

UNIVERSITE CATHOLIQUE DE BUKAVU

B.P. 285 BUKAVU



FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE L'INFORMATIQUE

**ETUDE ET REALISATION DE LA TELEPHONIE SUR IP
DANS UNE ENTREPRISE.**

Cas du centre hospitalier CAHI

Par **SHAURI WAKIPEPA Ernest**

*Mémoire présenté et défendu en vue de l'obtention du
diplôme de licence en sciences de l'informatique,
Option Réseaux et Télécommunications.*

Dirigé par : Professeur Jules Raymond KALA

Encadré par : Ass. NAMUHANDA MUGOLI Dash

Année académique : 2021-2022

Table des matières

Table des matières.....	i
Epigraphe	iv
Dédicace.....	v
Remerciements.....	vi
Sigles et acronymes.....	vii
Liste des tableaux.....	viii
Liste des figures	ix
Résumé et mots clés.....	xi
Abstract & key words	xii
0. INTRODUCTION GENERALE.....	1
0.1. Contexte général et concepts.....	1
0.2. Problématique.....	2
0.3. Hypothèse.....	3
0.4. Délimitation et Objectifs	3
0.4.1. Délimitation	3
0.4.2. Objectifs.....	3
0.5. Intérêts	4
0.6. Méthodologie de recherche	4
0.7. Plan du travail.....	6
CHAPITRE 1 : ETAT DE LIEUX ET ANALYSE.....	7
1.1. Introduction	7
1.2. Présentation du cadre d'étude et définition des concepts clés	7
1.2.1. Présentation du cadre d'étude	7

1.2.2. Définition des concepts clés.....	10
1.3. Analyse de l'existant et identification des problèmes.....	18
1.3.1 Analyse de l'existant.....	18
1.3.2. Identification des problèmes.....	20
1.4. Critique de l'existant et proposition des pistes de solution.....	20
1.5. Conclusion sur l'état de lieux et analyse.....	21
CHAPITRE 2 : REVUE DE LA LITTERATURE ET DESCRIPTION DE L'APPROCHE.....	22
2.1. Introduction.....	22
2.2. Revue de littérature théorique.....	22
2.2.1. Historique de la VOIP.....	22
2.2.2. Différents IPBX assurant la VoIP[23].....	23
2.2.3. Avantages et limites de la VoIP[24].....	25
2.3. Revue de littérature empirique.....	27
2.4. Outils de travail.....	29
2.4.1. Environnement matériel.....	29
2.4.2. Environnement logiciel.....	29
2.5. Description et justification de l'approche.....	31
2.5.1. Les fonctions principales du système.....	32
2.5.2. Diagramme FAST[27].....	32
2.6. Conclusion sur la revue de la littérature et description de l'approche.....	35
CHAPITRE 3 : APPLICATION DE LA MÉTHODOLOGIE ET PRÉSENTATION DES	
RÉSULTATS AVEC ANALYSE.....	36
3.1. Introduction.....	36
3.2. Participants.....	36
3.2.1. Structure de l'équipe de travail.....	36

3.3. Stratégie de collecte des données	36
3.4. Application de la méthodologie	36
3.5. Présentation des résultats	39
3.5.1. Architecture réseau VOIP.....	39
3.5.2. Simulation.....	44
3.5.3. Test	45
3.5.4. Calcul du coût pour la mise en œuvre des solutions proposées.....	53
3.6. Exigences pour la mise en œuvre des solutions proposées	55
3.7. Discussion des résultats.....	56
3.7.1. Contributions théoriques et pratiques	56
3.7.2. Limites de l'étude et pistes de recherche futures.....	56
3.8. Conclusion sur l'application de la méthodologie et présentation des résultats avec analyse	57
CONCLUSION GENERALE.....	58
BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE.....	60
ANNEXE	63

Epigraphe

**« SI VOUS VOULEZ VIVRE UNE VIE HEUREUSE, ATTACHE-LA A UN BUT, NON
PAS A DES PERSONNES NI A DES CHOSES »**

Albert Einstein

Dédicace

À toi ma charmante mère

MARIE USENI

Je traverse des moments difficiles depuis ton départ mais j'espère que tu es très fière de moi de là-haut.

SHAURI WAKIPEPA Ernest

Remerciements

Nous remercions Dieu le Père, le Créateur, pour le souffle de vie et pour ses merveilles.

Nous tenons à remercier notre directeur de recherche, le Professeur Jules Raymond KALA pour la confiance qu'il nous a témoignée et le temps qu'il a consacré à la direction de ce travail, pour ses encouragements et sa méthodologie de travail.

Nous tenons également à remercier notre encadreur de recherche, l'Assistante NAMUHANDA MUGOLI Dash pour son aide, ses conseils et son soutien.

Nous ne pouvons pas oublier d'exprimer nos remerciements et notre profonde gratitude à nos familles, en particulier à nos parents, nos sœurs et nos frères. Pour leurs encouragements, leur aide et leur amour depuis notre plus tendre enfance.

Nous tenons à remercier tous nos amis et collègues : YANNICK OTTE, ALAIN MERCI NJALA, MUGISHO CIRIMWAMI DAVID, AGAPE MUDEKEREZA Aimée, Patrick KABIKA WAMWIKA, USENI SHABANI, BITUNDWA CIRAKARULA Joseph, JOSUE BIRAHEKA et MUNGUCOPO JAKISA Désire.

Que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail trouvent ici nos sincères remerciements et l'expression de notre gratitude.

SHAURI WAKIPEPA Ernest

Sigles et acronymes

DHCP	: Dynamic Host Configuration Protocol
DNS	: Domain Name System
HTTP	: Hypertext Transfer Protocol
HTTPS	: Hypertext Transfer Protocol Secure
IP	: Internet Protocol
IDS	: Instruction Detection System
IPS	: Instruction Prevention System
ICMP	: Internet Control Message Protocol
IPV4	: Internet Protocol Version 4
IAX	: Inter-Asterisk eXchange
ICANN	: Internet Corporation for Assigned Names and Numbers
LAN	: Local Area Network
MOS	: Mean Opinion Score
PCM	: Pulse Code Modulation
RTP	: Real-time Transport Protocol
RTC	: Réseau Téléphonique Commuté
RTMP	: Real-Time Messaging Protocol
SIP	: Session Initiation Protocol
TCP	: Transmission Control Protocol
TOIP	: Telephony over IP
UDP	: User Datagram Protocol
VOIP	: Voice over IP
WebRTC	: Web Real-Time Communication

Liste des tableaux

Tableau 1.1.Principaux codecs [2].....	15
Tableau 1.2.Ressources humaines de CAHI.....	19
Tableau 2.1.Environment matériel.....	29
Tableau 2.2.Environment logiciel.....	30
Tableau 3.1. Explication du diagramme FAST 1	38
Tableau 3.2. Explication du diagramme FAST 2	39
Tableau 3.3.Matériels de l'architecture	40
Tableau 3.4.Tableau de découpage d'adressage IP	44
Tableau 3.5.Tableau de découpage des extensions SIP	44
Tableau 3.6.Cout du projet.....	54

Liste des figures

Figure 1.1. Organigramme du centre hospitalier CAHI	9
Figure 1.2.Switch cisco[14]	12
Figure 1.3.Routeur Wi-Fi Cisco[16].....	13
Figure 1.4.Passerelle GOIP [21]	16
Figure 1.5.Icône de GS wave.....	17
Figure 1.6. IP phone GrandStream sans fil DP720[25]	18
Figure 1.7.IP phone GrandStream GXV3380[25]	18
Figure 1.8. Architecture de communication existante	19
Figure 2.1.Questions à se poser pour un diagramme FAST	33
Figure 2.2.Types d'embranchements	34
Figure 2.3. Exemple d'un diagramme FAST	34
Figure 3.1 Diagramme FAST 1	37
Figure 3.2.Diagramme FAST 2	38
Figure 3.3.Architecture logique VoIP.....	42
Figure 3.4.Architecture physique VoIP	43
Figure 3.5.Simulation de l'architecture VoIP dans Cisco packet trace.....	45
Figure 3.6.Interface de connexion au serveur Elastix.....	46
Figure 3.7.Interface de paramètre du serveur Elastix	47
Figure 3.8.Requête d'appel sous GS wave	47
Figure 3.9.Appel vidéo via GS wave.....	48
Figure 3.10.Visioconférence multiple sous Openmeetings	49
Figure 3.11.Présentation du slide sous Openmeetings.....	49
Figure 3.12. Interface de connexion Windows Server.....	50

Figure 3.13. Ajout des adresses MAC dans DHCP	51
Figure 3.14. Page d'accueil d'EasyIDS.....	52
Figure 3.15. Configuration du serveur EasyIDS.....	53
Figure 3.16. Menu de configuration de l'outil snort	53
Figure 3.17. Installation du serveur Elastix	63
Figure 3.18. Interface Web du serveur EasyIDS	63
Figure 3.19. Installation du serveur Openmeetings	64
Figure 3.20. Attribution du mot de passe au switch	64
Figure 3.21. Rendre invisible le mot de passe switch.....	64
Figure 3.22. Configuration du serveur DHCP sous Packet Trace	65
Figure 3.23. Configuration du serveur DNS sous Packet Trace	65
Figure 3.24. Test de connexion du serveur Openmeetings sous Packet Trace.....	66
Figure 3.25. Routage dynamique au niveau du routeur	66
Figure 3.26. Activation et attribution des adresses IP, relais DHCP.	67

Résumé et mots clés

Le présent travail porte sur l'Etude et réalisation de la téléphonie sur IP dans une entreprise. Nous avons choisi comme cas d'étude le centre hospitalier CAHI qui présente de sérieux problèmes en matière de communication où un médecin qui a un besoin urgent de contacter son collègue doit nécessairement quitter son bureau pour le rejoindre ou il doit utiliser ses propres crédits pour le contacter par téléphone, ce qui entraîne des interruptions de travail et un énorme gaspillage d'argent ; un malade interne ou son gardien doit se déplacer pour rappeler un rendez-vous au médecin ou à l'infirmier; aucune mesure n'est prise en compte pour faciliter la participation de tous les membres du personnel à une réunion dans des situations sanitaires à risque comme celle que le monde fait face aujourd'hui avec la pandémie covid-19 qui nécessite moins de monde dans la salle de réunion.

L'utilisation de la téléphonie sur IP résoudra le problème de communication interne au sein du centre hospitalier CAHI et tout cela sera possible grâce à un réseau informatique qui permettra à tous les membres du personnel et aux patients de passer des appels audio ou vidéo sans déboursier un sou. Le système permettra ensuite à tous les membres du personnel de participer plus facilement à une réunion ou à une conférence dans des situations sanitaires à risque à partir de leurs propres bureaux.

Mots clés : VoIP, ToIP, GoIP, Protocole et IP.

Abstract & key words

This work relates to the study and the realization of the telephony on IP in a company. We have chosen as a case study the CAHI hospital center which presents serious problems in terms of communication where a doctor who has an urgent need to contact his colleague must necessarily leave his office to join him or he must use his own credits to telephone contact, which leads to work interruptions and a huge waste of money; an internal patient or his companion must go and remind the doctor or nurse of an appointment; no measures are taken into account to facilitate the participation of all staff members in a meeting in risky health situations such as the one the world is facing today with the covid-19 pandemic which requires less people in the meeting room.

The use of new VoIP technology will solve the problem of internal communication within CAHI Hospital Center and all this will be possible thanks to a computer network that will allow all staff members and patients to make audio or video calls. Without spending a penny. The system will then make it easier for all staff members to attend a meeting or conference in safe situations as well as from their own office.

Key words: VoIP, ToIP, GoIP, Protocole and IP.

0. INTRODUCTION GENERALE

0.1. Contexte général et concepts

Depuis l'antiquité, l'homme n'a pas cessé à chercher les différents moyens pour faire véhiculer le message à son correspondant et donc pour communiquer. Ainsi, l'être humain, à travers ces époques successives, a fourni des efforts intellectuels aussi bien que physiques afin de découvrir des méthodes de communications adéquates.

Au début du XXème siècle, une réelle révolution pour les télécommunications s'amorce : Celle de l'électronique. Cette époque est caractérisée par l'invention des composants et circuits électroniques de base et de bonne qualité qui ont poussé les télécommunications vers les réseaux informatiques. Ces évolutions ont donné naissance à d'autres technologies de communications telles que la radiomessagerie, la téléphonie mobile, les réseaux de fibre optique, Internet et enfin la téléphonie sur IP[1].

La Voix sur IP (en anglais, Voice over IP ou VoIP) est le nom d'une nouvelle technologie de télécommunication vocale en pleine émergence qui transforme la téléphonie. Cette technologie marque un tournant dans le monde de la communication en permettant de transmettre de la voix sur un réseau numérique et sur Internet. L'objectif de la Voix sur IP est d'appliquer à la voix le même traitement que les autres types de données circulant sur Internet. Grâce au protocole IP, des paquets de données, constitués de la voix numérisée, y sont transportés.

La téléphonie a été initialement prévue pour transmettre la voix humaine entre deux lieux distants l'un de l'autre. Elle utilise comme support des lignes électriques sur lesquelles transite un courant analogue aux signaux sonores. Pour transmettre le signal vocal (c'est-à-dire la parole issue d'ondes acoustiques) d'un terminal à un autre, il faut d'abord le transformer en signal électrique pour être ensuite transformé en signal vocal chez le destinataire.

La téléphonie IP est une technologie appelée à se généraliser au cours des prochaines années, aura un impact majeur sur la façon dont les gens communiquent, au bureau comme à la maison. Les fonctions offertes par la VoIP ne se limitent pas à la transmission de la voix. Grâce à VoIP, il

est possible d'émettre et de recevoir les messages vocaux ; les emails ; le fax ; de créer un répondeur automatique ; d'assister une conférence audio ou vidéo à moindre coût[2].

Ainsi, le travail que nous traitons s'intitule : « ETUDE ET REALISATION DE LA TELEPHONIE SUR IP DANS UNE ENTREPRISE. Cas du centre hospitalier CAHI ».

0.2. Problématique

Depuis quelques années, la technologie VoIP commence à intéresser les entreprises, surtout celles de service comme les centres d'appels. La migration des entreprises vers ce genre de technologie n'est pas pour rien. Le but est principalement de : minimiser le coût des communications ; utiliser le même réseau pour offrir des services de données, de voix, et d'images ; et simplifier les coûts de configuration et d'assistance.

Le centre hospitalier CAHI est un établissement de santé réputé qui offre à la population des soins de santé de qualité de façon permanente. Dans le centre hospitalier CAHI , un médecin qui a un besoin urgent de contacter son collègue doit nécessairement quitter son bureau pour le rejoindre ou il doit utiliser ses propres crédits pour le contacter par téléphone, ce qui entraîne des interruptions de travail et un énorme gaspillage d'argent ; un malade interne ou son gardien doit se déplacer pour rappeler un rendez-vous au médecin ou à l'infirmier; aucune mesure n'est prise en compte pour faciliter la participation de tous les membres du personnel à une réunion dans des situations sanitaires à risque comme celle dont le monde fait face aujourd'hui avec la pandémie covid-19 qui nécessite moins de monde dans la salle de réunion.

De ces différentes difficultés, il ressort une question qui constituera le fil conducteur même de notre travail : La réalisation d'un système de téléphonie sur IP dans un hôpital serait-elle un moyen de mettre à profit les innovations dans le domaine de la nouvelle technologie d'information et de la communication de manière à permettre aux médecins et aux patients de communiquer aisément et ainsi gagner le temps ?

0.3. Hypothèse

Une hypothèse est définie comme étant une proposition de réponse aux questions qui sont posées pour appréhender un problème donné. Elle suppose une réponse que l'on admet provisoirement, avant de la soumettre au contrôle de l'expérience[3].

Face à cette nécessité et par souci d'apporter notre modeste contribution en matière de communication au sein de ce centre hospitalier, nous pensons que l'implémentation de la téléphonie sur IP sur ce dernier serait une des solutions appréciables de tous, les membres du personnel pourront effectuer les appels téléphoniques internes, gratuitement sans dépenser un seul centime.

0.4. Délimitation et Objectifs

0.4.1. Délimitation

Nul ne peut prétendre embrasser un domaine scientifique dans son entièreté. De ce fait, une délimitation spatiale et temporelle a été effectuée pour cette étude.

Dans le temps, ce travail est le fruit de recherche d'une durée d'un an, portant sur l'année académique 2021-2022 et dans l'espace, le champ d'action de cette étude est porté sur le centre hospitalier CAHI situé sur avenue Kazaroho, quartier CAHI dans la commune de Kadutu, ville de Bukavu en République Démocratique du Congo.

0.4.2. Objectifs

En fonction des besoins réels du centre hospitalier de CAHI, différents arguments plaident en faveur d'une solution VoIP, raison pour laquelle l'objectif principal poursuivi dans ce travail est de réaliser un système de téléphonie sur IP qui pourra permettre la communication rapide et gratuite des médecins et des patients dans le but de répondre à notre problématique.

a) Les objectifs non fonctionnels

Le système devra être convivial et facile d'utilisation ; il devra être sécurisé en permettant le bon fonctionnement du centre hospitalier ; et il devra être disponible à tout moment que l'on voudra passer un appel pour éviter les vas et vient inutiles des personnels, des patients ou des gardiens.

b) Les objectifs fonctionnels

Le système devra permettre la communication rapide et gratuite à tout le personnel ; il devra permettre la participation à la réunion ou conférence audio/visuel ; et il devra permettre la communication rapide des patients et le corps médical.

0.5. Intérêts

Notre travail a un triple intérêt :

a) Du point de vue scientifique

La voix sur IP est une nouvelle technologie de télécommunication vocale en pleine émergence qui transforme la téléphonie. Nous allons, dans ce travail montrer qu'il est aussi possible de faire une conférence vidéo multiple avec la possibilité de faire une présentation des slides.

Mise à part la sécurité des protocoles VOIP, nous allons ensuite montrer qu'il est possible de renforcer la performance de cette technologie en utilisant un système de détection d'intrusions et la sécurité au niveau matériels (routeur et switch). Raison pour laquelle nous estimons que ce travail sera une clé de référence pour d'autres chercheurs qui vont aller dans ce domaine pour résoudre un certain nombre des problèmes dans le futur.

b) Du point de vue personnel

Nous avons pu renforcer nos capacités et compétences acquises tout au long du cursus académique et découvrir une nouvelle matière.

c) Du point de vue économique

Le résultat de ce travail est une solution qui assure un service de qualité appréciable par le fait qu'il permet de minimiser le coût des communications et simplifie les coûts de configuration et d'assistance.

0.6. Méthodologie de recherche

La méthode est un ensemble ordonné de manière logique de principes, de règles, d'étapes, qui constitue un moyen pour parvenir à un résultat[4].

Pour l'élaboration de ce travail, nous allons utiliser la méthode FAST, la méthode ascendante, les techniques de virtualisation ; de simulation et documentaire.

- La méthode Function Analysis System Technique (FAST) est une méthode de conception de produit qui permet de décomposer un système en ses fonctions et sous-fonctions afin de mieux comprendre comment il fonctionne et de déterminer comment il peut être amélioré[5].
- La méthode ascendante est une méthode d'estimation du coût du projet. Le but de cette méthode est d'estimer le coût de chaque groupement de tâches, puis d'additionner chacune de ces estimations afin d'obtenir le coût global du projet. Cette méthode est plus précise car elle s'appuie sur l'expérience et l'avis des personnes qui exécutent les tâches en question. Cette méthode s'utilise lors de l'élaboration du budget. Une fois que tous les éléments du projet ont été chiffrés, on les additionne afin d'obtenir le coût total du projet[6].
- La technique documentaire consiste en une fouille systématique de tout ce qui est écrit ayant une liaison avec le domaine de recherche[7]. Elle nous a permis de récolter les informations qui existent déjà en rapport avec la téléphonie sur IP. Plusieurs types d'outils consultés c'est notamment des ouvrages, thèses de doctorat et de maîtrise, des revues, des annuaires, des mémoires ainsi que des sites internet.
- La technique de virtualisation est une technique consistant à faire fonctionner plusieurs systèmes d'exploitation, en même temps, sur un même ordinateur [8]. C'est à ce niveau que les tests se sont déroulés, en installant d'autres systèmes d'exploitation sur une même machine physique à partir du logiciel Oracle VM Virtual Box.
- La technique de simulation(en réseautique) est une technique par laquelle un programme logiciel modélise le comportement d'un réseau, en calcul de l'interaction entre les entités du réseau (routeurs, commutateurs, nœuds, points d'accès, liaisons, etc.)[9]. Cette technique nous a permis de faire la simulation de l'architecture réseau à mettre en place à partir des logiciels Edraw Max et Cisco Packet Trace.

0.7. Plan du travail

Ce mémoire est scindé en trois chapitres hormis l'introduction et la conclusion :

- Le premier chapitre est intitulé Etat des lieux et analyse. Dans ce chapitre, nous allons présenter notre cadre d'étude, et identifier quelques problèmes de communication au niveau du centre hospitalier CAHI tout en proposant quelques pistes de solution ;
- Le deuxième chapitre est intitulé Revue de la littérature et description de l'approche. Dans ce chapitre, il sera question de présenter tous les documents réalisés localement et ailleurs pour résoudre le même type de problème que nous traitons ; différents outils matériels et logiciels et la méthodologie utilisée ;
- Le troisième chapitre est intitulé Application de la méthodologie et présentation des résultats. Il porte sur la partie pratique du travail pour aboutir à la présentation des résultats.

CHAPITRE 1 : ETAT DE LIEUX ET ANALYSE

1.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons définir quelques concepts clés pour cette étude, présenter et faire une analyse critique de notre cadre d'étude sur ce qui est de l'existant.

1.2. Présentation du cadre d'étude et définition des concepts clés

1.2.1. Présentation du cadre d'étude

a) Historique

Le Centre Hospitalier CAHI est une initiative locale de l'église 8^e CEPAC CAHI agréé par le médecin inspecteur de l'époque sous le numéro 852/134 du 14 novembre suivant le PV d'enquête n°05/006/ de 05/78.

La structure hospitalière CAHI englobe au moins une population de 52274 habitants. Signalons que le numéro donné ci-haut a été fait par la coordination régionale de l'environnement de la conservation de la nature et du tourisme.

Cette initiative au profit de la communauté a débuté le 11/12/1978 comme poste de santé et en suite, elle a été affectée par la hiérarchie sanitaire comme structure hospitalière en 1983.

Le 22/03/1983, la maternité du Centre Hospitalier CAHI fut agréée comme centre hospitalier et en 1996, sur demande du conseil de gestion de l'église locale CAHI et de la gestion du centre hospitalier CAHI, ce dernier va bénéficier d'une salle d'opération grâce à une finance de l'UNHCR.

b) Situation géographique

Le centre hospitalier CAHI est situé sur avenue Kazaroho, Quartier CAHI, Commune de Kadutu, province du Sud-Kivu, en république démocratique du Congo.

Il est limité :

- Au Sud par le Complexe Scolaire Cidasa
- Au Nord par le marché de Kadutu

- A l'Ouest par 8^e CEPAC Kabuye
- A l'Est par le Complexe Scolaire Cah

c) Services organisés

Le Centre Hospitalier CAHI est organisé en 16 services qui sont :

- Réception
- Secrétariat
- Comptabilité
- Pédiatrie
- PMI
- Planning familial
- Maternité
- Intendance
- Pharmacie
- Laboratoire
- Buanderie
- Chirurgie
- Médecine interne
- Imagerie
- Neonatologie

- Psychosociale

d) Organigramme

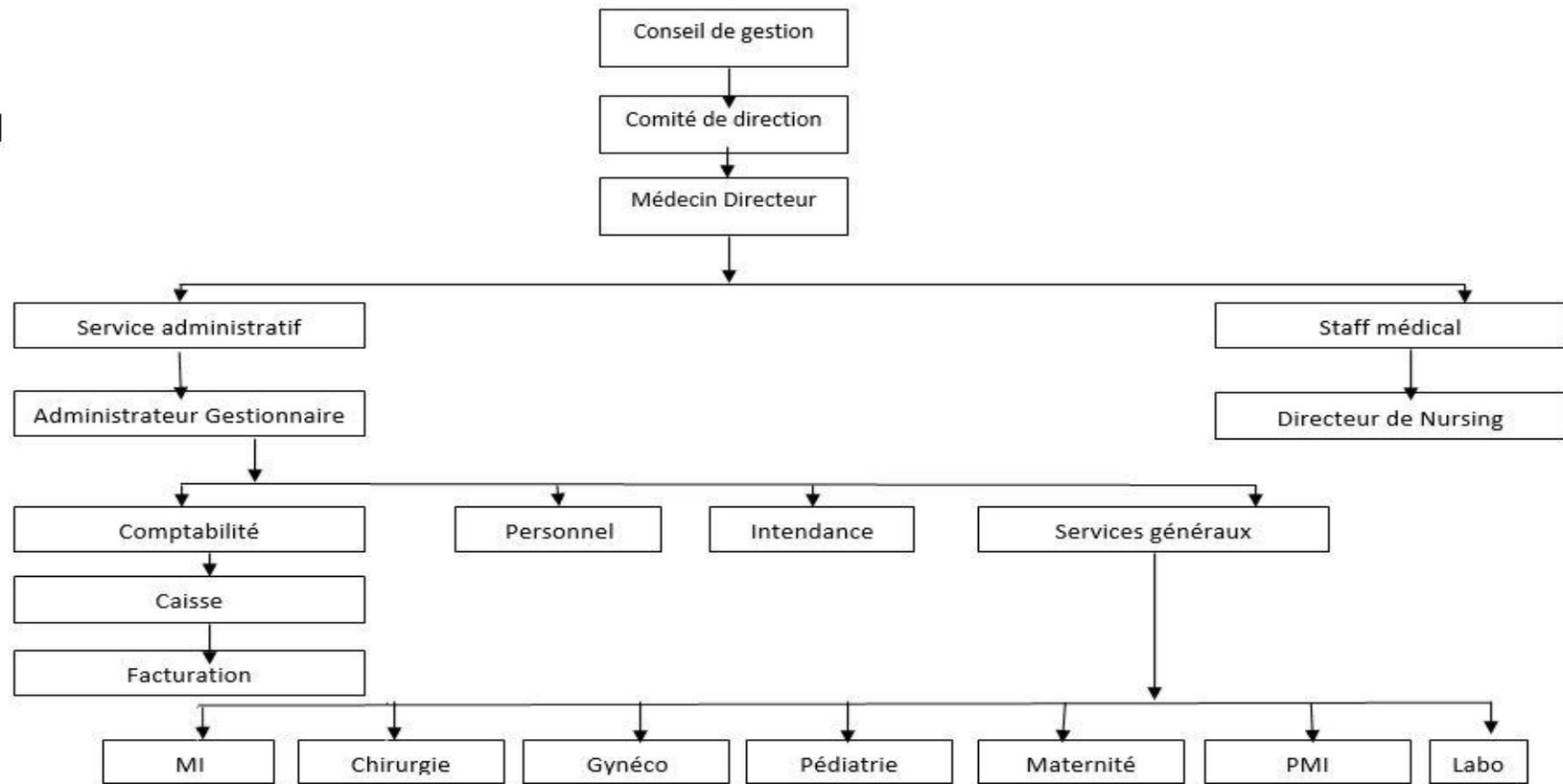


Figure 1.1. Organigramme du centre hospitalier CAHI

1.2.2. Définition des concepts clés

a) La VoIP et ToIP[10]

Les deux appellations VoIP et ToIP sont communément utilisées l'une pour l'autre :

- La VoIP (Voice over internet Protocol ou voix sur IP) désigne l'ensemble des normes et protocoles propriétaires qui permettent de transmettre la voix à partir du protocole IP.
- La ToIP (Telephony over internet Protocol ou Téléphonie sur IP) désigne l'ensemble des services et applications qui reposent sur le transfert de la voix tels que : la conférence, le double appel, filtrages, messagerie, centre d'appels, etc.

b) Les protocoles VoIP[11]

En VoIP, il existe deux types de protocoles : les protocoles de transport de la voix et de signalisation.

Pour les protocoles de transport de la voix, nous pouvons citer :

- Le protocole RTP (Real-time Transport) qui assure la gestion des flux multimédia en mode UDP ; il permet aussi la transmission en temps réel des données audio et vidéo sur des réseaux IP et il est utilisé pour les appels téléphoniques simples, les audios ou les visioconférences.
- Le protocole de contrôle (RTCP : Real Time Control Protocol) assure la bonne qualité de service des communications RTP, il permet l'envoi d'un rapport sur la qualité de service (QoS), l'identification et le contrôle de la session.

Pour les protocoles de signalisation, nous pouvons citer :

- Le protocole SIP qui est un protocole d'établissement de sessions multimédia, conçu pour l'Internet. SIP est un protocole client/serveur, sa fonction principale est l'établissement de session entre deux ou plusieurs utilisateurs ou plus généralement entre des systèmes possédant des adresses de type URI (Uniform Resource Identifier).

- Le protocole H.323 : ce protocole regroupe un ensemble de protocoles de communication de la voix, de l'image et de données sur IP.
- Le protocole d'Echange Inter-Asterisk (Inter-Asterisk eXchange, IAX) propose une alternative aux protocoles de signalisation tels que SIP. IAX a été créé dans le cadre du projet de PBX Open source Asterisk. Il permet de minimiser la bande passante par appel ; réduit la consommation de bande passante pour un ensemble d'appels (par l'utilisation du « trunking »).

c) Les attaques sur la VoIP[2]

Les attaques sur les réseaux VoIP peuvent être classées en deux types à savoir les attaques externes et internes. Les attaques externes lancées par des autres personnes que celles qui participent à l'appel, et ils se produisent généralement quand les paquets VoIP traversent un réseau peu fiable et/ou l'appel passe par un réseau tiers durant le transfert des paquets ; ainsi les attaques internes qui s'effectuent directement au réseau local dans lequel se trouve l'attaquant.

De ce fait, il existe un certain nombre d'attaques sur les réseaux VoIP :

- Les attaques sur le protocole VOIP : la VoIP utilisent UDP et TCP comme moyen de transport et les protocoles H.323 et SIP comme protocoles de signalisation. Par conséquent sont aussi vulnérables à toutes les attaques, tel le détournement de session (TCP) (session Hijacking) et la mystification (UDP) (Spoofing), etc.
- L'attaque par suivie des appels : appelé aussi Call tracking, cette attaque se fait au niveau du réseau LAN/VPN et cible les terminaux (soft/hard phone). Elle a pour but de connaître qui est en train de communiquer et quelle est la période de la communication.
- Le Sniffing : un Sniffing peut résulter un vol d'identité et la récupération des informations confidentielles, aussi bien des informations sur les systèmes VoIP. Ces informations peuvent être employées pour mettre en place une attaque contre d'autres systèmes ou données.

- Attaque par écoute clandestine : cette attaque consiste à écouter et à décoder la conversation entre deux utilisateurs.
- L'attaque en déni de service : consiste à surcharger le serveur Web de requêtes jusqu'à ce qu'il ne puisse plus suivre et s'arrête. Bloquant ainsi les communications internes, externes et aussi le système d'information.
- Attaque par la compromission de serveurs : cette attaque vise à contrôler le serveur SIP afin d'avoir le pouvoir de changer n'importe quel paramètre relatif à l'appel et d'implanter n'importe quel code malveillant (vers, virus, etc.) dans le serveur SIP.

d) Commutateur [12]

Un commutateur de réseau permet de lier plusieurs équipements du réseau informatique et transmet des paquets de données entre les appareils d'une manière beaucoup plus intelligente au destinataire cible. Il ressemble à un boîtier sur lequel sont présentes plusieurs prises RJ45 femelles permettant de brancher dessus des machines à l'aide de câbles à paires torsadées.



Figure 1.2. Switch Cisco [14]

e) Routeur[13]

Un routeur ou bien « router » en anglais est un équipement réseau dont le rôle principal est de transférer les paquets IP (Messages) vers leur destination. Le routeur dispose de nombreux composants matériels et logiciels comme les ordinateurs.



Figure 1.2. Routeur Wi-Fi Cisco [16]

f) Adressage IP et masque de réseau. [14]

Une adresse IP est un numéro d'identification attribué à un équipement connecté à un réseau. Elle est généralement notée sous forme de 4 nombres soit 32 bits, entiers séparés par des points. On distingue en fait deux parties dans l'adresse IP :

- Une partie des nombres à gauche désigne le réseau est appelée ID de réseau
- Les nombres de droite désignent les ordinateurs de ce réseau est appelée ID d'hôte.

Le masque est un séparateur entre la partie réseau et la partie machine d'une adresse IP, composé de quatre octets.

Les adresses IP sont séparées en plusieurs classes :

- Les adresses de Classe A : 0 à 127 en décimal,
- Les adresses de Classe B : 128 à 191 en décimal,
- Les adresses de Classe C : 192 à 223 en décimal,
- Les adresses de Classe D : 224 à 239 en décimal,
- Les adresses de Classe E : 240 à 255 en décimal.

L'ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers) a réservé une poignée d'adresses dans chaque classe pour permettre d'affecter une adresse IP aux ordinateurs d'un réseau local relié à internet sans risquer de créer des conflits d'adresses IP sur le réseau des réseaux. Il s'agit des adresses suivantes :

- Adresses IP privées de classe A : 10.0.0.1 à 10.255.255.254, permettant la création de vastes réseaux privés comprenant des milliers d'ordinateurs,
- Adresses IP privées de classe B : 172.16.0.1 à 172.31.255.254, permettant de créer des réseaux privés de taille moyenne,
- Adresses IP privées de classe C : 192.168.0.1 à 192.168.255.254, pour la mise en place de petits réseaux privés.

g) Latence[15]

Une latence désigne le temps nécessaire à un paquet de données pour passer de la source à la destination dans un réseau.

La maîtrise du délai de transmission est un élément essentiel pour bénéficier d'un véritable mode conversationnel et minimiser la perception d'écho (similaire aux désagréments causés par les conversations par satellites, désormais largement remplacés par les câbles pour ce type d'usage).

Or la durée de traversée d'un réseau IP dépend de nombreux facteurs :

- Le débit de transmission sur chaque lien,
- Le nombre d'éléments réseaux traversés,
- Le temps de traversée de chaque élément, qui est lui-même fonction de la puissance et la charge de ce dernier, du temps de mise en file d'attente des paquets, et du temps d'accès en sortie de l'élément,
- Le délai de propagation de l'information, qui est non négligeable si on communique à l'opposé de la terre. Une transmission par fibre optique, à l'opposé de la terre, dure environ 70 ms,
- Noter que le temps de transport de l'information n'est pas le seul facteur responsable de la durée totale de traitement de la parole. Le temps de codage et la mise en paquet de la voix contribuent aussi de manière importante à ce délai.

On considère généralement que la limite supérieure « acceptable », pour une communication téléphonique, se situe entre 150 et 200 ms par sens de transmission (en considérant à la fois le traitement de la voix et le délai d'acheminement).

h) Codec[16]

Un codec est un dispositif matériel ou logiciel permettant d'effectuer la compression ou décompression des fichiers multimédias comme les chansons ou les vidéos.

L'objectif d'un codec est d'obtenir une bonne qualité de voix avec un débit et un délai de compression le plus faible possible. Le coût du DSP est lié à la complexité du codec utilisé. Les codecs les plus souvent mis en œuvre dans les solutions VoIP sont G.711, G.729 et G.723.

Sur la base des données numériques des appréciations, une opinion moyenne de la qualité d'écoute (Mean Opinion Score. MOS) est ensuite calculée pour chaque codec. Les résultats obtenus pour les principaux codecs sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1.1. Principaux codecs [2]

N°	CODEC	DEBUT	MOS
1	G.711 (PCM)	64 kbps	4,1
2	G.726	32 Kbps	3,85
3	G.729	8 Kbps	3,92
4	G.723	6,4 Kbps	3,9
5	G.723.1	5,3 Kbps	3,65
6	GSM	1,3 Kbps	3,5

i) Audio[2]

Le transport de la voix sur un réseau IP nécessite au préalable tout ou une partie des étapes suivantes :

- Numérisation : dans le cas où les signaux téléphoniques à transmettre sont sous forme analogique, ces derniers doivent d'abord être convertis sous forme numérique suivant le

format PCM (Pulse Code Modulation) à 64 Kbps. Si l'interface téléphonique est numérique, cette fonction est omise ;

- Compression : le signal numérique PCM à 64 Kbps est compressé selon l'un des formats de codec (compression /décompression) (voir Tableau 1.1) puis inséré dans des paquets IP. La fonction de codec est le plus souvent réalisée par un DSP (Digital Signal Processor). Selon la bande passante à disposition, le signal voix peut également être transporté dans son format originel à 64 Kbps ;
- Décompression : côté réception, les informations reçues sont décompressées. Il est nécessaire pour cela d'utiliser le même codec que pour la compression puis reconverties dans le format approprié pour le destinataire (analogique, PCM 64Kbps, etc.).

j) Passerelle[17]

En informatique, une passerelle (en anglais, Gateway) est un dispositif permettant de relier deux réseaux informatiques différents, comme par exemple un réseau local et l'Internet. Ainsi, plusieurs ordinateurs ou l'ensemble du réseau local peuvent accéder à l'Internet par l'intermédiaire de la passerelle. Le plus souvent, elle sert aussi de pare-feu, ce qui permet de contrôler tous les transferts de données entre le local et l'extérieur.

Pour le compte de ce travail, nous allons utiliser la passerelle GoIP qui est un nouveau produit qui connecte le réseau mobile et la VOIP de manière transparente.



Figure 1.3.Passerelle GOIP [21]

k) Serveur[18]

On qualifie par serveur non seulement l'ordinateur qui fournit les ressources d'un réseau informatique, mais aussi le programme fonctionnant sur cet ordinateur.

Pour le compte de ce travail, nous allons utiliser le serveur Elastix, le serveur DHCP, le serveur DNS, le serveur Openmeetings et le serveur EasyIDS.

l) Soft phone[19]

Le mot « softphone » se traduit littéralement par « téléphone logiciel ». Il s'agit d'un logiciel qui s'installe sur un ordinateur, transformant ce dernier en téléphone. Via une interface, l'utilisateur émet et reçoit des communications téléphoniques, nationales et internationales.



Figure 1.4. Icone de GS wave

m) IP Phone[20]

IP phone est un téléphone différent des téléphones RTC qui se trouve à nos domiciles ou à nos bureaux utilisant une prise téléphonique pour la communication. IP phone est plutôt un téléphone bien particulier avec des ports Ethernet permettant de se connecter sur le port réseau afin d'utiliser internet comme support de communication.

Cette technologie permet d'amoindrir les coûts de communications et jouera les mêmes rôles que le téléphone classique mais avec plusieurs d'autres avantages. Aujourd'hui, il existe des IP phones wifi qui ont comme avantage de se connecter directement au wifi de l'entreprise ainsi le propriétaire peut se déplacer comme il veut tout en étant dans le périmètre du wifi.



Figure 1.5. IP phone GrandStream sans fil DP720[25]



Figure 1.6. IP phone GrandStream GXV3380[25]

1.3. Analyse de l'existant et identification des problèmes

1.3.1 Analyse de l'existant

a) Les ressources humaines

Les ressources humaines du centre hospitalier CAHI est détaillée dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1.2. Ressources humaines de CAHI

N°	GRADE	NOMBRE
----	-------	--------

1	Médecin	5
2	Infirmier	15
3	Sage-femme	3
4	Laborantin	2
5	Pharmacien	2
6	Comptable	1
7	Réceptionniste	1
8	Chauffeur	2
9	Agent de Sécurité	2
10	Chargé de propreté	5
TOTAL		38

b) Architecture existante

Le personnel communique grâce aux réseaux téléphoniques cellulaires à partir de ses propres téléphones en cas d'urgence tout en consommant ses propres crédits ou soit de bouche à l'oreille ; ce qui entraîne des interruptions à plein travail.

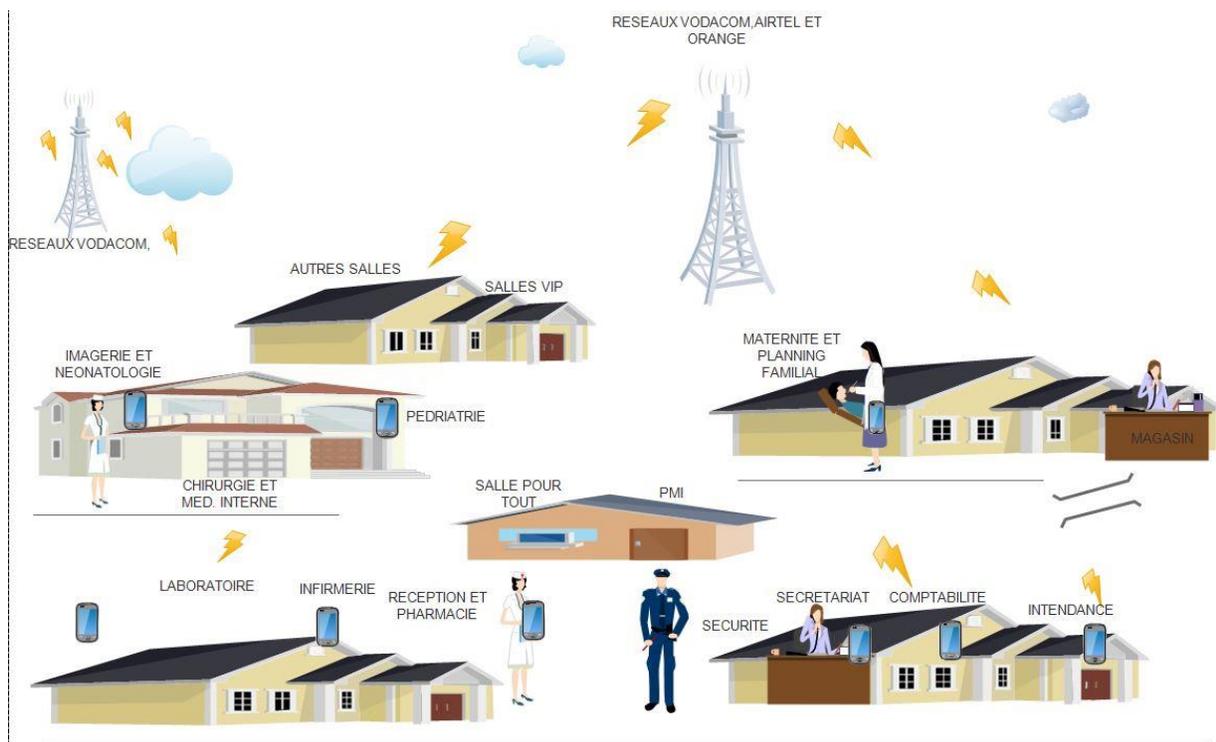


Figure 1.7. Architecture de communication existante

1.3.2. Identification des problèmes

Nous avons identifié différents problèmes liés à la communication ; liés à l'insuffisance des matériels informatiques ; lié au manque du logiciel de gestion de l'entreprise et celui de la sécurité des données à savoir :

- Le centre hospitalier possède moins d'ordinateurs que des services ;
- Le centre hospitalier possède une seule imprimante ;
- Les personnels communiquent grâce à leurs propres téléphones tout en consommant leurs propres unités ou soit de bouche à l'oreille en cas d'urgence ;
- Toutes les données de l'entreprise reposent sur un ordinateur se trouvant à la comptabilité ;
- Certains services n'ont pas des ordinateurs ;
- Le logiciel utilisé dans l'entreprise est Microsoft Office 2016 ;
- Aucune mesure de sécurité n'est prise pour sécuriser les données de l'entreprise ;

1.4. Critique de l'existant et proposition des pistes de solution

Pour pallier aux problèmes évoqués ci-haut, nous proposons au centre hospitalier CAHI de, (l'), (d') :

- Equiper chaque service d'un ordinateur et d'un téléphone IP ;
- Equiper chaque bloc des malades d'un téléphone IP ;
- Avoir une licence pour les produits Microsoft (avec une Licence Windows et Office, ils profiteront d'une expérience utilisateur complète) ;
- L'utilisation du serveur Windows Server pour sa simplicité, sa prise en main, possédant une interface utilisateur et une documentation toujours actualisée en cas de besoin. Les rôles qui suivent ADDS, File and Storage Services, IIS, DNS et DHCP seront utiles pour permettre l'administration et la supervision du réseau et aussi permettre de faire le backup du serveur ;
- Mettre en place une architecture réseau pour faire communiquer les machines entre elles ;

- L'utilisation du serveur Elastix pour répondre au problème de communication interne ;
- L'utilisation de la passerelle GoIP ;
- L'utilisation du serveur Openmeetings pour répondre au problème de réunion et du serveur EasyIDS pour lutter contre les intrusions dans le réseau ;
- L'utilisation d'un logiciel pour gérer le mouvement des patients, la caisse et la pharmacie.

1.5. Conclusion sur l'état de lieux et analyse

Dans le présent chapitre, nous avons parlé de notre cadre d'étude qui est le centre hospitalier CAHI et la définition de quelques mots clés. L'étude de l'existant nous a permis d'identifier les limites que le centre hospitalier CAHI possède en termes d'équipement informatique de bureau tout comme de réseau et ainsi nous avons pu dégager quelques pistes de solution qui, si elles sont prises en compte, pourront leur permettre de travailler efficacement, d'avoir toujours une main mise sur leurs matériels, leurs infrastructures et sur leurs données.

CHAPITRE 2 : REVUE DE LA LITTÉRATURE ET DESCRIPTION DE L'APPROCHE

2.1. Introduction

Dans ce chapitre, il sera question de présenter l'historique de la voix sur IP et tous les documents réalisés localement et ailleurs pour résoudre le même type de problème que nous traitons ; différents outils matériels et logiciels ainsi que la méthodologie utilisée.

2.2. Revue de littérature théorique

2.2.1. Historique de la VOIP

La voix sur IP, abrégée VoIP, est une technologie assez récente. Elle porte de nombreux noms, dont Voix sur large bande (VoBB), Téléphonie Internet, Téléphonie IP et téléphone à large bande.

L'avènement de l'Internet a apporté avec lui une abondance d'innovations en matière de communication. Au début, il y avait bien sûr le courrier électronique, mais ensuite les gens ont commencé à se demander s'ils pouvaient communiquer en temps réel. Cela a donné naissance à la messagerie instantanée, qui a placé AOL sous les feux de la rampe en tant que fournisseur le plus populaire. Mais d'autres voulaient une connexion plus personnelle ils voulaient entendre la voix d'une autre personne sur Internet en temps réel, ce qui nous amène à la VoIP[21].

En 1974, un échantillon de voix en temps réel a été envoyé entre deux ordinateurs dans le laboratoire Lincoln de l'Institut des sciences de l'information. Que disait-il ? Quelle était la profondeur du message ? Eh bien, ils ont transmis un clip vocal disant "Ceci est un test". Bien que ce ne soit que dans un seul sens, l'Agence des projets de recherche avancée (ARPANET) a poursuivi ses recherches plus tard dans l'année et le premier appel VoIP bidirectionnel a eu lieu un an avant le premier appel sur téléphone portable.

Cependant, les recherches n'ont pas été poussées plus loin et l'internet, tel que nous le connaissons aujourd'hui, n'avait pas encore été introduit. Aujourd'hui, nous savons

qu'ARPANET a été un précurseur de l'internet, qui est devenu accessible au public pour la première fois en 1991.

Après 2000, quelques inventions ont contribué à faire de l'histoire de la VoIP ce qu'elle est. Tout d'abord, les développeurs ont commencé à travailler sur les appels de téléphone à ordinateur et vice versa. Aujourd'hui, les utilisateurs disposent d'une plus grande souplesse et certaines inefficacités ont été supprimées. Cependant, le changement le plus important est intervenu lorsque la VoIP est devenue moins dépendante des ordinateurs. Au début, le système dépendait du processeur de l'ordinateur pour des processus tels que la création d'un paquet vocal lisible par le PTSN (connu sous le nom de commutation). Grâce à ce changement, il a pu être réalisé avec d'autres appareils également.

Très vite, le monde a accueilli le haut débit dans les foyers et les bureaux. Avec une bande passante plus large vers le milieu des années 2000, des codecs de meilleure qualité ont pu être utilisés, et nous avons finalement atteint un point où la voix sur IP correspondait aux appels téléphoniques. Pour ceux qui avaient suivi l'histoire de la VoIP, ils avaient enfin une raison de choisir le système plutôt que le téléphone ordinaire. Dès le moment où cela s'est produit, les entreprises ont été intéressées parce que cela leur donnait une chance d'être plus efficaces[22].

2.2.2. Différents IPBX assurant la VoIP[23]

Un IPBX ou PABX IP (Private Branch Exchange) est un équipement (autocommutateur) téléphonique capable d'acheminer les appels sur un réseau via l'utilisation du protocole IP. Internet Protocol permet à partir de l'identifiant d'un hôte (PC, téléphone) un identifiant appelé une adresse IP d'acheminer des flux voix, données et images au sein d'un réseau informatique. Il gère l'établissement des communications entre plusieurs postes à l'intérieur d'une entreprise, ainsi que vers l'extérieur (réseau de public : PSTN).

Pour établir une communication, les utilisateurs pourront utiliser un softphone (logiciel installé sur un PC) où un hardphone (téléphone « matériel » qui utilise les protocoles de voix sur IP) compatibles avec l'IPBX utilisé.

a) Asterisk

Asterisk est la solution ToIP IPBX Open source la plus utilisée sur le marché de la téléphonie sur IP à l'heure actuelle. Cette solution a notamment donnée naissance à plusieurs projets dont le but était la conception d'IPBX Open source, même les leaders des télécommunications se sont mis à développer des solutions autour de ce produit.

Ce produit doit sa conception au fondateur de la société Digium Mark Spencer qui en 1999 alors qu'il était étudiant à l'université d'Auburn aux États-Unis (Alabama) décide de concevoir son propre PBX sur la base d'une distribution linux. Le résultat de cette conception s'appelle Asterisk, outil qui connaît aujourd'hui un grand succès dans son domaine. Le projet initial a été développé autour d'une GNU/Linux sur une plate-forme de type x/86, actuellement cette solution est désormais disponible sur une plus grande quantité de plates-formes ToIP. Asterisk est un PBX Open Source qui est basé actuellement sur la licence GPL 2.0.

b) SipXecs

SipXecs est une solution ToIP IPBX gratuite pouvant être mise en œuvre au sein d'infrastructure de différentes tailles. Elle peut être intégrée dans des infrastructures de très petites tailles à des infrastructures allant jusqu'à 6000 d'après les développeurs de la communauté. Ce produit a pour particularité de supporter uniquement le protocole SIP. À titre d'exemple Nortel Networks un des leaders du marché des télécommunications a annoncé que sa dernière solution de communication unifiée à destination des PME (SCS500) est totalement basée sur le code source de SipXecs. Nortel a également annoncé par la même occasion son entrée dans la communauté du SIPfoundry en tant que contributeur du projet.

Ce produit est prévu pour fournir des services de téléphonie sur IP (ToIP) même au sein de structure de petite taille, avec une utilisation personnelle ou bien même au sein de très petites entreprises souhaitant disposer d'une solution de messagerie unifié et de téléphonie sur IP (ToIP).

SipXecs doit sa création à la société « Pingtel Corp » qui réalisa le développement du produit en 1999. Sa création avait un objectif commercial avant d'aboutir en 2004 sur un modèle basé sur l'Open source en participant à la création de la communauté SIPfoundry. SIPfoundry est une communauté Open Source qui s'est basé sur le standard SIP (Session Initiation Protocol) pour

développer la solution IPBX SipXecs ayant comme fondement le respect du standard SIP. La solution est basée sur la licence GNU Lesser General Public License 2.1

Ce produit a été développé à partir des langages C/C++ et basé sur une interface d'administration WEB afin de réaliser la gestion des différents services offerts par le produit tel que le plan de numérotation, les utilisateurs ou bien les téléphones. Ce serveur peut être intégré sur des serveurs standards basés sur des plates-formes Intel, AMD ou power PC, le support de la technologie 64 bit devrait suivre prochainement. Ce produit est capable de réaliser dynamiquement la découverte des équipements comme les téléphones IP (ToIP). Il permet une intégration complète d'un système de messagerie unifié pour Microsoft Outlook.

c) Callweaver

Callweaver est un IPBX qui a été développé autour du projet Asterisk. Ce produit est basé sur une licence de type GPL. Callweaver est capable de s'interfacer sur plusieurs types de réseaux, tel que le raccordement à un réseau téléphonique traditionnel ou IP. Ce produit a été conçu de sorte à ce qu'il puisse gérer un ensemble de protocoles de signalisation de Voix sur IP (H323, IAX2, MGCP, SIP, etc).

d) Voicetronix

Voicetronix portait le même intitulé. Ce produit est né en 2005, Callweaver est dérivé d'une autre plate-forme Open Source, pour cela la solution avec laquelle « le Fork » a été réalisé, fût la version 1.2 d'Asterisk. La raison de la création de cette communauté est liée au fait que les développeurs avaient une vision différente de celle de Digium.

Pour cette étude, nous utiliserons les serveurs Elastix et openmeetings pour la conception de la téléphonie sur IP.

2.2.3. Avantages et limites de la VoIP[24]

Différentes sont les raisons qui peuvent pousser les entreprises à s'orienter vers la VoIP comme solution pour la téléphonie.

Les avantages les plus marqués sont :

- Réduction des coûts : En effet le trafic véhiculé à travers le réseau RTC est plus coûteux que sur un réseau IP. Réductions importantes pour des communications internationales en utilisant le VoIP, ces réductions deviennent encore plus intéressantes dans la mutualisation voix/données du réseau IP intersites (WAN). Dans ce dernier cas, le gain est directement proportionnel au nombre de sites distants.
- Standards ouverts : La VoIP n'est plus uniquement H323, mais un usage multiprotocoles selon les besoins de services nécessaires. Par exemple, H323 fonctionne en mode égale à égale alors que MGCP fonctionne en mode centralisé. Ces différences de conception offrent immédiatement une différence dans l'exploitation des terminaisons considérées.
- Un réseau voix, vidéo et données (à la fois) : Grâce à l'intégration de la voix comme une application supplémentaire dans un réseau IP, ce dernier va simplifier la gestion des trois applications (voix, réseau et vidéo) par un seul transport IP. Une simplification de gestion, mais également une mutualisation des efforts financiers vers un seul outil.
- Un service PABX distribué ou centralisé : Les PABX en réseau bénéficient de services centralisés tel que la messagerie vocale et la taxation. Cette même centralisation continue à être assurée sur un réseau VoIP sans limitation du nombre de canaux. Il convient pour en assurer une bonne utilisation de dimensionner convenablement le lien réseau. L'utilisation de la VoIP met en commun un média qui peut à la fois offrir à un moment précis une bande passante maximum à la donnée, et dans une autre période une bande passante maximum à la voix, garantissant toujours la priorité à celle-ci.

Les points faibles de la voix sur IP sont :

- Fiabilité et qualité sonore : un des problèmes les plus importants de la téléphonie sur IP est la qualité de la retransmission qui n'est pas encore optimale. En effet, des désagréments telle la qualité de la reproduction de la voix du correspondant ainsi que le délai entre le moment où l'un des interlocuteurs parle et le moment où l'autre entend peuvent être extrêmement problématiques. De plus, il se peut que des morceaux de la conversation manquent (des paquets perdus pendant le transfert) sans être en mesure de savoir si des paquets ont été perdus et à quel moment.

- Dépendance de l'infrastructure technologique et support administratif exigeant : les centres de relations IP peuvent être particulièrement vulnérables en cas d'improductivité de l'infrastructure. Par exemple, si la base de données n'est pas disponible, les centres ne peuvent tout simplement pas recevoir d'appels. La convergence de la voix et des données dans un seul système signifie que la stabilité du système devient plus importante que jamais et l'organisation doit être préparée à travailler avec efficacité ou à encourir les conséquences.
- Vol : les attaquants qui parviennent à accéder à un serveur VoIP peuvent également accéder aux messages vocaux stockés et au même au service téléphonique pour écouter des conversations ou effectuer des appels gratuits aux noms d'autres comptes.
- Attaque de virus : si un serveur VoIP est infecté par un virus, les utilisateurs risquent de ne plus pouvoir accéder au réseau téléphonique. Le virus peut également infecter d'autres ordinateurs connectés au système.

2.3. Revue de littérature empirique

Plusieurs chercheurs sous d'autres cieux ont traité sur ce point sous différents angles dans le souci de trouver une solution plus ou moins palliative aux problèmes de la téléphonie sur IP.

Parmi les travaux consultés, nous pouvons citer :

- Le travail de mémoire de Master professionnel présenté par Monsieur CHEROUFA Djamel et Madame IRNATENE Sofiane portant sur « Service ToIP avec Asterisk pour l'Université de Béjaia ». Dans ce travail, les auteurs se sont fixés comme objectif de mettre en place un serveur téléphonique VoIP via le logiciel IPBX open source Asterisk qui va permettre à l'université de Béjaia et à ces déférentes hiérarchies de communiquer en profitant de ses fonctionnalités (appels vocaux, boîte vocale, enregistrement d'appel, appel en attente et interception d'appel, etc.)[1] ;
- Nous avons eu à accéder au travail de mémoire de Monsieur David Gordon portant sur « LA SECURITE DE LA VOIX SUR IP ». L'objectif de ce travail était de démontrer le manque de sécurité de la VoIP dû à la complexité d'une architecture de VOIP, les

vulnérabilités se manifestent de plusieurs façons dans les technologies d'accès, les réseaux sous-jacents, les systèmes d'exploitation et les sessions VoIP.

Ensuite, les réseaux de VOIP dépendent des réseaux IP sous-jacents pour offrir un service de communication. Indirectement, les vulnérabilités des réseaux de données IP affecte aussi les réseaux VoIP. L'écoute passive, le déni de service, l'interception et la modification du trafic en sont tous des exemples. De surcroît, l'étendue des réseaux de données et la disponibilité de systèmes capables de communiquer sur un réseau IP mettent ces vulnérabilités à la portée de tous.

Par contre, pour les services d'urgence, les conséquences peuvent être aussi graves que la perte d'une vie. Puisque la VOIP occupera une position si importante dans la société de demain, l'auteur a souligné qu'il serait souhaitable que la sécurité de l'architecture VoIP puisse garantir le même niveau de service que nous avons aujourd'hui avec le réseau de téléphonie traditionnelle. Il existe plusieurs moyens de défense qui peuvent être déployés aujourd'hui pour sécuriser les réseaux de VOIP. Au niveau de l'infrastructure VoIP, l'encryptions de la communication et les IDS (Intrusion Detection System) distribués sont principalement utilisés. Ensuite, les systèmes embarqués de VoIP peuvent être sécurisés à l'aide de pare-feu, de système de confiance et d'anti-virus[11] ;

- Et enfin le travail de mémoire de Monsieur RATO VONANTO ANDRO Sandy Mialisoa portant sur « ETUDE D'UNE IMPLEMENTATION ET GESTION DE LA VOIP PAR CISCO UNIFIED CALLMANAGER » ; qui avait pour objectif de proposer aux entreprises un moyen de réduire leurs coûts de communication et d'avoir une très bonne qualité de service grâce aux solutions apportées par la VoIP. De ce fait, il a tenté de dégager les besoins pour pouvoir implémenter la technologie de la VoIP au sein de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo[25].

La présente étude vise de réaliser un système VOIP qui pourra permettre la communication rapide et gratuite aux médecins et aux patients dans le but de minimiser le coût des communications. Ce travail diffère des autres précités dans le sens où nous y avons ajouté la visioconférence multiple avec possibilité de faire la présentation des slides et renforcer beaucoup

plus sur la sécurité d'accès au réseau à l'aide des configurations et du serveur EasyIDS pour lutter contre les attaques informatiques.

2.4. Outils de travail

2.4.1. Environnement matériel

Afin de bien réaliser ce projet, nous avons utilisé pour de raison de test, différents matériels regroupés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2.1. Environnement matériel

N°	Matériels	Rôles
1	Un ordinateur portable de marque Lenovo ayant la configuration suivante : Processeur Intel(R) Cores(TM) i5-4300U CPU @ 1.90GHz 2.49 GHz- 4 Go de RAM, disque dur de 500 Go et un système d'exploitation équipé de Windows 10 (64bit)	Il nous a aidés à installer différents systèmes d'exploitation pour le test et pour la rédaction de ce travail.
2	Un routeur Ethernet de 6 ports Ethernet	Il nous a aidés à relier plusieurs périphériques dans le réseau local comme un switch grâce à ses ports Ethernet.
3	Une souris externe 2.4G sans fil	Il nous a aidés à travailler aisément sur ordinateur.
4	Les câbles Ethernet gigabit	Ils nous ont aidés à relier les équipements sur le routeur Ethernet.

2.4.2. Environnement logiciel

Du point de vue logiciel, nous avons travaillé avec plusieurs systèmes d'exploitation à savoir Windows 10, Windows 7 et Linux dans lesquelles on a installé les outils nécessaires pour la réalisation de ce travail à savoir :

Tableau 2.2. Environnement logiciel

N°	Logiciels	Rôles
1	Le logiciel Word	Word est l'un des logiciels de texte le plus utilisé dans le monde à la suite bureautique de Microsoft. Il nous a aidés à rédiger de ce travail.
2	Le logiciel GitMind	GitMind est un outil de génie logiciel dédié à la modélisation UML, MERISE et FAST qui nous a aidés à modéliser le diagramme FAST de ce travail.
3	Le logiciel Cisco packet tracer	Cisco packet tracer est un logiciel de CISCO permettant de construire un réseau physique virtuel et de simuler le comportement des protocoles réseaux. Il nous a aidés à faire la simulation de la nouvelle architecture réseau VoIP proposée dans cette étude.
4	Le logiciel Edraw	Edraw max est un logiciel qui simplifie la création d'organigramme, de plans de construction, etc. Il nous a aidé à faire une représentation graphique de la nouvelle l'architecture.
5	Le logiciel putty	Putty est un émulateur de terminal pour Windows permettant la connexion à une machine distante par le protocole ssh. Avec ce logiciel, on peut travailler depuis son ordinateur personnel, sur une machine Linux en mode ligne de commande. Il nous a aidés à faire certaines configurations en ligne de commande du serveur tribox et EasyIDS.
6	Le serveur Elastix	Le serveur Elastix permet de mettre en place l'élément central d'un réseau de téléphonie sur IP. Ce serveur nous a aidés à mettre en œuvre les services de la téléphonie

		pour cette étude.
7	Le logiciel Microsoft Edge	Microsoft Edge est un navigateur internet qui nous a permis de se connecter sur l'interface web de nos différents serveurs.
8	Softphone 3CX et GS wave	Ce sont des softphones. Ils nous ont aidés à effectuer des appels téléphoniques VoIP à partir du serveur Elastix.
9	Oracle Vm Virtualbox	VirtualBox est un logiciel de virtualisation gratuit qui nous a permis d'héberger plusieurs machines virtuelles avec des systèmes d'exploitation différents.
10	Le serveur EasyIDS	Le serveur EasyIDS est un système de détection et de prévention d'instruction réseau ; il nous a permis de surveiller le réseau mais aussi d'avoir une interaction avec ce dernier pour agir en fonction d'une possible cyber-attaque.
11	Le serveur Openmeetings	Ce serveur nous a aidés à mettre en œuvre les services de la visioconférence avec possibilité de faire la présentation des slides.
12	Microsoft Windows Server	Microsoft Windows server est un système d'exploitation serveur de Microsoft qui regroupe plusieurs rôles(serveurs). Nous nous sommes servis du rôle DHCP de ce serveur pour protéger la connexion au réseau des équipements.

2.5. Description et justification de l'approche

La méthode FAST se base sur l'idée que tout système peut être décomposé en une série de fonctions qui sont liées entre elles et qui permettent au système de fonctionner. Ces fonctions peuvent être décomposées en sous-fonctions, qui sont elles-mêmes liées entre elles[5].

En utilisant la méthode FAST, on peut mieux comprendre le fonctionnement d'un système et identifier les opportunités d'amélioration. Elle peut également être utilisée pour déterminer les

besoins en termes de ressources matériels ou logiciels et de matériaux nécessaires pour mettre en œuvre un projet de développement de produit.

Pour utiliser la méthode FAST, on commence par identifier les fonctions principales du système et on les décompose en sous-fonctions. On utilise ensuite un diagramme Function Analysis System Technique (FAST) pour visualiser les fonctions et sous-fonctions du système et pour déterminer comment elles sont liées entre elles.

2.5.1. Les fonctions principales du système

Il existe deux types de fonctions :

a) Fonctions de service

Les fonctions de service constituent une relation entre le système et le milieu extérieur, elles traduisent l'action attendue ou réalisée par le produit pour répondre à un élément du besoin d'un utilisateur donné[26]. Il faut souvent plusieurs fonctions de service pour répondre à un besoin. Dans une étude donnée, leur énumération et leur formulation qualitative et quantitative résultent de l'analyse du besoin à satisfaire et le décrivent d'une manière nécessaire et suffisante.

Il existe deux types de fonctions de service :

- Les fonctions principales, correspondant au service rendu par le système pour répondre aux besoins ;
- Les fonctions contraintes, traduisant des réactions, des résistances ou des adaptations à des éléments du milieu extérieur.

b) Fonctions techniques

Les fonctions techniques sont internes au produit, elles sont choisies par le constructeur dans le cadre d'une solution, pour assurer une fonction de service[26].

2.5.2. Diagramme FAST[27]

La création d'un diagramme FAST aide l'équipe de conception à :

- Développer une compréhension commune du projet ;
- Déterminer les fonctions omises ;
- Définir, simplifier et clarifier le problème ;

- Organiser et comprendre les relations entre les fonctions ;
- Déterminer la fonction de base du projet, du processus ou du produit ;
- Améliorer la communication et le consensus ;
- Stimuler la créativité ;

Un diagramme FAST aborde trois questions clés :

- **Pourquoi** ? pourquoi une fonction doit-elle être assurée ? Accès à une fonction technique d'ordre supérieur, on y répond en lisant le diagramme de droite à gauche ;
- **Comment** ? comment cette fonction doit-elle être assurée ? On décompose alors la fonction, et on peut lire la réponse à la question en parcourant le diagramme de gauche à droite ;
- **Quand** ? Quand cette fonction doit-elle être assurée ? Recherche des simultanités, qui sont alors représentées verticalement.

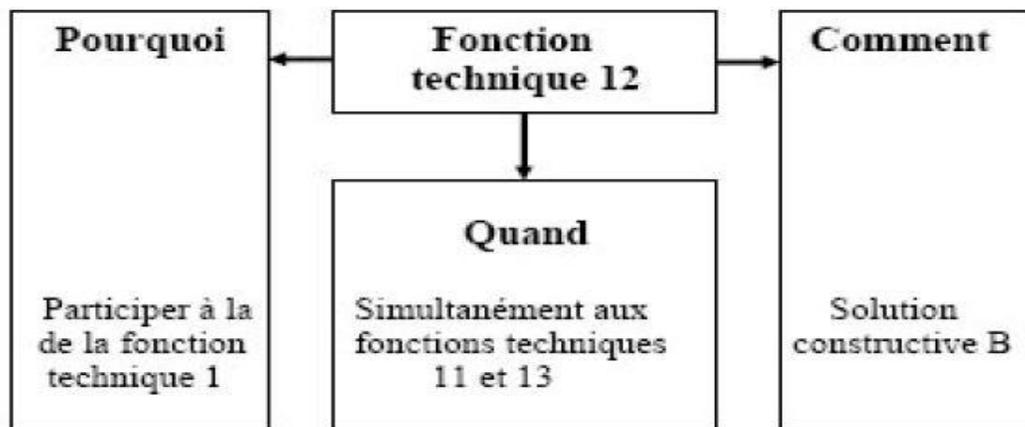


Figure 2.1. Questions à se poser pour un diagramme FAST[28]

La réponse à chacune de ces questions n'est ni exclusive, ni unique. Aussi il existe deux types d'embranchements entre les différentes colonnes, les embranchements de type "**et**", et les embranchements de types "**ou**".

On représente les liaisons ou par deux flèches (ou plus) partant de la même origine, alors qu'une liaison "et" se sépare après la case représentant la fonction origine. Voici une illustration :

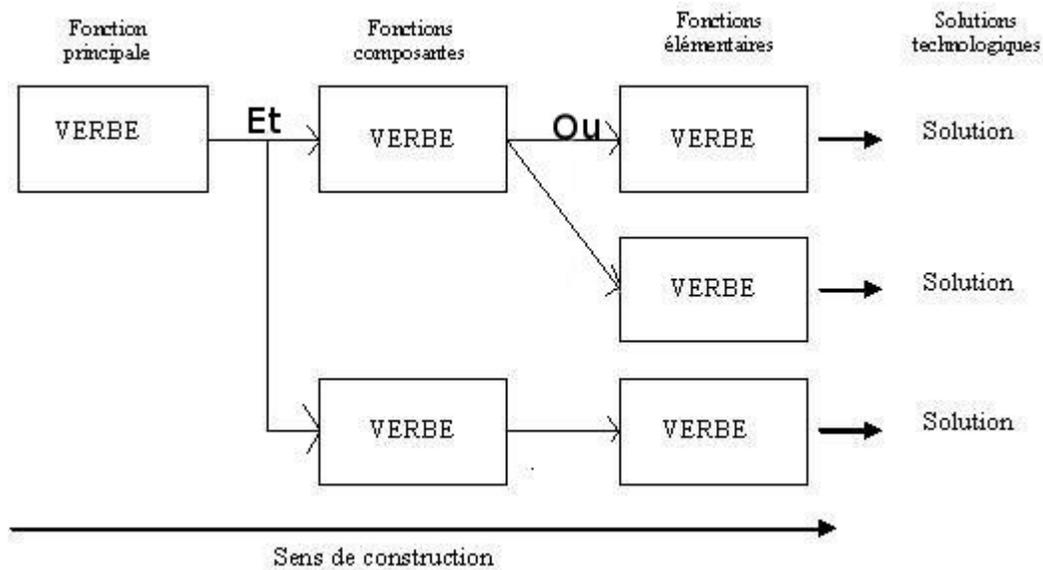


Figure 2.2. Types d'embranchements[5]

Les fonctions doivent être décrites par un verbe à l'infinitif. La figure ci-dessus représente la manière dont les deux types d'embranchements peuvent se présenter.

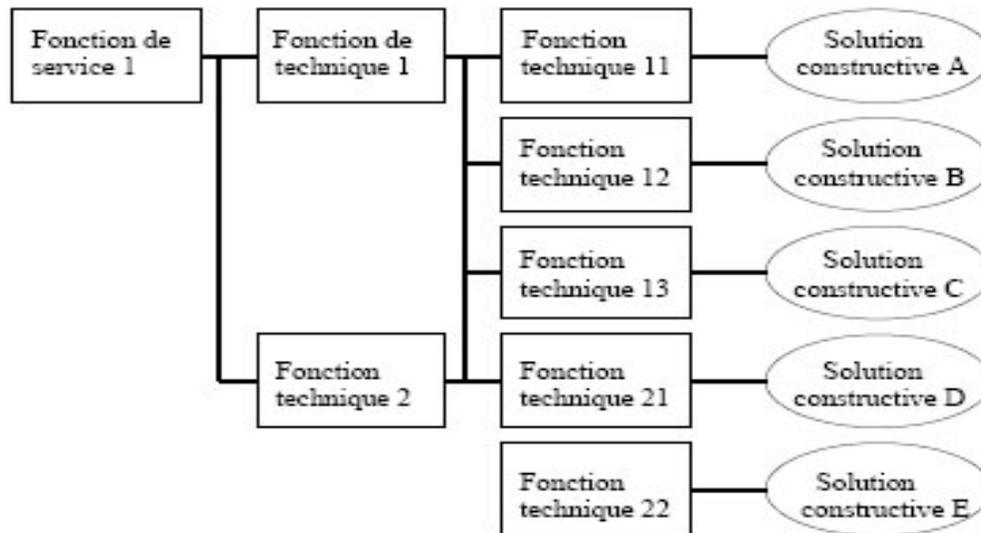


Figure 2.3. Exemple d'un diagramme FAST[5]

La figure ci-dessus représente à quoi peut ressembler un diagramme FAST en commençant par énumérer les fonctions de service puis les fonctions techniques pour finalement terminer par la solution constructive.

2.6. Conclusion sur la revue de la littérature et description de l'approche

Dans cette partie du travail, il a été question de présenter l'historique de la VoIP et d'énumérer certains travaux qui nous ont servis de guide ou de modèle dans notre approche. Nous avons également mis l'accent sur la méthode FAST et les matériels que nous avons utilisés pour de raison de test.

CHAPITRE 3 : APPLICATION DE LA MÉTHODOLOGIE ET PRÉSENTATION DES RÉSULTATS AVEC ANALYSE

3.1. Introduction

Dans ce chapitre qui fait office du dernier chapitre, nous allons faire une présentation de notre travail en faisant une approche plus détaillée des certains points, donner un aperçu de la méthodologie utilisée avec plus des détails et la présentation des résultats.

3.2. Participants

3.2.1. Structure de l'équipe de travail

Les personnes ayant participé en premier plan dans la réalisation de ce travail sont :

- SHAURI WAKIPEPA Ernest (Etudiant finaliste en deuxième année de licence en réseaux et télécommunications),
- Assistante NAMUHANDA MUGOLI Dash (Encadreur),
- Professeur Jules Raymond KALA (Directeur).

3.3. Stratégie de collecte des données

Pour ce qui est de la collecte des données, nous, étant un corps étranger au centre hospitalier CAHI, nous avons eu certaines informations qui nous ont aidé à savoir le fonctionnement, l'organisation en nombre des services et des départements.

Donc en bref pour cette section, retenons que la stratégie de collecte était juste la documentation ayant été fait par les documents des données que nous avons trouvés nécessaire au niveau du centre hospitalier CAHI.

3.4. Application de la méthodologie

La méthode FAST aide à penser au problème de façon objective et permet de déterminer la portée du projet en illustrant les relations logiques entre les fonctions. La disposition des fonctions de façon logique dans un diagramme FAST permet aux participants de déterminer toutes les fonctions requises [5].

Le diagramme FAST peut servir à vérifier si, et à illustrer comment, une solution proposée atteint les besoins de l'utilisateur, ainsi qu'à déterminer les fonctions inutiles, dédoublées ou omises.

Tel que nous l'avons expliqué au second chapitre, la lecture d'un diagramme FAST se fait de 3 manières juste en répondant aux questions :

- Pourquoi ? : le diagramme se lu de droite à gauche ;
- Comment ? : le diagramme se lu de gauche à droite ;
- Quand ? : le diagramme se lu de haut en bas.

Les trois figures ci-dessous représentent nos diagrammes FAST du système :

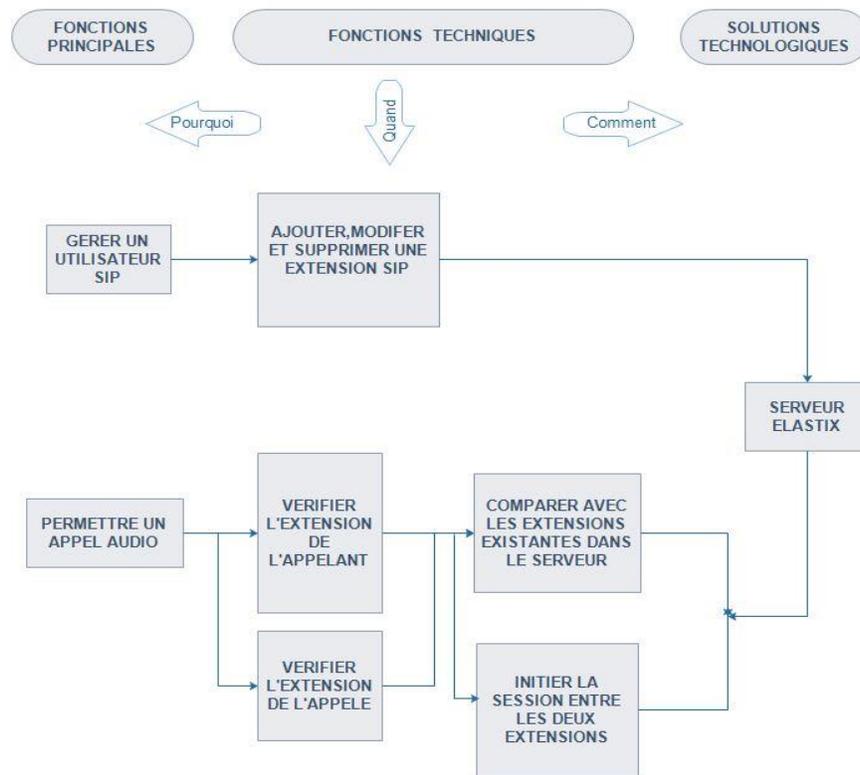


Figure 3.1. Diagramme FAST 1

Le tableau ci-dessous représente la façon dont ne peut se lire notre diagramme FAST 1 en se basant à la question Pourquoi.

Tableau 3.1. Explication du diagramme FAST 1

Pourquoi le serveur Elastix ?	Pourquoi ? Pour ajouter, modifier et supprimer une extension SIP	Pourquoi ? Pour gérer un utilisateur SIP	
	Pourquoi ? Pour comparer avec les extensions existantes dans le serveur et initier la session entre les deux extensions	Pourquoi ? Pour vérifier l'extension de l'appelant et celui de l'appelé	Pourquoi ? Pour permettre un l'appel audio

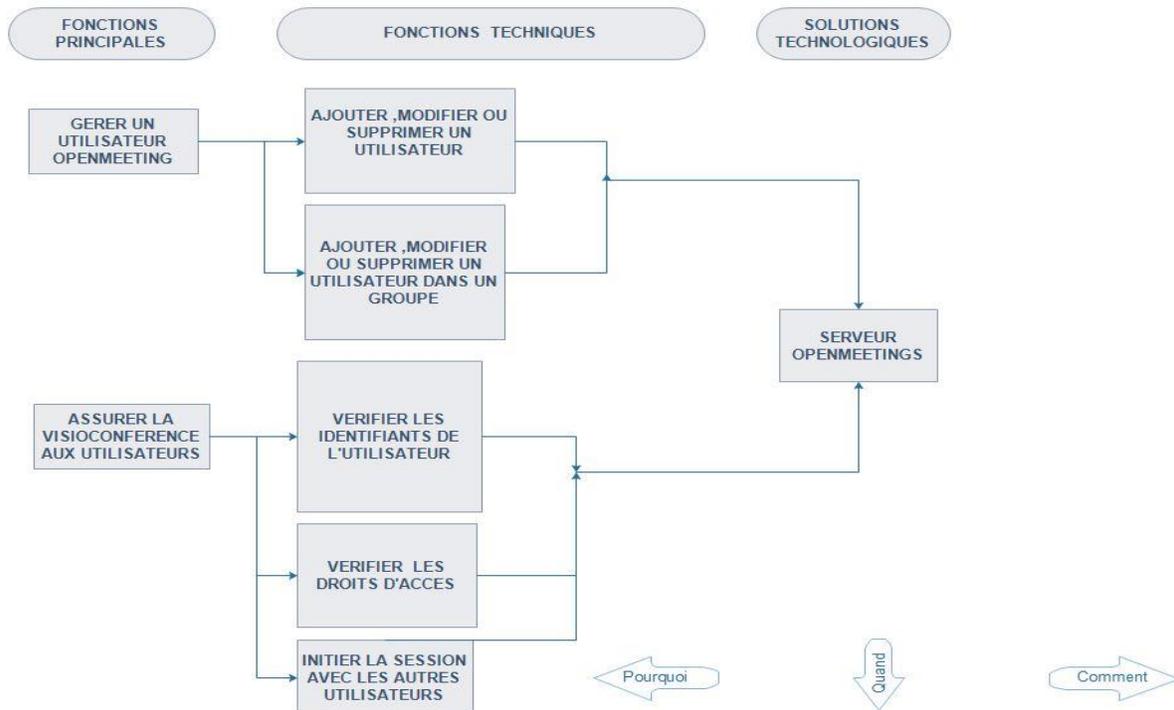


Figure 3.2. Diagramme FAST 2

Le tableau ci-dessous représente la façon dont peut se lire notre diagramme FAST 2 en se basant à la question **Comment** (comment cette fonction doit-elle être assurée ?).

Tableau 3.2. Explication du diagramme FAST 2

Comment gérer un utilisateur openmeetings ?	Comment ? En ajoutant, modifiant et supprimant un utilisateur et en ajoutant, modifiant et supprimant un utilisateur dans un groupe.	Comment ? En utilisant le serveur Openmeetings.
Comment assurer la visioconférence aux utilisateurs ?	Comment ? En vérifiant les identifiants de l'utilisateur, ses droits d'accès et en initiant la session avec les autres utilisateurs.	Comment ? En utilisant le serveur Openmeetings.

3.5. Présentation des résultats

3.5.1. Architecture réseau VOIP

Dans cette partie, il s'agit maintenant de proposer une architecture réseau sécurisée sous sa forme logique et physique qui permettra au centre hospitalier CAHI si pas totalement du moins de manière très significative d'être en sécurité avec son système de communication.

Avant de passer à l'explication de l'architecture proposée, nous tenons d'abord à donner une liste non exhaustive des certains matériels indispensables. Parmi les matériels se trouvant dans le tableau ci-dessous, certains sont déjà disponibles tandis que d'autres, l'institution devra s'en procurer. La configuration et/ou le couplage de tous ces matériels et logiciels donnent à l'institution un système d'information fiable avec un certain niveau de sécurité, grâce au contrôle

totale du serveur EasyIDS et du serveur DHCP ainsi qu'aux différentes techniques de configuration des équipements réseaux.

Tableau 4.1 Matériels de l'architecture

N°	Equipement	Rôle dans l'architecture
1	Routeur	Il joue d'office le rôle du routage d'information et d'un relais DHCP.
2	Switch	Son rôle est de relier plusieurs périphériques dans le réseau. Il est chargé d'analyser les trames qui arrivent sur les ports d'entrée Il limite le domaine de collision aux équipements reliés à ses ports.
3	Ordinateur	Assure le traitement automatique de l'information, Assurer le contrôle de différents serveurs, Permet la participation à une réunion via le serveur Openmeetings
4	Serveur Elastix	Permet de mettre en place l'élément central d'un réseau de téléphonie sur IP, Il gère les utilisateurs SIP et assure la connexion entre eux.
5	Serveur EasyIDS	Il joue le rôle d'un serveur de détection d'instructions et de prévention du système.
6	Téléphone IP	Permet à un utilisateur de passer des appels sur le réseau LAN

7	Téléphone smatch phone	Permet à un utilisateur de communiquer sur le réseau LAN grâce au softphone installé.
8	Point d'accès	Permet de connecter les utilisateurs via la connexion sans fil.
9	Accessoires (câbles et connecteurs)	Relient les différents équipements du réseau.
10	GoIP	Il joue le rôle d'une passerelle reliant la VoIP et la téléphonie mobile (GSM).
11	Serveur Openmeetings	Il joue le rôle d'un serveur de visioconférence qui donne la possibilité de faire des présentations des slides.
12	Serveur DHCP	Permet l'attribution automatique des adresses IP à tous les équipements du réseau
13	Serveur DNS	Permet de traduire l'adresse IP de la machine en nom du domaine

L'architecture physique décrit la façon dont les éléments d'un système informatique sont reliés entre eux et comment ils interagissent physiquement. Elle inclut les éléments matériels tels que les serveurs, les routeurs, les commutateurs et les câbles qui relient ces équipements.[29]

L'architecture logique, en revanche, décrit la façon dont les différents éléments du système sont organisés et comment ils interagissent entre eux pour accomplir des tâches précises. Elle inclut les différents logiciels et les protocoles qui permettent aux équipements de communiquer entre eux et d'accomplir leurs fonctions.[30]

La figure 3.4 et la figure 3.5 représentent respectivement l'architecture logique et l'architecture physique du système.

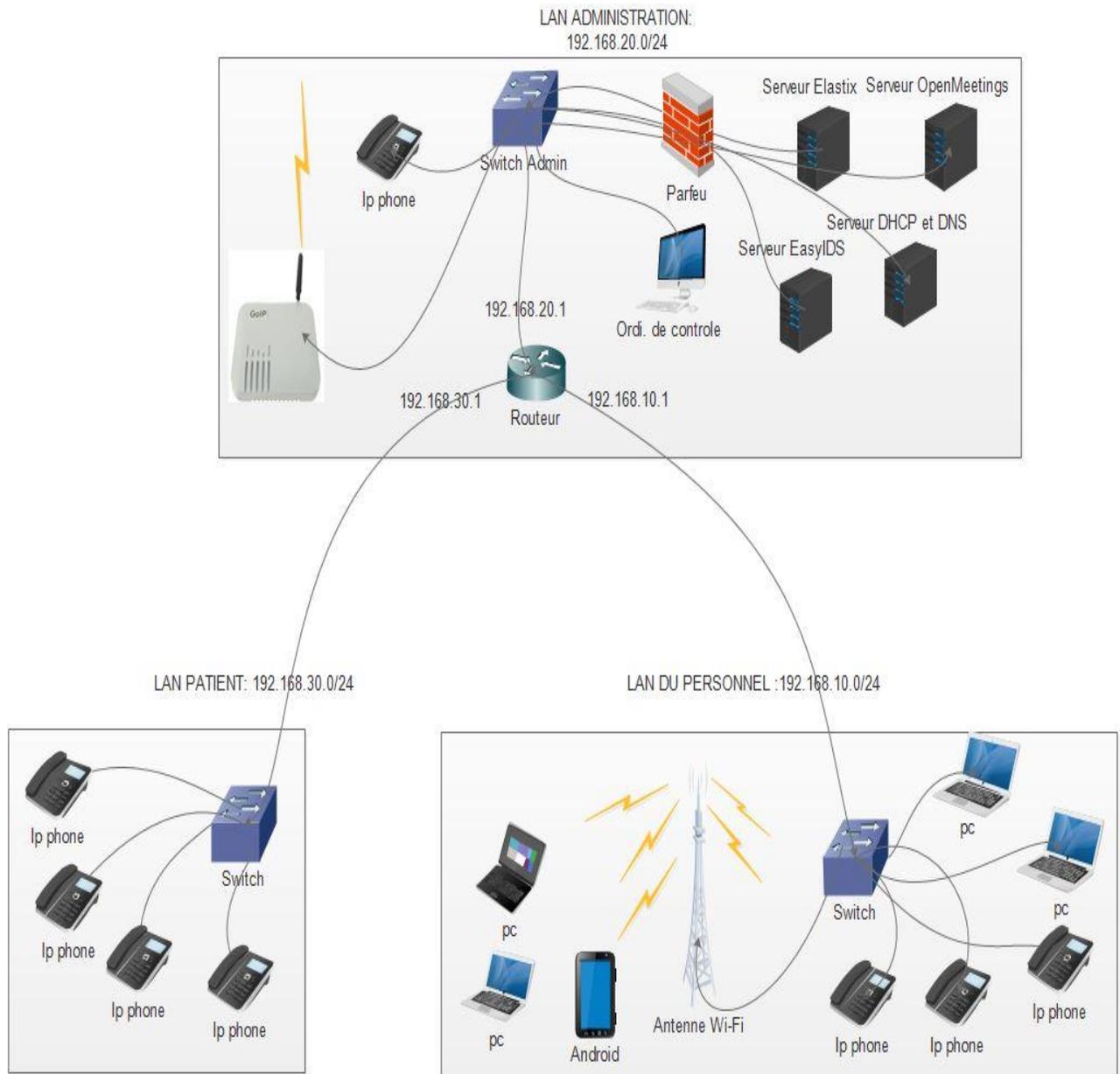


Figure 3.3. Architecture logique VoIP

Le fonctionnement de la nouvelle architecture est le suivant :

- L'architecture comprend 3 LANs : LAN administration, LAN du personnel et LAN patients ;

- Tous les serveurs sont situés dans la salle d'administration et les utilisateurs sont enregistrés dans le serveur Elastix et Openmeetings;
- Les utilisateurs utilisent comme outils les téléphones IP ou Android et les ordinateurs reliés sur le réseau LAN à partir du point d'accès WI-FI ou le Switch pour communiquer ;
- Le routeur à son tour joue le rôle de routage d'information et du relais DHCP du serveur DHCP et DNS sur les trois LAN du réseau ;
- Le serveur EasyIDS assure la sécurité du système face aux menaces des pirates et enfin la GoIP permet à son tour aux utilisateurs de passer des appels externes en dehors du LAN.

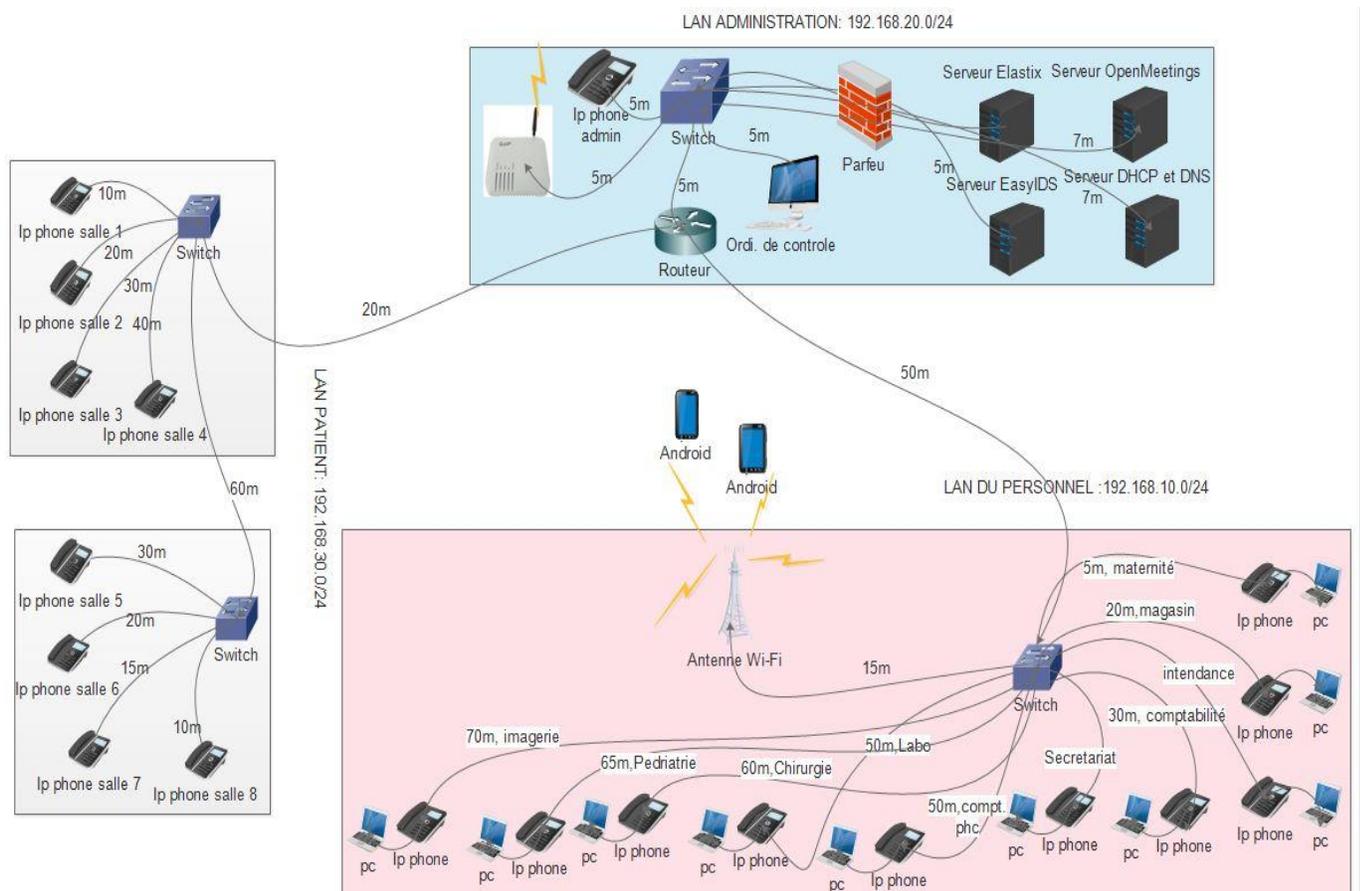


Figure 3.4. Architecture physique VoIP

Il est très nécessaire de découper le réseau en sous-réseaux pour renforcer la sécurité. Des nécessités de sécurité peuvent très bien imposer que les différentes classes d'utilisateurs ne partagent pas le même réseau puisque le trafic d'un réseau peut toujours être intercepté par un utilisateur compétent. Le découpage en sous-réseaux donne un moyen d'empêcher que les utilisateurs du département A espionne le trafic sur le réseau du département B[31].

C'est ainsi que le réseau a été divisé en différents sous-réseaux et en un plan d'adressage global incluant le plan d'adressage de chaque sous-réseau.

Tableau 3.2. Tableau de découpage d'adressage IP

N°	Nom du LAN	Adresse sous-réseau
1	Administration	192.168.20.0/24
2	Membres du personnel	192.168.10.0/24
3	Patient	192.168.30.0/24

En plus de cela, nous avons attribué les extensions aux utilisateurs SIP du système.

Tableau 3.3. Tableau de découpage des extensions SIP

N°	Utilisateur	Numéro d'extension
1	Patient	1-30
2	Médecin	31 à 45
3	Infirmier	45-70
4	Urgence (infirmierie)	80
5	Urgence (maternité)	81
6	Urgence (docteur)	82

3.5.2. Simulation

Comme présenté dans la partie introductive de ce travail, précisément dans le point traitant sur la méthodologie de recherche ; ce travail s'est basé sur la technique de virtualisation et de simulation intégrant certains outils qui seront présentés et configurés dans la suite du travail.

Cisco Packet Tracer est un logiciel majeur de simulation de réseau utilisé pour la formation aux examens de certification (Cisco CCNA et CCNP par exemple) ou pour tester les fonctionnalités du réseau sans avoir à acheter de l'équipement coûteux dans le monde réel. Mais malheureusement il n'incorpore que des fonctionnalités d'équipement réel limitées, ce qui nous a empêchés de simuler la configuration de tous les équipements de notre architecture.

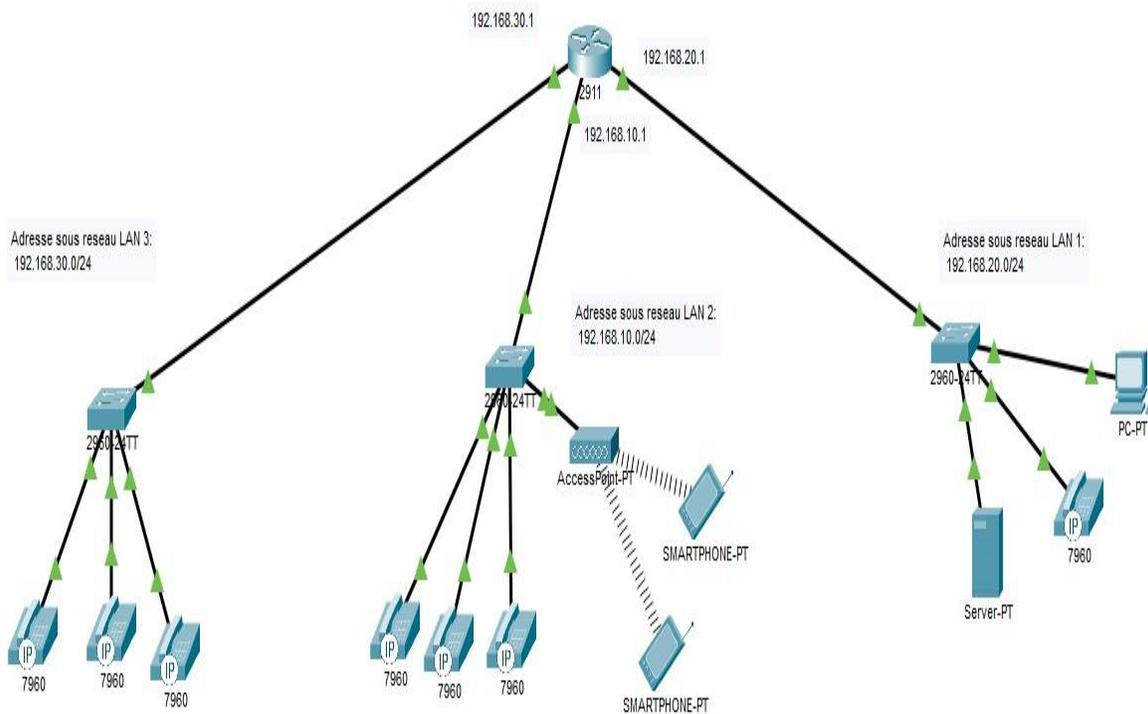


Figure 3.5. Simulation de l'architecture VOIP dans Cisco Packet trace

Les configurations du routeur, du switch, du serveur DHCP et du serveur DNS sont détaillées dans la partie **ANNEXE** de ce travail.

3.5.3. Test

a. Serveur Elastix

Elastix est un logiciel de téléphonie sur IP (VoIP) qui permet de créer un système de téléphonie complet sur un serveur. L'utilité de ce serveur dans le système pourra permettre la communication audio entre le personnel et les patients au centre hospitalier CAHI.

Elastix utilise plusieurs protocoles pour fonctionner, notamment :

- SIP (Session Initiation Protocol) : protocole de signalisation utilisé pour établir, maintenir et terminer des sessions de communication, comme des appels téléphoniques ou des conférences,
- RTP (Real-time Transport Protocol) : protocole de transport utilisé pour acheminer les données de voix ou de vidéo en temps réel,
- IAX (Inter-Asterisk eXchange) : protocole de communication développé par Asterisk, une plateforme de téléphonie open source. Il permet à plusieurs serveurs Asterisk de communiquer entre eux et de partager des informations de routage,
- H.323 : protocole de téléphonie sur IP défini par l'ITU (Union internationale des télécommunications). Il permet à différents équipements de téléphonie de communiquer entre eux, quel que soit leur fabricant.

Voici ci-dessous quelques interfaces du serveur Elastix :

```

Elastix [En fonction] - Oracle VM VirtualBox
Fichier  Machine  Écran  Entrée  Périphériques  Aide
CentOS Linux 7 (Core)
Kernel 3.10.0-229.14.1.el7.x86_64 on an x86_64
localhost login: root
Password:
Last login: Sun Jan  1 10:15:18 on
Welcome to Elastix
-----
Elastix is a product meant to be configured through a web browser.
Any changes made from within the command line may corrupt the system
configuration and produce unexpected behavior; in addition, changes
made to system files through here may be lost when doing an update.

To access your Elastix System, using a separate workstation (PC/MAC/Linux)
Open the Internet Browser using the following URL:
http://192.168.20.5

root@localhost ~]# setup
-bash: setup: command not found
root@localhost ~]# _

```

Figure 3.6. Interface de connexion au serveur Elastix

A part la partie console du serveur, ce dernier peut être utilisé à partir de son interface web avec laquelle, l'administrateur a la possibilité de paramétrer l'interface réseau, le serveur DHCP, d'ajouter des utilisateurs, d'ajouter des extensions, de visualiser des appels encours ou en attente, etc.

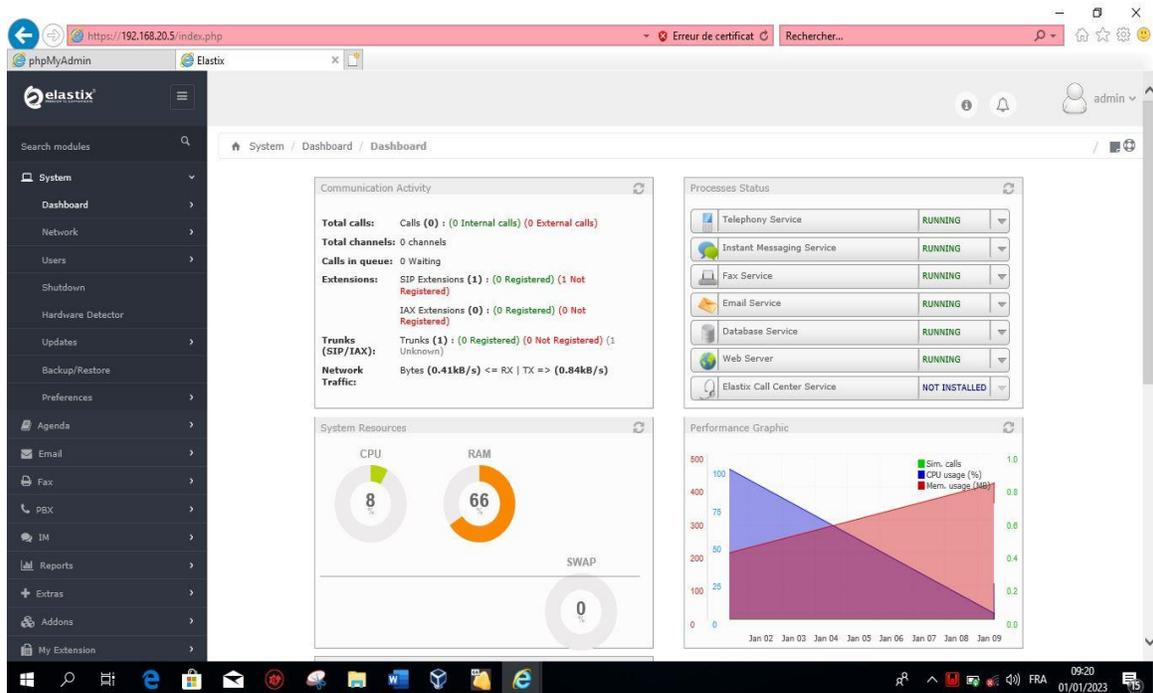


Figure 3.7. Interface de paramètre du serveur Elastix

En l'absence des téléphones IP, nous avons utilisé pour de raison de test le téléphone logiciel **GS wave**.



Figure 3.8. Requête d'appel sous GS wave

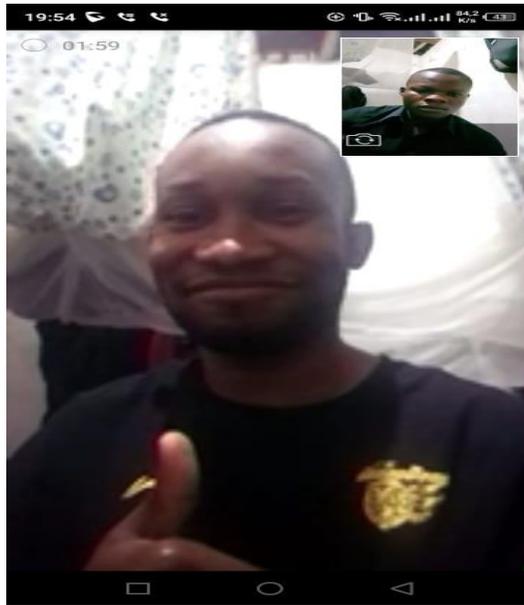


Figure 3.9. Appel vidéo via GS wave

b. Serveur Openmeetings

Le serveur Elastix gère la conférence audio multiple, mais ne gère pas la visioconférence multiple et la présentation des documents. Pour pallier à ce problème, nous avons proposé l'utilisation en local du serveur Openmeetings qui est une solution de collaboration en ligne qui permet aux utilisateurs de se réunir en ligne pour discuter, partager des documents et travailler ensemble.

Ce serveur utilise plusieurs protocoles de communication pour gérer les échanges entre les utilisateurs et le serveur, notamment :

- HTTP : le protocole HTTP (Hypertext Transfer Protocol) est utilisé pour transférer les données du serveur au navigateur web des utilisateurs ;
- HTTPS : le protocole HTTPS (Hypertext Transfer Protocol Secure) est une version sécurisée de HTTP qui utilise un chiffrement pour protéger les données transférées entre le serveur et le navigateur web des utilisateurs ;
- RTMP : le protocole RTMP (Real-Time Messaging Protocol) est utilisé pour la diffusion en temps réel de vidéo et de son ;

- WebRTC : le protocole WebRTC (Web Real-Time Communication) est utilisé pour les appels audio et vidéo en temps réel dans les navigateurs web.

Chaque utilisateur connecté sur ce serveur, aura la possibilité de créer sa propre salle de réunion et inviter des participants.

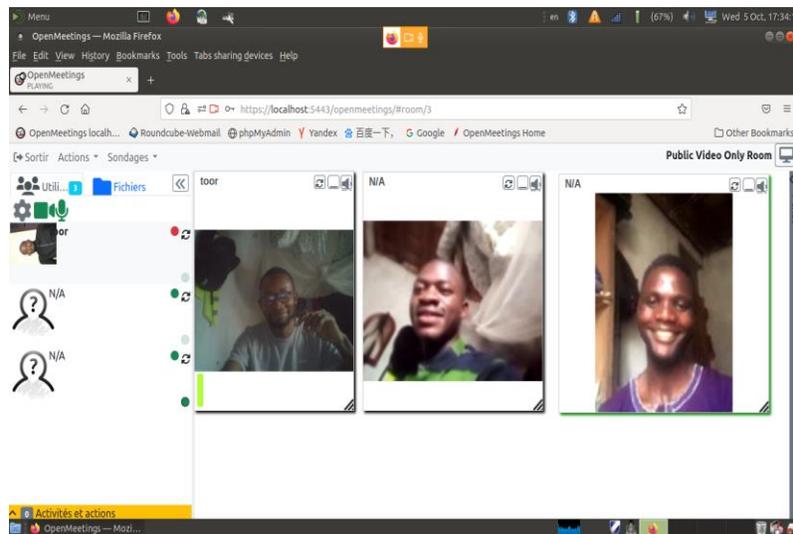


Figure 3.10. Visioconférence multiple sous Openmeetings

Il est possible que le modérateur puisse présenter un document pendant la réunion comme cela se présente sur la figure ci-dessous :

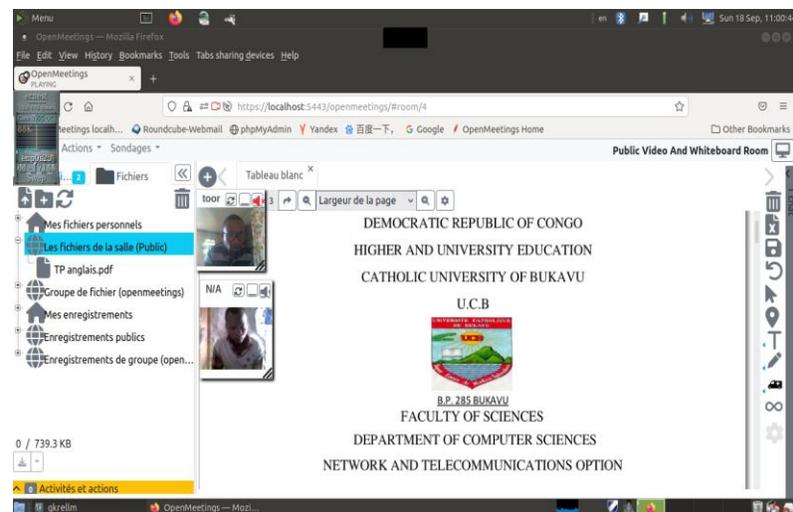


Figure 3.11. Présentation du slide sous Openmeetings

c. Serveur DHCP

Le serveur DHCP utilise le protocole DHCP qui permet l'attribution dynamique des adresses IP aux machines dans le réseau. Nous avons utilisé ce serveur dans le but d'apporter une fiabilité dans le réseau.

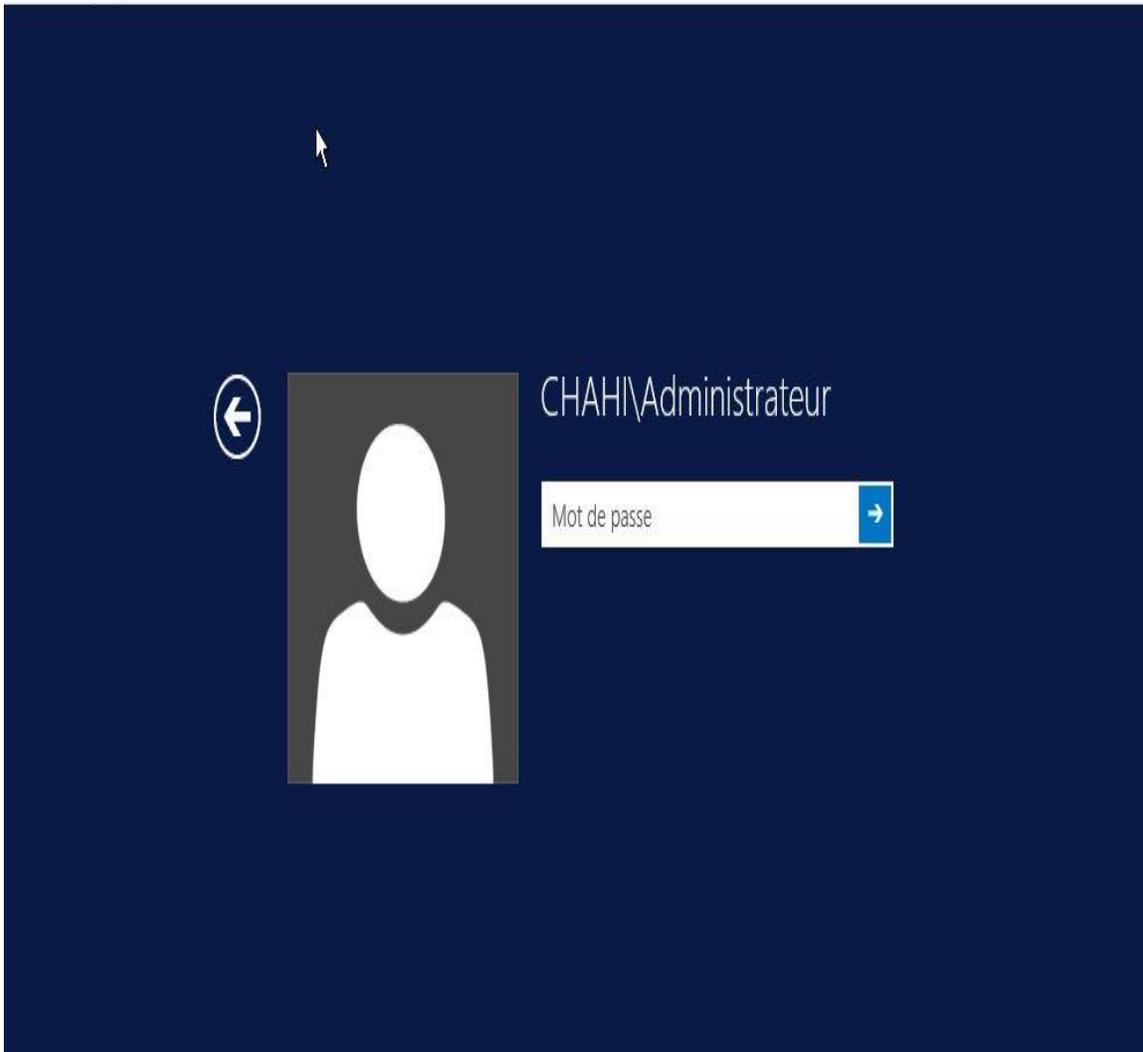


Figure 3.12. Interface de connexion Windows Server

Nous avons utilisé le rôle DHCP de Windows Server à cause de ses multiples fonctionnalités. Nous nous sommes focalisés beaucoup plus sur sa fonctionnalité de filtrage qui permet d'attribuer une adresse IP à une machine du réseau si son adresse MAC est enregistrée dans le serveur pour de raison de sécurité.

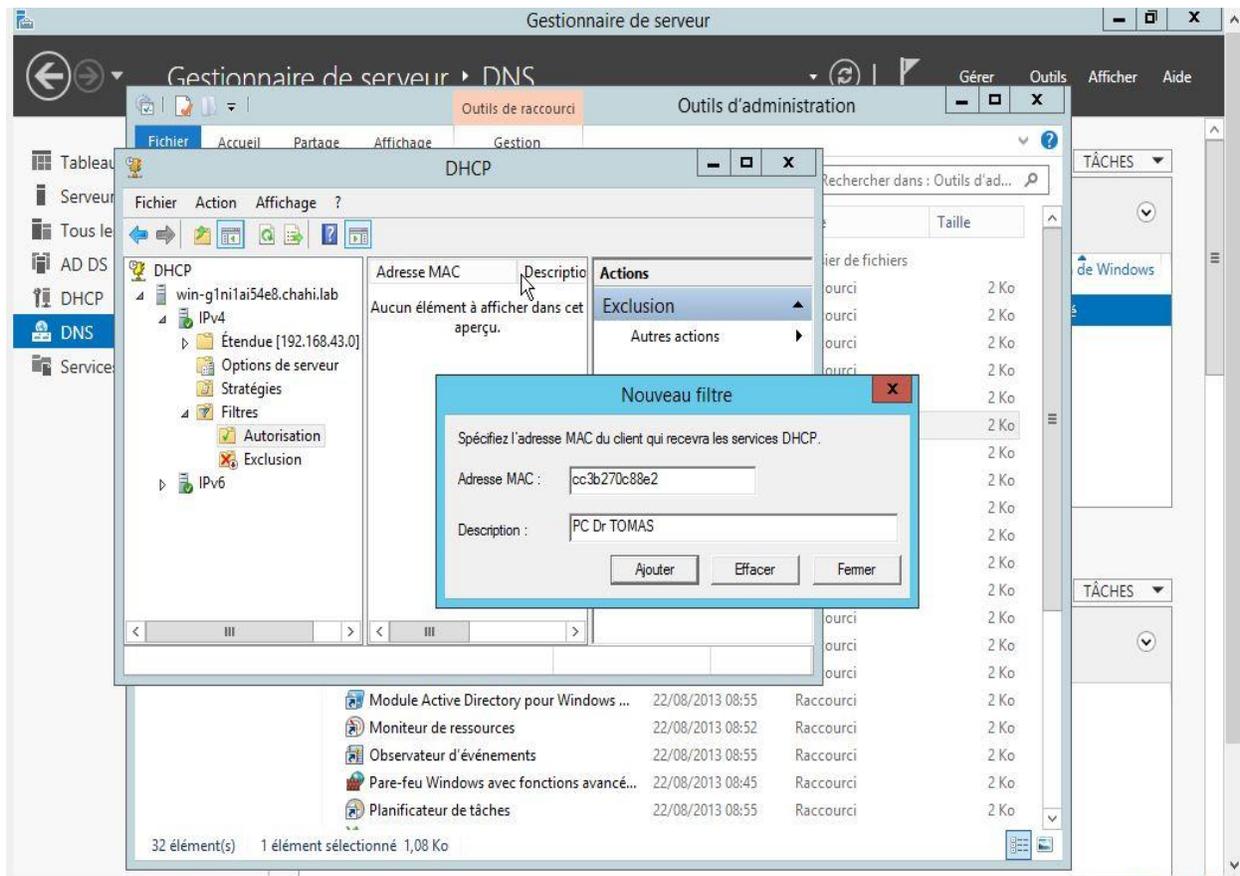


Figure 3.13. Ajout des adresses MAC dans DHCP

d. Serveur EasyIDS

Mise à part le serveur DHCP, nous avons utilisé aussi le serveur EasyIDS qui comprend plusieurs outils de sécurité (Snort, Arpwatch, Barnyard, NTOP et Stunnel) que l'on peut configurer selon le besoin.

Pour le cas de ce travail, nous avons utilisé l'outil de sécurité snort qui permet de sécuriser le réseau de quatre manières dont :

- Le mode sniffer, dans ce mode, snort lit les paquets circulant sur le réseau et les affiche d'une façon continue sur l'écran ;
- Le mode « packet logger », dans ce mode snort journalise le trafic réseau dans des répertoires sur le disque ;

- Le mode détecteur d'intrusion réseau (IDS), dans ce mode, snort analyse le trafic du réseau, compare ce trafic à des règles déjà définies par l'utilisateur et établit des actions à exécuter ;
- Le mode prévention des intrusions réseau (IPS).

Snort utilise plusieurs protocoles de communication pour collecter et analyser les données de réseau, notamment :

- TCP : le protocole TCP (Transmission Control Protocol) est utilisé pour assurer la transmission fiable de données sur un réseau.
- UDP : le protocole UDP (User Datagram Protocol) est utilisé pour la transmission de données non fiables sur un réseau.
- ICMP : le protocole ICMP (Internet Control Message Protocol) est utilisé pour envoyer des messages de contrôle et des erreurs sur un réseau.

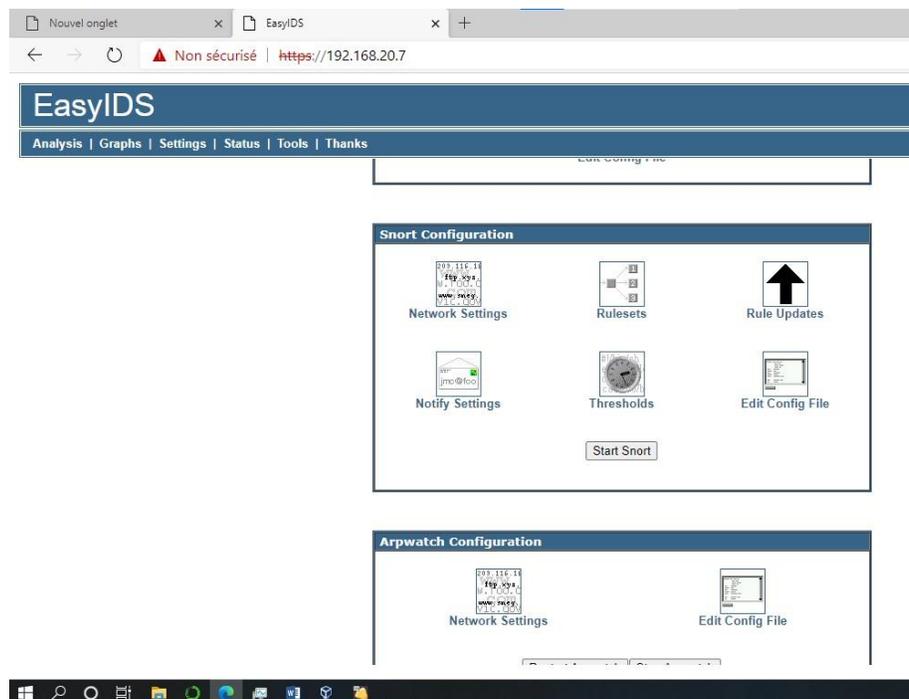


Figure 3.14. Page d'accueil d'EasyIDS

EasyIDS Network Settings

Monitor NIC:	eth0 ▼
Management NIC:	eth0 ▼ 08:00:27:30:8F:14
Interface Type:	STATIC ▼
IP Address: *	192.168.20.7
Subnet Mask: *	255.255.255.0
Primary DNS: *	8.8.8.8
Secondary DNS:	
Default Gateway: *	192.168.20.1
Hostname: *	easyids.local
<input type="button" value="Save"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

* Required field

Figure 3.15. Configuration du serveur EasyIDS

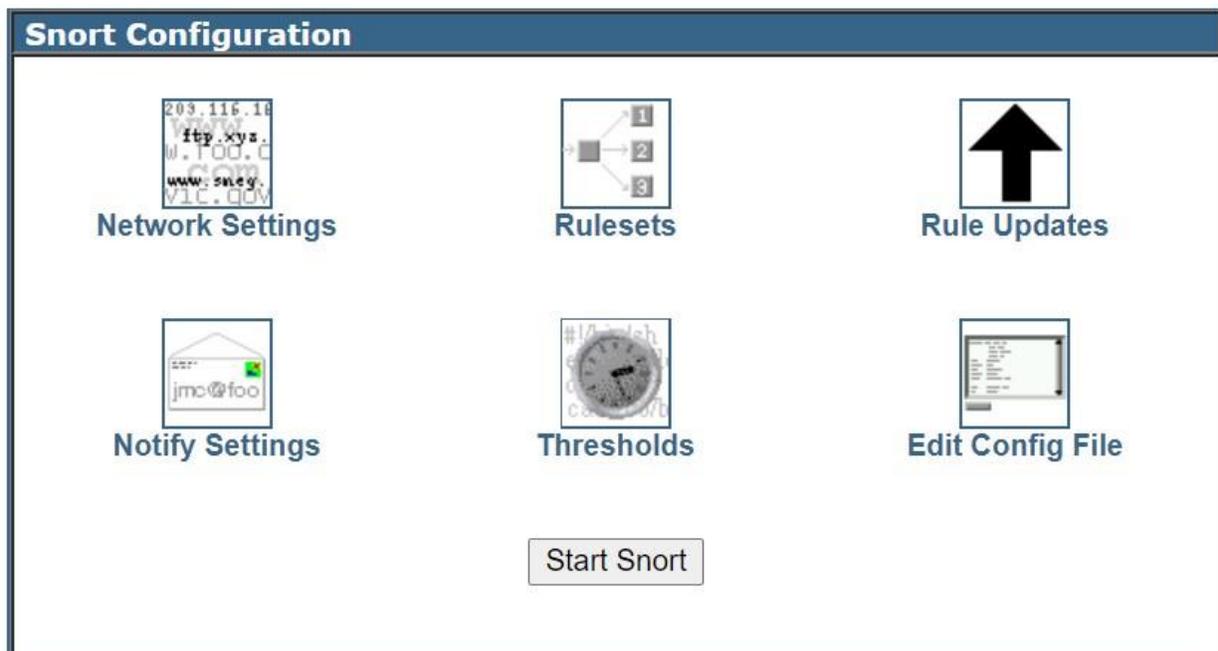


Figure 3.16. Menu de configuration de l'outil snort

3.5.4. Calcul du coût pour la mise en œuvre des solutions proposées

Pour ce qui est de l'estimation du coût, nous avons utilisé la méthode ascendante qui est une méthode d'estimation du coût du projet. Le but de cette méthode est d'estimer le coût de chaque groupement de tâches, puis d'additionner chacune de ces estimations afin d'obtenir le coût global

du projet. Cette méthode s'utilise lors de l'élaboration du budget. Une fois que tous les éléments du projet ont été chiffrés, on les additionne afin d'obtenir le coût total du projet[6].

Nous allons à ce niveau nous focaliser sur les tâches qui nous concernent :

- L'achat des matériels,
- L'installation des matériels et
- La formation des utilisateurs.

Tableau 3.5.Cout du projet

N°	TACHES				
	N°	Achats des matériels	Pu (\$)	Quantité	Total (\$)
1	1	Connecteur Rj-45	-	100	10
	2	Rouleau du Câble Paire Torsadé Cat6 (100 mètres)	20	5	100
	3	Prise Ethernet RJ45	10	20	200
	4	Micro-Ordinateur PC	120	17	2040
	5	Ordinateur (Marque Dell, 32GB de RAM)	500	1	500
	6	Antenne wifi 7links	150	2	300
	7	Switch Cisco gigabit smart	700	3	2100
	8	Routeur Cisco à 3 interfaces gigas	1800	1	1800
	9	IP phone Grand Stream GXP1610	40	45	1800
	10	GoIP à 3 canaux	100	1	100

	11	Abonnement mensuel internet	-	-	30
	12	Imprévu	-	-	300
	TOTAL				9160
2	N°	Installation des matériels	Pu (\$)	Quantité	Total (\$)
	1	Main d'œuvre	-	-	1500
	TOTAL				1500
3	N°	Formation des utilisateurs	Pu (\$)	Quantité	Total (\$)
	1	Formation des médecins	-	-	30
	2	Formation des infirmiers	-	-	20
	3	Formation des autres agents et patients	-	-	10
	TOTAL				60
TOTAL GENERAL					10 840\$

Le prix estimé de certains matériels provient du prix du marché de la ville de Bukavu et d'autre du marché de la ville de Kampala.

3.6. Exigences pour la mise en œuvre des solutions proposées

Comme exigences pour la mise en œuvre de la solution proposée, il faut tout d'abord avoir les moyens permettant d'acquérir les équipements et une source d'énergie permanente, et enfin d'un personnel qualifié pour la configuration, l'implémentation et la maintenance du système.

3.7. Discussion des résultats

3.7.1. Contributions théoriques et pratiques

Vis-à-vis de nous-même et de la science, ce travail apporte une contribution théorique en s'ajoutant à d'autres travaux qui ont traité sur la téléphonie sur IP, Ainsi il servira de ressource pour tout chercheur qui voudrait s'interroger sur le fonctionnement du serveur Elastix, du serveur Openmeetings et du serveur EasyIDS.

Au-delà de l'aspect théorique de la contribution de ce travail, nous voyons également son aspect pratique qui permettrait au centre hospitalier CAHI de pallier à tous ses problèmes de communication.

3.7.2. Limites de l'étude et pistes de recherche futures

Ce travail présente des limites et ces dernières peuvent servir pour le rendre meilleur. Nous épinglerons quelques-unes d'entre-elles dans cette section et en y proposant des pistes de solution pour les futures recherches :

- La solution proposée n'utilise pas un système de cryptage d'information pour le réseau sans fil. Les données qui circulent sur le réseau sans fil, ne sont pas protégées et par conséquent elles peuvent être interceptées facilement. Mais dans l'avenir, elle devrait permettre le cryptage d'information sans fil pour rendre la communication via le sans-fil beaucoup plus sûr.
- La solution proposée utilise deux serveurs séparés pour assurer la téléphonie sur IP, le serveur Elastix qui permet de passer les appels audios et le serveur Openmeetings qui permet d'effectuer la visioconférence avec la possibilité de présenter les slides. Les futures recherches devront se focaliser à fusionner les deux serveurs pour permettre leur utilisation facile.
- La solution proposée ne permet pas la sauvegarde automatique des conversations, ni le chat entre deux utilisateurs. Comme piste de recherche future, nous invitons les futurs chercheurs de bien vouloir travailler pour résoudre ces deux problèmes.

3.8. Conclusion sur l'application de la méthodologie et présentation des résultats avec analyse

Dans notre troisième et dernier chapitre, nous avons présenté dans un premier temps une vue fonctionnelle interne du système à partir de la méthode FAST et par la suite nous avons présenté l'architecture du système et en fin le résultat obtenu après utilisation des différents équipements matériels et logiciels. La solution proposée permettra à tous les membres du personnel et les patients du centre hospitalier CAHI de passer des appels audios ou vidéos internes sans dépenser aucun centime ; facilitera ensuite à tous les membres du personnel la participation à une réunion ou une conférence dans des situations sanitaires à risque comme celle dont le monde fait face aujourd'hui avec la pandémie covid-19 qui nécessite moins de monde dans la salle de réunion.

CONCLUSION GENERALE

En guise de conclusion de ce travail qui portait sur « Etude et réalisation de la téléphonie sur IP dans une entreprise. Cas du centre hospitalier CAHI », nous avons identifié les problèmes liés à la communication rapide entre médecins et patients et à la participation à une réunion ou conférence à tous les membres du personnel dans des situations sanitaires à risque comme celle dont le monde fait face aujourd'hui avec la pandémie covid-19 qui nécessite moins de monde dans la salle de réunion.

Ainsi, la principale question sur laquelle s'est concentré le présent travail était de savoir comment la réalisation d'un système de téléphonie sur IP dans un hôpital serait-elle un moyen de mettre à profit les innovations dans le domaine de la nouvelle technologie d'information et de la communication de manière à permettre aux médecins et aux patients de communiquer aisément et ainsi gagner le temps ?

De cette problématique, nous avons découvert dans l'hypothèse que la mise en place d'un système de régulation routière serait bénéfique pour la population car il aidera la police de la circulation routière à réguler le trafic. Les résultats auxquels nous sommes aboutis, permettent d'affirmer notre hypothèse de départ étant donné que le système que nous avons proposé permet à tous les utilisateurs de passer des appels internes et de participer à une réunion sans dépenser aucun centime.

Pour vérifier notre hypothèse, nous nous sommes servis de la méthode FAST, de la méthode ascendante, des techniques de virtualisation, de simulation et documentaire. L'examen du problème et la mise en pratique de ces stratégies, nous ont poussé à subdiviser ce travail en termes de chapitres. Cependant, à part l'introduction et la conclusion, le présent travail a porté sur trois chapitres à savoir :

- Le premier chapitre a été intitulé Etat des lieux et analyse. Dans ce chapitre, nous avons présenté notre cadre d'étude, et identifier quelques problèmes de communication au niveau du centre hospitalier CAHI tout en proposant quelques pistes de solution.

- Le deuxième chapitre a été intitulé Revue de la littérature et description de l'approche. Dans ce chapitre, Nous avons présenté tous les documents réalisés localement et ailleurs pour résoudre le même type de problème que nous traitons ; différents outils matériels et logiciels et la méthodologie utilisée.
- Le troisième chapitre a été intitulé Application de la méthodologie et présentation des résultats. Nous avons fait une présentation du travail en faisant une approche plus détaillée des certains points, donner un aperçu de la méthodologie avec plus des détails et une présentation des résultats.

Au cours de notre recherche scientifique, nous nous sommes heurtés à des difficultés en tant qu'être humain avant d'achever un travail. Nous soulevons celles qui nous ont beaucoup anéantis pour réaliser ce travail le plus tôt et rapide :

- Nous avons eu beaucoup de difficultés liées à l'apprentissage du serveur EasyIDS, du serveur Elastix et du serveur Openmeetings;
- Le manque d'argent pour surfer sur internet pour nos recherches.

Nous ne pouvons pas prétendre avoir réalisé un tel travail sans imperfection, parce que c'est une œuvre humaine mais nous espérons que le système proposé, apportera un grand changement au centre hospitalier CAHI.

BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE

- [1] S. Irnatere et D. Cheroufa, « Service ToIP avec Asterisk pour l'université de Béjaia », Mémoire de Master, Abderrahmane Mira de Béjaia, Algérie, 2011.
- [2] Frameip, « La voix sur IP », 2020. www.Frameip.com/voip (consulté le 2 mars 2022).
- [3] E. Z. Mushengezi, *Cours d'analyse de données*. Consulté le: 17 janvier 2022. [En ligne]. Disponible sur: www.rstudio.com
- [4] M. Scalabrini, *Pilotez le service des Méthodes dans l'industrie du futur*. 2019. Consulté le: 20 avril 2022. [En ligne]. Disponible sur: <https://openclassrooms.com/fr/courses/5984146-pilotez-le-service-des-methodes-dans-lindustrie-du-futur>
- [5] L. Cachalou, *Analyser un problème d'usage avec le diagramme FAST*. 2021.
- [6] Planzone, « Comment estimer le cout d'un projet », *Comment estimer le cout d'un projet?*, 2 novembre 2017. www.planzone.fr/blog/Comment-estimer-cout-projet (consulté le 5 juin 2022).
- [7] Grawitz, *Méthodes des questionnaires*, ULB. Paris, 1995.
- [8] H. Tubert, « La virtualisation », Cours, Université de Claude Bernard Lyon 1, Paris, 2008.
- [9] Stringfixer, « Network simulation ». www.stringfixer.com/fr/Network_simulation (consulté le 15 avril 2022).
- [10] Clusif, *Moyens de communication voix : Présentation et Enjeux de sécurité*. Clusif, 2010.
- [11] D. Gordon, « La sécurité de la voix sur ip », Mémoire de Master, Université de sherbrooke, Sherbrooke, Québec, Canada., 2008.
- [12] Bring, « commutateur réseau », *Bring.com*.
<https://www.bing.com/search?q=commutateur+reseau&qs=LT&pq=commutateur+rese&sc=916&cvid=388BB2E73E8F410CA382234AB43FED5C&FORM=QBRE&sp=1#>
 (consulté le 30 mai 2022).
- [13] Questionsinformatiques10, « Quel est le role d'un routeur dans un reseau de données », *questionsinformatiques10*.
<https://questionsinformatiques10.wordpress.com/2014/09/24/quel-est-le-role-du-routeur-dans-un-reseau-de-donnees/#:~:text=Un%20routeur%20ou%20bien%20%C2%AB%20router%20%C2%BB%20>

- 20en, composants%20mat%C3%A9riels%20et%20logiciels%20comme%20les%20ordinateurs%20%3A (consulté le 14 avril 2022).
- [14] C. Romain Guichard, *Apprenez le fonctionnement des réseaux TCP/IP*. 2013.
- [15] Microsoft, « latence », *support.microsoft.com*. support.microsoft.com/latence (consulté le 25 mai 2022).
- [16] Microsoft, « Codecs ». support.microsoft.com/codecs (consulté le 15 mai 2022).
- [17] Wikipedia, « Passerelle informatique », *fr.wikipedia.org*.
[https://fr.wikipedia.org/wiki/Passerelle_\(informatique\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Passerelle_(informatique)) (consulté le 13 mai 2022).
- [18] Digitalguide, « Qu'est-ce qu'un serveur », *www.ionos.fr*.
<https://www.ionos.fr/digitalguide/serveur/know-how/quest-ce-quun-serveur-une-notion-deux-definitions/> (consulté le 12 mai 2022).
- [19] Nextphone, « Qu'est-ce que le softphone? » www.nextphone.fr/blog/quest-ce-que-le-softphone/ (consulté le 13 mai 2020).
- [20] Commentcamarche, « Ip phone c'est quoi ? »
<https://forums.commentcamarche.net/forum/affich-3769154-ip-phone-c-est-quoi> (consulté le 10 avril 2022).
- [21] M. Sandro, *L'histoire de la VoIP*. 2021. Consulté le : 25 janvier 2023. [En ligne].
Disponible sur: <https://lausannecity.ch/lhistoire-de-la-voip/>
- [22] Paris-Entreprises, « Bref historique de la voip », *Paris-Entreprises*, 25 février 2021.
<https://paris-entreprises.com/bref-historique-de-la-voip/> (consulté le 28 février 2021).
- [23] frameip, « Toip open source », *frameip*. <https://www.frameip.com/toip-open-source/> (consulté le 28 février 2023).
- [24] Ts5ri, « Points fort et limites de la voix sur IP », *ts5ri-voip-pfe*. <https://ts5ri-voip-pfe.fr.gd/Points-fort-et-limites-de-la-voix-sur-IP.htm> (consulté le 28 février 2023).
- [25] S. Ratovonantoandro Mialisoa, « Etude d'une implémentation et gestion de la voip par « Cisco unified callmanager » », Mémoire de Licence, université d'Antananarivo, Antananarivo, Madagascar, 2014.
- [26] Forget, « Les outils d'analyse et de description fonctionnelle », *forget*.
http://ced.forget.free.fr/html/co/module_Les%20descripteurs%20fonctionnels_05_7.html (consulté le 20 novembre 2022).

- [27] Appvizer, « Quels sont les avantages du diagramme FAST? », *appvizer*.
<https://www.appvizer.fr/magazine/operations/gestion-de-projet/diagramme-fast> (consulté le 30 décembre 2020).
- [28] Valueanalysis, « Comment lire un diagramme FAST ».
<https://www.valueanalysis.ca/fast.php?lang=fr>
- [29] A. Faisandier, *Concevoir les architectures fonctionnelle et physique des systèmes complexes*. 2014.
- [30] Rapport-gratuit, « conception-de-l 'architecture-logique », *rapport-gratuit*.
<https://www.rapport-gratuit.com/conception-de-larchitecture-logique/> (consulté le 15 janvier 2030).
- [31] Lip6, « Subnetworking ».
http://ftp.lip6.fr/pub/atari/Linux68k/French/DaCri/PR1.0.1/docs/fr_howto/HOWTO-mini/html/IP-Subnetworking-5.html (consulté le 27 janvier 2023).

ANNEXE

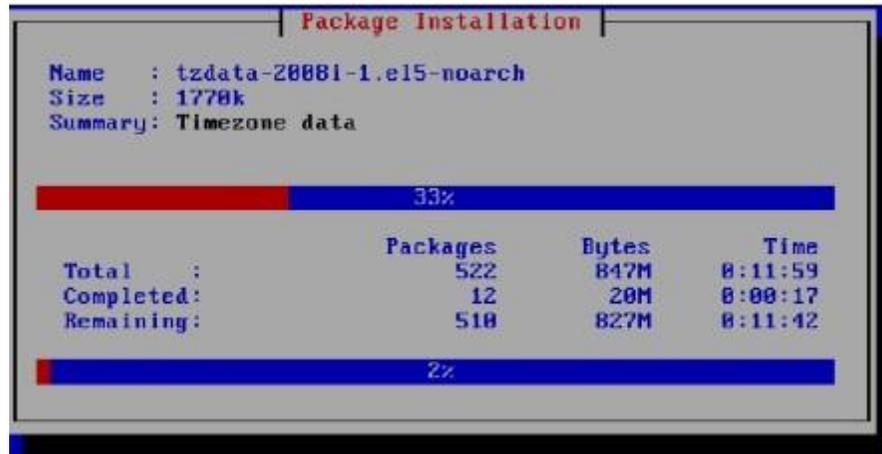


Figure 3.17. Installation du serveur Elastix

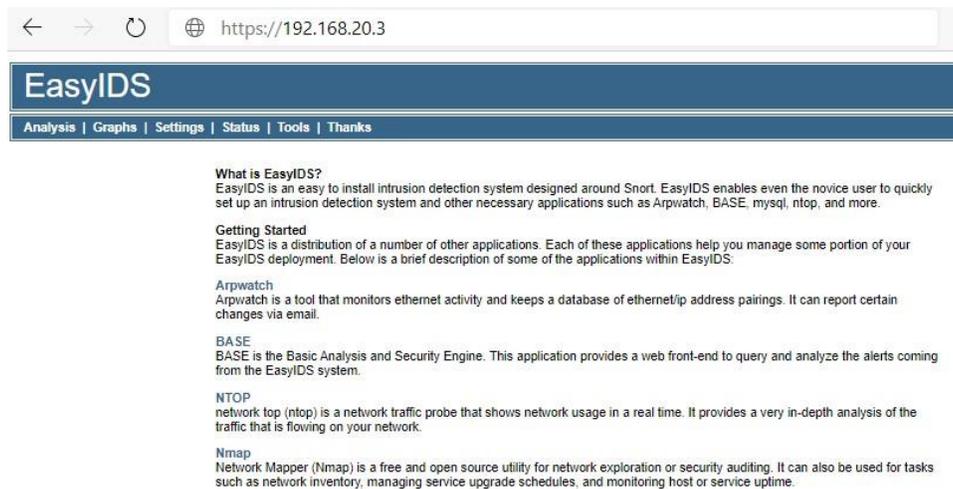


Figure 3.18. Interface Web du serveur EasyIDS

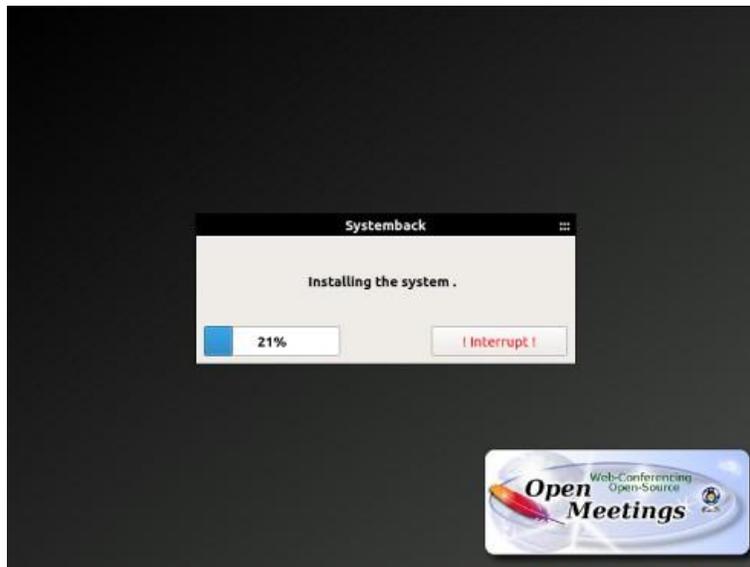


Figure 3.19. Installation du serveur Openmeetings

```
## creation du mot de passe pour securiser l'acces au switch
SW1#en
SW1#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
SW1(config)#line vty 0 4
SW1(config-line)#password 1045
SW1(config-line)#end
SW1#
```

Figure 3.20. Attribution du mot de passe au switch

```
## rendre invisible le mot de passe
SW1#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
SW1(config)#enable secret IT ERNEST UCB
SW1(config)#exit
SW1#
SW1#write
Building configuration...
[OK]

##tentative d'acces au switch
SW1>en|
Password:
```

Figure 3.21. Rendre invisible le mot de passe switch

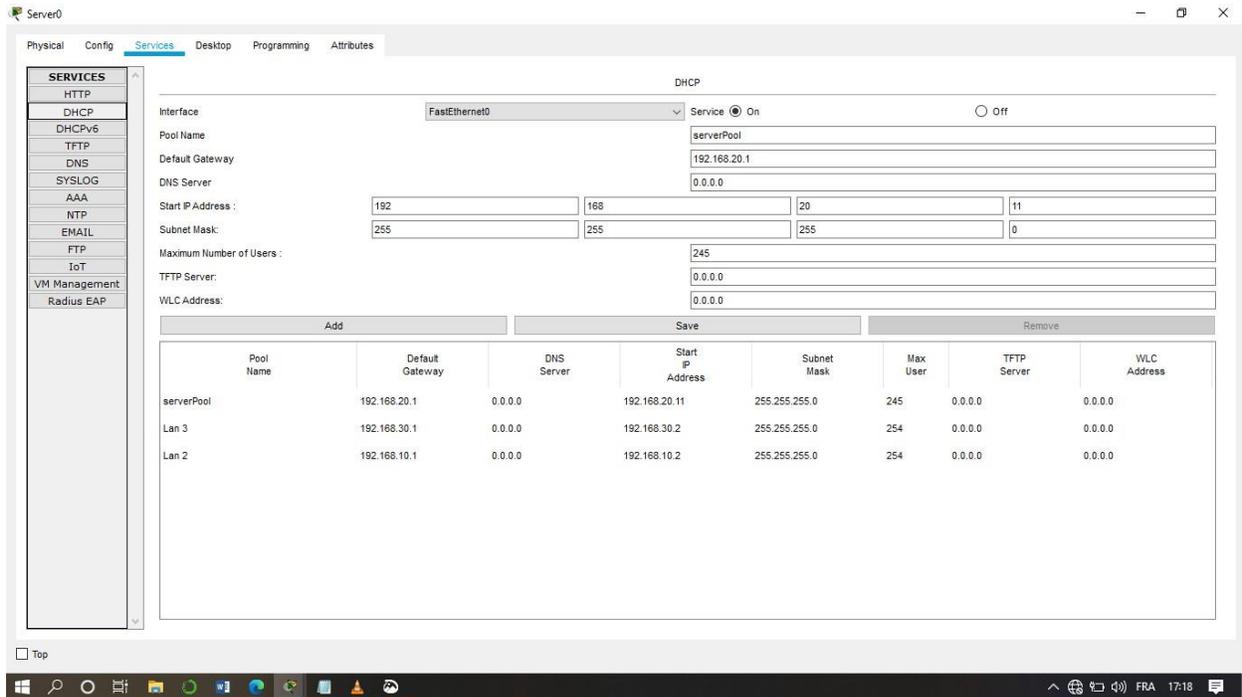


Figure 3.22. Configuration du serveur DHCP sous Packet Trace

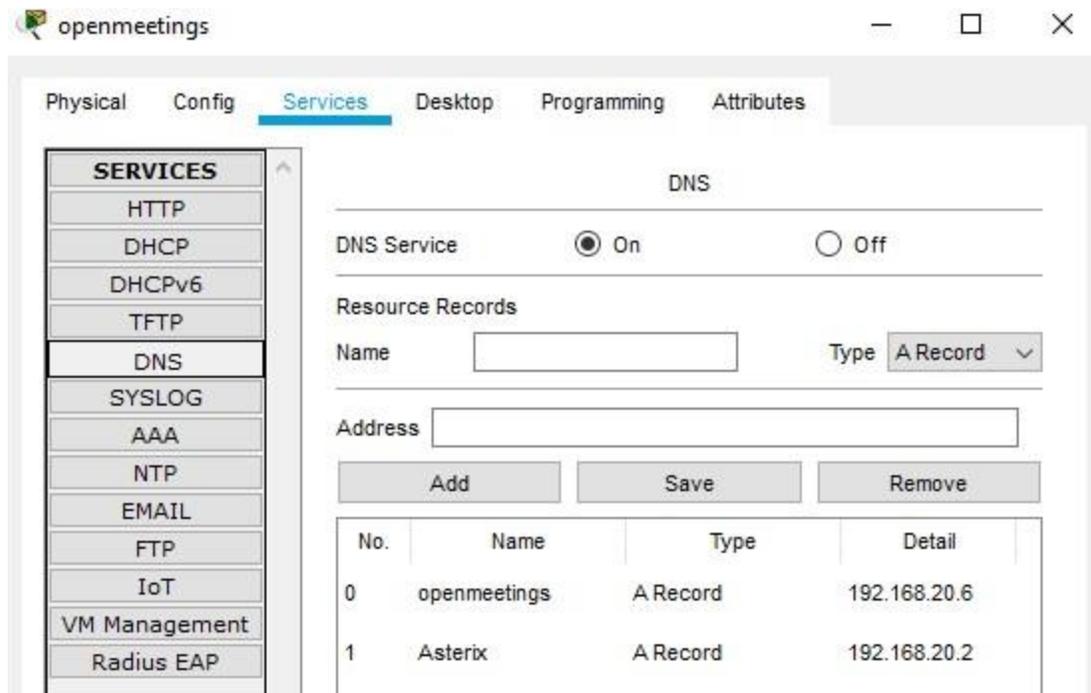


Figure 3.23. Configuration du serveur DNS sous Packet Trace



Figure 3.24. Test de connexion du serveur Openmeetings sous Packet Trace

```
##routage

Router>en
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#router rip
Router(config-router)#version 2
Router(config-router)#network 192.168.20.0
Router(config-router)#network 192.168.10.0
Router(config-router)#network 192.168.30.0
Router(config-router)#no auto-summary
Router(config-router)#exit
Router(config)#
```

Figure 3.25. Routage dynamique au niveau du routeur

```

##ROUTEUR

## entrer en mode privilege

Router>en

## entrer en mode configuration|
Router#conf t

##Activation de l'interface gigabitethernet0/0
Router(config)#int gigabitethernet 0/0/0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit

##Activation de l'interface gigabitethernet0/1
Router(config)#int gigabitethernet 0/0/1
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit

##Activation de l'interface gigabitethernet0/2
Router(config)#int gigabitethernet 0/2
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit

##Attribution de l'adresse ip à l'interface gigabitethernet0/0
Router(config-if)#int gigabitethernet 0/0
Router(config-if)#ip address 192.168.20.1 255.255.255.0
Router(config-if)#exit

##Attribution de l'adresse ip à l'interface gigabitethernet0/1
Router(config-if)#int fastEthernet0/1
Router(config-if)#ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
Router(config-if)#exit

##Attribution de l'adresse ip à l'interface gigabitethernet0/2
Router(config-if)#int fastEthernet0/2
Router(config-if)#ip address 192.168.30.1 255.255.255.0
Router(config-if)#exit

##Routeur comme Agent relais dhcp pour toutes nos interfaces

Router(config)#interface GigabitEthernet0/1
Router(config-if)#ip helper-address 192.168.20.2
Router(config-if)#exit

Router(config)#interface GigabitEthernet0/2
Router(config-if)#ip helper-address 192.168.20.2
Router(config-if)#exit

```

Figure 3.26. Activation et attribution des adresses IP et relais DHCP