combinaison des nœuds suivants (sauf Hub à Hub, qui ne peut pas être connecté): Station, Hub, Bridge, Switch, nœuds LAN.	1000Base X
La liaison 10BaseT	La liaison en duplex 10 Base T représente une exploitation de la connexion Ethernet à 10 Mbps. Il peut se connecter à n'importe quelle combinaison des nœuds suivants (à l'exception Hub à Hub, qui ne peut pas être connecté): Station, Hub, Bridge, Switch, nœuds LAN.	10BaseT

Table III.2. « Identification des équipements utilisés sous OPNET »

III.3. Premier scénario : architecteur avec plusieurs chemins:

a- L'architecture « IMS » au niveau du site Alger :

L'utilisation de cette nouvelle technologie est en cours de réalisation dans plusieurs pays du monde, en Algérie elle est encore en phase d'étude. Nous nous somme inespirés d'une architecteur présentée par les ingénieurs d'Algérie Télécom et nous avons implémenté cette architecture sur OPNET dans la suite de ce travail. Cette architecteur de réseau IMS du site d'Alger contient un serveur d'appel constitué d'un trio d'équipements (I-CSCF,S-CSCF, P-CSCF) connectés par une liaison 1000 BaseX avec routeur IP, ce dernier c'est le HSS qui contient toutes les informations nécessaires à un utilisateur pour ouvrir une session multimédia. Ensuite on trouve un autre routeur connecté avec l'abonnée par la liaison 10 BaseT, le transport des données entre ces deux zones nécessite l'utilisation de Backbone RMS (deux router LER et deux router LSR) comme il est montré sur la figure suivante :

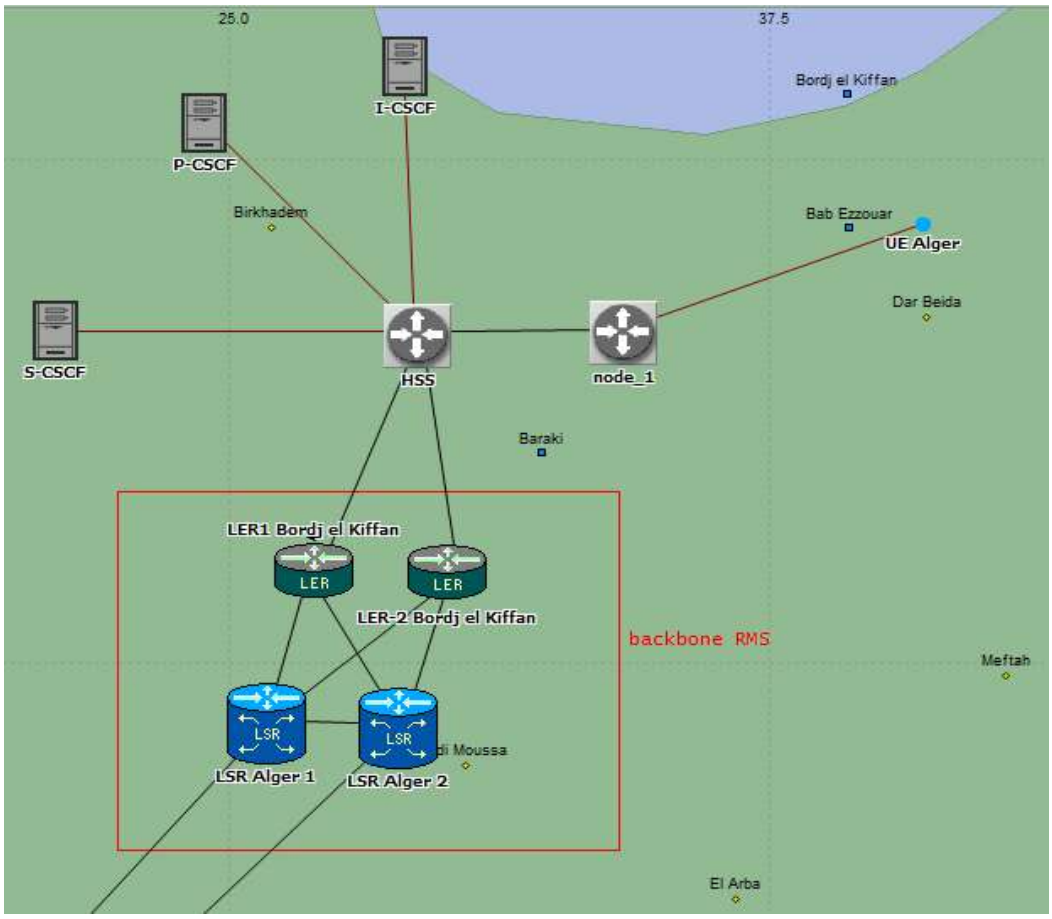


Figure III.4. « La sous-architecture IMS du site Alger avec différents chemins »

b- L'architecture « IMS » au niveau du site de MEDEA :

L'architecture du réseau IMS au niveau du site de Médéa contient un serveur d'appel constitué de deux équipements (S-CSCF, P-CSCF) connectés par une liaison 1000 BaseX avec routeur IP qui joue le rôle d'HSS, ensuite en trouve aussi un autre routeur connecté avec l'abonnée par une liaison de 10 baseT, la figure suivante décrit cette architecture :

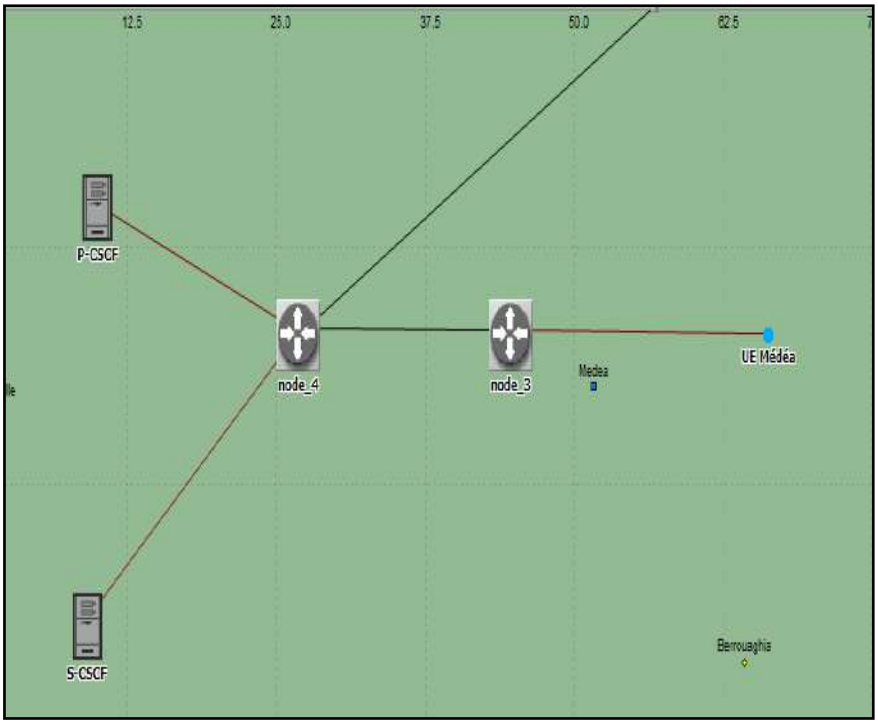


Figure III.5. « La sous-architecture IMS du site de Médéa avec différents chemins »

III.4. Deuxième scénario : architecteur avec un seul chemin:

Dans ce cas, nous gardons la même architecteur précédente (citée plus haut), le changement touchera seulement la partie RMS qui au lieu d'avoir plusieurs chemins sera implémentée avec un chemin unique qui passe par le routeur de Bordj el Kiffan (LER1) et le routeur LSR d'Alger I. La figure suivante illustre ce nouveau scénario :

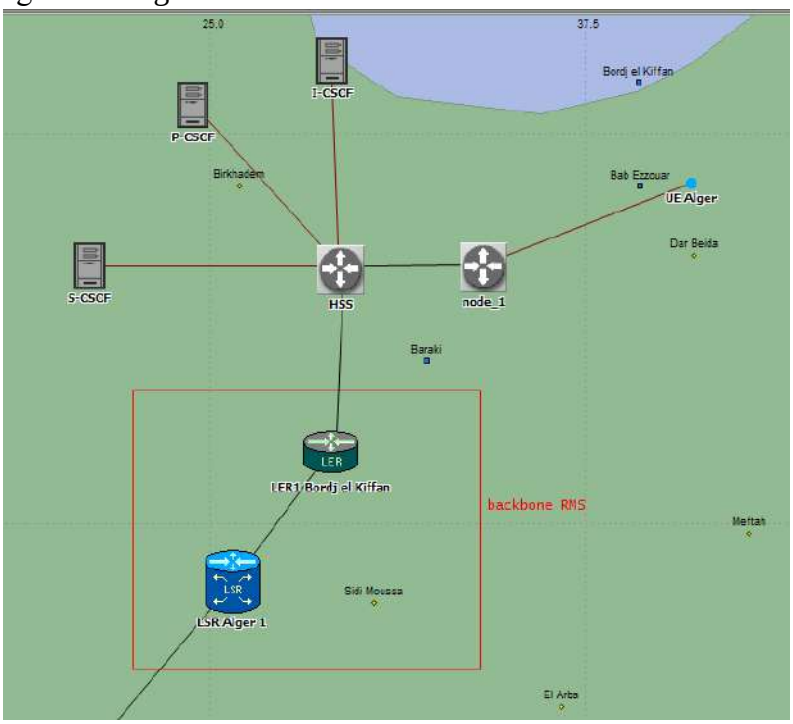


Figure III.6. « La sous-architecture IMS du site ALGER ave un seule chemin »

III.5. Troisième scénario : architecteur avec un seul chemin et deux réseaux LAN:

Dans ce cas d'étude nous gardons la même architecteur précédente (deuxième scénario) et nous ajoutons (modélisons) deux réseaux LAN comprenant des clients et chaque clients est associé à des applications, les deux figures suivantes montrent le changement effectué sur OPNET.

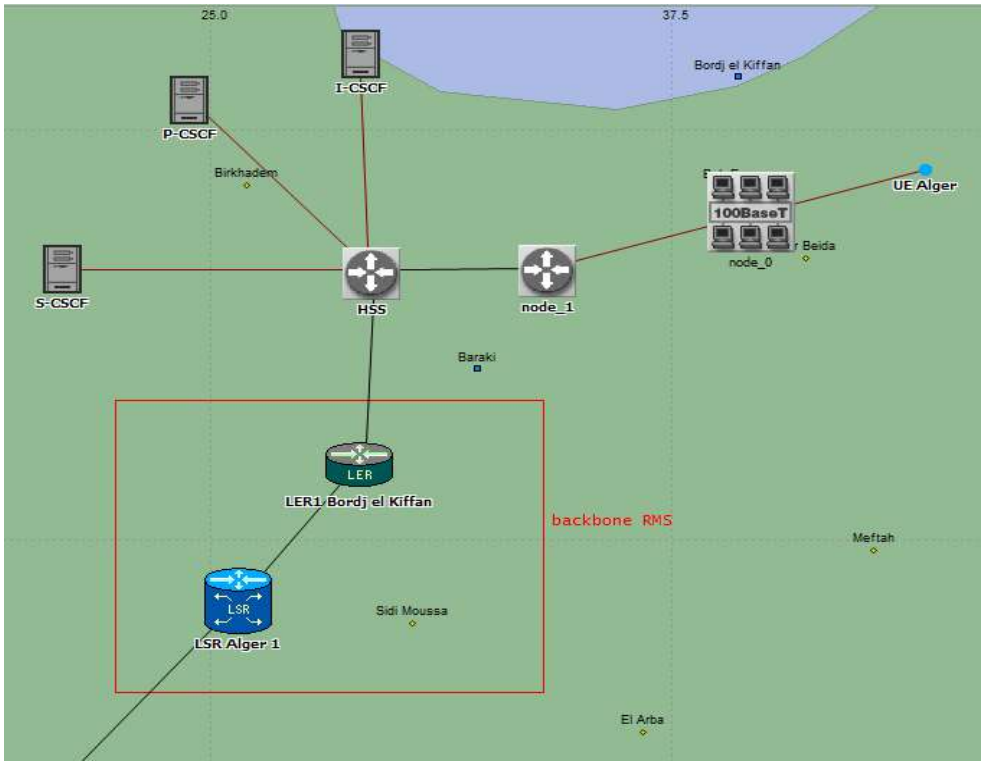


Figure III.7. « La sous-architecture IMS du site Alger avec un seule chemin et 2 LAN »

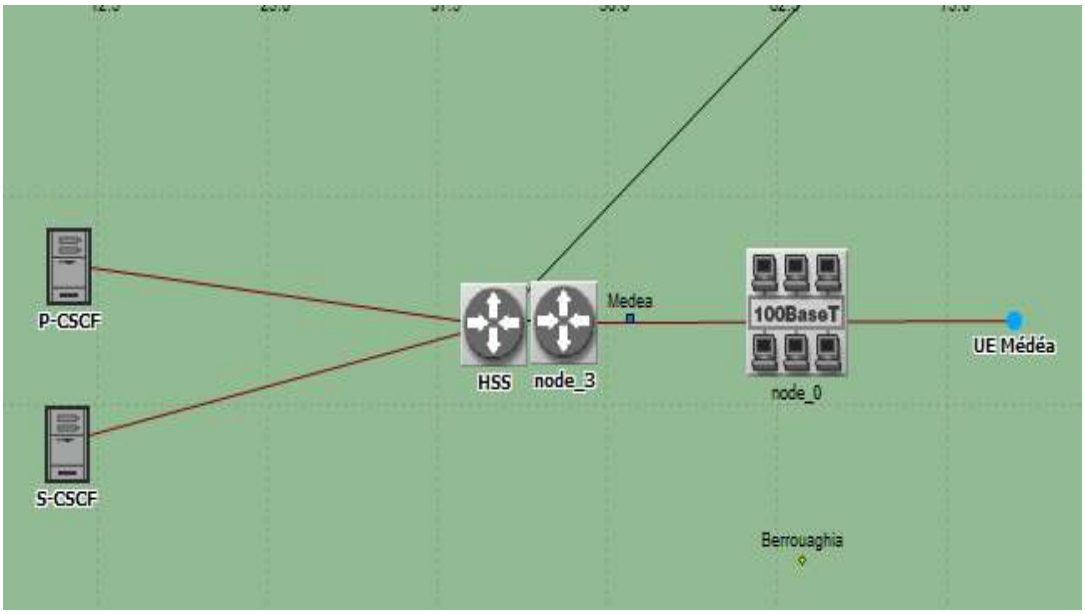


Figure III.8. « La sou-architecture IMS du site Médéa avec un seule chemin et deux LAN »

III.6. Quatrième scénario : architecteur avec plusieurs chemins et 2 réseaux LAN:

Dans ce cas, nous gardons la même architecteur précédente (3ème scénario), le changement touchera seulement la partie RMS de la zone Alger qui va contenir plusieurs chemins, avec la présence de deux LAN, un au niveau de chaque zone.

La figure suivante montre les changements apportées :

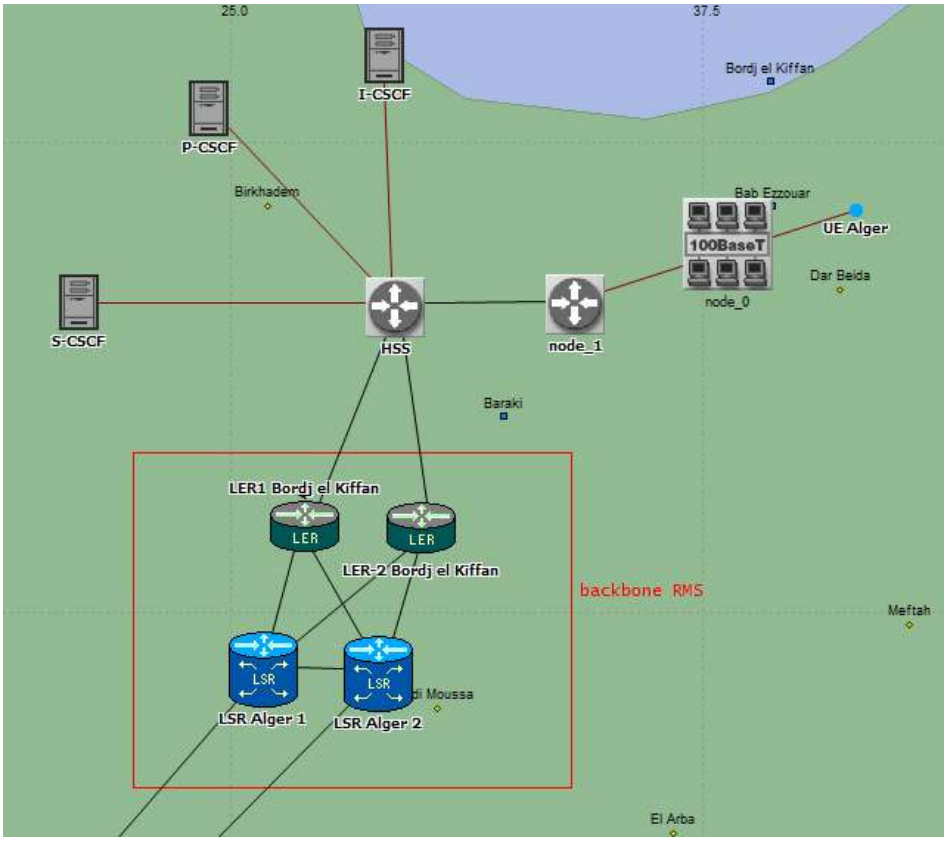


Figure III.9. « La sous-architecture IMS du site Alger avec plusieurs chemins et 2 LAN »

IV. La configuration des attributs de modèle :

Il y a de nouveaux attributs qui doivent être définis à la fois dans le modèle SIP Proxy Server et le modèle UAC nécessaires pour configurer le scénario de simulation.

IV.1. Les attributs SIP Proxy Server :

La figure III.10 montre un serveur proxy SIP configuré en tant que nœud S-CSCF, qui sert l'opérateur1.alg du domaine de la zone géographique de Médéa. Le terme "area" doit être utilisé comme un moyen d'affecter un groupe d'utilisateurs à un certain serveur, pas nécessairement une zone géographique.

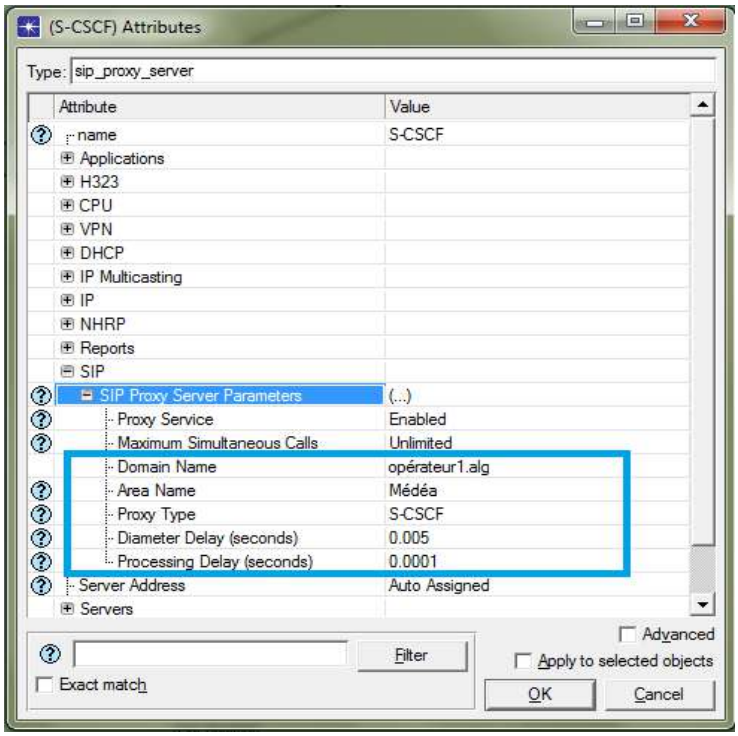


Figure III.10. « Configuration des attributs du SIP Proxy Server »

IV.2. Attributs des agents utilisateurs à la clientèle (UAC) :

La figure III.11 montre les nouveaux attributs SIP UAC du modèle fourni qui doivent être modifiés selon la figure suivante :

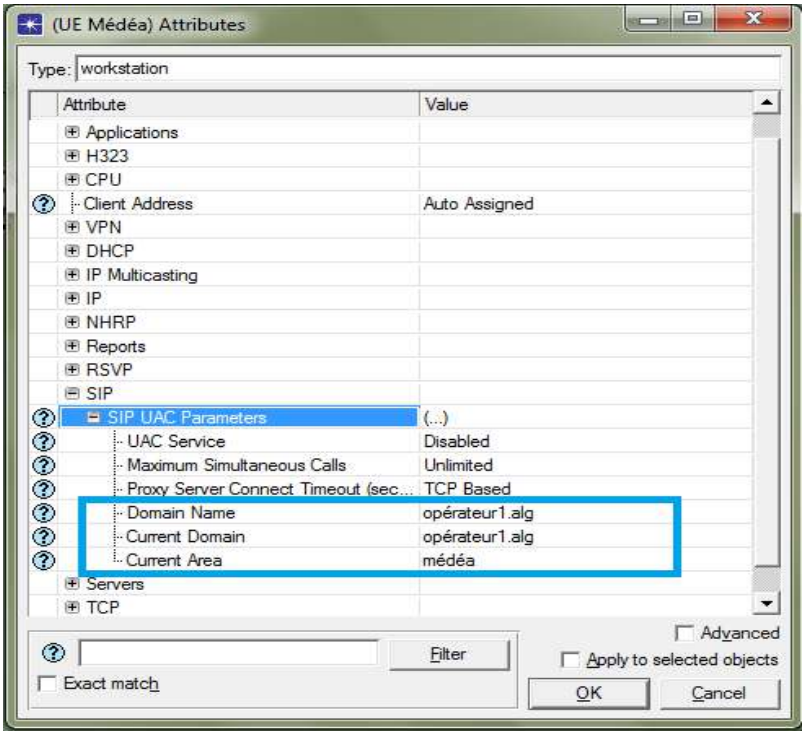


Figure III.11. « Agent du client de l'utilisateur (UAC) de nouveaux attributs »

V. Configuration de l'application IMS :

Dans cette partie nous devons définir les applications et leurs caractéristiques via le gestionnaire des applications et par la suite nous devons définir le profil.

V.1. les applications :

✓ **La Voix :** Les principaux paramètres de l'application Voix sont illustrés sur la figure suivante :

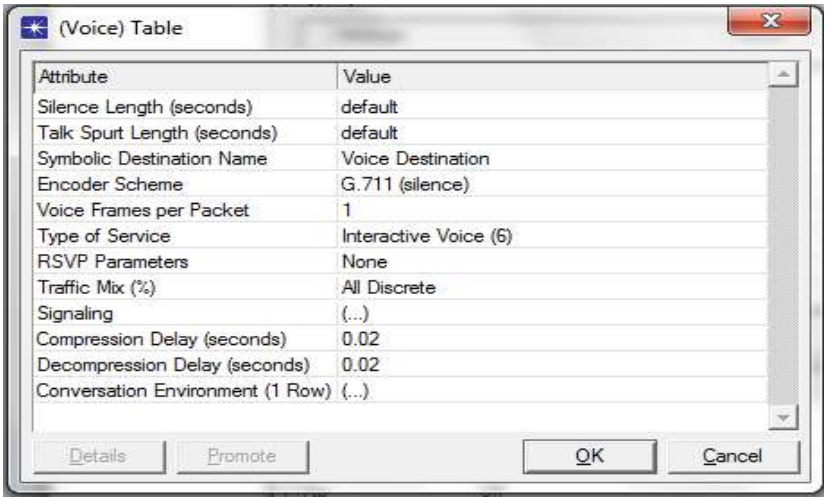


Figure III.12. « Configuration de l'application Voix »

- **Encoder Scheme :** pour définir le type de codec.
- **voice frames per packet :** cet attribut détermine le nombre de trames vocales codées et groupées en un paquet de voix, avant d'être envoyées par l'application aux couches inférieures.
- **Type of service :** le type de service utilisé pour le transfert de la voix.
- **RSVP Parameters :** pour activer le protocole RSVP qui aide à garantir la qualité services.
- **traffic Mix :** Indique si le trafic est généré en arrière-plan est discret ou pure ou une partie est discrète. Le pourcentage spécifié est la partie du trafic de fond.
- **Signaling** : pour définir le protocole utilisé (le protocole SIP)

✓ **La vidéo :** les principaux paramètres de l'application Vidéo sont :

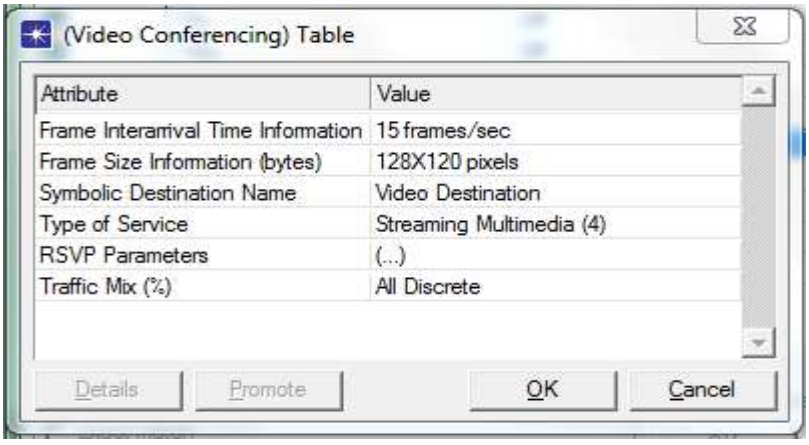


Figure III.13. « Configuration de l'application Voix »

- **Frame interarrival time information :** Le taux de trame / s pour les flux vidéo entrants et sortants.
- **Frame size information (bytes) :** Taille de l'image des flux vidéo entrants et sortants.

✓ **L'image fixe :** les principaux paramètres de l'application Image sont illustrés sur la figure suivante :

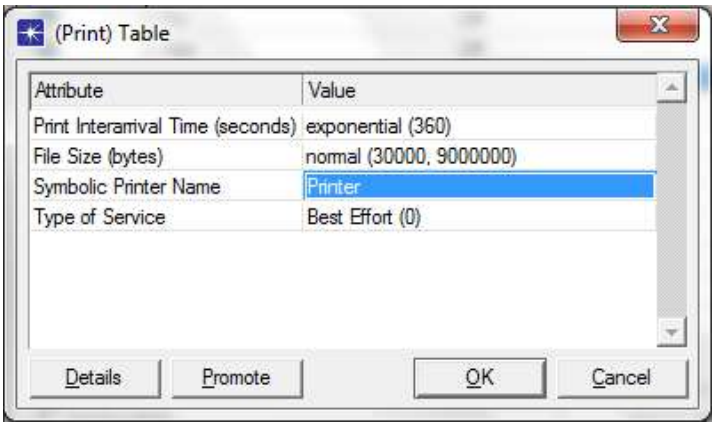


Figure III.14. « Configuration de l'application image fixe »

V-2- Le profile

Après avoir définit l'application IMS et ses paramètres nous allons définir un profil IMS qui prend en charge cette application. La configuration est la mise en œuvre est donnée par cette figure :

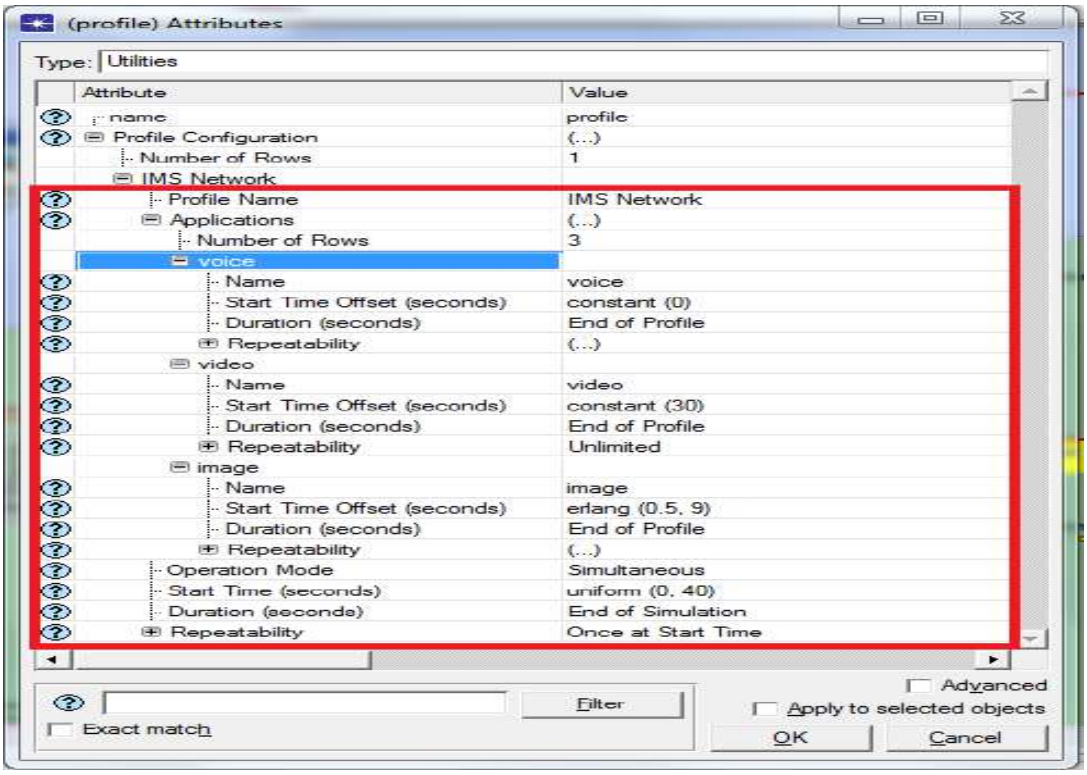


Figure III.15. « Configuration du profile IMS »

Pour configurer un poste en émission d'appel, il faut changer la rubrique "APPLICATION : SUPPORTED PROFILES" qui est "NONE" par défaut et lui assigner le profil "étudiant" définit précédemment, et pour configurer un poste en réception d'appel il faut changer la rubrique "APPLICATION : SUPPORTED SERVICES" et lui assigner les applications désirées qui sont : la voix, la vidéo et l'image fixe.

Pour simuler l'appel de l'abonné de Médéa vers l'abonné d'Alger il faut suivre les étapes suivantes :

- Changer l'adresse client du poste récepteur de l'appel :

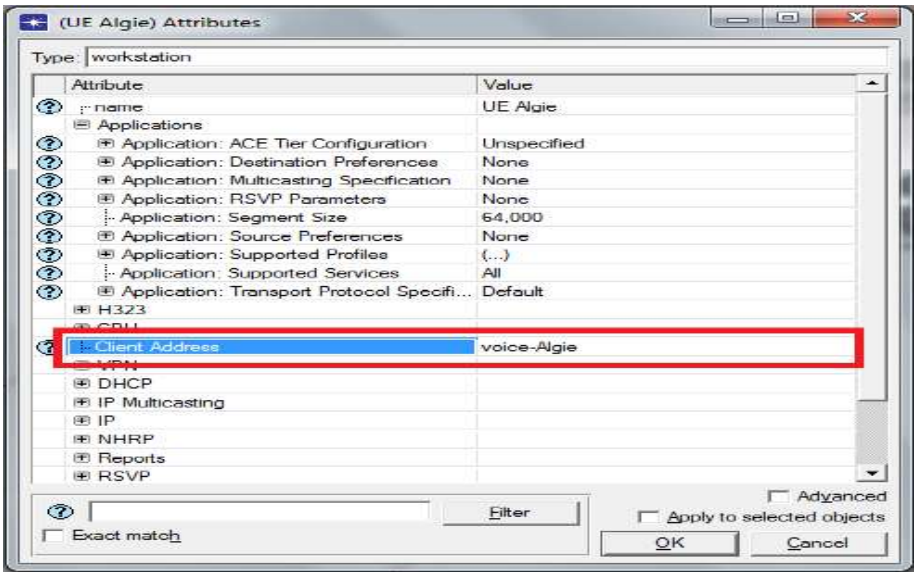


Figure III.16. « L'adresse Client »

- Du côté du poste qui émet l'appel on doit modifier le paramètre "APPLICATION : DESTINATION PREFERENCES" comme suit :

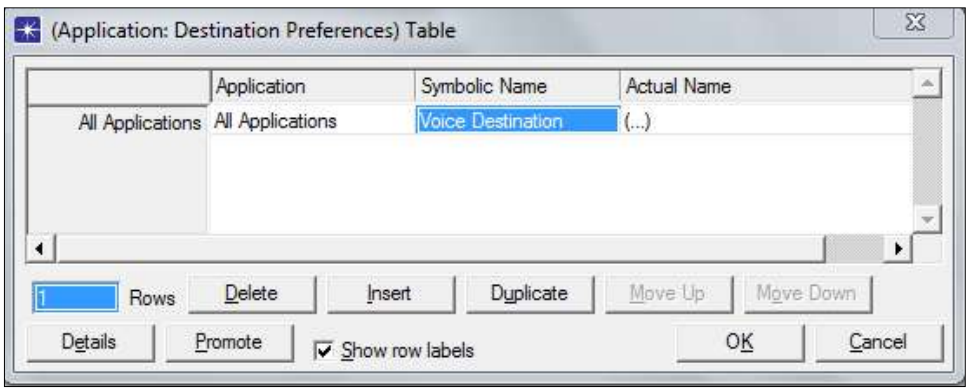


Figure III.17. « Le paramètre application Destination préférences »

- Et le champ "ACTUAL NAME" contiendra le nom de la station qui doit recevoir l'appel :

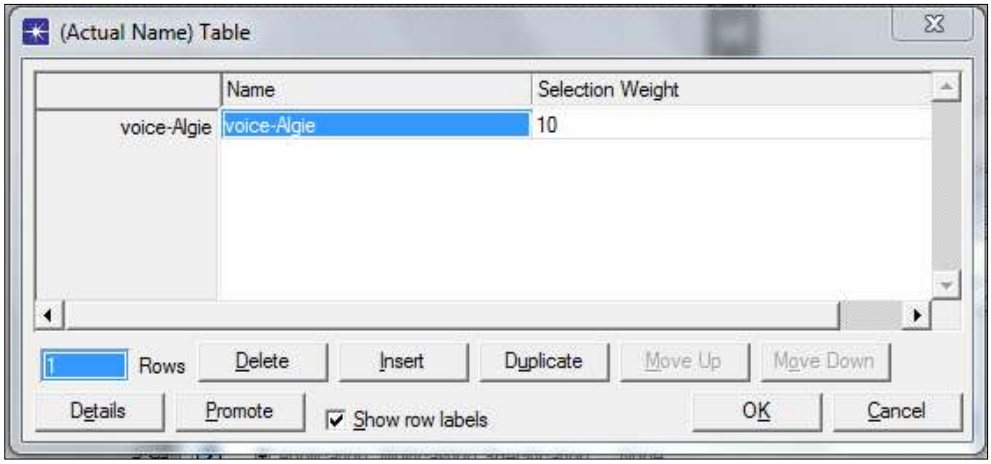


Figure III.18. « Le champ Actual Name »

VI. Conclusion :

Nous avons construit les différents scénarios de simulations sur la base du Backbone du réseau RMS d'Algérie Télécom, ce réseau qui est en cours de réalisation. Les différents scénarios ont été imaginés dans le but de vérifier la qualité du service QoS des applications (voix, vidéo et image fixe) dans le réseau de la nouvelle technologie qui est en cours de développement dans notre pays.

Chapitre IV

Simulation et interprétation des résultats

I. Introduction :

Les réseaux de la prochaine génération (IMS) manipule une grande variété de types de trafic (à la fois en temps réel et non temps réel) qui sont en concurrence pour les ressources. En conséquence, il y a beaucoup d'intérêt pour la qualité de la modélisation de Service (QoS) dans les réseaux IMS, à la fois filaires et sans fil. La QoS dans ces réseaux dépend d'un certain nombre de facteurs tels que : le niveau d'utilisation du trafic, le profil du trafic source, et d'ordonnancement et de mise en forme des mécanismes.

Au début nous allons exposer les résultats des tests effectués par des STAGIAIRES au niveau du « RMS - EL KOUBA d'Algérie Telecom », car nous n'avons pas eu cette chance de l'effectuer durant la préparation de ce projet, à cause de l'avis défavorable du chef de centre de « RMS-EL KOUBA ».

Dans leurs mesures efféctués, ils ont décrit comment déterminer si une infrastructure IP écoulant un certain trafic de données va pouvoir supporter un flux additionnel de type voix sur IP.

Dans le tableau ci-dessous nous présentons les valeurs pratiques obtenues par les stagiaires des paramètres critiques, et les résultats qu'ils engendrent sur le niveau de service VoIP en codec G.711 64 kp/s :

	Bon	Moyen	Mauvais
Délai	D < 150 ms	150 ms <D <400 ms	400 ms <D
Gigue de phase	G < 20 ms	20 ms <G<50 ms	50 ms < G
Perte de données	P < 1%	1% < P < 3%	3% < P

Tableau IV.1. « Les valeurs des paramètres critiques de service VoIP » [I]

Pour les valeurs des paramètres critiques sur les niveaux de service Image et Vidéo, nous n'avons pas pus avoir des résultats pratiques, nous nous limitons aux valeurs théoriques représenté sur le Tableau II.1 (du chapitre II).

II. Comparaison des résultats des scénarios de simulations 1 et 2 :

Afin d'analyser le comportement des différents applications nous avons évalué les paramètres critiques : Latence, Gigue et Perte de données, pour en déduire le niveau de QoS :

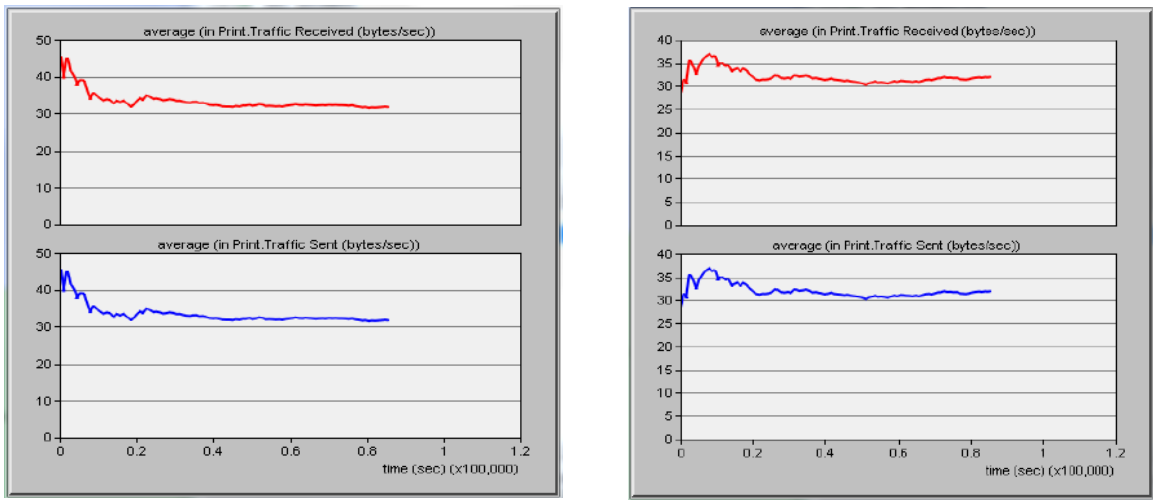
Les mesures ont été relevées entre la paire ALGER-MEDEA sur une période de simulation de 24 heurs pour les différents scénarios.

Dans un premier temps nous comparons l'architecteur avec un seul chemin celle avec plusieurs chemins (scénarios de simulations 1 & 2):

Dans les deux cas de figures, nous simulons l'envoie de trafic des 3 applications (voix, vidéo, image fixe) et en applique les mêmes caractéristiques dans chaque application.

➢ ***Cas de l'application image :***

Les figure IV-1, illustre respectivement le trafic envoyer et reçue d'une image fixe (MMS) dans l'architecteur avec plusieurs chemins (a) et celle avec un seul chemin (b).



a : trafic envoyer et reçue avec plusieurs chemins **b** : trafic envoyer et reçue avec un seul chemin

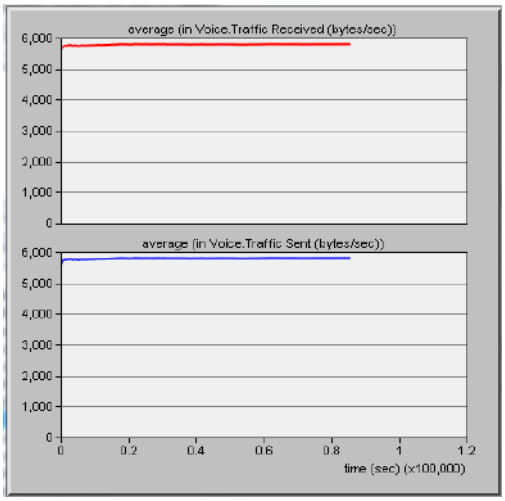
Figure IV.1. « Le trafic envoyer et reçue »

Nous remarquons dans les 2 cas que le nombre d'octets envoyés est égale au nombre d'octets reçus et que ce nombre d'octets envoyés peut attendre entre 30 jusqu'à 45 octets dans chaque situation avec absence des pertes au niveau de récepteur, ce qui est qui est proche du cas idéale.

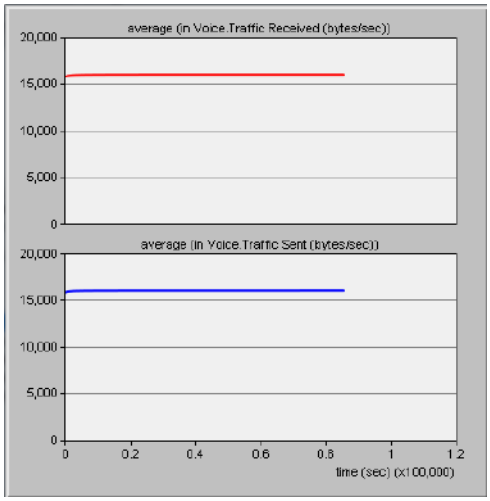
➢ ***Cas de l'application voix :***

a- Le Trafic : La figures IV-2, montre respectivement le trafic envoyer et reçue de la voix dans l'architecteur avec plusieurs chemins (a) et avec un seul chemin(b).

Nous remarquons que le trafic envoyer de la voix est égale au trafic reçue au niveau du récepteur ce qu'est montre que il n y'a pas de pertes de données sur la durée de simulation, nous remarquons aussi que l'envoie des octets dans les 2 cas reste constant pour une durée plus longue grâce à l'utilisation de type de service « interactive Voice » qu'est garantie une meilleur qualité de service et adapté mieux l'utilisation de l'application téléphonique.



a : trafic de la voix avec plusieurs chemins



b : trafic de la voix avec un chemin

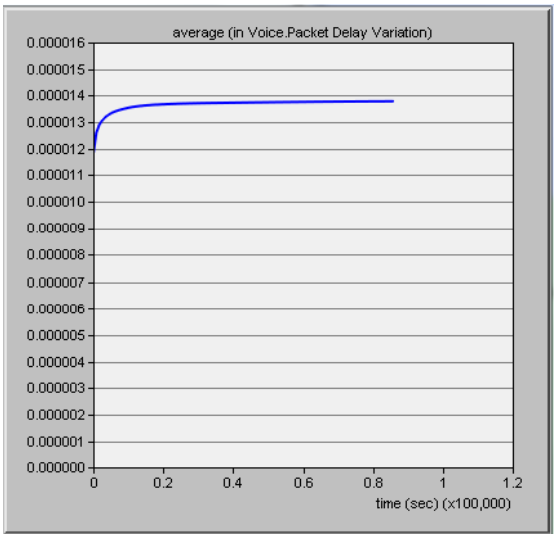
Figure IV.2. « Le trafic de l'application voix »

L'utilisation du protocole SIP assure la répétition illimité des appels et ainsi garantie une grande rentabilité de l'application voix

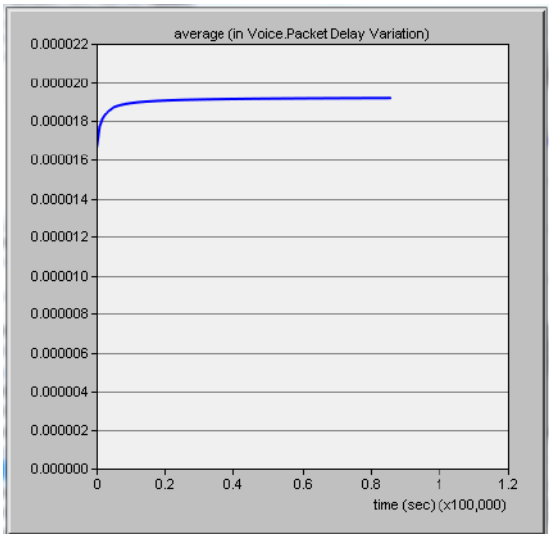
On observe que le nombre des octets envoyés est différent dans les 2 cas à cause du nombre de chemins utilisés dans chaque architecteur ce qui conduit à un nombre de paquets envoyés différent et qui peut attendre 16000 octets ce qui engendre aussi un temps de retard de bout en bout différent, ceci est illustré sur la figure suivante :

b- La variation de délai (gigue) :

La figure IV-4 , montre la variation du délai (gigue) des octets envoyés de l'application voix en second en fonction de la charge du réseau dans les deux architectures :



a : La gigue de la voix avec plusieurs chemins



b : La gigue de la voix avec un chemin

Figure IV.3. « La gigue dans l'application voix »

Nous remarquons que la variation de délai dans l'architecture avec un seul chemin est supérieur à la variation de délai dans l'architecture avec plusieurs chemins. Ceci est dû aux nombres de chemins qui est n'est pas le même dans les deux cas.

c-Taux de perte :

C'est Un moins le rapport du nombre d'octets émis et le nombre d'octets reçus qui est exprimé en pourcentage (%) donc dans ce cas il y' à pas des pertes d'octets au niveau du récepteur, nous trouvons P = 0 %.

Les deux tableaux suivants donnent la comparaison entre les résultats obtenus dont notre simulation et les résultats établis pour déduire le niveau de QoS estimé, dans les deux cas.

✓ Pour les valeurs de l'architecture avec plusieurs chemins sans réseau LAN :

	Les résultats pratiques	Les résultats théoriques	Observation
Retard de bout en bout	0.063 s = 63 ms	< 150 ms	bon
La variation de délai	0.000014 s = 0.014 ms	G < 20 ms	bon
Le taux de perte	P= 0%	P < 1%	bon

Tableau IV.2. « Comparaison entre résultats pratiques et de simulations pour le cas avec plusieurs chemin dans l'application 'voix' »

✓ Pour les valeurs de l'architecture ave un seul chemin sans réseau LAN :

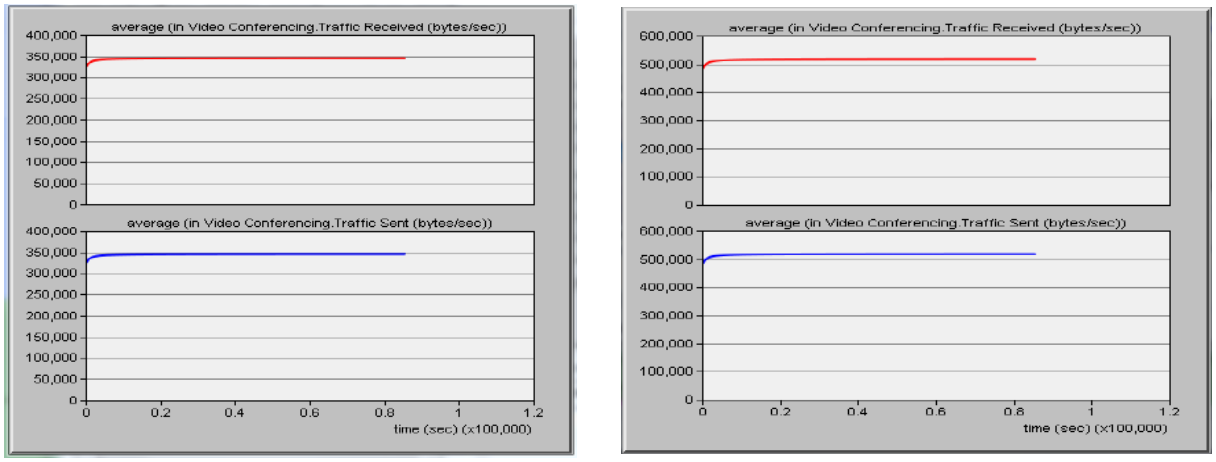
	Les résultats pratiques	Les résultats théoriques	Observation
Retard de bout en bout	0.0627 s = 62.7 ms	< 150 ms	bon
La variation de délai	0.000019s = 0.019 ms	G < 20 ms	bon
Le taux de perte	P= 0%	P < 1%	bon

Tableau IV.3. « Comparaison entre résultats pratiques et de simulations pour le cas avec un seul chemin dans l'application 'voix' »

- ***Cas de l'application Vidéo :***

a- Le Trafic :

La figure IV-5, montre respectivement le trafic envoyé et reçue de la vidéo dans une architecture a plusieurs chemins (courbe a) et celle a un seul chemin (courbe b) :



a : Le trafic vidéo avec plusieurs chemins **b** : Le trafic vidéo avec un seul chemin

Figure IV.4. « Le trafic dans l'application vidéo »

Nous remarquons que le trafic envoyé de la vidéo est égale au trafic reçue au niveau du récepteur ce qu'est montre que il n y'a pas de pertes dans le nombre d'octets sur la durée de simulation.

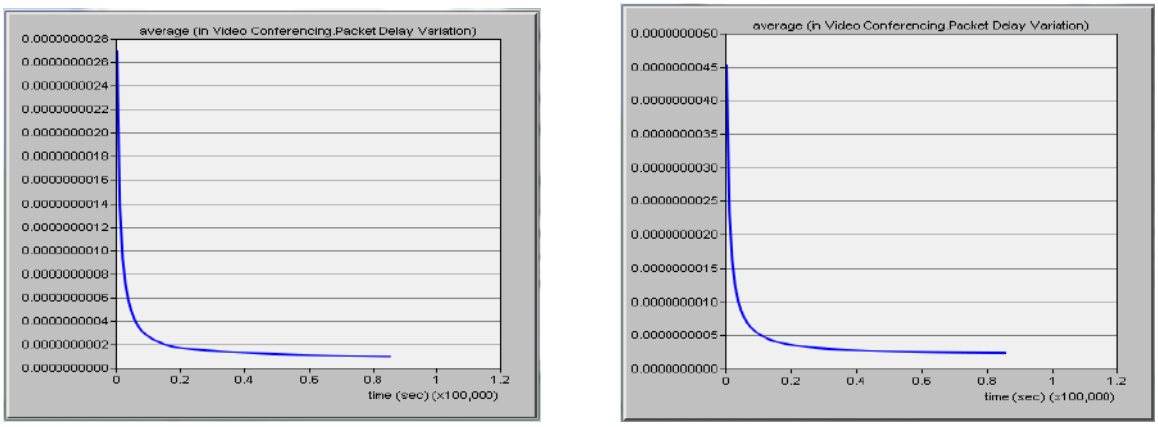
La vidéo est une application temps réel asymétriques qui est sensible à la variation de délai pour cela en utilise le type de service « Streaming multimedia ».

L'utilisation du protocole SIP assure la répétition illimité des appels et ainsi garantie une grande rentabilité.

Nous montrons aussi qu'il y'a une déférence entre le nombre d'octets envoyés dans les deux architecteur ce qui provoque un temps de retard de bout en bout différent.

b- La variation de délai (gigue) :

La figure IV-7, illustre la variation du délai (gigue) des octets envoyés de l'application vidéo en second en fonction de la charge de réseau dans les 2 architectures :



a : La gigue avec plusieurs chemins **b** : La gigue avec un seul chemin

Figure IV.5. « La gigue dans l'application vidéo »

Nous remarquons que la variation de délai dans l'architecture à un seul chemin est supérieur à la variation de délai dans l'architecture a plusieurs chemins. Ceci est dû à l'ampleur des octets qui est égale à 500000 octets par seconds comme montré sur la figure précédente.

c- Taux de perte :

Dans ce cas il y' à pas des pertes d'octets au niveau du récepteur dans l'application vidéo donc nous avons trouvé P = 0 %.

Les deux tableaux suivants donnent la comparaison entre les résultats obtenus dont notre simulation et les valeurs théoriques (Tableau II.1), pour déduire le niveau de QoS estimé, dont les deux cas.

	Les résultats pratiques	Les résultats théoriques
Retard de bout en bout	0.0179 s	<< 1s
Le taux de perte	P = 0%	P < 1%

Tableau IV.4. « Comparaison entre résultats théorique et de simulations pour l'architecteur a plusieurs chemins dans l'application 'vidéo' »

	Les résultats pratiques	Les résultats théoriques
Retard de bout en bout	0.0179 s	<< 1s
Le taux de perte	P = 0%	P < 1%

Tableau IV.5. « Comparaison entre résultats théorique et de simulations pour l'architecteur a un chemin dans l'application 'vidéo' »

III. Comparaison des résultats des scénarios de simulations 3 et 4 :

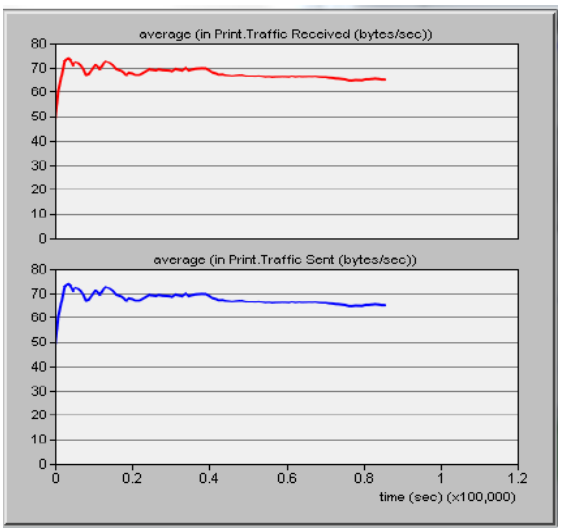
Dans cette deuxième partie, les deux architectures sont associés a deux réseaux LAN, les deux scénarios simulent l'envoie de trafic des 3 applications (voix, vidéo, image fixe) et en applique les mêmes caractéristiques dans chaque application.

D'une part, on a modélisé sur notre logiciel de simulation deux réseaux locaux LAN dans chaque architecteur, comprenant chacun plusieurs clients et chaque client est associé à une application

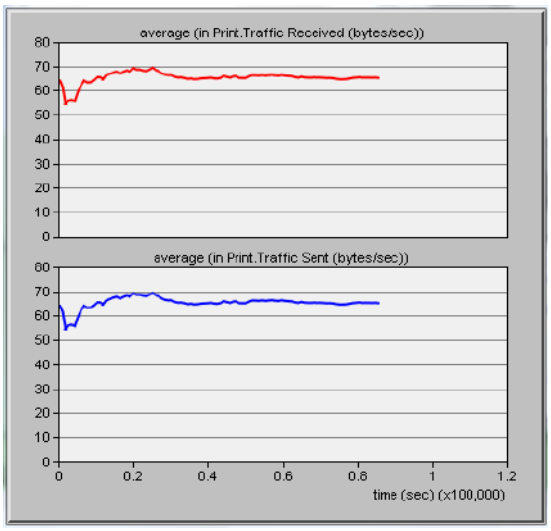
De même chaque scénario fera l'affaire d'une comparaison des résultats obtenue entre les différents paramètres de la QoS dans les réseaux IMS (la variation de délai, le retard de bout en bout, débit max, les pertes) avec des statistique théorique

- ***Cas de l'application image fixe:***

La figure IV-8, montre respectivement le trafic envoyé et reçue d'une image fixe dans l'architecture avec plusieurs chemins (a) et celle a un seul chemin (b) avec 2 réseaux LAN :



a : Le trafic avec plusieurs chemin



b : Le trafic avec un seul chemin

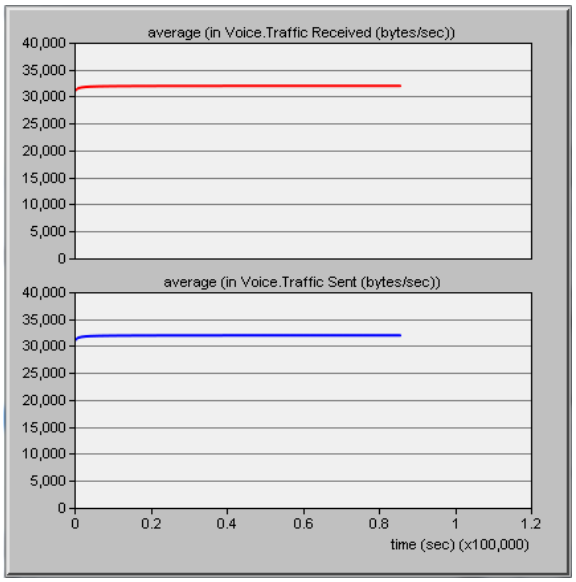
Figure IV.6. « Le trafic dans l'application image avec 2 réseaux LAN »

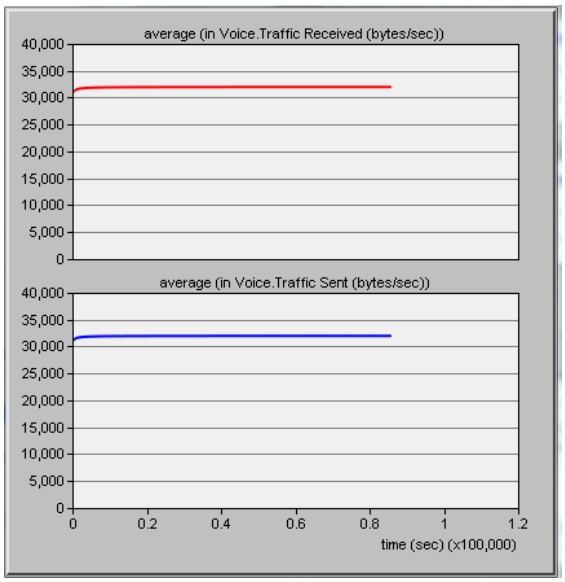
Nous remarquons dans les deux cas que le nombre d'octets envoyés est égale au nombre d'octets reçus ce qui montre l'absence des pertes au niveau du récepteur.

➢ ***Cas de l'application voix :***

a. *Le Trafic :*

La figure IV-9, montre respectivement le trafic envoyé et reçue de la voix dans l'architecture à plusieurs chemins et celle à un seul chemin avec les 2 réseaux LAN :





a : Le trafic avec plusieurs chemins **b** : Le trafic avec un seul chemin

Figure IV.7. « Le trafic dans l'application Voix avec 2 réseaux LAN »

Nous remarquons que le trafic envoyé de la voix est égale au trafic reçue au niveau du récepteur ce qu'est montre que il n y'a pas de pertes dans le nombre d'octets sur la durée de simulation.

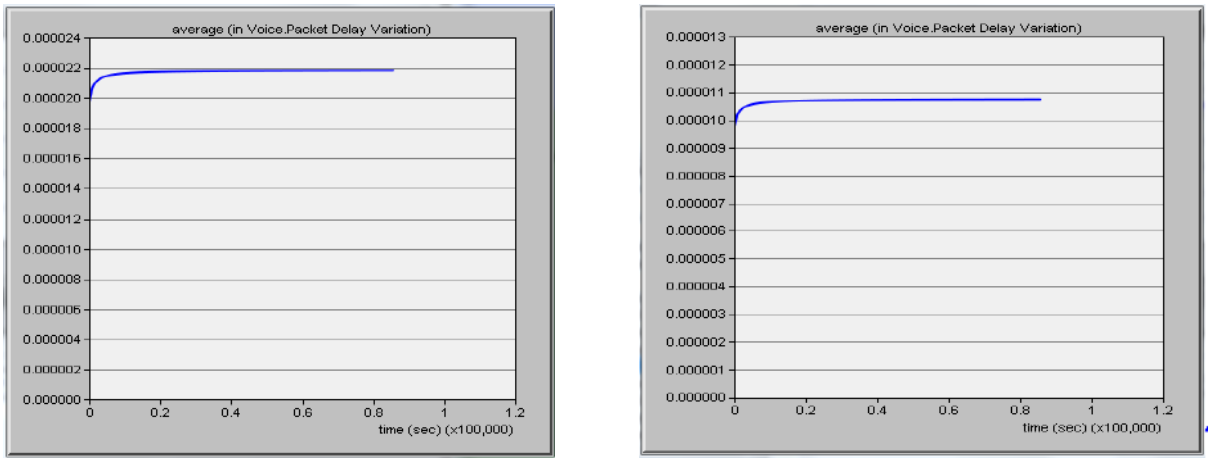
Nous remarquons aussi que l'envoie des octets dans les 2 cas reste constante pour une durée plus longue grâce à l'utilisation de type de service « interactive Voice » qu'est garantie une meilleur qualité de service.

L'utilisation du protocole SIP assure la répétition illimité des appels et ainsi garantie une grande rentabilité de l'application voix.

On observe que le nombre des octets envoyés est égale dans les 2 cas mai il y' a une augmentation du temps de retard de bout en bout et c'est ce qui est démontré par les deux courbes de la figure IV-10.

b. *Variation de délai (gigue) :*

La figures IV-11, illustre la variation du délai (gigue) des octets envoyés de l'application voix en second en fonction de la charge du réseau dans les 2 architectures :



a : la gigue avec plusieurs chemins **b** : la gigue avec un seul chemin

Figure IV.8. « La gigue dans l'application Voix avec 2 réseaux LAN »

Nous avons trouvé que la variation du délai dans l'architecture avec plusieurs chemins associée aux réseaux LAN, peut atteindre jusqu'au 0.000022 s par contre la variation du délai dans l'architecture a un chemin peut atteindre jusqu' a 0.0000107 s. Ceci est dû aussi à l'implémentation des réseaux LAN au niveau des UE qui engendrent l'augmentation de la gigue.

Les deux tableaux suivants pour donnent la comparaison entre les résultats obtenus dont notre simulation et les résultats établis pour déduire le niveau de QoS estimé pour les deux cas :

- ✓ Pour les valeurs de l'architecteur a plusieurs chemins avec réseaux LAN :

	Les résultats pratiques	Les résultats théoriques	Observation
Retard de bout en bout	0.065 s = 65 ms	< 150 ms	bon
La variation de délai	0.000022 s = 0.022 ms	G < 20 ms	bon
Le taux de perte	P = 0%	P < 1%	bon

Tableau IV.5. « Comparaison entre résultats théoriques et de simulation pour l'architecteur a plusieurs chemins associée aux réseaux LAN pour la 'voix' »

- ✓ Pour les valeurs de l'architecture a un seul chemin avec réseaux LAN :

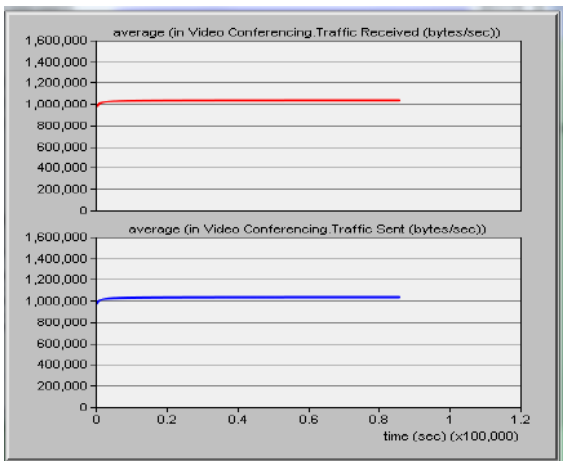
	Les résultats pratiques	Les résultats théoriques	Observation
Retard de bout en bout	0.0634 s = 63.4 ms	< 150 ms	bon
La variation de délai	0.0000107s = 0.0107ms	G < 20 ms	bon
Le taux de perte	P= 0%	P < 1%	bon

Tableau IV.6. « Comparaison entre les résultats pour l'architecture a seul chemin avec réseaux LAN pour la 'voix' »

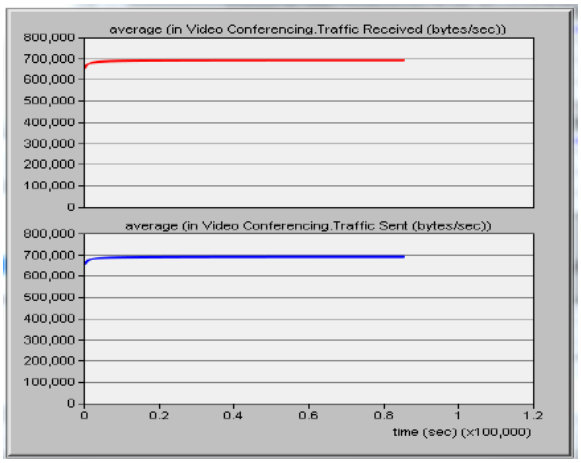
➢ Cas de l'application de vidéo :

a- Trafic :

La figure IV-12, montre respectivement le trafic envoyé et reçue de la vidéo dans les deux architectures avec les réseaux LAN :



a : le trafic avec plusieurs chemins



b : le trafic avec un seul chemin

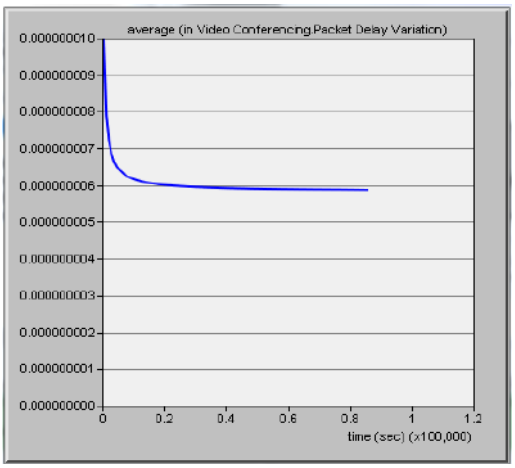
Figure IV.9. « Le trafic dans l'application vidéo avec 2 réseaux LAN »

Nous remarquons aussi que le trafic envoyé de la vidéo est égale au trafic reçue au niveau du récepteur ce qu'est montre que il n y'a pas des pertes dans le nombre d'octets sur la durée de simulation

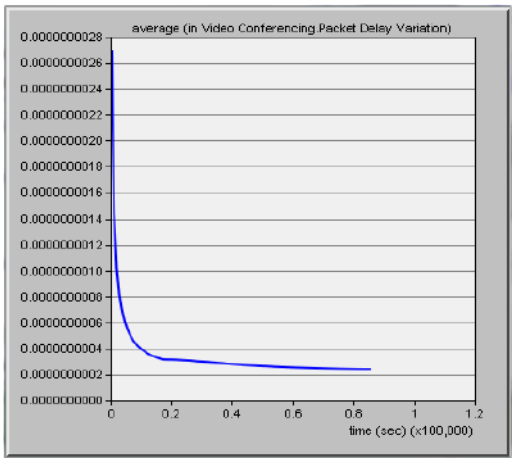
Nous observons que le nombre de paquets envoyés dans l'architecteur a plusieurs chemins est plus faible de l'ordre de 1000 000 octets /sec. Ce qui provoque l'augmentation du temps de retard de bout en bout et c'est ce qui est démontré par les deux courbes de la figure suivante :

b- la variation de délai (gigue) :

La figure IV-14, illustre la variation du délai (gigue) des octets envoyés de l'application vidéo en second en fonction de la charge des deux architectures associées aux réseaux LAN :



a : la gigue avec plusieurs chemins



b : la gigue avec un seul chemin

Figure IV.10. « La gigue dans l'application vidéo avec 2 réseaux LAN »

Nous remarquons que la variation du délai dans l'architecture a plusieurs chemins est supérieure à la variation du délai dans l'architecteur d'un seul chemin. Ceci est dû à l'ampleur des octets qui est égale à 1000 000 octets par seconds comme montré dans la figure IV-14 et aussi dû à l'implémentation des réseaux LAN.

c- Taux de perte :

Dans ce cas il y' à pas de pertes d'octets au niveau du récepteur de l'application vidéo donc nous avons trouvé P= 0 %.

Les deux tableaux suivants donnent la comparaison entre les résultats obtenus dont notre simulation et les valeurs théoriques (Tableau II.1) pour déduire le niveau de QoS estimé, dans les deux cas :

	Les résultats pratiques	**Les résultats théoriques**
Retard de bout en bout	0.0205 s	<< 1s
Le taux de perte	P= 0%	P < 1%

Tableau IV.7. « Comparaison entre résultats théoriques et de simulation pour l'architecteur a plusieurs chemins avec LAN pour la 'vidéo' »

	Les résultats pratiques	**Les résultats théoriques**
Retard de bout en bout	0.0205 s	<< 1s
Le taux de perte	P= 0%	P < 1%

Tableau IV.8. « Comparaison entre résultats théoriques et de simulation pour l'architecteur a un chemin avec LAN pour la 'vidéo' »

IV. Conclusion :

Les résultats des différents scénarios de simulations ont montré que les architectures implémentées offrent une qualité de service acceptable. L'ajout de nouvelles liaisons améliore la QoS et la saturation des équipements UE peut conduit à la dégradation de la QoS.

Conclusion générale

Dans le cadre d'un besoin de plus en plus urgent des services multimédia, plusieurs opérateurs dans le monde ont testé ou commencé à déployer des architectures IMS qui permettent de satisfaire ces besoins de leurs abonnés.

C'est dans ce cadre que rentre notre projet de fin d'études, dans lequel, nous avons simulé une plate-forme IMS en cours d'installation dans le réseau de télécoms en Algérie.

Nous avons commencé par l'étude des concepts NGN et IMS, leurs principes architectures de bases et les protocoles mis en œuvre. Ensuite, Nous avons étudié des scénarios de migrations vers ces deux concepts.

Nous avons par la suite simulé plusieurs scénarios avec des architectures différentes suivi d'une étude comparative des paramètres de la qualité de service des applications : voix, vidéo, image fixe. Cette étude est réalisée via une simulation sur OPNET MODELER.

A travers ce travail nous avons appris, un ensemble de concepts de bases de la manipulation du logiciel de simulation des réseaux OPNET et à travers les différentes simulations, nous avons compris comment choisir les paramètres adéquats pour obtenir les meilleures performances de ces applications dans la nouvelle technologie

C'est ainsi que nous insistons sur l'importance du concept IMS et la nécessité de son déploiement aux seins du cœur de réseau de tout opérateur dans le cadre d'une convergence fixe/mobile et voix/data et pour faciliter le déploiement de nouveaux services.

Comme perspectives nous invitons les étudiants des futures promos intéressées par ce type de réseau d'effectuer une étude et des simulations sur la convergence et la généralisation de ce type de réseau sur l'ensemble du territoire de notre pays.

Bibliographie

PFE et Thèses :

[1] YEKACHE Yacine, DARAMAR Kouider « *Ingénierie de trafic et qualité de service dans les réseaux de nouvelle génération NGN* » (ingénieurs) institut national des télécommunications et des technologies de l'information et de la communication Oran, Algérie, Promotion IGE 29.

[2] Abdessalem MRIBAH, « **Etude et Dimensionnement d'un Réseau de Nouvelle Génération (NGN) Cas d'étude : Tunisie Télécom**», (Cycle de formation des ingénieurs en Télécommunications) Ecole supérieur des télécommunications de Tunis, Tunis, Année 2005/2006.

[4] Nawel Salhi, « **Etude et dimensionnement d'une architecture de réseau fixe multiservices selon le concept IMS**», (Cycle de formation des ingénieurs en Télécommunications) Ecole supérieur des télécommunications de Tunis, Tunis, Année 2006/2007.

[6] Aymen GHALY, « **Etude et dimensionnement d'un réseau de signalisation de la nouvelle génération pour un réseau utilisant IMS**», (Cycle de formation des ingénieurs en Télécommunications) Ecole supérieur des télécommunications de Tunis, Tunis, Année 2005/2006.

[7] Yijun WU, «**User-centric session et QoS dynamique pour une approche intégrée du NGN**», (doctorat) TELECOM ParisTech, France, pastel-00579469, version 1 - 23 Mar 2011.

[8] Ben Ammar Rajaa, « **Etude et dimensionnement des différentes entités d'une plate-forme de services dans un concept IMS**», (Cycle de formation des ingénieurs en Télécommunications) Ecole supérieur des télécommunications de Tunis, Tunis, Année 2005/2006.

[10] Gilbert HABIB « **Qualité de service et qualité de contrôle d'un Système Discret Contrôlé en Réseau Sans Fil : proposition d'une approche de co-conception appliquée au standard IEEE 802.11 »** Université Henri Poincaré, Nancy I, 2010

[12] Akkari Ramzi, « **Etude et déploiement d'un réseau EV-DO dans un concept IMS** », (Cycle de formation des ingénieurs en Télécommunications) Ecole supérieur des télécommunications de Tunis, Tunis Année 2006/2007.

[13] baha rachid, faraj abderrahim, nihar minelahcen, « **Etude de l'architecture IMS et configuration d'OpenSer comme serveur de présence au-dessus de l'OpenIMS**», (ingénieurs) institut national des poste et télécommunication maroc, maroc .

[14] benyahia abdellah, khenfri ahmed zakaria «**diameter et ses applications Dans IMS**», (ingénieurs) institut national des télécommunications et des technologies de l'information et de la communication Oran, Algérie, Promotion IGE 30.



Livres :

[15] Miikka Poikselka, Georg Mayer « the IMS, IP multimedia concepts and services, third edition», A John Wiley and Sons, Ltd., Publication.

[16] Khalid Al-Begain, Chitra Balakrishna, **Luis Angel Galindo**, **David Moro** « **IMS***: a development and deployment perspective*» *University of Glamorgan, UK and Telefonica, Spain.*

[17] Mark Wuthnow, Matthew Stafford, Jerry Shih, « **IMS**, A new model for blending applications».

[18] aliakbararabi, « **telecom abbreviations and acronyms** ».

[19] Nigel Seel, « **Business Strategies For The Next-Generation Network**».

[20] Kristin Klinger, « **Networking And Telecommunications**: Concepts, Methodologies, Tools and Applications »Information Resources Management Association USA.



Sites web :

[21] http://www.openimscore.com

[22] http://www.uctimsclient.com

[23] http://www.techabulary.com/i/ims/ims_ip_multimedia_subsystem.pdf

[24] http://www.ims-way.com/

[25] http://www.journaldunet.com/solutions/0611/061115-ip-multimedia subsystem.shtml

[26] http://www.catis.fr/index.php

[27] http://www.ims-conference.com

[28] http://www.efort.com



PTT et AUTRE DOC :

[5] IMS Forum « **the voice of IP convergence**»

[9] Roman Dunaytsev « Network Simulators: Opnet Overview and Examples» Department of Communications Engineering Tampere University of Technology2010

[11] « **Infrastructure haut débit d'Algérie Télécom** »

[29] M.AmraneRaouli « **le réseau RMS d'Algérie Télécom »** Projet RMS

[30] L. BOUDAOUA « **Internet : l'Accès Haut Débit sur Mobile »** Projet ATM Mobilis

Annexe

1. Introduction :

Il est très important et nécessaire de tester l'IMS pour comprendre concrètement l'interfonctionnement et l'interaction entre les différentes entités du cœur IMS (HSS et les CSCFs), Le protocole DIAMETER, met en communications un HSS et les entités de réseau cœur CSCFs. Après avoir implémenté ce protocole sous le réseau **OpenIMS**.

2. Plate-forme de tests OpenIMS :

Le projet « OpenIMS » de Fokus (l'institut Fraunhofer FOKUS en Allemagne) est un projet dédié à être une référence de base pour les tests d'implémentation de la technologie IMS et est une application prototype pour le domaine de recherche sur IMS. Dans cette partie plusieurs aspects du cœur open source de Fokus ont été présentés.

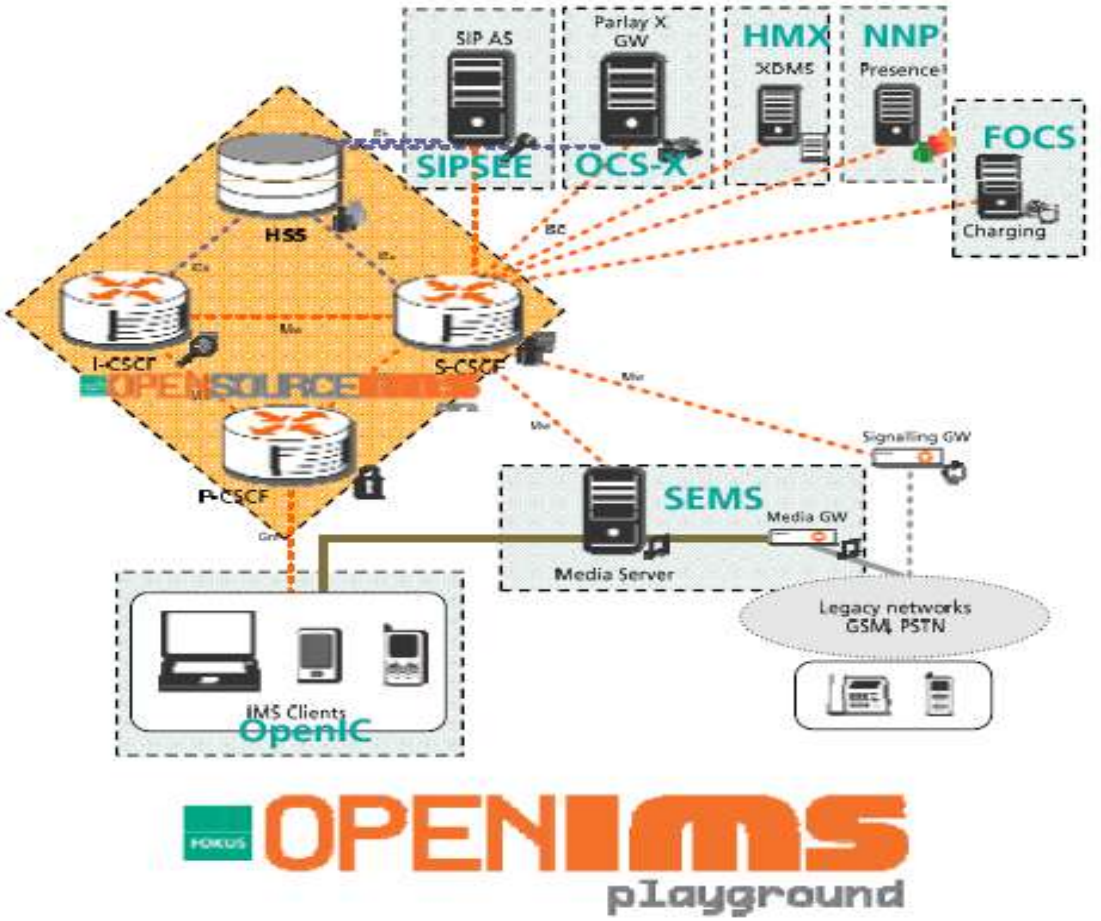


Figure 1: ***Plate-forme de tests OpenIMS***

2.1. Description des composants :

Le réseau IMS est représenté dans l'architecture Openims par les composants suivants :

2.1.1 Le cœur de réseau Open IMS :

Le cœur de réseau IMS basé sur la solution open source SER (SIP Express Router). Les premières versions sont apparues à partir de 2006 et sont destinées à des plateformes du monde Linux. Cette solution fournit toutes les fonctions élémentaires d'un cœur de réseau IMS, à savoir : P-CSCF, I- CSCF et S-CSCF. Il fournit également la fonction HSS permettant donc de provisionner un certain nombre d'utilisateurs et de leur associer un profil de service.

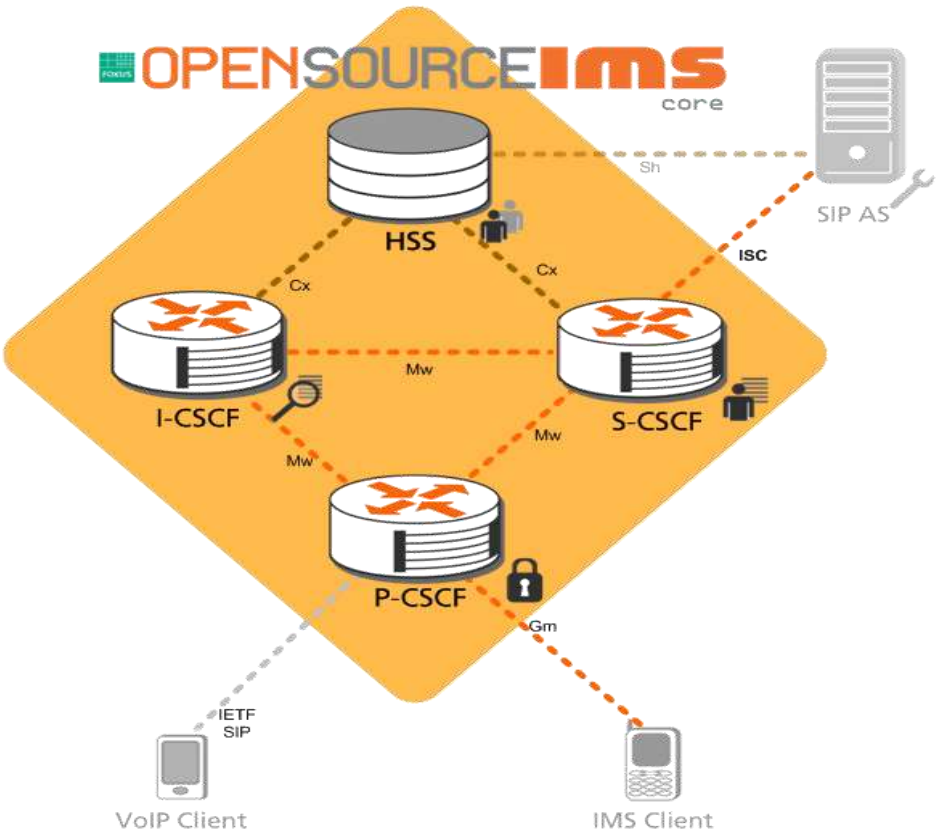


*Figure 2**: Le cœur de réseau OpenIMS***

Les modules constituant l'open Source cœur IMS sont :

- **FHoSS** qui constitue la base de données HSS dans l'IMS.
-**CDIAMETERPeer** ou **JavaDIAMETERPeer** constituant le protocole DIAMETER employé par différentes interfaces comme Sh et Cx reliant les entités HSS, SCSCF, I-CSCF et AS.
-**Ser-ims** constituant les 3 entités du CSCF (P, I et S-CSCF). Chaque entité est implémentée en utilisant SER (SIP Express Router) :

- **Module Proxy-CSCF (pcscf)** : Joue le rôle de Parfeu pour la signalisation

et l'affirmation d'identité de l'utilisateur (**SER + pcscf**).

- **Module Interrogating-CSCF (icscf)** : Questionne le HSS à partir d'identités publiques indiqués par l'appelant ou l'appelé et basé sur ses réponses afin de router les messages vers le S-CSCF approprié, CDIAMETERPeer (**cdp**) est utilisé pour la communication avec le HSS sur l'interface Cx d'IMS (**SER + icscf + cdp**).

- **Module Serving-CSCF (scscf)** : Communique également avec le HSS en utilisant le protocole DIAMETER sur l'interface Cx pour télécharger le profil de l'utilisateur et décider vers quel serveur d'application (AS) le message sera expédié à travers l'interface ISC (**SER + scscf + cdp + isc**).

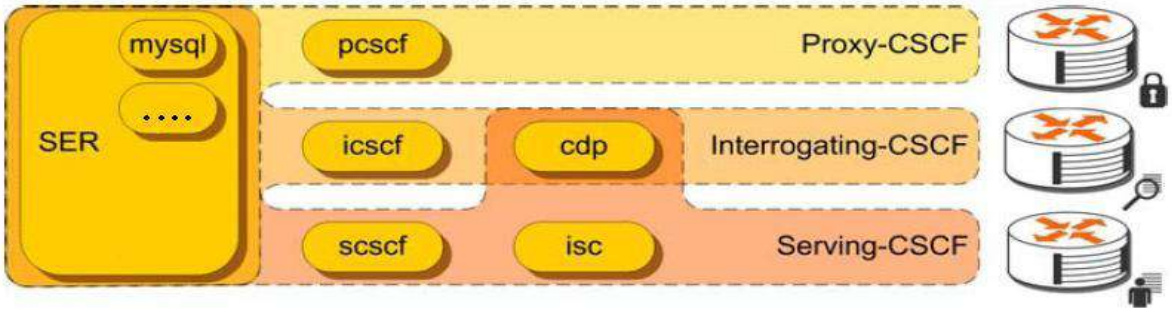


*Figure 3**: l'architecture des entités CSCFs***

2.1.2 Les terminaux :

-Uctimsclient

UCT IMS Client

Le client IMS Uctimsclient (http://uctimsclient.berlios.de/) a été conçu pour être utilisé en conjonction avec Open IMS. C'est donc une solution intéressante pour compléter le réseau cœur car elle a été de ce fait testée et validée avec ce dernier. Le client Uct a été développé par un groupe de recherche de l'Université du Cap en Afrique du Sud.

-Mercuro

mercuro

Mercuro http://www.mercuro.net/) n'est pas un produit open source mais une des toutes premières solutions commerciales d'un client IMS.

-Monster

myMONSTER

Monster (http://www.monster-the-client.org/) n'est à proprement parler pas un simple client mais plutôt un réel Framework permettant de développer des applications clientes destinées au monde mobile (IMS ou autre). Il a également été développé par l'institut Fraunhofer FOKUS.

2.1.3 Le service de présence

- Le serveur applicatif OpenSIPS

OpenSIPS (Open SIP Server, http://www.opensips.org/) est une implémentation Open Source d'un serveur SIP. OpenSIPS est plus qu'un simple proxy SIP car il inclut des fonctionnalités de niveau applicatif

- Le serveur de document XML OpenXCAP

OpenXCAP (http://openxcap.org/) est une implémentation open source d'un serveur XCAP. Grâce au protocole XCAP un client IMS peut lire, écrire et modifier des données de configuration de service stockées au format XML sur un serveur (de type XDMS). Un serveur XCAP peut donc être utilisé par des clients IMS pour gérer des listes de contacts et la politique d'autorisation d'accès à des informations de type présence.

Lorsque l'on rattache des composants logiciels aux fonctions décrites ci-dessus on obtient la solution globale suivante :

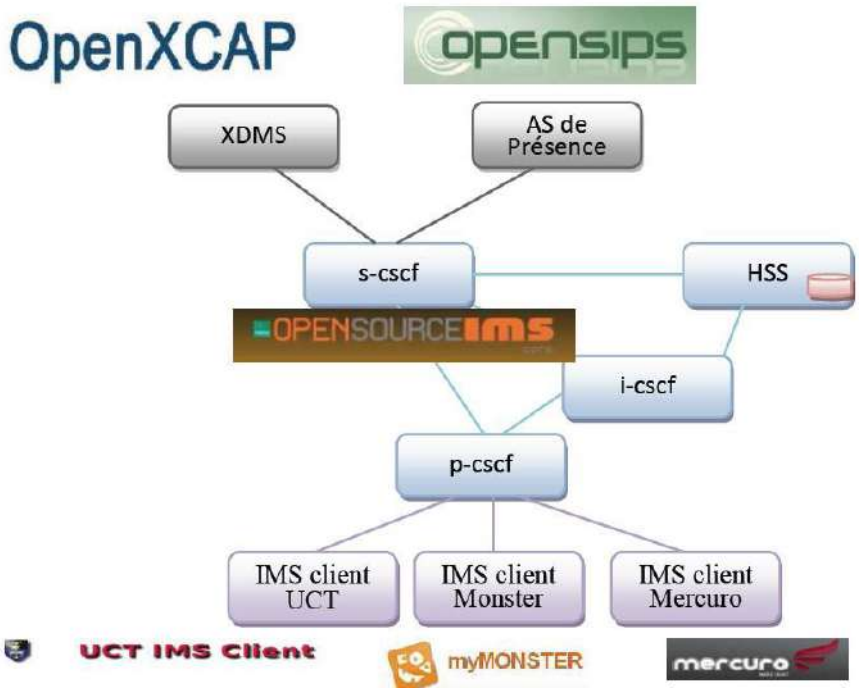


Figure 4: ***l'architecture de la solution openIMS***

2.2 Implémentation :

L'implémentation et la répartition des différentes fonctions décrites précédemment ont été définies de la façon suivante :

- Le cœur de réseau IMS (Open IMS), le serveur XCAP et le serveur de présence sont hébergés par un seul et même serveur (OS : Ubuntu 9.x)

- Les clients IMS Mercuro sont hébergés par des PCs Windows distincts des autres éléments de la plateforme
- Les clients UCT sont intégrés sur des PCs Linux hébergeant également le cœur de réseau OpenIMS.

Ceci nous donne donc la figure suivante :

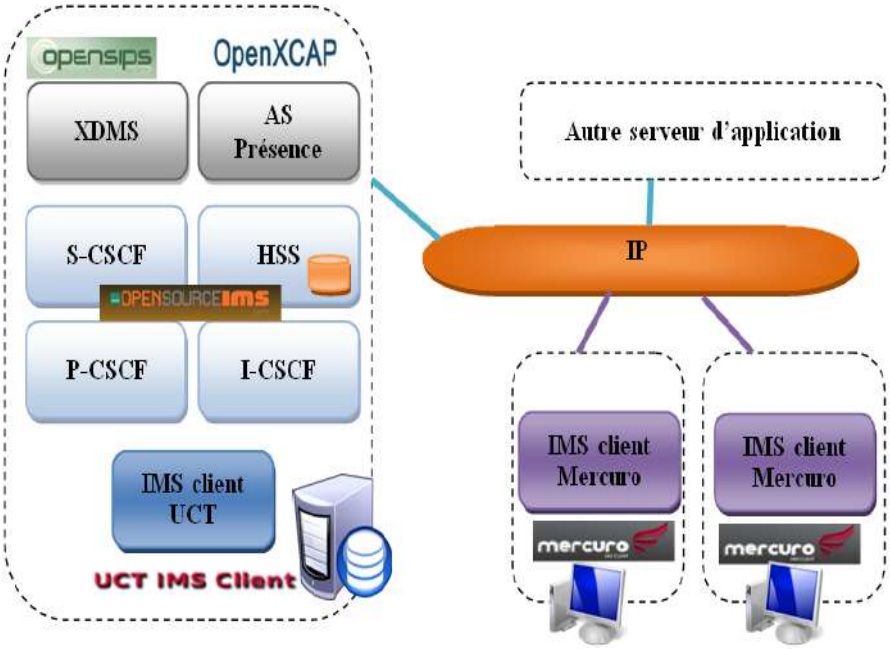


Figure 5: ***l'implémentation de la solution openIMS***

3.1 Installation :

L'installation de réseau Open Source de cœur IMS se fait en ligne et exige certaine conditions software et hardware.

Exigences hardware :

-plus de 1 GB de RAM ;

-un PC de CPU core 2 duo. Exigences software :

-une distribution LINUX Ubuntu 9.x desktop Edition ;

-java (update) ; Mysql (base de données) ;

- et autres paquetages.

Après l'installation de paquetages nécessaires sur ubuntu on a installé les différentes entités principales du réseau cœur IMS open source: FHoSS qui représente HSS dans le réseau IMS et Le ser_ims qui représente les entités cscf (p, i, s). Pour le détail la référence suivante http://www.openimscore.org/installation_guide nous donne le guide d'installation.

3.2 Test du réseau cœur open IMS :

Apres l'installation de réseau cœur open IMS, il faut tester le démarrage de chaque entité et vérifie le déroulement du processus.

3.2.1. Test des entités –cscf(p,i,s) :

Pour lancer n'importe quelle entité de cscf (p,i,s) , il suffit de taper la commande **./xcscf.sh** (x=p,i,s). On commence par l'entité p-cscf puis par les deux autre i-cscf et le s-cscf. Pour ce test on a lancé un terminale linux et taper sur le chemin /opt/OpenIMSCore/ la commande **./pcscf.sh**. On a obtenu :

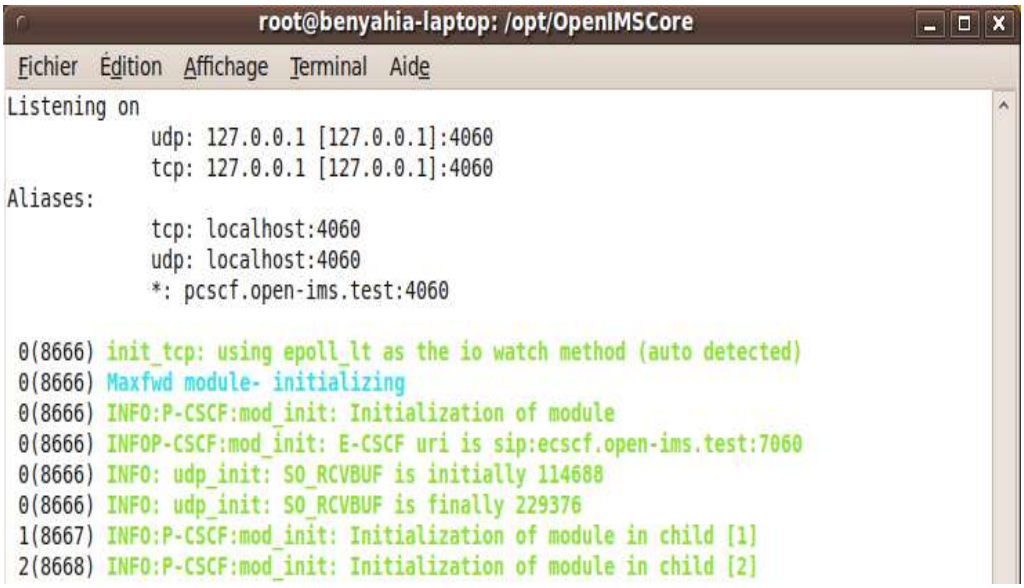


Figure 6: ***le test de l'entité p-cscf***

Concernant le i-cscf et s-cscf on a lancé deux autres terminaux linux et on a tapé les commandes **./icscf.sh, ./scscf.sh.** La figure suivante représente le démarrage de ces entités :

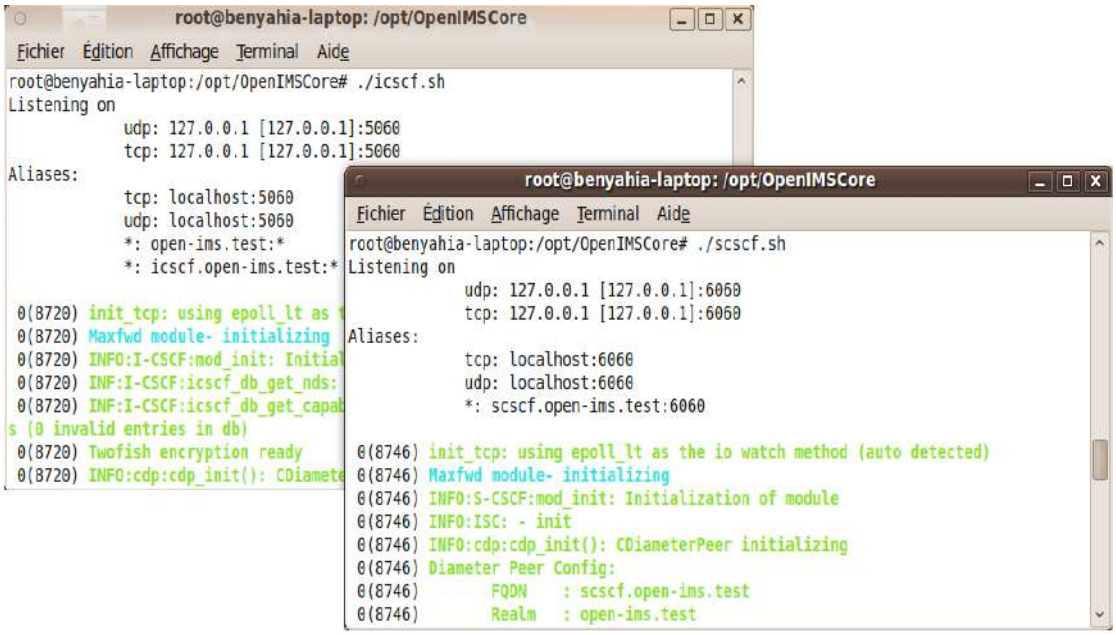


Figure 7: ***le test des entités i-cscf, s-cscf***

3.2.2 Test de FHoSS (HSS):

Le teste de FHoSS se fait grâce à la commande **./startup.sh** sur le terminale linux on a visualisé :

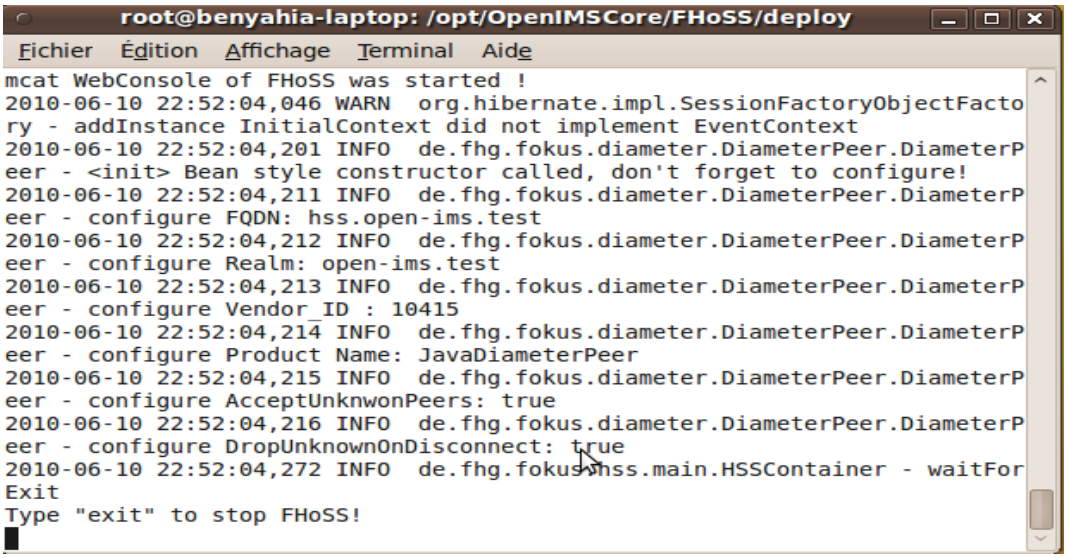


Figure 8: ***<u>le test de l'entité FHoSS</u>***

Après les tests précédant on a assuré que toutes les entités de réseau cœur fonctionnent correctement, donc on a pu accéder à la base de données FHoSS à travers le navigateur web par l'adresse http://localhost:8080/.

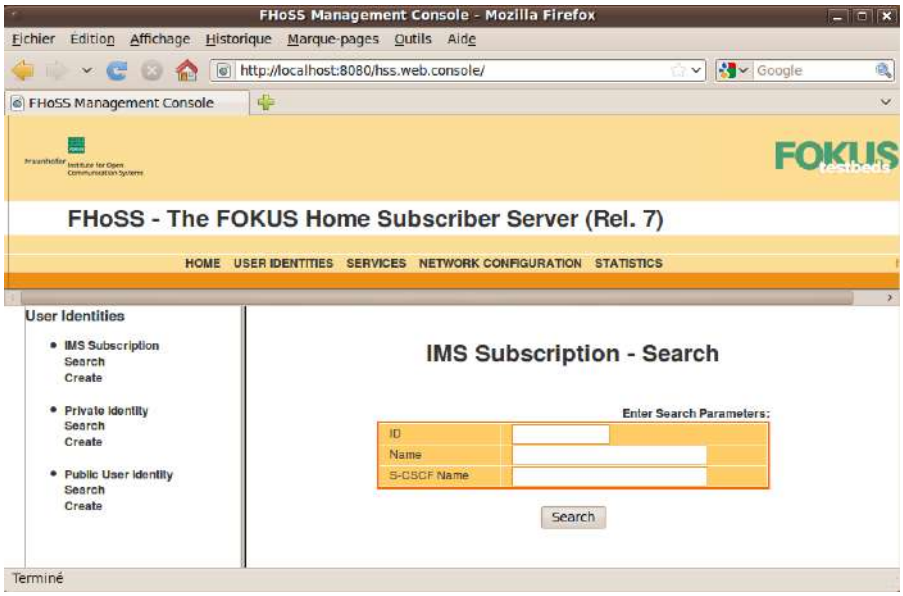


Figure 9: ***<u>la base des données FHoSS</u>***

A ce moment-là on est assuré que le réseau cœur fonctionne sans erreurs. Pour but à atteindre était de montrer les différents paquets échangés pendant la phase d'enregistrement. On a eu besoin d'installer un client IMS, MONSTER. C'est le client IMS qu'on a choisi parce qu'il a été développé par FOKUS lui-même.

Pour visualiser les paquets DIAMETER, on a créé de nouveaux utilisateurs sur la base de données puis on a configuré le client IMS MONSTER comme le montre figure suivante:

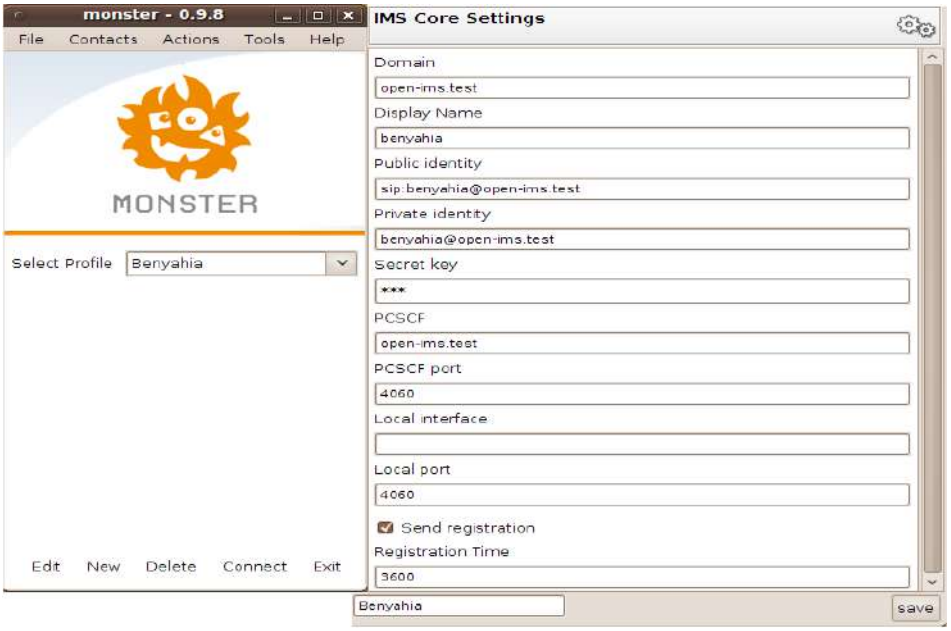


Figure 10: ***le terminal IMS MONSTER***

4. Conclusion

La plate-forme open source IMS est une solution prototype dans le monde open source et le monde NGN, qui rassemble deux caractéristiques : la première est l'open source c-à-d la rapidité de développement et la deuxième c'est la modélisation et la simulation de réseau IMS qui nous a donné des résultats pratiques. Cette plate-forme est orienté pour faire des recherches avancées sur le réseau IMS, et de tester la QoS de différentes Applications.