

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou



Faculté De Génie Electrique et d'Informatique
Département de Télécommunications



Mémoire de Fin d'Etudes de
MASTER ACADEMIQUE

Spécialité :

Réseaux & Télécommunications

Filière :

Télécommunications

Par

GUADIR Souhila

GUERRAH Célia

Thème

Etude de la téléphonie sur IP

Soutenu le : 20/06/2024

Devant le jury :

Président :	Mme. HAMMAR Karima	MAB
Promoteur :	Mr. ZOUAK Belkacem	MCB
Co-promoteur :	Mlle. ISSAAD Sarah	Ingénieur
Examineur :	Mr. HEDIR Abdellah	MCA

Remerciements

Louange à notre Seigneur "ALLAH" qui nous a doté de la merveilleuse faculté de raisonnement. Louange à notre Créateur qui nous a incité à acquérir le savoir. C'est à lui que nous adressons toute notre gratitude en premier lieu.

A travers ce modeste travail, Nous tenons à remercier notre promoteur Mr.B. ZOUAK pour ses conseils, son orientation et son aide le long de notre projet de fin d'étude.

Nous tenons également à remercier l'entreprise SADOUN TELECOM pour son soutien et pour nous avoir offert l'opportunité de réaliser ce projet au sein de leur structure. Particulièrement pour notre co-promotrice Mlle.S. ISSAAD pour son aide pendant notre stage pratique.

Nos remerciements s'adressent aussi aux membres de jury Mme.K.HAMMAR et Mr.A.HEDIR d'avoir accepté d'examiner et d'évaluer notre travail.

Nous exprimons également notre gratitude à tous les professeurs et enseignants surtout « Mr.C.OUADAH » et « Mr.M.AMIR » qui ont collaboré à notre formation depuis notre premier cycle d'étude jusqu'à la fin de notre cycle universitaire.

Et enfin, nos remerciement nos chers parents et familles, pour leurs sacrifices, aides, soutien et encouragement afin de nous assurer cette formation dans les meilleurs conditions.

Dédicace 1

Je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents, dont leur soutien incessant, de leur patience incommensurable, de leurs sacrifices inestimables, et surtout leur encouragements m'ont permis de surmonter toutes les difficultés.

A ma très chère sœur « Yasmina » pour ses mots d'encouragements et son soutien moral durant la période de travail.

A toute ma famille « GUADIR » sans exception

A ma chère tante « Ouiza »

A mes copines « Katia, Tafat »

*A la personne la plus cher à mon cœur « M***** »*

A toute ma promotion 2024

Et je tiens à exprimer ma gratitude à mon binôme « Célia » pour avoir partagé ce mémoire avec moi, il est le fruit de notre travail d'équipe et notre engagement commun.

A toutes les personnes qui ont contribués de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

SOUHILA

Dédicace 2

Je remercie Dieu le tout puissant d'avoir exaucé mon vœu de réaliser ce projet de fin d'études.

Je dédie ce mémoire à ma famille, qui m'a soutenu de manière inconditionnelle tout au long de ce voyage académique :

A ma mère, pour son amour infini, sa patience et ses encouragements constants qui m'ont donné la force de persévérer.

A mon père, pour ses conseils sages, son soutien indéfectible et sa confiance en mes capacités.

A ma sœur Aldjia, pour son affection, son soutien moral et ses précieux conseils qui ont été une source de réconfort.

A mon frère Abedmalek, pour sa camaraderie, son encouragement et sa foi en moi.

A tous ce qui me sont chers.

A toute ma famille « GUERRAH ».

A mon binôme Souhila et sa famille.

Célia

Sommaire

Remerciements	2
Dédicace 1	3
Dédicace 2	4
Sommaire	5
Liste des figures	10
Liste des tableaux	12
Listes des abréviations	13
Introduction Générale.....	16
Chapitre 1 : Généralités sur la téléphonie	18
1 Introduction.....	19
2 Historique de la téléphonie	19
3 Définition de la téléphonie.....	20
3.1 Poste téléphonique.....	20
3.2 Le Centrale téléphoniques	20
3.3 Lignes téléphonique.....	20
4 Principe de fonctionnement de la téléphonie	21
4.1 Principe.....	21
4.2 Principe de transmission analogique	21
4.2.1 La transmission analogique des données analogiques	21
4.2.2 La transmission analogique de données numériques	21
4.3 Principe de la transmission numérique.....	22
5 Les modes de commutation	22
5.1 La commutation de circuit.....	22
5.2 La commutation de message.....	22
5.3 La commutation de paquet	22
6 Réseau Téléphonique commuté (RTC).....	22
6.1 Définition RTC	22
6.2 Architecture du réseau RTC	23
6.2.1 Le réseau local.....	23
6.2.2 Le réseau dorsal (Backbone).....	25

7	Le réseau Numérique à Intégration de Service (RNIS)	26
7.1	Définition.....	26
7.2	Principe de fonctionnement de RNIS	26
8	La différence entre les technologies RTC et RNIS	27
9	Conclusion	27
	Chapitre 2 : Les protocoles de communication	28
1	Introduction.....	29
2	Le modèle OSI.....	29
2.1	Définition.....	29
2.2	Les différentes couches du modèle OSI	29
2.2.1	Couche physique (physical layer)	29
2.2.2	Couche liaison de données (data link layer).....	30
2.2.3	Couche réseau (network layer).....	30
2.2.4	Couche transport (transport layer).....	30
2.2.5	Couche session (session layer).....	30
2.2.6	La couche présentation (presentation layer).....	31
2.2.7	La couche application (application layer)	31
2.3	La transmission de données dans le modèle OSI	32
2.3.1	Côté expéditeur	32
2.3.2	Côté destinataire	33
3	Le modèle TCP/IP.....	33
3.1	Définition.....	33
3.2	Les différentes couches du modèle TCP/IP	34
3.2.1	Couche Application	34
3.2.2	Couche Transport	34
3.2.3	Couche Internet	34
3.2.4	Couche Accès Réseau.....	35
3.3	La transmission de données dans le modèle TCP/IP.....	35
4	La différence entre le modèle OSI et le modèle TCP/IP.....	35
5	Les protocoles de transport	36
5.1	Transmission control protocol (TCP)	36
5.2	User datagram protocol (UDP).....	36
5.3	Real time Transport Protocol (RTP)	37
5.4	Real time transport control protocol (RTCP)	37
6	Les protocoles de signalisation	38

6.1	Définition des protocoles de signalisation.....	38
6.2	Le protocole H.323	38
6.2.1	Définition	38
6.2.2	Les éléments de H.323	38
6.3	Le protocole SIP (Session Initiation Protocol)	39
6.3.1	Définition du protocole SIP.....	39
6.3.2	Les fonctionnalités du protocole SIP	40
6.3.3	L'architecture du protocole SIP	40
7	Le protocole IP (Internet Protocol)	41
7.1	Internet protocol version 4 (IPv4)	41
7.2	Internet protocol version 6 (IPv6)	41
8	Conclusion	41
Chapitre 3 : La téléphonie IP.....		43
1	Introduction.....	44
2	Evolution de la téléphonie classique à la téléphonie IP	44
3	Téléphonie IP	44
3.1	Définition.....	44
3.2	Fonctionnement	45
4	La voix sur IP.....	45
4.1	Définition.....	45
4.2	Fonctionnement	45
5	La différence entre la ToIP et la VoIP	46
6	Les modes d'accès	46
6.1	Téléphonie de PC à PC.....	46
6.2	Téléphonie entre PC et poste téléphonique	46
6.3	Téléphonie entre postes téléphoniques	47
7	Les codeurs et décodeurs (codecs).....	47
7.1	Définition.....	47
7.2	Le choix d'un type de codec.....	48
7.3	Caractéristiques de quelque codecs	48
7.4	La qualité du codec (MOS)	48
8	Principe de la transmission de la voix via le protocole internet.....	49
9	La qualité de service	50
9.1	Définition.....	50
9.2	Les objectifs de la QoS.....	50

9.3	Les problèmes traités par la QoS	51
9.3.1	Manque de la bande passante	51
9.3.2	Le retard de bout en bout (la latence).....	51
9.3.3	La gigue(jitter).....	51
9.3.4	La perte des paquets	51
10	Les protocoles utilisé dans la ToIP	51
10.1	Le transport de la voix	51
10.2	La signalisation de la voix	52
11	Sécurité des communications IP	52
11.1	chiffrement.....	52
11.2	VPN(Réseau Privé Virtuel).....	52
11.3	La différence entre le chiffrement et le VPN.....	52
12	Conclusion.....	53
	Chapitre 4 : Installation et configuration d'un standard IPBX.....	54
1	Introduction.....	55
2	Présentation de l'entreprise :.....	55
	Partie 1.....	56
1	Les équipements fabriqués par Alcatel-Lucent.....	56
2	Alcatel-Lucent OmniPCX Office.....	56
3	Le standard PABX.....	56
3.1	Définition.....	56
3.2	Les fonctions d'un PABX.....	57
3.2.1	Les postes analogiques	57
3.2.2	Les postes numériques	57
3.3	Les types de standards PABX.....	57
3.3.1	Le standard Small (petit)	57
3.3.2	Le standard Medium (moyen)	57
3.3.3	Le standard Large (grand)	58
3.4	Les cartes d'interfaces	58
3.4.1	Les cartes CPU	58
3.4.2	Les cartes SLI (Subscriber Line Interface)	59
3.4.3	Les cartes APA (Analog Port Adapter).....	59
3.4.4	Les cartes UAI (Universal Analog Interface).....	60
3.4.5	Les cartes AMIX (Analog Mixed Interface Exchange).....	60
4	Standard IPBX	61

4.1	Définition d'un IPBX	61
4.2	Les fonctionnalités d'un IPBX	61
5	La différence entre le standard PABX et le standard IPBX	61
6	Les gammes de postes téléphoniques Alcatel-Lucent.....	62
6.1	le poste opérateur numérique 4029.....	62
6.2	Le poste téléphonique IP ALE-20h.....	62
Partie 2.....		63
1	L'application OMC	63
2	Le plan de l'entreprise.....	65
3	La nouvelle installation proposée	66
4	Installation du standard IPBX.....	67
4.1	L'architecture de communication IP	67
4.2	Configuration des lignes externes sur un poste téléphonique IP	68
4.3	Configuration des lignes externes sur un smartphone	73
5	Conclusion :	74
Conclusion Générale		75
Références		77

Liste des figures

Figure 1: Exemple d'une simple liaison téléphonique.....	20
Figure 2:Structure d'un réseau téléphonique commuté (RTC)[8].....	23
Figure 3:Structure d'un réseau local[8].....	24
Figure 4:Schéma simplifié d'un tronçon du réseau RTC.....	26
Figure 5: Présentation des couches du modèle OSI.....	32
Figure 6: transmission des données dans le modèle OSI.....	33
Figure 7: Le modèle TCP/IP.....	34
Figure 9 :l'encapsulation et la décapsulation du modèle TCP/IP.....	35
Figure 10: La différence entre le modèle OSI et le modèle TCP/IP.....	36
Figure 11: Les éléments de protocole H.323.....	39
Figure 12: représentation de l'architecture du protocole SIP.....	40
Figure 13: Transport de la voix sur un réseau IP.....	45
Figure 14: Exemple de téléphonie de PC à PC.....	46
Figure 15: Exemple de téléphonie entre PC et poste téléphonique.....	47
Figure 16: Exemple de téléphonie entre postes téléphoniques.....	47
Figure 17: Rôle d'un codec.....	48
Figure 18 : Principe de la transmission de la voix via le protocole internet.....	50
Figure 19: le standard Small [18].....	57
Figure 20: le standard Medium [18].....	58
Figure 21: le standard Large [18].....	58
Figure 22: Exemple de carte CPU Power EE.....	59
Figure 23:La carte d'interface SLI-8.....	59
Figure 24:La carte d'interface APA 8.....	60
Figure 25: La carte d'interface UAI 8.....	60
Figure 26: La carte d'interface AMIX 4/4/8.....	60
Figure 27: le poste opérateur numérique 4029.....	62
Figure 28: Le poste téléphonique IP ALE-20h.....	63
Figure 29: les étapes d'ouvrage du logiciel OMC.....	64
Figure 30:l'ouverture de logiciel.....	64
Figure 31:l'entrée du logiciel OMC.....	64
Figure 32: l'accès au standard.....	65
Figure 33:l'interface du logiciel OMC.....	65
Figure 34:plan de l'entreprise avec l'installation informatique et téléphonique.....	66
Figure 35:Le plan de la solution proposée.....	67
Figure 36: Architecture de réseau de communication IP.....	67
Figure 37: sélection du poste téléphonique IP.....	69
Figure 38:configuration des touches gauche d'un poste IP.....	69
Figure 39:configuration des touches droite d'un poste IP.....	70
Figure 40:les différents types de fonction d'une programmation individuelle de touche.....	70
Figure 41:attribution d'un label associé pour une ligne externe.....	71

Figure 42: attribution d'une catégorie de liaison d'un posteIP.....	71
Figure 43:catégorie de liaison.	72
Figure 44:l'intersection du poste et la ligne externe	72
Figure 45:table de discrimination.....	73
Figure 46: La fenêtre d'ouverture de l'application.	73
Figure 47:Configuration des lignes externes sur un smartphone.	74

Liste des tableaux

Tableau 1: la différence entre ToIP et VoIP	46
Tableau 2: la différence entre le standard PABX et le standard IPBX.	61

Listes des abréviations

ADSL : Asymmetric Digital Subscriber Line.

AMIX: Analog Mixed Interface Exchange.

APA: Analog Port Adapter.

ARPANET : Advanced Research Projects Agency NETwork.

ASCII: American Standard Code for Information Interchange.

ATM : Asynchronous Transfer Mode.

BRI : Basic Rate Interface.

CAA : Commutateur à Autonomie d'Acheminement.

CGE : La Compagnie générale d'électricité.

CGEE : la compagnie générale d'Entreprises.

CIT : la compagnie industrielle des téléphones.

CL : Centre Local.

CPU : Central Processing Unit.

CTI : Commutateur Transit International.

CTP : Commutateur Transit Principale.

CTS : Commutateur Transit Secondaire.

DECT : Digital Enhanced Cordless Telecommunications est un standard de communication sans fil utilisé principalement pour les téléphone sans fil et les systèmes de communication professionnels.

DNS :Domain Name System.

DOD: Departement Of Defense.

ETCD : Data Communication Equipement est un élément permettant la connexion des terminaux (ETTD en français : Equipement terminal de traitement de données).

FTP: File Transfer Protocol.

GPRS : General Packet Radio Service.

GSM : Global System for Mobile communication.

HDCL : High-level Data Link Control.

HTTP: HyperText Transfer Protocol.

IBM : International Business Machines Corporation.

ICMP :Internet Control Message Protocol.

IETF: Internet Engineering Task Force.

IGMP: Internet Group Management Protocol.

IMAP: Internet Message Access Protocol.

IP : Internet Protocol.

IPBX : Internet Private Branch eXchange.

IPsec: Internet Protocol security.

IPv4: Internet Protocol version 4.

IPv6: Internet Protocol version 6.

ISO: International Organization for Standardization.

IUT: Institut Universitaire de Technologie.

JPEG: Joint Photographie Experts Group.

LAN: Local Area Network.

LLC : Logical Link Control.

LTE : Long Term Evolution.

MAC :Media Access Control.

MCU: Multipoint Control Unit.

MOS: Mean Opinion Score.

MPEG: Moving Picture Experts Group.

OMC: Operations and Maintenance Center.

OSI: Open Systems Interconnexion.

OSPF: Open Short's Path First.

PABX: Private Automatic Branch eXchange.

PC : Points de Concentration.

POP : Post Office Protocol.

PPP : Point-to-Point Protocol.

PRI : Primaire Rate Interface.

QoS : Quality of Service.

RAS: Registration, Admission, and Status.

RG : Répartiteur Général.

RNIS : Réseaux Numérique à Intégration de services.

RSVP: Resource reSerVation Protocol.

RTC : Réseau Téléphonique Commuté.

RTCP : Real-Time Control Protocol.

RTP: Real-time Transport Protocol.

SAP: Session Announcement Protocol.

SDH : Synchronous Digital Hierarchy.

SDP: Session Description Protocol.

SIP : Session Initiation Protocol.

SLI : Subscriber Line Interface.

SMTP :Simple Mail Transfer Protocol.

SNMP: Simple Network Management Protocol.

SR : Sous Répartiteurs.

TCP/IP: Transmission Control Protocol/Internet Protocol.

TCP: Transmission Control Protocol.

Telnet: TELecommunication NETwork.

ToIP: Telephony over Internet Protocol.

UAI : Universal Analog Interface.

UDP: User Data Protocol.

VoIP : Voice Over Internet Protocol.

VPN: Virtual Private Network.

WAN : Wirless Area Network.

Wi-Fi :Wireless Fidelity.

ZAA : Zone à Autonomie d'Acheminement.

ZL : Zone Local.

ZTP : Zone Transite Principal.

ZTS : Zone Transite Secondaire.

Introduction Générale

Introduction :

La téléphonie est un domaine qui a révolutionné les moyens de communication dans le monde. Cette révolution a donné naissance à la téléphonie IP qui consiste en l'acheminement des appels téléphoniques via des réseaux IP.

Les réseaux téléphoniques nous permettent d'une part, d'être en contact avec des personnes ou des régions lointaines avec des appels ou des messages et sans se déplacer, et d'autre part ils permettent aux entreprises de bénéficier de communication plus rapides grâce aux fonctionnalités de la voix IP tel que la vidéo-conférence, la messagerie...etc.

Pour mettre en évidence cette technologie (téléphonie IP), nous allons présenter les différentes facettes de ce domaine, en mettant en lumière la téléphonie en général, les différents protocoles de communication sur IP et quelques notions de base sur la téléphonie IP. Cette étude théorique sera clôturée avec un stage pratique que nous avons effectué au sein de l'entreprise SADOUN Telecom qui est spécialisée dans l'installation et la configuration des réseaux téléphoniques (des standards PABX et IPBX) et réseaux informatiques. Durant cette période de stage, nous avons proposé et testé une solution de téléphonie IP qui aidera les différents services de l'entreprise de communiquer.

Notre travail est structuré de quatre chapitres :

Le premier chapitre, présente les généralités sur la téléphonie, nous aborderons les fondamentaux de la téléphonie, un aperçu historique de la téléphonie, et les différents types de commutations, mais aussi nous nous intéressons aux systèmes téléphoniques traditionnels.

Le deuxième chapitre est consacré pour l'étude des protocoles de communication. Nous présenterons le modèle OSI et le modèle TCP/IP et la différence entre les deux modèles. Par la suite nous détaillerons les protocoles utilisés dans le domaine de la téléphonie (signalisation, transport), ainsi que leurs rôles.

Le troisième chapitre concerne la téléphonie IP, qui est une technologie révolutionnaire et qui sera examinée en détail. Nous présenterons le principe de la transmission, quelques différences entre la téléphonie IP et la voix sur IP. Nous expliquerons également le rôle principal des codecs dans la transmission de la voix, et nous terminerons ce chapitre par les problèmes traités par la qualité de service QoS.

Le quatrième chapitre, représente notre partie pratique au sein de l'entreprise SADOUN Telecom, qui nous a offert un aperçu pratique de l'application et des concepts théoriques que nous avons abordés dans les chapitres précédents. Cette entreprise nous a permis de connaître tous les équipements et le logiciel nécessaire pour mettre en place un standard IPBX. Nous avons constaté que le réseau de communication de l'entreprise se compose de deux réseaux l'un le réseau informatique et l'autre pour le réseau téléphonique. Nous avons eu donc l'opportunité de proposer une solution IP qui exploite les deux réseaux dans une seule prise, ce qui réduit les coûts opérationnels et améliore la flexibilité et la gestion du réseau dans l'entreprise.

Nous finirons ce mémoire par une conclusion générale, qui résumera le travail que nous avons effectué, et quelques perspectives seront dégagées.

Chapitre 1 : Généralités sur la téléphonie

1 Introduction

Le réseau de télécommunication permet la transmission d'informations (son, voix, image, texte...) à distance entre deux ou plusieurs abonnés. La communication peut se réaliser de n'importe où et à n'importe quel moment.

Dans ce chapitre, nous allons présenter quelques notions de bases sur la téléphonie.

2 Historique de la téléphonie

- Les réseaux téléphoniques sont passés par plusieurs changements depuis la fin du 16^{ème} siècle. La communication a commencé par l'utilisation des objets mécanique et acoustiques pour transporter la voix et la musique sur des grandes distances. Les premières expériences ont été faites par le physicien anglais Robert Hooke entre les années 1664 et 1685 [2].
- En 1794, l'ingénieur français Claude Chappe a mis en marche la télégraphie optique qui est utilisée pour une transmission d'information à une vitesse dépassant celle du déplacement physique.
- En 1837, le premier télégraphe électrique a été créé par Samuel Morse [3].
- En 1842, un téléfax a été créé par Alexander Bain pour la transmission des documents écrits par le réseau télégraphique.
- En 1876, la première communication téléphonique intelligible a été établie par l'ingénieur Britanno-Canadien Alexander Graham Bell qui a fait un test sur une distance de 8,5 Km à l'extérieur de son laboratoire à Baston [2].
- En 1880, l'ingénieur français Adel a mis en service un téléphone qui se compose d'un microphone, deux écouteurs pour entendre l'interlocuteur, et deux piles pour permettre fonctionner l'appareil [4].
- En 1892, le téléphone de Midlé a été créé, son principe de fonctionnement est d'appuyer 3 ou 4 fois sur le bouton d'appel et attendre la sonnerie, ensuite mettre les deux récepteurs sur les oreilles pour entendre l'opératrice et l'informer sur les coordonnées du correspondant afin d'établir la communication [4].
- En 1910, le téléphone de Marty fait son apparition où le récepteur et le microphone sont liés sur le combiné [4].
- En 1920, le téléphone à cadran a été inventé. Il se compose de 10 chiffres (0 à 9) pour composer le numéro d'un correspondant [5].
- En 1963, le téléphone à cadran en couleurs mis en services, il tient son nom S63 par rapport à l'abréviation de société des constructeurs de téléphone, et de sa date de conception 1963 [4].
- En 1973, le premier prototype du téléphone portable a été conçu par Martin Cooper : Dyna TAC 8000 X dit BRICK PHONE, mesurant 25cm pour un poids de 783g [4].
- En 1987, fut le développement de RNIS en France [5].
- En 1990, le téléphone sans fil est plus utilisé par rapport à son avantage de déplacement à des grandes distances. Il utilise la norme DECT qui est une norme utilisant la gamme de fréquence 1880 à 1900 Mhz [4].

Depuis les années 2000, l'évolution des téléphones mobiles a marqué une grande innovation technologique. Les ingénieurs ont inventés des téléphones mobiles qui fonctionnent avec des protocoles internet et qui ont des cameras haute résolution, une connectivité 5G, des écrans pliables avec plus de sécurité.

3 Définition de la téléphonie

La téléphonie consiste en la transmission de la voix humaine d'un lieu à un autre via les téléphones fixes ou mobiles. La figure 1 un exemple d'une simple liaison téléphonique compose de [1] :

- Un centrale téléphonique **C**.
- Une ligne téléphonique **L**.
- Deux postes téléphoniques (**P1** et **P2**).

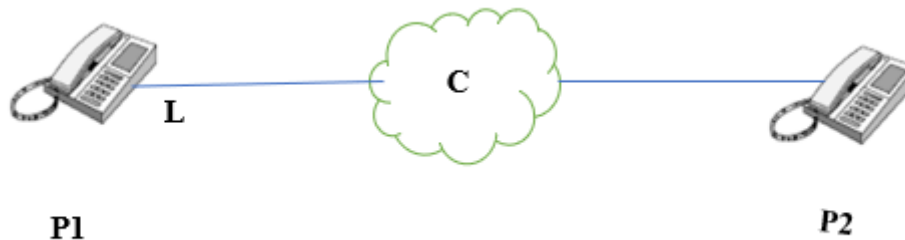


Figure 1: Exemple d'une simple liaison téléphonique.

3.1 Poste téléphonique

C'est un dispositif de raccordement qu'on trouve chez l'abonné. Sa fonction est de transformer, à l'émission, l'énergie acoustique en énergie électrique et le phénomène inverse lors de la réception. Comme par exemple : le téléphone, Le fax ou télécopieur, le minitel, le répondeur, le modem...

3.2 Le Centrale téléphoniques

Les centrales téléphoniques (ou Commutateur téléphonique) sont les systèmes qui disposent de l'intelligence pour établir les communications, les facturer et assurer toutes les fonctions nécessaires à la téléphonie et que les terminaux ne fournissent pas.

La diffusion d'un message signalant à l'appelant que « le numéro composé n'est plus attribué » est un exemple des services rendus par un système central.

3.3 Lignes téléphonique

Ce sont les moyens, tels que les câbles de téléphone (cuivre ou fibre optique) ou les antennes de téléphonie mobile, qui permettent le transport de la communication d'un terminal à un autre.

4 Principe de fonctionnement de la téléphonie

4.1 Principe

La téléphonie est un système de télécommunication qui a pour but la transmission de son et en particulier la transmission de la parole. Le principe de la téléphonie repose sur la transmission de signaux audio ou de données entre deux ou plusieurs parties à distance. Cela implique la conversion de la voix en signaux électriques, leur transmission à travers un réseau de communication (câbles, fibres optiques, ondes radio, etc.), et enfin leur retransformation en voix à destination du destinataire. Ce processus permet aux utilisateurs de communiquer à distance de manière efficace et en temps réel.

4.2 Principe de transmission analogique

La transmission analogique de données consiste à faire circuler des informations sur un support physique de transmission sous la forme d'une onde [1]. La transmission des données se fait par l'intermédiaire d'une onde porteuse, une onde simple dont le seul but est de transporter les données par modification de l'une de ces caractéristiques (amplitude, fréquence ou phase), c'est la raison pour laquelle la transmission analogique est généralement appelée transmission par modulation d'onde porteuse. Selon le paramètre de l'onde porteuse que l'on fait varier, nous pouvons distinguer trois types de transmissions analogiques:

- La transmission par modulation d'amplitude de la porteuse.
- La transmission par modulation de fréquence de la porteuse.
- La transmission par modulation de phase de la porteuse.

4.2.1 La transmission analogique des données analogiques

Ce type de transmission désigne un schéma dans lequel les données à transmettre sont directement sous forme analogique. Ainsi, pour transmettre ce signal, l'ETCD (Data Communication Equipement) [1], doit effectuer une convolution continue du signal à transmettre et de l'onde porteuse, c'est-à-dire que l'onde qu'il va transmettre va être une association de l'onde porteuse et du signal à transmettre.

4.2.2 La transmission analogique de données numériques

Lorsque les données numériques ont fait leurs apparitions, les systèmes de transmission étaient encore analogiques, il a donc fallu trouver un moyen de transmettre des données numériques de façon analogique. La solution à ce problème était le modem qui a pour rôle de:

- **A l'émission:** de convertir des données numériques (un ensemble de 0 et de 1) en signaux analogiques (la variation continue d'un phénomène physique). On appelle ce procédé la conversion analogique numérique.
- **A la réception:** de convertir le signal analogique en données numériques. Ce procédé est appelé démodulation. C'est pour cela que modem est en réalité l'acronyme de Modulateur/Démodulateur.

4.3 Principe de la transmission numérique

La transmission numérique consiste à faire transiter les informations sur le support physique de communication sous forme de signaux numériques [1]. Ainsi, des données analogiques devront préalablement être numérisées avant d'être transmises. Toutefois, les informations numériques ne peuvent pas circuler sous forme de 0 et de 1 directement, il s'agit donc de les coder sous forme d'un signal.

Cette transformation de l'information binaire sous forme d'un signal à deux états est réalisée par l'ETCD, appelé aussi codeur bande de base, d'où l'appellation de transmission en bande de base pour désigner la transmission numérique.

5 Les modes de commutation

La commutation est la manière de faire passer l'information de l'émetteur vers le récepteur. Il existe plusieurs modes de commutation:

5.1 La commutation de circuit

La commutation de circuit est la commutation la plus utilisée dans les réseaux : GSM, RTC, RNIS. Son principe est d'établir un lien de bout en bout par la création d'un circuit physique reliant les deux extrémités. Parmi ces avantages nous pouvons citer :

- ❖ Le délai de transmission est faible et garanti car tout le circuit est réservé pour une transmission.
- ❖ La gigue est constante car la vitesse de propagation est constante.

5.2 La commutation de message

La commutation de message consiste à transmettre le message séquentiellement d'un nœud à un autre. Ces nœuds servent à contrôler et corriger les erreurs des messages avant de les envoyer aux autres nœuds. Ce type de commutation nécessite des grandes zones tampon, et un contrôle de flux des messages pour éviter la saturation du réseau. L'inconvénient de cette commutation est que le temps d'attente augmente.

5.3 La commutation de paquet

La commutation de paquet est apparue dans les années 70 pour résoudre les erreurs de la commutation de message. Elle est utilisée dans les réseaux GPRS, LTE et internet. Les données à transmettre sont découpées en paquet, et chaque paquet se compose de l'information à envoyer et un champ de contrôle (en-tête). Les paquets sont transmis indépendamment les uns après les autres, ils peuvent emprunter des chemins différents pour arriver à la destination, par conséquent, ils arrivent dans le désordre. La commutation de paquet partage des supports de transmission pour plusieurs communications.

6 Réseau Téléphonique commuté (RTC)

6.1 Définition RTC

Le Réseau Téléphonique Commuté (RTC) représente le système de liaisons des lignes téléphoniques fixes. A l'origine du transport des conversations téléphoniques, il s'agit

d'établir pour une durée dépendante des utilisateurs une interconnexion, ou un circuit entre différentes machines à différents niveaux. Les premiers équipements en charge des interconnexions étaient manipulés par des opérateurs, le circuit était en quelque sorte « manuel ».

Le réseau téléphonique est devenu Réseau Téléphonique Commuté lorsque cette interconnexion s'est automatisée, gérée donc par des commutateurs ou autocommutateurs [7].

6.2 Architecture du réseau RTC

Le RTC est constitué d'un réseau local (périphériques) est d'un réseau dorsal (backbone) :

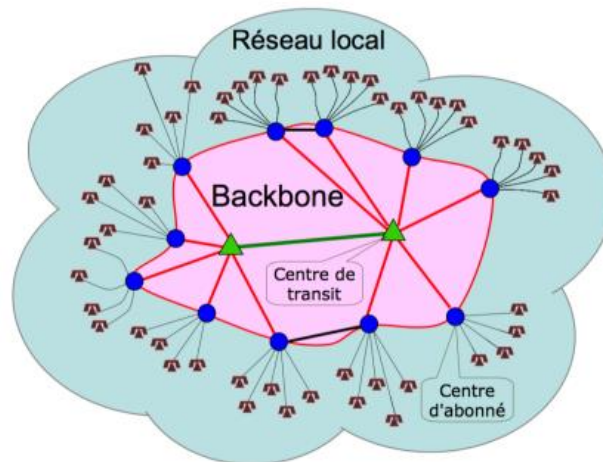


Figure 2: Structure d'un réseau téléphonique commuté (RTC)[8].

6.2.1 Le réseau local

Le réseau local ou réseau périphérique est constitué essentiellement des lignes d'abonnés. La ligne téléphonique aussi appelée boucle locale relie le poste téléphonique de l'abonné au commutateur d'entrée dans le réseau Backbone de l'opérateur. Ce commutateur est appelé commutateur de rattachement ou commutateur d'abonné.

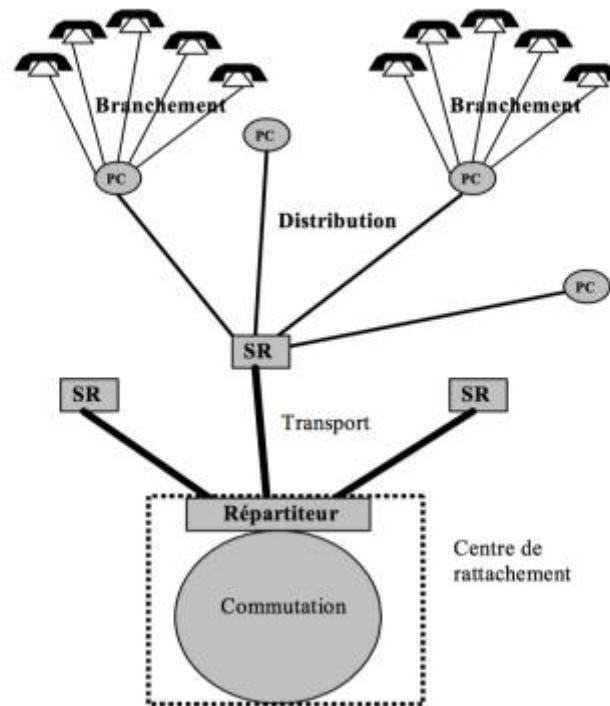


Figure 3: Structure d'un réseau local[8].

Dans cette figure nous distinguons :

- 1) **Les postes téléphoniques** : appareil donnant accès à un réseau téléphonique , qui est constitué essentiellement d'un récepteur, d'un émetteur et d'un dispositif permettant de composer les numéros servant à acheminer les appels.
- 2) **Les points de concentration (PC)** : ce sont des petites boîtes placées sur des poteaux ou dans des endroits réservés au sein des immeubles desservis. Les paires téléphoniques arrivent au PC sur des réglettes, des connexions amovibles les relient à d'autres réglettes sur lesquelles sont branchés les câbles de distribution. Le point de concentration PC n'est rien d'autre qu'un mini répartiteur de petite capacité d'une à quelques dizaines de paires.
- 3) **Les sous répartiteurs (SR)** : ce sont des "casiers" placés sur les trottoirs. Ils permettent de la même façon qu'un PC de regrouper les câbles de distribution vers les câbles de transport qui sont plus volumineux. Un SR peut connecter jusqu'à 1500 paires [1].

Dans ce réseau local, on utilise trois types de câbles qui sont :

- **Les câbles de branchement** : Ce sont des lignes bifilaires individuelles
- **Les câbles de distributions** : relient les points de concentration au sous répartiteurs. Ces câbles peuvent être soit aériens, soit posé en plein terre (moins onéreux mais vulnérables) soit en canalisations souterraines.
- **Les câbles de transport** : ils sont similaires aux câbles de distribution avec des capacités plus élevée, 112 à 2688 paires. Ces câbles sont posés dans des conduites souterraines

6.2.2 Le réseau dorsal (Backbone)

Il est constitué des commutateurs et des systèmes de transmission. Le réseau a une structure étoilée/maillée, mais avec l'arrivée de la hiérarchie SDH (Synchronous Digital Hierarchy) (niveaux de multiplexage), le réseau a tendance à migrer vers une structure en anneau.

Les commutateurs (centres) sont fonctionnellement de deux types : Les centres d'abonnés et les centres de transit.

a- Les centres d'abonnés : Ce sont les centres qui permettent le rattachement des abonnés.

Ils sont scindés en deux types :

- **Les centres à autonomie d'acheminement CAA** qui sont capables d'analyser les numéros qu'ils reçoivent et les traduire en un itinéraire parmi ceux possibles pour acheminer la communication vers l'abonné demandé.
- **Les centres locaux CL** qui ne sont pas capables d'analyser la numérotation ou ils sont seulement capables d'analyser les numéros des abonnés qu'ils desservent, les autres sont tous acheminés vers une seule direction. S'ils n'ont aucune intelligence et leur rôle se limite à la concentration, on les appelle aussi centres auxiliaires.

b- Les centres de transit

Ils permettent de connecter les commutateurs qui n'ont pas de liaison entre eux. Ceci permet d'avoir un réseau étoilé plus facile à gérer et moins onéreux. Un centre peut assurer simultanément la fonction de rattachement d'abonnés et de transit. Les centres de transits sont aussi scindés en deux types :

- **Les centres de transit secondaires (CTS) :** Ils assurent le brassage des circuits lorsqu'un CAA (Commutateur à Autonomie d'Acheminement) ne peut atteindre le CAA destinataire directement (réseau imparfaitement maillé). Ils servent généralement de relier deux abonnés de deux régions différentes. Il n'y a pas d'abonnés reliés aux CTS.
- **Les centres de transit principaux (CTP) :** Ils assurent la commutation des liaisons à longues distances en reliant plusieurs CTS.
- **Les centres de transit internationaux (CTI) :** L'un des commutateurs de transit principal (CTP) doit être relié au commutateur international de transit. Ils permettent de connecter les réseaux de deux pays, ils sont appelés centres de transit internationaux.

Le réseau dorsal est découpé en zones, dans lequel on peut distinguer:

- **Zone locale (ZL) :** c'est la zone desservie par un CL.
- **Zone à autonomie d'acheminement (ZAA) :** c'est la zone desservie par un CAA. Une ZAA qui englobe plusieurs CAA est dite zone à autonomie d'acheminement multiple ZAAM.
- **Zone de transit secondaire ZTS :** c'est la zone desservie par un centre de transit secondaire (CTS).
- **Zone de transit principale ZTP :** c'est la zone desservie par un centre de transit principal (CTP).

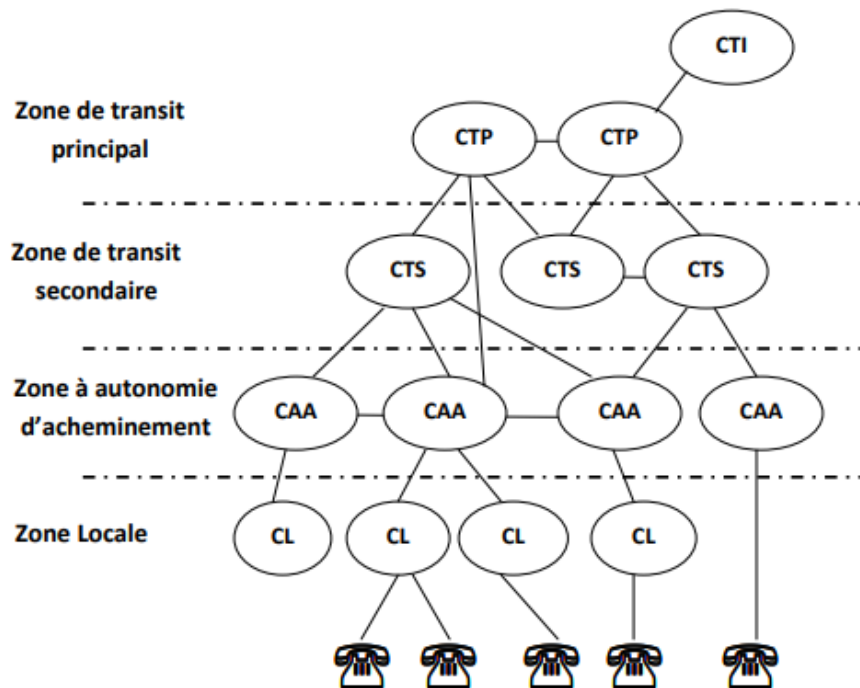


Figure 4: Schéma simplifié d'un tronçon du réseau RTC.

7 Le réseau Numérique à Intégration de Service (RNIS)

7.1 Définition

RNIS est l'abréviation de Réseau Numérique à Intégration de Service. Il est une technologie utilisée dans les réseaux WAN. Il est utilisé pour la transmission de la voix, les données. Il est comme une évolution des réseaux téléphoniques analogiques, donc il fournit une connectivité numérique de bout en bout. Il est caractérisé par :

- ❖ Une connexion numérique d'une extrémité à une autre.
- ❖ Les équipements RNIS utilisent les mêmes connexions physiques et les mêmes protocoles de signalisation pour accéder aux services.
- ❖ Il combine une large couverture géographique d'un réseau et la capacité de transport.

7.2 Principe de fonctionnement de RNIS

Le canal de la transmission analogique transmet la voix puis le télex (transmission des messages), c'est-à-dire l'un après l'autre, L'objectif du RNIS est d'englober toutes ces transmissions et de les transmettre simultanément par une trame qui est divisé en deux canaux qui sont :

- ❖ **Canal B** : son rôle est de véhiculer la voix ou les données sur un débit de 64 Kbit/s par canal. Les canaux B sont des canaux de commutation de circuit, ou commutation de paquet.
- ❖ **Canal D** : son rôle est dédié au transfert de la signalisation : les appels, les demandes de service, le routage des données sur les canaux B. Il utilise un débit de 16 Kbit/s en accès de base, et 64 Kbit/s en accès primaire.

Le RNIS utilise deux types d'accès pour la circulation des données :

- ❖ **L'accès de base (ADB ou BRI : Basic Rate Interface) :** l'accès de base est constitué de deux canaux B à 64 Kbit/s pour le transport de la voix et les données, et un seul canal D à 16 Kbit/s pour le transport de signalisation.
- ❖ **L'accès primaire (AP ou PRI : Primaire Rate Interface) :** en Europe, il est constitué de 30 canaux B à 64 Kbit/s pour le transport de la voix (en Amérique du nord il est constitué de 23 canaux B), et un seul canal D à 64 Kbit/s (en Amérique du nord un seul canal D à 16 Kbit/s) pour le transport de signalisation [9].

8 La différence entre les technologies RTC et RNIS

- ❖ Le réseau RTC est une technologie analogique, mais le réseau RNIS est une technologie numérique.
- ❖ Avec un réseau RNIS on peut faire plusieurs communications selon le mode d'accès (avec l'accès de base on peut avoir deux communication simultanée, avec l'accès primaire on peut avoir jusqu' à 30 communications simultanée), mais avec le réseau RTC on peut réaliser juste une seule communication.
- ❖ Le RNIS est plus rapide par rapport à son débit qui est plus élevé jusqu' à 64 Kbit/s, mais le RTC ne peut pas dépasser les 54 Kbit/s.

9 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé les concepts liés à la téléphonie, puis nous avons présenté les deux réseaux classiques RTC et RNIS, tout en citant la différence entre les deux.

Les télécommunications en général en générale et la téléphonie en particulier continuent de se développer afin de répondre aux besoins des utilisateurs en termes de bande passante, de qualité, de fiabilité et la variété de service. L'évolution protocolaire de cette technologie (téléphonie) sera l'objectif du prochain chapitre.

Chapitre 2 : Les protocoles de communication

1 Introduction

Dans le monde de la communication informatique, la compréhension des modèles OSI (Open Systems Interconnexion) et TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) et des protocoles est essentielle pour assurer le bon fonctionnement des réseaux. Chaque modèle avec ses protocoles jouent un rôle pour la transmission des données de l'expéditeur vers le destinataire.

Dans ce chapitre, nous allons présenter les rôles principaux de chaque modèles et quelques protocoles qui sont responsable de la transmission des données.

2 Le modèle OSI

2.1 Définition

Le modèle OSI, représente un cadre conceptuel qui établit les principes régissant les communications et la transmission de données entre les systèmes réseau, allant de l'émetteur au destinataire. Il a été créé en 1984 par l'organisation internationale de normalisation. OSI a pour but de créer un modèle de réseau qui aiderait les concepteurs de communiquer entre eux. Ce modèle se compose de sept couches qui suivent les règles suivantes :

- chacune est responsable de son rôle.
- Une couche de niveau N communique avec les couches N+1 et N-1.
- une couche inférieure transporte les données de la couche supérieure sans en connaître le contenu de données.

Les différentes couches du modèle OSI sont organisées en trois groupes distincts en fonction de leurs fonctions :

- Les couches 1 à 3 sont regroupées en tant que couches basses, se concentrant principalement sur la transmission de données.
- La couche 4 agit comme une interface entre les couches basses et hautes, supervisant le transfert d'informations.
- Les couches 5 à 7 forment les couches hautes, mettant l'accent sur le traitement des données.

2.2 Les différentes couches du modèle OSI

2.2.1 Couche physique (physical layer)

La couche physique est la première couche du modèle OSI, elle assure les fonctionnalités suivantes :

- C'est une couche qui est responsable du transfert des données sous forme des séquences binaires à travers des supports physiques.
- Elle normalise les caractéristiques électriques (un bit doit être représenté par une tension).
- Elle définit aussi les spécifications fonctionnelles qui permettrons d'activer ou de désactiver la liaison entre les périphériques.
- Elle n'est pas concernée par les protocoles ou d'autres éléments de la couche supérieure.

2.2.2 Couche liaison de données (data link layer)

La couche liaison de données est la deuxième couche du modèle OSI, elle assure:

- Dans cette couche les données sont divisées en trames, et pour les transmettre elle ajoute des en-têtes.
- Elle détecte et corrige les erreurs de la couche physique.
- Elle se divise en deux sous-couches :
 - La couche MAC contrôle l'accès et la transmission des données entre les appareils du réseau en utilisant des adresses MAC.
 - La couche LLC identifie et encapsule les protocoles de la couche réseau, et gère le contrôle de flux, les erreurs, et les trames
- Elle transmet les données entre deux commutateurs via des adresses MAC.
- Elle utilise plusieurs protocoles, comme : PPP, ATM, HDLC...etc .

2.2.3 Couche réseau (network layer)

La couche réseau est la troisième couche du modèle OSI, elle assure ces fonctionnalités :

- Les données de cette couche sont divisées en paquets pour que la transmission soit plus efficace, car chaque paquet peut être envoyé séparément.
- La couche réseau détermine le chemin optimal pour acheminer les données d'une source à une destination à travers le réseau, c'est ce qu'on appelle le routage.
- Elle attribue des adresses logiques (adresses IP) aux périphériques du réseau pour permettre la transmission des données vers leurs destinations.
- Elle détecte et parfois corrige des erreurs qui sont sur le réseau.
- Elle utilise plusieurs protocoles parmi lesquels: IP, ICMP, IGMP, OSPF....

2.2.4 Couche transport (transport layer)

La couche transport est la quatrième couche du modèle OSI, elle assure les fonctionnalités suivantes:

- Elle garantit le contrôle complet du transfert d'informations entre les deux systèmes de communication.
- Elle prend les messages de la couche session, et les découpe s'il le faut en unités plus petites (segments) et de les passer à la couche réseau.
- Elle est la dernière couche de contrôle des informations.
- Elle ajoute des numéros de port pour chaque service afin de permettre aux applications de savoir à quel service se connecter pour effectuer une tâche spécifique, par exemple on utilise le port 80 pour accéder à des sites web via le protocole HTTP.
- Elle utilise TCP, UDP comme protocoles de transport.

2.2.5 Couche session (session layer)

La couche session est la cinquième couche du modèle OSI, elle permet :

- Assurer le démarrage et l'arrêt d'une session de travail entre deux systèmes éloignés.

- Assurer la gestion des sessions, la synchronisation des données et le contrôle des échanges.
- Prendre en charge plusieurs connexions et se charge de l'authentification de la reconnexion en cas où y' a un problème sur le réseau.
- Elle utilise plusieurs protocoles comme : SIP, RTP.....

2.2.6 La couche présentation (presentation layer)

La couche présentation est la sixième couche du modèle OSI, elle assure les fonctionnalités ci-dessous :

- Vérifie la conformité des données avec les ressources de communication.
- Convertit les données dans un format accepté par la couche d'application et les couches inférieures.
- Elle garantit que les données soient bien reçues et sécurisées entre les systèmes de réseau.
- Elle effectue le traitement de syntaxe c'est-à-dire la conversion des données d'un format à un autre.
- Elle utilise plusieurs protocoles et normes et chacun à son rôle :
 - JPEG la compression des images.
 - MPEG pour la compression des vidéos.
 - ASCII pour la représentation des caractères textuels.

2.2.7 La couche application (application layer)

La couche application est la septième couche du modèle OSI. C'est une couche qui assure les fonctionnalités citées ci-après:

- Elle représente l'interface entre les utilisateurs et les applications.
- Fournit plusieurs services aux utilisateurs tels que : l'envoi et la réception des e-mails, transfert des fichiers, accéder aux pages web...etc.
- Cette couche établit également les protocoles pour les applications finales, notamment :
 - DNS (Système de Noms de Domaine).
 - FTP (Protocole de Transfert de Fichiers).
 - HTTP (Protocole de Transfert Hypertexte).
 - IMAP (Protocole d'Accès aux Messages Internet).
 - POP (Protocole de Bureau de Poste).
 - SMTP (Protocole de Transfert de Courrier Simple).
 - SNMP (Protocole de Gestion de Réseau Simple).
 - Telnet (Émulation de Terminal).

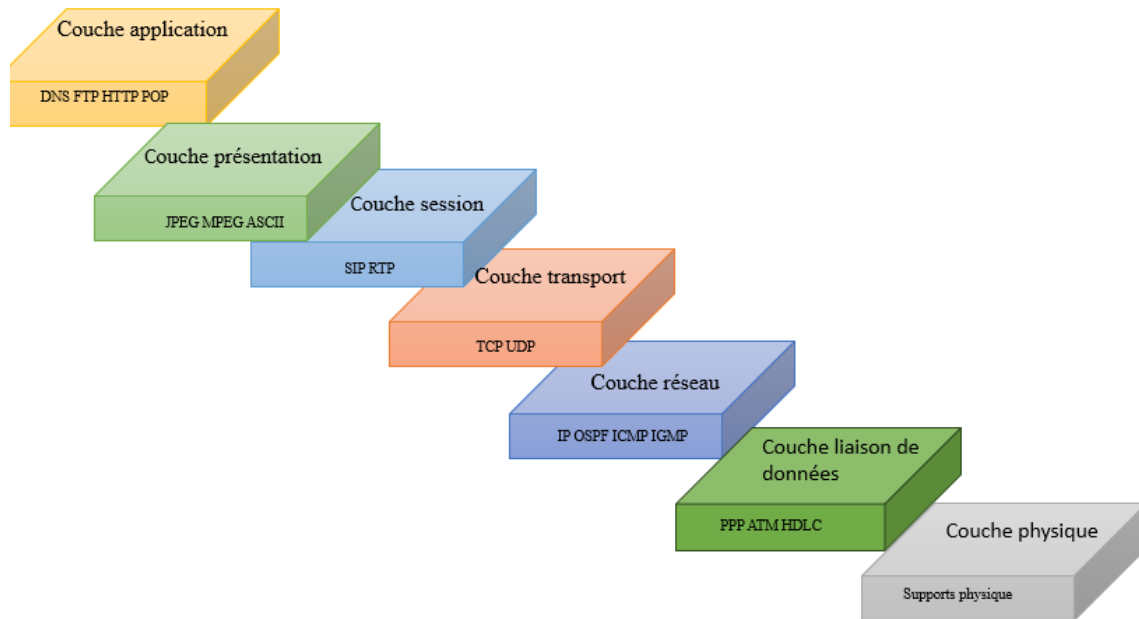


Figure 5: Présentation des couches du modèle OSI.

2.3 La transmission de données dans le modèle OSI

2.3.1 Côté expéditeur

- Les données circulent de la couche sept (application) vers la couche une (physique).
- Chaque couche doit insérer un en-tête xH (H : représente header, x : représente la première lettre de chaque couche) par des protocoles de chaque niveau : c'est ce que on appelle l'encapsulation.
- La transmission des données se fait :
 - Les données commencent leur voyage à la couche application, chaque protocole de cette couche encapsule les données.
 - Elles passent ensuite à la couche présentation pour être converties dans un format compréhensible.
 - La couche session ouvre des sessions pour sécuriser les données grâce à des protocoles spécifiques.
 - À la couche transport, les données sont découpées en segments.
 - Ces segments vont ensuite à la couche réseau où ils deviennent des paquets. Ces paquets définissent leurs chemins grâce aux adresses IP.
 - Ils sont envoyés à la couche liaison des données où ils sont décomposés en trames. Ces trames sont transférées à la couche physique, Là, les données sont converties en un flux binaires.
 - Finalement, elles sont transférées sur un support comme des connexions sans fil ou des câbles.

2.3.2 Côté destinataire

- Les données circulent de la couche une (physique) vers la couche sept (application).
- À chaque passage par une couche, les données ajoutées par le protocole correspondant à cette couche chez l'émetteur sont retirées et utilisées : ce processus est appelé décapsulation.
- Tout d'abord, la couche physique convertira le flux binaire des 1 et des 0 en trames qui seront transmises à la couche liaison de données. Celle-ci ira ensuite réassembler les trames en paquets pour la couche réseau. Puis la couche réseau créera des segments à partir des paquets pour la couche transport, qui par la suite réassemblera les segments en une seule donnée. Les données seront ensuite transférées à la couche session du récepteur, qui les transmettra à la couche présentation, puis mettra fin à la session de communication. La couche présentation supprimera alors la compression et transmettra les données brutes à la couche applicative. Cette dernière alimentera ensuite les données lisibles par l'expéditeur.

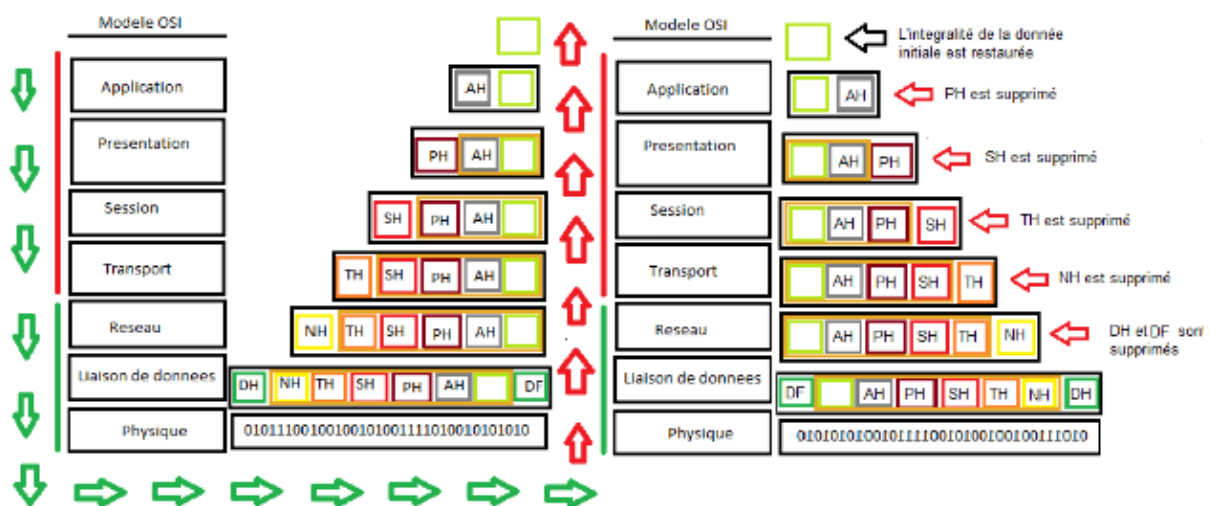


Figure 6: transmission des données dans le modèle OSI.

3 Le modèle TCP/IP

3.1 Définition

Le modèle TCP/IP est un ensemble de couches caractérisées chacune par des protocoles de communication utilisé pour interconnecter des réseaux informatique sur internet. Il est souvent comparé au modèle OSI, mais il est plus simple avec seulement quatre (04) couches : couche application, couche transport, couche internet et couche accès réseau.

Historiquement, le modèle TCP/IP a été développé par le département de la défense des États-Unis (DOD : Departement Of Defense) dans les années 1970 [10].

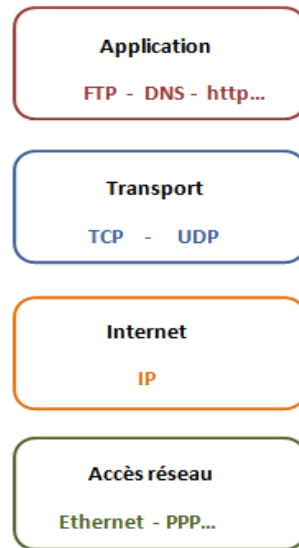


Figure 7: Le modèle TCP/IP.

3.2 Les différentes couches du modèle TCP/IP

3.2.1 Couche Application

- Communication de haut niveau entre applications via des protocoles comme HTTP, FTP, SMTP, DNS, etc.
- Encodage et formatage des données pour la transmission sur le réseau.
- Gestion de l'authentification et de la sécurité des données.
- Gestion des sessions entre les applications.
- Gestion des noms de domaine et des adresses IP.
- Elle est la couche de communication qui s'interface avec les utilisateurs.
- Conversion des données dans un format compréhensible par l'application réceptrice.

3.2.2 Couche Transport

- Segmentation des données pour le transfert sur le réseau.
- Gestion de la fiabilité de la transmission des données.
- Gestion du contrôle de flux pour éviter la congestion du réseau.
- Gestion du multiplexage et du démultiplexage des données.
- Exemple de protocoles utilisés par cette couche : TCP - UDP

3.2.3 Couche Internet

- Gestion du routage des paquets sur le réseau.
- Fragmentation et réassemblage des paquets si nécessaire.
- Attribution et gestion des adresses IP.
- Gestion du protocole de communication IP.
- Elle permet de déterminer les meilleurs chemins à travers les réseaux en fonction des adresses IP.

- Utilise le protocole : IP (Internet Protocol).

3.2.4 Couche Accès Réseau

- Encapsulation des données.
- Gestion de l'accès au support de transmission physique.
- Détection et correction d'erreurs.
- Gestion de la topologie réseau.

3.3 La transmission de données dans le modèle TCP/IP

Lorsque des informations sont envoyées sur Internet (message, photo ou un fichier), le modèle TCP/IP décompose ces données en paquets. Le paquet de base consiste en un en-tête avec les adresses des systèmes émetteurs et récepteurs, ainsi qu'un corps, ou champ de données, avec les données à transférer. Lors de la transmission, les données traversent chacune des couches au niveau de la machine émettrice. A chaque couche, une information est ajoutée au paquet de données, il s'agit d'un **en-tête** (ensemble d'informations qui garantissent la transmission).. Ainsi, à la réception, le message est dans son état original, c'est ce qu'on appelle décapsulation des données.

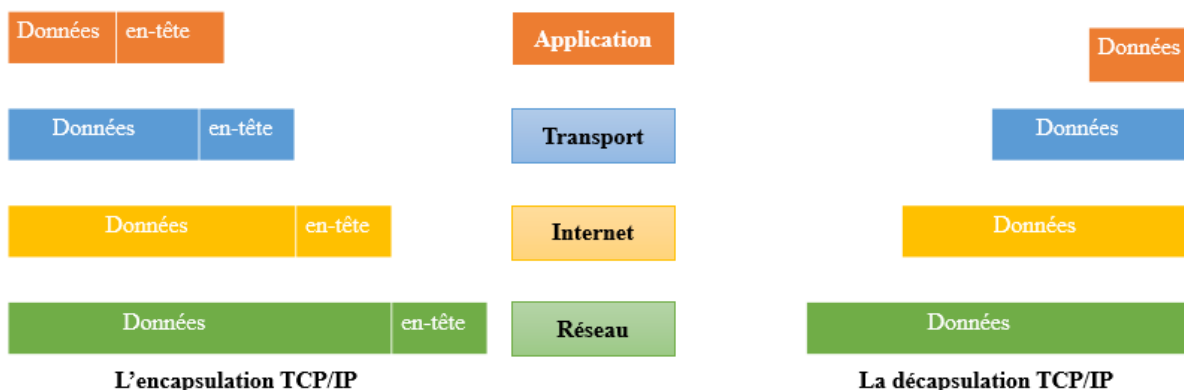


Figure 8 : l'encapsulation et la décapsulation du modèle TCP/IP.

4 La différence entre le modèle OSI et le modèle TCP/IP

- OSI possède 7 couches, tandis que TCP/IP en possède 4.
- Le modèle OSI est une structure logique et conceptuelle qui régule la communication réseau entre les systèmes ouverts à l'interconnexion avec d'autres systèmes.
- L'ISO (Organisation internationale de normalisation) a élaboré le modèle OSI, tandis que le modèle TCP/IP a été développé par ARPANET (Réseau de l'Agence pour les projets de recherche avancée).
- Le modèle OSI aide à standardiser les routeurs, commutateurs, cartes mères et autres matériels, tandis que TCP/IP aide à établir une connexion entre différents types d'ordinateurs.
- OSI fait référence à l'interconnexion des systèmes ouverts, tandis que TCP/IP fait référence à Transmission Protocole de Contrôle.

- les couches de session et présentation font partie du modèle OSI, mais il n’y a pas ces couches dans le modèle TCP/IP.

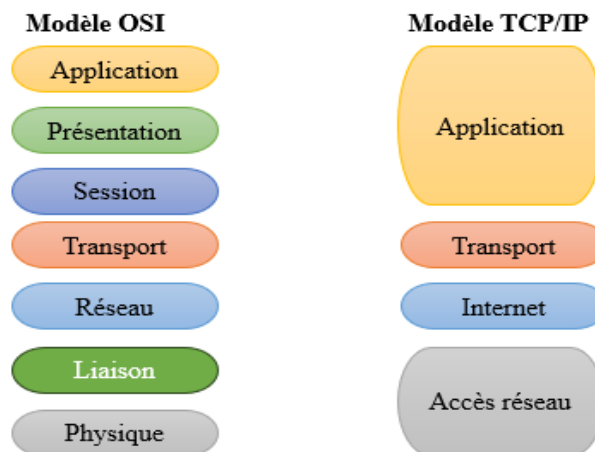


Figure 9: La différence entre le modèle OSI et le modèle TCP/IP.

5 Les protocoles de transport

Les protocoles de transport sont responsables du transport des données entre les terminaux sur un réseau. Ils assurent une transmission fiable et efficace des données. Les principaux protocoles de cette couche sont : TCP (Transmission Control Protocol) et UDP (User Datagram Protocol), chacun offrant des fonctionnalités différentes adaptés à divers besoins de communication.

Ces protocoles (TCP et UDP) sont parfois utilisés avec des protocoles de transport en temps réel (RTP : real time protocol, RTCP : real time control protocol), Ces derniers sont des protocoles de communication conçus pour transmettre des données souvent utilisés dans les systèmes où la synchronisation et la réactivité en temps réel sont importantes, tel que les applications de communication audio.

5.1 Transmission control protocol (TCP)

Le protocole TCP est un protocole de communication orienté connexion c’est-à-dire qu’il permet à deux machines qui communiquent de contrôler l’état de la transmission [11], offre un transfert fiable des données et il garantit :

- l’ordre d’arrivée des données.
- la retransmission des paquets perdus.
- Le contrôle de flux pour éviter la saturation du réseau.

TCP est largement utilisé pour des applications telles que le web, le courrier électronique, le transfert de fichiers et d’autres services où la fiabilité de la transmission des données est essentielle.

5.2 User datagram protocol (UDP)

Contrairement à TCP, UDP est un protocole qui permet l’envoi de datagrammes sans connexion (non orienté connexion) c’est-à-dire qu’il ne garantit pas la livraison des données,

l'accusé de réception et l'ordre d'arrivée. UDP est souvent utilisé pour des applications où la vitesse et l'efficacité sont plus importantes que la fiabilité. Le traitement des erreurs et la retransmission doivent être effectués par d'autres Protocoles.

Le protocole UDP transfère les données d'un émetteur à un récepteur de manière simplifiée et rapide. Dans la machine émettrice les données sont encapsuler dans des datagrammes en ajoutant des informations telles que : l'adresse IP et numéros de port source et destination, la longueur du message et un checksum pour la détection d'erreurs. Ces datagrammes sont ensuite envoyés sur le réseau vers le récepteur, l'UDP ne permet en aucun cas, de savoir si les informations sont bien arrivées, c'est l'application utilisant ce protocole qui s'occupe de la vérification des informations..

Dans des applications temps réel, UDP est le plus approprié, cependant il présente des faiblesses dues au manque de fiabilité. Des protocoles de transport en temps réel sont utilisés au-dessus du protocole UDP pour remédier à ses faiblesses et assurer sa fiabilité. Ces protocoles sont RTP et RTCP.

5.3 Real time Transport Protocol (RTP)

C'est le protocole qui a été développé par l'IETF (Internet Engineering Task Force) , afin de faciliter le transport réel, de bout en bout, des flots de données audio et vidéo sur les réseaux IP [11]. RTP est un protocole de la couche présentation et session du modèle OSI, il utilise les protocoles de transport TCP et UDP mais généralement il utilise UDP qui est mieux approprié à ce genre de transmission.

Plus généralement RTP permet [11]:

- D'identifier le type d'information transporté.
- D'ajouter des marqueurs temporels et des numéros de séquence à l'information transportée.
- De contrôler l'arrivée à destination de paquets.

5.4 Real time transport control protocol (RTCP)

RTCP est un protocole de contrôle utilisé conjointement avec RTP. Ce dernier transmet des données, alors que RTCP, lui contrôle le flux de données et se renseigne sur la qualité de service. Ainsi, RTCP permet de surveiller la qualité d'une session d'appel en surveillant de multiples indicateurs tels que :

- Le nombre de paquets transmis
- la perte de paquets
- la latence
- la gigue

Ces derniers sont très importants pour évaluer justement la qualité de service de toute transmission et réception en temps réel.

La principale différence entre le RTP et le RTCP se situe dans leurs fonctionnalités. Le premier offre simplement un moyen de transférer le trafic en temps réel via un réseau, tandis que le second assure la bonne qualité de livraison du contenu transféré.

6 Les protocoles de signalisation

6.1 Définition des protocoles de signalisation

Les protocoles de signalisations sont des normes et des méthodes utilisées dans les réseaux de télécommunications pour permettre aux appareils de communiquer entre eux, et de gérer la modification et la libération des connexions. Ils facilitent les communications et le contrôle des opérations dans un réseau. Ils sont omniprésents dans les différents types de réseau : les réseaux téléphoniques, réseaux cellulaires, réseaux VOIP, réseaux de données...etc.

6.2 Le protocole H.323

6.2.1 Définition

Le protocole H323 est un protocole de signalisation appartenant à la couche transport du modèle OSI et associant un ensemble de protocole de communication de la voix, d'image et de données sur IP. Il a été mise en place par l'UIT (International Telecommunication Union) en 1996, il est reconnu et adopté par de nombreux fabricants comme : Cisco, IBM, Intel, Microsoft...etc. Il concerne le contrôle des appels, la gestion de la bande passante, la connectique pour les conférences point à point ou multipoints [12].

Il est caractérisé par [12] :

- Une bonne réponse aux besoins de télécommunication.
- C'est un protocole pénalisé par sa complexité et son manque d'évolutivité c'est-à-dire il est difficile à le maintenir et il ne s'adapte pas facilement aux nouvelles technologies et exigences.
- Il est une solution la plus supportée actuellement par le marché (la solution la plus soutenue par le marché).

6.2.2 Les éléments de H.323

Dns le cadre du H.323, plusieurs éléments interviennent pour faciliter la communication multimédia sur les réseaux IP. Il existe quatre éléments qui sont :

6.2.2.1 Les terminaux H.323

Représentent tout équipement qui est capable de participer à des communications multimédia sur un réseau IP. Il peut être un téléphone, un ordinateur muni d'une carte son et d'un micro, ou un appareil exécutant des applications audio.

Un terminal H.323 doit fournir les services suivants :

- H.225 : ce protocole assure les services de signalisation pour l'établissement, la modification et la libération des connexions ou des appels.
- H.245 : ce protocole est responsable de la négociation et du contrôle des sessions entre les terminaux H.323, il négocie les codecs communs, il assure toutes les fonctions de gestion des flux média.
- RAS (Registration, Admission, and Status) :ce protocole fournit des services pour l'inscription, l'admission et la notification de l'état des terminaux sur le réseau H.323. Il

permet aux terminaux de s'enregistrer auprès des gardes barrières. Il permet de recevoir la mise à jour sur l'état du réseau et des terminaux.

6.2.2.2 La passerelle H.323 (Gateway)

La passerelle est un dispositif ou un logiciel qui facilite la communication entre des réseaux différents en convertissant les protocoles de communication. Elle est chargée de la conversion des protocoles utilisés dans les réseaux IP en d'autres protocoles. Par exemple elle permet à un utilisateur d'un réseau IP d'appeler un téléphone fixe ou mobile traditionnel. La passerelle assure aussi l'établissement et la libération des communications tant du côté réseau à commutation de paquets que du côté réseau à commutation de circuits.

6.2.2.3 Les gardes barrières (Gatekeeper)

Le Gatekeeper, considéré comme le cerveau du réseau H.323, est un point central pour tous les appels de ce réseau. Sa fonction principale est d'autoriser les appels, d'authentifier les utilisateurs et de gérer la bande passante. Il assure également des services de routage et joue un rôle clé dans la gestion des fonctions RAS en envoyant des messages de confirmation aux clients qui le contactent.

6.2.2.4 Unité de contrôle multipoint (MCU)

MCU (Multipoint Control Unit) est une composante essentielle qui permet de gérer les conférences multipoint. Il fournit un support pour une conférence entre trois ou plusieurs terminaux. Chacun des terminaux désirant participer à la conversation doit s'enregistrer auprès du MCU. Il permet d'agréger les flux multimédia provenant de plusieurs participants et de les distribuer d'une manière efficace à tous les participants de la conférence.

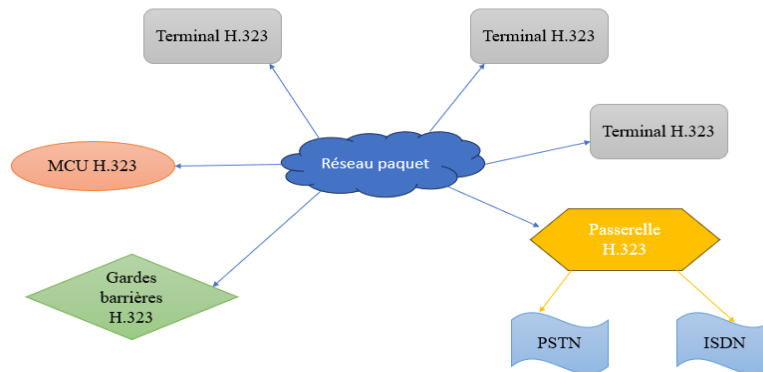


Figure 10: Les éléments de protocole H.323.

6.3 Le protocole SIP (Session Initiation Protocol)

6.3.1 Définition du protocole SIP

Le protocole SIP est un protocole ouvert de télécommunication qui a été normalisé et standardisé par l'IETF en 1999 pour la première fois. Il est basé sur les mécanismes des réseaux IP. Il est devenu progressivement la norme du secteur de télécommunication multimédia. De plus, SIP fonctionne sur le modèle client/serveur, c'est-à-dire qu'une requête

émise par un client est suivie d'une réponse émise par un serveur. Le message SIP a un format texte comme le protocole web HTTP. Il est utilisé dans les services de la téléphonie sur IP.

6.3.2 Les fonctionnalités du protocole SIP

Le protocole SIP remplit diverses fonctions, notamment :

- Identifier l'emplacement d'un terminal par la détermination de son adresse.
- Examiner le profil de la source et ses ressources (disponibilité).
- Négocier le type de média et les paramètres de communication (voix ou vidéo).
- Établir et surveiller les appels.
- Gérer des fonctionnalités avancées telles que le cryptage ou la gestion des erreurs.

6.3.3 L'architecture du protocole SIP

L'architecture du protocole SIP définit une structure en couches pour la communication réseau, elle est extensible pour les services de la voix et la vidéo sur IP.

A chacune des couches de l'architecture SIP sont associés des protocoles tels que :

- **RSVP** : Le protocole RSVP (Resource Reservation Protocol) permet de réserver les ressources réseau sur IP tout en assurant une qualité de service optimale (QoS).
- **RTP** : Le protocole RTP (Real-time Transport Protocol) est utilisé pour transporter des informations en temps réel avec une qualité de service élevée.
- **RTCP** : Le protocole RTCP (Real-Time Control Protocol) assure le contrôle des flux de données multimédia.
- **SAP** : Le protocole SAP (Session Announcement Protocol) spécifie si les sessions multimédias ouvertes sont en mode multicast.
- **SDP** : Le protocole SDP (Session Description Protocol) décrit les sessions multimédias.

L'architecture SIP peut être représentée comme suit :

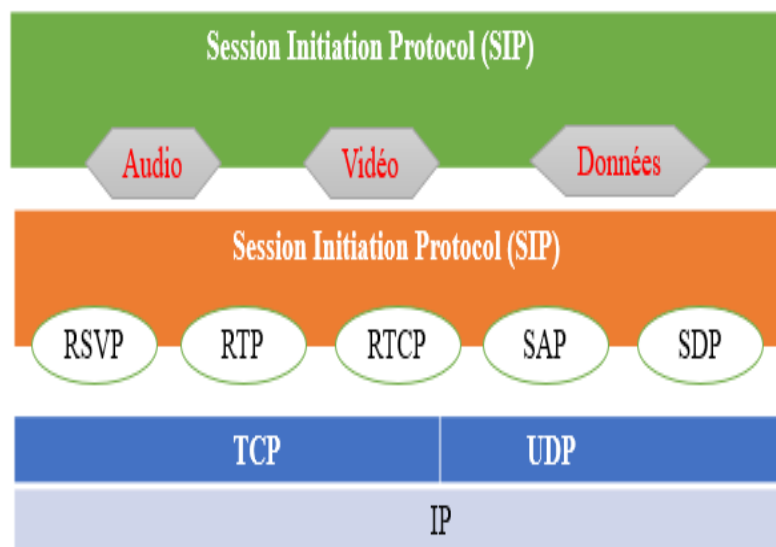


Figure 11: représentation de l'architecture du protocole SIP

7 Le protocole IP (Internet Protocol)

IP signifie « Internet Protocol » ou protocole internet en français. C'est un protocole de communication de la couche réseau du modèle OSI, et de la couche internet du modèle TCP/IP qui permet l'acheminement des paquets de données à travers un réseau, y compris internet. Son rôle principale est le routage des paquets et définir la manière dont les données sont fragmentées et réassembler entre les différents périphériques connecter à un réseau. Il existe deux versions principales de l'IP : IPv4 (Internet Protocol Version 4) et IPv6 (Internet Protocol Version 6) qui sont utilisées pour identifier et localiser les appareils connectés à un réseau.

7.1 Internet protocol version 4 (IPv4)

IPv4 est la première version du protocole IP à avoir été développé dans les années 1970 par Vint Cerf et Bob Kahn, il a été standardisé pour la première fois dans la RFC 791 en 1981. C'est un protocole qui est largement utilisé pour l'adressage et le routage des paquets de données sur les réseaux.

IPv4 est caractérisée d'un format d'adresse de 32 bits, ce qui permet environ 4.3 milliards d'adresses uniques, ces adresses sont généralement représentées sous la forme de quatre octets exprimés avec leurs valeurs décimales et séparé par des points, par exemple : 192.168.1.1 cette représentation est dite « dotted decimal » [7].

IPv4 a participé aussi à l'expansion d'internet, ce qui a engendré la demande croissante en adresses IP et la multiplication des appareils connectés, causant la limitation d'IPv4 par le problème d'épuisement des adresses.

7.2 Internet protocol version 6 (IPv6)

Pour remédier au problème d'IPv4 cité précédemment, IPv6 a été développé en 1990, en utilisant des adresses de 128 bits, offrant potentiellement un nombre élevé d'adresses uniques, cela permet de soutenir la croissance future d'internet et garantit la présence de suffisamment d'adresses pour chaque appareil connecté. En plus de l'espace d'adressage, IPv6 offre plusieurs fonctionnalités et améliorations de plus par rapport à IPv4, telles que :

- Routage et configuration plus efficace et automatisée.
- Inclut des fonctionnalités QoS avancées pour une gestion optimisée du trafic.
- Intégration nativement IPsec pour une sécurité renforcée.
- Structure d'en-tête améliorée et réduction du coût de traitement.
- La meilleure gestion du routage.

8 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons étudié les modèles OSI et TCP/IP, les couches les constituants ainsi que les protocoles caractérisant chacun.

Pour la transmission des données en temps réel, notamment pour la voix sur IP, plusieurs protocoles sont utilisés. Cela inclut les protocoles de transport UDP, qui requièrent l'utilisation de deux protocoles supplémentaires : RTP et RTCP, pour une transmission fiable en temps réel avec une faible latence. De plus, il est nécessaire d'utiliser des protocoles de signalisation

tels que H.323 et SIP, qui permettent l'établissement, la gestion et la terminaison des sessions de communication vocale. Enfin, le protocole IP joue un rôle essentiel dans cette transmission. L'ensemble de ces protocoles permettent une transmission et une communication efficaces et fiables en VoIP. Le prochain chapitre détaillera davantage ce dernier point et ses objectifs.

Chapitre 3 : La téléphonie IP

1 Introduction

Le développement rapide de l'internet et l'utilisation croissante des réseaux fondés sur le protocole IP (Internet Protocol) pour les services de communications, a donné la naissance à la ToIP (Téléphonie sur IP).

Dans ce chapitre, nous allons étudier la téléphonie sur IP, et nous allons détailler son principe de fonctionnement, les différents protocoles utilisés ainsi que la qualité de service QoS (Quality of Service).

2 Evolution de la téléphonie classique à la téléphonie IP

La téléphonie est toujours présente dans notre vie quotidienne . Elle est devenue commune pendant la deuxième moitié du 20e siècle et maintenant, elle est indispensable dans notre travail et pour nos conversations personnelles.

Avec le temps, les façons de communiquer et les téléphones ont beaucoup évolué, ce qui a modifié notre façon de communiquer, de travailler mais aussi d'échanger les informations.

Avec la téléphonie classique, on avait des téléphones fixes chez nous, puis des téléphones portables, mais avant, on utilisait des signaux comme la fumée ou des tambours pour transmettre des informations importantes, surtout pour alerter des dangers. Et du côté protocolaire, elle utilisait seulement les technologies analogiques tel que le RTC pour transmettre la voix à travers les lignes téléphoniques traditionnelles

Grâce à l'évolution de la téléphonie classique vers la téléphonie IP, on peut même téléphoner avec nos ordinateurs grâce à des logiciels, nos façons de communiquer sont devenues plus faciles et plus rapides.

Maintenant, avec les avancées, le monde est plus petit, les gens sont plus proches, et les entreprises peuvent travailler partout dans le monde. Les outils de communication ont joué un grand rôle dans ces changements. L'avancée de la téléphonie IP a considérablement révolutionné le paysage protocolaire en introduisant des normes telles que SIP et H.323. Ces protocoles permettent la transmission de la voix sur des réseaux IP, offrant une alternative économique et flexible aux solutions de téléphonie traditionnelles. En utilisant des protocoles tels que UDP pour le transport des données, la téléphonie IP réduit les coûts tout en offrant une qualité de service satisfaisante. Cette évolution a également favorisé l'émergence de nouveaux services et applications, exploitant les avantages de la connectivité Internet pour offrir des solutions de communication innovantes et accessibles.

3 Téléphonie IP

3.1 Définition

La téléphonie sur IP constitue un mode de communication utilisant la transmission de la voix sur le réseau IP (VoIP : Voice over Internet Protocol) qui est une technologie permettant de communiquer en utilisant Internet et les réseaux IP au lieu des lignes téléphoniques standards. La mise en œuvre de la VoIP offre là une première brique de migration vers la téléphonie sur IP [13].

Ce dernier, est une technologie qui est de plus en plus utilisée dans les sociétés Algériennes. En effet, ses multiples atouts font de cette technologie une solution attirante pour les administrateurs, tant au niveau prise en charge qu'au niveau financier [14].

3.2 Fonctionnement

Lorsqu'un utilisateur veut entrer en communication avec un autre, une connexion est alors établie entre les deux terminaux. L'utilisateur peut alors émettre un son par le biais d'un micro (signal analogique) qui est ensuite numérisé et compressé par la machine (signal par synthèse).

Une fois les données encapsulées dans un paquet, il est envoyé au destinataire qui procédera aux opérations inverses assurant ainsi la mise en forme d'un message audible.

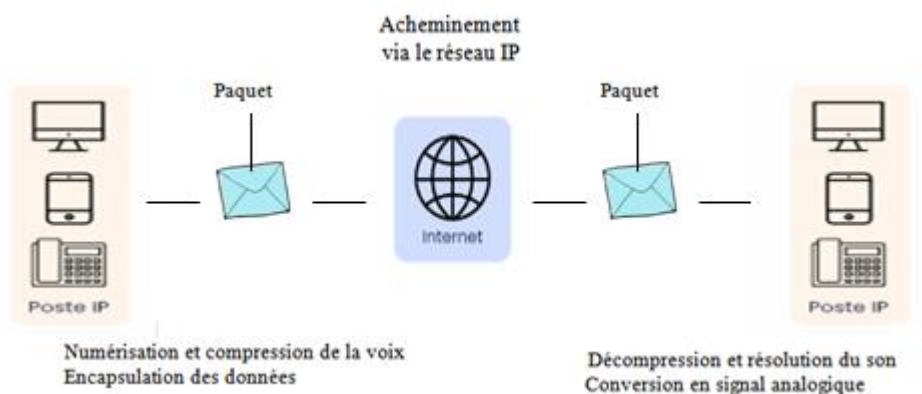


Figure 12: Transport de la voix sur un réseau IP.

4 La voix sur IP

4.1 Définition

La voix sur IP ou VoIP est une technique qui permet de communiquer par la voix sur les réseaux compatibles avec le protocole IP quel que soit l'internet filaire (fibre optique, ADSL...) ou par satellite (Wi-Fi, GSM...). Elle assure la transmission de médias (voix , vidéo) en temps réel sous la forme de paquets.

4.2 Fonctionnement

Les principales étapes pour transmettre la voix via un réseau internet sont :

- 1- La conversion de la voix en signal numérique qui passera par l'échantillonnage et la quantification grâce à un convertisseur analogique/numérique.
- 2- Le signal numérique obtenu est comprimé et encodé grâce à des algorithmes de compression spécifiques (les codecs).
- 3- Le signal comprimé est découpé en paquets.
- 4- Et enfin, la paquetisation et l'ajout des entêtes.

5 La différence entre la ToIP et la VoIP

Le tableau 1 résume les principales différences entre la ToIP et la VoIP en termes de champs d'application, de complexité et de fonctionnalités offertes :

Caractéristiques :	ToIP (Téléphonie sur IP) :	VoIP (Voice over IP) :
Champ d'application	Inclut la voix, la vidéo, la messagerie...	Se concentre uniquement sur la transmission de la voix sur IP.
Complexité	Peut-être plus complexe en raison de sa portée plus large.	Généralement plus simple car focalisée sur la voix.
Service et fonctionnalités	Offre un large éventail de services et de fonctionnalités.	Axée principalement sur la qualité vocale et la transmission d'appels.

Tableau 1: la différence entre ToIP et VoIP

En résumé, ToIP est un ensemble de services qui inclut la VoIP, tandis que ce dernier est utilisé uniquement sur le transport de la voix sous forme numérique dans les réseaux IP.

6 Les modes d'accès

En téléphonie on peut distinguer 3 scénarios possibles selon le type de terminal utilisé :

6.1 Téléphonie de PC à PC

Dans ce scénario, les deux correspondants utilisent un PC rattaché au réseau Internet par l'intermédiaire d'un fournisseur d'accès Internet. Cette technique nécessite des participants à la communication d'avoir un PC muni d'un modem, d'une carte réseau, d'un microphone, d'un haut-parleur et d'un logiciel de téléphonie IP compatible de chaque côté. La voix est comprimée et décomprimée par un logiciel de compression. Ce mode de fonctionnement nécessite que les correspondants se fixent un rendez-vous préalable sur Internet ou soient connectés en permanence.



Figure 13: Exemple de téléphonie de PC à PC

6.2 Téléphonie entre PC et poste téléphonique

Dans ce scénario, l'un des correspondants utilise un PC rattaché au réseau Internet par un fournisseur d'accès Internet, l'autre correspondant utilise un téléphone rattaché au réseau téléphonique commuté. Une passerelle (Gateway : dispositif permettant de relier deux réseaux)

différent) est nécessaire entre les deux réseaux pour rendre possible cette technique et faire la conversion entre réseaux (dans ce cas elle fait la conversion Internet-RTC et vis-versa).



Figure 14: Exemple de téléphonie entre PC et poste téléphonique.

6.3 Téléphonie entre postes téléphoniques

Dans ce cas les deux correspondants utilisent un téléphone conventionnel via le réseau téléphonique commuté. Une passerelle est utilisée de chaque côté entre ce réseau et le réseau Internet pour convertir la voix IP en voix et vis-versa.



Figure 15: Exemple de téléphonie entre postes téléphoniques

7 Les codeurs et décodeurs (codecs)

7.1 Définition

Le signal une fois numérisé peut être traité par un codec, qui est un dispositif matériel ou logiciel utilisée pour coder et décoder un flux de données numériques, notamment des signaux audio afin de les compresser pour la transmission. Cela permet de réduire la taille des fichiers tout en préservant une qualité acceptable, et facilite ainsi un transfert efficace de données multimédias sur les réseaux et les appareils. Le codec code et compresse les données numériques, par la suite ces données sont encapsuler dans des paquets IP et acheminer vers le destinataire. A la destination le même codec décompresse et décode pour restituer le son et le message d'origine.

Les codecs peuvent être divisés en deux grandes catégories :

- Les codecs avec pertes (lossy).
- Les codecs sans pertes (lossless).

A. Les codecs avec pertes : Ces codecs réduisent la taille des fichiers audio en éliminant certaines données jugées moins importantes pour la perception humaine, en revanche Cela permet de réduire la bande passante nécessaire pour la transmission des données. Exemple de codecs avec pertes : G.711, G.729, G.726 etc...

B. Les codecs sans pertes : Ces codecs préservent toutes les données audio sans aucune perte de qualité, cela signifie qu'ils garantissent une qualité sonore maximale mais nécessitent plus de bande passante pour la transmission, ce type de codec est utilisé quand la qualité de la restitution est importante. Exemples des codecs sans pertes : G.711.1, G.722 etc...

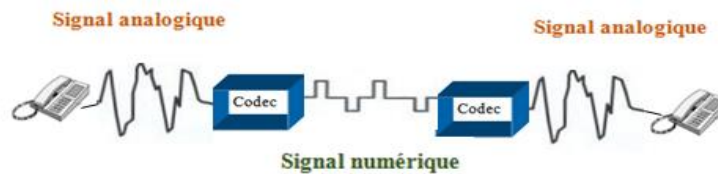


Figure 16: Rôle d'un codec

7.2 Le choix d'un type de codec

Le choix d'un codec dépend donc des exigences ou des caractéristiques uniques de l'appareille VoIP, comme la qualité audio requise, la disponibilité de la bande passante et la limite de temps acceptable pour la transmission des données d'un point à un autre dans un système de communication (la contrainte de latence) .

7.3 Caractéristiques de quelque codecs

Dans les années dernières, les codecs les plus utilisés dans les systèmes de VoIP et de téléphonie sur IP étaient généralement les suivants :

- **G.711** : Ce codec est le plus premier à avoir été utilisé dans la voix sur IP. Malgré qu'il existe maintenant des codecs qui utilisent plus de bande passante que certains autres , le G.711 reste populaire en raison de sa qualité audio élevée et de sa compatibilité avec de nombreux systèmes. Son débit est de 64 Kbits/s.
- **G.722** : Propose une qualité audio haute définition, mais nécessite plus de bande passante que le G.711, largement utilisé dans les communications vocales sur IP. Les débits que ces codecs fournissent sont 48.56 ou 64 Kbits/s.
- **G.729** : Un codec avec une meilleure compression avec perte, offrant une qualité acceptable tout en consommant moins de bande passante.

7.4 La qualité du codec (MOS)

Pour évaluer la qualité d'un codec, il existe le critère de notation MOS (Mean Opinion Score), ce dernier est une mesure de la qualité perçue par les utilisateurs d'un codec basée sur leurs opinions concernant la clarté et la naturalité du son qu'ils reçoivent lors de communications audio. Les utilisateurs notent la qualité de la voix sur une échelle de 1 à 5 :

- Mauvais (1)
- Médiocre (2)
- Moyen, assez bon (3)
- Bon (4)
- Excellent (5)

8 Principe de la transmission de la voix via le protocole internet

Pour comprendre le principe de transmission de la voix via un protocole internet (VoIP), il est nécessaire de comprendre les étapes permettant à la voix de voyager sous formes de données numériques.

Pour convertir la voix en signal numérique l'échantillonnage et la quantification sont les étapes essentielles. L'échantillonnage consiste à prendre des mesures de la vague sonore à intervalles réguliers. Par exemple, en mesurant la hauteur du son à chaque millième de seconde. Ces mesures sont appelées échantillons représentent la voix sous forme de données discrètes. Ensuite, La quantification consiste à attribuer une valeur numérique à chaque échantillon, généralement en utilisant des nombres binaires (0 et 1). Plus l'échantillon est fort, plus le nombre binaire attribué sera élevé, et vice versa. Pour reproduire le signal à l'arrivée, le récepteur doit disposer d'un minimum d'échantillons. Claude Shannon a montré qu'il n'existant une relation étroite entre la fréquence maximale d'un signal et le nombre d'échantillons à prélever [12]:

$$F_{\text{échantillon}} \geq 2 \cdot F_{\text{max du signal}}$$

Après l'échantillonnage et la quantification, beaucoup de données numériques doivent être transmises. La compression réduit la taille de ces données en éliminant les redondances ou en utilisant des algorithmes pour encoder les informations de manière plus efficace. Ensuite, Les données numériques de la voix sont compressées par des codecs qui peuvent détecter les parties silencieuses et les éliminer, réduisant ainsi la taille du fichier audio.

Une fois que le signal vocal est converti en données numériques et comprimé, il est segmenté en petits paquets de données au niveau de la couche réseau et des entêtes seront ajoutés pour faciliter la transmission sur Internet. Chaque paquet contient une partie de l'information vocale ainsi que des informations de routage pour savoir où il doit aller. Ces paquets sont envoyés sur Internet et empruntant différents chemins pour atteindre leur destination. À l'arrivée, ils sont réassemblés dans le bon ordre, et le signal vocal est reconstruit à partir des données numériques. Enfin, il est converti en signal analogique pour être entendu par le destinataire par un haut-parleur du téléphone IP .

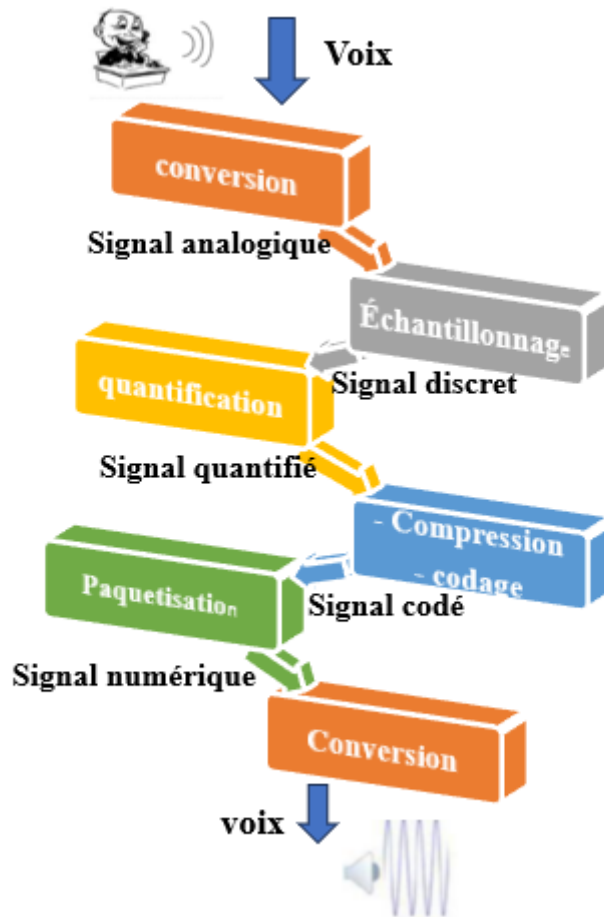


Figure 17 : Principe de la transmission de la voix via le protocole internet

9 La qualité de service

9.1 Définition

La qualité de service (QoS) est un concept important à prendre en compte lors de la mise en œuvre de la VoIP. Elle sert à garantir une expérience de communication vocale fiable et de haute qualité pour les utilisateurs de téléphonie IP. Tout en réduisant la gigue, en contrôlant la bande passante et en gérant la latence. Elle résout beaucoup de problèmes qui sont liés au réseau : la perte des paquets, la qualité audio médiocre...

9.2 Les objectifs de la QoS

La qualité de services assure plusieurs objectifs, et pour les réaliser elle doit faire face à plusieurs contraintes, obstacles et problèmes, nous pouvons citer :

- ❖ Garantir une performance fiable et satisfaisante des services ou des produits.
- ❖ Priorisation des paquets en fonction de leur type(voix, vidéo, données...) et les besoins des applications pour éviter la congestion.
- ❖ Assurer la sécurité et la confidentialité des données transmettant sur le réseau.
- ❖ Optimiser l'utilisation des ressources réseau pour une efficacité maximale.

9.3 Les problèmes traités par la QoS

9.3.1 Manque de la bande passante

la bande passante désigne le volume de données qui peut être transféré d'un point à un autre d'un réseau en un laps de temps défini. Généralement, elle s'exprime sous la forme d'un débit binaire, mesuré en bits par seconde (bps). La QoS traite le problème de manque de bande passante en donnant la priorité aux choses importantes comme les appels téléphoniques, elle alloue une part suffisante de bande passante pour assurer la qualité des services prioritaire pour que les appels restent clairs et les autres données ne les bloquent pas. La QoS optimise l'utilisation de la bande passante ce qui permet à tout le monde de continuer à parler même si le réseau est occupé.

9.3.2 Le retard de bout en bout (la latence)

Le retard de bout en bout ou la latence est le délai exact qu'il faut à un paquet pour atteindre le point de réception après avoir été envoyé. La QoS réduit la latence en s'assurant que les données importantes sont traitées plus rapidement et réduire le temps entre l'envoi et la réception des données vocales, ce qui permet des conversations en temps réel sans décalage perceptible.

9.3.3 La gigue(jitter)

La gigue désigne les variations de délai entre l'envoi et la réception des données. La QoS gère la gigue en utilisant des tampons mémoires intelligents pour permettre de stocker temporairement les données, ce qui permet à la QoS de minimiser les variations de délai et assure des communications en temps réel plus stables et cohérentes pour les utilisateurs.

9.3.4 La perte des paquets

La QoS utilise des mécanismes de correction d'erreur et de retransmission pour minimiser la perte de données, elle garantit que toutes les informations vocales envoyés atteints leurs destination. Elle réalise une mesure entre les paquets envoyés et reçus par rapport au nombre total envoyé en pourcentage.

10 Les protocoles utilisé dans la ToIP

10.1 Le transport de la voix

Pour le transport de la voix sur IP, le protocole IP et le protocole de transport UDP sont utilisés mais ne sont pas suffisants pour le transfert de la voix en temps réel. Et pour des raisons d'efficacité et de fiabilité le protocole UDP a besoin des protocoles pour qu'il gère tous les problèmes de la gigue et la latence, et d'éviter les erreurs. Donc deux protocoles complémentaires ont été adjoints à UDP pour le transport de données en temps réel, le premier est RTP qui a pour rôle de fournir les informations nécessaires à la correction de la gigue[15], il définit simplement un formatage particulier des données pour les paquets IP transportant de telles données temps réel, qui comprend : une informations sur le type de données transportées, des marqueurs temporels, des numéros de séquence [16]. Le second, intégré dans RTP est RTCP qui fournit périodiquement des informations sur la qualité de service dans le réseau[15], ainsi que des informations concernant l'identité des participants.

Donc le RTP transporte les données en temps réel sur internet, et le RTCP l'accompagne pour assurer une meilleure transmission et garantir une meilleure qualité pour les conversations vocales .

10.2 La signalisation de la voix

La signalisation de la voix sur IP (VoIP) est un aspect fondamental des communications numériques, facilitant l'établissement, la gestion et la fin des appels vocaux via des réseaux IP. À travers des protocoles comme SIP (Session Initiation Protocol) et H.323, la signalisation permet l'initiation des appels en identifiant les utilisateurs, en localisant les destinataires et en négociant les paramètres de la session tels que les codecs audio et les exigences de qualité de service. Cette communication entre les terminaux, les serveurs de gestion des appels et les passerelles assure une coordination fluide des interactions vocales, y compris les transferts d'appels, la mise en attente et d'autres fonctionnalités de gestion. De plus, la signalisation VoIP peut intégrer des mécanismes de sécurité pour protéger la confidentialité et l'intégrité des communications contre les menaces telles que l'usurpation d'identité et les attaques par déni de service. Ainsi, comprendre la signalisation VoIP est essentiel pour garantir des systèmes de communication vocale sur IP fiables, sécurisés et efficaces.

11 Sécurité des communications IP

Le chiffrement et les VPN sont deux aspects importants de la sécurité des communications IP :

11.1 chiffrement

Le chiffrement consiste à encoder les données de manière à ce qu'elles ne puissent être lues que par des personnes autorisées disposant de la clé de déchiffrement. Cela garantit la confidentialité des données pendant leur transit sur le réseau.

11.2 VPN(Réseau Privé Virtuel)

Un VPN crée un tunnel sécurisé entre deux points sur un réseau public, comme Internet. Il utilise le chiffrement pour protéger les données qui transitent à travers ce tunnel. En plus de la confidentialité, un VPN offre également l'authentification et l'intégrité des données.

11.3 La différence entre le chiffrement et le VPN

Comparons-les en termes de sécurité pour une communication IP générale :

- ❖ **Confidentialité** : Les deux offrent un niveau élevé de confidentialité en chiffrant les données. Cependant, un VPN ajoute une couche supplémentaire de confidentialité en créant un tunnel sécurisé.
- ❖ **Intégrité** : Les deux protègent l'intégrité des données en s'assurant qu'elles ne sont pas altérées pendant le transit.
- ❖ **Authentification** : Un VPN offre généralement des mécanismes d'authentification supplémentaires pour s'assurer que seules les parties autorisées peuvent accéder au réseau privé virtuel.

Alors, tandis que le chiffrement assure la confidentialité des données, un VPN va plus loin en créant un environnement sécurisé et en fournissant des mécanismes d'authentification supplémentaires, ce qui en fait un choix plus complet pour la sécurité de la communication IP générale.

12 Conclusion

La ToIP (Téléphonie sur IP) et la VoIP (Voice over IP) révolutionnent les communications en permettant la transmission de la voix via des réseaux IP. La TOIP englobe un spectre plus large en intégrant la téléphonie dans un environnement informatique global, offrant ainsi des fonctionnalités avancées telles que la capacité d'intégrer différents de services comme la voix, la vidéo, la messagerie et la mobilité. En revanche, la VoIP se concentre principalement sur la transmission vocale via IP. Ces technologies offrent des avantages significatifs en termes de coûts, de flexibilité et d'innovation, transformant radicalement la façon dont nous communiquons et collaborons.

Chapitre 4 : Installation et configuration d'un standard IPBX

1 Introduction

Dans le contexte des télécommunications ouvertes à différents opérateurs, où les offres sont multiples et où les appels sont parfois gratuits, il peut sembler complexe de gérer les communications sans disposer de ressources considérables. Cependant, une solution viable consiste à mettre en place un serveur de téléphonie pour un usage local, avec le choix le plus répandu étant le central téléphonique qui est connu sous le nom de PABX ou l'installation d'un IPBX.

Ce chapitre sera scindé en deux parties : la première est consacrée pour expliquer les fonctionnalités des équipements utilisés dans le cadre des configurations et installations des réseaux que nous avons effectués. La deuxième partie porte la solution à l'infrastructure réseau qui consiste d'englober les deux réseaux informatique et téléphonique au sein d'une seule prise mais aussi les étapes essentielles pour la configuration des lignes externes sur un poste téléphonique IP et un Smartphone.

Nous avons eu l'opportunité de faire un stage pratique chez l'entreprise SADOUN TELECOM qui est une entreprise spécialisée dans la fourniture et installation des réseaux informatiques et téléphoniques PABX et IPBX.

2 Présentation de l'entreprise :

L'entreprise SADOUN TELECOM, elle a été fondée en 1994 par monsieur SADOUN Amar avec un capital de 5000 000 DZD. Installateur et distributeur Alcatel depuis 30 ans, elle offre les meilleures solutions de télécommunications internes et externes pour les entreprises avec les meilleures technologies. Son siège se situe à 18, Lot Hasnaoua Immeuble Hammoutaine à Tizi-Ouzou. Elle emploie de 20 à 49 employés. Elle est scindée en deux sièges le premier est au sud-ouest et le deuxième à Lot Hasnaoua.

Elle est constituée d'une équipe technique qui se déplace vers les clients et une autre équipe qui travaille dans le siège et qui est divisé en plusieurs services : service de comptabilité, service commercial, et la direction. C'est une entreprise qui offre plusieurs prestations:

- Installation des réseaux téléphoniques ;
- Installation des standards téléphoniques PABX et IPBX (Alcatel, LG ERICSSON) ;
- Réparation et maintenance des standards téléphoniques et réseaux informatiques et téléphoniques ;
- Installation réseaux électriques ondulés ;
- Installation des switch et routeurs ;
- Vente et installation des postes téléphoniques Alcatel-Lucent : 4039 4029 8028s 8212Dect ...
- Fourniture et installation des cartes : APA UAI SLI AMIX CPU
-

Partie 1

Alcatel est une entreprise multinationale spécialisée dans les télécommunications et réseau créé en 31 Mai 1898 en France. Elle produit des systèmes téléphoniques privés PABX et IPBX de plusieurs gammes.

Dans cette partie, nous allons présenter les standards de la gamme Alcatel-Lucent OmniPCX Office.

1 Les équipements fabriqués par Alcatel-Lucent

Alcatel-Lucent fabrique une vaste gamme d'équipements de télécommunications, nous pouvons citer :

- Commutateurs téléphoniques (PABX, IPBX).
- Routeurs.
- Commutateurs Ethernet.
- Équipements de transmission de données (DSLAM, MSAN).
- Équipements de réseaux optiques (DWDM, OLT, ONT).
- Équipements sans fil (stations de base, contrôleurs WLAN).
- Solutions de communication d'entreprise (téléphones IP, logiciels de communication unifiée).
- Équipements de téléphonie mobile (stations de base, équipements de cœur de réseau).

2 Alcatel-Lucent OmniPCX Office

Le standard Alcatel OmniPCX Office est un standard téléphonique à la fois simple et puissant, c'est une solution de communication d'entreprise tout en un, offrant des fonctionnalités de téléphonie, de messagerie vocale et des conférences. Elle est conçue pour les petites et les moyennes entreprises, offrant une plateforme flexible pour répondre aux besoins de communication professionnelles. Il intègre à la fois des fonctionnalités de PABX (Private Automatic Branch eXchange) traditionnelles et des fonctionnalités avancés d'IPBX (Internet Protocol Private Branch eXchange).

3 Le standard PABX

3.1 Définition

Le standard PABX (ou autocommutateur téléphonique privé) est un moyen de communication utilisé dans les entreprises, pour gérer les appels téléphonique internes et externes. Il permet de séparer le réseau téléphonique et le réseau informatique pour optimiser la gestion des communications et les données. Un PABX est conçu pour fonctionner sur un réseau téléphonique traditionnel, dit RTC et des postes téléphoniques analogiques. Il existe cependant des passerelles et des adaptateurs permettant de faire fonctionner un PBX avec des lignes numériques et des postes téléphoniques IP.

3.2 Les fonctions d'un PABX

3.2.1 Les postes analogiques

On distingue deux types de postes analogiques : postes téléphoniques analogiques simples et postes téléphoniques analogiques avec afficheur. Leurs fonctionnalités consistent à effectuer des appels téléphoniques entre différents utilisateurs, la seule différence entre les deux est que ce dernier permet l'affichage des coordonnées de l'appelant contrairement aux postes téléphoniques analogiques simples.

3.2.2 Les postes numériques

Les postes numériques connectés à un PABX incluent les fonctionnalités typiques de:

- Routage des appels.
- Distribution des appels téléphoniques.
- Transfert des appels.
- Messagerie vocale.
- Etablir un répertoire et un journal des numéros fréquemment utilisée.
- Permettre aux utilisateurs de participer à une conversation téléphonique.
- Sécurité.

3.3 Les types de standards PABX

3.3.1 Le standard Small (petit)

Le PABX Alcatel-Lucent Omni PCX Office Small contient trois emplacements ou slots [17]:

- Emplacement dédiée pour la CPU (Central processing Unit) placée en haut et à droite du boîtier.
- Deux emplacements pour les cartes d'interface (sauf la SLI16).

Il est caractérisé par :

- 28 ports.
- Consommation : 1 A (230 V) / 2 A (110 V) - 80 W.
- Dimension : H = 66 mm ; L = 442 mm ; P = 400 mm.
- Poids : 6 kg.



Figure 18: le standard Small [18].

3.3.2 Le standard Medium (moyen)

Il peut recevoir 6 emplacements ou slots [17]:

- Un emplacement est réservé pour la carte CPU (placée toujours en haut à droite du boîtier).

- Cinq emplacements pour les cartes d'interfaces.

Il est caractérisé par :

- 48 ports.
- 1 emplacement CPU et 5 emplacements banalisés.
- Consommation : 1,2 A (230 V) / 2,3 A (110 V) - 120 W.
- Dimension : H = 110 mm ; L = 442 mm ; P = 400 mm.
- Poids : 11 kg.



Figure 19: le standard Medium [18].

3.3.3 Le standard Large (grand)

Il peut recevoir 9 emplacements de cartes ou slot [17] :

- Un emplacement est dédié pour la CPU (est placé toujours en haut et a droit du boîtier).
- 8 emplacements sont réservés pour les cartes d'interface (4 emplacements banalisés + 4 emplacements spécifiques (pas de cartes UAI16 et MIX)).

Il caractérise par :

- 96 ports.
- Consommation : 1,2 A (230 V) / 2,3 A (110 V) - 150 W.
- Dimension : H = 154 mm ; L = 442 mm ; P = 400 mm.
- Poids : 13 kg.



Figure 20: le standard Large [18].

3.4 Les cartes d'interfaces

3.4.1 Les cartes CPU

L'interface carte CPU dans un système PABX est un composant essentielle qui gère les fonctions de traitement et de contrôle de la centrale téléphonique. Son rôle est la gestion de l'alimentation électrique, du traitement des appels, de la signalisation et souvent de diverses fonctionnalités avancées tel que la messagerie vocale et les services de centre d'appel. En résumé c'est le cœur du système PABX, qui assure le bon fonctionnement de la téléphonie d'entreprise.

Les cartes d'interface ont suivi une trajectoire similaire à celle des autres composants informatiques en termes de l'évolution. Par exemple les cartes CPU utilisées dans l'entreprise SNC SADOON TELECOM sont :

- CPU-1.
- CPU-2.
- CPU-3.
- CPU-4.
- Power CPU.
- Power CPU EE.



Figure 21: Exemple de carte CPU Power EE.

3.4.2 Les cartes SLI (Subscriber Line Interface)

Les cartes d'interfaces SLI (Subscriber Line Interface) dans un système PABX permet la connectivité entre les systèmes téléphoniques internes de l'entreprise et les lignes téléphonique externes en utilisant les postes analogiques. Elles facilitent les communications entre l'entreprise et le réseau téléphonique public ou privé. Elles permettent le raccordement des terminaux analogiques. Il existe trois (03) variantes de cartes :

- SLI-4 : 4 équipements.
- SLI-8 : 8 équipements.
- SLI-16 : 16 équipements.



Figure 22: La carte d'interface SLI-8.

3.4.3 Les cartes APA (Analog Port Adapter)

Les cartes d'interfaces APA (Analog Port Adapter) jouent un rôle crucial en permettant la connexion des lignes téléphoniques externes provenant des autres entreprises ou de réseaux téléphoniques public commuté (RTC).

Il existe trois variantes de cartes :

- APA-4 : 4 équipements.

- APA-8 : 8 équipements.
- APA-16 : 16 équipements.



Figure 23: La carte d'interface APA 8.

3.4.4 Les cartes UAI (Universal Analog Interface)

Les cartes UAI (Universal Analog Interface) dans un système PABX permettent de connecter les postes téléphoniques numériques. Leur rôle principal est de convertir les signaux analogiques reçus en signaux numériques compréhensibles par le système PABX.

Il existe plusieurs catégories :

- UAI-4 : 4 équipements.
- UAI-8 : 8 équipements.
- UAI-16 : 16 équipements.



Figure 24: La carte d'interface UAI 8.

3.4.5 Les cartes AMIX (Analog Mixed Interface Exchange)

Les cartes AMIX permettent la connexion de différents types de lignes téléphoniques, à la fois analogiques et numériques. En résumé, elles sont une solution combinée regroupant les fonctionnalités des cartes SLI, APA et UAI pour gérer une variété de lignes téléphoniques.

Il existe plusieurs cartes AMIX :

- AMIX 4/4/4.
- AMIX 4/4/8.
- AMIX 4/8/4.
- AMIX 0/4/4.



Figure 25: La carte d'interface AMIX 4/4/8.

4 Standard IPBX

4.1 Définition d'un IPBX

IPBX signifie Internet Protocol Branch eXchange (autocommutateur téléphonique privé par Internet). C'est un système de téléphonie d'entreprise qui gère les appels téléphoniques internes/externes sur un réseau IP, plutôt que le réseau téléphonique traditionnel comme PABX qui utilise des lignes téléphoniques analogiques ou numériques. Il utilise des connexions hautes débit comme l'ADSL et la fibre optique.

4.2 Les fonctionnalités d'un IPBX

Le standard IPBX offre plusieurs fonctionnalités et qui sont :

- Il permet aux utilisateurs de passer des appels téléphoniques via l'internet.
- Il permet d'enregistrer les messages vocaux des appelants lorsque l'utilisateur est absent ou occupé.
- Plusieurs utilisateurs peuvent participer à une conversation téléphonique.
- Il permet le transfert des appels et le renvoi des appels.
- Il diffuse la musique ou des messages d'attente personnalisé pour les appelants en attente.

5 La différence entre le standard PABX et le standard IPBX

Les principales différences entre le PABX et IPBX sont résumées dans le tableau 1:

PABX	IPBX
Achemine les appels via les lignes téléphoniques traditionnelles.	Achemine les appels par le réseau IP.
La transmission des appels se fait via des circuits dédiés.	La transmission des données se fait par la conversion de la voix en paquets IP.
Les fonctionnalités sont limitées et peuvent nécessiter des équipements supplémentaires pour être étendue.	Offre des fonctionnalités avancées plus étendue comme la VoIP.
Moins flexible en termes d'évolution.	Plus flexible et évolutif.
Plus coûteux en termes de communications.	Réduit les couts de communications notamment pour les appels longues distances.

Tableau 2: la différence entre le standard PABX et le standard IPBX.

6 Les gammes de postes téléphoniques Alcatel-Lucent

Il existe plusieurs gammes des postes téléphoniques Alcatel-Lucent :

- Postes analogiques : 8001, 8002, 8008, 8029.....
- Postes numériques : 4008, 4019, 4029, 4028....
- Postes IP : ALE-20.....

6.1 le poste opérateur numérique 4029

Le poste opérateur numérique 4029 est un poste téléphonique fabriqué par la société Alcatel-Lucent, introduit sur le marché dans les années 2000. Il a été utilisé dans l'entreprise SADOUN TELECOM. Il représente plusieurs avantages :

- Nouveau design et simplicité d'utilisation, avec un affichage graphique confortable, des touches de navigation et toutes les touches nécessaires : messagerie vocale, fonction silence, bis...
- Joignez rapidement vos correspondants avec « l'appel par le nom ».
- Qualité audio exceptionnelle (combiné, casque ou mains libres).
- Facile à installer et à gérer.



Figure 26: le poste opérateur numérique 4029.

6.2 Le poste téléphonique IP ALE-20h

Le téléphone de bureau ALE-20h Essential Desk-Phone fait partie des modèles IP et il est équipé d'un double port Ethernet Gigabit. En plus d'un écran monochrome clair, il possède 2 x 3 touches programmables dédiées, ainsi que des touches de navigation intuitives. Ces téléphones offrent une qualité audio élevée pour les appels téléphoniques, que ce soit en mode mains libres full duplex ou en utilisant le combiné ergonomique. Le son est de haute qualité, avec une bande passante large en mode IP et une bande passante étroite en mode numérique. L'ALE-20h peut être utilisé dans les entreprises au niveau des bureaux, ou en télétravail en mode IP.



Figure 27: Le poste téléphonique IP ALE-20h.

Partie 2

Dans la deuxième partie de ce chapitre, nous allons aborder la mise en place d'une configuration complète en utilisant des téléphones, un standard téléphonique (IPBX) et un PC. Pour cela nous avons utilisé un standard Alcatel-Lucent Omni PCX Office Small (petit), en passant par le montage de la CPU (Power CPU EE), et la carte d'interface AMIX 4/4/8

1 L'application OMC

En télécommunication, OMC signifie « Operations and Maintenance Center » ou centre d'opérations et de maintenance en français, il s'agit d'un logiciel utilisé par les administrations afin de gérer la configuration de Alcatel-Lucent OmniPCX Office. Il est responsable de divers tâches telles que : la messagerie vocale, le réseau, l'accès internet, la configuration des lignes externes...

Après l'installation du logiciel sur un PC, pour permettre son ouverture à chaque fois on suit ces étapes :

- La connectivité entre le standard PABX et le PC grâce à un cordon RJ45 qui se branchera dans le port LAN de la CPU.
- Pour ouvrir logiciel, nous pouvons suivre les étapes de cette figure :

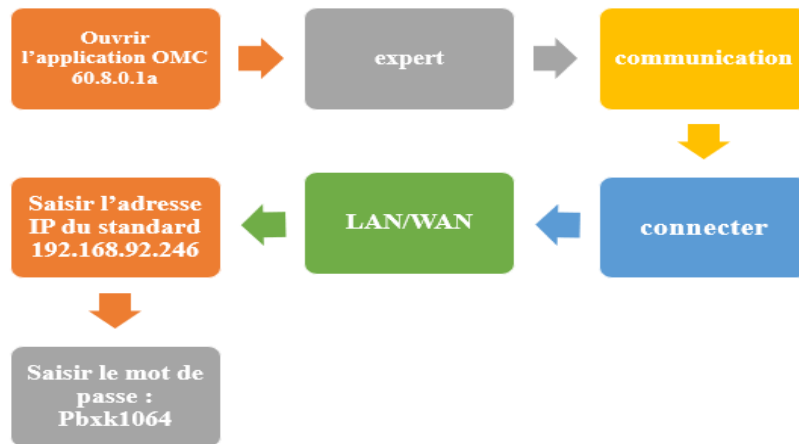


Figure 28: les étapes d'ouvrage du logiciel OMC

- L'adresse IP et le masque de sous-réseau du PC doivent être compatibles avec l'adresse d'Alcatel-Lucent OmniPCX Office Communication Server. Par exemple 192.168.92.1 et 255.255.255.0.



Figure 29:l'ouverture de logiciel.

- Après avoir sélectionner le mode expert la fenêtre ci-dessous s'ouvre :

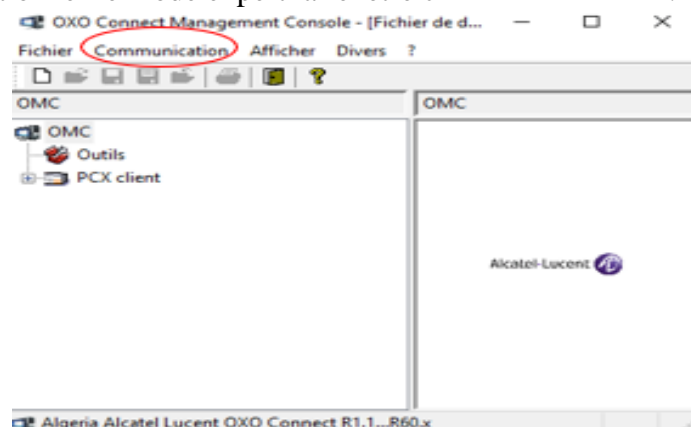


Figure 30:l'entrée du logiciel OMC.

- Afin d'accéder au système, nous saisissons l'adresse IP puis le mot de passe :

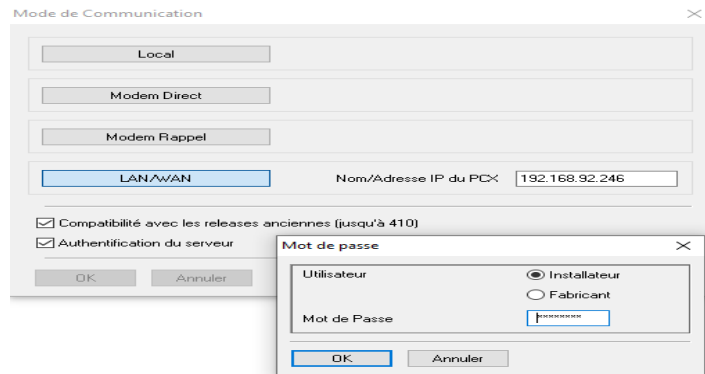


Figure 31: l'accès au standard.

- Cette figure représente les icones utilisés pour la configuration des postes téléphoniques

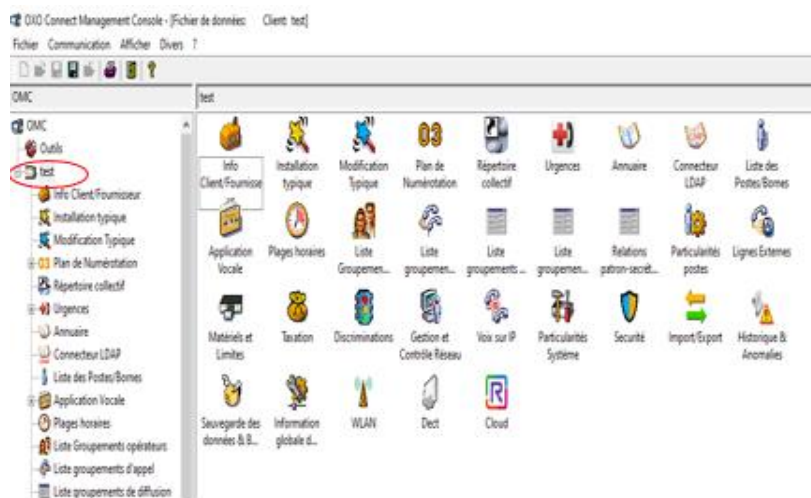
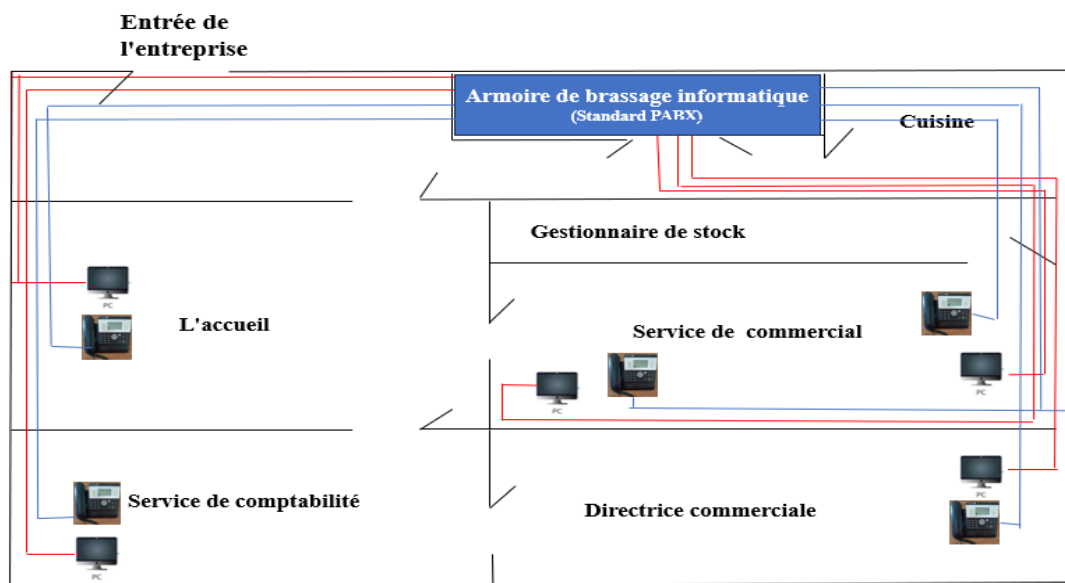


Figure 32:l'interface du logiciel OMC.

2 Le plan de l'entreprise

L'entreprise SADOUN TELECOM a mis en œuvre des réseaux informatiques et téléphoniques. Les différents services de l'entreprise souhaitent la mise en place d'un système plus optimal et plus avancé leurs permettant de travailler plus facilement en équipe, surtout que l'entreprise fait face à un problème d'infrastructure réseau inefficace se compose de deux prises distinctes une pour le réseau informatique l'autre pour le réseau téléphonique, cette configuration entraine des coûts supplémentaires en terme d'installation, de maintenance et la gestion de câblage. Ce système va leur éviter les déplacements entre les différents bureaux et services. Pour remédier à cette situation les responsables nous ont chargé de trouver la meilleurs solution et la plus économiques afin de rendre le travail en équipe plus facile en introduisant les conférences téléphoniques, les messages vocaux, et le transfert d'appel.

Sur la figure 15 est représenté le plan de l'entreprise avec l'installation du réseau informatique et réseau téléphonique et avant d'introduire la solution que nous avons proposé:



- le câble rouge représente l'installation de réseau informatique (RJ45).
- le câble bleu représente l'installation de réseau téléphonique (RJ45).

Figure 33: plan de l'entreprise avec l'installation informatique et téléphonique

3 La nouvelle installation proposée

Après avoir effectué les études nécessaires de l'installation existante, nous avons constaté que la convergence vers l'IP est l'une des meilleures solutions qui réponds à la problématique principale de l'entreprise qui permet d'englober les deux réseaux informatique et téléphonique dans une seule prise . Elle offre plusieurs avantages significatifs. Tout d'abord, elle permet une intégration transparente des communications voix et données sur un même réseau, simplifiant ainsi la gestion et réduisant les coûts d'infrastructure, améliore la flexibilité et la gestion du réseau dans l'entreprise. De plus, les fonctionnalités avancées telles que la messagerie unifiée, la vidéoconférence améliorent la productivité, la collaboration des employés et l'interopérabilité entre les différents services. En outre, les systèmes IP offrent une évolutivité accrue, permettant à l'entreprise de s'adapter plus facilement à la croissance future et aux nouvelles technologies. En remplaçant le système existant par une solution IP, l'entreprise peut donc bénéficier d'une communication plus efficace, flexible et économique, c'est-à-dire, la transition vers l'utilisation de postes téléphoniques IP en plus des PC existants, en privilégiant la reprogrammation du réseau plutôt qu'une refonte physique complète pour garantir la gestion économique.

Sur la figure 16 est représenté le plan de la solution que nous avons proposé.

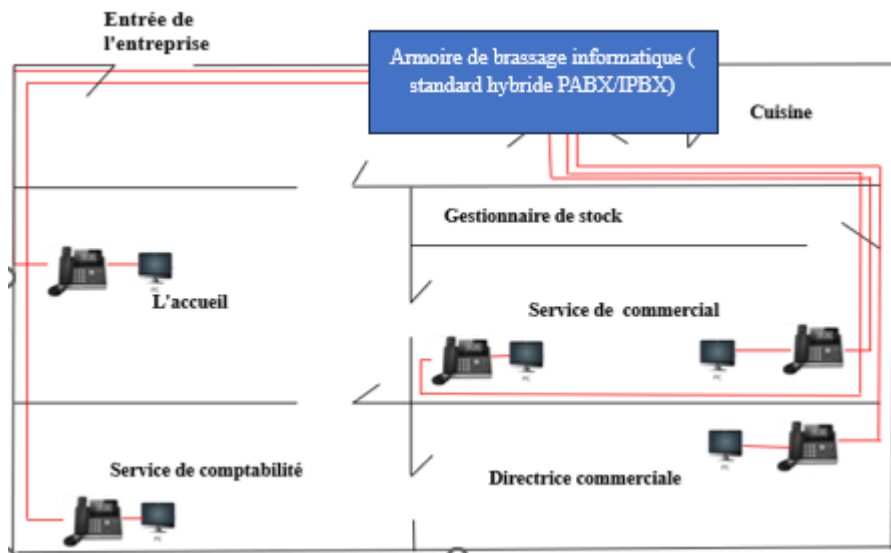


Figure 34:Le plan de la solution proposée.

4 Installation du standard IPBX

4.1 L'architecture de communication IP

La figure 17 représente l'architecture d'un réseau de communication basé sur l'IP.



Figure 35: Architecture de réseau de communication IP.

1 :représente le switch qui a un rôle crucial qui consiste à diriger et gérer le trafic des données et les appels VoIP à travers le réseau. Il assure la connectivité entre les différents périphériques tels que les téléphones IP, les PCs et le serveur PBX. Il assure que les données sont correctement acheminées vers les bons destinations en utilisant les adresses MAC des périphériques connectés.

2 :Le modem joue le role du serveur DHCP. Il attribue automatiquement les adresses IP aux périphériques connectés, son propre adresse IP : 192.168.1.1 .

3 :Le standard IPBX est essentiellement le cœur du système de communication IP d'une organisation (entreprise), Il offre des fonctionnalités avancées pour la gestion des appels, son adresse IP est : 192.168.1.246.

4 :C'est un poste téléphonique IP qui permet aux utilisateurs de faire passer et recevoir des appels via le protocole IP.

5 : Représente un PC et un poste téléphonique IP. Dans ce cas, nous avons exploité le réseau informatique et le réseau téléphonique dans une même prise par les deux entrées RJ45 du téléphone IP.

6 : représente un smartphone qui est connecté à l'élément 2 par le WiFi et grâce à l'application « IP Desktop Softphone » qui permet l'accès des smartphones au poste téléphonique et vis versa.

7 : c'est un PC connecté au réseau soit par le câble RJ45 vers le switch ou sans fil par le WiFi grâce à l'élément 2.

- ❖ Pour les adresses IP des postes téléphoniques, nous avons défini une plage d'adressages sur le standard pour éviter les conflits avec les adresses des PCs et les smartphones, cette plage est comprise entre 192.168.1.200 et 192.168.1.240.
- ❖ Tandis que les adresses IP des PCs et les smartphones sont attribués automatiquement par le serveur DHCP (l'élément 2).

4.2 Configuration des lignes externes sur un poste téléphonique IP

Pour la configuration des lignes externes sur un poste téléphonique IP, cela nécessite d'abord de réaliser l'architecture de la **Figure 35**. Par la suite, il faut s'assurer que tous les équipements sont interconnectés et configurés sur le même réseau local avec l'adresse IP qui commence par 192.168.1.***. Une fois toutes les vérifications terminées, nous avons accédé au standard par le logiciel OMC.

Pour la configuration des lignes externes, nous avons suivi les étapes citées ci-dessous :

- Ouvrir le logiciel OMC, tel que représenté sur la figure 36.
- Cliquer sur l'icône « listes des postes/bornes » et nous avons sélectionné le poste téléphonique IP concerné (les étapes 1, 2, 3 de la figure 36)

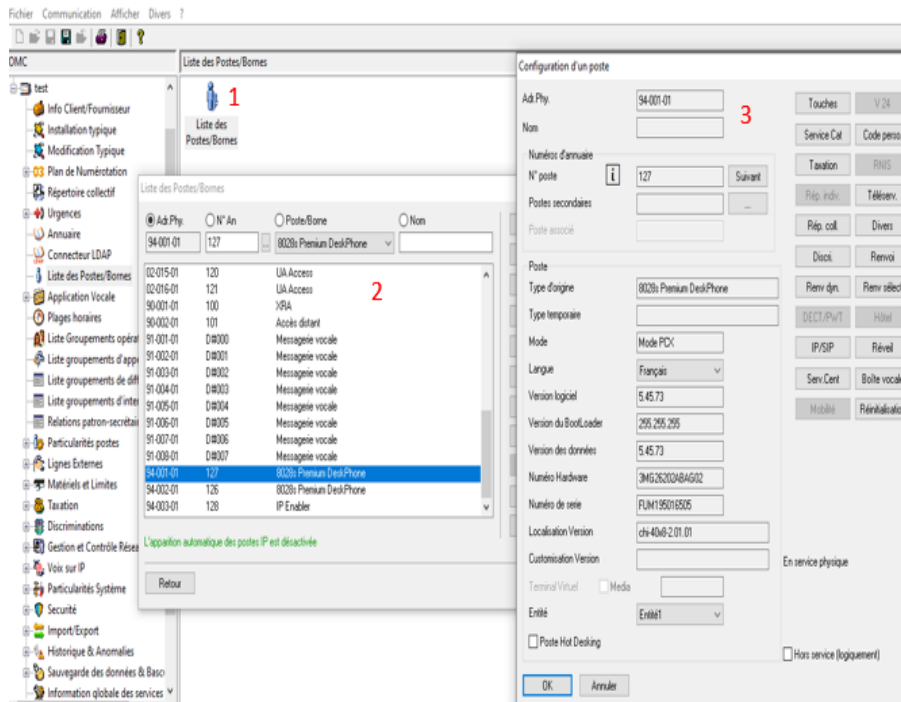


Figure 36: sélection du poste téléphonique IP.

- Sur la même fenêtre il faut sélectionner « touches » puis ligne , dans le champ « label associé » et remplacer ligne par local pour assurer le sens d'appel (comme indiqué dans la figure 37 par les étapes 1,2,3).

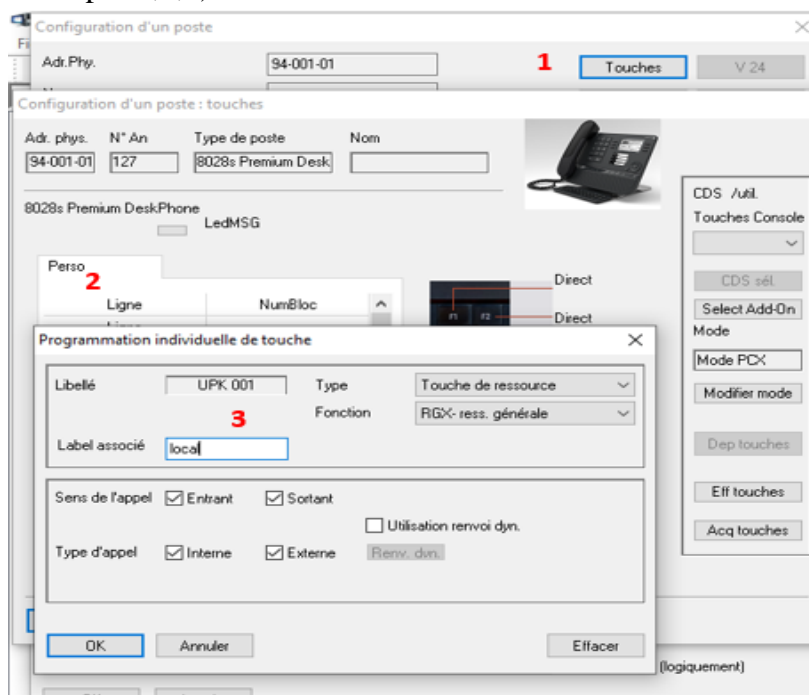


Figure 37: configuration des touches gauche d'un poste IP.

- Touches → numbloc → type : touches de ressources → remplacé numbloc dans le champ label associé par local → sélectionner le sens d'appel et le type d'appel.

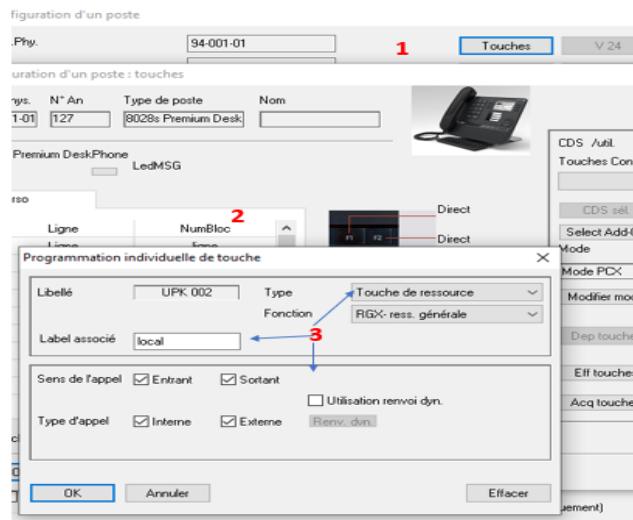


Figure 38: configuration des touches droite d'un poste IP.

- Pour la configuration des autres lignes cela nécessite de choisir la fonction dont nous avons le plus besoin.

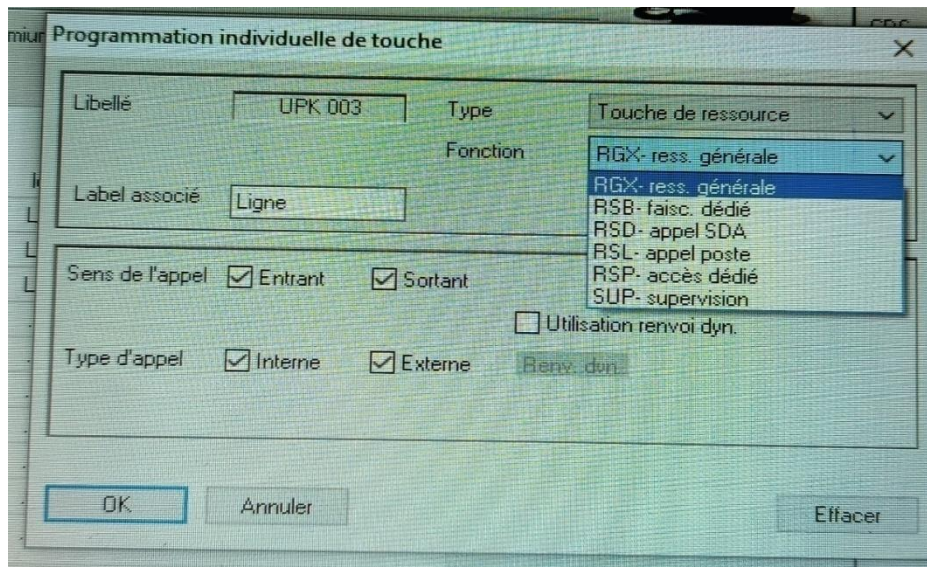


Figure 39: les différents types de fonction d'une programmation individuelle de touche.

- Comme par exemple la fonction « accès dédié », elle nous permet d'accéder aux lignes externes, saisir la ligne dans le champs Label associé (026116944), et choisir un numéro de port (Adr. phys.) comme indiquer sur la figure 40

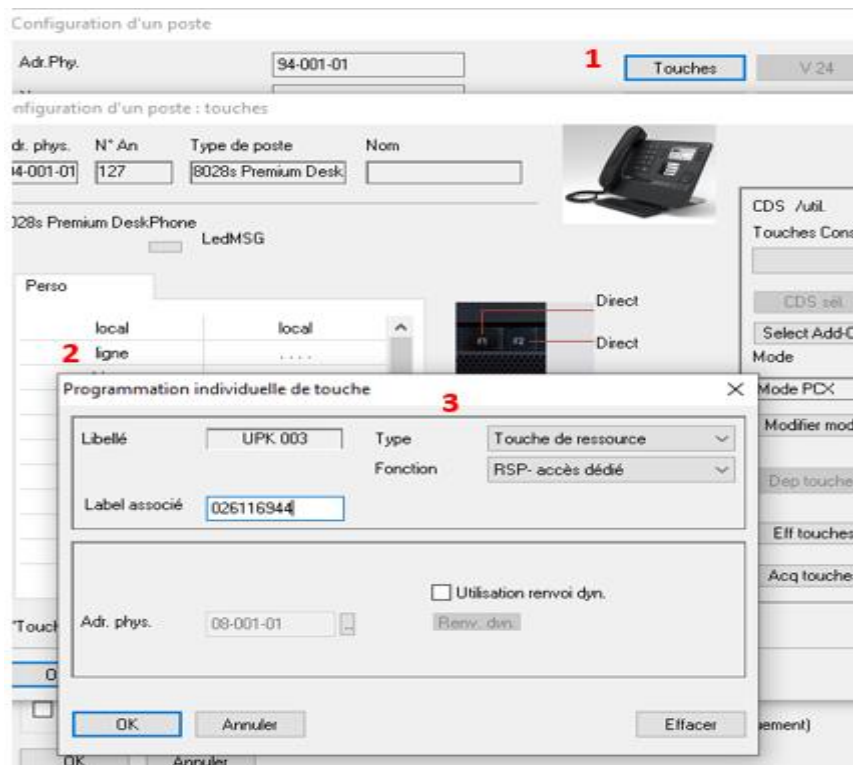


Figure 40: attribution d'un label associé pour une ligne externe.

- La prochaine étape est la discrimination du poste ip ;

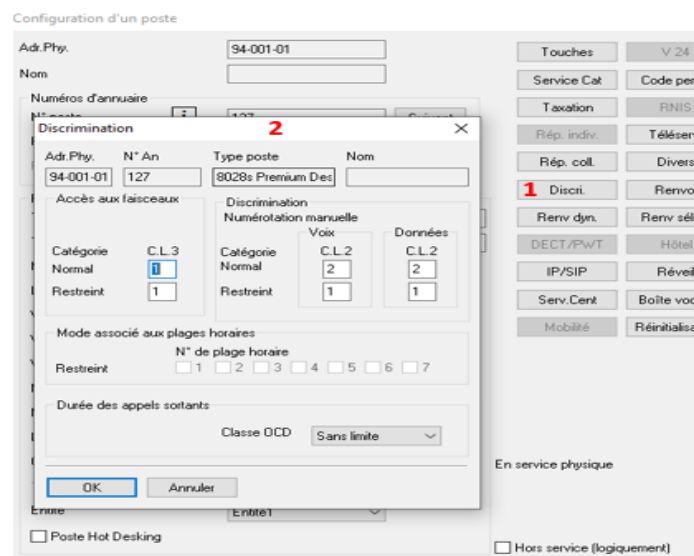


Figure 41: attribution d'une catégorie de liaison d'un poste IP.

- Pour la discrimination de la ligne :

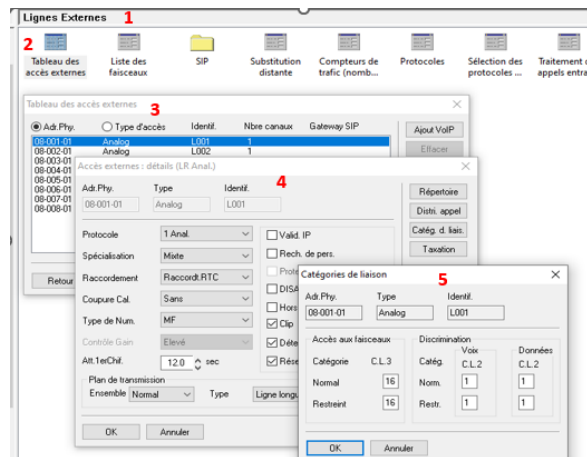


Figure 42:catégorie de liaison.

- Avec la projection de la descrimination du poste et la ligne nous auront cette intersection:

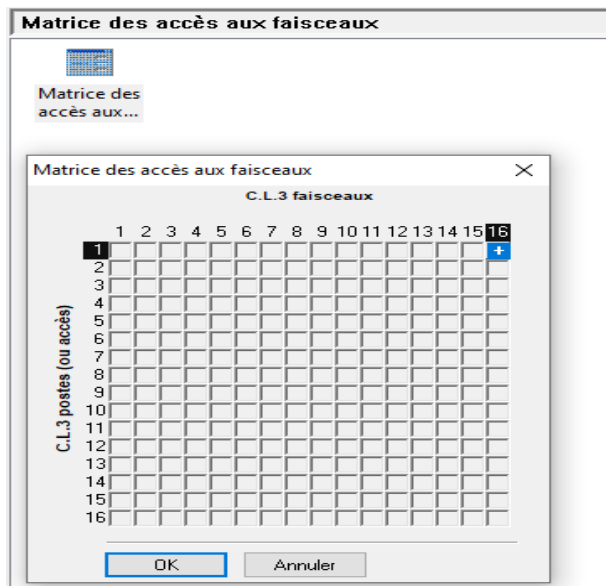


Figure 43:l'intersection du poste et la ligne externe

- Après vient la touche table de descrimination afin de choisir le niveau de descrimination (niveau 2) qui sert à configurer les lignes a autorisé et a refusé auprès de notre poste.

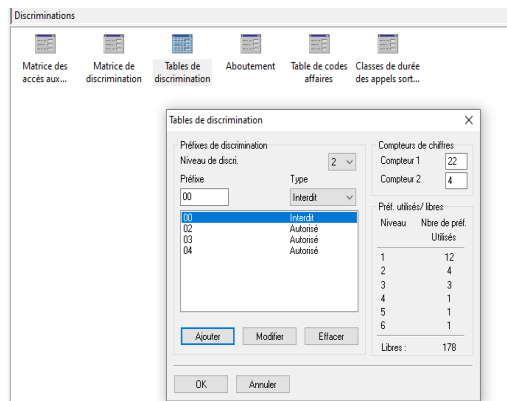


Figure 44:table de discrimination.

4.3 Configuration des lignes externes sur un smartphone

Il existe un autre moyen qui consiste à remplacer un poste IP par un smartphone et en utilisant une application installée dans ce dernier (IP desktop Softphone 11.2.2).

Après l'ouverture de cette application nécessaire sur notre smartphone, il faut accéder au paramètre de l'application et insérer l'adresse IP du standard IPBX : 192.168.92.246 dans le champ « TFTP principal ». Cette étape permettra au standard d'établir une liaison avec le smartphone, ce dernier devrait être connecté au modem.

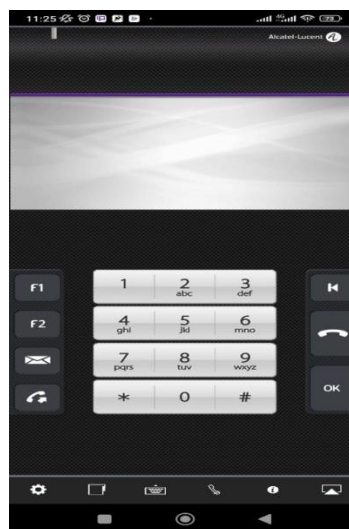


Figure 45: La fenêtre d'ouverture de l'application.

Pour la configuration des lignes externes sur le smartphone, nous devrons suivre les mêmes étapes que celle de la configuration du poste IP.



Figure 46: Configuration des lignes externes sur un smartphone.

5 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons en premier lieu présenté la majorité des équipements utilisés au sein de l'entreprise SADOUN Telecom, où l'on a effectué notre stage pratique. C'est ainsi que nous nous sommes intéressés aux standards hybrides PABX/IPBX, les différentes cartes d'interfaces et les gammes des postes téléphoniques utilisés. Cette entreprise nous a donné l'opportunité de leur proposer l'installation d'une solution moderne au problème de communication dans ses différents services. Cette solution consiste en la téléphonie IP, ce qui va améliorer le réseau de communication dans l'entreprise et le travail en équipe. Pour cela, nous avons d'abord proposé l'architecture de cette solution, en effectuant les configurations des lignes externes pour un poste téléphonique IP 8028s et un smartphone, via l'application IP Desktop Softphone 11.2.2 et en utilisant le logiciel OMC. Enfin, des tests confirmant le bon fonctionnement de ces configurations ont été réalisés. L'expérience acquise au cours de ce stage met en lumière l'importance d'une approche méthodique et d'une compréhension approfondie des besoins spécifiques de l'organisation, pour tirer pleinement parti des avantages offerts par la téléphonie IP.

Conclusion Générale

Conclusion :

Ce mémoire avait pour objectif principal d'étudier la téléphonie IP et son impact notamment sur les communications au sein des entreprises en générale. Nous avons donc exploré son principe de fonctionnement, ses avantages ainsi que les opportunités associées à cette technologie.

La ToIP permet une réduction significative des coûts de communication, une amélioration de la flexibilité et de la mobilité, ainsi qu'une intégration efficace des services de communication. Ces contributions apportent de nouvelles perspectives à la gestion des télécommunications d'entreprise.

Les différentes configurations et essais que nous avons effectué lors de notre stage pratique nous ont confirmé que la téléphonie IP se révèle être une technologie clé pour l'évolution des communications. Ses avantages en termes de convergence des services en font une solution attrayante. Nous pouvons donc vraisemblablement penser que bientôt nos téléphones seront tous IP et que le protocole IP deviendra un jour un standard unique permettant l'interopérabilité des réseaux. C'est dans ce sens que nous pouvons affirmer que l'intégration de la voix sur IP n'est qu'une étape vers le tout en IP « Everything over IP (EoIP) ».

Ce projet a été une expérience fructueuse qui nous a permis de mieux s'approcher du milieu professionnel. Ça nous a permis d'être en contact avec les professionnels des télécommunications, mais aussi de connaître les différents matériels utilisés dans le cadre de la téléphonie. Également, nous avons appris à gérer et optimiser le temps dans le but d'en profiter au maximum.

Parmi les perspectives que nous pouvons envisager dans le cadre de ce travail :

- Etude et gestion de la qualité de service dans la ToIP ;
- Installation de la solution IP proposée ;
- Etude du renforcement de la sécurité de la voix sur IP ;
- Etude de l'impact de la téléphonie IP sur les entreprises.

Références

[1] :Samia HADJI, Sihem NEKMOUCHE, « Installation et configuration du standard téléphonique PABX Alcatel-Lucent Omni PCX Office », mémoire en master, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 17 juin 2015.

[2] : <https://www.bravotelecom.com> Historique du téléphone_ Du manuel à la VoIP consulté le 29/01/2024.

[3] : IRNATENE Sofiane, CHEROUFA Djamel, « Service ToIP avec Asterisk pour l'université de Bejaia », mémoire en master, Université A.Mira, Bejaia, 2011/2012.

[4] : <http://clg.sarthe.free.fr> evolution_telephone_ressources consulté le 29/01/2024.

[5] : BOUZID Redouane, CHABANA Djahid « Etude d'un système de communication VoIP », mémoire en master, Université A.Mira, Bejaia,09/07/2019.

[6] : TAHRA Zahia « Etude et simulation d'un réseau de téléphonie sur IP (TOIP) » mémoire de master, Université Kasdi Merbah, Ouargla, 06/2008.

[7] : Pierre Ledru, « Téléphonie sur IP » de 2ème édition d' ENI, septembre 2016, imprimé en France.

[8] : AZZI GAYA, KOULOUGLI SAID, « Installation et configuration d'un réseau téléphonique VOIP à base d'un IPBX PANASONIC », mémoire en master, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 3 octobre 2019.

[9] : Frédéric LAUNAY, cours du module UE3 « téléphonie numérique à intégration de service : RNIS » , Institut Universitaire de Technologie de l'université de Poitiers, France, 2011/2012.

[10] :<https://perso.liris.cnrs.fr> historique du TCP/IP consulté le 10/03/2024.

[11] : GADOUM Karim, AZOUAOUI Sofiane, « Mise en place solution VOIP à base de serveur Asterisk », mémoire en master, université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 2011/2012.

[12] : Livre AIDE-MEMOIRE Réseau et Télécoms édition DUNOD septembre 2012 imprimé en France.

[13] :BENHAMICHE Yasmina, « Procédure d'implémentation d'un Call Center IP dans le réseau GSM », mémoire en master, , Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 2012/2013.

[14] :NOUALI Katia, MOUMOU Dyhia, « mise en place d'une solution ToIP sous le réseau Intranet d'Algérie Télécom », mémoire en master, , Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 2017/2018.

[15] :Claude SERVIN, préface de Jean- Pierre Arnaud, « RESEAUX & TELECOMS », 2^{ème} édition de DUNOD, juillet 2008, imprimé en France.

[16] : Olivier Hersent, David Gurle, Jean-Pierre Petit, préface de Pascal Viginier, « LA VOIX SUR IP », », 2^{ème} édition de DUNOD, août 2006, imprimé en Belgique.

[17] :Guide d'installation : Documentation technique d'Alcatel OmniPCX Office, documentation expert 9.1

[18] :ABED OURAMDANE, CHAGTMI YACINE, « Installation et configuration du standard téléphonique PABX Alcatel-Lucent Omni PCX Office », mémoire en master, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou