

REPUBLIQUE DU CAMEROUN

Paix – Travail – Patrie

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT

SUPERIEUR

INSTITUT AFRICAINE D'INFORMATIQUE

CENTRE D'EXCELLENCE
TECHNOLOGIQUE PAUL BIYA



B.P. 13719 Yaoundé (Cameroun)

Site Web: www.iaicameroun.com

Tel: +(237)224729957

Email: contact@iaicameroun.com

REPUBLIQUE DU CAMEROUN

Paix – Travail – Patrie

MINISTERE DES POSTES ET
TELECOMMUNICATION

AFEC CAMEROUN

CABINET DE PRESTATIONS
INTELLECTUELLES



B.P. 4355 Yaoundé (Cameroun)

Site Web: www.afecameroun.com

Tel: +(237)699 904 179

Email: info@afecameroun.com

RAPPORT DE STAGE ACADEMIQUE

**THÈME : MISE EN PLACE D'UN SYSTEME DE
SAUVEGARDE, RESTAURATION ET DE REPRISE
APRES SINISTRE : CAS DE AFEC-CAMEROUN.**

Stage effectué du **10 juillet au 30 septembre 2024**, en vue de l'obtention du diplôme

d'Ingénieur des Travaux Informatique.

Option Systèmes et Réseaux.

Rédigé par : SIEWE EMMANUEL,

Étudiant en 3^{ème} année Systèmes et Réseaux à l'IAI – Cameroun.

Sous la Supervision

Académique de :

Mme. AMOUGOU Mireille

Enseignante à l'IAI – Cameroun.

Et

Professionnel de :

M. WAMBO WOUMFO Jérémie

Consultant à AFEC Cameroun.

Année Académique 2023 – 2024.



DÉDICACE

À

NOS PARENTS



REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réussite de notre stage. Notamment, nous adressons nos remerciements à :

- **M. ARMAND Claude ABANDA**, Représentant Résident de l'IAI-Cameroun Centre d'Excellence Technologique Paul Biya, pour son effort sans limite dans le processus de formation et de professionnalisation des jeunes citoyens dans le domaine des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication ;
- **L'ensemble du corps administratif de l'IAI-Cameroun** qui m'a suivi durant tout mon parcours ;
- **M. WAMBO WOUMFO Jérémie**, mon maître de stage pour la qualité de son encadrement. Merci de m'avoir accordé votre confiance et de m'avoir guidé tout au long de ces trois mois. Vos conseils avisés et votre disponibilité m'ont été précieux ;
- **Mme. AMOUGOU Mireille**, mon encadrant académique, de par sa disponibilité et ses canevas techniques et méthodologiques pour l'élaboration de ce travail ;
- **L'ensemble des équipes d'AFEC-CAMEROUN** qui m'ont accueilli. Merci pour votre bonne humeur et votre collaboration. Grâce à vous, j'ai pu découvrir le fonctionnement concret de votre structure et mettre en application mes connaissances dans un environnement professionnel ;
- **Mme NGUEMATCHA SIEWE Prisque**, ma maman pour ses conseils, son affection, son soutien moral et financier ainsi que sa présence régulière durant les bons et mauvais moments de mon stage ;
- **M. ENAMA Oscar**, mon père pour son soutien financier, moral et son affection ;
- **M. DJOKO Dassi**, mon professeur pour son soutien moral et technique pour la réalisation de mon projet ;
- **Mme MOUKAM Marie** ma grande mère pour son soutien moral durant les bons et mauvais moments de ma période de stage.
- **KAMENI Léa, MOUKAM George, KAMENSON Barthélémy, Hervé WASSI, Jackson Luther, SIEMENI Sylvain, DJOUMGOUE JULE PERRY**, mes oncles et tantes, pour leur soutien sans faille.
- **Mlle NZIEMI Marie Nigue** pour son assistance et encouragement durant ma période de stage.



SOMMAIRE

DÉDICACE.....	i
REMERCIEMENTS	ii
SOMMAIRE	iii
LISTE DES TABLEAUX.....	iv
LISTE DES FIGURES	v
LISTE DES ABRÉVIATIONS	vii
RÉSUME.....	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	1
1 ^{ère} partie : PHASE D'INSERTION	2
Chapitre 1 : ACCUEIL EN ENTREPRISE.....	4
Chapitre 2 : PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE.....	5
2 ^{ème} partie : PHASE TECHNIQUE.....	15
Chapitre1 : ANALYSE DU PROJET.....	17
Chapitre2 : CAHIER DES CHARGES	21
Chapitre 3 : ETAT DE L'ART	30
Chapitre 4 : IMPLÉMENTATION DE LA SOLUTION	40
Chapitre 5 : TESTS DE FONCTIONNALITÉS	58
CONCLUSION GÉNÉRALE	64
PERSPECTIVES.....	65
ANNEXES	viii
BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE.....	ix
LETTRE D'ADMISSION EN STAGE.....	xi
GLOSSAIRE	xii
FICHES DE STAGE	xvi
TABLE DES MATIERES	ix



LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : différents partenaires d'AFEC-CAMEROUN	8
Tableau 2: fiche signalétique d'AFEC-CAMEROUN.....	10
Tableau 3: Ressources matérielles	11
Tableau 4: Ressources logicielles	12
Tableau 5 : critique de l'existant.....	19
Tableau 6 : besoins fonctionnels du système.	22
Tableau 7: besoins non fonctionnels du système.	23
Tableau 8 : les intervenants.....	24
Tableau 9 : ordonnancement du projet.....	24
Tableau 10 : différentes ressources matérielles indispensable à la mise en place du système.	26
Tableau 11: ressources logicielles.....	27
Tableau 12: ressources humaines	27
Tableau 13:récapitulatif des besoins totaux et imprévus	28
Tableau 14: contrainte de temps.....	29
Tableau 15 : différents protocoles	37
Tableau 16 : table d'adressage	40



LISTE DES FIGURES

Figure 1 : organigramme de AFEC-CAMEROUN.....	9
Figure 2 : plan de localisation AFEC (source : Edraw Max).	10
Figure 3 : l'architecture visée du système à mettre en place.....	17
Figure 4 : architecture réseau d'AFEC-CAMEROUN	18
Figure 5 : Gantt projet relatif à l'ordonnancement.....	25
Figure 6 : exemple de serveur	30
Figure 7 : Disque Dur	30
Figure 8 : logiciel de sauvegarde linux rsync.....	31
Figure 9 : logiciel de sauvegarde.....	31
Figure 10 : terminale d'un système linux.....	31
Figure 11 : réseau VOIP	31
Figure 12 : réseau de la sauvegarde et la restauration des fichiers.....	32
Figure 13 : image explicative de la sauvegarde complète.....	34
Figure 14 : image explicative de la sauvegarde complète.....	35
Figure 15 : image explicative de la sauvegarde complète.....	36
Figure 16 : aperçu d'une sauvegarde et restauration basé sur un transfert sécurisé avec chiffrement asymétrique.....	37
Figure 17 : architecture réseau complète de la solution proposé	40
Figure 18 : configuration et adressage routeur AFEC-Y	41
Figure 19 : activation OSPF et sauvegarde des configurations sur le routeur AFEC-Y	41
Figure 20: configuration et adressage routeur ISP	42
Figure 21 : activation OSPF et sauvegarde des configurations sur le routeur ISP.....	42
Figure 22: configuration et adressage routeur AFEC-D	43
Figure 23 : activation OSPF et sauvegarde des configurations sur le routeur AFEC-D.....	43
Figure 24 : affichage des tables de routages des routeurs AFEC DOUALA, ISP et AFEC YAOUNDE	44
Figure 25 : logo d'ASTERISK.....	45
Figure 26 : installation d'ASTREISK sur UBUNTU.....	45
Figure 27 : modification des fichiers de configurations (sip.conf et extensions.conf) pour la VOIP.....	46
Figure 28 : logo de Linphone	46



Figure 29 : installation et configuration de Linphone	48
Figure 30 : logo de WIRESHARK.....	48
Figure 31 : installation de WIRESHARK sur UBUNTU	49
Figure 32 : serveur UBUNTU callcenter	52
Figure 33 : serveur UBUNTU AFEC-Yaoundé	52
Figure 34: serveur UBUNTU AFEC-Douala.....	52
Figure 35 : aperçu de l'interface de chaque machine virtuelle	53
Figure 36 : configuration du SSH et activation sur le serveur AFEC Yaoundé.....	53
Figure 37 : configuration du SSH et activation sur le serveur AFEC Douala.	54
Figure 38 : scripts crée pour l'automatisation de la capture des appels et de sauvegarde.	55
Figure 39 : génération des clés (privée et publique pour connexion en chiffrement rsa)	57
Figure 40 : connexion automatique en SFTP par chiffrement rsa sans saisie du mot de passe.	57
Figure 41 : ping call center vers serveur AFEC-Y	57
Figure 42 : ping call center vers serveur AFEC-Y	57
Figure 43 : vérification de l'état du serveur d'appel.	58
Figure 44 : vérification du fonctionnement du serveur d'appel (protocole SIP actif et port 5060 fonctionnel)	59
Figure 45 : l'échange d'appel vocal entre agent d'AFEC-CAMEROUN et un client via le serveur d'appels VOIP.	59
Figure 46 : fichier d'échange vocal entre agent et client capturé	60
Figure 47 : connexion au serveur SFTP pour la sauvegarde local de Yaoundé.....	60
Figure 48 : test de lecture du fichier au format .pcap capturé.	61
Figure 49 : test de sauvegarde du fichier audio de la capture vocale sur le serveur	61
Figure 50 : test de connexion et de restauration des fichiers sur le serveur AFEC-DOUALA.	62



LISTE DES ABRÉVIATIONS

ACL : Access Control List (Liste de contrôle d'accès)

AFEC : Audit Formation Evaluation Conseil

BGP: Border Gateway Protocol (Protocole de Passerelle Frontière)

EIGRP: Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (Protocole de Routage Intérieur Amélioré)

FAI: Fournisseur d'Accès à Internet

IP: Internet Protocol (Protocole Internet)

IPv4 : Internet Protocol version 4

ISO: International Organization for Standardization

ISP: Internet Service Provider (Fournisseur de Services Internet)

LAN: Local Area Network (Réseau local)

MAN : Metropolitan Area Network (Réseau métropolitain)

NTIC: Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication

OSPF: Open Shortest Path First

PAM: Pluggable Authentication Modules (Modules d'Authentification Plug-in)

PAN: Personal Area Network (Réseau Personnel)

Pcap: Packet Capture (Capture de paquets)

QoS: Quality of Service (Qualité de Service)

RIP: Routing Information Protocol (Protocole d'Information de Routage)

RSA: Rivest-Shamir-Adleman (Algorithme de cryptographie asymétrique)



RTCP: Real-time Transport Control Protocol (Protocole de Contrôle de Transport en Temps Réel)

RTP: Real-time Transport Protocol

SFTP: Secure File Transfer Protocol

Sh: Shell Script

SIP: Session Initiation Protocol

SSH: Secure Shell

TCP: Transmission Control Protocol

TIC: Technologies de l'Information et de la Communication

UDP : User Datagram Protocol

VOIP : Voice Over Internet Protocol (Voix sur IP)

WAN : Wide Area Network (Réseau étendu)



RÉSUMÉ

Dans l'optique d'obtenir un diplôme d'Ingénieur des Travaux Informatique à l'IAI-Cameroun, nous avons effectué un stage académique de trois (3) mois allant du 10 juillet au 30 septembre 2024 au sein de l'entreprise AFEC-CAMEROUN. L'objectif principal était de parfaire et de mettre en pratique nos connaissances théoriques acquises au cours de notre formation académique. Durant cette période, nous avons pour objectif d'étudier le fonctionnement général d'AFEC ainsi que celui de son centre d'appel en particulier (**service auquel nous avions porté plus d'attention**). Après ces études, force était pour nous de constater que l'entreprise AFEC-CAMEROUN rencontrait beaucoup de problèmes liés au mauvais service qu'offrait son centre d'appel vis-à-vis de ses clients, car on s'était rendu compte après quelques sondages auprès de leurs clients que ceux-ci se plaignaient de la mauvaise qualité de service qu'offrait son centre d'appel. Au vu de ces remarques, il nous a été demandé de « **mettre en place un système de sauvegarde, de restauration et de reprise après sinistre** » des fichiers relatifs aux différents échanges entre les agents du centre d'appel avec les clients d'AFEC-CAMEROUN. Pour ce faire, nous avons déployé un serveur d'appel sur téléphonie IP (VOIP) avec l'outil ASTERISK au niveau du centre d'appel pour favoriser le contrôle des fichiers d'appel au sains du centre d'appels, nous avons également déployé un système de sauvegarde avec chiffrement rsa et de restauration sécurisé basé sur linux, pour favoriser la sécurité et la disponibilité des fichiers d'appels en cas de faille du système. Cette solution actuellement fonctionnel permet au chef d'entreprise de veiller à ce que les agents du centre d'appels offrent un service de meilleur qualité vis-à-vis de leurs clients. Le présent rapport détaille les différentes étapes du projet, depuis l'analyse jusqu'à l'implémentation de la solution. Au terme de ce travail, nous pensons que les résultats obtenus lors de ce stage ont été concluants, dans la mesure où nous avons pu livrer le projet avec toutes ses exigences notamment un document projet ainsi que l'implémentation assortie des différentes fonctionnalités y afférentes.

Mots clés : sauvegarde, restauration, sinistre.



ABSTRACT

In order to obtain a degree in Computer Engineering from IAI-Cameroon, we completed a three-month academic internship from July 10 to September 30, 2024, at AFEC-CAMEROUN. The main objective was to perfect and apply the theoretical knowledge acquired during our academic training. During this period, we aimed to study the general operation of AFEC and its call center in particular (a service to which we paid more attention). After these studies, we found that AFEC-CAMEROUN faced many problems related to the poor service offered by its call center to its customers. Surveys conducted among their clients revealed complaints about the poor quality of service provided by the call center. Based on these observations, we were asked to **“set up a backup, restoration, and disaster recovery system”** for the files related to the various exchanges between the call center agents and AFEC-CAMEROUN’s clients. To do this, we deployed a VoIP call server using the ASTERISK tool at the call center to facilitate the control of call files within the call center. We also deployed a backup system with RSA encryption and secure restoration based on Linux to ensure the security and availability of call files in case of system failure. This currently functional solution allows the company manager to ensure that the call center agents provide better service to their clients. This report details the different stages of the project, from analysis to the implementation of the solution. At the end of this work, we believe that the results obtained during this internship were conclusive, as we were able to deliver the project with all its requirements, including a project document and the implementation of the various related functionalities.

Keywords: backup, restoration, disaster.



INTRODUCTION GÉNÉRALE

L'Homme est par essence un être insatisfait en quête perpétuelle du progrès et de la perfection. Progrès qu'il mesure par comparaison à celui de ses semblables. Cette volonté de dépasser son prochain s'est exportée dans tous les domaines d'activités, notamment le secteur des Nouvelles Technologie de l'Informatique et de la Communication (NTIC). Ces NTIC, font l'objet de nombreuses convoitises et sont au centre de nombreuses attentions de nos jours pour plusieurs raisons ; à l'instar de nombreux avantages qu'ont les entreprises optant pour son usage. Notamment, des solutions innovantes en perpétuel évolutivité, la forte productivité tout en diminuant les ressources nécessaires. C'est dans ce contexte que nous avons effectué notre stage à AFEC-CAMEROUN où l'on rencontrait des difficultés liées au mauvais fonctionnement de son centre d'appel, car ses clients se plaignaient beaucoup du mauvais service de son centre d'appel. La question que nous nous sommes posée était de savoir **Comment assurer la sécurité et la disponibilité des fichiers d'appel du centre d'appel d'AFEC-CAMEROUN ?** Pour répondre à cette question, il nous a été proposé de « *mettre en place un système de sauvegarde, restauration et de reprise après sinistre au sein du centre CALL CENTER de AFEC-CAMEROUN* ». Afin de concrétiser ce projet, il sera question pour nous dans la suite de notre travail de présenter en détails, les différentes étapes de réalisation d'un projet de systèmes et réseaux informatiques. Nous présenterons premièrement la phase d'insertion qui parle de prime abord de notre accueil en entreprise, d'autre part de la description de l'entreprise dans tous ses aspects allant de sa structure hiérarchique à sa localisation. Deuxièmement, une phase technique où nous y aborderons l'analyse de notre projet, le cahier de charges, l'état de l'art, l'implémentation de la solution et, enfin, les tests de fonctionnalités.



1^{ère} partie : PHASE D'INSERTION

La phase d'insertion est la partie du rapport dédiée à la présentation de la structure d'accueil où nous avions effectué notre stage académique.



INTRODUCTION

Le rapport d'insertion est un document qui décrit comment un stagiaire a été intégré au sein d'une organisation. Dans cette section, conformément aux exigences de notre cahier de charges, nous décrirons le processus d'intégration que nous avons suivi chez AFEC-CAMEROUN. Nous mettrons en évidence les missions et les réalisations de cette organisation, ainsi que le sujet qui nous a été assigné pour ce stage, que nous développerons dans la prochaine section.



Chapitre 1 : ACCUEIL EN ENTREPRISE

Le mercredi **10 juillet 2024** à **8h00** marque la date et l'heure exacte de notre début au sein d'**AFEC CAMEROUN**. Dès notre arrivée, nous avons été accueillis par **M. WAMBO Jérémie** consultant à **AFEC CAMEROUN**, qui nous a conduits à l'atelier d'activités où nous allons effectuer notre stage : la salle **Training room**. Après la présentation de la structure physique de l'entreprise, puis suivait le listing spécifique des fonctions principales d'**AFEC-CAMEROUN** et les différentes règles qui régissent la structure tels que le respect ; la discréetion ; la ponctualité ; l'esprit d'équipes ; la servabilité ; la discipline. Par la suite, fut la présentation du calendrier de travail et d'activités à suivre pour l'atteinte de l'objectif commun. Afin de nous préparer au mieux, Nous avons suivi des formations pratiques en IOT et en administration des réseaux, ce qui nous a permis d'être mieux orienté sur le choix des thèmes de stage. Enfin, il procéda à l'attribution officielle des thèmes de stage, ouvrant ainsi la voie à la phase technique de notre expérience au sein d'**AFEC-CAMEROUN**.



Chapitre 2 : PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE

I. HISTORIQUE ET SERVICES

1. Historique

Le cabinet professionnel « Audit Formation Evaluation Conseil » (AFEC-CAMEROUN) est une entreprise dynamique et ambitieuse fondée en 1994. En tant que centre de réflexion et d'échange d'idées et d'informations, il sert de lieu de rencontre pour les acteurs économiques, les décideurs et les formateurs. Ces rencontres permettent d'analyser les évolutions actuelles et de développer une vision prospective des organisations de demain. Grâce à de nombreuses missions réalisées pour des entreprises majeures et diverses administrations, AFEC-CAMEROUN a su bâtir et affiner sa réputation, en fournissant des solutions parfaitement adaptées à chaque client selon leurs besoins spécifiques. Aujourd'hui, elle mobilise une équipe expérimentée dans divers domaines tels que :

2. Services de AFEC-CAMREOUN

❖ Gestions des Ressources Humaines :

AFEC-CAMEROUN est doté d'outils permettant de dénicher des candidats qui possèdent un savoir-faire concurrentiel, ainsi qu'un savoir-être et des valeurs cohérentes avec la mission de l'entreprise. Deux enjeux cruciaux à la gestion des Ressources Humaines consistent à embaucher une main-d'œuvre compétente et à affecter les employés à des postes où ils seront efficaces et satisfaits pour les objectifs suivants :

- maximiser l'utilisation des Ressources Humaines et assurer leur développement continu ;
- s'assurer d'avoir la capacité de production nécessaire pour soutenir les objectifs organisationnels ;
- coordonner les activités de Ressources Humaines avec les objectifs organisationnels ;
- inciter les personnes compétentes à poser leurs candidatures pour un poste donné augmenter le bassin de connaissances et d'habiletés par l'ajout de nouvelles ressources ;
- définir les attentes et les orientations de l'entreprise et donner l'information à tous les employés ;



- préciser les règles de fonctionnement de l'entreprise et favoriser l'engagement des employés ;
- faciliter et favoriser l'intégration sociale et professionnelle de l'employé dans son nouveau milieu de travail ;
- etc.

❖ L'archivistique :

C'est un outil de mise en œuvre des principes et techniques régissant la création, l'évaluation, l'accroissement, le classement, la description, l'indexation, la diffusion et la préservation des archives. Par ce service, AFEC-CAMEROUN permet à votre entreprise de :

- assurer la continuité de sa gestion ;
- satisfaire les exigences de son environnement réglementaire ;
- assumer ses responsabilités à l'égard de ses employés, de ses clients et, éventuellement, de ses actionnaires ;
- constituer son patrimoine archivistique susceptible d'être partagé avec l'ensemble de la société.
- la documentation d'outils de mise en œuvre de l'ensemble des techniques permettant le traitement permanent et systématique de documents ou de données, incluant la collecte, le signalement, l'analyse, le stockage, la recherche, la diffusion de ceux-ci, pour l'information des usagers.

❖ L'accompagnement Psychologique :

AFEC-CAMEROUN offre des ateliers psychologiques (pour l'amélioration de la santé mentale). Comme ateliers nous pouvons avoir :

- séance de "connaissance de soi" à caractère thérapeutique animé par une psychologie pour les "pas du tout fou".

❖ La formation professionnelle des adultes au cabinet de prestations intellectuelles :

La formation est un ensemble d'activités d'apprentissage planifiée. Elle vise l'acquisition du savoir propre à faciliter l'adaptation des individus et des groupes à leur environnement socio-professionnel. Elle contribue à la réalisation des objectifs d'efficacités de l'organisation. Les différents domaines de formations sont :

- Comptabilité / Gestion
- Informatique / Bureautique ;
- Administration des bases de données ;



- Administration de data Warehouse ;
- Formation certifiante Oracle ;
- Formation découverte Linux ;
- Formation certifiante Linux ;
- Assistance de Direction ;
- Gestion des Ressources Humaines/Management ;
- Techniques Commerciales ;
- Techniques administratives ;
- Législation de travail et Contentieux ;
- Documentation, Gestion d'archives ;
- Internet (Navigation et création des pages Web).

❖ L'administration des examens de certification :

AFEC-CAMEROUN est un centre agréé auprès de divers vendeurs pour des tests de certifications et de reconnaissance de compétences. Elle est l'adresse fiable pour passer aux dates et heures voulues tout examen de certification. La certification, entendue comme indicateur de qualification sociale. Nous citons ici ceux que vous trouverez dans leurs services en ce jour :

- Pearson VUE ;
- KRYTERION ;
- ACT.



II. LES PARTENAIRES DE AFEC-CAMEROUN

Le tableau ci-dessous illustre l'ensemble des différents partenaires d'AFEC-CAMEROUN :

Tableau 1 : différents partenaires d'AFEC-CAMEROUN.

Nom de la structure partenaire	Logo
CAMTRAV	/
Crédit du Sahel	
EIFORCES	
Gendarmerie nationale	
HD Conception	/
IAI-Cameroun	
La fondation FAIRMED	
Les Boissons du Cameroun	
Ministère de l'enseignement supérieur	
SINNOTECH	/

III. ORGANIGRAMME DE AFEC-CAMEROUN

Il s'agit d'une représentation schématique ou une figuration qui décrit les liens hiérarchiques, organisationnels et fonctionnels qui existent entre les différents métiers et membres de l'entreprise. C'est un outil qui possède une finalité à la fois informative et organisationnelle pour l'entreprise. En d'autres termes, il synthétise visuellement les postes clés occupés dans l'entreprise, ainsi que le nom des personnes qui les occupent, à un instant précis, créant ainsi un tableau hiérarchique de la société.



L'image ci-dessous présente les différentes directions de AFEC-CAMEROUN :

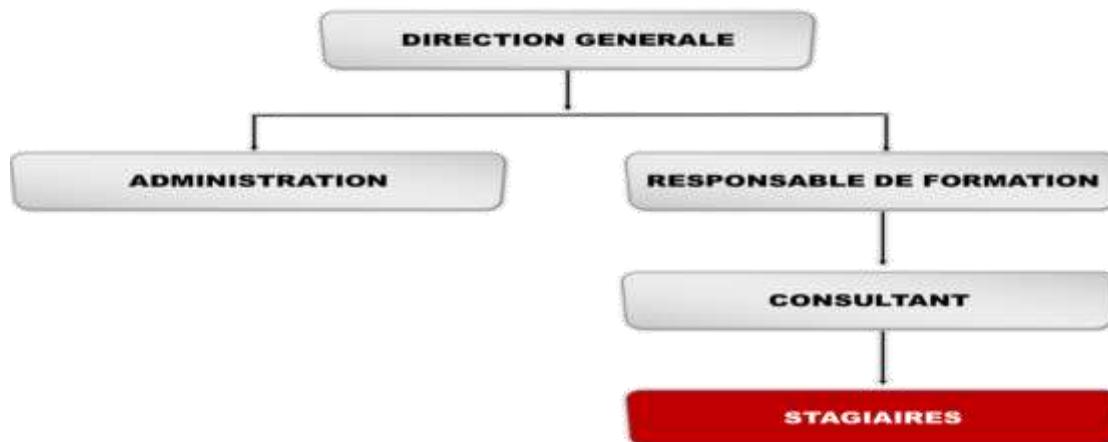


Figure 1 : organigramme de AFEC-CAMEROUN.

(Source : Microsoft office Publisher 2019).

Description des différentes directions :

- **Direction Générale :**

C'est le sommet hiérarchique de l'organisation. Le directeur général, est responsable de toutes les décisions prises et garant de la stabilité économique de la société. Cela implique que le Directeur Général (DG) met en œuvre tous les moyens nécessaires pour assurer la pérennité de l'entreprise. Il supervise l'intégralité des services et des activités placées sous sa responsabilité. Son expérience et sa polyvalence lui permettent d'avoir une excellente connaissance du marché et d'anticiper les tendances futures.

- **Administration :**

Cette direction contribue à l'efficacité, à la satisfaction client, et à la continuité des activités au sein de l'entreprise.

- **Responsable de formation :**

Cette direction est responsable de la gestion du programme de formation et de certification que propose AFEC-CAMEROUN.

- **Consultant :**

Il s'agit ici d'une personne physique qui offre des conseils et des solutions aux entreprises pour les aider à résoudre des problèmes spécifiques ou à améliorer leur performance globale. Il travail généralement sur une base contractuelle ou temporaire.

- **Stagiaires :**

C'est la direction responsable de la gestion des stagiaires académiques ou professionnels. C'est dans cette direction que nous avions exercé nos tâches en tant que stagiaires à AFEC-CAMEROUN.

IV. PLAN DE LOCALISATION

AFEC-CAMEROUN est située à Yaoundé, précisément en face de la pharmacie intendance allant vers CAMAIRCO. La localisation exacte de l'entreprise est facilitée par le plan suivant :



Figure 2 : plan de localisation AFEC (source : Edraw Max).

V. FICHE SIGNALTIQUE DE LA STRUCTURE

Le tableau ci-dessous permet d'avoir une vue simplifiée sur la description de AFEC-CAMEOUN :

Tableau 2: fiche signalétique d'AFEC-CAMEROUN

Eléments de description	Valeurs
Logo	 Source : https://afecameroun.com/
Sigle	AFEC
Date de création	1994
Statut juridique	SARL
Directrice Générale	Mme NEMBOT Esther
Siège social	Yaoundé, carrefour intendance
Téléphones	+237 242 114 195/ +237 699 904 179
Adresse E-mail	info@afecameroun.com
Site Web	www.afecameroun.com

VI. RESSOURCES MATÉRIELLES ET LOGICIELLES

1. Ressources matérielles

AFEC dispose de plusieurs équipements indispensables pour que le rendu des services qu'ils offrent soit optimal.

Tableau 3: Ressources matérielles

Equipements	Marques	Qtés	Images illustratives	Sources de l'image
Ordinateur de bureau	DELL	6		https://image.made-in-china.com/2f0j00RFrEtKaCTHpU/FTTH-Fiber-Optic-Router-.jpg
Ordinateur portable	DELL	5		https://th.bing.com/th/id/R.c6b6041b874a5c46bf84b4213a7c4f60?
Switch	TP-LINK	3		https://th.bing.com/th/id/R.c6b6041b874a5c46bf84b4213a7c4f60?
Régulateur de tension	SOLSTAR 1000VA	4		https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=1
Vidéo projecteur	Pro9530HDL	2		https://th.bing.com/th/id/OIP.
Caméras	Firstrend 5MP sans fil	3		https://lgmsolution.com/wp-
Routeur	Huawei	2		https://th.bing.com/th/id/R.4de1ab36645ec36f91070b4b8f323867?ri
Point d'accès	TP-LINK	1		https://th.bing.com/th/id/OIP.
Imprimante	HP Enterprise MFP M525	2		https://th.bing.com/th/id/R.e817d45ca7e68b3586cd647f2cd
Kit Arduino	Arduino	4		https://th.bing.com/th/id/OIP.dzOyBdGv-nYTfkMz4Zm-



Equipements	Marques	Qtés	Images illustratives	Sources de l'image
Trousse de maintenance informatique	Outilage générique	2		https://th.bing.com/th/id/OIP.ybqHJbd3rH7SppjlfyjboQHaHa?rs=1
Extincteur	Aqua-Minimaxol	1		https://th.bing.com/th/id/R.8520fb68a84e2f2e5308e1e228a35e75?
Trousse de premiers soins	First AID	1		https://th.bing.com/th/id/OIP._mZrcw17byQbysya64_IqwHaHa?pid=ImgDet&w=185&h=185&c=7
serveur	Serveur-hp-z420-workstation	1		https://portablesusages.com/wp-content/uploads/2021/04/Used-Serveur-hp-z420-workstation.jpg
Rack serveur	DetMain	1		https://th.bing.com/th/id/OIP.8QCactXTBR5BfPHHjO5Rm

2. Ressources logicielles

Tableau 4: Ressources logicielles

Types de logiciels	Noms des logiciels	Logos	Sources de l'image
Editeur de texte	Arduino		https://lh3.googleusercontent.com/E8gPYr1ETA4Hex9Z-
Les systèmes d'exploitation	Windows 10 pro		https://th.bing.com/th/id/R.56faa97c7237a7bef5a409ea701be1b0?rik=
	Debian		https://logos-world.net/wp-content/uploads/2020/11/Ubuntu-Logo-2004-2010.png
	Ubuntu 22.04		https://logos-world.net/wp-content/uploads/2020/11/Ubuntu-Logo-2004-2010.png
Les technologies	Python, C, ...		https://cms-informatic.com/wp-content/-langage-C-830x830.png



<i>Types de logiciels</i>	<i>Noms des logiciels</i>	<i>Logos</i>	<i>Sources de l'image</i>
Logiciel d'application	<i>Suite office 2019</i>		https://th.bing.com/th/id/OIP.unZg276qrduYl_rSFBXkZAAAAA?rs=1&pid=ImgDetMain
	<i>PuTTY</i>		https://th.bing.com/th/id/OIP.yMwHGaJ-s=1&pid=ImgDetMain
	<i>Tera Term</i>		https://th.bing.com/th/id/OIP.wxquBqf-g4z3K?w=
	<i>Gantt Projet</i>		https://th.bing.com/th/id/OIP._&pid=ImgDetMain
Outils de simulation	<i>Cisco Packet Tracer 8.2.2</i>		https://hurbad.com/wp-Cisco-Packet-Tracer.png
	<i>GNS3</i>		https://banffventureforum.com/wp-Transparent-Logo.png



CONCLUSION

En résumé, notre période d'intégration chez AFEC-CAMEROUN a été enrichissante. Elle nous a permis dans l'ensemble de nous familiariser avec le fonctionnement de l'organisation et de nous impliquer activement dans ses activités. Grâce à la collaboration et à la disponibilité de nos encadrants techniques, nous avons pu appréhender les réalités et les besoins spécifiques de l'organisation concernant le sujet traité. Pour mieux comprendre le problème et proposer des solutions appropriées, nous avons réalisé l'importance de développer un cahier des charges détaillé pour « **la mise en place d'un système de sauvegarde, de restauration et de reprise après sinistre** ».



2^{ème} partie : PHASE TECHNIQUE

Le document technique est le document qui nous permet de présenter de manière détaillée nos choix techniques et l'architecture technique relative à la réalisation de notre projet.



INTRODUCTION

Grâce à l'expansion des TIC de nos jours, les entreprises adoptent de plus en plus les outils et technologies informatiques. AFEC-CAMEROUN, une entreprise offrant des services dans ce cadre, rencontre des difficultés dans la gestion des fichiers d'appels de son centre d'appel, ce qui affecte ses relations avec ses clients. Cela nous a poussé à opter pour une solution de sauvegarde et de restauration des fichiers d'appels, en assurant leur sécurité et leur disponibilité. Dans cette partie, nous allons mettre en lumière la solution proposée. Pour cela, nous analyserons le projet, présenterons le cahier de charges relatif au projet, puis l'état de l'art, et enfin, nous détaillerons l'implémentation de la solution proposée ainsi que les tests des fonctionnalités déployées.



Chapitre1 : ANALYSE DU PROJET

La section d'analyse du projet présente une analyse détaillée du projet en commençant par une introduction au thème. Elle inclut une étude de l'existant et une critique de celui-ci, identifie les problématiques actuelles. Enfin, elle propose une solution adaptée pour répondre aux défis identifiés.

I- PRÉSENTATION DU THÈME (OU DU PROJET)

Le projet « Mise en place d'un système de sauvegarde, restauration et de reprise après sinistre : Cas de AFEC-CAMEROUN » vise à implémenter un système de sauvegarde automatique pour les fichiers d'appels des échanges téléphoniques entre les clients de AFEC-CAMEROUN et les agents du centre d'appels. Ce système permettra de sauvegarder ces fichiers sur un serveur local, puis de les transférer sur un serveur distant situé à Douala. La restauration des fichiers sera effectuée manuellement par l'administrateur sur le serveur distant.

Caractéristiques principales :

- **L'automatisation** : dans notre projet, ce concept désigne le fait que les fichiers d'appels sont capturés sans action humaine ;
- **Sécurité** : la sécurité fait référence aux protocoles implémentés afin de garantir l'authentification, la non répudiation, la confidentialité, l'intégrité du projet ;
- **Disponibilité** : il s'agit de garantir l'accès aux fichiers d'appels depuis les serveurs à tout moment.

La figure ci-dessous présente l'architecture visée du système à mettre en place :



« Mise en place d'un système de sauvegarde, restauration et de reprise après sinistre : Cas de AFEC-CAMEROUN. »

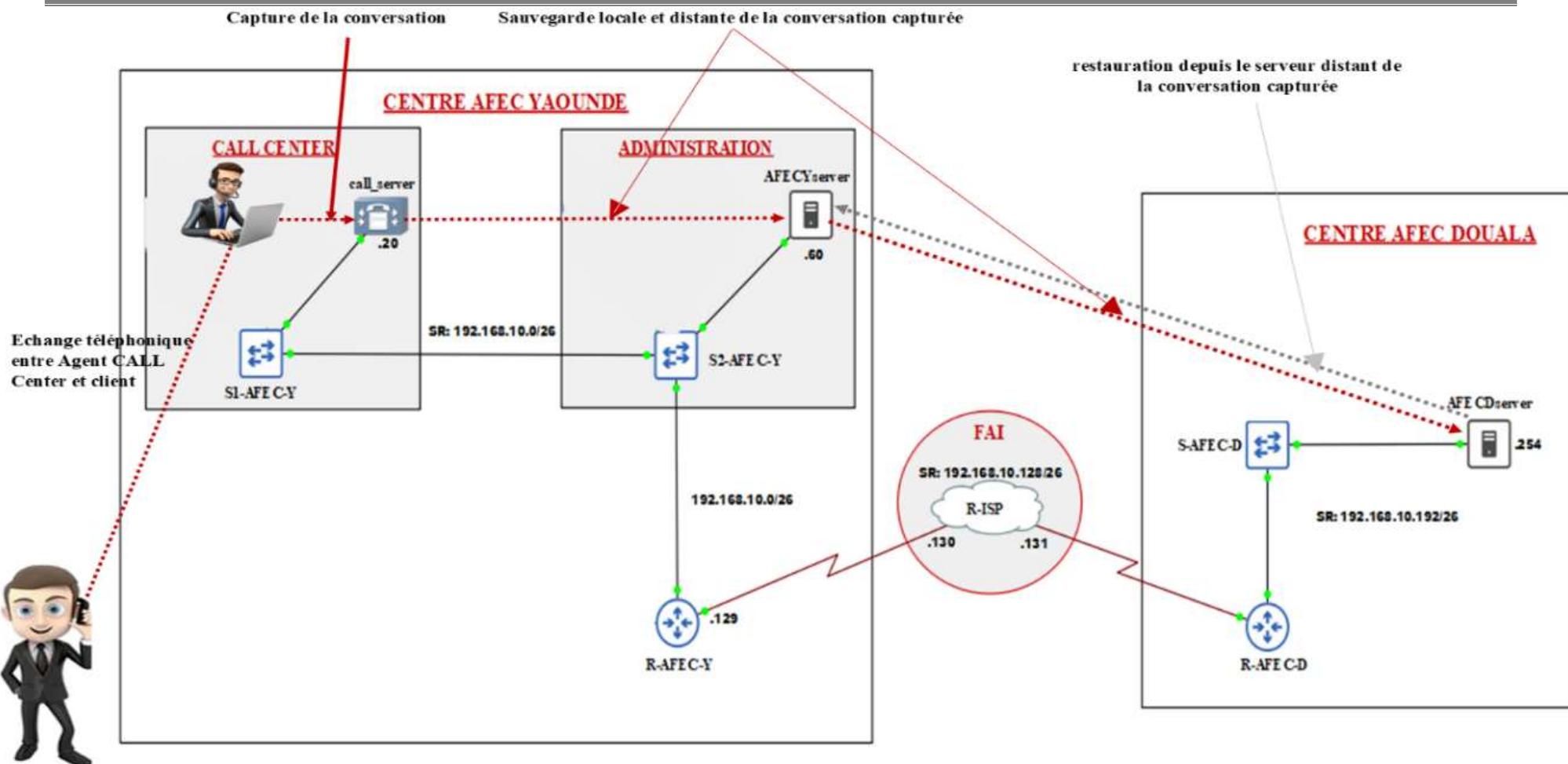


Figure 3 : l'architecture visée du système à mettre en place
(source : conçu avec GNS3).

II-ÉTUDE DE L'EXISTANT

Pour une meilleure compréhension de l'environnement informatique, il est essentiel de maîtriser d'abord le fonctionnement de base des dispositifs existants, puis de définir les paramètres d'optimisation pouvant contribuer à leur amélioration. Dans notre cas, nous nous sommes intéressés au centre d'appels (CALL-CENTER) d'AFEC-CAMEROUN, notamment à la sauvegarde et à la restauration des fichiers d'appels.

D'après les études réalisées sur le système de fonctionnement du centre d'appel, nous avons constaté que les fichiers d'appels décrivant les échanges téléphoniques entre les agents du centre d'appels et les clients d'AFEC, n'étaient pas sauvegardés. Cela rendait difficile l'amélioration des relations clients, le contrôle du nombre d'appels quotidiens.

Le réseau actuel de fonctionnement du CALL CENTER d'AFEC est constitué d'un switch (commutateur) de niveau 2, d'ordinateurs reliés au commutateur, et d'un téléphone IP permettant les échanges entre les agents du centre d'appel et les clients. Le commutateur du centre d'appels est connecté au commutateur du centre d'administration afin de permettre aux agents du centre d'appels de communiquer avec ceux du centre d'administration.

Il est important de noter que, dans cette architecture, toutes les directions peuvent communiquer avec le serveur local et y stocker des données importantes.

L'image ci-dessous illustre l'architecture actuelle du centre d'AFEC-CAMEROUN.

1. Architecture physique de AFEC-CAMEROUN

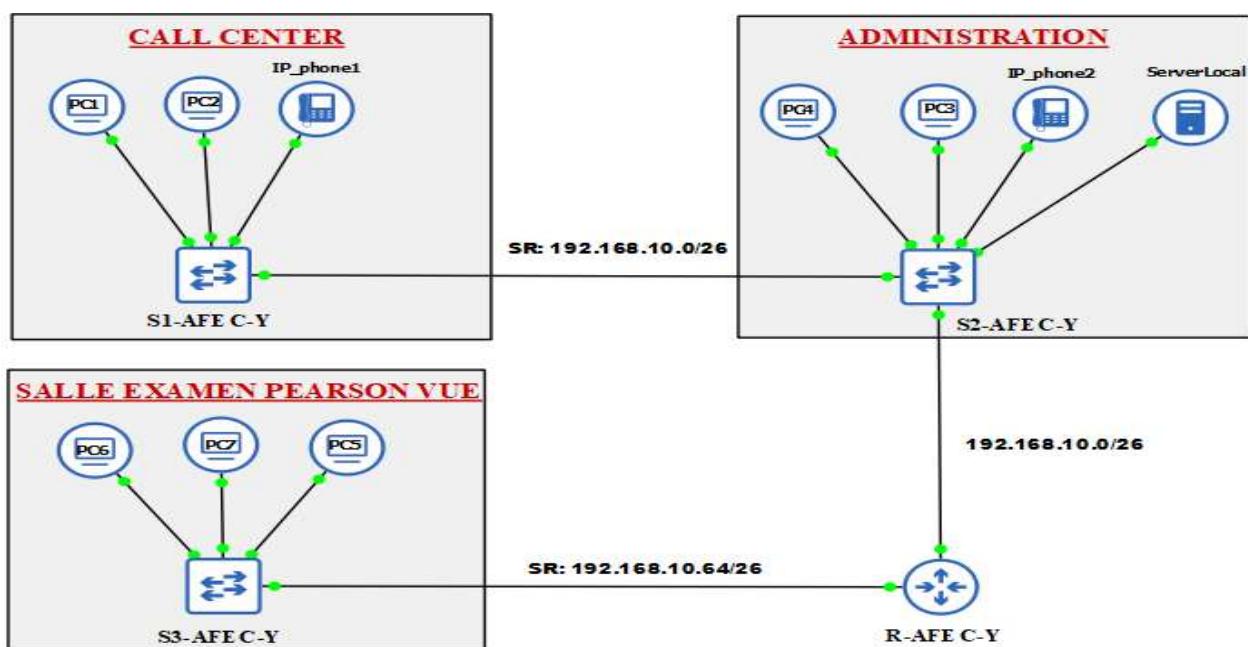


Figure 4 : architecture réseau d'AFEC-CAMEROUN
(Source : conçu avec gns3).



2. Description de l'architecture

Cette architecture comprend trois directions : la direction du CALL CENTER ; la direction ADMINISTRATION et la SALLE D'EXAMEN PEARSON VUE. Elle fait référence à l'architecture réseau d'AFEC-CAMEROUN, qui se compose de deux sous-réseaux : le sous-réseau 192.168.10.64/26 et le sous-réseau 192.168.10.0/26, formant ensemble le réseau 192.168.10.0/24. Comme mentionné précédemment,

Le **centre CALL CENTER** est constitué d'un téléphone IP et des hôtes, l'ensemble relié par un commutateur de couche 2. Notre projet est en majeur partie relié à cette direction, car c'est le problème relatif à la gestion des fichiers d'appels des échanges téléphoniques des agents de cette direction et des clients d'AFEC-CAMEROUN que nous sommes appelés à apporter une solution.

Le **centre ADMINISTRATION** est constitué des ordinateurs, un téléphone IP et d'un serveur local sur lequel quelques services y sont déployés ;

La **SALLE EXAMEN PEARSON VUE** est une salle dédiée à la prise en charge des stagiaires et à la gestion de suivi des programmes de certification.

III- CRITIQUE DE L'EXISTANT

Après une étude de l'existant, nous avions pu relever quelques manquements.

Tableau 5 : critique de l'existant.

Critiques	Conséquences	Solutions
L'entreprise enregistre de nombreuses plaintes ayant trait au non-respect des clauses d'échanges entre les clients et ses agents du centre d'appels.	Ceci pourra affecter l'image de l'entreprise ainsi que sa réputation.	Offrir une possibilité de relecture des fichiers vocaux enregistrés en cas de plainte d'un potentiel client et d'en apporter une solution atténuante.
Non disponibilité des fichiers audios des échanges entre agents du centre d'appels et les clients.	Ceci peut donner la liberté à chaque agent de gérer les entretiens avec les clients comme bon leur semble sans respect des protocoles mis en place.	Implémenter un système de sauvegarde qui enregistre automatiquement les fichiers audios sur un serveur local et un serveur distant. Dont la relecture permettra de s'interroger sur le respect d'une politique de communication entre les agents et les clients.



Critiques	Conséquences	Solutions
Manque de système de sauvegarde et de restauration des fichiers d'appels déployés dans le serveur local.	Pas de main mise sur les échanges entre le centre d'appels et les clients par le Directeur Générale.	Cette solution permettra au directeur de pouvoir suivre les conversations afin d'apporter un moyen d'amélioration du service.

IV- PROBLÉMATIQUE

Le centre d'appels d'une entreprise joue un rôle crucial dans son bon fonctionnement et son développement, tant sur le plan financier que relationnel.

Une mauvaise gestion de cette direction peut entraîner la faillite de l'entreprise en raison de la perte de confiance des clients. Il est donc primordial de suivre et d'améliorer les performances des agents du centre d'appels pour fidéliser les clients, car dans le monde de l'entrepreneuriat, le client est roi. La problématique qui découle de notre projet est de savoir : **Comment assurer la disponibilité et la sécurité des fichiers d'appels du centre d'appel d'AFEC-CAMEROUN ?**

Dans l'optique d'apporter une solution pouvant pallier à ce problème, nous nous interrogeons sur les questions de savoir :

- Comment mettre sur pieds un nouveau système de téléphonie pouvant faciliter le contrôle des appels au sein d'AFEC ?
- Comment sauvegarder et protéger les fichiers vocaux relatifs aux échanges avenir des agents d'AFEC avec leurs clients ?
- Comment faciliter l'accès à ces fichiers en cas de besoin ?

Les solutions apportées à ces différentes questions permettront de pallier aux problèmes majeurs que rencontre le centre d'appels d'AFEC-CAMEROUN en particulier.



Chapitre2 : CAHIER DES CHARGES

Ce cahier est un document essentiel dans la gestion de projet. Il décrit de manière détaillée les besoins, les exigences et les attentes du maître d'ouvrage (la personne ou l'entité commanditaire du projet) envers le maître d'œuvre (la personne ou l'entité chargée de réaliser le projet). Ce document inclut : Le contexte et justification du projet ; l'objectif(s) principale et spécifiques du projet ; l'expression des besoins utilisateur ; la planification du projet ; l'estimation du coût du projet ; les contraintes du projet et enfin les livrables.

I- CONTEXTE ET JUSTIFICATION DU PROJET

De plus en plus, le numérique s'impose sur l'ensemble du marché entrepreneurial mondial. Cela incite chaque structure à élaborer une stratégie de gestion plus efficiente et à la hauteur des attentes de leurs relations clientèles. Malgré la facilité d'utilisation des outils informatiques, il est crucial de s'assurer de la mise en place d'un système de gestion des relations clients au sein de l'entreprise.

La mise en œuvre d'un tel système confronte certaines structures à de nombreux défis, tels que le non-respect des clauses téléphoniques par les agents du centre d'appel et les clients, ou encore la mauvaise qualité de service offerte par les agents du centre d'appels de l'entreprise. Cette situation est souvent due à une incompétence ou à un manque de maîtrise de soi, conduisant ainsi à une insatisfaction des besoins des clients. Lorsque ces défis deviennent récurrents, ils mènent généralement à la faillite précoce de l'entreprise. En effet, la plupart des clients, face à ces situations, jugent nécessaire de résilier leurs contrats, tandis que d'autres optent pour le sabotage de l'entreprise aux yeux de son public cible.

Il devient donc primordial pour l'entreprise de s'assurer que ses clients soient bien traités et que le service offert par son centre d'appel soit de meilleure qualité. C'est dans ce contexte que s'inscrit notre projet, visant à faciliter la relecture des échanges vocaux téléphoniques entre les agents du centre d'appel d'AFEC-CAMEROUN et ses clients.

II- OBJECTIF(S) PRINCIPAL ET SPECIFIQUES DU PROJET

1. Objectif principal

L'objectif principal de notre projet est d'implémenter un **système de sauvegarde, de restauration et de reprise après sinistre au sein de la direction CALL CENTER de l'entreprise AFEC-CAMEROUN**. Ceci dans le but de garantir la sécurité et la disponibilité des fichiers d'appels au sein de celui-ci.



2. Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques sont l'ensemble des objectifs annexes autour de l'objectif principal afin d'atteindre le but de celui-ci. Ainsi ceux définis pour celui évoqué précédemment sont les suivants :

- Mettre en place un réseau d'appel en VOIP pour permettre un contrôle total sur les échanges téléphoniques entre les agents du centre d'appels et les clients ;
- Implémenter un système de sauvegarde qui enregistre automatiquement les fichiers audios sur un serveur local et un serveur distant ;
- Mettre en place un système de restauration des fichiers audios ;
- Protéger les fichiers audios contre les accès non autorisés, les pertes de données et les cyberattaques ;
- Garantir l'accessibilité des fichiers audios en tout temps, même en cas de sinistre.

III- EXPRESSION DES BESOINS DE L'UTILISATEUR

1. Besoins fonctionnels

Encore appelés besoins métiers, les besoins fonctionnels spécifient clairement les différentes actions qu'un système doit exécuter. Il ne devient opérationnel (le système) que lorsqu'il est satisfait. C'est dans ce même ordre d'idées, que notre système doit satisfaire les exigences de la totalité des utilisateurs.

Le tableau ci-dessous illustre les différents besoins fonctionnels du système en fonction des différents acteurs appelés à l'exploiter:

Tableau 6 : besoins fonctionnels du système.

Acteurs	Besoins
agent du centre d'appels	Recevoir les appels entrants, effectuer les appels.
Le client	Contacter l'agent du centre d'appels via le système d'appels.
L'administrateur système	Déploiement du système d'appels, de sauvegarde, restauration et élaboration d'un plan de reprise après sinistre.
L'administrateur réseau	Etablir l'architecture et la faire fonctionner.



2. Besoins non fonctionnels

Comme son nom l'indique, les besoins non fonctionnels représentent les exigences ne concernant pas spécifiquement le comportement du système. Mais ils identifient les contraintes internes et externes du système.

Notre système doit répondre à ces exigences nécessaires pour aspirer à une réussite de notre projet sur le plan applicatif.

Le tableau ci - dessous présente les différents besoins non fonctionnels de notre système :

Tableau 7: besoins non fonctionnels du système.

Besoins	Description
La qualité de traitement	Tenant compte du nombre important des traitements sur le système, il est judicieux que l'on se rassure de la durée d'exécution des requêtes s'approche le plus possible du temps opportun.
La performance	Le système mis sur pied doit avant tout être performant. Ceci à travers les fonctionnalités offertes, afin de pouvoir répondre à toutes les exigences des utilisateurs d'une manière optimale.
La convivialité	Le système doit être facile à utiliser. En effet, les actions de chaque utilisateur doivent être simples et faciles à manier.
La confidentialité	Étant donné que notre système traitera des données critiques, nous devrions garantir une sécurité optimale. Ainsi les droits d'accès au système doivent être bien organisés et contrôlés.
l'ergonomie	Notre système doit respecter les normes régissantes à sa mise en place.
La maintenance	Nos configurations doivent être claires afin de s'adapter à des futures modifications ; Garantir l'intégrité et la cohérence des données à chaque mise à jour et à chaque insertion.
La sécurité	Notre système devra respecter les six piliers de la sécurité à savoir : la confidentialité, la fiabilité, l'authentification, l'intégrité, la traçabilité, la disponibilité.



3. Les intervenants

Tableau 8 : les intervenants.

Nom et Prénom	Rôle particulier	Rôle global
M. WAMBO WOUMFO Jérémie	Encadrant professionnel	Equipe projet
Mme. AMOUGOU Mireille	Encadrant académique	
SIEWE Emmanuel	Etudiant en 3 ^{ème} année	

IV- PLANIFICATION DU PROJET

A partir de la livraison de ce présent cahier des charges, nous disposons d'environ trois (03) mois pour la réalisation du projet. Délai insuffisant pour le projet en entier, mais reste raisonnable pour se concentrer sur les fonctionnalités d'usines d'un tel système.

Ainsi nous représenterons notre planification à partir des éléments indispensables. À savoir un ordonnancement et un diagramme de Gantt.

1. Ordonnancement

Le tableau d'ordonnancement ci-dessous présente les différentes phases, objectifs, durée et résultats de notre projet :

Tableau 9 : ordonnancement du projet.

Phases	Objectifs	Durée (jours)	Résultats
Insertion	Prise de contact et informations sur l'entreprise d'accueil.	14	Dossier d'insertion
Analyse	Définition du projet et collecte de données.	14	Capture des besoins des utilisateurs relatifs au projet.
Cahier des charges	Présentation des objectifs et caractéristiques du projet.	14	Cahier des charges
Etat de l'art	Analyse des besoins et solutions.	7	Dossier d'analyse
Implémentation de la solution	implémentation de la solution.	20	Dossier de réalisation
Test de fonctionnalité	Réalisation de la solution.	8	
Rédaction de rapport	Rédiger le rapport.	81	Rapport de stage



2. Diagramme de Gantt

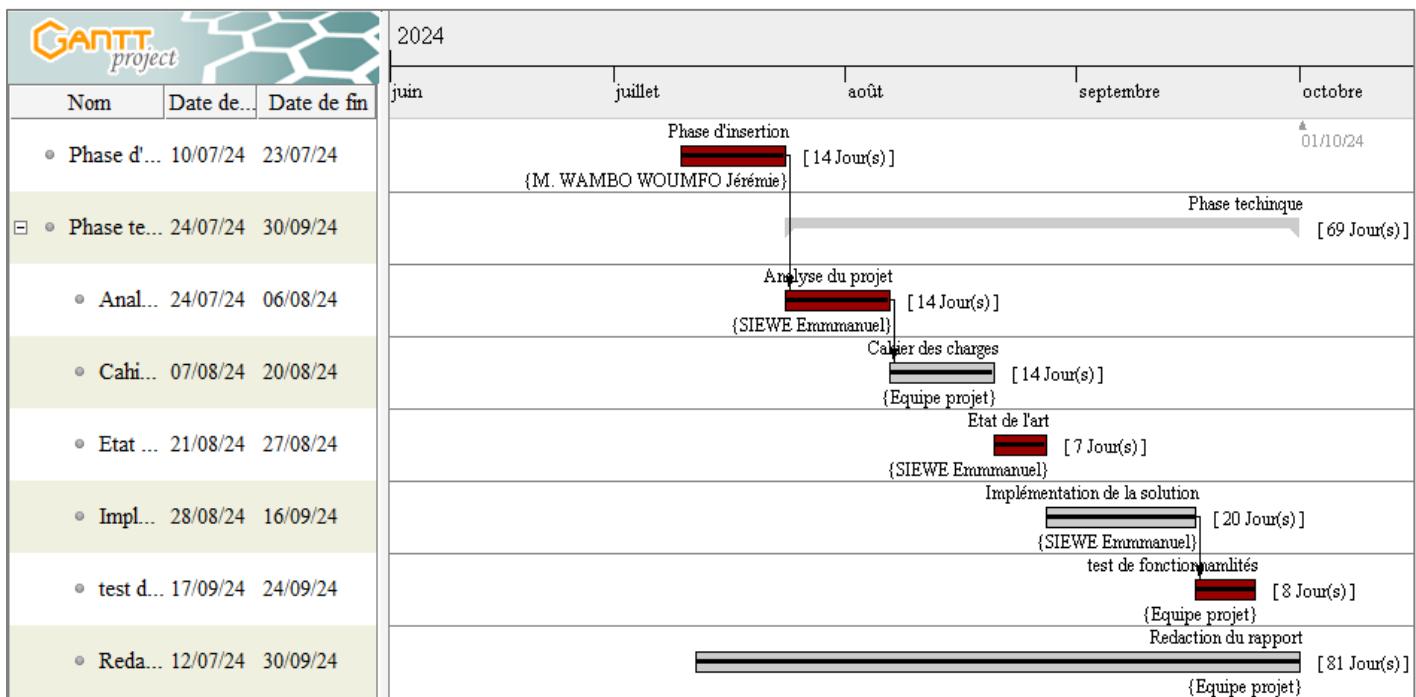


Figure 5 : Gantt projet relatif à l'ordonnancement.

(Source : réalisé à partir de l'application Gantt Project)

V- ESTIMATION DU COÛT DU PROJET

Le coût est une variable qui représente la valeur financière nécessaire au suivi d'un projet de sa réalisation à sa livraison. Pour la réalisation de notre projet, nous avons évalué les dépenses liées à la rémunération des intervenants ; des achats du matériel et des logiciels adéquats. À cet effet, il est nécessaire de disposer d'une ressource humaine hautement qualifiée, d'une configuration matérielle ; d'une ressources logicielle et financière conséquente.

1. Ressources Matérielles

Il s'agit de l'ensemble des matériaux nécessaires pour l'atteintes aux objectifs de notre projet.

Le tableau ci-après résume les différentes ressources matérielles indispensables à la mise en place de notre système:



Tableau 10 : différentes ressources matérielles indispensable à la mise en place du système

Équipements	Marques	Caractéristiques	Qté	PU(FCFA)	PT(FCFA)
Carton Papier format A4.	SMART	Papier format A4, 80g.	1	17000	17000
Imprimante.	HP COLOR	Copieur-Imprimante HP COLOR LASER JET PRO MFP M479FNW.	1	447350	447350
Rack serveur.	HP	HPE ProLiant DL380 Gen10 (P71383-425), Intel Xeon Silver 4210R, 64 Go DDR4.	1	164005	164005
Régulateur de tension.	NAGU	Régulateur de tension NAGU 5000VA.	2	247000	494000
Switch	Cisco	Desktop rackmount switch 24 ports gigabit l-sg1024.	1	224250	224250
Câble coaxial	CSL	Cable coaxiale 4G59 avec ALIM 305M.	1	11500	11500
Routeur	Cisco secure	Routeur cisco secure router 500 series.	1	453100	453100
Routeur wifi	4G LTE	Routeur 4G LTE WIFI LB-LINK.	1	166750	166750
Serveurs de sauvegarde.	Cisco	Serveur de sauvegarde 16 DD.	1	2100000	2100000
Clé d'adaptateur wifi	LB-LINK	CLE WIFI LB-LINK 150 MBPS WN155A	1	4600	4600
Total en chiffre			15	//	4082555
Total en lettre	Quatre millions quatre-vingt-deux mille cinq-cent-cinquante-cinq Francs.				

NB : ces prix sont en majeure partie relevés de la mercuriale des prix et tarifs 2024.



2. Ressources logicielles

Il s'agit de l'ensemble des logiciels que nous utiliserons pour la réalisation de notre projet.

Le tableau ci-dessous résume les différentes ressources logicielles indispensables au déploiement de notre plateforme :

Tableau 11: ressources logicielles.

Logiciel	Version	rôle	éditeur	Prix (FCFA)
OS (UBUNTU Pro)	22.04.4	Système d'exploitation.	Canonical Ltd.	30000
Microsoft office	2019	Traitement de texte, PréAO et PAO.	Microsoft	379835
Windows 10 pro	Enterprise	Système d'exploitation.	Microsoft	164005
Gantt Project	3.2.3230	Outil de planification des tâches.	Gantt Project Ink	2970
ASTERISK	20.2.1	Logiciel pour téléphonie sur voix IP.	Digium Inc.	353335
Total en chiffre			//	353335
Total en lettre	Trois cent cinquante-trois mille trois cent trente-cinq Francs.			

NB : ces prix sont en majeure partie relevés de la mercuriale des prix et tarifs 2024.

3. Ressources humaines

Comme dans tout projet entrepris par l'être humain, la mise en place de notre système de sauvegarde et de restauration nécessite l'apport d'une main d'œuvre.

Le tableau ci-dessous laisse percevoir les ressources humaines nécessaires :

Tableau 12: ressources humaines

Qualité	Nombre	Tâches	période	Coût horaire (FCFA)
Administrateur réseau	1	Mise en place de l'architecture physique et la faire fonctionner	30 jours	442000
Administrateur système	1	Mettre en place les fonctionnalités demandées du système/	30 jours	547000



Qualité	Nombre	Tâches	période	Coût horaire (FCFA)
Formateur	1	Former les utilisateurs	14 jours	273500
Total	3	//	//	1262500
Total en lettre	Un million deux-cent-soixante-deux mille cinq-cents Francs			

Tableau 13:récapitulatif des besoins totaux et imprévus

Ressource	Montant en (FCFA)
Ressources matérielles	4082555
Ressources logicielles	353335
Ressources humaines	1262500
Total provisoire	5698390
Imprévues (10%)	569839
Total en chiffre	6268229
Total en lettre	Six millions deux-cents-soixante-huit mille deux-cent-vingt-neuf Francs.

Ce tableau présente le récapitulatif des besoins matériels, logiciels et humains nécessaire pour la réalisation du projet.

VI- LES CONTRAINTES DU PROJET

Les contraintes représentent l'ensemble des difficultés et règles à respecter pour atteindre le but défini pour la réalisation d'un projet informatique. Elles peuvent être dues au coût, délai de livraison, au temps nécessaire de réalisation. Ainsi, nous avons :

1. Contrainte de coût

Nous respectons les prix fixés dans l'étude financière afin d'éviter une surestimation ou une sous-estimation de ces prix présentés ci-dessus.

2. Contrainte de délais

Nous avons pratiquement 03 (trois) mois pour la réalisation de notre projet (du 1^{er} juillet au 30 septembre 2024).

3. Contrainte de temps

Il s'agit du calendrier de livraison du projet, notamment les dates de livraison de chaque phase du projet, ainsi que la date de livraison finale. Notre travail sera subdivisé comme suit :

**Tableau 14: contrainte de temps**

Phases	Durée (jours)	Documents
Insertion	14	Dossier d'insertion
analyse	14	Document d'analyse
Cahier des charges	14	Cahier des charges
Implémentation de la solution	20	Document d'implémentation
Test des fonctionnalités	8	Document des tests
Rapport de stage	81	Rapport de stage

VII- LES LIVRABLES

Dans la gestion des projets, tout composant matérialisant les résultats d'une prestation de finition désigne le livrable. En ce qui est de notre projet, ce sont :

- le rapport de stage avec ses différents dossiers à savoir:
 - le dossier d'insertion ;
 - le dossier de l'analyse ;
 - le cahier des charges ;
 - le dossier d'implémentation de la solution ;
 - le dossier de test des fonctionnalités ;
- la présentation du projet (PowerPoint) ;
- le résultat fonctionnel en entreprise.

Chapitre 3 : ETAT DE L'ART

I. DEFINITIONS

Système : ensemble de composants interconnectés qui travaillent ensemble pour accomplir une tâche spécifique.

Sauvegarde : processus de copie et de stockage des données pour les protéger contre la perte ou la corruption.

Restauration : processus de récupération des données à partir d'une sauvegarde pour les remettre dans leur état original ou pour les utiliser après une perte de données.

VOIP (Voix sur IP) : technologie qui permet de transmettre des communications vocales via Internet ou d'autres réseaux IP.

II. COMPOSANTS

Les composants d'un système de sauvegarde et de restauration incluent :

- **Les serveurs** : Machines qui hébergent les données et les applications. Il s'agit d'un super ordinateur disposant un système d'exploitation (Windows, Linux, Mac, etc.) lui permettant de fonctionner.



Figure 6 : exemple de serveur

(Source : <https://th.bing.com/th/id/R.>)

Dans le cadre de notre projet, nous avons utilisé un système linux (Ubuntu 24.04), car il offre plusieurs fonctionnalités et dont son utilisation est facile.

- **Dispositifs de stockage** : Disques durs, SSD, bandes magnétiques, etc.



Figure 7 : Disque Dur

(Source : <https://cherto4ka.xyz/wp-content/uploads/2020/09/SSD2-300x227.png>)

- **Logiciels de sauvegarde** : Programmes qui automatisent le processus de sauvegarde et de restauration.

Il s'agit par exemple de :

- **rsync**



Figure 8 : logiciel de sauvegarde linux rsync

(Source : <https://www.logiciel-libre.org/stock/img/product/rsync-logo.png>)

- **Filezilla**



Figure 9 : logiciel de sauvegarde

(Source : <https://www.logiciel-libre.org/stock/img/product/Filezilla.png>)

- **L'invite de commande de notre système**

Nous l'avions exploité pour la mise en place de notre politique de sauvegarde et de restauration.



Figure 10 : terminale d'un système linux

(source : <https://www.logiciel-libre.org/stock/img/product/Terminale.logo.png>)

- **Architecture réseaux** : infrastructure permettant la communication entre les différents composants.

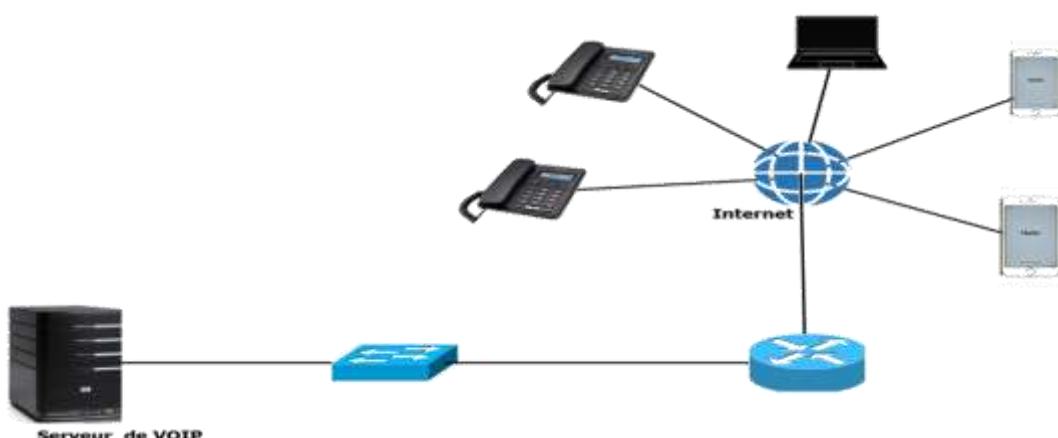


Figure 11 : réseau VOIP

(source : conçu à base de Microsoft office Publisher)

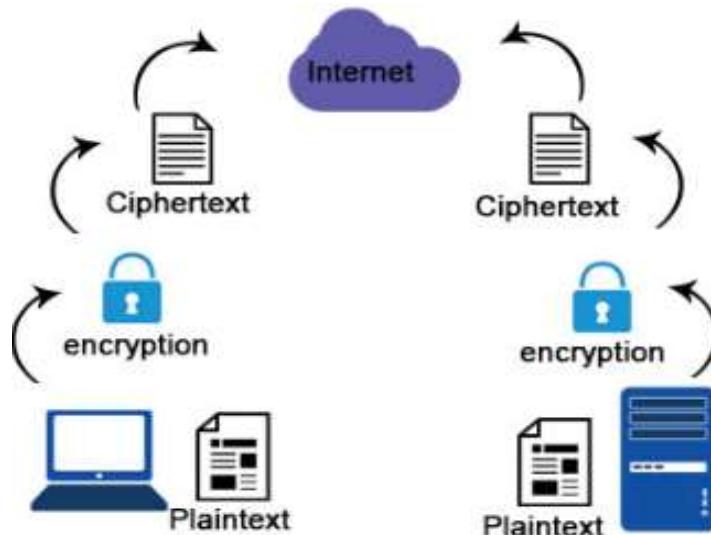


Figure 12 : réseau de la sauvegarde et la restauration des fichiers

(Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/SSH_File_Transfer_Protocol)

- **Protocoles de communication** : règles et standards utilisées pour la transmission des données (TCP/IP, SFTP, UDP, SSH).

III. POLITIQUE DE SAUVEGARDE ET DE RESTAURATION

La politique de sauvegarde et de restauration est un ensemble de directives et de procédures définies par une organisation pour assurer la protection et la disponibilité des données et des systèmes informatiques. Elle vise à minimiser les risques de perte de données, de corruption ou de panne système, et à permettre la récupération rapide des informations en cas de problème.

1. Politique de sauvegarde

La politique de sauvegarde définit les règles et les stratégies pour effectuer des copies de sauvegarde des données. Elle comprend des éléments tels que :

- **Planification des sauvegardes** : déterminer la fréquence des sauvegardes (quotidiennes, hebdomadaires, mensuelles), les types de sauvegardes à effectuer (complètes, incrémentielles, différentielles) et les ressources nécessaires pour les réaliser.
- **Sélection des données à sauvegarder** : identifier les données critiques à sauvegarder, telles que les bases de données, les fichiers importants, les configurations système, les paramètres applicatifs, etc.
- **Méthodes de sauvegarde** : définir les méthodes et les technologies utilisées pour effectuer les sauvegardes, comme l'utilisation de supports physiques (bandes, disques externes) ou de sauvegardes en ligne (Cloud).



- **Stockage sécurisé des sauvegardes** : déterminer où stocker les sauvegardes, en veillant à ce qu'elles soient sécurisées, accessibles et protégées contre les risques tels que les incendies, les pannes matérielles ou les attaques malveillantes.
- **Vérification des sauvegardes** : mettre en place des procédures pour vérifier régulièrement l'intégrité des sauvegardes, en s'assurant qu'elles peuvent être restaurées avec succès si nécessaire.

2. Politique de restauration

La politique de restauration, quant à elle, définit les procédures à suivre pour restaurer les données à partir des sauvegardes en cas de perte ou de corruption. Elle comprend des éléments tels que :

- **Planification des restaurations** : déterminer l'ordre de priorité des restaurations en cas de perte de données, en fonction de l'importance et de l'urgence.
- **Procédures de restauration** : définir les étapes détaillées à suivre pour restaurer les données à partir des sauvegardes, en s'assurant de respecter les délais de récupération convenus.
- **Tests de restauration** : effectuer régulièrement des tests de restauration pour valider l'efficacité des sauvegardes et des procédures de restauration. Cela permet de s'assurer que les données peuvent être récupérées correctement et rapidement en cas de besoin réel.
- **Formation du personnel** : former les responsables de la restauration et du support informatique sur les procédures de restauration afin de garantir une exécution efficace et cohérente.

Une politique de sauvegarde et de restauration bien définie est essentielle pour assurer la protection des données et la disponibilité des systèmes informatiques. Elle permet de minimiser les risques de perte de données et de garantir une récupération rapide en cas de problème, assurant ainsi la continuité des opérations de l'organisation.

3. Politique de sauvegarde et de restauration du système mis en place

Planification de la sauvegarde et de la restauration des fichiers : les fichiers sont sauvegardés à la fin de chaque journée du lundi à vendredi à 22h. La restauration quant à elle se fait selon la demande de la Directrice de AFEC auprès de l'administrateur du système.

Sélection des données à sauvegarder ou à restaurer : les données à sauvegarder sont des fichiers vocaux au format .pcap capturé à partir du système mis en place.

Méthode de sauvegarde: les fichiers sont sauvegardés sur des disques durs modernes (disque SSD) de grande capacité mémoire.

Stockage des données : les fichiers sont stockés en local (centre AFEC-Yaoundé) et à distance (centre AFEC-Douala) pour éviter des pertes de fichiers en cas d'incendie ou de panne du système. Ces fichiers sont à l'abri de toute tentative malveillante au système car le système est doté d'une politique de communication chiffrée par un système de chiffrement asymétrique. Également, les protocoles de sauvegarde utilisés au sein du système sont des protocoles dit sécuriser. Il s'agit du SSH, SFTP, ACL, UFW.

Vérification de la sauvegarde : chaque sauvegarde ou restauration est sanctionnée par un message qui accuse sa réalisation avec succès ou pas. Les alertes devraient être envoyées en cas d'échec.

IV. TYPE DE SAUVEGARDE, TYPE DE RESTAURATION

1. Types de sauvegarde

On distingue : la Sauvegarde complète, Sauvegarde incrémentielle, Sauvegarde différentielle.

• Sauvegarde complète :

Une sauvegarde complète consiste à copier l'intégralité des données sélectionnées, sans tenir compte des sauvegardes précédentes. Cela signifie que chaque fois qu'une sauvegarde complète est effectuée, tous les fichiers et dossiers sont sauvegardés à nouveau, quelle que soit leur modification depuis la dernière sauvegarde. Les sauvegardes complètes sont généralement plus longues à réaliser et nécessitent plus d'espace de stockage, mais elles permettent de restaurer les données dans leur intégralité.

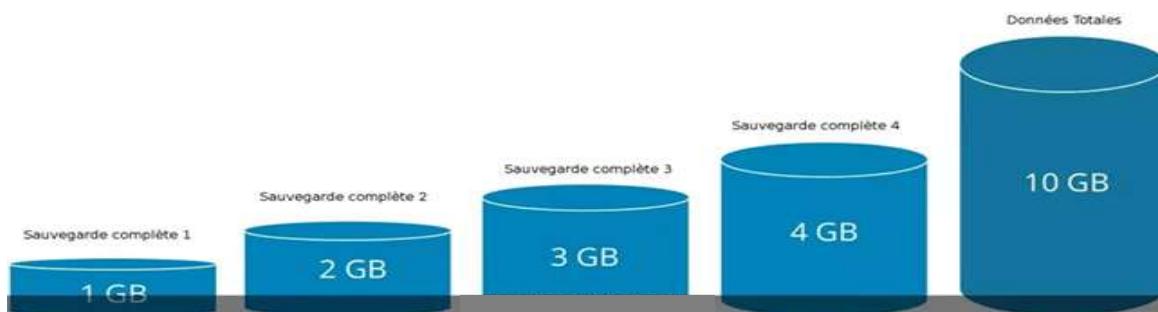


Figure 13 : image explicative de la sauvegarde complète

Source(Récupéré dans le cours sur la sauvegarde et la restauration des fichiers de l' IAI)

- **Sauvegarde différentielle :**

La sauvegarde différentielle : consiste à sauvegarder uniquement les fichiers qui ont été modifiés depuis la dernière sauvegarde complète. Cela signifie que chaque sauvegarde différentielle contient uniquement les fichiers modifiés depuis la dernière sauvegarde complète, ce qui peut réduire le temps de sauvegarde et l'espace de stockage nécessaire. La sauvegarde différentielle ne sauvegarde que les fichiers créés ou modifiés depuis la dernière sauvegarde complète.

Cela peut donner le scénario suivant :

Filières : SR Année Aca. : 2023-2024

- **Jour 1** – Programmez une sauvegarde complète
- **Jour 2** – Programmez une sauvegarde différentielle.

Elle couvrira tous les changements qui ont eu lieu entre le jour 1 et le jour 2

• **Jour 3** – Programmez une sauvegarde différentielle. Elle fera une copie de toutes les données qui ont changé entre le jour 2 (ceci inclut la sauvegarde complète du jour 1 + la sauvegarde différentielle) et le jour 3

Enfin, l'accumulation dans le temps prend aussi plus de place disque qu'une sauvegarde complète puisque vous cumulez. En clair donc, il faut effectuer une sauvegarde complète régulièrement, par exemple, une fois par semaine ou par mois.



Figure 14 : image explicative de la sauvegarde complète

(Source : Récupéré dans le cours sur la sauvegarde et la restauration des fichiers de l'IAI)

- **Sauvegarde incrémentielle :**

La sauvegarde incrémentielle : quant à elle, consiste à sauvegarder uniquement les fichiers qui ont été modifiés depuis la dernière sauvegarde (qu'elle soit complète ou incrémentielle). Cela signifie que chaque sauvegarde incrémentielle ne contient que les fichiers modifiés depuis la dernière sauvegarde, ce qui peut également réduire le temps de sauvegarde et l'espace de stockage nécessaire.

Pour notre projet, nous avons opté pour une sauvegarde incrémentielle, car elle est plus économique en temps et demande moins de ressource pour le stockage.

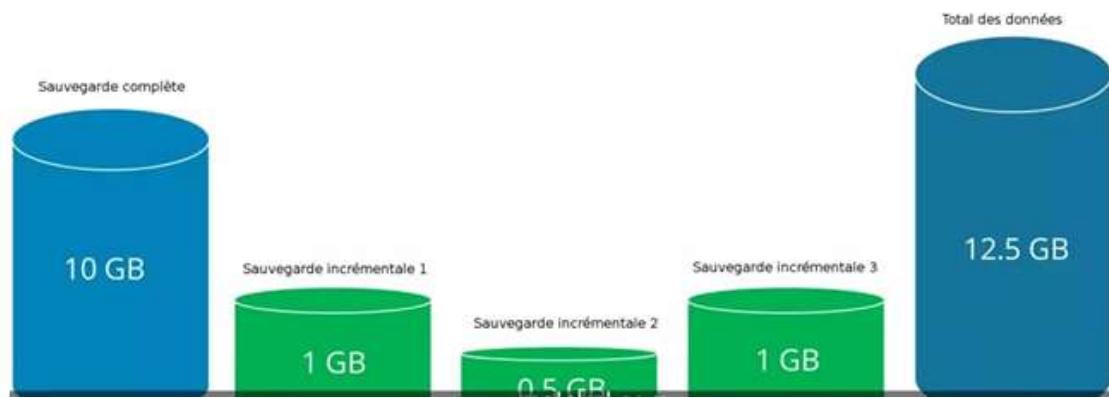


Figure 15 : image explicative de la sauvegarde complète

(Source : Récupéré dans le cours sur la sauvegarde et la restauration des fichiers de l'IAI)

2. Type de Restauration

On distingue : la restauration complète, restauration incrémentielle, restauration différentielle.

- **Restauration complète** : Récupération de toutes les données à partir d'une sauvegarde complète.
- **Restauration incrémentielle** : Récupération des données en utilisant la dernière sauvegarde complète et toutes les sauvegardes incrémentielles suivantes.
- **Restauration différentielle** : Récupération des données en utilisant la dernière sauvegarde complète et la dernière sauvegarde différentielle.

V. MOYENS D'ASSURANCE

Les moyens d'assurances reposent sur :

- **La redondance** : utilisation de plusieurs copies des données pour éviter la perte en cas de défaillance.
- **Les tests réguliers** : vérification périodique des sauvegardes pour s'assurer qu'elles peuvent être restaurées correctement.
- **La sécurité** : utilisation de chiffrement et de contrôles d'accès pour protéger les données sauvegardées.

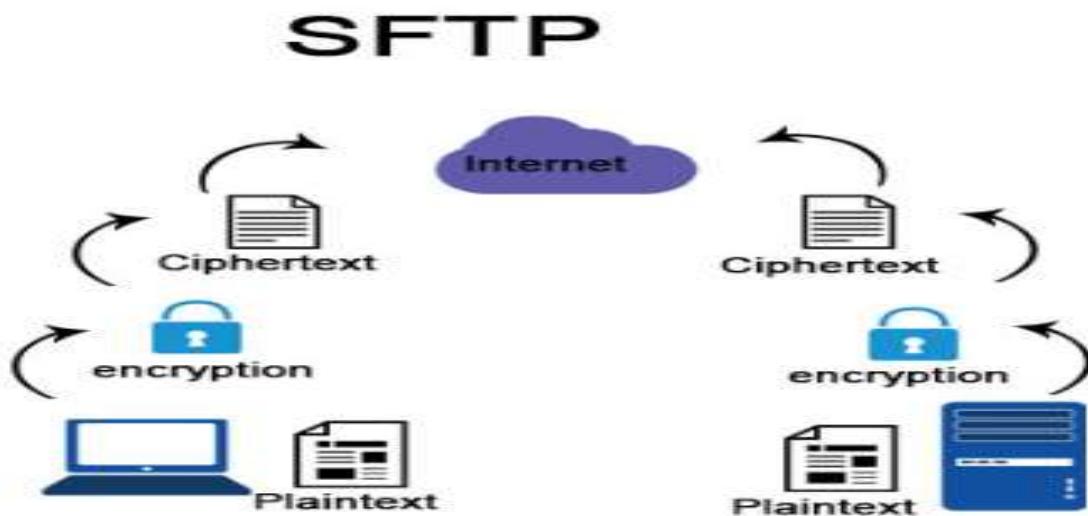


Figure 16 : aperçu d'une sauvegarde et restauration basé sur un transfert sécurisé avec chiffrement asymétrique.

Source : source : https://fr.wikipedia.org/wiki/SSH_File_Transfer_Protocol

VI. DOMAINES D'APPLICATION

La sauvegarde et la restauration s'appliquent à plusieurs domaines d'activités, notamment :

- **En entreprises** : Protection des données critiques et des applications métier.
- **Dans des institutions financières** : Sauvegarde des transactions et des informations sensibles.
- **Dans le Secteur de la santé** : Protection des dossiers médicaux électroniques.
- **Au niveau d'Éducation** : Sauvegarde des données des étudiants et des recherches académiques.

VII. DIFFERENTS PROTOCOLES

En informatique, un protocole est un ensemble de règles à respecter. Le tableau ci-dessous présente les différents protocoles liés à la sauvegarde et à la restauration.

Tableau 15 : différents protocoles

Protocole	Rôle
ACL	Access Control List, Liste de contrôle d'accès, elle est utilisée pour définir les permissions des utilisateurs et des hôtes.
IPv4	Internet Protocol, c'est un protocole d'adressage codé sur 4 octets. Il est utilisé pour identifier les équipements sur le réseau.
OSPF	Open Shortest Path First est un protocole de routage à état de lien dynamique utilisé dans les réseaux IP.



Protocole	Rôle
SFTP	SSH File Protocol, est un protocole sécurisé pour le transfert de fichiers, fonctionnant au-dessus de SSH.
SIP	Le SIP (Session Initiation Protocol) est un protocole de signalisation utilisé pour établir, modifier et terminer des sessions de communication, telles que des appels téléphoniques ou des vidéoconférences, sur des réseaux IP
SSH	Secure Shell, est un protocole pour des connexions sécurisées et le transfert de données.
TCP	Transmission Control Protocol, c'est un protocole de communication fiable utilisé pour le transfert de données (ex. SFTP).
UDP	User Datagram Protocol c'est un protocole de communication rapide utilisé pour la communication dans un transfert dit non connecté.
RTP	<p>Le protocole RTP (Real-time Transport Protocol) est un protocole de communication utilisé pour la transmission de données en temps réel, comme l'audio et la vidéo, sur des réseaux IP (Internet Protocol). Voici quelques points clés sur le RTP :</p> <ol style="list-style-type: none">Transmission en temps réel : RTP est conçu pour transporter des flux de données en temps réel, ce qui le rend idéal pour les applications de voix sur IP (VoIP), les visioconférences et le streaming multimédia.Synchronisation et séquencement : Il inclut des mécanismes pour synchroniser les flux de données et maintenir l'ordre des paquets, même si ceux-ci arrivent dans le désordre.Qualité de service : RTP peut fonctionner avec d'autres protocoles pour assurer une qualité de service (QoS) adéquate, en minimisant la latence et la perte de paquets.Couplé avec RTCP : RTP est souvent utilisé en conjonction avec le protocole RTCP (RTP Control Protocol), qui fournit des informations de contrôle et de feedback sur la qualité de la transmission.



VIII. TYPES DE RÉSEAUX

Il existe plusieurs types de réseaux informatiques, chacun ayant des caractéristiques et des usages spécifiques :

- **LAN (Local Area Network)** : Un réseau local qui connecte des appareils sur une courte distance, comme dans une maison, un bureau ou une école.
- **MAN (Metropolitan Area Network)** : Un réseau métropolitain qui couvre une zone géographique plus large qu'un LAN, comme une ville entière. Il est souvent utilisé pour connecter plusieurs LAN entre eux.
- **WAN (Wide Area Network)** : Un réseau étendu qui couvre de grandes distances, comme un pays ou un continent. Internet est l'exemple le plus connu de WAN.
- **PAN (Personal Area Network)** : Un réseau personnel qui connecte des appareils à proximité immédiate d'une personne, comme un smartphone, une tablette et un ordinateur portable via Bluetooth.

IX. AVANTAGES ET INCONVENIENTS

1. Avantages

Les avantages liés à la sauvegarde et à la restauration des données, sont :

- La protection des données contre la perte et la corruption.
- La récupération rapide des données en cas de sinistre.
- L'amélioration de la continuité des activités.

2. Inconvénients :

Les inconvénients liés à la sauvegarde et à la restauration des données, sont :

- Le coût élevé des solutions de sauvegarde et de restauration.
- La complexité de la gestion et de la maintenance des systèmes.
- Le risques de sécurité, si les sauvegardes ne sont pas correctement protégées.



Chapitre 4 : IMPLÉMENTATION DE LA SOLUTION

Dans ce chapitre nous présentons l'implémentation de notre projet réalisé sur un outil de simulation réel (GNS3).

I. TOPOLOGIE ET CONFIGURATION DU SYSTÈME

1. Topologie

L'image ci-dessous laisse percevoir l'architecture de notre projet dans GNS3.

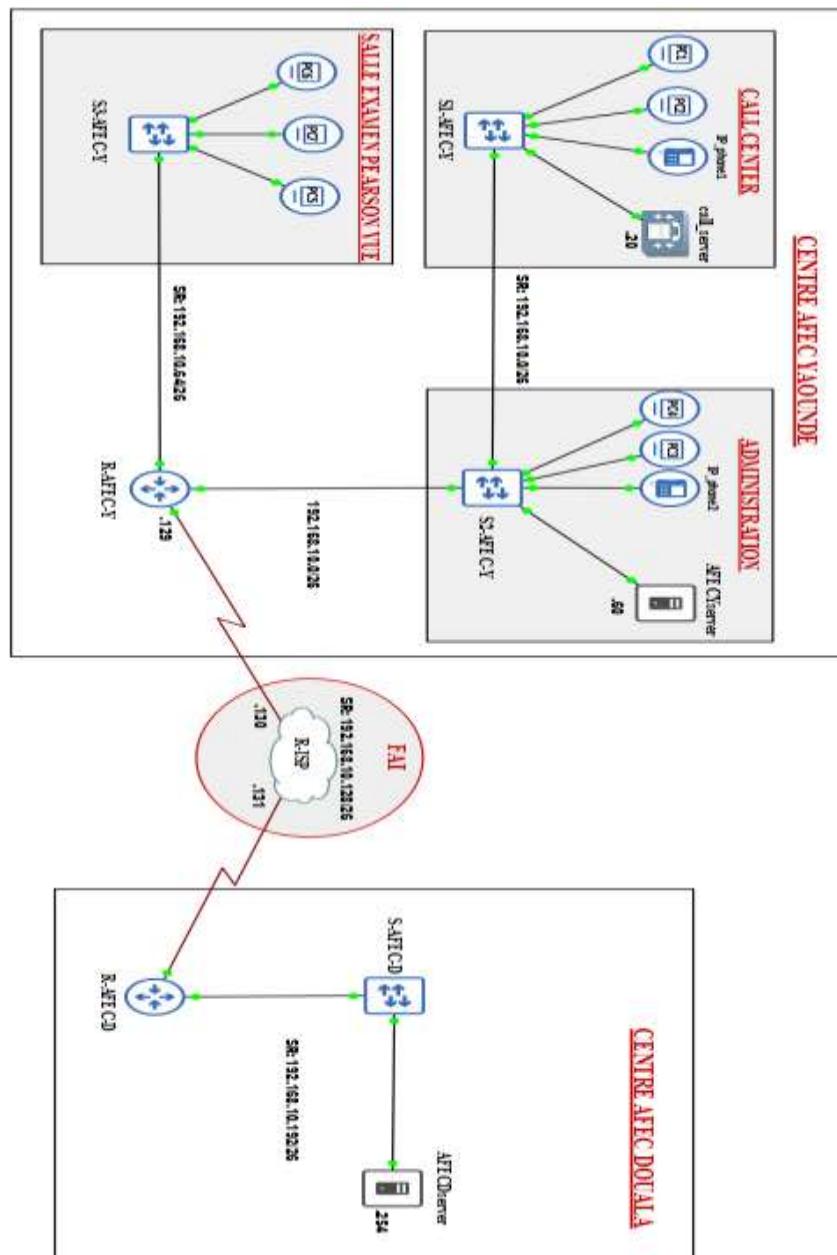


Figure 17 : architecture réseau complète de la solution proposée
(Source : conçu à partir de gns3)



Cette architecture décrit le réseau actuel de la solution mise en place. Elle est constituée d'un réseau **192.168.10.0/24** subdivisé en 4 sous réseaux notamment :

- **le sous réseau 192.168.10.0/26** formé par le CALL CENTER et le centre d'ADMINISTRATION ;
- **le sous réseau 192.168.10.64/26** constituant le centre d'EXAMEN Pearson Vue ;
- **le sous réseau 192.168.10.128/26** qui est celui permettant de relier les différents centres d'AFEC (Yaoundé et Douala) via le Fournisseur d' Accès à Internet (FAI) ;
- **le sous réseau 192.168.10.192/26** représentant le centre d'AFEC Douala.

Cette architecture est constituée également de routeurs et de 3 serveurs permettant la mise au point du projet. Il s'agit :

- **serveur du CALL CENTER (VOIP serveur)** où nous avons déployé les services relatifs à la téléphonie basé sur le protocole IP ;
- **le serveur du centre d'ADMINISTRATION** où nous avons déployé les services pour la sauvegarde et restauration locale par SFTP ;
- **le serveur du centre d'AFEC DOUALA** où nous avons déployé les services pour la sauvegarde et restauration à distance par SFTP.



2. Adressage

Le tableau d'adressage des différents équipements réseau de notre architecture est le suivant :

Tableau 16 : table d'adressage

Centre d'AFEC	Directions	@ réseau	@ Sous-réseaux	Equipements	Interface	@ipv4	Masque	Passerelle
Yaoundé	Call Center et Administration	192.168.10.0/24	192.168.10.0/26	Routeur AFEC-Y	Gig3/0	192.168.10.65	255.255.255.192	192.168.10.1
					Gig4/1	192.168.10.1	255.255.255.192	192.168.10.33
					Se6/1	192.168.10.129	255.255.255.192	/
				PC1	Fa0	192.168.10.2	255.255.255.192	192.168.10.1
				PC2	Fa0	192.168.10.3	255.255.255.192	192.168.10.1
				PC3	Fa0	192.168.10.6	255.255.255.192	192.168.10.1
				PC4	Fa0	192.168.10.4	255.255.255.192	192.168.10.1
				Serveur AFEC-Y	Fa0	192.168.10.60	255.255.255.192	192.168.10.1
	Salle d'examen Pearson vue	192.168.10.0/24	192.168.10.64/26	PC6	Fa0	192.168.10.66	255.255.255.192	192.168.10.65
				PC7	Fa0	192.168.10.67	255.255.255.192	192.168.10.65
				PC5	Fa0	192.168.10.68	255.255.255.192	192.168.10.65
	FAI	192.168.10.0/24	192.168.10.128/26	Routeur ISP	Se6/0	192.168.10.130	255.255.255.192	/
					Se6/1	192.168.10.131	255.255.255.192	/
Douala	Salle serveur	192.168.10.0/24	192.168.10.128/26	Routeur AFEC-D	Se6/3	192.168.10.132	255.255.255.192	/
			192.168.10.192/26		Gig3/0	192.168.10.194	255.255.255.192	/
				Serveur AFEC-D	Fa0	192.168.10.254	255.255.255.192	192.168.10.194



II. CONFIGURATION DES ÉQUIPEMENTS

Ici il est question de présenter les différentes configurations appliquées aux différents périphériques de notre architecture ainsi présenté ci-dessus.

1. Routeur AFEC YAOUNDE

```
R-AFEC-Y#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R-AFEC-Y(config)#int g4/0
R-AFEC-Y(config-if)#ip add 192.168.10.1 255.255.255.192
R-AFEC-Y(config-if)#no sh
R-AFEC-Y(config-if)#exit

*Aug 25 01:44:23.035: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet4/0, changed state
to up
*Aug 25 01:44:24.071: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEther
net4/0, changed state to up
R-AFEC-Y(config)#int g3/0
R-AFEC-Y(config-if)#ip add 192.168.10.65 255.255.255.192
R-AFEC-Y(config-if)#no sh
R-AFEC-Y(config-if)#exit
R-AFEC-Y(config)#int
*Aug 25 01:46:33.319: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet3/0, changed state
to up
*Aug 25 01:46:34.327: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEther
net3/0, changed state to up
R-AFEC-Y(config)#int s6/1
R-AFEC-Y(config-if)#ip add 192.168.10.129 255.255.255.192
R-AFEC-Y(config-if)#no sh
R-AFEC-Y(config-if)#exit
R-AFEC-Y(config)#

```

Figure 18 : configuration et adressage routeur AFEC-Y

(Source : Solar PuTTY)

```
R-AFEC-Y(config)#
*Aug 25 01:49:37.447: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial6/1, changed state
to up
R-AFEC-Y(config)#router ospf 1
R-AFEC-Y(config-router)#router-id 1.1.1.1
R-AFEC-Y(config-router)#network 192.168.10.0 0.0.0.63 area 0
R-AFEC-Y(config-router)#network 192.168.10.64 0.0.0.63 area 0
R-AFEC-Y(config-router)#network 192.168.10.128 0.0.0.63 area 0
R-AFEC-Y(config-router)#exit
R-AFEC-Y(config)#
*Aug 25 01:57:52.951: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 2.2.2.2 on Serial6/1 from LOADING to FULL, Loading Done
R-AFEC-Y(config)#end
R-AFEC-Y#
*Aug 25 01:59:17.875: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by consol
R-AFEC-Y#

```

```
R-AFEC-Y#copy run st
Destination filename [startup-config]?
Warning: Attempting to overwrite an NVRAM configuration previously written
by a different version of the system image.
Overwrite the previous NVRAM configuration?[confirm]
Building configuration...
[OK]
R-AFEC-Y#

```

Figure 19 : activation OSPF et sauvegarde des configurations sur le routeur AFEC-Y.

(Source : Solar PuTTY)



2. Routeur ISP du FAI

```
R-ISP#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R-ISP(config)#int s6/0
R-ISP(config-if)#ip add 192.168.10.130 255.255.255.192
R-ISP(config-if)#no sh
R-ISP(config-if)#exit
*Aug 25 01:45:57.831: %LINK-3-UPDOWN: Interface Serial6/0, changed state to up
R-ISP(config-if)#exit
R-ISP(config)#
*Aug 25 01:45:58.839: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial6/0, changed state
to up
R-ISP(config)#int s6/1
R-ISP(config-if)#ip add 192.168.10.131 255.255.255.192
R-ISP(config-if)#no sh
R-ISP(config-if)#exit
R-ISP(config)#
*Aug 25 01:46:28.235: %LINK-3-UPDOWN: Interface Serial6/1, changed state to up
R-ISP(config)#
*Aug 25 01:46:29.243: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial6/1, changed state
to up
R-ISP(config)#
*Aug 25 01:46:56.375: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial6/1, changed state
to down
R-ISP(config)#
*Aug 25 01:48:06.371: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial6/1, changed state
to up
```

Figure 20: configuration et adressage routeur ISP

(Source : Solar PuTTY)

```
-->R
R-ISP(config)#router ospf 1
R-ISP(config-router)#router-id 2.2.2.2
R-ISP(config-router)#network 192.168.10.128 0.0.0.63 area 0
R-ISP(config-router)#
*Aug 25 01:54:04.539: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 1.1.1.1 on Serial6/0 from LOADING to FULL, Loading Done
R-ISP(config-router)#exit
R-ISP(config)#
*Aug 25 01:55:01.307: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 3.3.3.3 on Serial6/1 from LOADING to FULL, Loading Done
R-ISP(config)#end
R-ISP#
*Aug 25 01:55:24.779: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R-ISP#
```



```
R-ISP#copy run st
Destination filename [startup-config]?
Warning: Attempting to overwrite an NVRAM configuration previously written
by a different version of the system image.
Overwrite the previous NVRAM configuration? [confirm]
Building configuration...
[OK]
R-ISP#
```

Figure 21 : activation OSPF et sauvegarde des configurations sur le routeur ISP.

(Source : Solar PuTTY)



3. Routeur AFEC DOUALA

```
R-AFEC-D#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R-AFEC-D(config)#int s6/3
R-AFEC-D(config-if)#ip add 192.168.10.132 255.255.255.192
R-AFEC-D(config-if)#no sh
R-AFEC-D(config-if)#exit
R-AFEC-D(config)#
*Aug 25 01:46:47.771: %LINK-3-UPDOWN: Interface Serial6/3, changed state to up
R-AFEC-D(config)#int
*Aug 25 01:46:48.779: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial6/3, changed state
to up
R-AFEC-D(config)#int g3/0
R-AFEC-D(config-if)#ip add 192.168.10.194 255.255.255.192
R-AFEC-D(config-if)#no sh
R-AFEC-D(config-if)#exit
R-AFEC-D(config)#
*Aug 25 01:47:35.819: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet3/0, changed state to up
*Aug 25 01:47:36.891: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet3/0, chan
ged state to up
```

Figure 22: configuration et adressage routeur AFEC-D
(Source : Solar PuTTY)

```
R-AFEC-D(config)#router ospf 1
R-AFEC-D(config-router)#router-id 3.3.3.3
R-AFEC-D(config-router)#network 192.168.10.128 0.0.0.63 area 0
R-AFEC-D(config-router)#
*Aug 25 01:53:59.491: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 2.2.2.2 on Serial6/3 from LOADING to FULL, Loading Done
R-AFEC-D(config-router)#network 192.168.10.192 0.0.0.63 area 0
R-AFEC-D(config-router)#exit
R-AFEC-D(config)#end
R-AFEC-D#
*Aug 25 01:54:16.215: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R-AFEC-D#
```

```
R-AFEC-D#copy run st
Destination filename [startup-config]?
Warning: Attempting to overwrite an NVRAM configuration previously written
by a different version of the system image.
Overwrite the previous NVRAM configuration?[confirm]
Building configuration...
[OK]
R-AFEC-D#
```

Figure 23 : activation OSPF et sauvegarde des configurations sur le routeur AFEC-D.
(Source : Solar PuTTY)



4. Affichage des tables de routage

```
R-AFEC-D#sh ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
      D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
      N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
      E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
      i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
      ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
      o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP
      + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

  192.168.10.0/24 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
O    192.168.10.0/26 [110/129] via 192.168.10.131, 00:08:04, Serial6/3
O    192.168.10.64/26 [110/129] via 192.168.10.131, 00:08:04, Serial6/3
C    192.168.10.128/26 is directly connected, Serial6/3
L    192.168.10.132/32 is directly connected, Serial6/3
C    192.168.10.192/26 is directly connected, GigabitEthernet3/0
L    192.168.10.194/32 is directly connected, GigabitEthernet3/0
R-AFEC-D#
```



```
R-ISP#sh ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
      D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
      N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
      E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
      i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
      ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
      o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP
      + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

  192.168.10.0/24 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
O    192.168.10.0/26 [110/65] via 192.168.10.129, 00:08:10, Serial6/0
O    192.168.10.64/26 [110/65] via 192.168.10.129, 00:08:10, Serial6/0
C    192.168.10.128/26 is directly connected, Serial6/1
      is directly connected, Serial6/0
L    192.168.10.130/32 is directly connected, Serial6/0
L    192.168.10.131/32 is directly connected, Serial6/1
O    192.168.10.192/26 [110/65] via 192.168.10.132, 00:07:02, Serial6/1
R-ISP#
```



```
R-AFEC-Y#sh ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
      D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
      N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
      E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
      i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
      ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
      o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP
      + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

  192.168.10.0/24 is variably subnetted, 7 subnets, 2 masks
C    192.168.10.0/26 is directly connected, GigabitEthernet4/0
L    192.168.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet4/0
C    192.168.10.64/26 is directly connected, GigabitEthernet3/0
L    192.168.10.65/32 is directly connected, GigabitEthernet3/0
C    192.168.10.128/26 is directly connected, Serial6/1
L    192.168.10.129/32 is directly connected, Serial6/1
O    192.168.10.192/26 [110/129] via 192.168.10.130, 00:05:55, Serial6/1
R-AFEC-Y#
```

Figure 24 : affichage des tables de routages des routeurs AFEC DOUALA, ISP et AFEC YAOUNDE.

(Source : Solar PuTTY)



5. Configuration VOIP

La configuration de la téléphonie basée sur le protocole IP consiste à mettre en place un serveur pour les appels sur IP au sein du centre d'appel. Pour ce faire, nous avions :

- Installer l'outil ASTERISK sur le serveur de la direction de service CALL CENTER d'AFEC YAOUNDE.



Figure 25 : logo d'ASTERISK.

(Source : https://www.linuxadictos.com/wp-content/uploads/Asterisk_Logo.png)

Les images ci-dessous montrent le processus d'installation d'ASTERISK sur UBUNTU ainsi que la vérification de l'installation:

```
callcenter@callcenter-VirtualBox:~$ sudo su
root@callcenter-VirtualBox:/home/callcenter# install asterisk
install: opérande de fichier cible manquant après 'asterisk'
Saisissez « install --help » pour plus d'informations.
root@callcenter-VirtualBox:/home/callcenter# apt-get install asterisk
Lecture des listes de paquets... Fait
Construction de l'arbre des dépendances... Fait
Lecture des informations d'état... Fait
Les paquets supplémentaires suivants seront installés :
  asterisk-config asterisk-core-sounds-en asterisk-core-sounds-en-gsm asterisk-modules asterisk-moh-opsound-gsm
  freetds-common libtc-client2007e libtcodec2-1.2 libevent-2.1-7t64 libgmine-3.0-0t64 libgsm1 libksemel3
  libjack-jackd2-0 liblblue5.1-0 libneon27t64 libodbc2 libopencore-amrnb0 libopencore-amrwb0 libopusenc0 libopusfile0
  libportaudio2 libpq5 libradcli4 libresample1 libsox-fmt-alsa libsox-fmt-base libsox3 libspandsp2t64 libsrtp2-1
  libsybdb5 libunbound8 liburiparser1 libvo-amrwbenc0 mlock sox
Paquets suggérés :
  asterisk-dahdi asterisk-dev asterisk-doc asterisk-ooh323 asterisk-opus uw-mailutils jackd2 odbc-postgresql tdsodbc
  libsox-fmt-all
Les NOUVEAUX paquets suivants seront installés :
  asterisk asterisk-config asterisk-core-sounds-en asterisk-core-sounds-en-gsm asterisk-modules
  asterisk-moh-opsound-gsm freetds-common libtc-client2007e libtcodec2-1.2 libevent-2.1-7t64 libgmine-3.0-0t64 libgsm1
Traitement des actions différées (« triggers ») pour libc-bin (2.39-0ubuntu8) ...
root@callcenter-VirtualBox:/home/callcenter# cd /
root@callcenter-VirtualBox:/# ls
bin          cdrom   home    lib usr-is-merged  nnt      root    sbin usr-is-merged
bin usr-is-merged dev      lib     lost+found  opt      run      snap
boot        etc      lib64   media           proc    sbin    srv
root@callcenter-VirtualBox:/# ls etc/
adduser.conf      dhcpcd.conf          issue          opt
alioo             dictionaries-common  issue.net       os-release
alternatives      dpkg                kernel         PackageKit
anacrontab        e2scrub.conf        kerneloops.conf pam.conf
apg.conf          emacs               krb5.conf.d   pam.d
apm               environment        ldap           papersize
apparmor          environment.d      ld.so.cache   passwd
apparmor.d        ethertypes        ld.so.conf     passwd-
apport            fonts               ld.so.conf.d  pccmcia
apt               fprintd.conf       legal          perl
asterisk          freetds            libao.conf    polkit
avant             fstab               libaudit.conf  polkit-1
bash.bashrc        fuse.conf         libblkdev     ppp
bash_completion   fwupd              libibverbs.d  profile
bindresvport.blacklist  gai.conf        libnl-3       ppm2ppa.conf
blinfntd          gdb               libpaper.d   polkit-1
bluetooth         gdm3              locate.alias  ppp
root@callcenter-VirtualBox:/#
```

Figure 26 : installation d'ASTREISK sur UBUNTU.

(Source : Ubuntu)



- Modifier le fichier de configuration **sip.conf** pour la définition des utilisateurs et le fichier **extensions.conf** pour les règles de communication. Les images ci-dessous montrent ces configurations:

The screenshot shows two terminal windows side-by-side. The left window is titled "callcenter@callcenter-VirtualBox: /etc/asterisk" and contains the "sip.conf" configuration file. The right window is also titled "callcenter@callcenter-VirtualBox: /etc/asterisk" and contains the "extensions.conf" configuration file. Both files are displayed in a terminal editor (GNU nano 7.2).

```
callcenter@callcenter-VirtualBox: /etc/asterisk
GNU nano 7.2
[sip]
language=fr
allow=alaw
allow=ulaw

context=callcenter

[afecCallCenter]
type=friend
secret=callafec
host=dynamic
callerid = "afecCallCenter" <1000>
[

[iaiCameroun]
type=friend
secret=callafec
host=dynamic
callerid = "iaiCameroun" <1002>

[secretariatFreddy]
type=friend
secret=callafec
host=dynamic
callerid = "secretariatFreddy" <1003>

callcenter@callcenter-VirtualBox: /etc/asterisk
GNU nano 7.2
[general]

[callcenter]
exten => 1000,1,Answer
exten => 1000,2,Dial(SIP/afecCallCenter)
exten => 1000,3,Hangup

exten => 1002,1,Answer
exten => 1002,2,Dial(SIP/iaiCameroun)
exten => 1002,3,Hangup

exten => 1003,1,Answer
exten => 1003,2,Dial(SIP/secretariatfreddy)
exten => 1003,3,Hangup
```

Figure 27 : modification des fichiers de configurations (sip.conf et extensions.conf) pour la VOIP.
(Source : capture d'écran)

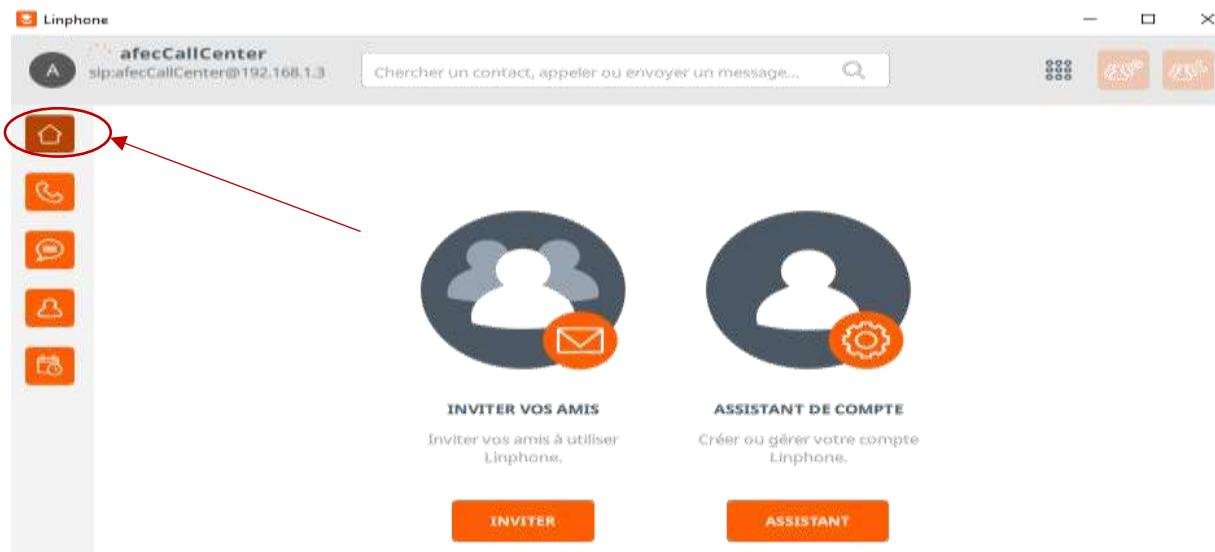
- Télécharger, installer et configurer le logiciel Linphon pour effectuer les appels. Les images ci-dessous montrent comment installer et configurer Linphon sur téléphone ou sur ordinateur Windows :



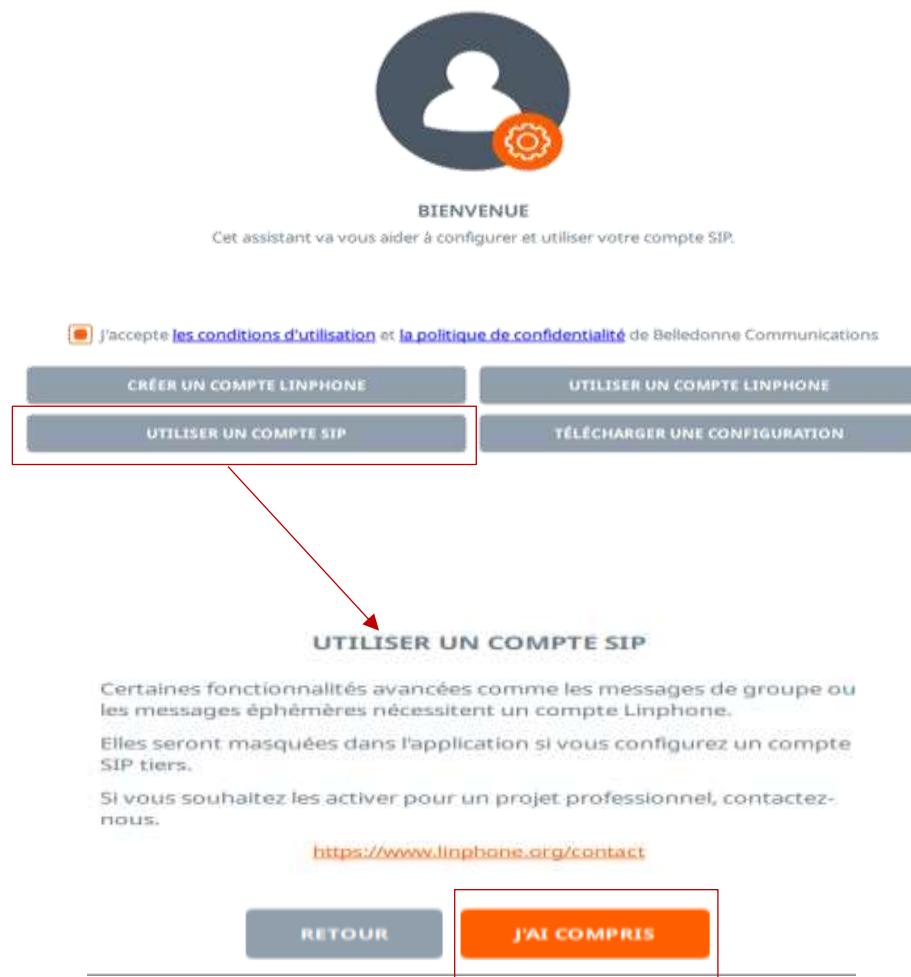
Figure 28 : logo de Linphone.
(Source : <https://www.ecured.cu/images/2/2c/LinPhone.png>)



➤ page d'accueil de linphone



➤ création d'un compte ou client SIP avec les identifiants du fichier sip.conf





➤ Renseignement des champs pour la création d'un compte SIP

UTILISER UN COMPTE SIP

Nom d'utilisateur	Nom d'affichage (optionnel)
afecCallCenter	
Domaine SIP	
192.168.127.146	
Mot de passe	*****
Transport	UDP

RETOUR **UTILISER**

Figure 29 : installation et configuration de Linphone.

(Source : Linphone)

6. Installation de l'outil de capture WIRESHARK

WIRESHARK est un outil de supervision réseau utilisé pour la capture des paquets dans un réseau. Il nous a permis de capturer les fichiers d'appels entre les entités via le serveur VOIP déployé au niveau du CALL CENTER. Les fichiers d'appels capturés avec ce logiciel ont pour extension .pcap(Packet Capture en anglais).



Figure 30 : logo de WIRESHARK.

(Source : https://www.logolynx.com/images/logolynx/s_ad/ad0ec0151d8ea8113c0bcfaaa05aa832.jpeg)

L'image ci-dessous montre l'installation de WIRESHARK sur UBUNTU:

```
callcenter@callcenter-VirtualBox: $ sudo apt-get install wireshark
[sudo] Mot de passe de callcenter :
Lecture des listes de paquets... Fait
Construction de l'arbre des dépendances... Fait
Lecture des informations d'état... Fait
Les paquets supplémentaires suivants seront installés :
  i965-va-driver intel-media-va-driver libaac3s0 libavcodec60 libavformat60 libavutil58 libbb2-1 libbcg729-0 libbbplus0
  libbluray2 libchromaprint1 lib cJSON1 libdav1d7 libdouble-conversion3 libegl-mesa0 libgbm1 libgl1-mesa-dri
  libglapi-mesa libglx-mesa0 libgme0 libhwylt64 libigdgnm12 libjxl0.7 liblua5.2-0 libmbcrypto7t64 libmd4c0
  libminizip1t64 libnghttp3-3 libnorm1t64 libopenmp7t64 libpcre2-16-0 libpgm-5.3-0t64 libqt6core5compat6
  libqt6core6t64 libqt6dbus6t64 libqt6gui6t64 libqt6multimedia6 libqt6network6t64 libqt6opengl6t64
  libqt6printsupport6t64 libqt6qml6 libqt6qlmodels6 libqt6quick6 libqt6svg6 libqt6waylandclient6
  libqt6waylandcompositor6 libqt6waylandeglclient6 libqt6waylandeglcompositorhwintegration6
  libqt6widgets6t64 libqt6wlshellintegration6 librabbitmq4 libravie0 librist4 libshine3 libsmi2t64 libsnappy1v5
  libsodium23 libsoxr0 libsr1.5-gnutls libssh-gcrypt-4 libsvtavenc1d1 libswresample4 libswscale7 libts8t64
  libudfread0 libva-drm2 libva-x11-2 libva2 libvdpau1 libvpl2 libwireshark-data libwireshark17t64 libwiretap14t64
  libwsutil15t64 libx264-164 libx265-199 libxatracker2 libxvidcore4 libzmq5 libzvbi-common libzvbi0t64 mesa-va-drivers
  nesa-vdpau-drivers mesa-vulkan-drivers ocl-icd-libopencl1 qt6-gtk-platformtheme qt6-qpa-plugins
  qt6-translations-l10n qt6-wayland va-driver-all vdpau-driver-all wireshark-common zlib1g
Paquets suggérés :
```



```
callcenter@callcenter-VirtualBox: $ wireshark -version
Wireshark 4.2.2 (Git v4.2.2 packaged as 4.2.2-1.1build3).

Copyright 1998-2024 Gerald Combs <gerald@wireshark.org> and contributors.
Licensed under the terms of the GNU General Public License (version 2 or later).
This is free software; see the file named COPYING in the distribution. There is
NO WARRANTY; not even for MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.

Compiled (64-bit) using GCC 13.2.0, with GLib 2.80.0, with Qt 6.4.2, with
libpcap, with POSIX capabilities (Linux), with libnl 3, with zlib 1.3, with
PCRE2, with Lua 5.2.4, with GnuTLS 3.8.3 and PKCS #11 support, with Gcrypt
1.10.3, with Kerberos (MIT), with MaxMind, with nghttp2 1.59.0, with nghttp3
0.8.0, with brotli, with LZ4, with Zstandard, with Snappy, with libxml2 2.9.14,
with libsmi 0.4.8, with QtMultimedia, without automatic updates, with Minizip,
with binary plugins.

Running on Linux 6.8.0-41-generic, with Intel(R) Core(TM) i5-8265U CPU @ 1.60GHz
(with SSE4.2), with 1967 MB of physical memory, with GLib 2.80.0, with Qt 6.4.2,
with libpcap 1.10.4 (with TPACKET_V3), with zlib 1.3, with PCRE2 10.42
2022-12-11, with c-ares 1.27.0, with GnuTLS 3.8.3, with Gcrypt 1.10.3, with
nghttp2 1.59.0, with nghttp3 0.8.0, with brotli 1.1.0, with LZ4 1.9.4, with
Zstandard 1.5.5, with libsmi 0.4.8, with LC_TYPE=fr_FR.UTF-8, binary plugins
supported.
```

Figure 31 : installation de WIRESHARK sur UBUNTU.

(Source : Ubuntu)

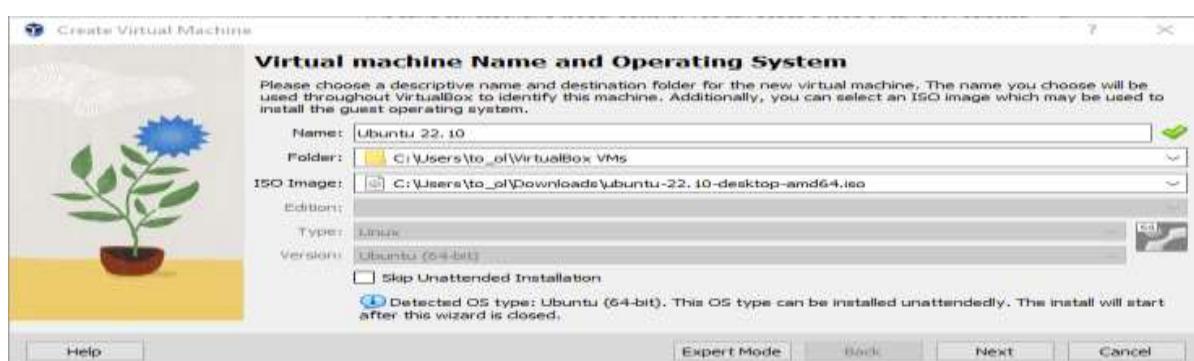
7. Configuration SSH et SFTP sur le serveur AFEC YAOUNDE et AFEC DOUALA

Pour permettre la prise de contrôle sécurisée à distance et favoriser le transfert sécurisé des fichiers d'appels, la configuration du serveur SSH s'est déroulée comme suit :

- L'installation du système d'exploitation UBUNTU 24.04.4 sur les serveurs AFEC YAOUNDE et DOUALA :
 - ouverture de l'hyperviseur VirtualBox



- Création d'une machine virtuelle UBUNTU





Unattended Guest OS Install Setup

You can configure the unattended guest OS install by modifying username, password, and hostname. Additionally you can enable guest additions install. For Microsoft Windows guests it is possible to provide a product key.

Username and Password

Username:
 Password:
 Repeat Password:

Additional Options

Product Key:
 Hostname:
 Domain Name:
 Install in Background

Guest Additions

Guest Additions ISO:

Help Back Next Cancel

Hardware

You can modify virtual machine's hardware by changing amount of RAM and virtual CPU count. Enabling EFI is also possible.

Base Memory:
 4 MB 32768 MB

Processors:
 1 CPU 8 CPUs

Enable EFI (special OSes only)

Help Back Next Cancel

Virtual Hard disk

If you wish you can add a virtual hard disk to the new machine. You can either create a new hard disk file or select an existing one. Alternatively you can create a virtual machine without a virtual hard disk.

Create a Virtual Hard Disk Now

Disk Size:
 4.00 MB 2.00 TB

Pre-allocate Full Size

Use an Existing Virtual Hard Disk File
Empty

Do Not Add a Virtual Hard Disk

Help Back Next Cancel

Summary

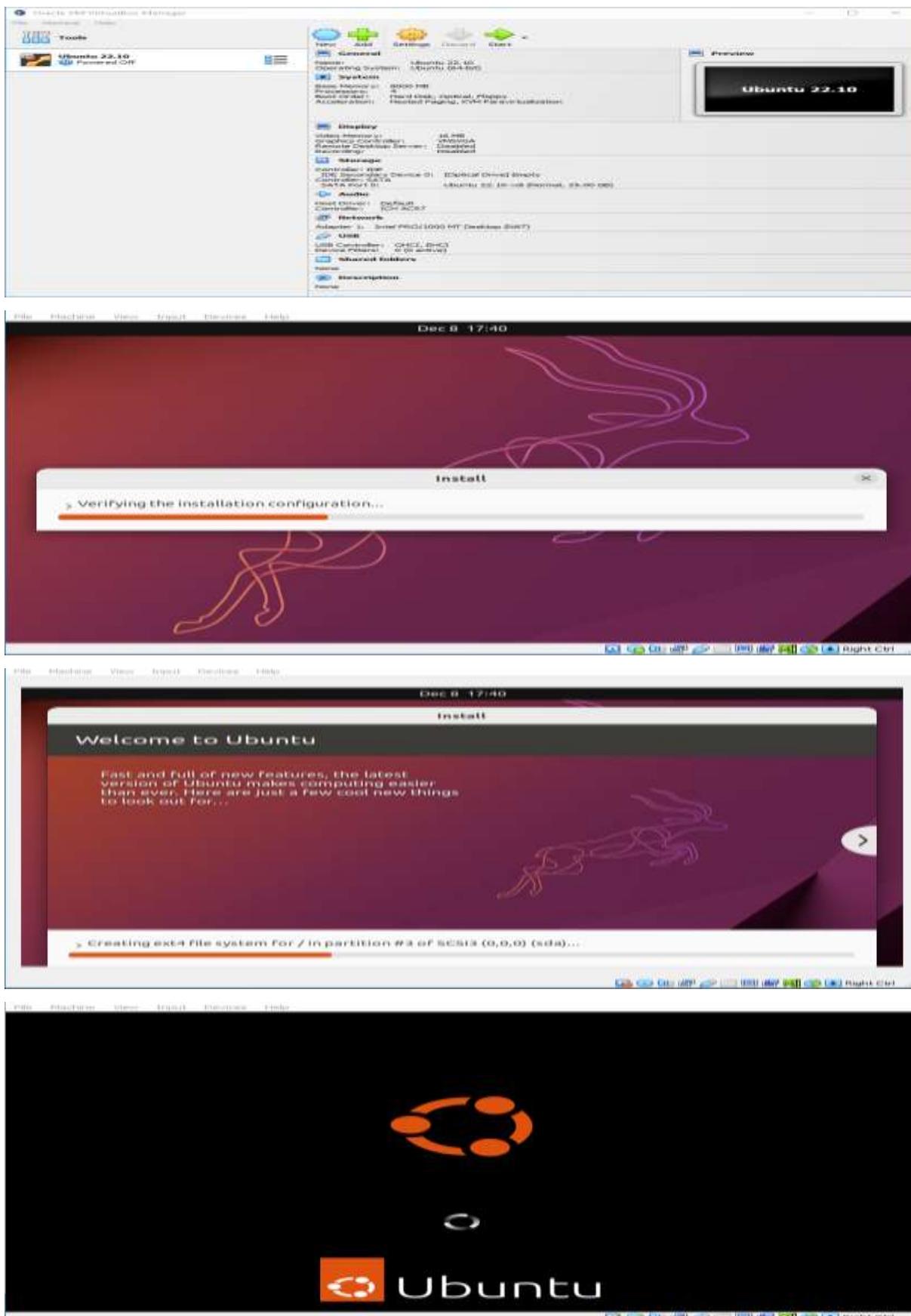
The following table summarizes the configuration you have chosen for the new virtual machine. When you are happy with the configuration press Finish to create the virtual machine. Alternatively you can go back and modify the configuration.

Machine Name and OS Type	Ubuntu 22.10
Machine Name	Ubuntu 22.10
Machine Folder	C:/Users/to_ol/VirtualBox VMs/Ubuntu 22.10
ISO Image	C:/Users/to_ol/Downloads/ubuntu-22.10-desktop-amd64.iso
Guest OS Type	Ubuntu (64-bit)
Skip Unattended Install	false
Unattended Install	
Username	local-optimum
Product Key	true
Hostname/Domain Name	Ubuntu22.10.myguest.virtualbox.org
Install in Background	false
Install Guest Additions	true
Guest Additions ISO	C:/Program Files/Oracle/VirtualBox/VBoxGuestAdditions.iso

Help Back Finish Cancel



➤ Installation de l'image d'UBUNTU



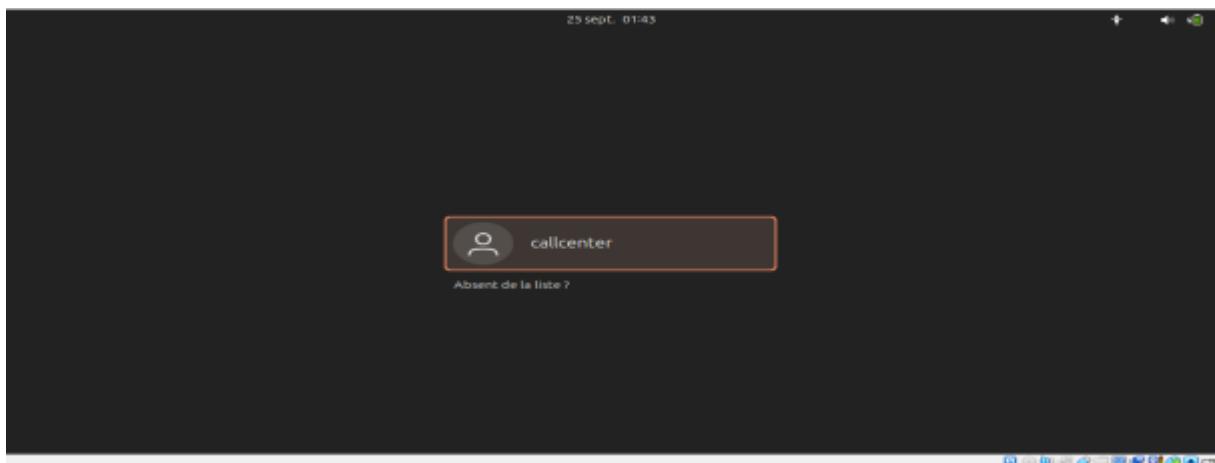


Figure 32 : serveur UBUNTU callcenter

(Source : Ubuntu)



Figure 33 : serveur UBUNTU AFEC-Yaoundé

(Source : Ubuntu)



Figure 34: serveur UBUNTU AFEC-Douala

(Source : Ubuntu)



Figure 35 : aperçu de l'interface de chaque machine virtuelle

(Source : Ubuntu)

- La modification des fichiers de configuration démon du serveur SSH présent dans les systèmes afin de permettre la connexion par SSH/SFTP et la sauvegarde par SFTP :

a. Cas d'AFEC YAOUNDE

- Configuration du SSH pour la connexion à distance et du transfert de fichier sécurisé.

```
afecy@afecy-VirtualBox: /etc/ssh
afecy@afecy-VirtualBox: /etc/ssh$ nano sshd_config
# This is the sshd server system-wide configuration file.

Include /etc/ssh/sshd_config.d/*.conf

Port 3333
LoginGraceTime 60
PermitRootLogin no
PubkeyAuthentication yes
PasswordAuthentication no
UsePAM yes
X11Forwarding yes
PrintMotd no
AcceptEnv LANG LC_*
Subsystem sftp /usr/lib/openssh/sftp-server
```

- Activation du serveur SSH

```
afecy@afecy-VirtualBox: /etc/ssh$ service ssh start
afecy@afecy-VirtualBox: /etc/ssh$ service ssh status
● ssh.service - OpenBSD Secure Shell server
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/ssh.service; disabled; preset: enabled)
     Active: active (running) since Tue 2024-09-17 15:11:06 WAT; 4s ago
TriggeredBy: ● ssh.socket
   Docs: man:sshd(8)
         man:sshd_config(5)
   Process: 3534 ExecStartPre=/usr/sbin/sshd -t (code=exited, status=0/SUCCESS)
 Main PID: 3539 (sshd)
    Tasks: 1 (limit: 2278)
   Memory: 1.2M (peak: 1.4M)
      CPU: 29ms
     CGroup: /system.slice/ssh.service
             └─3539 sshd: /usr/sbin/sshd -D [listener] @ qF 10-100 startups

sept. 17 15:11:06 afecy-VirtualBox systemd[1]: Starting ssh.service - OpenBSD Secure Shell server...
sept. 17 15:11:06 afecy-VirtualBox sshd[3539]: Server listening on :: port 3333.
sept. 17 15:11:06 afecy-VirtualBox systemd[1]: Started ssh.service - OpenBSD Secure Shell server.
afecy@afecy-VirtualBox: /etc/ssh$
```

Figure 36 : configuration du SSH et activation sur le serveur AFEC Yaoundé.



(Source : serveur ssh)

b. Cas d'AFEC DOUALA

- Configuration du SSH pour la connexion à distance et du transfert de fichier sécurisé.

```
GNU nano 7.2          sshd_config

# This is the sshd server system-wide configuration file.

Include /etc/ssh/sshd_config.d/*.conf

Port 3333

LoginGraceTime 60
PermitRootLogin no
#PubkeyAuthentication yes

PasswordAuthentication no

UsePAM yes
X11Forwarding yes
PrintMotd no
AcceptEnv LANG LC_*

Subsystem      sftp      /usr/lib/openssh/sftp-server

^Q Aide      ^O Écrire      ^W Chercher ^K Couper      ^T Exécuter
^X Quitter    ^R Lire fich^V Remplacer^U Coller      ^J Justifier
```

- Activation du serveur SSH

```
● ssh.service - OpenBSD Secure Shell server
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/ssh.service; disabled; preset: enabled)
   Active: active (running) since Wed 2024-09-18 22:36:58 WAT; 6s ago
     TriggeredBy: ● ssh.socket
       Docs: man:sshd(8)
              man:sshd_config(5)
     Process: 2729 ExecStartPre=/usr/sbin/sshd -t (code=exited, status=0/SUCCESS)
    Main PID: 2734 (sshd)
      Tasks: 1 (limit: 2278)
     Memory: 2.1M (peak: 2.3M)
        CPU: 82ms
      CGroup: /system.slice/ssh.service
              └─2734 sshd: /usr/sbin/sshd -D [listener] 8 of 10+100 startups

sept. 18 22:36:57 afecy-VirtualBox systemd[1]: Starting ssh.service - OpenBSD Secure Shell server...
sept. 18 22:36:58 afecy-VirtualBox sshd[2734]: Server listening on :: port 3333.
sept. 18 22:36:58 afecy-VirtualBox systemd[1]: Started ssh.service - OpenBSD Secure Shell server.
-
```

Figure 37 : configuration du SSH et activation sur le serveur AFEC Douala.

(Source : serveur ssh)



III. AUTOMATISATION DES TÂCHES DE SAUVEGARDE

L'automatisation des tâches de sauvegarde s'est faite en créant des scripts Bash, exécutés automatiquement grâce à l'outil **crontab** du serveur UBUNTU. Également, nous avions mis en place un système de communication automatique basé sur le chiffrement asymétrique RSA.

Pour ce faire, nous avions créé des fichiers au format **.sh** sur le serveur VOIP et sur le serveur AFEC YAOUNDE.

a. Cas du serveur VOIP (callcenter)

Les images ci-dessous présentent le répertoire en question ainsi que les scripts Bash au format.

```
callcenter@callcenter-VirtualBox: ~/Documents/Projet24
callcenter@callcenter-VirtualBox:~/Documents/Projet24$ ls
- FichierCAPVOIP  p  scriptBackupVOIP.sh  scriptCapVOIP.sh  ScriptCapVOIP.sh
```

➤ Script Bash de capture :

```
GNU nano 7.2                                     scriptCapVOIP.sh
#!/bin/bash
#Déclaration des variables (heure et compteur)
HJ=$date +0001
nu=1

#Conditions de capture si p
while [ $HJ -le 23:1 ] do
    "capture numero $nu"
    tshark -t wlxddce0e0aa593 -f "udp/port:5060 or portrange 16384-32767" -w ~/Documents/Projet24/FichierCAPVOIP/cap$nu.pcap
    TSHARK_PID=$! #Récupération de l'identifiant parent du processus exécuté en arrière-plan
    Attente de la fin d'appel
    sleep 0.6
    kill -$SIGINT $TSHARK_PID #envoie du signal de sortie et d'arrêt à ce prochain processus d'appel
    wait $TSHARK_PID
    if [ $nu -eq 8 ]; then
        echo "Capture réussie pour cap$nu.pcap"
    else
        echo "Erreur lors de la capture de cap$nu.pcap"
    fi
    nu=$((nu + 1))
done
```

➤ Planification de la tâche de capture journalière :

```
GNU nano 7.2                                     /tmp/crontab.R10FMH/crontab
# Edit this file to introduce tasks
# m h dom mon dow   command
45 07 * * 1-6 bash ~/Documents/Projet24/scriptCapVOIP.sh
```

Figure 38 : scripts créée pour l'automatisation de la capture des appels et de sauvegarde.
(Source : langage Bash et outil de planification cron)

b. Cas du serveur AFEC YAOUNDE (afecy)

En ce qui est du système de communication asymétrique évoqué ci-haut, les images ci-dessous laissent percevoir les différentes étapes de sa mise en place :



➤ Génération des clés rsa sur les clients SSH

```
callcenter@callcenter-VirtualBox: ~$ ssh-keygen -t rsa
Generating public/private rsa key pair.
Enter file in which to save the key (/home/callcenter/.ssh/id_rsa):
Enter passphrase (empty for no passphrase):
Enter same passphrase again:
Your identification has been saved in /home/callcenter/.ssh/id_rsa
Your public key has been saved in /home/callcenter/.ssh/id_rsa.pub
The key fingerprint is:
SHA256:JvnHuDbFtRvwEcRAp8dK0vmzlm+D9n9BwEOqR3zxT5c callcenter@callcenter-VirtualBox
The key's randomart image is:
+---[RSA 3072]---+
| .o++o |
| .+++o |
| o++++Eo |
| .++o+ oo |
| o So. = o. . |
| + =+ + . |
| o.=o o .. |
| oo=o+ . |
| .+.+oo.. |
+---[SHA256]---+
callcenter@callcenter-VirtualBox: ~$
```

➤ Vérification de l'existence des clés rsa générées :

```
callcenter@callcenter-VirtualBox: ~$ cd .ssh/
callcenter@callcenter-VirtualBox: ~/ssh$ ls -l
total 24
-rw----- 1 callcenter callcenter 0 août 27 14:43 authorized_keys
-rw----- 1 callcenter callcenter 432 sept. 13 19:58 id_ed25519
-rw-r--r-- 1 callcenter callcenter 114 sept. 13 19:58 id_ed25519.pub
-rw----- 1 callcenter callcenter 2622 sept. 13 20:04 id_rsa
-rw-r--r-- 1 callcenter callcenter 586 sept. 13 20:04 id_rsa.pub
-rw----- 1 callcenter callcenter 1120 août 28 13:03 known_hosts
-rw-r--r-- 1 callcenter callcenter 142 août 28 11:08 known_hosts.old
callcenter@callcenter-VirtualBox: ~/ssh$
```

➤ Affichage de la clé publique rsa générée pour la connexion à distance :

```
callcenter@callcenter-VirtualBox: ~$ cat id_rsa.pub
ssh-rsa AAAAB3NzaC1yc2EAAQABAAQgCsZm2wJEUpqgnxYo+2D+eTXsMojRCKqjvDyy6Vl0+mpoCqGcISr0hju3nwkOrMFNmypiQ6T2yYFZUzjqEU
beGOKWKKMeW/Bc23NfJFZDyqfxFJJABSLwzOn8WFFH05j1yIApG1zaG1RU0BYnbexPvvsv20vQQCxqMHTygcPe80Lxbwrgo442Ga0OkIcSzDcAlPhZNnd6
N0thoLegKEKh7Upi9U+cRTx6ojzYrEloIlliE50e5BkFVqcgkHS3/bav5wvVFhm/Sx/C6pm1nXKBVBDnxM/6UNGACNBERpLnrEgnOMtnQH32MdhBNl0yjfSk
dSanS/qJfJVIHo+JIAv2nBoj9MfieirGsTGENzFKTxM3hquaytV+r6vIUUcvInSil2f/egNjBE86OH4Uyy2PmWihiEAfMbdSRSGHUhtrilYMNrBeYDagS/D
XuqXdG7szVaQO+68h8TCTD1ZY0cG74MwbIltGLfigWIqOlv7ACR/QbqByUgc630sdfw3GzP= callcenter@callcenter-VirtualBox
callcenter@callcenter-VirtualBox: ~$
```

➤ copie de la clé sur le serveur à rejoindre (afecy) :

```
callcenter@callcenter-VirtualBox: ~$ ssh-copy-id -i .ssh/id_rsa.pub -p 3333 afecy@192.168.10.60
/usr/bin/ssh-copy-id: INFO: Source of key(s) to be installed: ".ssh/id_rsa.pub"
/usr/bin/ssh-copy-id: INFO: attempting to log in with the new key(s), to filter out any that are already installed
/usr/bin/ssh-copy-id: INFO: 1 key(s) remain to be installed -- if you are prompted now it is to install the new keys
(afecy@192.168.10.60) Password:
Number of key(s) added: 1

Now try logging into the machine, with: "ssh -p 3333 'afecy@192.168.10.60'"
and check to make sure that only the key(s) you wanted were added.
```

➤ connexion automatique en SSH sans nécessité de saisie du mot de passe :



```
callcenter@callcenter-VirtualBox: ~ ssh afecy@192.168.10.60 -p 3333
Welcome to Ubuntu 24.04 LTS (GNU/Linux 6.8.0-31-generic x86_64)

 * Documentation: https://help.ubuntu.com
 * Management: https://landscape.canonical.com
 * Support: https://ubuntu.com/pro

Le maintenue de sécurité étendue pour Applications n'est pas activée.

385 mises à jour peuvent être appliquées immédiatement.
155 de ces mises à jour sont des mises à jour de sécurité.
Pour afficher ces mises à jour supplémentaires, exécuter : apt list --upgradeable

Activez ESM Apps pour recevoir des futures mises à jour de sécurité supplémentaires.
Visitez https://ubuntu.com/esm ou exécutez : sudo pro status

The list of available updates is more than a week old.
To check for new updates run: sudo apt update
Failed to connect to https://changelogs.ubuntu.com/meta-release-lts. Check your Internet connection or proxy settings

Last login: Fri Sep 13 20:33:14 2024 from 192.168.10.20
afecy@afecy-VirtualBox: ~
```

Figure 39 : génération des clés (privée et publique pour connexion en chiffrement rsa)

(Source : client ssh)

```
callcenter@callcenter-VirtualBox: ~ sftp -P 3333 afecy@192.168.10.60
Connected to 192.168.10.60.
sftp> ~
```

Figure 40 : connexion automatique en SFTP par chiffrement rsa sans saisie du mot de passe.

(Source : client ssh)

IV. TEST DE CONNECTIVITÉS

1. Ping call center vers Serveur AFEC-Y

```
callcenter@callcenter-VirtualBox: ~ echo "ping vers le serveur afecy
dont l'IP est 192.168.10.60 depuis le serveur d'appel du callcenter"
ping vers le serveur afecy dont l'IP est 192.168.10.60 depuis le serv
eur d'appel du callcenter
callcenter@callcenter-VirtualBox: ~ ping 192.168.10.60
PING 192.168.10.60 (192.168.10.60) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.10.60: icmp_seq=1 ttl=64 time=2.53 ms
64 bytes from 192.168.10.60: icmp_seq=2 ttl=64 time=5.39 ms
64 bytes from 192.168.10.60: icmp_seq=3 ttl=64 time=4.22 ms
64 bytes from 192.168.10.60: icmp_seq=4 ttl=64 time=4.88 ms
^C
--- 192.168.10.60 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3005ms
rtt min/avg/max/mdev = 2.528/4.255/5.393/1.080 ms
callcenter@callcenter-VirtualBox: ~
```

Figure 41 : ping call center vers serveur AFEC-Y

(Source: Ubuntu)

2. Ping serveur AFEC_Y vers serveur AFEC-D

```
afecy@afecy-VirtualBox: ~ echo "ping vers le serveur Afec doual dont l'ip est 192.168.10.254"
ping vers le serveur Afec doual dont l'ip est 192.168.10.254
afecy@afecy-VirtualBox: ~ ping 192.168.10.254
PING 192.168.10.254 (192.168.10.254) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.10.254: icmp_seq=1 ttl=61 time=59.4 ms
64 bytes from 192.168.10.254: icmp_seq=2 ttl=61 time=53.8 ms
64 bytes from 192.168.10.254: icmp_seq=3 ttl=61 time=61.4 ms
64 bytes from 192.168.10.254: icmp_seq=4 ttl=61 time=60.6 ms
^C
--- 192.168.10.254 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3005ms
rtt min/avg/max/mdev = 53.793/58.798/61.360/2.970 ms
afecy@afecy-VirtualBox: ~
```

Figure 42 : ping call center vers serveur AFEC-Y

(Source: Ubuntu)



Chapitre 5 : TESTS DE FONCTIONNALITÉS

Ce chapitre permet de présenter et d'expliquer les fonctionnalités déployées.

I. TEST DE FONCTIONNEMENT DU SERVEUR D'APPEL VOIP ET TEST D'APPEL

1. Test de fonctionnement du serveur d'appel VOIP

L'image ci-dessous fait référence au fonctionnement du serveur d'appel mis en place :

➤ Activation du serveur d'appel ASTERISK :

```
callcenter@callcenter-VirtualBox:~$ service asterisk status
● asterisk.service - Asterisk PBX
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/asterisk.service; enabled; preset: enabled)
   Active: active (running) since Tue, 2024-09-17 21:14:48 WAT; 26min ago
     Docs: man:asterisk(8)
   Main PID: 1299 (asterisk)
      Tasks: 69 (limit: 2277)
     Memory: 81.1M (peak: 81.7M)
        CPU: 1min 6.130s
       CGroup: /system.slice/asterisk.service
               └─1299 /usr/sbin/asterisk -g -f -p -U asterisk
                   ├─1303 asterisk /var/run/asterisk/alt.asterisk-canary.tweet.tweet
                   └─1303 asterisk /var/run/asterisk/alt.asterisk-canary.tweet.tweet

sept. 17 21:14:42 callcenter-VirtualBox systemd[1]: Starting asterisk.service
sept. 17 21:14:46 callcenter-VirtualBox asterisk[1299]: radcli: rc_read_config: >
sept. 17 21:14:46 callcenter-VirtualBox asterisk[1299]: radcli: rc_read_config: >
sept. 17 21:14:48 callcenter-VirtualBox systemd[1]: Started asterisk.service
lines 1-16/16 (END)
```

Figure 43 : vérification de l'état du serveur d'appel.
(Source : Ubuntu)

2. Test d'appel

Vérifiant l'appel entre deux utilisateurs (client et agent d'AFEC CAMEROUN). Les images ci-dessous montrent l'échange d'appel vocal entre un agent du centre d'appels (**afecCallCenter dont le contact est 1000 et le client iaiCameroun dont le contact est 1002**) via le serveur d'appel par VOIP mis en place:

```
callcenter@callcenter-VirtualBox:/etc/asterisk$ sudo asterisk -rcvvvvv
[sudo] Mot de passe de callcenter :
'c' option is not compatible with remote console mode and has no effect.

Asterisk 20.6.0-dfsg+-cs6.13.40431414-2build5, Copyright (C) 1999 - 2022, Sangoma Technologies Corporation and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 20.6.0-dfsg+-cs6.13.40431414-2build5 currently running on callcenter-VirtualBox (pid = 1095)
callcenter-VirtualBox*CLI> sip show peers
```



➤ Vérification du fonctionnement du port 5060 pour le protocole SIP permettant la communication en VOIP.

```
callcenter@callcenter-VirtualBox:/etc$ netstat -anu
Connexions Internet actives (serveurs et établies)
Proto Recv-Q Send-Q Adresse locale           Adresse distante         Etat
udp        0      0 0.0.0.0:631              0.0.0.0:*
udp        0      0 192.168.10.20:40640        8.8.4.4:53            ESTABLISHED
udp        0      0 0.0.0.0:5060              0.0.0.0:*
udp        0      0 127.0.0.54:53             0.0.0.0:*
udp        0      0 127.0.0.53:53             0.0.0.0:*
udp        0      0 192.168.56.105:68          192.168.56.100:67    ESTABLISHED
udp        0      0 0.0.0.0:42071             0.0.0.0:*
udp        0      0 0.0.0.0:56446             0.0.0.0:*
udp        0      0 0.0.0.0:5353              0.0.0.0:*
udp        0      0 192.168.10.20:48474        8.8.4.4:53            ESTABLISHED
udp        0      0 192.168.10.20:57792        8.8.4.4:53            ESTABLISHED
udp        0      0 0.0.0.0:4569              0.0.0.0:*
udp6       0      0 :::::59235                :::::*
udp6       0      0 :::::37858                :::::*
udp6       0      0 :::::5353                :::::*

callcenter@callcenter-VirtualBox:/etc$
```

➤ Test du fonctionnement d'appel :

```
Connected to Asterisk 20.6.0-dfsg+-cs6.13.40431414-2build5 currently running on callcenter-VirtualBox (pid = 1299)
Registered SIP 'afecCallCenter' at 192.168.1.4:5060
Saved useragent "Linphone-Desktop/5.2.6 (DESKTOP-KIBPK8Q) windows/10 Qt/5.15.2 LinphoneSDK/5.3.72" for peer afecCallCenter
Using SIP RTP CoS mark 5
 0x72dd4c0ffa0 -- Strict RTP learning after remote address set to: 41.202.219.167:31043
Executing [1000@callcenter:1] Answer("SIP/192.168.1.3-00000000", "") in new stack
Executing [1000@callcenter:2] Dial("SIP/192.168.1.3-00000000", "SIP/afecCallCenter") in new stack
Using SIP RTP CoS mark 5
Called SIP/afecCallCenter
SIP/afecCallCenter-00000001 is ringing
 0x72dd5800ac20 -- Strict RTP learning after remote address set to: 192.168.1.4:57588
SIP/afecCallCenter-00000001 answered SIP/192.168.1.3-00000000
Channel SIP/afecCallCenter-00000001 joined 'simple_bridge' basic-bridge <dc537689-623a-450d-9757-9db0184c6fc4>
Channel SIP/192.168.1.3-00000000 joined 'simple_bridge' basic-bridge <dc537689-623a-450d-9757-9db0184c6fc4>
Channel SIP/192.168.1.3-00000000 left 'simple_bridge' basic-bridge <dc537689-623a-450d-9757-9db0184c6fc4>
Spawn extension (callcenter, 1000, 2) exited non-zero on 'SIP/192.168.1.3-00000000'
Channel SIP/afecCallCenter-00000001 left 'simple_bridge' basic-bridge <dc537689-623a-450d-9757-9db0184c6fc4>
```

Figure 45 : l'échange d'appel vocal entre agent d'AFEC-CAMEROUN et un client via le serveur d'appels VOIP.
(Source : serveur astérisk)

II. TEST DE FONCTIONNEMENT DE LA FONCTIONNALITE DE CAPTURE DES ECHANGES VOCALES ET DE SAUVEGARDE SUR SERVEUR LOCAL

1. Test de capture

L'image ci-dessous montre le fichier de capture de la conversation entre l'agent afecCallCenter et le client secretariatFreddy au format « .pcap ».



```
callcenter@callcenter-VirtualBox:~$ pwd
/home/callcenter
callcenter@callcenter-VirtualBox:~$ ls
Bureau    Images   Musique  snap          Vidéos
Documents Modèles Public Téléchargements
callcenter@callcenter-VirtualBox:~$ cd Documents/
callcenter@callcenter-VirtualBox:~/Documents$ ls
Projet24 VOIP_capture
callcenter@callcenter-VirtualBox:~/Documents$ cd VOIP_capture/
callcenter@callcenter-VirtualBox:~/Documents/VOIP_capture$ ls
firsCapVOIP.pcap
```

Figure 46 : fichier d'échange vocal entre agent et client capturé .
(Source : capture d'écran)

2. Test de connexion aux serveur et sauvegarde

Les images ci-dessous font référence respectivement aux fonctionnement de la fonction SSH pour la prise de contrôle et connexion au serveur SFTP pour le transfert de fichier d'appel au format .pcap.

➤ Activation du serveur ssh de Yaoundé :

```
afecy@afecy-VirtualBox:~$ sudo service ssh start
afecy@afecy-VirtualBox:~$ sudo service ssh status
● ssh.service - OpenBSD Secure Shell server
  Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/ssh.service; disabled; preset: enabled)
  Active: active (running) since Mon 2024-10-21 03:38:40 WAT; 3s ago
  TriggeredBy: ● ssh.socket
    Docs: man:sshd(8)
           man:sshd_config(5)
  Process: 2787 ExecStartPre=/usr/sbin/sshd -t (code=exited, status=0/SUCCESS)
  Main PID: 2788 (sshd)
    Tasks: 1 (limit: 2278)
   Memory: 2.1M (peak: 2.3M)
      CPU: 79ms
     CGroup: /system.slice/ssh.service
             └─2788 "sshd: /usr/sbin/sshd -D [listener] 0 of 10-100 startups"

oct. 21 03:38:40 afecy-VirtualBox systemd[1]: Starting ssh.service - OpenBSD Se...
oct. 21 03:38:40 afecy-VirtualBox sshd[2788]: Server listening on :: port 3333.
oct. 21 03:38:40 afecy-VirtualBox systemd[1]: Started ssh.service - OpenBSD Sec...
```

➤ Connexion en sftp depuis le serveur d'appel du call center

```
callcenter@callcenter-VirtualBox:~$ sftp -P 3333 afecy@192.168.10.60
Connected to 192.168.10.60.
sftp> 
```

Figure 47 : connexion au serveur SFTP pour la sauvegarde local de Yaoundé.
(Source : capture d'écran)



➤ Lecture du fichier vocal d'appel capturé

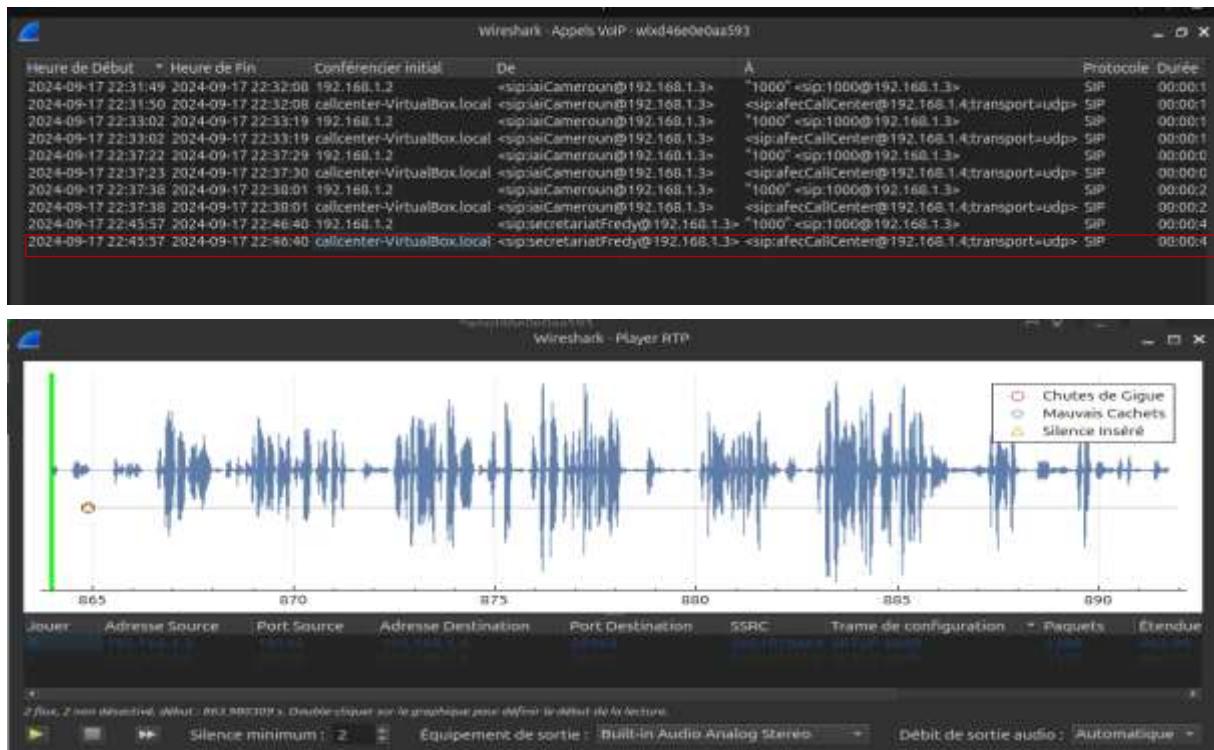


Figure 48 : test de lecture du fichier au format .pcap capturé.
(Source : wireshark)

3. Test de la fonctionnalité de la sauvegarde sur serveur local et sur le serveur distant

➤ Test de sauvegarde sur le serveur local

```
callcenter@callcenter-VirtualBox:~$ sftp -P 3333 afecy@192.168.10.60
(afecy@192.168.10.60) Password:
Connected to 192.168.10.60.
sftp> ls
Bureau      Documents      Images      Modèles
Musique     Public        Téléchargements   Vidéos
snap
sftp> put /home/callcenter/Documents/VOIP_capture/firsCapVOIP.pcap /home/afecy/Documents/
Uploading /home/callcenter/Documents/VOIP_capture/firsCapVOIP.pcap to /home/afecy/Documents/firsCapVOIP.pcap
firsCapVOIP.pcap                                100% 3566KB  10.9MB/s  00:00
sftp> cd Documents/
sftp> ls
firsCapVOIP.pcap
sftp>
```

Figure 49 : test de sauvegarde du fichier audio de la capture vocale sur le serveur
(Source : serveur sftp client).

La commande :

put /chemin_vers_le_fichier_à_sauvegarder /chemin_vers_serveur_sftp , permet de sauvegarder un fichier depuis la machine cliente sftp vers le serveur SSH après la connexion.



➤ Test de sauvegarde depuis serveur local vers le serveur distant

I. TEST DE RESTAURATION SUR SERVEUR DE DOUALA

Ces images montrent la connexion au serveur de douala depuis le centre de Yaoundé pour la restauration des fichiers au format .pcap.

```
callcenter@callcenter-VirtualBox: $ sftp afecy@192.168.10.60
afecy@192.168.10.60's password:
Connected to 192.168.10.60.
sftp> ls
Bureau      Documents      Images      Modèles      Musique      Public
sftp> get /home/afecy/Documents/firsCapVOIP.pcap /home/callcenter/Bureau/
Fetching /home/afecy/Documents/firsCapVOIP.pcap to /home/callcenter/Bureau/firsCapVOIP.pcap
firsCapVOIP.pcap                                100% 3566KB  10.8MB/s  00:00
sftp>
```

Figure 50 : test de connexion et de restauration des fichiers sur le serveur AFEC-DOUALA.

(Source : serveur sftp client)

La commande :

get /chemin_vers_le_fichier_à_récupérer /chemin_vers_client_sftp permet de récupérer le fichier du serveur de sauvegarde vers un emplacement fixe de l'hôte client.



CONCLUSION

En conclusion, dans cette deuxième partie, nous avons mis en évidence les différentes étapes de l'implémentation de notre projet. Ainsi, nous avons analysé, critiqué, proposé des solutions, implémenté, testé et exploité la solution fonctionnelle vis-à-vis de l'ancien système de fonctionnement du centre d'appels de l'entreprise.



CONCLUSION GÉNÉRALE

Au terme de ce stage, qui avait pour objectif la mise en place d'un système de sauvegarde, restauration et de reprise après sinistre au sein du centre d'appels d'AFEC-CAMEROUN, nous avons pu réaliser des avancées significatives dans le déploiement de ce projet. Le stage s'est déroulé en deux parties distinctes : une phase d'insertion en entreprise suivie d'une phase technique comprenant plusieurs dossiers. La première partie de ce rapport a mis en évidence l'importance de la phase d'insertion en entreprise. La deuxième partie de ce rapport a été consacrée à la phase technique du projet. Nous avons abordé plusieurs aspects clés, tels que l'analyse de l'existant, l'élaboration du cahier des charges, la présentation de l'état de l'art, l'implémentation et test des différentes fonctionnalités du projet. Chaque étape a été soigneusement planifiée et exécutée, en tenant compte des spécificités du contexte camerounais et des besoins des utilisateurs cibles. L'analyse de l'existant nous a permis de comprendre les lacunes des solutions actuellement disponibles sur le marché et d'identifier les opportunités d'amélioration. Le cahier des charges a été établi de manière rigoureuse, en définissant clairement les fonctionnalités attendues, les contraintes techniques et les délais de réalisation. Le déploiement du système a été réalisé en suivant les meilleures pratiques d'administration réseaux et système, en assurant une architecture modulaire et évolutive. Ainsi, ce stage a été une expérience enrichissante sur le plan professionnel et personnel. Il nous a permis d'acquérir une compréhension approfondie des enjeux de la mise en place d'un système de sauvegarde et de restauration au sein d'une entreprise.



PERSPECTIVES

- Les perspectifs avenirs visées dans le cadre de notre projet sont celles de ***la mise en place d'un système de capture des messages***, afin d'avoir une main mise sur toutes les moyens de communication entre les agents du centre d'appels avec les clients d'AFEC-CAMEROUN. Ceci permettra aux agents d'améliorer leur qualité de service sur toutes les mesures de communication.
- Nous envisageons également la mise en place d'un système de gestion de gros volumes de données avec la **technologie du BIG DATA**, qui de nos jours est un moyen efficace dans la mesure où elle permet non seulement la gestion de très gros volumes de données mais également leur manipulation. Ce nouveau système pourra par exemple permettre à l'entreprise de : « ***pouvoir avoir des données statistiques en ce qui concerne le nombre d'appels ayant eu lieu entre ses agents et ses clients, sous forme de données graphiques*** ». Ceci pourra garantir que le service rendu par son centre d'appels auprès de ses clients connaît une amélioration positive ou pas.
- Également, nous envisageons mettre en évidence l'intelligence artificielle pour le contrôle automatique des différentes failles potentielles et attaques de notre système afin de pouvoir anticiper les différentes pannes potentielles de notre système actuel.
- Veiller à l'audit régulière du système mis en place.



ANNEXES



BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE

Bibliographie :

- *Banquet, Philippe. Administration système et exploitation des servi.* Édité par Eni. 2023.
- *Laurent, ROBIN Eric et BODIN. CCNA 2 - Essentiel (configuration des routeurs et routages basique).* Édité par SUPINFO. Paris: Laboratoire SUPINFO des Technologies Cisco, 2005.
- *LEFIGARO. organigramme-dentreprise-conseils-et-modeles-gratuits.* s.d. <https://recruteur.lefigaro.fr/article/organigramme-dentreprise-conseils-et-modeles-gratuits/> (accès le juillet 29, 2024).
- *Novak, Kiki. Administration Linux par la pratique - Tome 2.* Édité par Eyrolles. 2020.
- *Sangoma Technologies. ASTERISK Documentation.* 2019. <https://www.asterisk.org/community/documentation/> (accès le Août 25, 2024).
- *Stallings, William. «Sécurité des réseaux informatiques - Un livre de référence pour comprendre les concepts de sécurité des réseaux.»* Parution . Édité par Vuibert. 20 12 2002 . <https://www.eyrolles.com/Informatique/Livre/securite-des-reseaux-978271178> (accès le Août 2024).



Webographie :

- *Deffaix Rémy. . Édité par Eni. ASIN. 14 Décembre 2022. <https://www.les-livres.net/programmer-en-bash/> (accès le Août 5, 2024).*
- *Dordogne José. Administrez un réseau sous Windows ou sous Linux. 7. Édité par Eni. Vol. . 2022 .*
- *edge, Microsoft. s.d.*
- *Hat, Red. «Un hyperviseur, qu'est-ce que c'est ?» Red Hat Enterprise Linux. s.d. <https://www.redhat.com/fr/topics/virtualization/what-is-a-hypervisor> (accès le Septembre 2024).*
- *La voix et la Téléphonie sur IP. Produit par netsystems formation. s.d.*
- *Le Dictionnaire. s.d. <https://www.lalanguefrancaise.com/dictionnaire> (accès le Septembre 2024).*
- *Linuxtricks, Adrien. SSH : La connexion par clé ! Démo et explications. s.d.*
- *netacademy, Cisco. Prise de cours et certification en produits Cisco. s.d. <https://auth.netacad.com/> (accès le Juillet 2024).*
- *planification des tâches avec l'outil crontab linux. Produit par Jason Champagne. s.d.*
- *Session Initiation Protocol. s.d. https://fr.wikipedia.org/wiki/Session_Initiation_Protocol (accès le Août 2024).*
- *Wireshark tuto - L'analyseur de protocole réseau TShark . Produit par Alphorm. s.d.*
- *How to install Wireshark on Ubuntu 22.04 / 20.04 LTS. Réalisé par ZacsTech. s.d.*
- *Microsoft copilot Intelligencial Aritficial. s.d. <https://www.copilot.com>(accès en 2024)*



LETTRE D'ADMISSION EN STAGE



CERTIFICAT DE FIN DE STAGE

Je soussignée, Esther NEMBOT, Directrice du Cabinet Audit Formation Evaluation Conseil, certifie que,

Emmanuel SIEWE

a suivi régulièrement du 01 juillet au 30 septembre 2024, un stage académique et comprenant :

- CONCEPTION ET REALISATION D'UN PROJET IOT
- PRISE EN MAIN ET MAINTENANCE DES EQUIPEMENTS CISCO

Au Centre AFEC Cameroun à Yaoundé.
En foi de quoi le présent Certificat lui est délivré pour servir et valoir ce que de droit.

Fait à Yaoundé, le 30 septembre 2024



GLOSSAIRE

ACL (Access Control List) : c'est une liste de règles qui contrôle les droits d'accès aux ressources d'un réseau ou d'un système.

Adressage IPV4 : est un système d'attribution d'adresses IP uniques à chaque appareil sur un réseau.

Adresse IP (V4 ou V6) : un numéro d'identification unique attribué à chaque appareil connecté à un réseau utilisant le protocole Internet (IP).

Architecture réseaux : conception et la structure d'un réseau informatique, incluant les dispositifs, les protocoles et les topologies utilisées.

Asterisk : un logiciel open-source pour créer des systèmes de téléphonie IP (VoIP).

Big Data : ensembles de données extrêmement volumineux et complexes qui nécessitent des technologies avancées pour être analysés et utilisées.

Chiffrement : le processus de conversion de données en un format codé pour empêcher l'accès non autorisé.

Cron : un utilitaire Unix pour planifier des tâches à exécuter à des moments spécifiques.

Crontab : un fichier de configuration pour le programme Cron, contenant les commandes à exécuter et leur calendrier.

Équipe de reprise après sinistre : Un groupe de personnes responsables de la mise en œuvre du plan de reprise.

Fichier : un ensemble de données stockées sous un nom spécifique sur un support de stockage.

Fournisseur d'Accès à Internet (FAI): est une entreprise qui fournit des services d'accès à Internet aux particuliers et aux entreprises.

Hyperviseur : est un logiciel qui crée et exécute des machines virtuelles.

Informatique : science du traitement programmable et automatique de l'information par des machines telles que les ordinateurs.

Installer : le processus de configuration et de mise en place d'un logiciel ou d'une application sur un système.

Intelligence Artificielle (IA) : simulation des processus d'intelligence humaine par des machines, en particulier des systèmes informatiques.

ISO (Organisation internationale de normalisation): est une organisation internationale qui développe et publie des normes internationales dans divers domaines, y



compris la technologie, la sécurité, la gestion de la qualité, et plus encore. Les normes ISO sont conçues pour garantir la qualité, la sécurité et l'efficacité des produits et services.

Mot de passe : une chaîne de caractères utilisée pour vérifier l'identité d'un utilisateur lors de l'accès à un système.

Normes : sont des documents établis par consensus et approuvés par un organisme reconnu, qui fournissent des règles, des lignes directrices ou des caractéristiques pour des activités ou leurs résultats.

OpenBSD : un système d'exploitation Unix-like connu pour sa sécurité et sa robustesse.

Openssl : un outil open-source qui implémente les protocoles SSL et TLS pour sécuriser les communications sur Internet.

Ordinateur : machine électronique capable de traiter des données et d'exécuter des programmes pour effectuer des tâches diverses.

Plan de reprise après sinistre (DRP) : c'est un document détaillant les étapes à suivre pour restaurer les systèmes et les données après un sinistre.

Protocole de routage : ensemble de règles qui permet à des routeurs de communiquer entre eux.

Protocole : ensemble de règles et de conventions qui définissent la manière dont les données sont échangées entre les appareils sur un réseau. Par exemple, le protocole HTTP est utilisé pour la communication entre les navigateurs web et les serveurs web.

Redondance : utilisation de plusieurs copies des données pour éviter la perte en cas de défaillance d'un système.

Reprise après sinistre : (ou Disaster Recovery en anglais) est un ensemble de processus, de politiques et de procédures mis en place pour assurer la continuité des opérations d'une organisation après un incident majeur.

Réseau Informatique : ensemble d'ordinateurs et d'autres dispositifs interconnectés pour partager des ressources et des informations.

Restauration complète : Récupération de toutes les données à partir d'une sauvegarde complète.

Restauration différentielle : récupération des données en utilisant la dernière sauvegarde complète et la dernière sauvegarde différentielle.

Restauration incrémentielle : récupération des données en utilisant la dernière sauvegarde complète et toutes les sauvegardes incrémentielles suivantes.



Restauration : processus de récupération des données à partir d'une sauvegarde pour les remettre dans leur état original ou pour les utiliser après une perte de données.

Routage dynamique : type de routage où les routes sont automatiquement mises à jour en fonction des changements dans le réseau.

Routage statique : type de routage où les routes sont manuellement configurées et ne changent pas automatiquement.

Routage : processus de sélection des chemins dans un réseau pour envoyer des paquets de données.

Routeur : dispositif qui dirige le trafic de données entre différents réseaux informatiques.

RSA : un algorithme de cryptographie asymétrique utilisé pour sécuriser les données.

Sauvegarde : processus de copie et de stockage des données pour les protéger contre la perte ou la corruption.

Sauvegardes régulières : La création de copies de sauvegarde des données critiques pour éviter leur perte.

Sécurité : utilisation de chiffrement et de contrôles d'accès pour protéger les données sauvegardées.

Serveur : ordinateur ou un système informatique qui fournit des ressources, des données, des services ou des programmes à d'autres ordinateurs, appelés clients, sur un réseau.

SFTP (SSH File Transfer Protocol) : c'est une version sécurisée du protocole FTP qui utilise SSH pour chiffrer les transferts de fichiers entre un client et un serveur.

SIP : (Session Initiation Protocol) est un protocole de communication utilisé pour initier, maintenir et terminer des sessions multimédia interactives telles que les appels VOIP.

Sites de secours : Des emplacements alternatifs où les opérations peuvent être transférées en cas de sinistre.

Solar PuTTY : une version modifiée de PuTTY, un client SSH et telnet, avec des fonctionnalités supplémentaires.

SSH (Secure Shell): c'est un protocole de réseau cryptographique utilisé pour sécuriser les connexions à distance entre ordinateurs ou serveurs.

Switch : appareil réseau qui connecte des dispositifs au sein d'un même réseau local (LAN) et utilise des adresses MAC pour envoyer des données aux bons destinataires.



Système d'exploitation : (SE /OS en anglais) est un logiciel qui gère le matériel informatique et les ressources logicielles, et fournit des services communs pour les programmes informatiques.

Système : ensemble de composants interconnectés qui travaillent ensemble pour accomplir une tâche spécifique.

Table d'adressage : c'est une table utilisée par les routeurs pour déterminer où envoyer les paquets de données en fonction de leur adresse IP de destination.

Table de routage : table qui contient les routes vers différentes destinations réseau, utilisée par les routeurs pour acheminer les paquets de données.

Télécharger : le processus de transfert de données d'un serveur à un appareil local.

Téléverser : le processus de transfert de données d'un appareil local à un serveur.

Tests réguliers : simulations et des tests pour s'assurer que le plan de reprise est efficace et à jour.

Tests réguliers : vérification périodique des sauvegardes pour s'assurer qu'elles peuvent être restaurées correctement.

Tshark : une version en ligne de commande de Wireshark, utilisée pour capturer et analyser les paquets réseau.

Ubuntu : une distribution Linux basée sur Debian, populaire pour sa facilité d'utilisation.

Virtualisation : est une technologie qui permet de créer une version virtuelle (plutôt que réelle) de quelque chose, comme un système d'exploitation, un serveur, un dispositif de stockage ou des ressources réseau en utilisant un hyperviseur.

VOIP (Voix sur IP) : technologie qui permet de transmettre des communications vocales via Internet ou d'autres réseaux IP.

Wireshark : un analyseur de protocoles réseau open-source utilisé pour capturer et inspecter les données circulant sur un réseau.



FICHES DE STAGE



Etablissement Inter – Etats d'Enseignement Supérieur
CENTRE D'EXCELLENCE TECHNOLOGIQUE PAUL BIYA
BP: 13719 Yaoundé (Cameroun) Tel. (+237) 242 72 99 57 / (+237) 242 72 99 58
Site web: www.iaicameroun.com E-mail: contact@iaicameroun.com

Annexe 1 : Fiche d'accord du centre d'accueil

Stage Pratique Année Académique 20 23 /20 24

Période : du 10 / 07 / 2024 au 30 / 09 / 2024

Centre informatique : AFEC - CAMEROUN

Pays : CAMEROUN

Nom e l'étudiant (e) : SIEWE EMMANUEL

Accord du centre d'accueil

Le Directeur du Centre veillera à faire respecter les spécifications énoncées par l'IAI-Cameroun en matière d'organisation, planning, normes pédagogiques et suivi du travail. Le stage de maintenance de l'étudiant ci-dessus se fera dans le cadre de:

La mise en place d'un système de sauvegarde, restauration et de reprise après sinistre ; Cas de AFEC Cameroun.

Nom du maître de stage : WANBO Jeremie

Fonction : Consultant à AFEC

Signature du Directeur du centre d'Accueil



Esther NEMBOT



Etablissement Inter – Etats d'Enseignement Supérieur
 CENTRE D'EXCELLENCE TECHNOLOGIQUE PAUL BIYA
 BP: 13719 Yaoundé (Cameroun) Tel. (+237) 242 72 99 57 / (+237) 242 72 99 58
 Site web: www.iaicameroun.com E-mail: contact@iaicameroun.com

Annexe 2 : Planning Prévisionnel

Stage Pratique Année Académique 2023/2024

Période : du 10/07/2024 au 30/09/2024

Centre Informatique : AFEC - CAMEROUN

Pays : CAMEROUN

Nom de l'étudiant : SIEWE EMMANUEL

Période : du <u>10/07/2024</u> au <u>30/09/2024</u>	Tâches effectuées	observations
* Du <u>10/07/2024</u> au <u>24/07/2024</u>	* Intégration au centre mise en œuvre et déroulé de projets en IoT avec des capteurs	
* Du <u>25/07/2024</u> au <u>05/08/2024</u>	* finalisation formation IoT et évaluation plus étude de l'environnement.	
* Du <u>06/08/2024</u> au <u>22/08/2024</u>	* Conception d'une architecture réseau et adressage • Définition du tableau des charges Configuration des équipements réseau.	

Nom du maître de stage : WANBO JEREMIE

Fonction : Consultant à AFEC

Visa du Maître de Stage





Etablissement Inter - Etats d'Enseignement Supérieur
CENTRE D'EXCELLENCE TECHNOLOGIQUE PAUL BIYA
BP: 13719 Yaoundé (Cameroun) Tel. (237) 22 72 99 57
Site web: www.iai-cameroun.com E-mail: iaicameroun@yahoo.fr

Annexe 4 : Fiche d'Evaluation (Fin de Période)

Stage Pratique Année Académique 2022-2024
Période : du 10/07/2024 au 30/09/2024
Centre Informatique : AFEC-CAMEROUN
Pays : CAMEROUN
Nom de l'étudiant : SIEWE EMMANUEL

ÉVALUATION		
Critères	Appréciations (A/B/C/D/E)	Observations
Facilité d'intégration (esprit d'équipe)	A	
Ponctualité, assiduité	C	
Organisation du travail	B	
Capacité d'initiative	A	Très ouvert d'esprit
Capacité de synthèse	B	
Rapidité de compréhension	A	Aime les recherches
Vitesse d'exécution	A	Très appliquée

Autres



Légende Appréciation: A=Très Bien ; B=Bien ; C=Moyen ; D=Médiocre ; E=Mauvais

Visa du Maître de Stage



Etablissement Inter - Etats d'Enseignement Supérieur
CENTRE D'EXCELLENCE TECHNOLOGIQUE PAUL BIYA
BP: 13719 Yaoundé (Cameroun) Tel. (237) 22 72 99 57
Site web: www.iai-cameroun.com E-mail: iaicameroun@yahoo.fr

Annexe 5 : Normes de rédaction des rapports

Stage Pratique Année Académique 2022-2024
Période : du 10/07/2024 au 30/09/2024

NORMES DE PRÉSENTATION

- Format: imprimé standard 21x29,7

- Page de garde:

- Nom et adresse du centre
- Nom et adresse du maître de stage
- Nom du superviseur IAI
- Nom de période

- Seconde page

- Sommaire

- Dernière page:

- Conclusion





TABLE DES MATIERES

DÉDICACE.....	i
REMERCIEMENTS	ii
SOMMAIRE	iii
LISTE DES TABLEAUX.....	iv
LISTE DES FIGURES	v
LISTE DES ABRÉVIATIONS	vii
RÉSUME.....	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	1
1 ^{ère} partie : PHASE D'INSERTION	2
INTRODUCTION	3
Chapitre 1 : ACCUEIL EN ENTREPRISE	4
Chapitre 2 : PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE.....	5
I. HISTORIQUE ET SERVICES	5
1. Historique.....	5
2. Services de AFEC-CAMREOUN.....	5
II. LES PARTENAIRES DE AFEC-CAMEROUN	8
III. ORGANIGRAMME DE AFEC-CAMEROUN	8
IV. PLAN DE LOCALISATION	10
V. FICHE SIGNALTIQUE DE LA STRUCTURE.....	10
VI. RESSOURCES MATÉRIELLES ET LOGICIELLES	11
1. Ressources matérielles	11
2. Ressources logicielles	12
CONCLUSION	14
2 ^{ème} partie : PHASE TECHNIQUE.....	15
INTRODUCTION	16
Chapitre1 : ANALYSE DU PROJET	17
I- PRÉSENTATION DU THÈME (OU DU PROJET)	17
II- ÉTUDE DE L'EXISTANT	18



1.	Architecture physique de AFEC-CAMEROUN	18
2.	Description de l'architecture	19
III-	CRITIQUE DE L'EXISTANT	19
IV-	PROBLÉMATIQUE.....	20
	Chapitre2 : CAHIER DES CHARGES	21
I-	CONTEXTE ET JUSTIFICATION DU PROJET	21
II-	OBJECTIF(S) PRINCIPAL ET SPECIFIQUES DU PROJET.....	21
1.	Objectif principal	21
2.	Objectifs spécifiques	22
III-	EXPRESSION DES BESOINS DE L'UTILISATEUR	22
1.	Besoins fonctionnels	22
2.	Besoins non fonctionnels	23
3.	Les intervenants	24
IV-	PLANIFICATION DU PROJET	24
1.	Ordonnancement	24
2.	Diagramme de Gantt	25
V-	ESTIMATION DU COÛT DU PROJET	25
1.	Ressources Matérielles.....	25
2.	Ressources logicielles	27
3.	Ressources humaines	27
VI-	LES CONTRAINTES DU PROJET.....	28
1.	Contrainte de coût	28
2.	Contrainte de délais.....	28
3.	Contrainte de temps	28
VII-	LES LIVRABLES	29
	Chapitre 3 : ETAT DE L'ART	30
I.	DEFINITIONS	30



II.	COMPOSANTS	30
III.	POLITIQUE DE SAUVEGARDE ET DE RESTAURATION	32
1.	Politique de sauvegarde	32
2.	Politique de restauration	33
3.	Politique de sauvegarde et de restauration du système mis en place	33
IV.	TYPE DE SAUVEGARDE, TYPE DE RESTAURATION	34
1.	Types de sauvegarde	34
2.	Type de Restauration	36
V.	MOYENS D'ASSURANCE	36
VI.	DOMAINES D'APPLICATION	37
VII.	DIFFERENTS PROTOCOLES	37
VIII.	TYPES DE RÉSEAUX.....	39
IX.	AVANTAGES ET INCONVENIANTS.....	39
1.	Avantages.....	39
2.	Inconvénients :	39
	Chapitre 4 : IMPLÉMENTATION DE LA SOLUTION	40
I.	TOPOLOGIE ET CONFIGURATION DU SYSTÈME	40
1.	Topologie	40
2.	Adressage	40
II.	CONFIGURATION DES ÉQUIPEMENTS	41
III.	AUTOMATISATION DES TÂCHES DE SAUVEGARDE.....	55
IV.	TEST DE CONNECTIVITÉS	57
	Chapitre 5 : TESTS DE FONCTIONNALITÉS	58
I.	TEST DE FONCTIONNEMENT DU SERVEUR D'APPEL VOIP ET TEST D'APPEL	58
II.	TEST DE FONCTIONNEMENT DE LA FONCTIONNALITE DE CAPTURE DES ECHANGES VOCALES ET DE SAUVEGARDE SUR SERVEUR LOCAL	59
I.	TEST DE RESTAURATION SUR SERVEUR DE DOUALA	62



CONCLUSION	63
CONCLUSION GÉNÉRALE	64
PERSPECTIVES	65
ANNEXES	viii
BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE.....	ix
LETTRE D'ADMISSION EN STAGE.....	xi
GLOSSAIRE	xii
FICHES DE STAGE	xvi
TABLE DES MATIERES	ix