

**Institut Africain d'Informatique
Représentation du Cameroun**

BP : 13719 YND

Tél : (+237) 242-72-99-67

E-mail : iaicameroun@yahoo.fr

Site web : www.iai-cameroun.com



GET_READY

**Entreprise de TIC spécialisée dans
transformation digitale des
écosystèmes**

TEL: 690 201 423

Site Web: www.getready.services

E-mail: contact@getready.services



RAPPORT DE STAGE

THEME :

DEPLOIEMENT D'UN LABORATOIRE DE SIMULATION RESEAU INTEGRE A UNE INFRASTRUCTURE INFORMATIQUE PARTAGEEE ET SUPERVISEE AVEC ACCES A DISTANCE SECURISE : CAS DE L'IAI CAMEROUN

Stage effectué du 03 Juin 2024 au 30 Septembre 2024 en vue de l'obtention du
diplôme d'ingénieur de travaux et de Licence en informatique

Option : Systèmes et réseaux

Rédigé par :

MBAWAT ETIENNE DUMARD

Etudiant en 3ème année Systèmes et réseaux à l'IAI-Cameroun

Sous la supervision

Académique de :

M. ASSOUMOU EKO'O Daniel

(*Professeur à l'IAI-Cameroun*)

Professionnel de :

M. SIMO TACHOUM Louis Valery

(*Promoteur de Get_Ready*)

Année académique 2023-2024



DEDICACE

A

MES PARENTS

REMERCIEMENTS

Ce travail est non seulement l'aboutissement de multiples efforts, mais aussi le résultat de précieux conseils et encouragements reçus de plusieurs personnes. Ainsi nous tenons à adresser notre reconnaissance à tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à son édification. Nos remerciements vont particulièrement :

- **A monsieur Armand Claude ABANDA**, représentant résident chef d'établissement de l'IAI-Cameroun, pour ses conseils, et sa volonté de nous édifier dans le monde de la technologie ;
- **A monsieur ASSOUMOU EKO'O DANIEL**, notre encadrant académique, pour sa disponibilité, ses conseils, ses remarques et son aide, sans lesquels la réalisation de ce travail aurait été difficile ;
- **A monsieur SIMO TACHOUM Louis Valery** notre encadrant professionnel tant pour sa disponibilité, ses conseils, ses remarques et son aide, sans lesquels la réalisation de ce travail aurait été difficile
- A tous mes professeurs qui, tout au long de mon année académique m'ont transmis, non seulement connaissance, mais aussi le savoir-vivre ;
- A tous ma famille, en particulier mes frères et sœurs qui m'ont accordé un soutien inconditionnel
- A mes amis et camarades de promotion
- A tous ceux que nous avons involontairement oublié, et qui ont participé de près ou de loin à la réussite de ce travail.

SOMMAIRE

DEDICACE.....	II
REMERCIEMENTS	III
SOMMAIRE	IV
LISTE DES TABLEAUX	V
LISTE DES FIGURES	VI
SIGLES ET ABREVIATIONS	VIII
RESUME.....	IX
ABSTRACT	- 1 -
INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	- 2 -
PARTIE 1: PHASE D'INSERTION.....	- 3 -
DEUXIEME PARTIE: PHASE TECHNIQUE	- 13 -
CHAPITRE 1 : ANALYSE DU PROJET.....	- 14 -
CHAPITRE 2: CAHIER DES CHARGE	- 19 -
CHAPITRE 3 : ÉTAT DE L'ART	- 28 -
CHAPITRE 4 : IMPLÉMENTATION DE LA SOLUTION	- 72 -
CHAPITRE 5 : RESULTATS ET COMMENTAIRES.....	- 106 -
CONCLUSION GENERALE	- 113 -
ANNEXE	A
BIBLIOGRAPHIE	B
WEBOGRAPHIE.....	C
GLOSSAIRE.....	D
TABLE DES MATIERES	F

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1 Services de Get_Ready.....</i>	- 8 -
<i>Tableau 2 Partenaires Get_Ready.....</i>	- 10 -
<i>Tableau 3 Ressources matérielles.....</i>	- 11 -
<i>Tableau 4 Ressources logiciels</i>	- 11 -
<i>Tableau 5 Coût des ressources humaines mercuriale 2024.....</i>	- 23 -
<i>Tableau 6 Coût des ressources matérielles : Mercurial 2024.....</i>	- 24 -
<i>Tableau 7 Coût ressources logicielles : mercuriale 2024.....</i>	- 25 -
<i>Tableau 8 Cout globale du projet</i>	- 26 -
<i>Tableau 9 Différences entre la conteneurisation et la virtualisation</i>	- 38 -
<i>Tableau 10 difference entre cloud Computing et Virtualisation</i>	- 42 -
<i>Tableau 11 les technologies qui implémentent la notion d'informatiques partagé.....</i>	- 46 -
<i>Tableau 12 comparatif Windows server et serveur linux.....</i>	- 53 -
<i>Tableau 13 outils de simulation reseau.....</i>	- 60 -
<i>Tableau 14 cas d'utilisation de la solution infinuDesk</i>	- 68 -
<i>Tableau 15 Tableau d'adressage.....</i>	- 83 -

LISTE DES FIGURES

Figure 1 plan de localisation (source : GetReady).....	10 -
Figure 2 plan de localisation (source Get_Ready)	10 -
Figure 3 Architecture IAI Cameroun centre de Yaoundé (source : Auteur).....	17 -
Figure 4 planification du projet : diagramme de gantt (source : Auteur)	22 -
Figure 5 virtualisation (source https://medium.com/@ravipatel.it/understanding-hypervisors-exploring-type-1-vs-type-2-and-full-vs-para-virtualization-71b4dad9abd9)	29 -
Figure 6 conteneurisation (source : https://phelepjeremy.wordpress.com/2017/06/21/la-conteneurisation/	36 -
Figure 7 informatique partagée (source : https://depositphotos.com/).....	40 -
Figure 8 Windows server (source : https://petri.com/understanding-windows-server-2022-licensing/).....	47 -
Figure 9 linux server (Source : https://researchhubs.com/post/computing/linux-basic/index.html).....	50 -
Figure 10 salle d'informatique utilisant la solution infinyDesk (source Get_Ready)	67 -
Figure 11 logo proxmox VE.....	73 -
Figure 12 logo windows server.....	75 -
Figure 13 logo pnetlab.....	77 -
Figure 14 logo apache guacamole.....	78 -
Figure 15 logo du logiciel veyon.....	80 -
Figure 16 image infinyDesk (source: Auteur).....	82 -
Figure 17 Architecture réseau de la solution (source Auteur).....	83 -
Figure 18 Page de téléchargement de proxmox ve (source Auteur)	85 -
Figure 19 boot de la clé pour proxmox VE (source Auteur)	86 -
Figure 20 Installation de Proxmox 1 ^{er} interface (source Auteur)	86 -
Figure 21 Récapitulatif d'installation de proxmox (source Auteur).....	87 -
Figure 22 interface d'accueil de proxmox (source Auteur).....	87 -
Figure 23telechargement de WinSCP (source Auteur)	88 -
Figure 24 téléchargement de PNETLab (source Auteur).....	88 -
Figure 25 importation de PNETLab vers le repertoire proxmox (source Auteur)	89 -
Figure 26 décompression de l'image ova de PNETLab (source Auteur)	89 -
Figure 27 extraction du fichier ovf de PNETLab (source Auteur)	90 -
Figure 28 interface d'qceuil PNETLab (source Auteur)	90 -
Figure 29 démarrage de l'installation de la VM indows Serveur 2022 (source Auteur)	91 -
Figure 30 résumé configuration de la VM Windows Server 2022 (source Auteur)	91 -
Figure 31 installation de la VM Windows serveur (source Auteur).....	92 -
Figure 32 ajout des fonctionnalités DHCP et DNS (source Auteur)	92 -
Figure 33 création du domaine Get_Ready.dom (source Auteur)	93 -
Figure 34 création des groupes représentant les classes d'étudiants (source Auteur)	93 -

Figure 35 création des utilisateurs associés au domaine (source Auteur)	- 94 -
Figure 36 installation l'image ubuntu du conteneur lxc (source Auteur)	- 94 -
Figure 37 configuration initiale du conteneur ubuntu (source Auteur)	- 95 -
Figure 38 installation d'apache guacamole (source Auteur)	- 95 -
Figure 39 page d'accueil d'apache guacamole (source Auteur)	- 96 -
Figure 40 création du groupe Enseignant sur Apache Guacamole (source Auteur)	- 97 -
Figure 41 récapitulatif des groupes créés (source Auteur).....	- 97 -
Figure 42 exemple de création d'un compte Enseignant (source Auteur).....	- 98 -
Figure 43 récapitulatif des comptes utilisateurs créés (source Auteur).....	- 99 -
Figure 44 Intégrations des postes au domaine active directory (source: Auteur)	- 100 -
Figure 45 connexion d'un utilisateur au domaine créé (source Auteur)	- 100 -
Figure 46 interface d'installation de veyon (Source: Auteur)	- 101 -
Figure 47 generartion des clés publics et privés sur Veyon Master (source Auteur)	- 101 -
Figure 48 Veyon client pour les étudiants (source Auteur).....	- 102 -
Figure 49 insertion des identifiants des machines clientes (source : Auteur).....	- 102 -
Figure 50 Intégration des paramètres d'une machine enseignante au sein de guacamole (source Auteur)...-	103 -
Figure 51 création du groupe Enseignant sur PNETLab avec assignation des privilèges (source Auteur) ...-	104 -
Figure 52 Présentation des groupes créés (source Auteur)	- 104 -
Figure 53 Présentation des utilisateurs créés sur PNETLab (source Auteur)Figure 54 Présentation des groupes créés (source Auteur)	- 104 -
Figure 55 Présentation des utilisateurs créés sur PNETLab (source Auteur)	- 105 -
Figure 56 connexion de différents utilisateurs (source Auteur)Figure 57 Présentation des utilisateurs créés sur PNETLab (source Auteur).....	- 105 -
Figure 58 installation de InfinyDesk (source: Auteur)	- 105 -
Figure 59 page de connexion guacamole (Source : Auteur).....	- 106 -
Figure 60 connexion des différents utilisateurs (source Auteur)	- 106 -
Figure 61 Accès aux machines du domaine (source Auteur)	- 107 -
Figure 62 Accès à l'interface de PNETLab (source Auteur)	- 107 -
Figure 63 Cr éation des laboratoires de travail par l'enseignant (source Auteur)	- 108 -
Figure 64 Suivi du travail de laboratoire par les étudiants (source Auteur)	- 108 -
Figure 65 suivi du laboratoire par l'étudiant (Source: Auteur)	- 109 -
Figure 66 Initialisation de la surveillance des travaux par l'enseignant (source Auteur)	- 109 -
Figure 67 Projection de la machine enseignante sur les machines d'étudiants	- 110 -
Figure 68Envoie des messages ciblés de l'enseignant aux étudiants (Source : Auteur).....	- 110 -
Figure 69 Réception du message par l'étudiant	- 111 -
Figure 70 sauvegarde de l'environnement de travail (source Auteur)	- 111 -

SIGLES ET ABREVIATIONS

IAI : Institut Africain d'Informatique

ADDS: Active Directory Domain Services

DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol

DNS: Domain Name System

KVM: Kernel-based Virtual Machine

LXC: Linux Containers

PlasS: Platform as a Service

PVE: Proxmox Virtual Environment

RDP: Remote Desktop Protocole

SSH : Secure Shell

VM: Virtual machine

VNC: Virtual Network Computing

RESUME

Dans le cadre de la validation de notre diplôme d'ingénieur à l'IAI Cameroun, nous sommes tenus de réaliser un stage académique de 4 mois (du 1er juin au 30 septembre 2024) au sein d'une entreprise locale. Ce stage vise à nous fournir une expérience technique et pratique en vue de notre entrée sur le marché de l'emploi. Nous avons choisi de passer ce temps au sein de GET_READY, une startup spécialisée dans la digitalisation avancée des services d'entreprise. Nous avons mis nos compétences à l'épreuve en développant une solution concrète : un laboratoire de simulation réseau intégré à une infrastructure informatique partagée, accessible à distance de manière sécurisée. Ce projet ambitieux vise à transformer l'apprentissage en milieu éducatif, en surmontant les obstacles liés à l'acquisition de matériel adapté et en élargissant les horizons de la formation en présentiel grâce au télétravail. Notre initiative cible spécifiquement les centres de formation Camerounais, avec un accent particulier sur l'IAI Cameroun, reconnue pour son engagement à offrir un cadre d'apprentissage optimal à ses étudiants. Pour mener à bien ce projet porteur, nous avons approfondi nos connaissances en virtualisation et administration système. En utilisant Proxmox VE comme hyperviseur de type 1, nous avons créé un bastion d'administration avec Windows Server, intégré des outils comme Apache Guacamole pour un accès à distance sécurisé, mis en place une solution InfinyDesk pour optimiser l'utilisation des ressources matérielles et enfin déployé Veyon une plateforme de surveillance, pour superviser le travail des étudiants. Ce projet représente non seulement un défi technique, mais également une opportunité de contribuer à l'évolution de l'enseignement en réseau informatique au Cameroun en générale et à l'IAI Cameroun en particulier.

Mots Clés : Virtualisation, conteneurisation, hyperviseur, domaine, RDP, accès à distance

ABSTRACT

As part of the validation of our engineering degree at IAI Cameroon, we are required to complete a 4-month academic internship (from June 1st to September 30th, 2024) within a local company. This internship aims to provide us with technical and practical experience to prepare us for the job market. We have chosen to spend this time at GET_READY, a startup specializing in advanced digitalization of enterprise services. We have decided to put our skills to the test by developing a concrete solution: an integrated network simulation laboratory within a shared computer infrastructure, accessible remotely in a secure manner. This ambitious project aims to transform learning in educational environments, overcoming the obstacles related to the acquisition of adapted materials and expanding the horizons of face-to-face training through telework. Our initiative specifically targets Cameroonian training centers, with a particular focus on IAI Cameroon, recognized for its commitment to offering an optimal learning environment to its students. To carry out this project, we have deepened our knowledge in virtualization and system administration. Using Proxmox VE as a type 1 hypervisor, we have created an administration bastion with Windows Server, integrated tools like Apache Guacamole for secure remote access, set up an InfinyDesk solution to optimize the use of material resources, and finally deployed Veyon, a monitoring platform, to supervise student work. This project represents not only a technical challenge but also an opportunity to contribute to the evolution of computer network education in Cameroon in general and at IAI Cameroon in particular..

Keywords: Virtualization, containerization, hypervisor, domain, RDP, remote access

INTRODUCTION GÉNÉRALE

La venue de l'informatique a pour but principale d'améliorer les conditions de vie des personnes, en apportant des solutions concrètes aux difficultés du quotidien. C'est ainsi qu'au Cameroun, de plus en plus d'établissements scolaire se donnent pour objectif de former des étudiants dans la manipulation de l'outil informatique. Devant cette noble tâche, ces établissements se heurtent généralement à une panoplie de difficultés qui ont un impact significatif sur leur écosystème. Comment améliorer notre système éducatif, en adoptant une solution numérique qui optimise l'utilisation du matériel, et qui soit résilient tout en étant adapté à notre écosystème ? C'est dans l'optique d'apporter des solution concrètes à ce problème, que du 03 juin au 30 septembre 2024, nous avons effectué un stage au sein de la Start-up Get_Ready, au cours duquel, le thème qui nous a été donné est celui du **déploiement d'un laboratoire de simulation réseau intégré à une infrastructure informatique partagée et superviser avec accès à distance sécurisé** ; une solution adaptée pour nos établissements. Ce sujet de travail consiste à fournir à nos centres de formations plus précisément à l'IAI Cameroun, un cadre de travail adéquate pour une formation de qualité des étudiants. Dans le souci de rendre compte de manière fidèle du temps passé en entreprise, il paraît logique d'attribuer à notre travail un plan bien précis : nous commencerons par présenter la phase d'insertion constituée de notre accueil au sein de Get_Ready, la présentation de la structure d'accueil ; ensuite nous présenterons notre projet en faisant une étude du fonctionnement de nos centres de formations. Puis dans la partie suivante nous présenterons le cahier de charge du projet, suite à quoi nous présenterons les généralités sur les notions clés suivies d'une étude comparative et nous terminerons par une implémentation où nous spécifions les outils utilisés ainsi que quelques tests.

PARTIE 1: PHASE D'INSERTION

RESUME :

Cette partie est essentiellement axée sur la description de la structure d'accueil. Elle présente de façon générale, le fonctionnement interne de celle-ci, ainsi que son architecture.

APERCU :

- I. ACCEUIL ET INTEGRATION
- II. PRESENTATION DE LA STRUCTURE

INTRODUCTION

La phase d'insertion professionnelle est une étape clé pour tout étudiant qui souhaite intégrer le monde professionnel ; elle permet ainsi à l'étudiant de prendre contact avec l'entreprise d'accueil, de se familiariser avec les différentes personnes qui y travaillent, et de comprendre comment fonctionne l'entreprise sur le plan administratif et technique, ceci afin pouvoir proposer une solution qui lui servira de sujet de travail, pour un problème décelé au cours de la précédente analyse. Dans la logique de cette méthodologie, nous décrirons notre accueil ainsi que notre intégration dans l'entreprise GET_READY, suite à quoi nous feront une présentation de l'entreprise elle-même.

ACCUEIL ET INTÉGRATION

Le mercredi 03 juillet 2024 a marqué le début de notre stage au sein de la start-up Get_Ready. A notre arrivé, nous avons été très chaleureusement accueillis par M. Valéry Simo, directeur General de la start-up, qui nous tout d'abord fait passer un entretien, durant lequel plusieurs questions en rapport avec notre CV nous ont été posées. Après cela, M. Valery nous a tout de suite briefé sur l'entreprise, son histoire, ses idéaux, ensuite il nous a donné des conseils concernant le monde professionnel, les attitudes et les aptitudes que l'entreprise attend de nous. A la fin de cet entretien, nous nous sommes rapidement sentis intégré dans l'entreprise, et nous étions très hâtes de réellement commencer.

PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

GET_READY est une startup spécialisée dans le désenclavement et la transformation numérique des entreprises créer en 2020 par Valéry Simo, Ingénieur en systèmes et réseaux et spécialiste de la transformation numérique. Elle a pour principal objectif, de faciliter la transformation digitale des entreprises, le développement de l'économie numérique au Cameroun par la promotion de l'ESport et de l'apprentissage par le jeu vidéo.

Historique

Crée en 2020, l'entreprise fait ses premiers pas. Ses objectifs principaux sont la transformation des processus métier grâce au numérique, passant par l'inclusion numérique et d'apporter un apport substantiel dans la croissance de l'expansion de l'économie numérique grâce aux sports électroniques !!!

GET_READY était consciente du potentiel immense de la technologie pour révolutionner la vie des individus et des entreprises, et elle s'est donnée pour objectif d'accompagner les acteurs locaux dans cette transition vers le numérique. Dès sa création, GET_READY a su se démarquer par son expertise pointue et son approche personnalisée.

Grâce à une équipe talentueuse et passionnée, l'entreprise a rapidement gagné la confiance de nombreux clients dans différents secteurs d'activité.

Mais c'est en 2021 que GET_READY a réellement marqué les esprits. Elle a été sollicitée pour piloter un projet de conception d'une application révolutionnaire appelée 5NKAP. Cette application avait pour but de simplifier et d'optimiser les processus de gestion de la comptabilité des entreprises, en offrant des fonctionnalités adaptées à chaque secteur d'activité.

Le succès de l'application 5NKAP a été retentissant. Elle a permis aux entreprises d'améliorer leur productivité, leur efficacité et leur rentabilité. Grâce à cette réalisation, GET_READY est devenue une référence dans le domaine de la transformation digitale au Cameroun.

Mais GET_READY ne s'est pas arrêtée là. Elle a également participé à l'organisation du tournoi de jeux vidéo nommé IGZ TOURNAMENT. Cette initiative a permis de rassembler les passionnés de jeux vidéo du pays, de promouvoir le secteur émergent de l'eSport et de créer une véritable communauté autour de cette activité. Le tournoi IGZ TOURNAMENT a connu un succès retentissant, attirant des milliers de participants et de spectateurs. GET_READY a su apporter son expertise en matière d'organisation d'événements et de gestion des infrastructures technologiques pour offrir une expérience inoubliable à tous les participants.

Grâce à ces deux réalisations majeures, GET_READY a renforcé sa position de leader dans le domaine de la transformation digitale au Cameroun. Son nom est désormais synonyme d'innovation, de qualité et de réussite. L'entreprise continue aujourd'hui à accompagner les acteurs locaux dans leur transition numérique, en proposant des solutions sur mesure et en restant à l'affût des dernières avancées technologiques. GET_READY est résolument engagée à contribuer au développement du pays en aidant les organisations à tirer pleinement parti du potentiel du digital.

Avec son équipe talentueuse et passionnée, GET_READY est prête à relever tous les défis qui se présentent sur le chemin de la transformation digitale. Elle reste à l'écoute des besoins et des attentes des clients, en proposant des solutions adaptées à chaque situation. L'entreprise met un point d'honneur à maintenir des partenariats solides avec les acteurs clés du secteur, afin de rester à la pointe des dernières tendances technologiques. Elle investit

également dans la formation continue de ses employés, pour garantir leur expertise et leur capacité à répondre aux besoins changeants du marché.

GET_READY croit fermement en l'importance de la transformation digitale pour le développement économique et social du Cameroun. Elle est convaincue que les entreprises et les organisations qui embrassent pleinement les opportunités offertes par la technologie seront mieux préparées pour l'avenir.

Avec son approche personnalisée, son expertise pointue et son engagement envers la réussite de ses clients, GET_READY continue à marquer l'histoire de la transformation digitale au Cameroun. Son nom est devenu synonyme d'excellence et d'innovation, et elle est prête à accompagner les acteurs locaux dans leur parcours vers le succès numérique.

a. Missions

GET_READY possède plusieurs missions, mais la principale reste celle-ci : Transformation digitale des écosystèmes et des Organisations au Cameroun. Il s'agit ici de pouvoir aider les petites et moyennes entreprises (PME) du Cameroun à adopter le numérique pour améliorer leur efficacité opérationnelle et leur compétitivité sur le marché tout en favorisant le désenclavement numérique.

b. Services

GET_READY propose plusieurs services parmi lesquels :

Tableau 1 Services de Get_Ready

Num	SERVICE	CIBLE
1	Conseil en stratégie numérique	Entreprises et particuliers
2	Conception et réalisation graphique	Entreprises et particuliers
3	Formations et recyclages	Entreprises et particuliers
4	Solution de cloud computing	Entreprises et particuliers
5	La gestion de projets liée au développement de logiciels	Entreprises et particuliers
6	Le déploiement de solutions multipostes	Entreprises et particuliers
7	La maintenance des équipements	Entreprises et particuliers
8	Audits et sécurité	Entreprises et particuliers
9	Le marketing digital	Entreprises et particuliers

Source: Get_Ready

Organigramme de la structure d'accueil

La hiérarchie administrative de GET_READY se décline comme suit :

➤ **Direction générale**

➤ **Directeur général : SIMO VALERY**

- ❖ Élaboration de la stratégie globale de l'entreprise
- ❖ Pilotage de l'entreprise et prise de décisions stratégiques
- ❖ Communication externe (clients, partenaires, fournisseurs)

➤ **Département de la transformation digitale**

➤ **Directeur de la transformation digitale** : responsable de la planification, de l'exécution et de la gestion de projets de transformation digitale pour les clients.

➤ **Équipe de consultants en transformation digitale** : responsables de l'analyse des besoins clients, de l'identification de solutions adaptées et de la mise en œuvre des projets.

➤ **Département commercial et marketing**

- **Directeur commercial et marketing** : responsable de la définition et de la mise en œuvre des stratégies de vente et de marketing pour promouvoir les produits et services de l'entreprise.
 - ❖ **Équipe de commerciaux** : responsables de la prospection de nouveaux clients et de la gestion des relations avec les clients existants.
 - ❖ **Équipe marketing** : responsables de la création de contenu marketing, de la gestion des réseaux sociaux et de la mise en place de campagnes publicitaires.

➤ **Département des opérations**

- **Directeur des opérations** : responsable de la gestion de la production des services et de la coordination des différentes équipes.
- **Équipe technique** : responsables de la mise en œuvre des solutions pour les clients.
- **Équipe support** : responsables du support technique et de la gestion des incidents pour les clients.

➤ **Département des ressources humaines**

- **Directeur des ressources humaines** : responsable de la gestion des ressources humaines, y compris la gestion des talents, la formation et le développement des employés.
 - ❖ **Équipe administrative** : responsables de la gestion administrative, de la paie et de la comptabilité.

Il est important de noter que cette proposition est basée sur une structure fonctionnelle. En fonction de l'évolution de l'entreprise et de ses besoins, il peut être judicieux d'adopter une structure organisationnelle différente, telle qu'une structure matricielle ou en réseau.

➤ **Département qualité**

- Élaboration et mise en place des politiques qualité de l'entreprise
- Contrôle et suivi de la qualité des produits et services proposés
- Gestion des certifications et labels qualité

1. Les Partenaires

Tableau 2 Partenaires Get_Ready

Entreprise	Logo
KMER OTAKU FESTIVAL	
NOTCH PAY	
BBIT	

Source Get_Ready

2. PLAN DE LOCALISATION

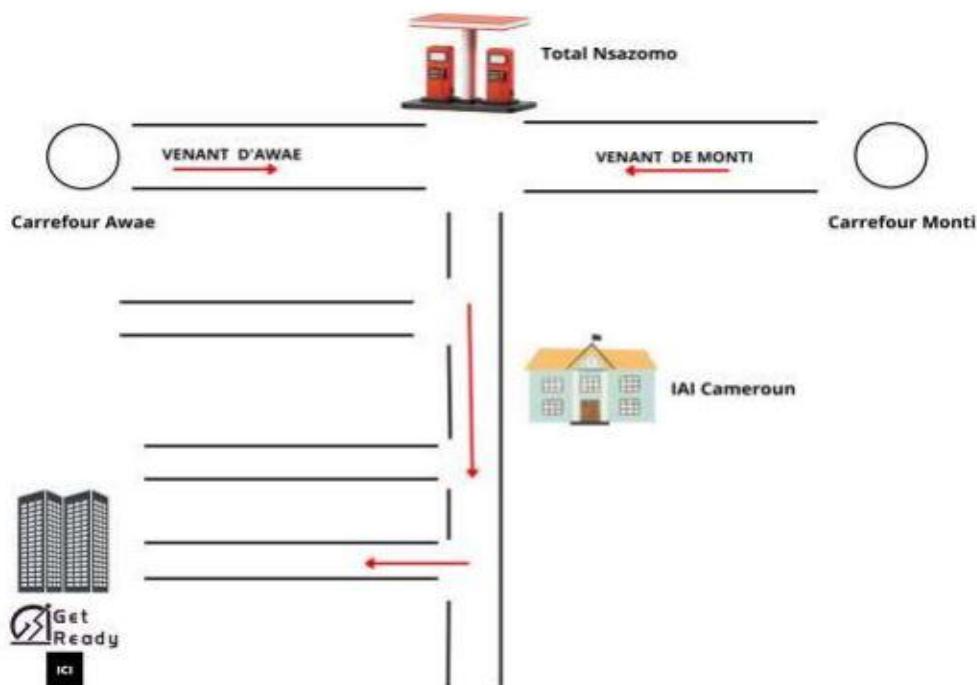


Figure 2 plan de localisation (source Get_Ready)

3. RESSOURCES DE L'ENTREPRISE

a. Matériel

Tableau 3 Ressources matérielles

Equipement	Caractéristique
DELL PRECISION TOWER 7810	2To HDD, 512 GoSSD, 64 Go RAM, intel xeon 3.4 GHz.
6 Écrans d'ordinateurs	24 pouces, LED
Routeur Modem Netgear	Technologie Wi-Fi 7 9,3 Gbit/s 2 500 pi2 Vitesses 2,5G Armure NETGEAR Bande Passant 320 MHz
Routeur Modem HUAWEI	

Source Get_Ready

b. Logiciels

Tableau 4 Ressources logiciels

Equipement	Rôle
Proxmox	Hyperviseur type 1
Windows 10	OS pour ordinateur client
Aster	Déploiement d'ordinateurs multi-poste

(Source : Get_Ready)

CONCLUSION

En somme, il était question pour nous de présenter la phase d'accueil au sein de la start-up Get_Ready. Nous avons en effet été chaleureusement accueillis, et nous nous sommes rapidement sentis intégré dans l'entreprise. La start-up Get_Ready apparait donc comme une entreprise qui fait dans la transformation numérique des entreprises, le but étant d'apporter des solutions numériques aux divers problèmes qui minent les entreprises au Cameroun.

DEUXIEME PARTIE: PHASE TECHNIQUE

RESUME :

Cette partie est la suite logique dans la rédaction de notre rapport. Dans cette partie, nous allons présenter tour à tour sous forme de dossier, l'analyse du projet, le cahier de charges, l'état de l'art, ainsi que l'implémentation de la solution et le test des fonctionnalités.

APERCU :

CHAPITRE 1 : ANALYSE DU PROJET

CHAPITRE 2 : CAHIER DE CHARGES

CHAPITRE 3 : ÉTAT DE L'ART

CHAPITRE 4 : IMPLÉMENTATION DE LA SOLUTION

CHAPITRE 6 : RESULTATS ET COMMENTAIRES

CHAPITRE 1 : ANALYSE DU PROJET

RESUME :

Dans ce chapitre, nous présentons de façon détaillé notre thème, en passant par une étude de l'existant et en ressortant les problématiques dont nous aurons à proposer une solution appropriée.

APERCU

I. PRESENTATION DU PROJET

II. ETUDE DE L'EXISTANT

III. CRITIQUE DE L'EXISTANT

IV. PROBLEMATIQUE

V. PROPOSITION DE LA SOLUTION

PRESENTATION DU PROJET

L’Institut Africain d’Informatique (IAI) Cameroun se positionne comme un acteur clé dans la formation des futurs professionnels de l’informatique en Afrique. Face à l’évolution rapide des technologies et à la demande croissante de compétences en réseaux, il est essentiel d’adapter notre offre éducative, à la demande de plus en plus croissante.

Le projet que nous portons par le biais de la Start-up GET_READY, vise à déployer un laboratoire de simulation réseau évolutif, intégré à une infrastructure d’informatique partagée et supervisée avec accès à distance sécurisé ; Une solution adaptée au contexte éducatif des centres de formations professionnels au Cameroun, dans notre cas, celui de l’IAI. Cette solution vise plusieurs objectifs globaux à savoir :

- **Améliorer l’Accès à l’Éducation en limitant les contraintes liées au matériel**
- **Améliorer la supervision des travaux d’étudiants**
- **Adopter un système résilient face aux restrictions du travail en présentiel**

ETUDE DE L’EXISTANT

Lors de nos travaux, nous avons rencontré plusieurs centres de formations qui désirent plus que tout fournir une formation de qualité à leurs apprenants. Au nombre de ces établissements nous avons recensé un établissement de référence ; l’IAI Cameroun (Institut Africain d’Informatique).

L’IAI Cameroun offre principalement deux types de formations, suivant le cycle LMD (Licence Master Doctorat), et une autre formation dite formation continu, dans le but de maîtriser l’outil informatique et d’obtenir à la fin une attestation de formation. Nous allons évaluer la manière dont les cours sont dispensés dans chacun de ces cas :

1. Au niveau de la formation LMD

- **Chez l’étudiant :**

Dans le cadre de cette formation, les étudiants sont appelés à posséder chacun un ordinateur portable performant, pouvant supporter la charge du travail qu'ils sont voués à réaliser. C'est une approche intéressante dans la mesure où elle favorise l'implication personnel de l'étudiant.

Inconvénient de l'approche :

En revanche, cette approche montre plusieurs limites, surtout lorsqu'on réalise que dans plusieurs sous centre de l'IAI, surtout en milieu moins lotis, des étudiants à faible moyen, n'ont pas toujours le luxe de se munir d'un ordinateur performant, et dans ce cas, ils se trouvent très souvent abandonnés au cours de la formation par manque d'équipement, sachant que pour la majorité de ces étudiants en filière Systèmes et réseaux en particulier, ils ont besoin d'avoir des laboratoire de simulation poussés pour effectuer leur apprentissage. A ce niveau, ces étudiants se sentent frustrés, et perdent souvent la motivation, ce qui ne les permet pas d'avancer dans leur formation.

➤ **Au niveau du système éducatif :**

Le système éducatif à l'IAI est particulièrement basé sur la formation en présentiel. Dans le cadre de la formation en filière systèmes et réseaux, les enseignants sont obligés de se déplacer sur chaque table d'étudiants, afin d'examiner le travail, ce qui est épuisant à la longue. Cette méthode comporte des atouts ; entre autres, elle permet d'encadrer au mieux l'apprenant tout en favorisant les échanges et le contact.

Inconvénient de l'approche :

Néanmoins nous avons vécus récemment une pandémie qui a sérieusement fragiliser ce système, le COVID-19. Des établissements scolaires ont dû fermés, d'autres ont dû réduire leurs effectifs pour se conformer aux recommandations demandant une distanciation et enfin des établissements comme l'IAI ont optés pour la formation à distances. A ce niveau plusieurs problèmes ont été observés, entre autres le manque d'implication des apprenants et la difficulté pour les enseignants de surveiller le travail de ceux-ci.

2. Au niveau de la formation continu

L'IAI Cameroun, dispose de plusieurs sous centre, repartis sur l'ensemble du territoire national. Chacun de ces sous centre sont dotés de salle informatique avec un grand nombre de

poste de travail individuel, pour assurer la formation continue de ces divers apprenants. Cette approche permet à chaque apprenant de disposer d'un ordinateur tout entier à sa disposition, ce qui le permet de suivre la formation.

Inconvénient de l'approche :

Même si cette approche est plutôt efficace, il reste néanmoins un problème crucial, celui du coût des équipements. En réalité pour mettre en place un tel système, il est obligatoire de disposer d'un nombre d'ordinateur, qui correspond au nombre exact d'apprenant voire plus, tout en courant le risque que le matériel fourni ne soit pas utilisé de façon optimale, ce qui entraîne un gaspillage de ressource.

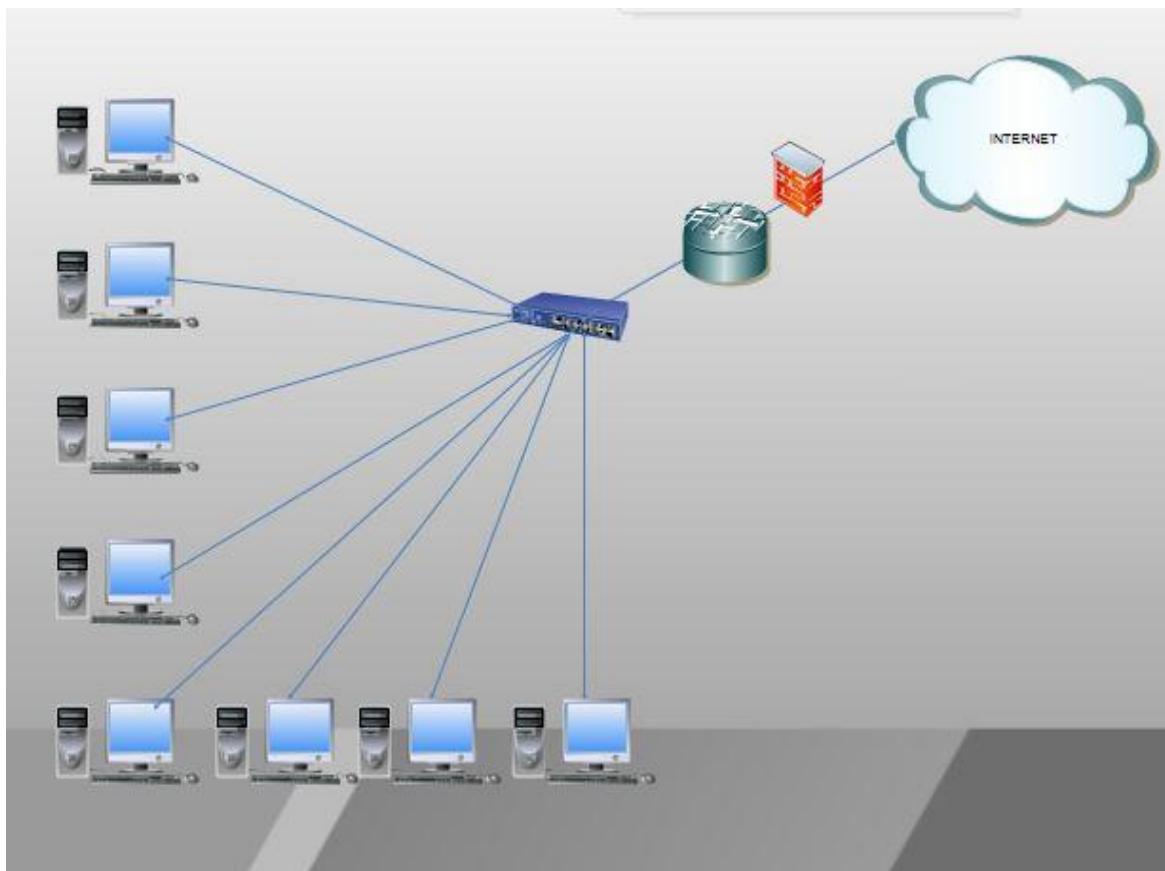


Figure 3 Architecture IAI Cameroun centre de Yaoundé (source : Auteur)

CRITIQUE DE L'EXISTANT

Le système en place bien qu'opérationnel, montre plusieurs limites que nous avons pu recenser lors de l'étude et l'analyse de l'existant. Entre autres limites, nous pouvons citer :

- L'incapacité pour l'étudiant de suivre normalement les cours lorsque son ordinateur montre des limites de performance
- La difficulté pour l'enseignement de surveiller facilement le travail des étudiants
- Le cout exorbitant des postes utilisés dans les laboratoires pour le suivi de la formation continu
- La non résilience du système éducatif en cas de période de pandémie

PROBLEMATIQUE

Au regard de tous ces limites que nous avons pu citer, une question résonne :

Comment améliorer notre système éducatif, en adoptant une solution numérique qui optimise l'utilisation du matériel, et qui soit résilient tout en étant adapté à notre écosystème ?

PROPOSITION DE LA SOLUTION

Pour répondre à cette question, nous mettons en place un : **laboratoire de simulation réseau de haut niveau, intégré à une infrastructure informatique partagée et sécurisée, garantissant l'accès à tous les utilisateurs, tout en permettant la surveillance des travaux des étudiants grâce à un outil performant et en assurant un accès à distance sécurisé.**

CHAPITRE 2: CAHIER DES CHARGE

RESUME

Le cahier de charges est un document établi de commun accord entre le maître d’ouvrage et le maître d’œuvre pour la réalisation du projet, il présente brièvement le fonctionnement du système en place afin d’en dégager les insuffisances. Le présent document définit le cahier de charge pour l’amélioration de la transmission des connaissances grâce aux solutions définies tout haut.

APERCU

- I. CONTEXTE ET JUSTIFICATION DU PROJET**
- II. OBJECTIF DU PROJET**
- III. EXPRESSION DES BESOINS DE L'UTILISATEUR**
- IV. PLANIFICATION DU PROJET**
- V. EVALUATION ESTIMATION DU COUT DU PROJET**
- VI. CONTRAINTE DU PROJET**
- VII. LIVRABLE**

CONTEXTE ET JUSTIFICATION DU PROJET

A l'IAI Cameroun, nous avons trouvé un système bien en place, mais qui présente des failles sur certains aspects. Le cout exorbitant du matériel dans les salles d'informatique, d'adoption d'un système qui peut être fragilisé en cas de crise ou pandémies, la peine dans la supervision du travail des étudiants en réseaux, qui cause énormément de problèmes que nous avons évoqué tout en haut. Au regard de ces différents problèmes, il nous est venu à l'esprit de **mettre en place un laboratoire de simulation réseau, intégré à une infrastructure informatique partagée et supervisée avec accès à distance sécurisée.**

OBJECTIFS DU PROJET

Objectif général

De façon globale l'objectif est d'optimiser l'utilisation des ressources matériel, et mettre en place un laboratoire de simulation réseau accessible aux étudiants et enseignants, en intégrant des outils de supervision, enfin de permettre une surveillance facile des travaux des étudiants par l'enseignant.

Objectif spécifique

Suivant les différentes contraintes liées à l'établissement, les objectifs suivants ont été fixés :

- Faciliter la surveillance des travaux en intégrant des outils de surveillances poussés
- Mettre en place un hyperviseur de type 1 ayant un rôle de datacenter dans lequel sera hébergé chacun des outils du projet
- Mettre en place un domaine d'administration pour gérer au mieux les différents utilisateurs
- Mettre en place un laboratoire qui simule au mieux la réalité
- Intégrer une solution qui optimise l'utilisation du matériel
- Intégrer l'accès à distance des différents équipements
- Gérer les privilèges de chaque utilisateur

- Personnaliser l'interface utilisateur des utilisateurs
- Renforcer la résilience du système éducatif, permettant une continuité de la formation durant les périodes de crises et pandémies.

EXPRESSION DES BESOINS DE L'UTILISATEUR

LES BESOINS FONCTIONNELS

Les besoins fonctionnels (ou exigences fonctionnelles) définissent ce que le système doit faire pour répondre aux attentes des utilisateurs. Ils décrivent les fonctionnalités et les comportements attendus du système. En guise de besoins de fonctionnel, nous pouvons citer :

- L'accès à distance au laboratoire
- La gestion facile des utilisateurs du système
- La création des travaux pratiques sur lesquels les étudiants seront amenés à travailler
- La surveillance des travaux des étudiants
- L'authentification en vu de la personnalisation de l'interface de l'utilisateur

LES BESOINS NON FONCTIONNELS

Les besoins non fonctionnels (ou exigences non fonctionnelles) définissent comment le système doit fonctionner pour répondre aux attentes des utilisateurs. Ils décrivent les caractéristiques et les contraintes du système qui ne sont pas directement liées à sa fonctionnalité, mais qui influent sur son comportement et sa performance. En guise de besoins de non fonctionnel, nous pouvons citer :

- La sécurité
- La facilité de prise en main

PLANIFICATION DU PROJET

Pour réaliser un projet il est nécessaire d'établir un planning pour toute la durée des tâches. Dans le cadre de notre stage académique, notre planning s'articule sur les points Suivants :

- Période d'insertion (deux semaines)

- Choix du thème (une semaine)
- Documentation (deux semaines)
- Rédaction du plan (une semaine)
- Analyse des besoins (une semaine)
- Déploiement de la solution (trois semaines)
- Tests et observation (une semaine)

Le planning fait sur gantt projet illustre visuellement la répartition des tâches pour la bonne conduite du projet

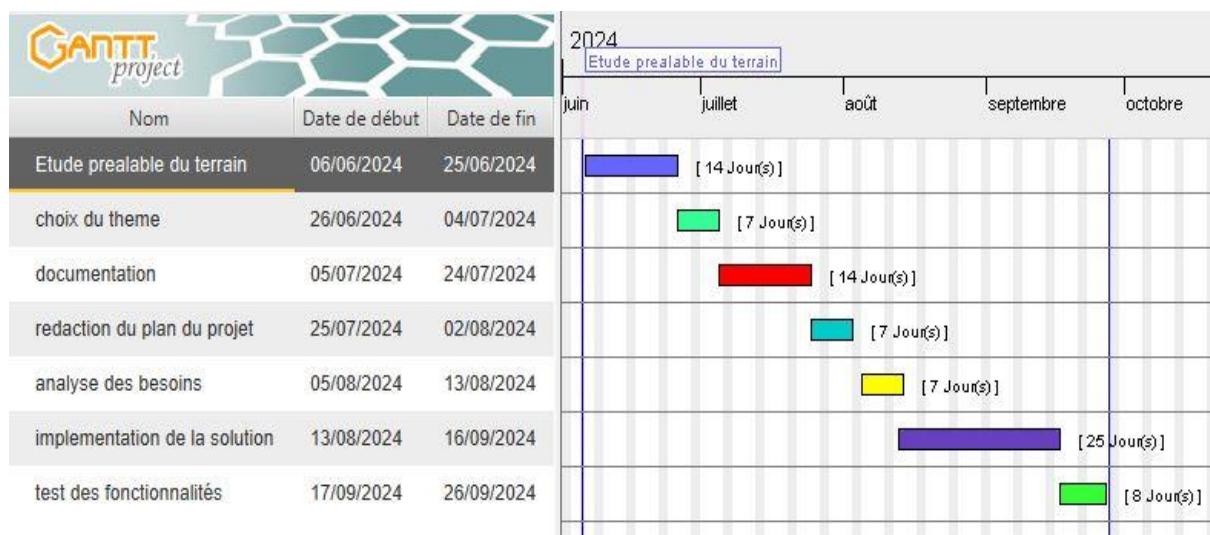


Figure 4 planification du projet : diagramme de gantt (source : Auteur)

ESTIMATION DU COUT DU PROJET

Les présents tableaux apportent un résumé des dépenses effectuées en termes de matériels, logiciels et main d'œuvre. Cette facture fera foi de bilan financier.

RESSOURCE HUMAINE

Tableau 5 Coût des ressources humaines mercuriale 2024

Référence mercuriale	Désignation	Prix (FCFA)	Jours	Prix total (FCFA)
34-001-190019	Chef de projet ingénieur des travaux informatiques (BACC + 3)	150 000	30	4 500 000
34-003-180006	Technicien Supérieur en informatique	100 000	30	3 000 000
Total :				7 500 000

(Source : Auteur)

RESSOURCE MATERIELLE

Tableau 6 Coût des ressources matérielles : Mercurial 2024

Référence mercuriale	Désignation	Quantité	Prix unitaire (FCFA)	Prix total (FCFA)
01-001-190610	Ordinateur serveur HP DELL INSPIRON 64GO/2 TB	1	2 500 000	2 500 000
01-001-190631	Clavier	5	20 700	103 500
01-001-190668	Souris	5	13 800	69 000
03-002-100025	Écran 24 ``	5	80 000	400 000
01-006-190232	Disque dur SEAGATE 8 To	1	198 375	198 375
05-005-190533	Ram 16 Go DDR4	8	25 000	200 000
Total :				3 470 875

(Source Auteur)

RESSOURCES LOGICIEL

Tableau 7 Coût ressources logicielles : mercuriale 2024

Désignation	Quantité	Prix unitaire (FCFA)	Prix total (FCFA)
Windows Server 2022 Data Center	4	846 312	3 385 250
Proxmox VE	1	Gratuit	Gratuit
Apache Guacamole	1	Gratuit	Gratuit
Windows 10 22H2	1	110 000	110 000
Veyon	2	Gratuit	Gratuit
PNETLab	1	Gratuit jusqu'à 100 utilisateurs	Gratuit
Total :			3 495 250

(Source Auteur)

COUT GLOBALE DU PROJET

Tableau 8 Cout globale du projet

Ressources	Montant (FCFA)
Matérielles	3 367 375
Logicielles	3 495 250
Humaines	7 500 000
Imprévus (10 %)	1 662 737
Total :	16 128 860

(Source Auteur)

CONTRAINTE DU PROJET

Bien que ce projet semble se dérouler à priori dans de bonnes conditions, nous tenons à définir les facteurs qui nous ont freiné dans le déploiement de notre solution.

- La difficulté de configuration des outils tels qu'apache Guacamole et proxmox ve
- Les contraintes matérielles
- Difficulté de rencontrer fréquemment l'encadreur académique suite à son emploi de temps chargé ;
- Difficulté financière

LIVRABLES

À la fin de la réalisation du projet, nous fournirons :

- Une maquette de la réalisation du projet à échelle réduite.
- Un dossier technique complet, composé du cahier de charge et du dossier de réalisation

CONCLUSION

Le cahier de charge représente non seulement une sorte de chemin à suivre par le maître d’œuvre mais aussi une assurance pour le maître d’ouvrage car tout ce que doit réaliser le maître d’œuvre est clairement spécifié dans celui-ci. Cette phase étant réalisé, nous pouvons ainsi entamer l’état de l’art.

CHAPITRE 3 : ÉTAT DE L'ART

RESUME :

Ce chapitre présente la démarche scientifique que nous devrons suivre afin de résoudre le problème posé. Ceci passera par une étude sur diverses solutions déjà existantes, qui conduira sur le choix final de la solution à adopter.

APERCU :

- I. Généralités sur la virtualisation et la Conteneurisation**
- II. Généralités sur la notion d'informatique partagé**
- III. Généralité sur l'administration système**
- IV. Notion de Simulation réseau**
- V. Notion de Surveillance et contrôle à distance des ordinateurs**
- VI. Généralité sur l'accès à distance**
- VII. La solution InfinyDesk**

INTRODUCTION

Comme tout projet scientifique, diverses notions permettent de mieux appréhender les contours, il est donc nécessaire de les énoncer pour une meilleure compréhension. Nous détaillons ici les notions clés à prendre en compte dans l'écosystème de ce projet. Nous détaillons les différentes technologies qui permettent de réaliser la solution, afin de mieux diriger nos choix.

I. GENERALITE SUR LA VIRTUALISATION ET LA CONTENEURISATION

Notion de Virtualisation

a. Définition

La virtualisation est un processus qui permet à un ordinateur de partager ses ressources matérielles avec plusieurs environnements séparés numériquement. Chaque environnement virtualisé fonctionne dans les limites des ressources qui lui sont allouées, telles que la mémoire, la puissance de traitement et le stockage. Grâce à la virtualisation, les organisations peuvent passer d'un système d'exploitation à un autre sur le même serveur sans avoir à redémarrer.

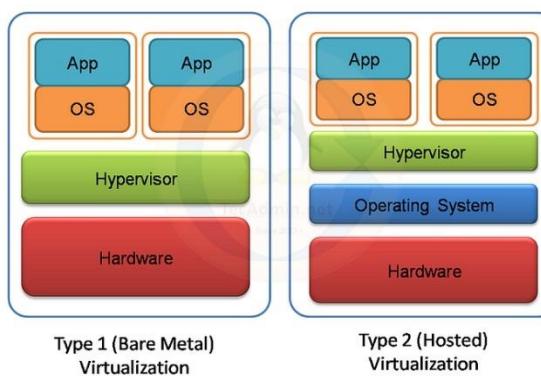


Figure 5 virtualisation (source <https://medium.com/@ravipatel.it/understanding-hypervisors-exploring-type-1-vs-type-2-and-full-vs-para-virtualization-71b4dad9abd9>)

b. Technologies de Virtualisation

En fonction de technologie choisie on peut rencontrer divers sorte de virtualisation, entre autres :

➤ **Virtualisation de serveur :**

- Permet de faire fonctionner plusieurs serveurs virtuels sur un seul serveur physique. Cela inclut des solutions comme VMware, Microsoft Hyper-V, et KVM.

➤ **Virtualisation de bureau (VDI) :**

- Permet aux utilisateurs d'accéder à des bureaux virtuels depuis n'importe quel appareil. Les environnements de bureau sont hébergés sur des serveurs centraux.

➤ **Virtualisation d'application :**

- Permet l'exécution d'applications sur un système d'exploitation sans installation locale. Cela peut inclure des technologies comme App-V ou Citrix.

➤ **Virtualisation de stockage :**

- Agrège plusieurs dispositifs de stockage physiques en un seul système virtuel pour simplifier la gestion et améliorer l'efficacité.

➤ **Virtualisation de réseau :**

- Crée des réseaux virtuels au-dessus de l'infrastructure réseau physique, permettant une meilleure gestion des ressources et une isolation des différents environnements.

➤ **Virtualisation de système d'exploitation :**

- Permet de faire fonctionner plusieurs systèmes d'exploitation sur un même serveur physique, souvent en utilisant des conteneurs comme Docker.

c. Avantages de la virtualisation

Parmi ces avantages nous pouvons citer entre autres :

➤ **Optimisation des ressources**

- **Utilisation efficace** : La virtualisation permet d'exploiter pleinement la capacité des serveurs physiques en exécutant plusieurs machines virtuelles (VM) sur un même

matériel. Cela réduit le gaspillage de ressources, car les serveurs physiques sont souvent sous-utilisés.

- **Provisioning rapide :** La création de nouvelles VM peut se faire en quelques minutes, permettant de répondre rapidement aux besoins changeants des applications et des utilisateurs.

➤ Isolation

- **Sécurité accrue :** Chaque VM fonctionne dans un environnement isolé, ce qui signifie qu'une faille ou une attaque dans une VM n'affecte pas les autres. Cela réduit le risque de propagation de malwares ou d'autres menaces.
- **Stabilité des applications :** Les applications peuvent être exécutées dans des environnements distincts, minimisant les conflits de dépendances ou de configurations. Par exemple, une mise à jour d'un logiciel dans une VM n'interfère pas avec les autres VM.
- **Tests et développement :** Les informaticiens peuvent créer des VM pour tester des applications sans risquer d'impacter l'environnement de production. Cela permet des cycles de développement plus rapides et plus sûrs.

➤ Flexibilité

- **Déploiement rapide :** Les environnements virtuels peuvent être créés, modifiés ou supprimés rapidement. Cela permet aux entreprises de s'adapter rapidement aux changements de demande.
- **Gestion centralisée :** Les outils de gestion de virtualisation permettent de contrôler plusieurs VM depuis une seule interface. Cela simplifie la gestion des ressources, des mises à jour et des sauvegardes.
- **Migration transparente :** Les VM peuvent être migrées d'un serveur physique à un autre sans temps d'arrêt, permettant une maintenance plus facile des serveurs physiques sans perturber les services.

➤ Économie

- **Réduction des coûts matériels :** En consolidant plusieurs serveurs physiques en VM sur un seul serveur, les entreprises peuvent réduire le nombre de serveurs physiques nécessaires, diminuant ainsi les coûts d'achat.
- **Économies énergétiques :** Moins de serveurs physiques signifient également moins de consommation d'énergie pour l'alimentation et le refroidissement. Cela contribue à réduire les coûts d'exploitation et l'empreinte carbone.
- **Maintenance simplifiée :** Avec moins de matériel à gérer, les coûts de maintenance et de support technique sont également réduits. Les mises à jour et les réparations peuvent être effectuées plus facilement sur un nombre réduit de serveurs.

Les machines virtuelles et les hyperviseurs sont deux concepts importants de la virtualisation. Nous présentons ici de façon détaillé ces deux concepts :

d. Les hyperviseurs

Les hyperviseurs, également appelés gestionnaires de machines virtuelles (VM), sont des logiciels qui permettent de créer et de gérer des machines virtuelles (VM) sur un serveur physique. Ils agissent comme une couche d'abstraction entre le matériel et les systèmes d'exploitation, permettant à plusieurs systèmes d'exploitation de fonctionner simultanément sur un seul matériel.

Il existe deux types d'hyperviseurs :

➤ Hyperviseur type 1

L'hyperviseur de type 1, également connu sous le nom d'hyperviseur "bare-metal", est un logiciel qui fonctionne directement sur le matériel physique d'un serveur. Contrairement aux hyperviseurs de type 2, qui s'exécutent sur un système d'exploitation hôte, les hyperviseurs de type 1 n'ont pas de couche intermédiaire, ce qui leur permet de fournir des performances et une efficacité optimale. Voici un examen détaillé des hyperviseurs de type 1.

Caractéristiques des hyperviseurs de type 1

- **Exécution directe sur le matériel :** L'hyperviseur s'installe directement sur le matériel physique du serveur. Cela élimine la nécessité d'un système d'exploitation hôte, ce qui réduit la latence et améliore les performances.

- **Isolation des machines virtuelles** : Chaque machine virtuelle (VM) fonctionne dans un environnement isolé. Si une VM rencontre un problème ou est compromise, cela n'affecte pas les autres VM ni l'hyperviseur lui-même.
- **Gestion avancée des ressources** : Les hyperviseurs de type 1 gèrent efficacement les ressources matérielles (CPU, RAM, stockage) et les allouent dynamiquement aux VM en fonction de leurs besoins. Cela optimise l'utilisation des ressources physiques.
- **Émulation matérielle** : Ils peuvent émuler des composants matériels, permettant aux VM d'accéder à des ressources physiques comme des cartes réseau, des contrôleurs de stockage, etc.

Avantages des hyperviseurs de type 1

- **Performances optimales** : Étant donné qu'ils fonctionnent directement sur le matériel, les hyperviseurs de type 1 offrent une latence plus faible et des performances supérieures par rapport aux hyperviseurs de type 2. Cela est particulièrement important pour les applications exigeantes en termes de ressources.
- **Sécurité renforcée** : La réduction des couches logicielles minimise la surface d'attaque, rendant ces hyperviseurs moins vulnérables aux menaces. De plus, l'isolation des VM contribue à la sécurité globale.
- **Scalabilité** : Les hyperviseurs de type 1 peuvent facilement gérer un grand nombre de VM, ce qui les rend adaptés aux environnements de centres de données et cloud où la scalabilité est essentielle.
- **Gestion centralisée** : Ils permettent une gestion centralisée des ressources, facilitant les tâches d'administration, de surveillance et de maintenance des VM.

Exemples d'hyperviseurs de type 1

- **VMware vSphere/ESXi** : Une des solutions de virtualisation les plus populaires, vSphere est connu pour sa robustesse, ses fonctionnalités avancées et son écosystème riche.
- **Microsoft Hyper-V** : Intégré à Windows Server, Hyper-V offre des fonctionnalités de virtualisation puissantes et est largement utilisé dans les environnements Windows.

- **Xen** : Un hyperviseur open source qui est souvent utilisé dans des environnements cloud, offrant des fonctionnalités avancées et une bonne performance.
- **KVM (Kernel-based Virtual Machine)** : Une solution de virtualisation intégrée au noyau Linux, KVM transforme le noyau Linux en un hyperviseur de type 1, permettant aux utilisateurs de bénéficier de la sécurité et des performances de Linux tout en exécutant des VM.

➤ Hyperviseur type 2

L'hyperviseur de type 2, également connu sous le nom d'hyperviseur "hosted", est un logiciel qui s'exécute sur un système d'exploitation hôte. Contrairement aux hyperviseurs de type 1, qui fonctionnent directement sur le matériel physique, les hyperviseurs de type 2 reposent sur un système d'exploitation pour gérer les ressources et les machines virtuelles (VM). Voici un examen détaillé des hyperviseurs de type 2.

Caractéristiques des hyperviseurs de type 2

- **Exécution sur un système d'exploitation hôte** : Les hyperviseurs de type 2 s'installent comme des applications sur un système d'exploitation existant (comme Windows, macOS ou Linux). Ils dépendent de l'OS pour accéder aux ressources matérielles.
- **Création et gestion de machines virtuelles** : Ils permettent de créer, exécuter et gérer plusieurs VM sur un même système hôte. Chaque VM fonctionne comme un ordinateur indépendant avec son propre système d'exploitation.
- **Interface utilisateur conviviale** : Ces hyperviseurs offrent souvent des interfaces graphiques intuitives, facilitant l'utilisation pour les utilisateurs non techniques.

Avantages des hyperviseurs de type 2

- **Facilité d'installation et d'utilisation** : Ils sont généralement simples à installer et à configurer, ce qui les rend idéaux pour les utilisateurs individuels et les environnements de test.

- **Compatibilité** : Supportent divers systèmes d'exploitation hôtes et peuvent exécuter différents systèmes d'exploitation invités, offrant ainsi une grande flexibilité pour le développement et le test.
- **Moins de ressources nécessaires** : Pour des environnements de petite taille ou des tests, les hyperviseurs de type 2 peuvent être plus adaptés car ils n'exigent pas la même infrastructure que les hyperviseurs de type 1.

Inconvénients des hyperviseurs de type 2

- **Performances inférieures** : Étant donné qu'ils fonctionnent sur un système d'exploitation hôte, les hyperviseurs de type 2 introduisent une couche supplémentaire, ce qui peut entraîner une latence accrue et des performances inférieures par rapport aux hyperviseurs de type 1.
- **Dépendance à l'OS hôte** : Les hyperviseurs de type 2 dépendent des ressources et de la stabilité de l'OS hôte. Si l'OS rencontre des problèmes, cela peut affecter toutes les VM.
- **Moins de sécurité** : La présence d'une couche supplémentaire (l'OS hôte) peut introduire des vulnérabilités supplémentaires, rendant les hyperviseurs de type 2 potentiellement moins sécurisés.

Exemples d'hyperviseurs de type 2

- **VMware Workstation** : Un hyperviseur populaire qui permet aux utilisateurs de créer et d'exécuter plusieurs VM sur des systèmes d'exploitation Windows et Linux. Il offre des fonctionnalités avancées comme la prise en charge des snapshots et des clones.
- **Oracle VirtualBox** : Un hyperviseur open source qui est très apprécié pour sa flexibilité et sa compatibilité avec de nombreux systèmes d'exploitation. Il est souvent utilisé pour des environnements de développement et de test.
- **Parallels Desktop** : Conçu spécifiquement pour macOS, il permet aux utilisateurs de faire fonctionner Windows et d'autres systèmes d'exploitation sur leurs machines Mac, tout en offrant une intégration transparente avec macOS.

Notion Conteneurisation

a. Définition

La conteneurisation est une méthode de virtualisation au niveau du système d'exploitation, qui permet d'exécuter des applications de manière isolée dans des conteneurs. Voici un aperçu détaillé des concepts, des avantages, des technologies et des cas d'utilisation associés à la conteneurisation.

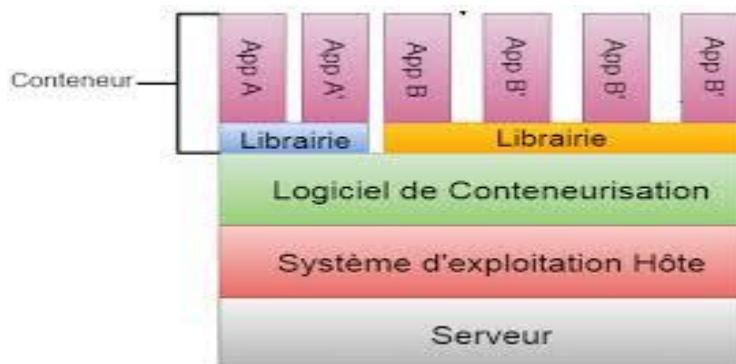


Figure 6 conteneurisation (source : <https://phelepjeremy.wordpress.com/2017/06/21/la-conteneurisation/>)

Concepts de base

Conteneurs : Un conteneur est une unité standardisée de logiciel qui regroupe le code de l'application et toutes ses dépendances (bibliothèques, fichiers de configuration, etc.) afin que l'application puisse s'exécuter rapidement et de manière fiable dans différents environnements.

Images de conteneurs : Une image est un modèle en lecture seule à partir duquel des conteneurs sont créés. Elle contient tout ce qui est nécessaire pour exécuter l'application.

Moteurs de conteneurs : Les moteurs comme **Docker**, **Podman** ou **containerd** sont utilisés pour créer, exécuter et gérer des conteneurs.

Orchestration : Pour gérer plusieurs conteneurs, des outils d'orchestration comme **Kubernetes** ou **Docker Swarm** sont utilisés. Ils facilitent le déploiement, la mise à l'échelle et la gestion des conteneurs.

b. Avantages et Inconvénients de la conteneurisation

Avantages de la conteneurisation

Isolation : Les conteneurs isolent les applications les unes des autres, ce qui réduit les conflits de dépendance et améliore la sécurité.

Portabilité : Les applications dans des conteneurs peuvent être exécutées sur n'importe quelle machine qui dispose d'un moteur de conteneurs, ce qui facilite le déploiement sur différents environnements (développement, test, production).

Efficacité : Contrairement aux machines virtuelles, les conteneurs partagent le même noyau du système d'exploitation, ce qui les rend plus légers et plus rapides à démarrer.

Scalabilité : Les conteneurs peuvent être facilement mis à l'échelle en ajoutant ou en supprimant des instances selon la demande.

Cohérence : Les conteneurs garantissent que l'application fonctionne de la même manière, quel que soit l'environnement, ce qui réduit le problème « ça marche sur ma machine ».

Cas d'utilisation

- **Développement et tests :** Les développeurs peuvent créer des environnements de test identiques à la production, facilitant le développement agile.
- **Microservices :** Les architectures basées sur les microservices bénéficient de la conteneurisation, permettant le déploiement et la gestion indépendants de chaque service.
- **Applications serverless :** La conteneurisation est utilisée dans les architectures serverless pour exécuter des fonctions isolées sans avoir à gérer des serveurs.

Inconvénients de la conteneurisation

- **Sécurité :** Les conteneurs partagent le même noyau du système d'exploitation, ce qui peut poser des risques de sécurité si un conteneur est compromis. La gestion des permissions et des accès devient cruciale.
- **Performance :** Bien que les conteneurs soient généralement plus légers que les machines virtuelles, ils peuvent parfois introduire une surcharge, en particulier lors de l'utilisation intensive des ressources.

- Dépendances et Compatibilité : Les applications conteneurisées peuvent dépendre de versions spécifiques de bibliothèques ou de services, rendant la migration ou l'intégration avec d'autres systèmes plus compliqués.
- Écosystème en Évolution : L'écosystème de conteneurs évolue rapidement, ce qui peut rendre difficile la mise à jour des connaissances et des compétences des équipes.
- Problèmes de Réseau : La configuration réseau des conteneurs peut être complexe, avec des défis liés à la mise en réseau entre conteneurs et à la gestion des adresses IP.

Differences entre la conteneurisation et la virtualisation

Tableau 9 Différences entre la conteneurisation et la virtualisation

Critère	Virtualisation	Conteneurisation
Niveau d'abstraction	Niveau matériel (hyperviseur)	Niveau système d'exploitation (OS)
Isolation	Chaque VM a son propre OS	Les conteneurs partagent le même noyau OS
Lourdeur	Plus lourd (ressources supplémentaires pour chaque VM)	Plus léger (faible surcharge)
Démarrage	Démarrage plus lent (peut prendre plusieurs minutes)	Démarrage rapide (souvent en secondes)
Performance	Performances affectées par l'hyperviseur	Meilleures performances, plus proches du matériel
Gestion des ressources	Allocation de ressources dédiée pour chaque VM	Partage dynamique des ressources

Critère	Virtualisation	Conteneurisation
Portabilité	Moins portable (dépend de l'hyperviseur)	Très portable (fonctionne sur n'importe quel moteur de conteneurs)
Cas d'utilisation	Idéal pour des applications nécessitant une isolation forte	Idéal pour les microservices et les applications cloud-native
Sécurité	Isolation forte, mais vulnérabilités potentielles à l'hyperviseur	Isolation moindre, et moins de surface d'attaque
Complexité	Plus complexe à gérer en raison de multiples OS	Moins complexe, gestion des conteneurs généralement plus simple
Mise à jour	Les mises à jour peuvent nécessiter des redémarrages de VM	Mise à jour plus rapide des applications via des images de conteneurs
Système de fichiers	Chaque VM a son propre système de fichiers isolé	Les conteneurs peuvent partager des systèmes de fichiers, mais restent isolés
Utilisation des ressources	Consommation de ressources plus élevée en raison de l'OS complet	Consommation de ressources optimisée grâce à l'utilisation partagée de l'OS
Évolutivité	Évolutivité plus complexe en raison de la gestion des VM	Évolutivité facile avec ajout/suppression rapide de conteneurs
Gestion des dépendances	Chaque VM inclut toutes ses dépendances, ce qui peut être lourd	Les conteneurs incluent uniquement les dépendances nécessaires, réduisant la taille
Outils d'orchestration	Outils comme VMware vSphere, Microsoft Hyper-V, KVM	Outils comme Kubernetes, Docker Swarm, LXC

(Source Google)

Choix :

Dans le cadre de notre travail, nous utiliserons Proxmox VE comme hyperviseur de type 1 et comme conteneur, dans la mesure où il est constitué de deux noyaux, un noyau KVM pour la virtualisation, et un autre LXC pour la conteneurisation.

II. Généralités sur la notion d'informatique partagé

Définition

L'informatique partagée est un concept qui fait référence à l'utilisation collective de ressources informatiques, souvent dans le but d'optimiser l'efficacité, de réduire les coûts et d'améliorer la collaboration. Il permet donc à plusieurs utilisateurs ou systèmes d'accéder à des ressources informatiques centralisées. Ce concept est particulièrement pertinent dans un monde de plus en plus connecté, où la collaboration et l'efficacité sont essentielles.

Concept de base de l'informatique partagé



Figure 7 informatique partagée (source : <https://depositphotos.com/>)

a. Modèles d'informatique partagée

Modèle d'Informatique en Nuage (Cloud Computing)

Description

L'informatique en nuage permet aux utilisateurs d'accéder à des ressources informatiques (serveurs, stockage, applications) via Internet. Les utilisateurs n'ont pas besoin de matériel local pour accéder à ces ressources.

Types

- **Infrastructure as a Service (IaaS)** : Fournit des ressources informatiques virtualisées sur Internet (ex. : Amazon Web Services, Microsoft Azure).
- **Platform as a Service (PaaS)** : Offre une plateforme permettant aux développeurs de créer, tester et déployer des applications sans gérer l'infrastructure sous-jacente (ex. : Google App Engine).
- **Software as a Service (SaaS)** : Permet d'utiliser des applications via Internet, sans installation locale (ex. : Google Workspace, Salesforce).

Avantages

- Évolutivité et flexibilité.
- Réduction des coûts d'infrastructure.
- Accès à distance et collaboration en temps réel.

Virtualisation comme modèle d'informatique partagé :

Description

La virtualisation consiste à créer des versions virtuelles de ressources matérielles, permettant à plusieurs systèmes d'exploitation de fonctionner sur une seule machine physique.

Types

- **Virtualisation de Serveur** : Permet d'exécuter plusieurs serveurs virtuels sur un seul serveur physique.
- **Virtualisation de Bureau** : Fournit des environnements de bureau virtuels accessibles à distance (ex. : VMware Horizon).

- **Virtualisation de Stockage :** Regroupe plusieurs dispositifs de stockage physiques en une seule unité logique.

Avantages

- Meilleure utilisation des ressources.
- Isolation des applications pour des tests et des déploiements sécurisés.
- Simplification de la gestion des systèmes.

b. Différence entre cloud Computing et Virtualisation

Tableau 10 différence entre cloud Computing et Virtualisation

Caractéristiques	Informatique en nuage	Virtualisation
Définition	Un modèle pour délivrer des services informatiques sur internet	Une technologie qui crée une version virtuelle d'une ressource IT physique
Déploiement	Les ressources sont fournies en tant que service sur internet	Les ressources sont créées et gérées au sein de l'infrastructure de l'organisation
Évolutivité	Évolutif et flexible, avec des ressources disponibles à la demande	Évolutif, mais limité par l'infrastructure physique sous-jacente
Gestion des ressources	Les ressources sont gérées par le fournisseur de services en nuage	Les ressources sont gérées par l'organisation
Sécurité	La sécurité est gérée par le fournisseur de services en nuage, avec un certain contrôle par l'organisation	La sécurité est gérée entièrement par l'organisation
Coût	Tarif à l'utilisation	Coût initial élevé pour le matériel et les licences

(Source : <https://www.redhat.com/fr/topics/cloud-computing/cloud-vs-virtualization>)

c. Caractéristiques principales liés à l'informatique partagé

Les caractéristiques de l'informatique partagée sont des éléments qui font de cette technologie un atout majeur. Nous pouvons citer :

- **Service à la demande** : Les utilisateurs peuvent demander des ressources à tout moment, sans intervention humaine.
- **Évolutivité** : Les ressources peuvent être ajustées en fonction des besoins, permettant une augmentation ou une diminution rapide des capacités.
- **Multi-utilisateur** : Plusieurs utilisateurs peuvent partager les mêmes ressources physiques, tout en maintenant l'isolement de leurs données.
- **Accessibilité** : Les services sont accessibles depuis n'importe quel appareil connecté au réseau, facilitant le travail à distance et la collaboration.
- **Rapid elasticity** : Les ressources informatiques peuvent être facilement mises à jour ou augmentées en fonction des besoins.

d. Les cas d'utilisation de l'informatique partagée : une exploration approfondie

L'informatique partagée offre une flexibilité et une évolutivité sans précédent, ouvrant ainsi la voie à une multitude d'applications. Examinons en détail certains des cas d'utilisation les plus courants :

➤ Recherche Collaborative

Description : Les chercheurs partagent des ressources informatiques pour mener des projets de recherche complexes.

Exemples :

- Utilisation de clusters de calcul partagés pour exécuter des simulations ou analyser de grandes quantités de données.
- Partage de bases de données et d'outils d'analyse entre institutions.

➤ Infrastructure IT pour Startups

Description : Les startups utilisent des solutions d'informatique partagée pour minimiser les coûts d'infrastructure.

Exemples : Utilisation de services cloud pour héberger des applications, permettant une mise à l'échelle rapide sans investissements initiaux élevés.

➤ Analyse de Données et Big Data

Description : Les entreprises utilisent des ressources partagées pour analyser de grandes quantités de données et tirer des insights.

Exemples : Utilisation de plateformes comme Google BigQuery ou AWS Redshift pour l'analyse de données à grande échelle.

➤ Cloud Computing pour les Entreprises

Description : Les entreprises utilisent des services cloud pour héberger des applications, stocker des données et gérer des processus.

Exemples :

- **SaaS** : Utilisation de logiciels comme Salesforce ou Microsoft 365 pour la gestion de la relation client et la productivité.
- **IaaS** : Hébergement de serveurs virtuels sur des plateformes comme Amazon Web Services (AWS) ou Microsoft Azure.

➤ Éducation et Apprentissage à Distance

Description : Les institutions éducatives utilisent des plateformes d'apprentissage en ligne pour offrir des cours à distance.

Exemples :

- Utilisation de Moodle ou Canvas pour gérer les cours et les ressources.
- Outils de visioconférence comme Zoom pour les cours en direct.

Avantages de l'Informatique Partagée

Plusieurs raisons expliquent ce choix de technologie dans les entreprises et établissements scolaire.

- ✓ **Réduction des coûts** : Les utilisateurs n'ont pas à investir dans des infrastructures informatiques coûteuses et à les entretenir.
- ✓ **Flexibilité et scalabilité** : Les ressources informatiques peuvent être facilement mises à jour ou augmentées en fonction des besoins.
- ✓ **Accès à distance** : Les utilisateurs peuvent accéder aux ressources informatiques partagées depuis n'importe où, à tout moment, via Internet.
- ✓ **Sécurité améliorée** : Les données sont stockées dans des centres de données sécurisés et sont protégées par des mécanismes de sécurité avancés.

Technologies qui permettent d'implémenter la notion d'informatique partagé

L'informatique partagée repose sur plusieurs technologies qui permettent de fournir, gérer et optimiser l'accès aux ressources informatiques. Voici un aperçu des principales technologies qui implémentent cette notion :

Tableau 11 les technologies qui implémentent la notion d'informatiques partagé

Technologie	Description	Rôle dans l'informatique partagée
Virtualisation	Création de machines virtuelles sur une machine physique : Serveur, Réseau, Stockage	Optimisation des ressources, flexibilité
Réseautage	Communication entre les éléments de l'infrastructure : IP, Protocoles (HTTP, HTTPS, FTP),	Transfert de données, accessibilité
Stockage	Conservation des données : Objet, Bloc, Fichier	Disponibilité, sauvegarde
Systèmes d'exploitation	Environnement d'exécution des applications : Virtualisés, Conteneurs	Flexibilité, portabilité
Bases de données	Stockage et gestion des données	Traitemet de l'information

(Source : <https://stackoverflow.com/>)

Choix : Dans le cadre de l'implémentation de la notion d'informatique partagé, nous ferons de la virtualisation, avec implémentation d'un laboratoire donnant la possibilité à plusieurs utilisateurs, en l'occurrence des étudiants et enseignants, d'accéder à la plateforme (PLaaS).

Généralité sur l'administration système

L'administration système est un processus essentiel dans le domaine de l'informatique qui consiste à gérer et à maintenir les systèmes d'exploitation, les réseaux, les applications et les données d'une organisation. L'administrateur système est responsable de la configuration, de la maintenance, de la sécurité et de la performance des systèmes informatiques.

Lorsqu'on parle d'administration système, deux systèmes phare attirent généralement notre attention ; l'administration avec Windows server, et celle avec linux

a. Administration système avec Windows Server

Windows Server est une gamme de systèmes d'exploitation serveur développée par Microsoft, spécifiquement conçue pour gérer des environnements informatiques en réseau. Ce système d'exploitation est optimisé pour assurer la gestion des ressources, la sécurité des données et l'intégration des services au sein des organisations, qu'elles soient petites ou grandes. Voici un aperçu détaillé de ses caractéristiques et fonctionnalités.



Figure 8 Windows server (source: <https://petri.com/understanding-windows-server-2022-licensing/>)

Caractéristiques Principales

- **Multi-utilisateur** : Windows Server prend en charge plusieurs connexions simultanées, permettant à de nombreux utilisateurs d'accéder aux ressources partagées, telles que les fichiers et les imprimantes, tout en maintenant des performances optimales.
- **Sécurité Avancée** : Intègre des mécanismes de sécurité robustes, incluant le chiffrement des données, des contrôles d'accès basés sur les rôles (RBAC) et l'authentification multifactorielle, garantissant ainsi la protection des informations sensibles.
- **Services de Domaine** : Exploite Active Directory pour centraliser la gestion des identités et des accès, facilitant ainsi l'administration des utilisateurs et des groupes au sein de l'organisation.

Éditions Disponibles

Windows Server est proposé en plusieurs éditions, chacune répondant à des besoins spécifiques :

- **Windows Server Standard** : Conçu pour les petites et moyennes entreprises, offrant des fonctionnalités essentielles pour la gestion des serveurs.
- **Windows Server Datacenter** : Destiné aux environnements hautement virtualisés, avec un support illimité pour les machines virtuelles, ce qui le rend idéal pour les datacenters.
- **Windows Server Essentials** : Adapté aux petites entreprises, il offre des fonctionnalités simplifiées pour la gestion des utilisateurs et des ressources, sans nécessiter une infrastructure complexe.
- **Windows Server Foundation** : Une édition de base avec des fonctionnalités limitées, généralement utilisée dans des environnements à faible volume.

Fonctionnalités Clés :

Active Directory

- Fournit un cadre pour gérer les identités, les accès et les permissions des utilisateurs, permettant une gestion centralisée et une sécurité renforcée au sein du réseau.

Services de Fichier et d'Impression

- Facilite le partage de fichiers et d'imprimantes sur le réseau, améliorant ainsi la collaboration entre les utilisateurs et optimisant l'utilisation des ressources.

Hyper-V

- Offre des capacités de virtualisation avancées, permettant la création et la gestion de machines virtuelles. Cela optimise l'utilisation des ressources matérielles tout en fournissant une flexibilité accrue dans le déploiement d'applications.

Internet Information Services (IIS)

- Un serveur web intégré qui permet l'hébergement de sites web, d'applications web et de services web, offrant ainsi une plateforme robuste pour le développement et le déploiement d'applications.

Gestion et Administration

Windows Server comprend divers outils conçus pour simplifier l'administration :

- **Gestionnaire de Serveur** : Une interface centralisée qui permet de gérer les rôles, les fonctionnalités et les paramètres du serveur, facilitant ainsi la configuration et la surveillance des systèmes.
- **PowerShell** : Un environnement de ligne de commande puissant qui permet d'automatiser les tâches administratives et d'effectuer des configurations avancées de manière efficace.
- **Event Viewer** : Outil permettant de consulter les journaux d'événements, essentiel pour le diagnostic des problèmes et la surveillance des activités du système.

Surveillance et Maintenance

- **Windows Update** : Un service intégré qui gère les mises à jour du système d'exploitation et des applications, garantissant que le serveur est toujours à jour et sécurisé contre les vulnérabilités.
- **Performance Monitor** : Outil permettant de surveiller l'utilisation des ressources système (CPU, mémoire, disque) et d'identifier les goulets d'étranglement, facilitant ainsi l'optimisation des performances.

Sécurité

- **Windows Defender** : Une solution antivirus intégrée qui protège le serveur contre les menaces et les malwares, garantissant ainsi la sécurité des données.
- **BitLocker** : Outil de chiffrement des disques qui protège les données sensibles en cas de vol ou de perte, renforçant ainsi la sécurité des informations critiques.

Utilisations Courantes

- **Serveurs de Fichiers** : Windows Server est souvent utilisé pour centraliser le stockage et le partage de fichiers au sein d'une organisation.
- **Hébergement d'Applications** : Exécute des applications d'entreprise, des sites web et des services web, offrant une plateforme robuste pour le développement.
- **Gestion des Bases de Données** : Prend en charge des systèmes de gestion de bases de données comme Microsoft SQL Server, permettant une gestion efficace des données.

e. Administration système avec Server Linux

Un **Linux Server** désigne un serveur qui fonctionne sous un système d'exploitation basé sur le noyau Linux. Reconnu pour sa robustesse, sa sécurité et sa flexibilité, un serveur Linux est largement utilisé dans divers contextes, allant des petites entreprises aux grandes organisations. Voici une analyse détaillée des caractéristiques, des utilisations et des technologies associées à un serveur Linux.



Figure 9 linux server (Source : <https://researchhubs.com/post/computing/linux-basic/index.html>)

Caractéristiques Principales

- **Open Source** : Linux est un système d'exploitation open source, ce qui signifie que son code source est accessible au public. Cette nature collaborative permet aux utilisateurs de modifier et d'optimiser le système selon leurs besoins spécifiques, favorisant ainsi l'innovation.
- **Stabilité et Fiabilité** : Les serveurs Linux sont réputés pour leur capacité à fonctionner de manière ininterrompue sur de longues périodes sans nécessiter de redémarrage. Cette stabilité est essentielle dans des contextes critiques où la disponibilité est primordiale.
- **Sécurité** : Linux intègre des mécanismes de sécurité avancés, tels que des permissions d'accès strictes, des systèmes de contrôle d'accès (par exemple, SELinux et AppArmor), et une communauté active dédiée à la détection et à la correction des vulnérabilités. Cela permet de réduire considérablement les risques de sécurité.

Utilisations Courantes

- **Hébergement Web** : Les serveurs Linux sont souvent choisis pour héberger des sites web, en utilisant des serveurs tels qu'Apache ou Nginx, qui sont réputés pour leur performance et leur flexibilité.

- **Serveurs de Fichiers** : Ils facilitent le partage de fichiers au sein d'un réseau, permettant un accès centralisé aux données et améliorant la collaboration entre les utilisateurs.
- **Gestion des Bases de Données** : Linux prend en charge divers systèmes de gestion de bases de données, tels que MySQL, PostgreSQL et MongoDB, qui sont couramment utilisés pour des applications critiques nécessitant une gestion efficace des données.
- **Virtualisation** : Les serveurs Linux sont souvent déployés dans des environnements de virtualisation, avec des technologies comme KVM (Kernel-based Virtual Machine) permettant de créer et gérer des machines virtuelles de manière efficace.

Distributions Linux

Il existe de nombreuses distributions Linux adaptées à divers besoins de serveur. Parmi les plus populaires, on trouve :

- **Ubuntu Server** : Appréciée pour sa convivialité et son large soutien communautaire, elle est souvent privilégiée pour des déploiements rapides et efficaces.
- **CentOS** : Basée sur Red Hat Enterprise Linux, CentOS est largement utilisée dans les environnements de production pour sa stabilité et sa fiabilité.
- **Debian** : Réputée pour sa robustesse et sa stabilité, Debian sert souvent de base à d'autres distributions et est prisée pour les serveurs critiques.
- **Red Hat Enterprise Linux (RHEL)** : Proposant un support commercial et des solutions de sécurité avancées, RHEL est largement adopté par les entreprises pour des déploiements à grande échelle.

Gestion et Administration

L'administration d'un serveur Linux implique plusieurs tâches clés :

- **Gestion des Utilisateurs** : Création, modification et gestion des comptes utilisateurs et des permissions, généralement effectuées via des commandes en ligne telles que useradd et usermod.
- **Configuration Réseau** : Paramétrage des interfaces réseau, gestion des adresses IP, et configuration de services réseau tels que DHCP et DNS.

- **Sécurité** : Mise en place de pare-feu (comme iptables), gestion des mises à jour de sécurité et implémentation de politiques de contrôle d'accès pour protéger les ressources.
- **Surveillance et Maintenance** : Utilisation d'outils de surveillance pour analyser les performances du serveur et examiner les journaux système via des commandes comme top, htop et journalctl.

Outils et Technologies Associés

- **SSH (Secure Shell)** : Utilisé pour accéder et gérer le serveur à distance de manière sécurisée, permettant des opérations administratives sans compromis sur la sécurité.
- **Systèmes de Gestion de Paquets** : Outils tels que apt (pour Debian/Ubuntu) et yum/dnf (pour CentOS/RHEL) facilitent l'installation, la mise à jour et la gestion des logiciels installés sur le serveur.
- **Outils de Sauvegarde** : Utilisation d'outils comme rsync et tar pour effectuer des sauvegardes régulières des données et garantir la continuité des opérations en cas de perte de données.

f. Tableau comparatif de Windows Server et linux Server

Vous verrez ci-dessous un tableau qui illustre les différences entre l'administration avec Windows server et celle avec linux Server

Critères	Windows Server	Linux Server
Coût	Licences payantes (variété selon l'édition)	gratuit (open source)
Interface Utilisateur	Interface graphique conviviale	Principalement en ligne de commande (CLI), certaines distributions offrent une interface graphique
Sécurité	Mises à jour régulières, intégration de Windows Defender, Active Directory pour la gestion des accès	Sécurité par défaut robuste, permissions d'accès strictes, contrôle d'accès (SELinux, AppArmor)
Gestion des utilisateurs	Active Directory pour la gestion centralisée	Utilisateurs gérés via des commandes (useradd, passwd), fichiers de configuration
Applications	Idéal pour les applications Microsoft (SQL Server, Exchange)	Prise en charge d'un large éventail d'applications open source et de développement
Communauté	Forte communauté d'utilisateurs, support commercial	Large communauté open source, support souvent basé sur des forums et des contributions
Scalabilité	Scalabilité limitée par le modèle de licence	Scalabilité élevée, adapté aux grands environnements distribués
Intégration Cloud	Intégration native avec Microsoft Azure	Support pour divers services cloud, y compris AWS, Google Cloud et Azure

Tableau 12 comparatif Windows server et serveur linux

Choix :

Dans le cadre de ce travail, nous utiliserons Windows server 2022 dans son édition datacenter pour l'administration, au vu des différents atouts qu'il propose.

Notion de Simulation réseau

La **simulation réseau** est un processus qui permet de modéliser le comportement d'un réseau informatique dans un environnement virtuel. Cela permet aux utilisateurs de créer et d'expérimenter des topologies de réseau sans avoir besoin d'un matériel physique.

La simulation réseau offre divers aspects qui facilitent l'apprentissage, l'optimisation, et la gestion des réseaux. Voici une exploration détaillée des principaux objectifs de la simulation réseau :

Formation et Apprentissage

➤ Environnement Pratique

Les étudiants et les professionnels peuvent interagir avec des topologies de réseau sans risque, leur permettant d'apprendre les concepts théoriques en les appliquant pratiquement.

➤ Simulation de Scénarios Réels

Les utilisateurs peuvent reproduire des situations réelles, comme la mise en place de protocoles de routage ou la configuration de dispositifs, ce qui améliore leur compréhension des défis rencontrés dans des environnements de production.

➤ Préparation aux Certifications

Les outils de simulation sont souvent utilisés pour préparer des certifications en réseau (comme CCNA, CCNP), fournissant un cadre pratique pour maîtriser les compétences nécessaires.

Évaluation des Performances

➤ Analyse de la Latence

La simulation permet de mesurer le temps que mettent les paquets de données à traverser le réseau. Cela aide à identifier les goulets d'étranglement et à optimiser les chemins de routage.

➤ Bande Passante

Il est crucial de comprendre la capacité de transmission de données d'un réseau. La simulation permet de tester comment différentes configurations impactent la bande passante disponible et d'identifier les limites des ressources.

➤ Taux de Perte de Paquets

La simulation aide à évaluer la fiabilité du réseau en mesurant le pourcentage de paquets perdus durant la transmission, ce qui est essentiel pour des applications sensibles à la perte de données, comme la voix sur IP (VoIP) ou le streaming vidéo.

Développement de Solutions

➤ Test de Nouvelles Technologies

Avant d'intégrer de nouvelles technologies ou protocoles dans un environnement de production, la simulation permet de tester leur comportement et leur compatibilité avec les configurations existantes.

➤ Validation des Configurations

Les administrateurs réseau peuvent simuler des changements de configuration pour évaluer leur impact sur le réseau avant de les appliquer en production, réduisant ainsi le risque d'interruption de service.

➤ Optimisation des Ressources

En simulant différentes configurations, les utilisateurs peuvent identifier la meilleure utilisation des ressources réseau, ce qui permet d'améliorer l'efficacité opérationnelle.

Résolution de Problèmes

➤ Diagnostic des Erreurs

La simulation permet de reproduire des problèmes de réseau, facilitant ainsi le diagnostic et l'identification des causes sous-jacentes.

➤ Scénarios de Charge

Les utilisateurs peuvent créer des scénarios de charge élevée pour tester la résilience du réseau, ce qui est essentiel pour s'assurer que le réseau peut gérer des pics d'activité sans défaillance.

➤ Planification de la Capacité

En simulant des augmentations de trafic, les administrateurs peuvent anticiper les besoins futurs en capacité et planifier les mises à niveau nécessaires.

Recherche et Développement

➤ Analyse de Protocoles

Les chercheurs peuvent utiliser la simulation pour étudier le comportement des protocoles dans différentes conditions, contribuant ainsi à l'avancement des connaissances dans le domaine des réseaux.

➤ Développement de Nouveaux Algorithmes

La simulation permet de tester de nouveaux algorithmes de routage ou de gestion de la qualité de service (QoS) sans les risques associés à des tests dans des environnements réels.

➤ Collaboration Interdisciplinaire

Les simulations peuvent également être utilisées dans des projets de recherche interdisciplinaire, impliquant des étudiants et des chercheurs de différents domaines pour développer des solutions innovantes.

Fonctionnalités Clés

- **Modélisation de Topologies** : Permet de créer des réseaux variés, incluant des routeurs, des commutateurs, des pares-feux, et d'autres dispositifs.
- **Support de Protocoles** : Simule divers protocoles réseau (TCP/IP, BGP, OSPF, etc.) pour tester leur comportement dans différentes conditions.

- **Analyse de Performance** : Fournit des outils pour mesurer la latence, la bande passante, et d'autres paramètres de performance.
- **Scénarios de Charge** : Permet de simuler des conditions de charge élevée pour évaluer la robustesse du réseau.

a. Outils de Simulation Réseau

Plusieurs outils sont disponibles pour la simulation réseau, chacun ayant ses propres caractéristiques :

- **GNS3 (Graphical Network Simulator-3)** : Outil populaire qui permet de simuler des réseaux complexes en intégrant des systèmes d'exploitation de routeurs réels.
- **Cisco Packet Tracer** : Utilisé principalement pour l'enseignement des concepts de réseau, ce logiciel permet de créer facilement des topologies et de simuler le comportement des dispositifs Cisco.
- **NS2/NS3 (Network Simulator)** : Outils de simulation plus avancés, principalement utilisés pour la recherche et l'analyse de protocoles réseau.
- **PnetLab** : Outil qui permet de créer des topologies de réseau virtuelles et de simuler le comportement des dispositifs réseau.

b. Avantages de la Simulation dans l'éducation

Coût Efficace

- **Économie de Matériel** : La simulation permet de tester des configurations et des scénarios sans nécessiter l'achat de matériel physique coûteux. Cela réduit les coûts liés à l'équipement.
- **Moins de Dépenses Opérationnelles** : En évitant la gestion et la maintenance de matériel physique, les organisations peuvent réduire leurs dépenses opérationnelles.

Environnement Sûr

- **Tests sans Risque** : Les utilisateurs peuvent expérimenter avec des configurations réseau sans craindre d'interrompre un réseau en production. Cela permet de tester des scénarios potentiellement risqués en toute sécurité.

- **Reproduction de Scénarios de Panne :** Les simulations permettent de reproduire des pannes ou des problèmes de réseau pour analyser l'impact sans risquer de perturber les opérations réelles.

Flexibilité et Rapidité

- **Création Rapide de Topologies :** Les utilisateurs peuvent créer et modifier des topologies de réseau très rapidement, ce qui facilite l'expérimentation et l'itération.
- **Scénarios Multiples :** Il est possible de tester plusieurs configurations en parallèle, permettant aux utilisateurs d'explorer différentes options en un temps réduit.

Analyse des Performances

- **Évaluation des Paramètres :** La simulation permet de mesurer divers paramètres de performance, tels que la latence, la bande passante, et le taux de perte de paquets, offrant une vue d'ensemble sur le fonctionnement du réseau.
- **Modélisation de Scénarios Complexes :** Les utilisateurs peuvent simuler des scénarios complexes, comme des augmentations de trafic ou des attaques DDoS, pour évaluer la résilience du réseau.

Formation et Éducation

- **Apprentissage Pratique :** Les étudiants et les professionnels peuvent interagir avec des topologies de réseau et des dispositifs virtuels, leur permettant d'appliquer les concepts théoriques dans un cadre pratique.
- **Préparation aux Certifications :** Les outils de simulation sont utiles pour les candidats préparant des certifications en réseau (comme CCNA ou CCNP), leur permettant de pratiquer des configurations et des scénarios réels.

Développement et Validation

- **Tests de Nouvelles Technologies :** Les ingénieurs peuvent tester de nouvelles technologies ou protocoles avant leur déploiement, minimisant ainsi les risques d'échecs en production.

- **Validation de Configurations :** Avant de mettre en œuvre une configuration dans un environnement réel, les utilisateurs peuvent la valider dans un environnement simulé, ce qui réduit les erreurs.

Collaboration et Partage

- **Partage de Scénarios :** Les utilisateurs peuvent partager des scénarios de simulation avec d'autres, facilitant la collaboration et l'apprentissage collectif.
- **Environnements Virtuels :** Les équipes distribuées peuvent travailler ensemble sur des projets de simulation, même à distance, grâce à des outils accessibles.

c. Outils de simulation réseau

Outil	Description	Caractéristiques	Utilisation
NS2	Simulateur open source pour la recherche en réseau	Modélisation de protocoles, support pour des scénarios complexes	Recherche académique
NS3	Amélioration de NS2, plus moderne	Interface plus conviviale, meilleure performance, extensibilité	Recherche et développement de protocoles
OMNeT++	Simulateur modulaire et extensible	Interface graphique, modélisation de réseaux sans fil et distribués	Recherche universitaire
Cisco Packet Tracer	Outil de simulation éducatif de Cisco	Création de topologies, configuration de dispositifs Cisco	Formation pour certifications Cisco
QualNet	Outil commercial de simulation de réseau	Modèles détaillés, outils d'analyse avancés	Recherche et évaluation des performances

NetSim	Outil de simulation de réseaux variés	Interface intuitive, support pour réseaux sans fil et filaires	Formation et certification en réseaux
PnetLab	Outil d'émulation et de simulation réseau	Interface conviviale, intégration avec d'autres outils	Apprentissage et tests de configurations

Tableau 13 outils de simulation reseau

Choix :

Dans le cadre de notre travail, nous utiliserons PNETlab, parce que c'est une technologie de pointe qui fournit un environnement adapté pour l'apprentissage.

Notion de Surveillance à distance des postes

Introduction

La surveillance et le contrôle des machines distantes sont devenus cruciaux dans le cadre de la transformation numérique actuelle. Que ce soit pour le télétravail, l'enseignement à distance ou la gestion des infrastructures cloud, il est essentiel de pouvoir surveiller et contrôler des systèmes à distance.

Définition de la surveillance en contexte éducatif

La surveillance à distance dans le contexte éducatif désigne l'utilisation de technologies pour observer et interagir avec les activités des élèves sur leurs ordinateurs ou dispositifs, généralement dans un environnement d'apprentissage à distance ou hybride. Cela permet aux enseignants de suivre le progrès des élèves, d'intervenir en cas de besoin et de maintenir un environnement d'apprentissage productif.

Objectifs de Surveillance à Distance Éducative

- **Suivi des Progrès des Élèves** : Permettre aux enseignants de surveiller les performances des élèves en temps réel.
- **Assistance Instantanée** : Intervenir rapidement pour aider les élèves qui rencontrent des difficultés techniques ou pédagogiques.
- **Contrôle de l'Engagement** : S'assurer que les élèves restent concentrés et engagés dans leurs activités d'apprentissage.
- **Gestion de la Salle de Classe Numérique** : Faciliter la gestion des comportements des élèves dans un environnement virtuel.

Outils de Surveillance à Distance

Veyon

Veyon est un outil largement utilisé dans les établissements éducatifs pour surveiller et contrôler les ordinateurs des élèves. Ses principales fonctionnalités incluent :

- **Visualisation des Écrans** : Les enseignants peuvent voir ce que chaque élève fait sur son écran, ce qui permet d'identifier les distractions ou les difficultés.
- **Prise de Contrôle à Distance** : Permet aux enseignants de prendre le contrôle d'un ordinateur d'élève pour montrer des exemples ou résoudre des problèmes.
- **Envoi de Messages** : Les enseignants peuvent envoyer des messages ou des instructions directement aux élèves.
- **Gestion de l'Accès à Internet** : Limite l'accès à certains sites web durant les heures de classe pour maintenir la concentration.

Apache Guacamole

Bien qu'il soit moins courant dans les environnements éducatifs que Veyon, Apache Guacamole permet également un accès à distance aux ordinateurs des élèves via un navigateur web. Ses avantages incluent :

- **Accessibilité** : Les enseignants peuvent se connecter à n'importe quel dispositif sans installation requise.
- **Support Multi-Protocoles** : Permet d'accéder à des systèmes via RDP, VNC ou SSH, offrant flexibilité et compatibilité.

ManageEngine

Description : Suite de gestion IT qui inclut des outils de surveillance des systèmes et des réseaux.

- **Fonctionnalités** :

- Surveillance des performances des serveurs, des applications et des réseaux.
- Alertes en temps réel pour les problèmes critiques.
- Rapports détaillés sur les activités et la santé des systèmes.

Puppet et Chef

Description : Outils de gestion de configuration qui incluent des fonctionnalités de surveillance.

Fonctionnalités :

- Suivi des configurations des systèmes.
- Détection des changements non autorisés.
- Automatisation des déploiements et des mises à jour.

Nagios

Description : Outil open source de surveillance des systèmes et des réseaux.

Fonctionnalités :

- Surveillance des serveurs, des applications et des services.
- Alertes en cas de défaillance ou d'anomalie.
- Extensibilité avec de nombreux plugins.

Zabbix

Description : Solution de surveillance à code ouvert pour la gestion des systèmes.

Fonctionnalités :

- Collecte et visualisation des données de performances.
- Alertes et notifications en temps réel.
- Interface web conviviale pour la gestion et l'analyse.

Choix :

Dans le cadre de notre travail, nous utiliserons **Veyon** pour assurer la surveillance des postes des étudiants par l'enseignant

Généralité sur l'accès à distance

L'accès à distance est une technologie qui permet aux utilisateurs d'accéder à des ressources informatiques partagées à partir de n'importe où, à tout moment, via un réseau de communication. Cela signifie que les utilisateurs peuvent accéder à des ordinateurs, des serveurs, des applications et des données à distance, comme s'ils étaient physiquement présents sur le site.

Types d'accès à distance

Il existe plusieurs types d'accès à distance, notamment :

- **Accès direct** : l'accès direct est le type d'accès à distance le plus courant, où l'utilisateur se connecte directement à l'ordinateur ou au serveur distant via un réseau de communication.
- **Accès indirect** : l'accès indirect implique l'utilisation d'un serveur intermédiaire pour relayer les messages entre les deux ordinateurs.
- **Accès via VPN** : l'accès via VPN (Virtual Private Network) est un type d'accès à distance qui utilise une connexion sécurisée pour accéder à un réseau privé via Internet.

Protocoles d'accès à distance

Il existe plusieurs protocoles d'accès à distance, notamment :

- **RDP (Remote Desktop Protocol)** : RDP est un protocole de communication qui permet aux utilisateurs de se connecter à un ordinateur distant et de contrôler son écran comme s'ils étaient physiquement présents.
- **VNC (Virtual Network Computing)** : VNC est un protocole de communication qui permet aux utilisateurs de se connecter à un ordinateur distant et de contrôler son écran comme s'ils étaient physiquement présents.
- **VPN (Virtual Private Network)** : VPN est un protocole de communication qui permet aux utilisateurs de se connecter à un réseau privé via Internet de manière sécurisée.

Avantages de l'accès à distance

L'accès à distance offre de nombreux avantages, notamment :

- **Flexibilité** : l'accès à distance permet aux utilisateurs de travailler à distance, à tout moment et en tout lieu.
- **Sécurité** : l'accès à distance permet de sécuriser les données et les applications en les stockant sur des serveurs distants.
- **Améliore la résilience et le télétravail**

Applications de l'Accès à Distance

➤ Éducation

L'accès à distance a transformé l'apprentissage en ligne, permettant aux étudiants de suivre des cours, d'accéder à des ressources pédagogiques et de participer à des discussions en ligne.

➤ Télétravail

De plus en plus d'entreprises adoptent le télétravail, permettant à leurs employés d'accéder à des systèmes et à des applications de manière sécurisée, favorisant ainsi la productivité et la satisfaction au travail.

➤ Support Technique

Les équipes de support peuvent diagnostiquer et résoudre des problèmes sur des ordinateurs distants, ce qui réduit le temps d'intervention et améliore le service client.

Défis de l'Accès à Distance

➤ Sécurité

L'un des principaux défis de l'accès à distance est la sécurité des données. Les connexions non sécurisées peuvent exposer des informations sensibles à des menaces.

➤ Dépendance à la Technologie

Un accès à distance efficace nécessite une infrastructure technologique fiable. Les pannes de réseau ou les problèmes techniques peuvent interrompre l'accès.

➤ Gestion des Utilisateurs

La gestion des droits d'accès et des identités est cruciale pour assurer que seuls les utilisateurs autorisés puissent accéder aux ressources sensibles.

Outils d'Accès à Distance

Plusieurs outils permettent de faire de l'accès à distance, au rang de ces outils nous pouvons citer :

- **Apache Guacamole** : Apache Guacamole est un serveur d'accès à distance open-source qui permet d'accéder à des ordinateurs distants via un navigateur web.
- **AnyDesk** : AnyDesk est un logiciel de bureau à distance qui permet un accès sécurisé et rapide à des ordinateurs distants.
- **TeamViewer** : TeamViewer est un logiciel de contrôle à distance qui permet aux utilisateurs de se connecter à des ordinateurs distants et de contrôler leur écran comme s'ils étaient physiquement présents.

- **LogMeIn** : LogMeIn est un logiciel de contrôle à distance qui permet aux utilisateurs de se connecter à des ordinateurs distants et de contrôler leur écran comme s'ils étaient physiquement présents.

Choix : Dans le cadre de notre travail, nous utiliserons apache guacamole, parce qu'il permet d'implémenter plusieurs protocoles d'accès à distance entre autres RDP, SSH, telnet, VNC, ce qui est avantageux dans le cadre d'un accès sur des plateformes distinctes.

LA SOLUTION INFINYDESK

INTRODUCTION

Dans le contexte postpandémique que traverse le Cameroun en particulier et l'Afrique en général, la nécessité de repenser et de moderniser les infrastructures éducatives est devenue une priorité absolue. La crise du Covid-19 a non seulement mis en évidence les lacunes numériques de notre système éducatif, mais a également exacerbé les défis liés à l'accès équitable à l'éducation pour tous les apprenants.

InfinyDesk, développé par Get_Ready (Startup spécialisée dans le désenclavement et la transformation digitale des écosystèmes et des organisations), est une solution logicielle révolutionnaire qui transforme un seul ordinateur en plusieurs postes de travail indépendants. Conçu pour répondre aux besoins des établissements éducatifs, PME et TPE, InfinyDesk permet à jusqu'à 12 utilisateurs de travailler simultanément sur une seule unité centrale, chacun avec son propre écran, clavier et souris. Cette approche non seulement optimise les ressources matérielles, mais aussi favorise l'inclusion numérique en rendant la technologie plus accessible à tous

POURQUOI INFINYDESK ?



Figure 10 salle d'informatique utilisant la solution infinyDesk (source Get_Ready)

Optimisation des Ressources :

InfinyDesk maximise l'utilisation des ressources matérielles existantes, réduisant ainsi le besoin d'acheter de nouveaux équipements coûteux. Chaque poste de travail indépendant fonctionne comme un ordinateur individuel, permettant une utilisation efficace des ressources disponibles.

Accessibilité Accrue

En augmentant le nombre de postes de travail sans augmenter le nombre d'ordinateurs, InfinyDesk rend la technologie plus accessible à un plus grand nombre d'utilisateurs, ce qui est crucial dans des contextes où les ressources sont limitées

Efficacité Économique

InfinyDesk maximise l'utilisation des ressources matérielles existantes, réduisant ainsi le besoin d'acheter de nouveaux équipements coûteux. Chaque poste de travail indépendant fonctionne comme un ordinateur individuel, permettant une utilisation efficace des ressources disponibles.

Flexibilité et Adaptabilité

Avec InfinyDesk, la maintenance devient plus simple et plus centralisée. Les administrateurs peuvent gérer les utilisateurs, les applications et les mises à jour depuis une seule interface, réduisant ainsi le temps et les efforts consacrés à la gestion

Sécurité Améliorée

Chaque session utilisateur étant indépendante, InfinyDesk garantit la confidentialité et la sécurité des données de chaque utilisateur. Les administrateurs peuvent également définir des permissions et des restrictions spécifiques pour chaque poste de travail, renforçant ainsi la sécurité globale.

Promotion de l'Inclusion Numérique

En rendant la technologie plus accessible et abordable, InfinyDesk favorise l'inclusion numérique. Les établissements peuvent offrir à davantage d'élèves la possibilité d'utiliser des outils informatiques, réduisant ainsi la fracture numérique.

CAS D'UTILISATIONS ET CIBLES

La solution InfinyDesk de Get_Ready est une approche innovante qui permet de palier à plusieurs problèmes au sein de nos établissements et entreprises. Ici vous trouverez divers cas d'utilisation ainsi que les cibles visées par cette solution.

Tableau 14 cas d'utilisation de la solution infinuDesk

Secteur	Problème	Solution InfinyDesk	Impact
Écoles et Universités	Budgets serrés et demande croissante pour des équipements numériques.	Transformez un seul ordinateur en plusieurs postes de travail indépendants, augmentant la capacité numérique de 200 à 300% sans frais supplémentaires. Réduction des coûts de 60 à 70%.	Extension de l'infrastructure numérique sans investissements matériels massifs, favorisant un apprentissage inclusif.
Centres de Formation Professionnelle	Budgets limités et infrastructures vieillissantes limitant l'accès aux outils nécessaires.	Multipliez les postes de formation à moindre coût, augmentant la capacité de formation de 150% tout en réduisant les dépenses IT de près de 50%.	Transformation des centres de formation en hubs modernes, capable de former plus de personnes avec des ressources maîtrisées.
Administrations Publiques	Contraintes budgétaires et	Optimisez l'utilisation de vos ressources existantes en transformant un seul	Aide à la transformation numérique tout en

	systèmes IT vieillissants.	ordinateur en plusieurs postes de travail.	garantissant une gestion budgétaire maîtrisée, contribuant à la modernisation et à l'accessibilité des services publics.
Salles Informatiques Communautaires	Accès aux technologies de l'information limité dans les zones rurales et semi-urbaines.	Créez des salles informatiques communautaires abordables en convertissant un seul PC en plusieurs postes de travail.	Devenir un levier pour l'inclusion numérique, offrant aux communautés locales un accès crucial aux technologies de l'information.
TPE et PME	Moyens limités pour équiper les collaborateurs et subvenir à la charge électrique.	Offrez un accès sécurisé à l'informatique tout en réduisant les coûts d'infrastructure IT et d'électricité de 60 à 70%.	Stratégie permettant aux TPE et PME africaines de gagner en compétitivité et de se démarquer sur leurs marchés.

(Source : Get_Ready)

Avantages spécifiques de la solution

Réduction de Coûts : Réduction significative des dépenses liées à l'achat et à l'entretien du matériel informatique. Les économies réalisées peuvent être réinvesties dans d'autres projets éducatifs ou infrastructurels.

Apprentissage Collaboratif : Favorise un environnement d'apprentissage interactif et collaboratif, aligné avec les valeurs communautaires et éducatives du SENECA. Les étudiants peuvent travailler en groupe tout en disposant de leur propre espace de travail.

Durabilité : Contribution à une approche durable de la gestion des ressources technologiques en réutilisant des PC plus anciens et en minimisant les déchets électroniques.

Soutien à la Formation Professionnelle : InfinyDesk peut être utilisé comme un outil de formation pour les étudiants intéressés par les technologies de l'information. Les élèves peuvent acquérir des compétences pratiques en gestion de systèmes multi-utilisateurs, ce qui renforce leur employabilité et leurs compétences tech

Réduction de l'Empreinte Carbone : En utilisant moins de matériel informatique et en prolongeant la durée de vie des ordinateurs existants, InfinyDesk contribue à la réduction de l'empreinte carbone des établissements. Cela est en phase avec les initiatives globales de l'Église catholique en matière de protection de l'environnement.

Accélération de la Transformation Numérique : Avec InfinyDesk, le SENECA peut accélérer la mise en œuvre de sa stratégie de transformation numérique. La solution permet une adoption rapide et efficace des technologies numériques dans les salles de classe, facilitant ainsi l'intégration des outils numériques dans le curriculum éducatif.

Conclusion

En somme dans le cadre de ce projet, nous utiliserons : Proxmox VE comme hyperviseur de type 1 et comme conteneur, nous utiliserons Apache Guacamole pour l'accès à distance, ensuite Pnetlab comme laboratoire de simulation réseau, veyon pour faire de la surveillance des travaux des étudiants et en fin nous utiliserons infinyDesk pour l'optimisation des ressource matériels en faisant du multiposte.

CHAPITRE 4 : IMPLÉMENTATION DE LA SOLUTION

RESUME

C'est la dernière partie de la mise en place de notre projet. Nous détaillerons, ici, les étapes de déploiement de notre solution.

APERCU

- I. Présentation des logiciels utilisés**
- II. Architecture réseau de la solution**
- III. Méthodologie d'approche pour déploiement**
- IV. Déploiement et configurations**

INTRODUCTION

Nous trouvons nécessaire pour une bonne présentation du projet, de présenter au final les différents outils utilisés afin, de même la présentation des configuration requis.

PRESENTATION DES LOCICIELS UTILISES

PROXMOX VE

Proxmox Virtual Environment (VE) est une plateforme open-source de virtualisation basée sur Debian, qui permet de gérer des machines virtuelles (VM) et des conteneurs (LXC) à partir d'une interface web intuitive. Il est conçu pour offrir une solution de virtualisation complète et facile à utiliser pour les entreprises, les développeurs et les administrateurs système.



Figure 11 logo proxmox VE

a. Caractéristiques Principales

Hyperviseur de Type 1 : Proxmox VE fonctionne comme un hyperviseur de type 1 (bare-metal), ce qui signifie qu'il s'exécute directement sur le matériel du serveur, offrant ainsi une meilleure performance et un contrôle total par rapport aux solutions de virtualisation de type 2 (hébergées sur un système d'exploitation hôte).

Support de KVM : KVM (Kernel-based Virtual Machine) : Permet la virtualisation complète de systèmes d'exploitation, supportant des systèmes d'exploitation invités comme Linux, Windows, et BSD.

LXC (Linux Containers) : Permet une virtualisation légère des applications avec un niveau d'isolation élevé et un faible impact sur les performances, particulièrement utile pour des services basés sur Linux.

Gestion des Conteneurs et des Machines Virtuelles : Proxmox VE permet de gérer simultanément des conteneurs et des machines virtuelles au sein d'une même infrastructure, offrant une flexibilité dans le déploiement des services en fonction des besoins en ressources et en isolation.

Interface Web Intuitive : L'interface web de Proxmox VE est l'un de ses points forts. Elle permet une gestion centralisée des machines virtuelles, des conteneurs, du stockage, des réseaux et des clusters via une interface graphique conviviale accessible via un navigateur.

Haute Disponibilité (HA) : Proxmox VE offre des fonctionnalités de haute disponibilité pour garantir que les machines virtuelles et les conteneurs continuent de fonctionner même en cas de panne matérielle. Le cluster Proxmox permet de basculer automatiquement les VM vers des hôtes de secours.

Snapshots et Clonage : Proxmox VE permet de créer des snapshots (copies instantanées d'un état d'une VM ou d'un conteneur), facilitant la sauvegarde et la restauration rapide. Le clonage permet de dupliquer des VM ou des conteneurs pour déployer des environnements identiques rapidement.

Système de Backup Intégré : Il est possible d'effectuer des sauvegardes à chaud, c'est-à-dire pendant que la VM ou le conteneur est en cours d'exécution. Proxmox offre des outils intégrés pour effectuer des backups vers des stockages locaux ou distants.

Support du Réseau SDN (Software-Defined Networking) : Proxmox VE supporte le réseau défini par logiciel (SDN) pour gérer les réseaux virtuels et physiques, y compris les VLAN, les bridges, et les tunnels, facilitant ainsi la mise en place d'architectures réseau complexes.

Cluster et Haute Disponibilité

Proxmox VE permet de créer des clusters, c'est-à-dire un groupe de serveurs qui partagent une gestion centralisée. Avec cette architecture, il est possible d'équilibrer la charge entre plusieurs nœuds et de garantir la haute disponibilité en cas de panne de l'un des nœuds.

Stockage : Proxmox VE offre plusieurs options de stockage :

- Local (disques durs internes).
- NFS, CIFS, iSCSI pour le stockage en réseau.

Ceph : Proxmox s'intègre également avec Ceph, un système de stockage distribué et hautement évolutif, parfait pour les environnements de haute disponibilité.

Le stockage est géré de manière centralisée dans l'interface web, et il est possible d'associer différents types de stockage à différentes VM ou conteneurs.

Windows Server 2022

Windows Server 2022 est le dernier système d'exploitation de serveur de Microsoft, conçu pour répondre aux besoins des entreprises modernes en matière de cloud, de virtualisation et de sécurité. Il s'inscrit dans la lignée des versions précédentes tout en intégrant de nouvelles fonctionnalités et améliorations pour optimiser les performances et la gestion des infrastructures IT.



Figure 12 logo windows server

Au nombre de ses nombreux atouts, nous pouvons citer :

➤ Sécurité améliorée

Protection contre les menaces avancées : Intègre des fonctionnalités de sécurité avancées, notamment Windows Defender Advanced Threat Protection (ATP) pour détecter, enquêter et répondre aux menaces.

Sécurisation des connexions : Utilisation de TLS 1.3 par défaut pour des communications sécurisées, et amélioration de la sécurité des connexions à distance avec des fonctionnalités comme l'Advanced Network Protection.

➤ Infrastructure hybride

Intégration avec Azure : Facilite la gestion des ressources locales et cloud grâce à Azure Arc, permettant de gérer des serveurs Windows Server et Linux à partir d'un environnement unique.

Windows Admin Center : Outil de gestion basé sur le web qui permet d'administrer les serveurs, les clusters et les infrastructures hyperconvergées.

➤ Améliorations de la virtualisation

Hyper-V : Améliorations de la fonctionnalité de virtualisation, avec un meilleur support pour les GPU virtuels et des performances accrues.

Conteneurs Windows : Prise en charge améliorée des conteneurs, y compris des images de conteneurs plus légères et une meilleure intégration avec Kubernetes.

➤ Performances et scalabilité

Améliorations du stockage : Nouveau système de stockage appelé Storage Spaces Direct, permettant de créer des systèmes de stockage hautement disponibles et évolutifs.

Support des processeurs : Capacité à tirer parti des processeurs modernes avec des améliorations pour les charges de travail intensives.

➤ Gestion et automatisation

Windows PowerShell 7 : Améliorations de l'automatisation et de la gestion des tâches grâce à une version mise à jour de PowerShell.

Group Policy : Améliorations dans la gestion des stratégies de groupe pour une administration plus efficace des utilisateurs et des ordinateurs.

➤ Nouvelles fonctionnalités

- **HTTP/3** : Support de HTTP/3, le dernier protocole de communication qui améliore la vitesse et la sécurité des échanges de données.
- **Storage Migration Service** : Outil permettant de migrer facilement des serveurs de fichiers vers Windows Server 2022 avec une interruption minimale.

PNETLab

PnetLab est une plateforme de simulation de réseaux qui permet aux utilisateurs de concevoir, de tester et de simuler des topologies réseau complexes. Elle est particulièrement appréciée par les étudiants, les professionnels de l'informatique et les formateurs en raison de sa flexibilité et de son interface conviviale. PnetLab utilise des images de machines virtuelles pour simuler divers équipements réseau, ce qui en fait un outil idéal pour l'apprentissage et l'expérimentation.



Figure 13 logo pnetlab

Caractéristiques principales

➤ Interface utilisateur intuitive

PnetLab propose une interface graphique facile à utiliser, permettant une création rapide et simple de topologies réseau.

Les utilisateurs peuvent faire glisser et déposer des équipements sur le tableau de bord pour créer des réseaux personnalisés.

➤ Support des équipements virtuels

PnetLab supporte une large gamme d'équipements virtuels, y compris des routeurs, des commutateurs, des pares-feux, et d'autres dispositifs de réseau.

Les utilisateurs peuvent intégrer des images de machines virtuelles de différents fournisseurs, tels que Cisco, Juniper et d'autres.

➤ Simulation avancée

Permet la simulation de protocoles de réseau complexes et de scénarios réalistes.

Les utilisateurs peuvent effectuer des tests de performance et de sécurité sur leurs topologies.

➤ Collaboration et partage

PnetLab permet le partage de topologies entre utilisateurs, facilitant la collaboration sur des projets ou des études de cas.

Les projets peuvent être exportés et importés, permettant une continuité dans l'apprentissage ou le travail d'équipe.

➤ Scénarios d'apprentissage

Intégré avec des scénarios d'apprentissage prédéfinis pour aider les utilisateurs à se familiariser avec les concepts de réseau.

Idéal pour la préparation aux certifications, telles que CCNA, CCNP, et autres.

➤ Système de gestion centralisé

Permet aux utilisateurs de gérer facilement les ressources, les images et les paramètres de simulation.

Supporte la gestion de plusieurs instances de simulation simultanément.

Apache guacamole

Apache Guacamole est une solution open source de gestion d'accès à distance qui permet de se connecter à des machines via des protocoles standard tels que **RDP** (Remote Desktop Protocol), **VNC** (Virtual Network Computing) et **SSH**. La particularité d'Apache Guacamole est qu'il s'agit d'une solution dite "clientless" (sans client), ce qui signifie que les utilisateurs peuvent se connecter à leurs machines à distance via un simple navigateur web, sans avoir besoin d'installer de logiciels ou de clients sur leur machine locale.

Guacamole est extrêmement flexible et supporte une large variété d'environnements et de systèmes d'exploitation. Il est particulièrement prisé par les administrateurs systèmes et réseaux pour la gestion centralisée des accès à distance aux serveurs, ordinateurs et équipements réseau.



Figure 14 logo apache guacamole

Caractéristiques Principales

➤ Clientless : Accès via un Navigateur Web

Le plus grand avantage d'Apache Guacamole est son approche "clientless". Les utilisateurs peuvent accéder à leurs machines distantes via un **navigateur web**, sans avoir à installer des

clients spécifiques comme Remote Desktop ou un client VNC. Cela fonctionne avec n'importe quel navigateur moderne supportant **HTML5**.

➤ Multi-Protocole

Guacamole supporte plusieurs protocoles d'accès à distance, ce qui le rend très versatile. Parmi les principaux protocoles :

- **RDP** (Remote Desktop Protocol) : Utilisé principalement pour accéder aux machines Windows.
- **VNC** (Virtual Network Computing) : Protocole d'accès à distance indépendant du système d'exploitation, souvent utilisé avec Linux.
- **SSH** (Secure Shell) : Utilisé pour les connexions sécurisées aux serveurs Linux/Unix ou pour exécuter des commandes à distance.
- **Telnet** : protocole de communication réseau qui utilise le port 23 par défaut et fonctionne sur le protocole TCP/IP.

Grâce à cette compatibilité multi-protocole, Guacamole peut servir de plateforme centralisée pour gérer différents types de connexions à distance.

➤ Sécurité Intégrée

Guacamole met un fort accent sur la **sécurité** des connexions à distance. Il supporte le **chiffrement SSL/TLS** pour sécuriser les connexions entre le navigateur et le serveur Guacamole, et propose un système d'authentification robuste. Il est possible d'intégrer Guacamole avec des systèmes d'authentification tiers, comme **LDAP**, **OAuth2**, **Duo** ou **SAML**, pour une gestion sécurisée des accès.

➤ Gestion Centralisée des Accès

Apache Guacamole permet aux administrateurs de centraliser la gestion des accès à distance sur une seule plateforme. Cela facilite le contrôle des connexions et des autorisations des utilisateurs. Les administrateurs peuvent gérer les droits d'accès aux différentes machines, moniter les sessions en cours et ajuster les priviléges selon les besoins.

➤ Expérience Utilisateur Optimisée

Guacamole offre une interface utilisateur intuitive et rapide. Les sessions à distance sont intégrées directement dans l'interface web, et il est possible de redimensionner l'affichage, d'utiliser des fonctionnalités telles que le copier-coller, ou de transférer des fichiers entre l'hôte local et la machine distante.

➤ Extensibilité et Intégration

Apache Guacamole est très extensible grâce à son architecture modulaire. Il propose une API RESTful qui permet d'intégrer facilement Guacamole avec d'autres systèmes ou outils externes. Cela permet de développer des fonctionnalités sur-mesure et d'automatiser les tâches d'administration.

➤ Support Multi-Plateforme

Guacamole peut être déployé pour accéder à des machines exécutant Windows, Linux, macOS, ou même des équipements réseau comme des routeurs et des commutateurs, via SSH. Cela en fait une solution idéale pour gérer des environnements hétérogènes.

VEYON

Veyon (Virtual Eye On Networks) est un logiciel open-source de gestion de classe et de surveillance des ordinateurs, principalement utilisé dans les environnements éducatifs. Il permet aux enseignants de superviser et de contrôler les postes de travail des élèves, facilitant ainsi l'enseignement à distance et l'apprentissage interactif. Veyon est compatible avec les systèmes d'exploitation Windows et Linux, offrant une solution flexible pour les salles de classe modernes.



Figure 15 logo du logiciel veyon

Caractéristiques principales

Surveillance en temps réel

- Permet aux enseignants de visualiser l'écran de chaque élève en temps réel, facilitant le suivi des activités en classe.
- Possibilité de prendre des captures d'écran des postes des élèves pour documenter leur activité.

Contrôle à distance

- Offre la possibilité de contrôler les ordinateurs des élèves à distance, permettant aux enseignants de les aider directement sans se déplacer.
- Fonctionnalités de verrouillage ou de déconnexion des postes des élèves pour maintenir l'ordre en classe.

Gestion des sessions

- Permet aux enseignants de démarrer, arrêter ou redémarrer des applications sur les ordinateurs des élèves.
- Capacité de lancer des fichiers ou des applications à distance sur tous les postes de travail.

Communication intégrée

- Outils de messagerie intégrés pour faciliter la communication entre enseignants et élèves.
- Possibilité d'envoyer des messages ou des instructions directement sur les écrans des élèves.

Gestion des ressources

- Permet d'organiser et de gérer les ressources pédagogiques, telles que les fichiers et les applications, à partir d'une interface centralisée.
- Fonctionnalités d'envoi de fichiers vers les postes des élèves pour partager des documents ou des ressources.

Veyon est un outil puissant et pratique pour la gestion de classe et la surveillance des ordinateurs. Avec ses fonctionnalités avancées de contrôle à distance, de communication intégrée et de gestion des ressources, il facilite l'enseignement interactif et améliore l'expérience d'apprentissage des élèves. Que ce soit en présentiel ou à distance, Veyon

répond aux besoins des éducateurs et des institutions modernes, créant un environnement d'apprentissage plus efficace et collaboratif.

INFINYDESK

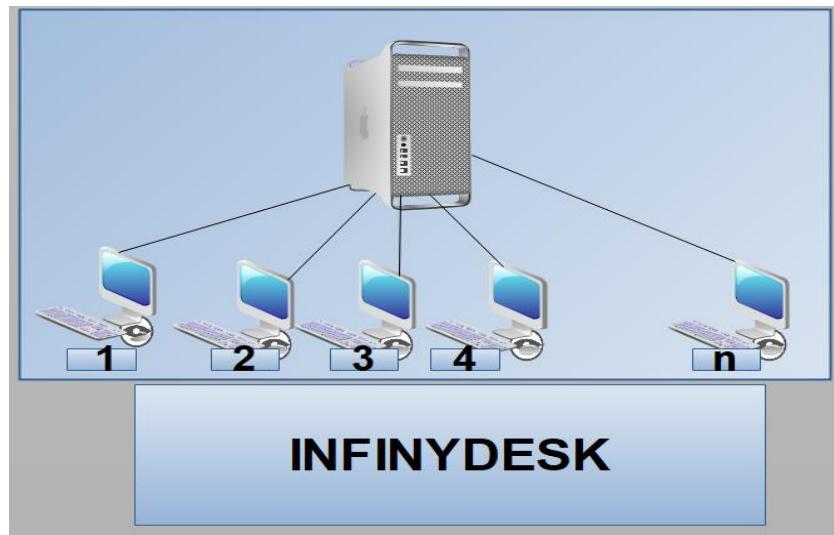


Figure 16 image infinyDesk (source: Auteur)

InfinyDesk est un logiciel conçu pour gérer des configurations multiseat, permettant à plusieurs utilisateurs d'utiliser un même ordinateur simultanément, chacun avec sa propre interface. Ce système est particulièrement utile dans des environnements tels que les écoles, les bibliothèques ou les espaces de coworking.

Il repose sur le principe de 1 unité centrale pour 2 à 12 postes utilisateur indépendants.

Fonctionnalités principales d'InfinyDesk :

- **Multi-utilisateur** : Permet à plusieurs utilisateurs d'accéder à des sessions distinctes sur un même système au même moment.
- **Gestion des périphériques** : Associe des périphériques (claviers, souris, écrans) à chaque session utilisateur, offrant une expérience personnalisée.
- **Facilité d'utilisation** : Interface intuitive qui simplifie la configuration et la gestion des utilisateurs.
- **Économie de ressources** : Réduit les coûts matériels en permettant de maximiser l'utilisation d'un seul ordinateur.

ARCHITECTURE RESEAU DE LA SOLUTION

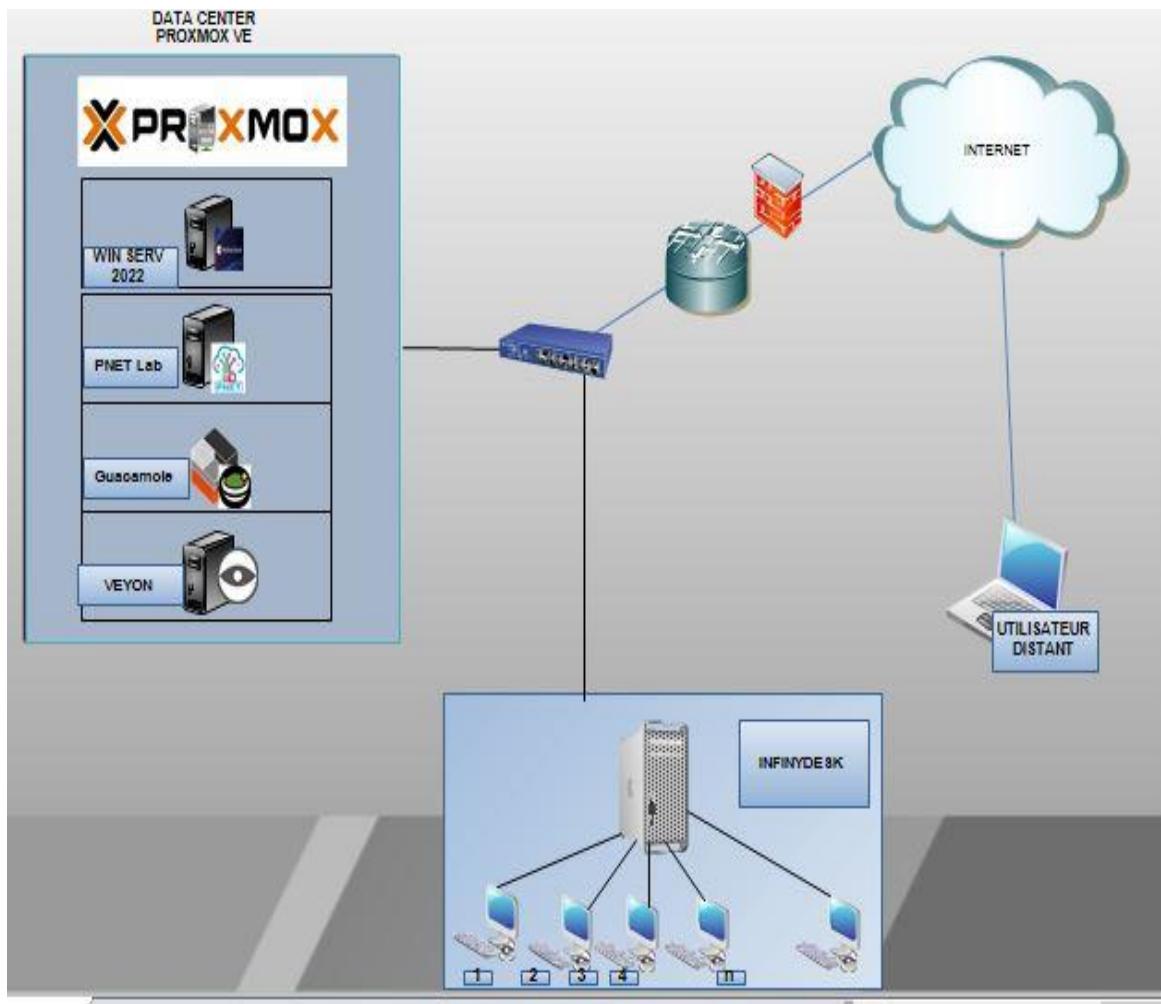


Figure 17 Architecture réseau de la solution (source Auteur)

TABLE D'ADRESSAGE

Tableau 15 Table d'adresage

Equipement	Adresse	Masque	Passerelle
Data center proxmox	192.168.43.26	255.255.255.0	192.168.43.1
Windows serveur	192.168.43.125	255.255.255.0	192.168.43.1
PNETLab	192.168.43.73	255.255.255.0	192.168.43.1
Guacamole	192.168.43.95	255.255.255.0	192.168.43.1
Poste Enseignant	192.168.43.119	255.255.255.0	192.168.43.1

Poste Etudiants	192.168.43.62, 192.168.43.63, 192.168.43.64, 192.168.43.65, 192.168.43.66	255.255.255.0	192.168.43.1
-----------------	---	---------------	--------------

(Source Auteur)

METHODOLOGIE DE DEPLOIEMENT

Pour déployer notre solution, nous avons suivi une méthodologie bien précise.

Prérequis :

Dans les prérequis nous avons les étapes suivantes :

- Installation du data center proxmox en tant qu'hyperviseur de bare-metal sur notre machine
- Téléchargement du logiciel WinSCP
- Création d'une clé USB bootable proxmox grâce au logiciel rufus
- Assignation d'une adresse IP statique au data center proxmox
- Téléchargement d'une image ISO de Windows 10
- Téléchargement de Veyon
- Installation des machines Etudiantes intégrant le solution InfinyDesk

Etapes de Déploiement et configuration

Dans cette phase, nous installerons et configurerons les outils nécessaires au déploiement de la solution.

- Téléchargement et importation de l'image OVA de PNELab grâce au logiciel WinSCP
- Décompression de l'image OVA, extraction de l'image OVF et installation de la VM PNELab
- Création des groupes d'utilisateurs puis les utilisateurs du laboratoire, et assignation des droits à chaque groupe
- Creation d'une VM Windows server 2022 Data center
 - ✓ Renommage du serveur, Installation et configuration des fonctionnalités ADDS, DNS, DHCP
 - ✓ Ajout des machines des étudiants au domaine active directory

- Création de la VM enseignant Windows 10 grâce à son image ISO
- Installation de Veyon Master dans cette VM
- Déploiement d'un conteneur LXC et installation d'une image de système ubuntu
- Installation du serveur apache guacamole dans le conteneur
- Configuration de l'accès à distance via apache Guacamole des machines Etudiantes et celui de l'enseignant ; celles-là qui ont accès au laboratoire PNELab

Apres ceci, il ne nous reste plus qu'à tester notre solution.

DEPLOIEMENT ET CONGURATION

Les différentes installations et configurations

a. Installation de proxmox VE

La dernière version de Proxmox VE à ce jour est la version 8.2. C'est donc celle-ci que nous allons utiliser pour le déploiement de notre solution.

- Téléchargement de l'image ISO de proxmox VE version 8.2 :

Rendez-vous sur le site officiel de Proxmox pour pouvoir télécharger l'image ISO de la version 8, à l'adresse <https://www.proxmox.com/en/downloads> :

The screenshot shows the Proxmox website's 'Downloads' section. At the top, there are three main download links: 'Proxmox Virtual Environment', 'Proxmox Backup Server', and 'Proxmox Mail Gateway'. Below these, under 'Latest Releases', is a detailed download card for 'Proxmox VE 8.2 ISO Installer'. The card includes a small icon of a CD/DVD, the version number '8.2-2', the file size '1.39 GB', the last update date 'August 22, 2024', and two download buttons: 'Download' and 'Torrent'.

Figure 18 Page de téléchargement de proxmox ve (source Auteur)

- Création d'une clé bootable Proxmox :

Après avoir téléchargé l'image ISO de Proxmox, rendez-vous sur Rufus pour pouvoir créer une clé USB bootable. Ci-dessous vous avez une capture de l'interface de Rufus. Dessus, vous pouvez choisir sur quel périphérique lancer le boot, choisir l'image de proxmox comme image à booter sur la clé.

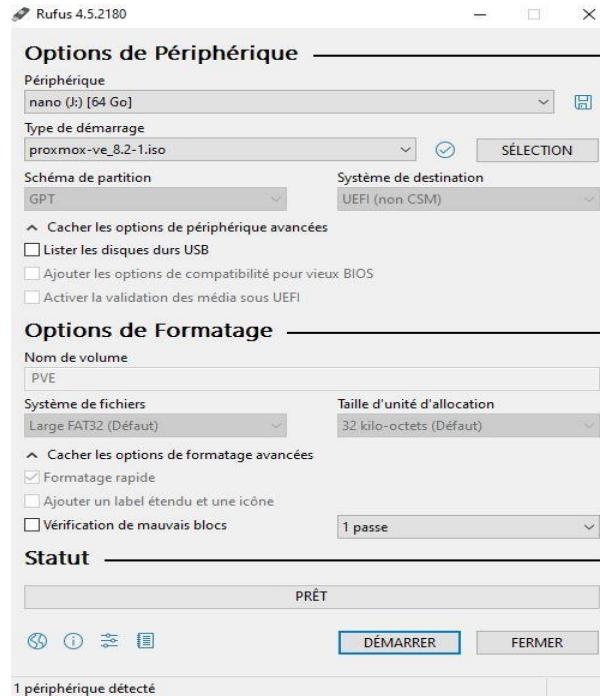


Figure 19 boot de la clé pour proxmox VE (source Auteur)

➤ Installation de Proxmox sur notre serveur physique.

Nous allons présenter ici la première puis la dernière image d'installation de l'hyperviseur proxmox VE et enfin l'interface d'accueil de proxmox



Figure 20 Installation de Proxmox 1^{er} interface (source Auteur)

Sur l'image ci-dessus, vous avez l'interface d'accueil du programme d'installation de Proxmox VE. Vous avez plusieurs choix, mais celui qui nous intéresse est le premier pour l'installation graphique.

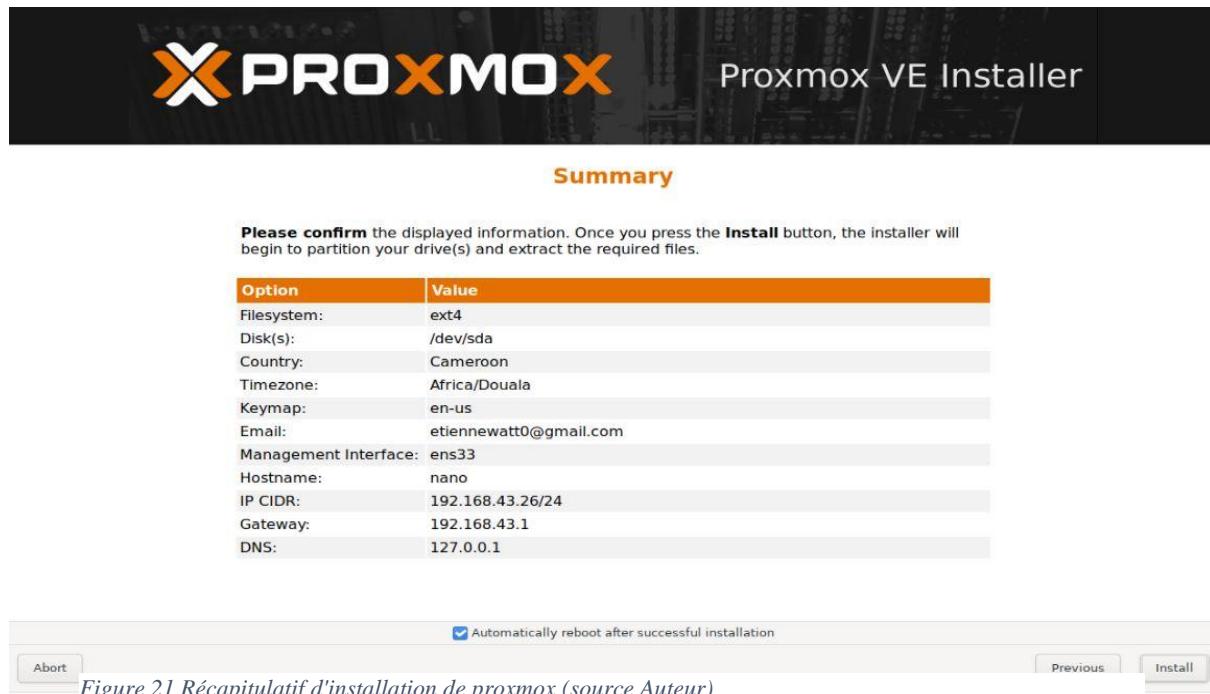


Figure 21 Récapitulatif d'installation de proxmox (source Auteur)

Ici ci-dessus le récapitulatif des configurations d'installation de proxmox ve

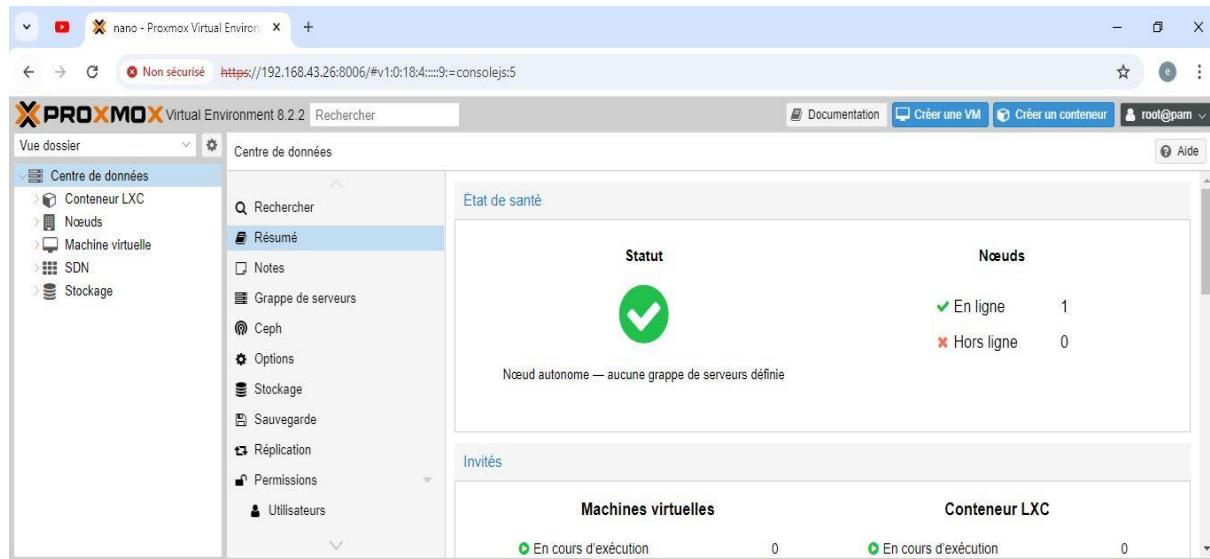


Figure 22 interface d'accueil de proxmox (source Auteur)

b. Téléchargement et importation de l'image OVA de PNELab grâce au logiciel WinSCP

- Téléchargement de WinSCP : se rendre à l'adresse <https://winscp.net/eng/index.php> pour télécharger le logiciel WinSCP

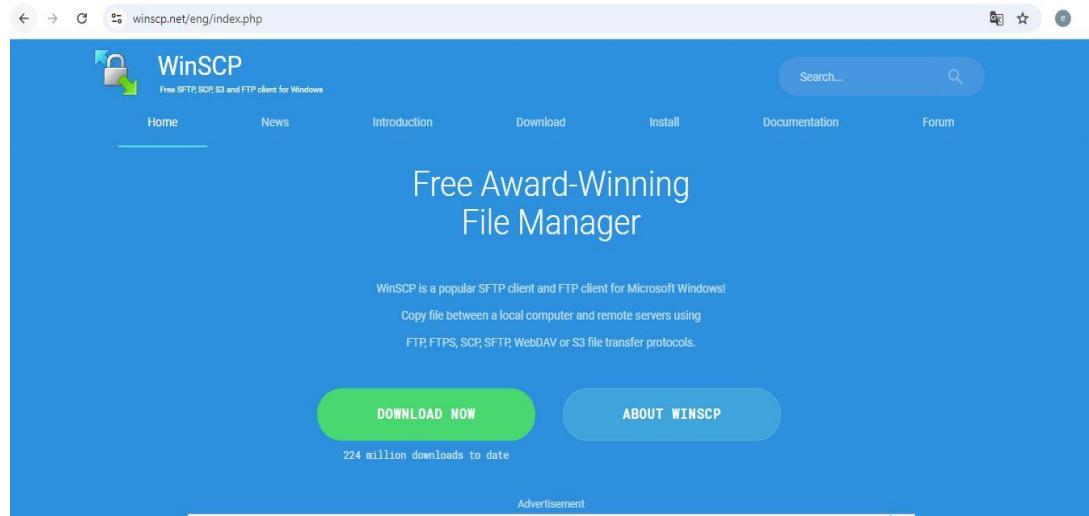


Figure 23 telechargement de WinSCP (source Auteur)

- Téléchargement de l'image OVA de PNELab

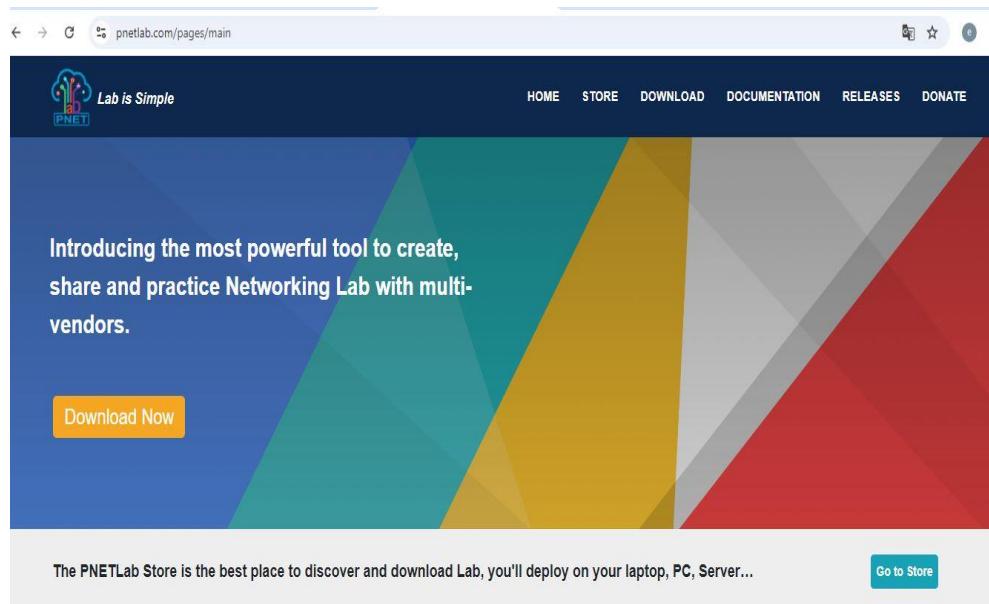


Figure 24 téléchargement de PNELab (source Auteur)

- Importation de l'image OVA de PNELab dans Proxmox grâce à WinSCP : tout d'abord établir une nouvelle connexion sur winSCP avec l'adresse de proxmox suivie du

nom l'utilisateur et du mot de passe de celui-ci puis, faire un cliqué glissé de l'image OVA de PNETLab récemment téléchargé vers un répertoire de proxmox :

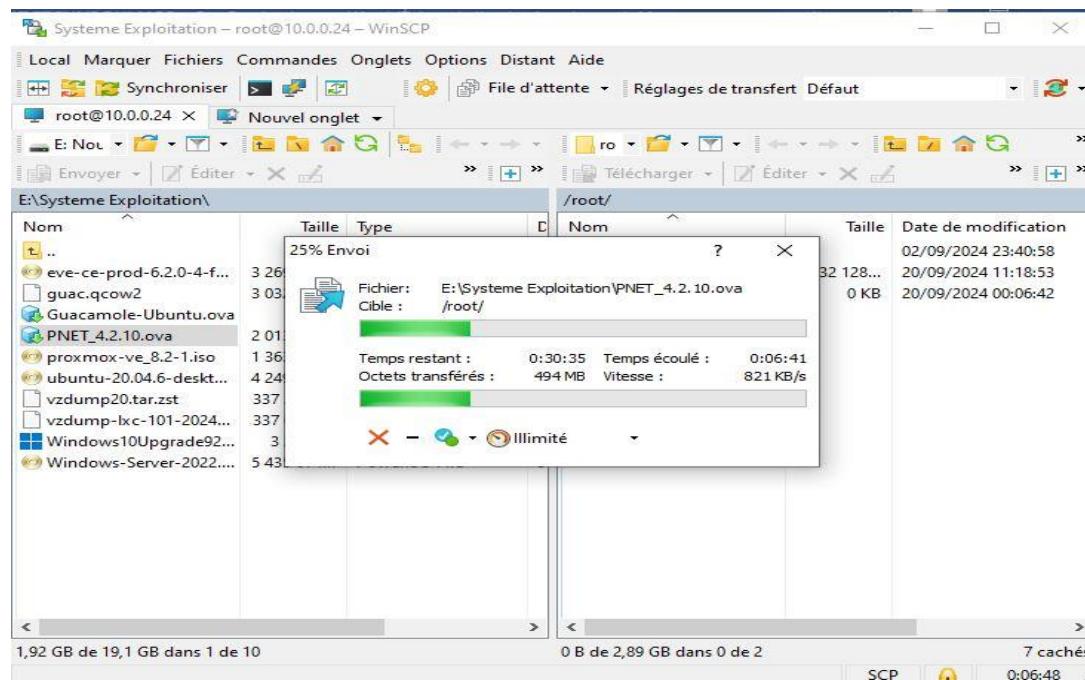


Figure 25 importation de PNETLab vers le repertoire proxmox (source Auteur)

- Décompression de l'image OVA téléchargé pour extraire l'image OVF utilisable par proxmox grâce à la commande `tar -xvf PNET_4.2.10.ova`

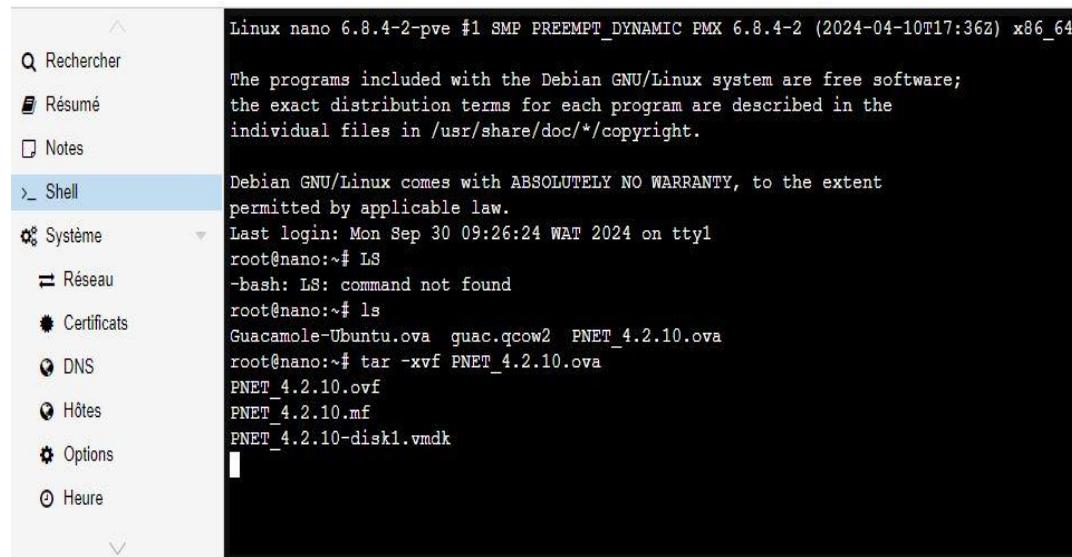


Figure 26 décompression de l'image ova de PNETLab (source Auteur)

- Extraction du fichier ovf qui créer automatiquement la machine virtuelle Pnetlab grâce à la commande `qm importovf 104 PNET_4.2.10.ovf local-lvm`

```
root@pve ~# qm importovf 110 PNET_4.2.10.ovf local-lvm
WARNING: You have not turned on protection against thin pools r
WARNING: Set activation/thin_pool_autoextend_threshold below 10
Logical volume "vm-110-disk-0" created.
WARNING: Sum of all thin volume sizes (275.00 GiB) exceeds the
transferred 0.0 B of 100.0 GiB (0.00%)
transferred 1.0 GiB of 100.0 GiB (1.00%)
transferred 2.0 GiB of 100.0 GiB (2.00%)
transferred 3.0 GiB of 100.0 GiB (3.00%)
transferred 4.0 GiB of 100.0 GiB (4.00%)
transferred 5.0 GiB of 100.0 GiB (5.00%)
transferred 6.0 GiB of 100.0 GiB (6.00%)
transferred 7.0 GiB of 100.0 GiB (7.01%)
transferred 8.0 GiB of 100.0 GiB (8.01%)
transferred 9.0 GiB of 100.0 GiB (9.01%)
transferred 10.0 GiB of 100.0 GiB (10.01%)
transferred 11.0 GiB of 100.0 GiB (11.01%)
transferred 12.0 GiB of 100.0 GiB (12.01%)
transferred 13.0 GiB of 100.0 GiB (13.01%)
transferred 14.0 GiB of 100.0 GiB (14.01%)
transferred 15.0 GiB of 100.0 GiB (15.01%)
transferred 16.0 GiB of 100.0 GiB (16.01%)
transferred 17.0 GiB of 100.0 GiB (17.01%)
transferred 18.0 GiB of 100.0 GiB (18.01%)
transferred 19.0 GiB of 100.0 GiB (19.01%)
transferred 20.0 GiB of 100.0 GiB (20.02%)
transferred 21.0 GiB of 100.0 GiB (21.02%)
transferred 22.0 GiB of 100.0 GiB (22.02%)
transferred 23.0 GiB of 100.0 GiB (23.02%)
transferred 24.0 GiB of 100.0 GiB (24.02%)
transferred 25.0 GiB of 100.0 GiB (25.02%)
transferred 26.0 GiB of 100.0 GiB (26.02%)
transferred 27.0 GiB of 100.0 GiB (27.02%)
transferred 28.0 GiB of 100.0 GiB (28.02%)
transferred 29.0 GiB of 100.0 GiB (29.02%)
transferred 30.0 GiB of 100.0 GiB (30.02%)
transferred 31.0 GiB of 100.0 GiB (31.02%)
transferred 32.0 GiB of 100.0 GiB (32.02%)
transferred 33.0 GiB of 100.0 GiB (33.03%)
```

Figure 27 extraction du fichier ovf de PNELab (source Auteur)

A ce niveau, la VM PNELab est installé.

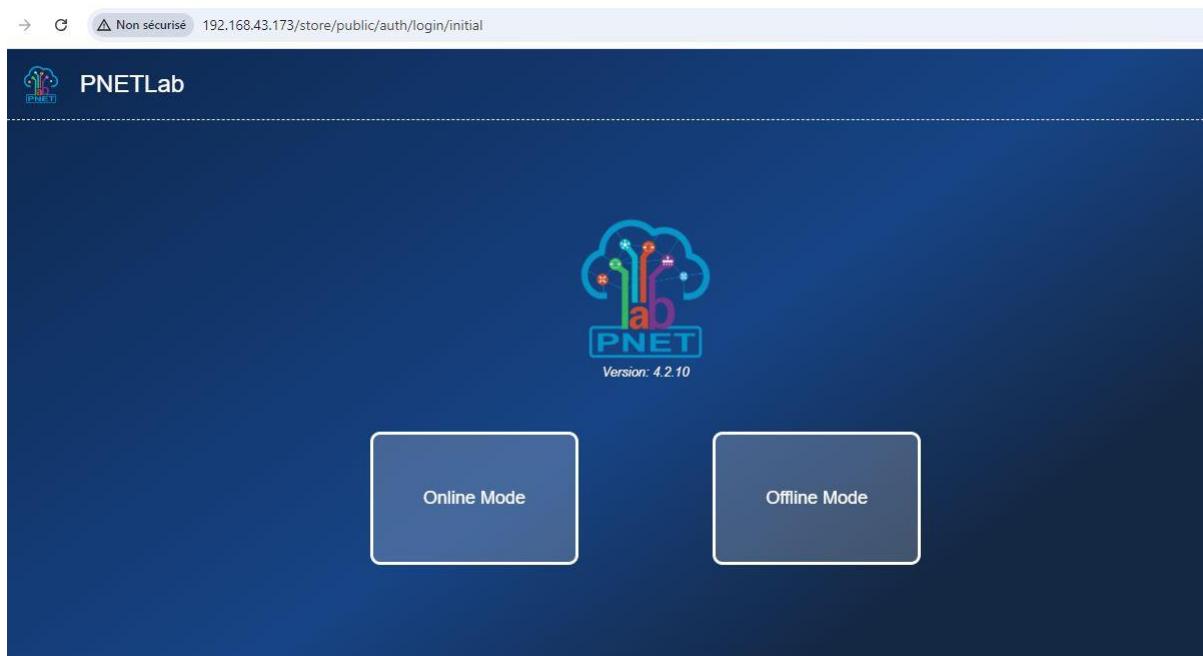


Figure 28 interface d'accueil PNELab (source Auteur)

c. Installation et configuration de Windows Serveur 2022

- Création de la machine virtuelle Windows serveur 2022

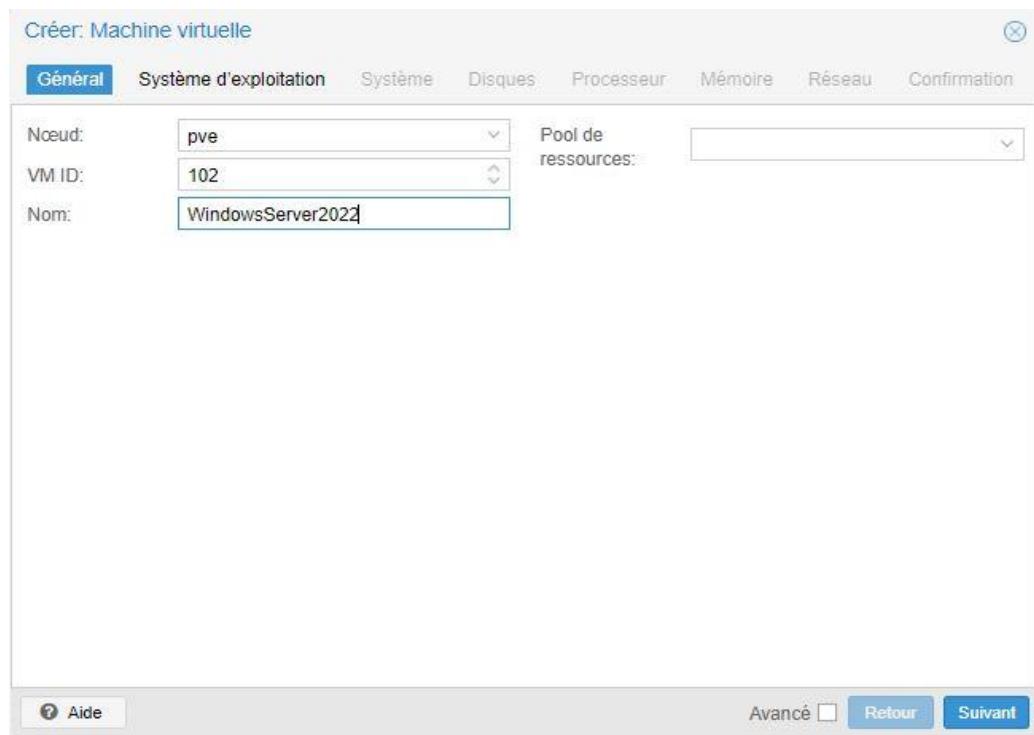


Figure 29 démarrage de l'installation de la VM Windows Server 2022 (source Auteur)

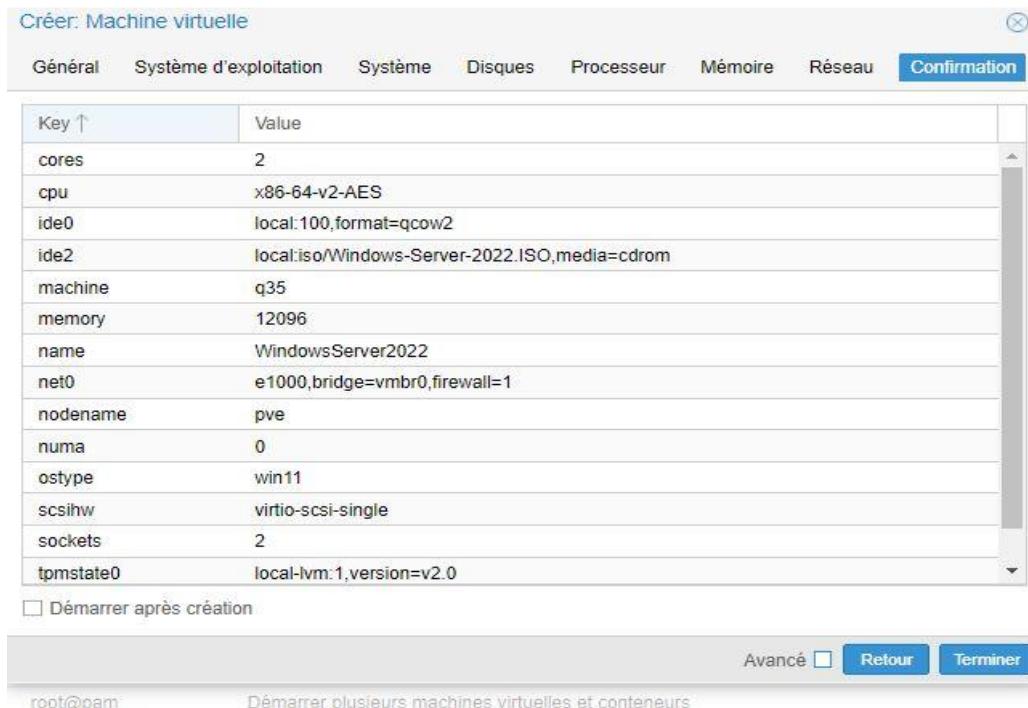


Figure 30 résumé configuration de la VM Windows Server 2022 (source Auteur)

- Démarrage de l'installation de la VM

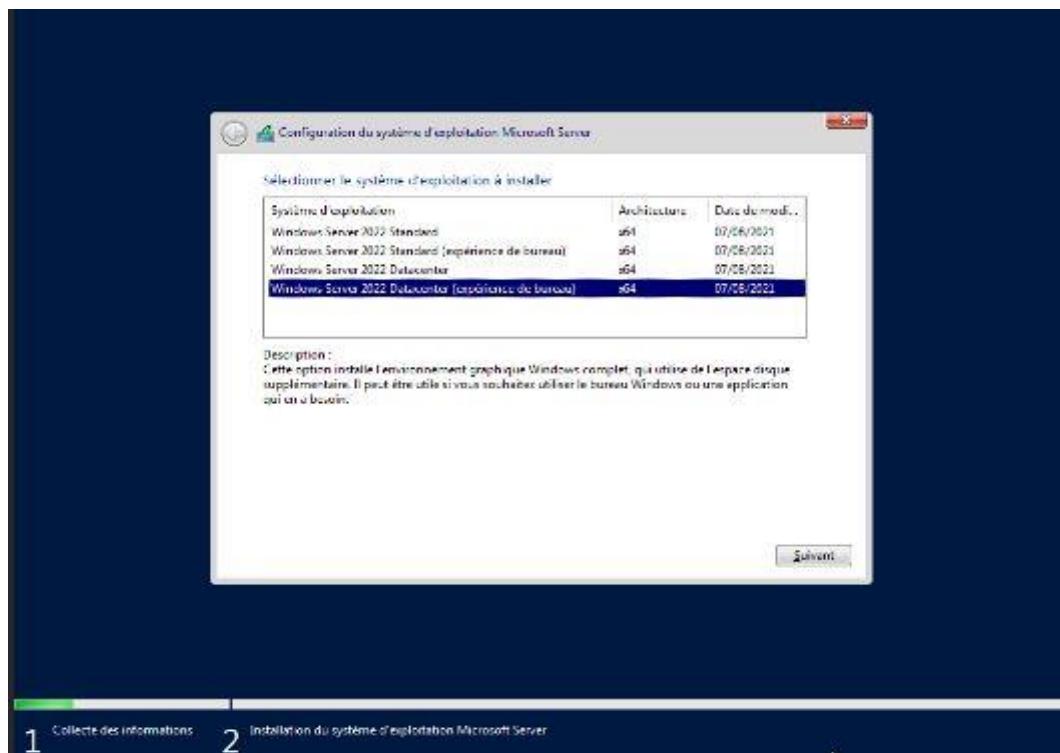


Figure 31 installation de la VM Windows serveur (source Auteur)

➤ Installation des fonctionnalités ADDS et DNS avec nom de domaine

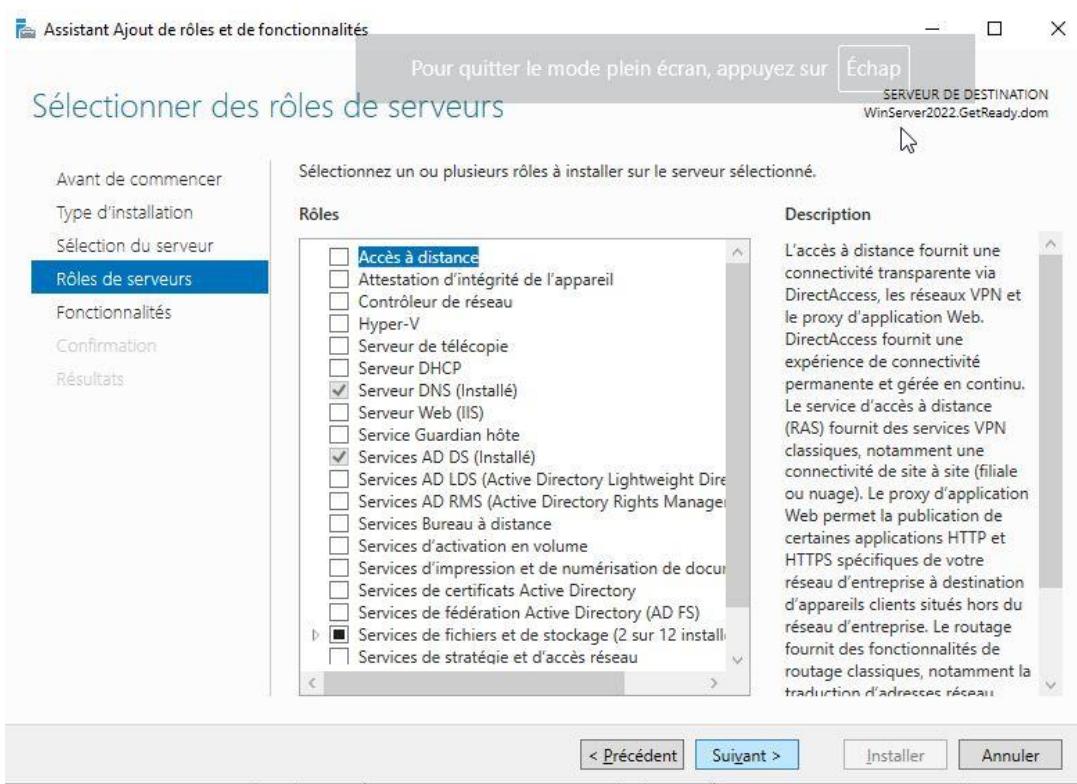


Figure 32 ajout des fonctionnalités DHCP et DNS (source Auteur)

➤ **Création du domaine Get_Ready.dom**

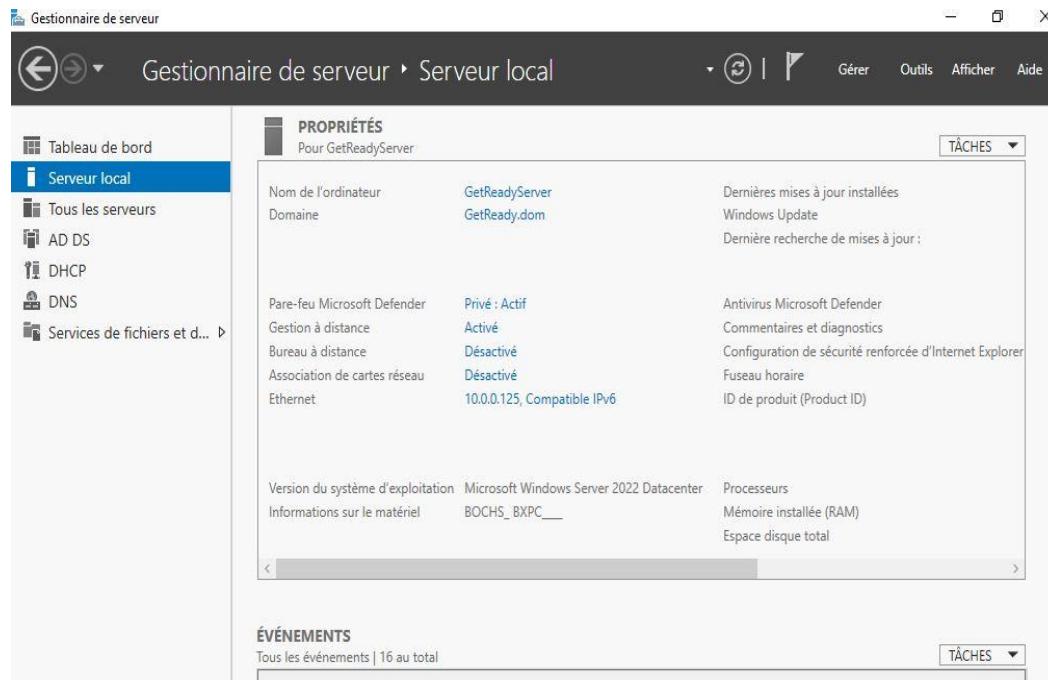


Figure 33 création du domaine Get_Ready.dom (source Auteur)

➤ **Création des groupes représentants les salles de classe ; exemple GROUPEA et GROUPEA**

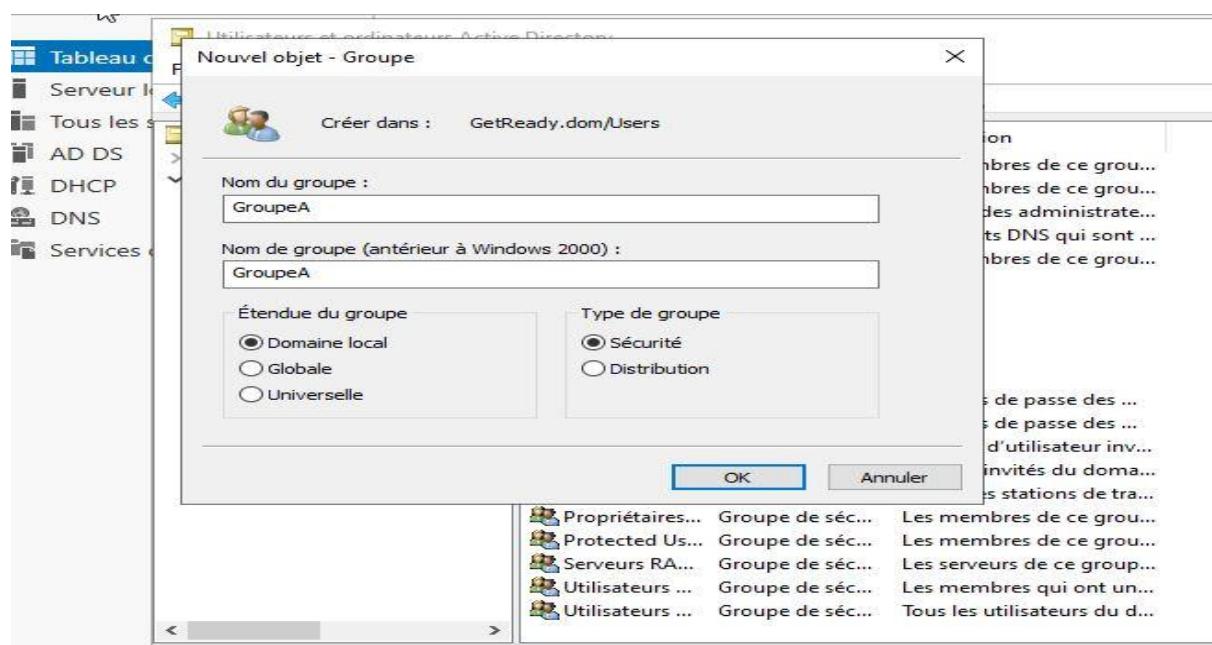


Figure 34 création des groupes représentant les classes d'étudiants (source Auteur)

➤ **Création des utilisateurs représentant les comptes d'étudiants qui seront affectés au domaine Get_Ready.dom**

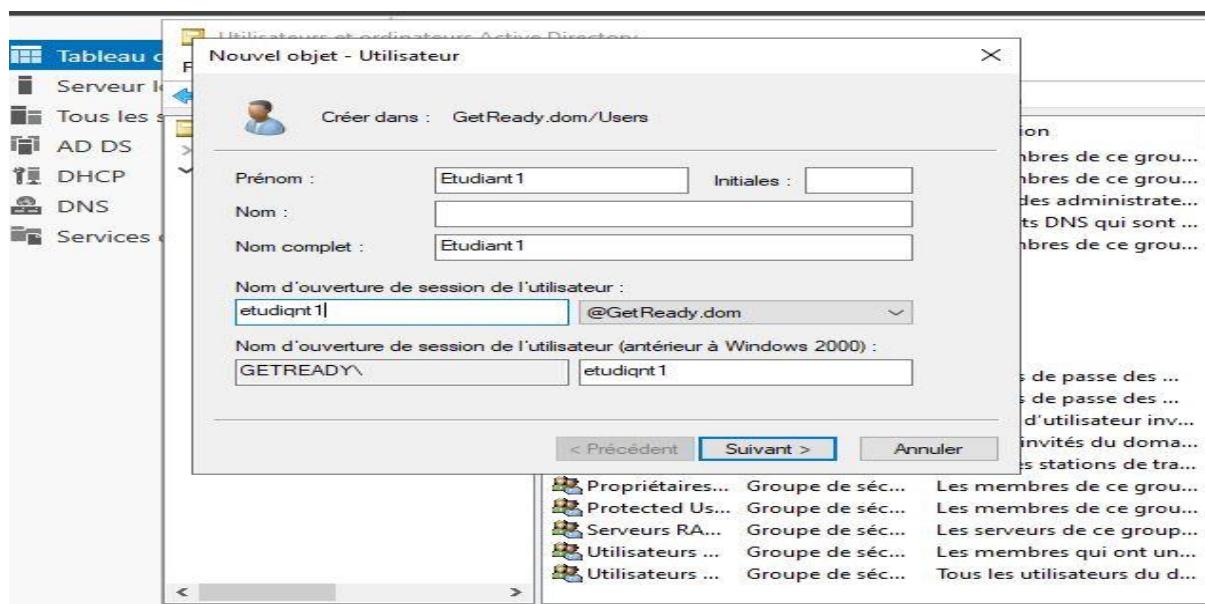


Figure 35 création des utilisateurs associés au domaine (source Auteur)

d. Installation et configuration d'Apache Guacamole

- Installation d'une image de conteneur LXC ubuntu

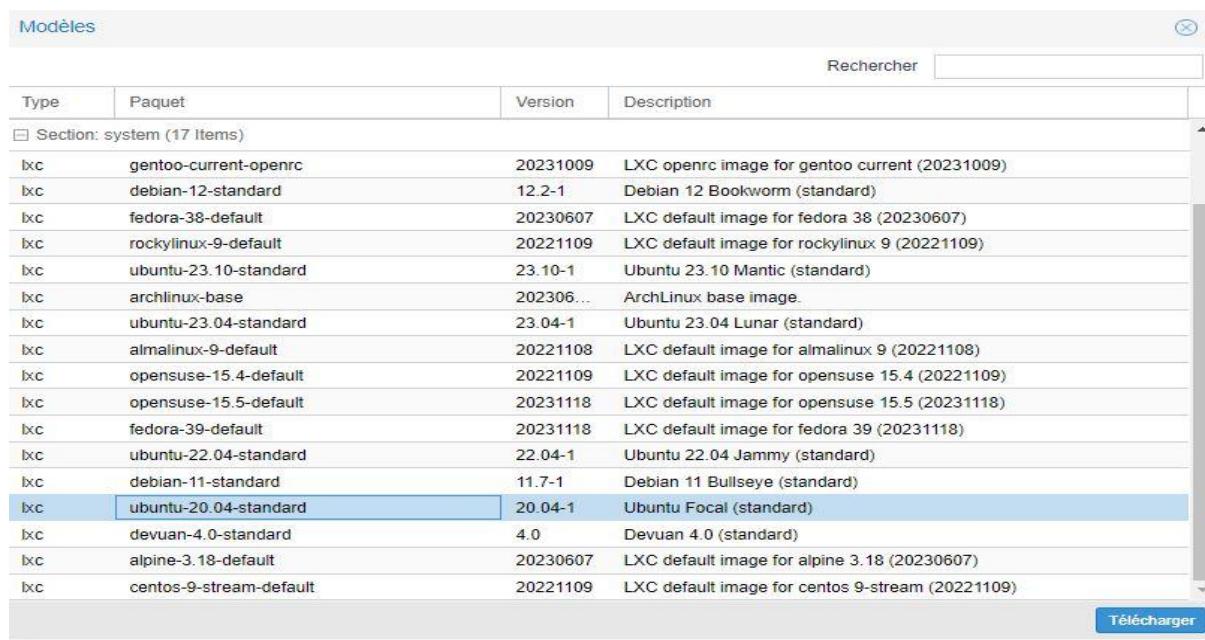


Figure 36 installation l'image ubuntu du conteneur lxc (source Auteur)

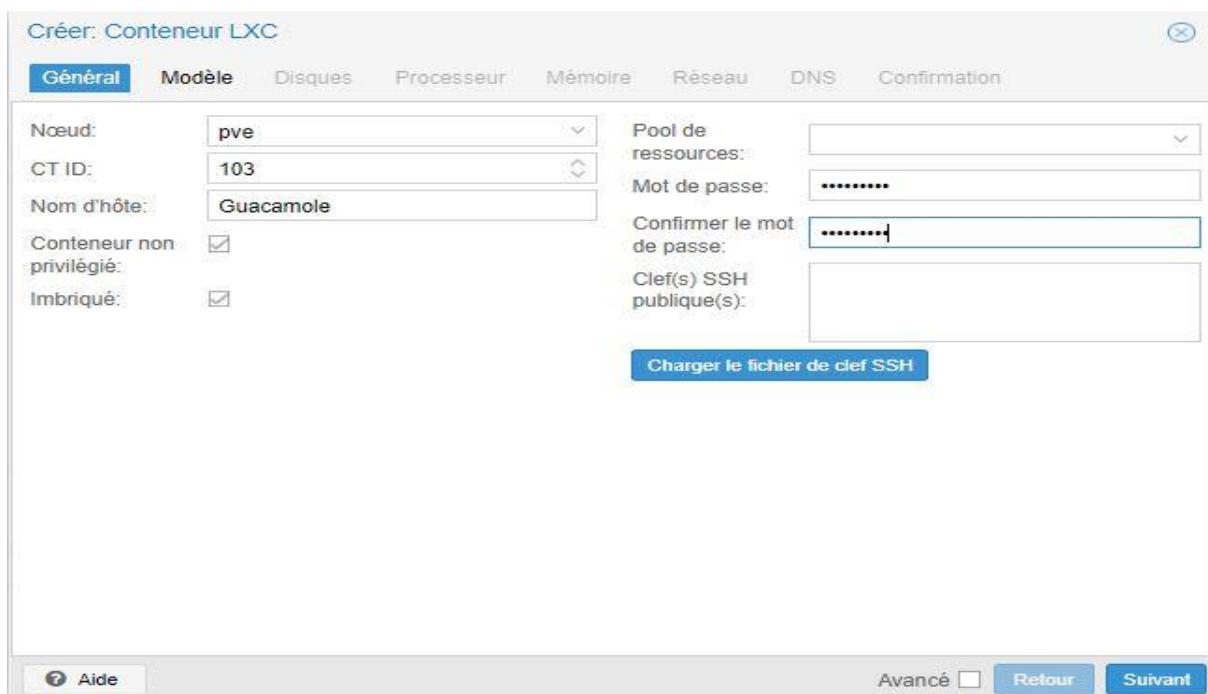


Figure 37 configuration initiale du conteneur ubuntu (source Auteur)

Suivre les étapes ci-dessus puis valider

- Téléchargement du fichier d'installation de guacamole et installation et exécution de l'installation. Nous notons que cette installation inclue Apache tomcat, MySQL, OpenJDK, Guacamole Client et Guacamole Server.

```

Summary
Console Ubuntu 23.04 guacamole tttt1
Resources
Network
DNS
Options
Task History
Backup
Replication
S
Snapshots
Firewall
Permissions
Ubuntu 23.04 guacamole tttt1
guacamole login: root
Password:
Welcome to Ubuntu 23.04 (GNU/Linux 5.15.100-1-pve x86_64)

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

The programs included with the Ubuntu system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*copyright.

Ubuntu comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent permitted by
applicable law.

root@guacamole:~# wget https://git.io/fxxq5 -O guac-install.sh
--2023-07-27 22:52:27-- https://git.io/fxxq5
Resolving git.io (git.io)... 140.82.113.21
Connecting to git.io (git.io)|140.82.113.21|:443... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 301 Moved Permanently
Location: https://raw.githubusercontent.com/MysticYujin/guac-install/master/guac-install.sh (following)
--2023-07-27 22:52:28-- > https://raw.githubusercontent.com/MysticYujin/guac-install/master/guac-install.sh
Resolving raw.githubusercontent.com (raw.githubusercontent.com)... 185.199.110.133, 185.199.108.133, 185.199.109.133, ...
Connecting to raw.githubusercontent.com (raw.githubusercontent.com)|185.199.110.133|:443... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 24964 (24KB) [text/plain]
Saving to: 'guac-install.sh'

guac-install.sh          100%[=====] 24.08K --.-KB/s   in 0.001s

2023-07-27 22:52:28 (23.2 MB/s) - 'guac-install.sh' saved [24964/24964]

root@guacamole:~# chmod +x guac-install.sh
root@guacamole:~# ./guac-install.sh
MFA: Would you like to install TOTP (choose 'N' if you want Duo)? (y/N): N
MFA: Would you like to install Duo (configuration values must be set after install in /etc/guacamole/guacamole.properties)? (y/N): N

```

Figure 38 installation d'apache guacamole (source Auteur)

➤ Interface d'accueil d'Apache guacamole



Figure 39 page d'accueil d'apache guacamole (source Auteur)

➤ Création des groupes et utilisateurs sur Apache Guacamole et assignation des priviléges

MODIFIER GROUPE

guacadmin

Nom Groupe: Enseignant

RESTRICTIONS DE GROUPE

Désactivé:

PERMISSIONS

- | | |
|---|-------------------------------------|
| Administration du système: | <input type="checkbox"/> |
| Créer de nouveaux utilisateurs: | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Créer de nouveaux groupes d'utilisateurs: | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Créer de nouvelles connexions: | <input type="checkbox"/> |
| Créer de nouveaux groupes de connexion: | <input type="checkbox"/> |
| Créer de nouveaux profils de partage: | <input checked="" type="checkbox"/> |

GROUPES PARENT

Filtre

► Ce groupe n'appartient actuellement à aucun groupe. Développez cette section pour ajouter des groupes.

GROUPES MEMBRE

Filtre

► Ce groupe n'appartient actuellement à aucun groupe. Développez cette section pour ajouter des groupes.

UTILISATEURS MEMBRE

Filtre

► Ce groupe ne contient actuellement aucun utilisateur. Développez cette section pour ajouter des utilisateurs.

CONNEXIONS

Filtre

Connexions en cours Toutes les Connexions

- win prime
- win10

Enregistrer Annuler

Figure 40 création du groupe Enseignant sur Apache Guacamole (source Auteur)

Ici est une image qui montre comment se fait la création des différents groupes sur Apache guacamole, vous verrez ci-bas un récapitulatif de tous les groupes créés.

The screenshot shows the Apache Guacamole interface for managing user groups. The top navigation bar includes links for 'Sessions Actives', 'Historique', 'Utilisateurs', 'Groupes' (which is selected and highlighted in grey), 'Connexions', and 'Préférences'. Below the navigation, a message encourages users to click on groups to manage them. A 'Nouveau Groupe' button and a 'Filtre' search bar are present. The main area displays a table with four rows, each representing a group: 'Admin', 'Enseignant', 'EtudiantA', and 'EtudiantB'. Each row includes a small user icon and a 'Supprimer' (Delete) link at the end.

Figure 41 récapitulatif des groupes créés (source Auteur)

➤ Création des comptes utilisateurs, assignés aux groupes

MODIFIER UTILISATEUR

Identifiant:	<input type="text" value="Enseignant1"/>
Mot de passe:	<input type="password" value="*****"/>
Répéter mot de passe:	<input type="password" value="*****"/>

PROFIL

Nom:	<input type="text" value="M. Kenfack Erick"/>
Adresse Mail:	<input type="text" value="erick50@gmail.com"/>
Organisation:	<input type="text" value="IAI"/>
Rôle:	<input type="text" value="Enseignant"/>

RESTRICTIONS DE COMPTE

Connexion désactivée:	<input type="checkbox"/>
Mot de passe expiré:	<input type="checkbox"/>
Autoriser l'accès après:	<input type="text" value="06 : 00"/> <input type="button" value=""/>
Ne pas autoriser l'accès après:	<input type="text" value="23 : 00"/> <input type="button" value=""/>
Activer le compte après:	<input type="text" value="jj / mm / aaaa"/> <input type="button" value=""/>
Désactiver le compte après:	<input type="text" value="jj / mm / aaaa"/> <input type="button" value=""/>
Fuseau horaire utilisateur:	<input type="text" value="Africa"/> <input type="text" value="Douala"/>

PERMISSIONS

Administration du système:	<input type="checkbox"/>
Créer de nouveaux utilisateurs:	<input type="checkbox"/>
Créer de nouveaux groupes d'utilisateurs:	<input type="checkbox"/>
Créer de nouvelles connexions:	<input type="checkbox"/>
Créer de nouveaux groupes de connexion:	<input type="checkbox"/>
Créer de nouveaux profils de partage:	<input type="checkbox"/>
Modifier son propre mot de passe:	<input type="checkbox"/>

GROUPE

✖ Enseignant

Admin
 Enseignant
 EtudiantA
 EtudiantB

CONNEXIONS

Connexions en cours Toutes les Connexions

[] Machine Enseignant
[] win prime
[] win10

Figure 42 exemple de création d'un compte Enseignant (source Auteur)

Ici un exemple de compte utilisateur créé, appartenant au groupe Enseignant, et donc héritant de tous les priviléges et restriction de ce groupe. Nous ferons pareillement pour la création des comptes des étudiants et ceux des administrateurs principaux du système.

Identifiant	Organisation	Nom	Dernier actif
Enseignant1	IAI Cameroun	M. Kenfack Erick	
Enseignant2	IAI Cameroun	Mme Kome Lysie	
Etudiant1	IAI Cameroun	Matom André	
Etudiant2	IAI Cameroun	Onti jule	
Etudiant3	IAI Cameroun	Won Jesy Light	
Etudiant4	IAI Cameroun	Kana William	
Etudiant5	IAI Cameroun	Piou Son	
Etudiant6	IAI Cameroun	Grek Lucie	
Etudiant7	IAI Cameroun	Amio Anderson	
nano	IAI Cameroun	nano	07-10-2024 10:42:56

Figure 43 récapitulatif des comptes utilisateurs créés (source Auteur)

e. Installation des machines enseignantes et étudiantes

Les étapes qui suivent sont d'une part générale pour l'installation des machine virtuelles rattachées au datacenter et l'installation physique des machines d'étudiants. La particularité de chacun se verra après. Les étapes sont les suivantes :

- Installation des systèmes d'exploitation
- Intégrations des postes au domaine active directory précédemment créé

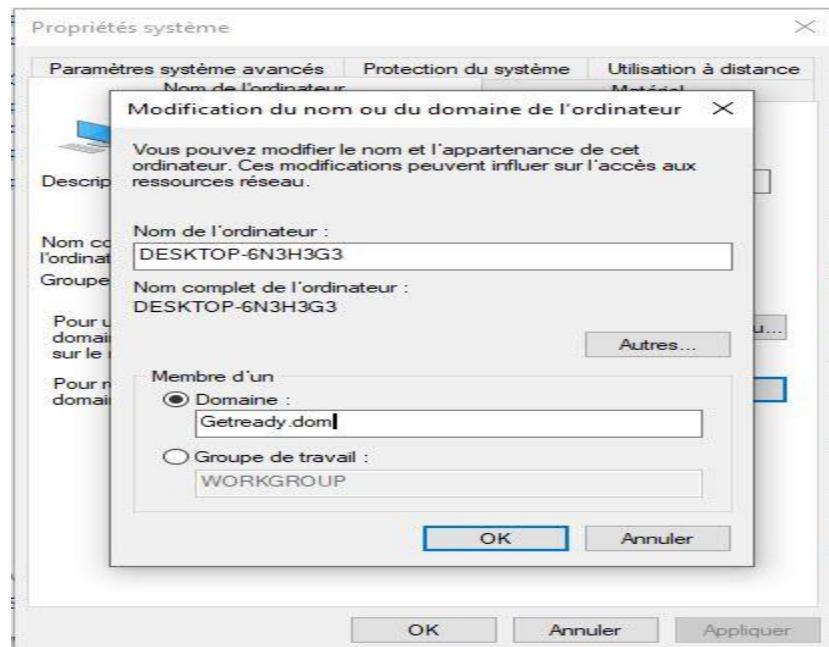


Figure 44 Intégrations des postes au domaine active directory (source: Auteur)

➤ Connexion des utilisateurs au domaine créé

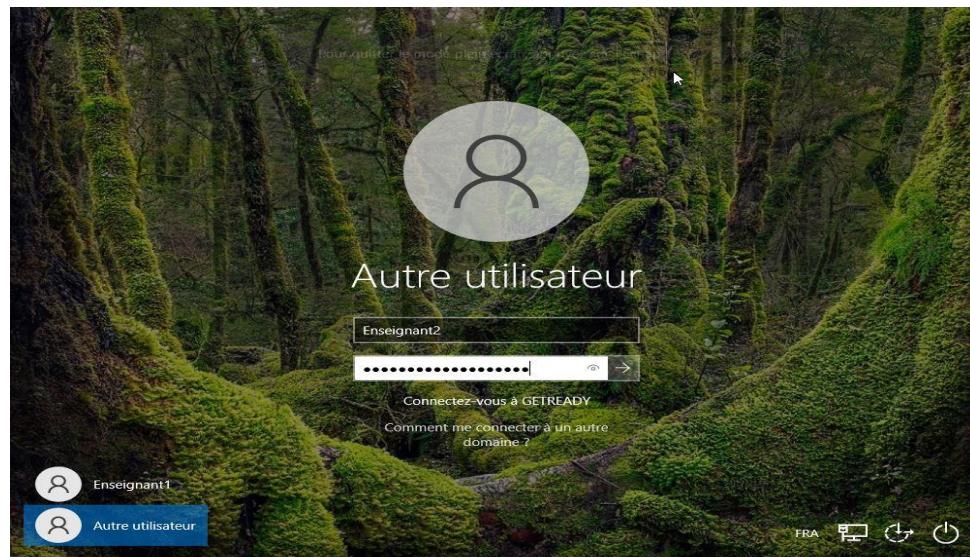


Figure 45 connexion d'un utilisateur au domaine créé (source Auteur)

➤ Installation du système de surveillance : Veyon Master pour l'ordinateur de l'enseignant et Veyon client pour celui des étudiants



Figure 46 interface d'installation de veyon (Source: Auteur)

- Génération de la paire de clé public et privée sous forme fichier

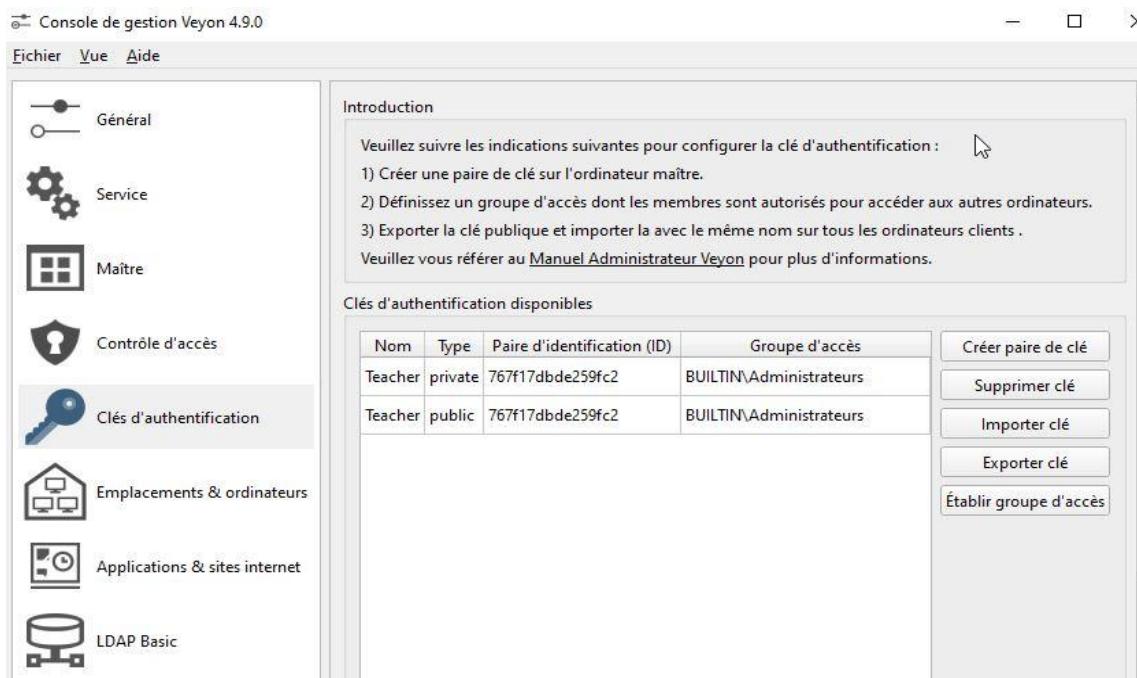


Figure 47 generartion des clés publics et privés sur Veyon Master (source Auteur)

- Importation de la clé publique de l'enseignant dans la machine de l'étudiant

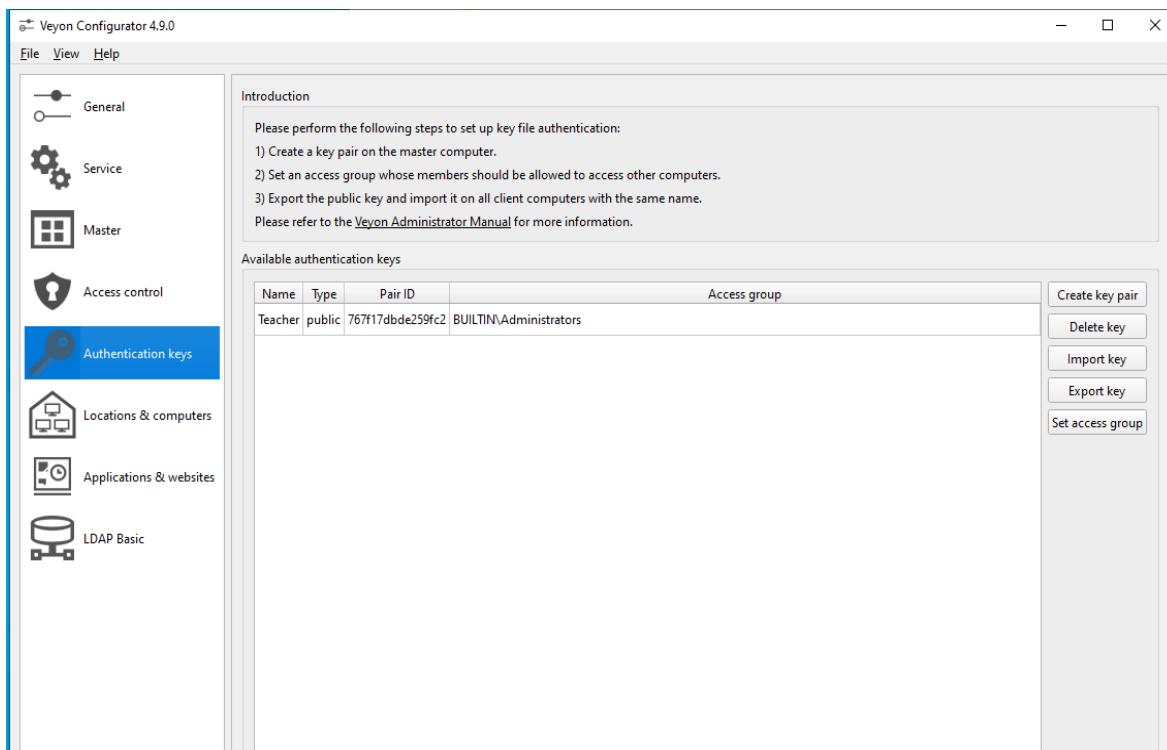


Figure 48 Veyon client pour les étudiants (source Auteur)

- Configuration supplémentaire au niveau du Veyon Master : insertion des identifiants des machines clientes.

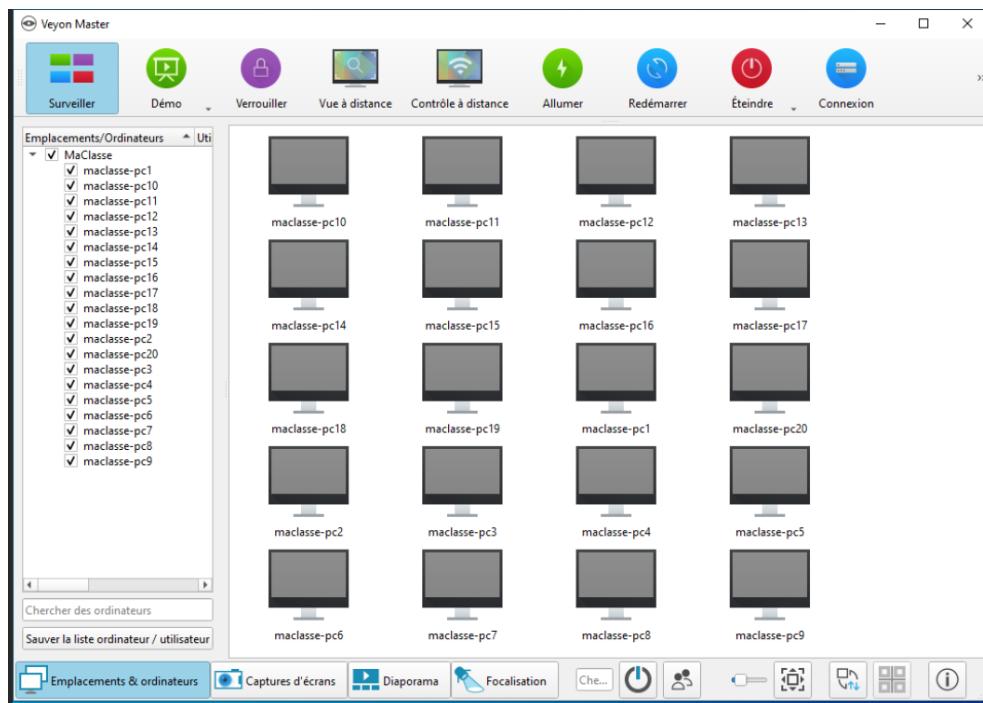


Figure 49 insertion des identifiants des machines clientes (source : Auteur)

Ces étapes terminées, nous allons à présent finaliser avec les configurations d'accès à distance ensuite nous ferons des tests

f. Finalisation des configurations d'accès à distance

- Se connecter à Apache guacamole depuis l'interface de connexion
- Integer de les paramètres de connexion RDP vers les machines du domaine

Figure 50 Intégration des paramètres d'une machine enseignante au sein de guacamole (source Auteur)

NB : Cette opération se fait de la même façon avec tous les autres ordinateurs sur lesquels on peut implémenter l'accès à distance

a. Création des différents groupes et comptes utilisateurs sur PNETLab et assignation des droits

- Création des groupes utilisateurs sur PNETLab avec assignation des priviléges : exemple du groupe Enseignant

Add Role

Name
Enseignant

Workspace
Select a folder. Users with this role will only be able to operate in the directory you have selected.

Permission

Delete Folder
 Add New Folder
 Rename or Move Folder
 Delete Lab
 Add New Lab
 Import Lab
 Export Lab
 Move Lab
 Clone Lab
 Rename Lab

CPU Limit (%)

RAM Limit (%)

Hard disk Limit (MB)

Note: When crossing the threshold above, the user will not be able to open more nodes or

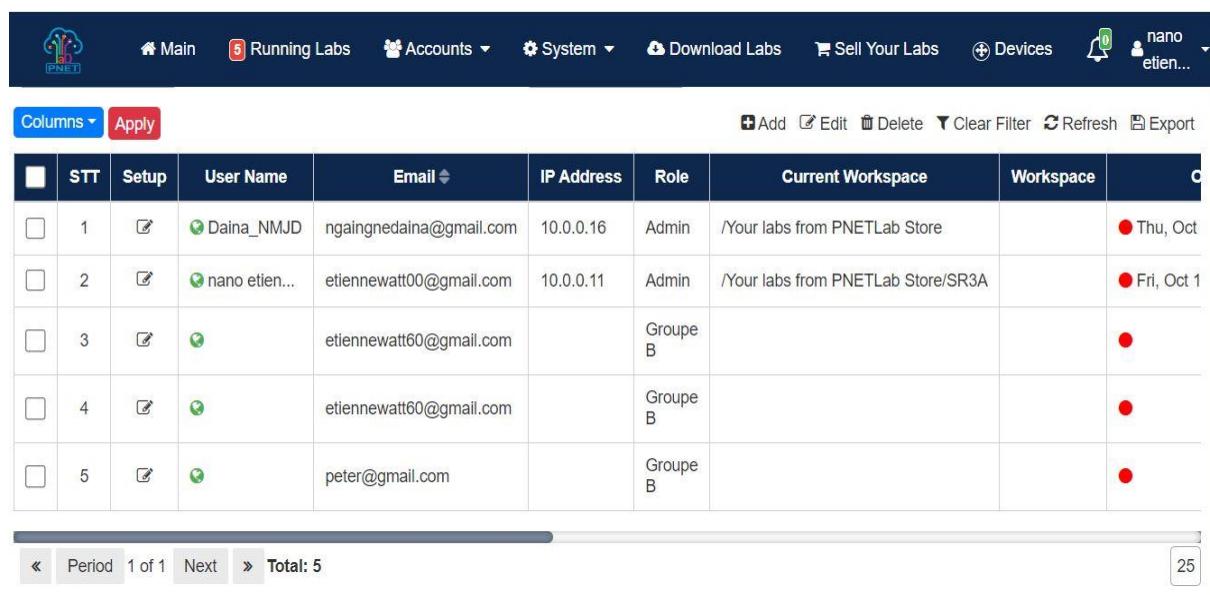
Figure 51 création du groupe Enseignant sur PNETLab avec assignation des priviléges (source Auteur)

- Présentation des différents groupes créés

STT	Setup	Role Name	Role Workspace	CPU Limit	RAM Limit	HDD Limit	Role Note
1	<input checked="" type="checkbox"/>	Enseignant	/	%	%	MB	
2	<input checked="" type="checkbox"/>	GroupeB	/SR3B	%	%	MB	
3	<input checked="" type="checkbox"/>	GroupeA	/SR3A	%	%	MB	

Figure 52 Présentation des groupes créés (source Auteur)

Figure 53 Présentation des utilisateurs créés sur PNETLab (source Auteur)Figure 54 Présentation des groupes créés (source Auteur)



	STT	Setup	User Name	Email	IP Address	Role	Current Workspace	Workspace	C
<input type="checkbox"/>	1	<input checked="" type="checkbox"/>	Daina_NMJD	ngaingnedaina@gmail.com	10.0.0.16	Admin	/Your labs from PNETLab Store		● Thu, Oct
<input type="checkbox"/>	2	<input checked="" type="checkbox"/>	nano etien...	etiennewatt00@gmail.com	10.0.0.11	Admin	/Your labs from PNETLab Store/SR3A		● Fri, Oct 1
<input type="checkbox"/>	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	etiennewatt60@gmail.com		Groupe B			●
<input type="checkbox"/>	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	etiennewatt60@gmail.com		Groupe B			●
<input type="checkbox"/>	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	peter@gmail.com		Groupe B			●

« Period 1 of 1 Next » Total: 5 25

Figure 55 Présentation des utilisateurs créés sur PNETLab (source Auteur)

- Mise en place d'InfinyDesk pour optimisation des ressources : une unité centrale pour 02 à 12 postes de travail indépendants.

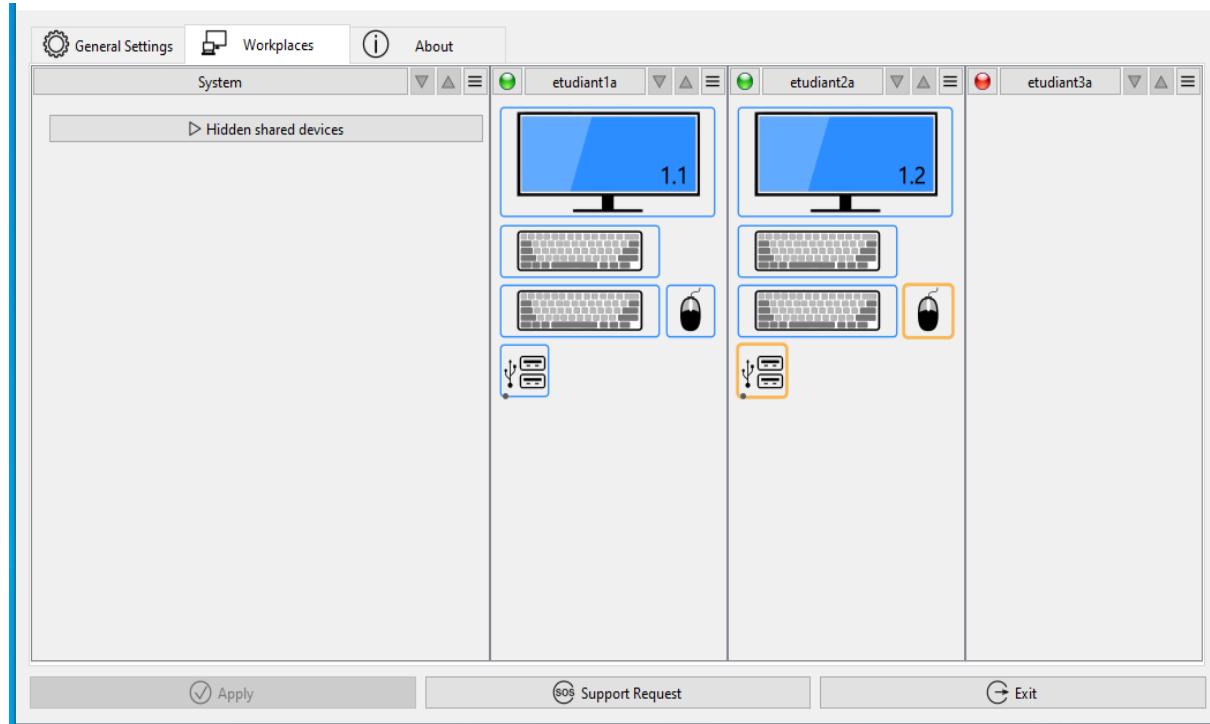


Figure 58 installation de InfyniDesk (source: Auteur)

CHAPITRE 5 : RESULTATS ET COMMENTAIRES

Dans cette partie, nous allons visualiser tour à tour les différents résultats obtenus après implémentation de la solution.

LES RESULTATS OBTENUS

- Connection des utilisateurs via Apache guacamole

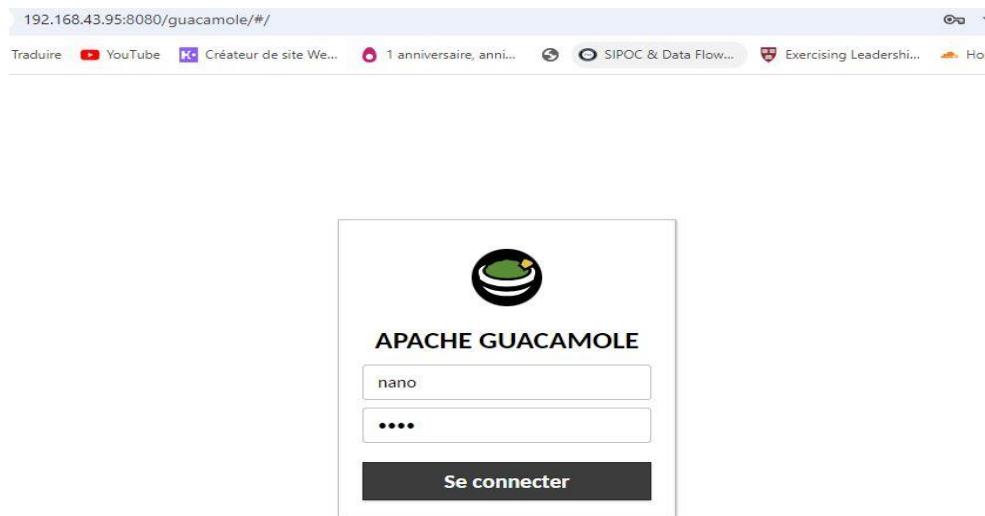


Figure 59 page de connexion guacamole (Source : Auteur)

Les enseignants et les étudiants après avoir entrés l'adresse de guacamole, se connectent à celui-ci à partir de leurs identifiants respectifs

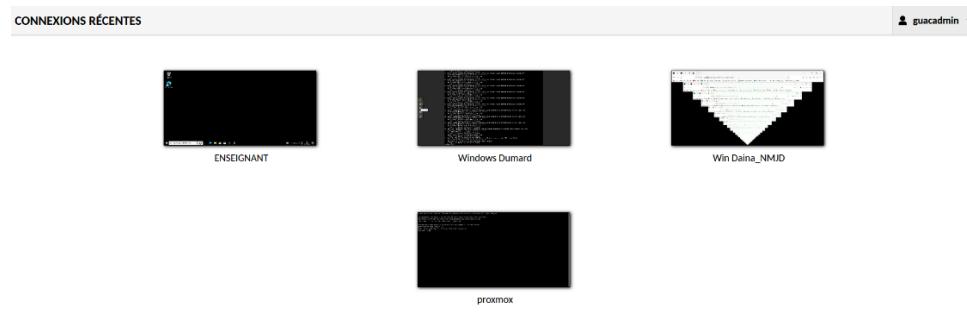


Figure 60 connexion des différents utilisateurs (source Auteur)

➤ Accès aux machines du domaine

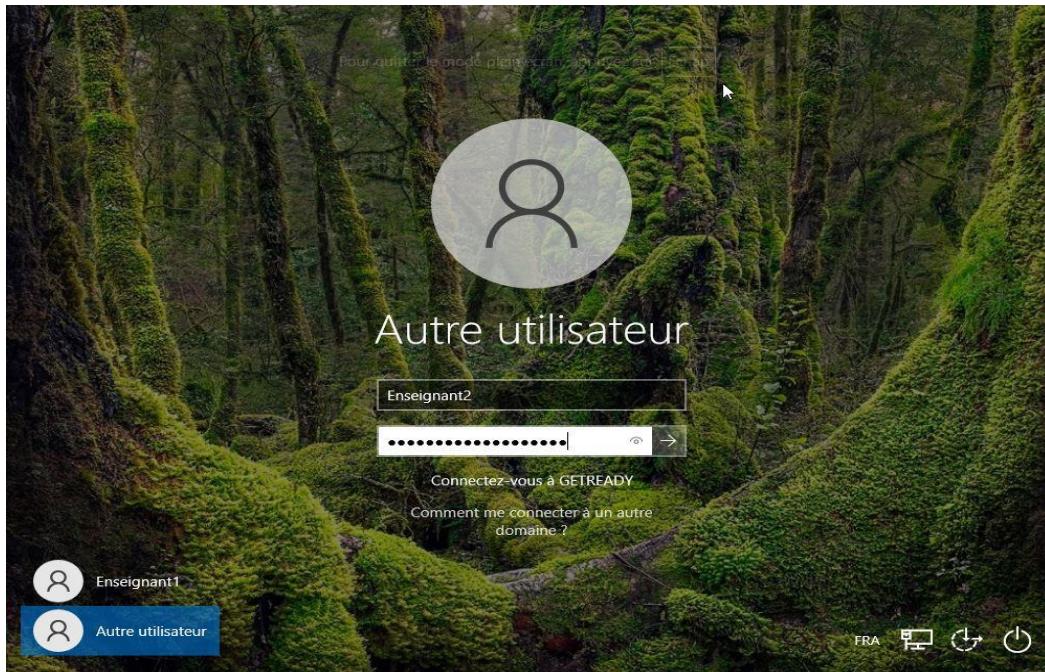


Figure 61 Accès aux machines du domaine (source Auteur)

➤ Accès à l'interface du laboratoire PNETLab

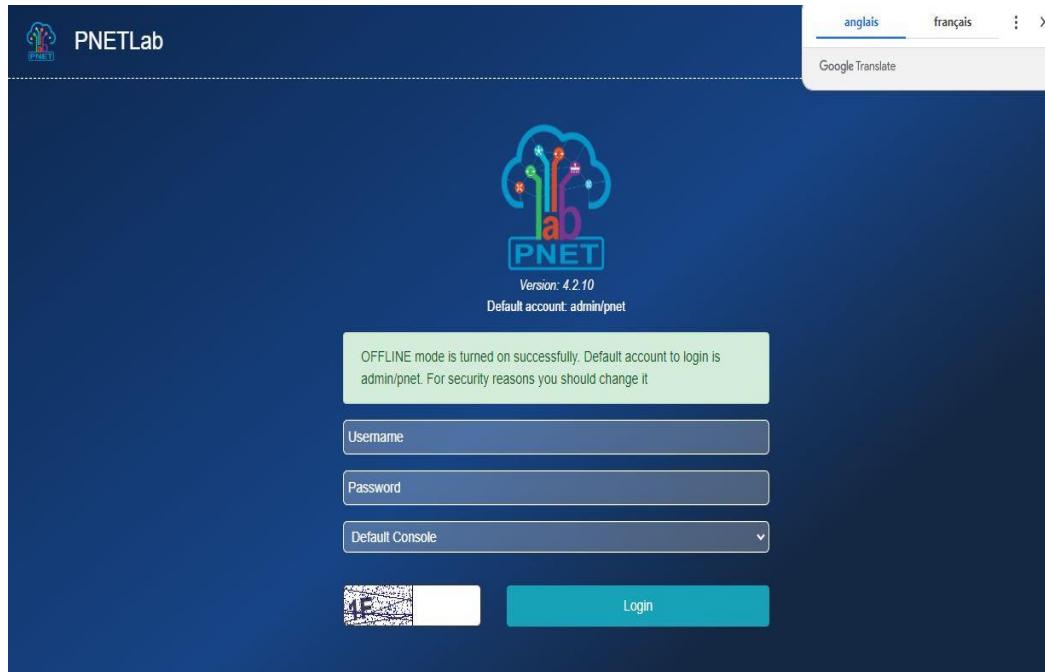


Figure 62 Accès à l'interface de PNETLab (source Auteur)

➤ Création des laboratoires de travail par l'enseignant



The screenshot shows the PNETLab Store interface. On the left, there's a sidebar with categories: All Labs, Expert (selected), Professional, and Associate. Under Expert, there are links for CCIE RS (18), CCIE DC (7), CCIE Enterprise (7), CCIE SP (2), Cisco 360 RS (20), Cisco 360 SP (5), and CCIE SEC (2). Under Professional, there are links for CCNP (144) and JUNIPER (26). Under Associate, there is a link for CCNA (135). The main content area displays a lab titled "OSPF Route LSA Filtering STUB NSSA" by user "Algermon". It was created on May 2, 2020, at 1:22 PM. The lab objective is to understand OSPF implementation and configuration in Cisco IOS routers, including Stub/NSSA areas and route and LSA filtering. The status is "Free" and it has 2959 views. Below the main lab, there's a red banner with the text "OSPF Route, LSA Filtering, STUB, NSSA". To the right, there's a "Similar" section with three more lab thumbnails: "VLANs and Trunks" by Iquiven, "Spoke to Spoke FlexVPN" by Iquiven, and "High Availability MultiVen..." by supian.

Figure 63 Création des laboratoires de travail par l'enseignant (source Auteur)

➤ Suivi du travail de laboratoire par les étudiants

The screenshot shows the student workspace interface. At the top, there are navigation links: Main, Running Labs, Accounts, System, Download Labs, Sell Your Labs, and Devices. The workspace itself has a "Workspace" tab and a breadcrumb trail: root / Your labs fr. There are two management sections: "Users Management" and "Roles Management". Below this, there's a "Search Labs" bar and a list of completed labs. One lab is highlighted: "Static and Dynamic Routing Ver_1.unl" by user "Algermon" on 13 Sep 2024 at 16:15, marked as "Public". To the right, there's a "Lab Preview" window showing a blank sheet of graph paper with a vertical scroll bar.

Figure 64 Suivi du travail de laboratoire par les étudiants (source Auteur)

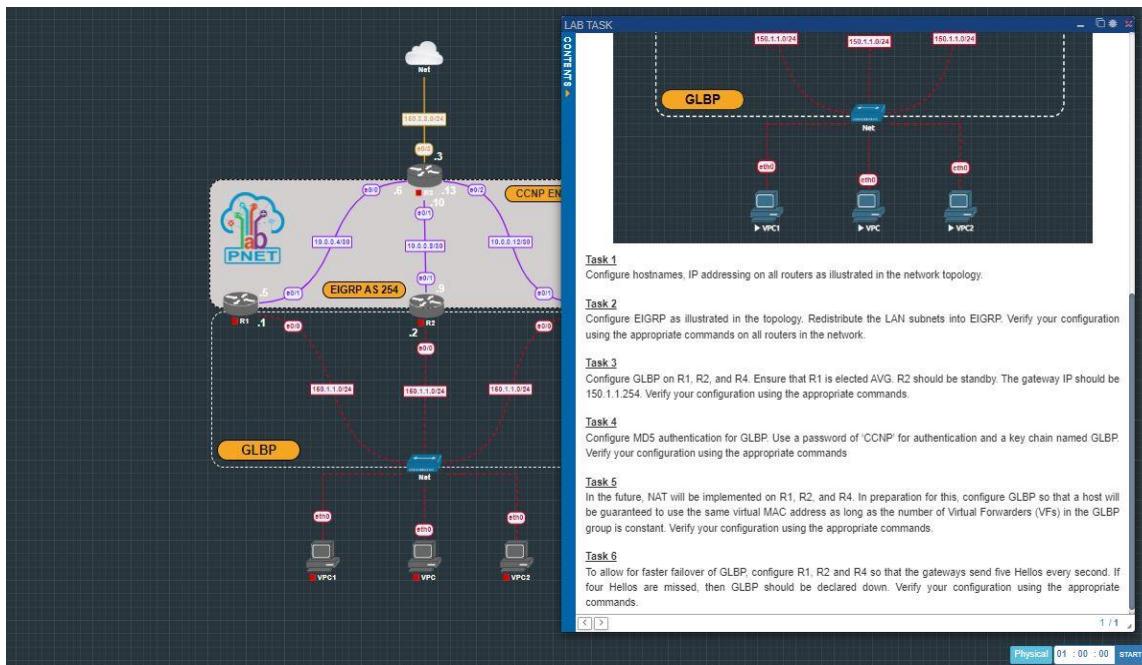


Figure 65 suivi du laboratoire par l'étudiant (Source: Auteur)

➤ Initialisation de la surveillance des travaux par l'enseignant

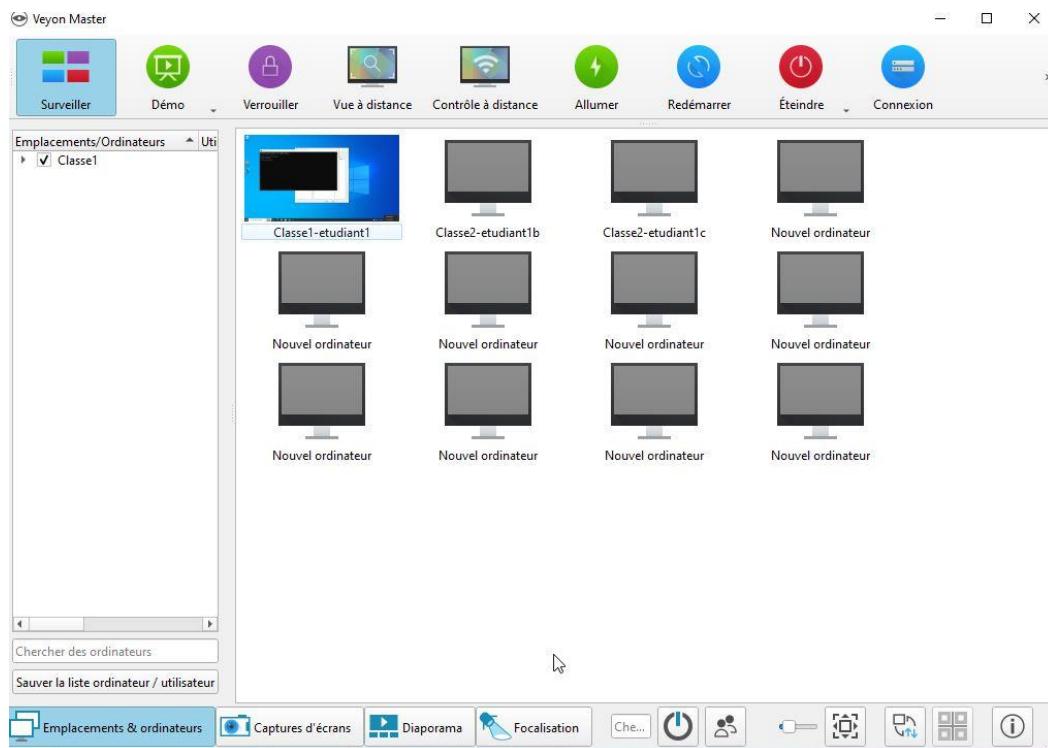


Figure 66 Initialisation de la surveillance des travaux par l'enseignant (source Auteur)

➤ Projection de la machine enseignante sur les machines d'étudiants

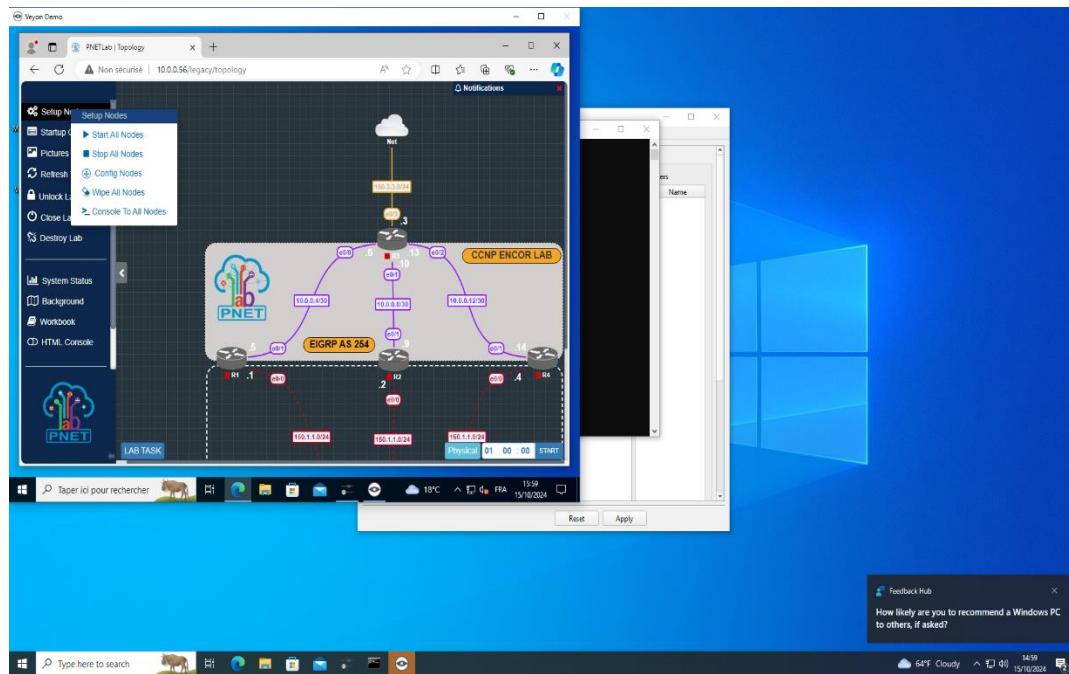


Figure 67 Projection de la machine enseignante sur les machines d'étudiants

➤ Envoie des messages ciblés de l'enseignant aux étudiants

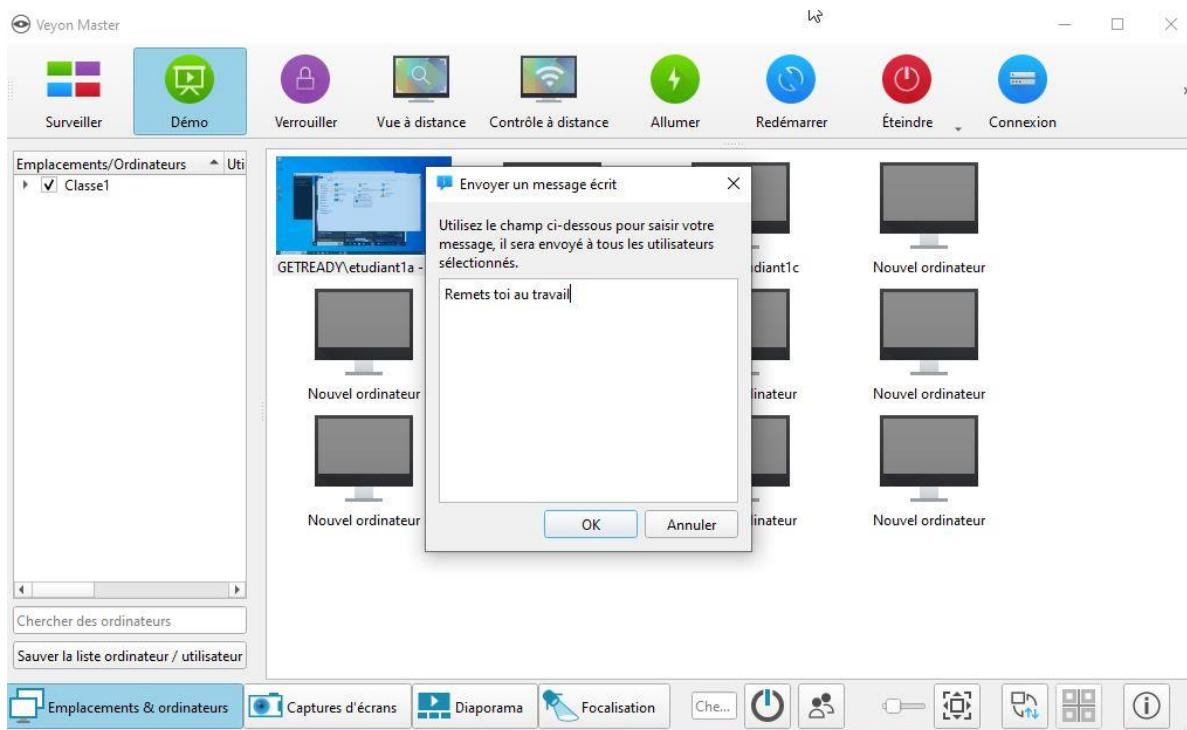


Figure 68Envoie des messages ciblés de l'enseignant aux étudiants (Source : Auteur)

➤ Réception du message par l'étudiant

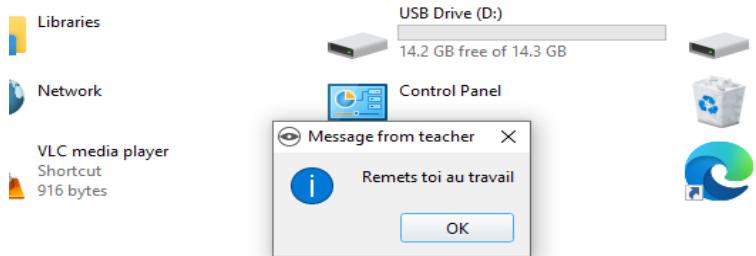


Figure 69 Réception du message par l'étudiant

➤ Système de sauvegarde des différentes machines virtuelles

Nous avons pensé à la sauvegarde des différentes machines du système,

The screenshot shows the Proxmox Virtual Environment 8.2.2 interface. The left sidebar shows nodes: Centre de données (pve), pve (102 (Guacamole), 104 (Guac), 100 (WinServer2022), 101 (PNELab), 103 (Win10), localnetwork (pve), local (pve), local-lvm (pve), sdb-storage (pve)). The main panel shows 'Stockage 'sdb-storage' sur le nœud 'pve''. It has tabs for Résumé, Sauvegardes, and other options like Disques de machine virtuelle, Volumes du conteneur, Images ISO, Modèles de conteneurs, and Permissions. Under 'Sauvegardes', there is a table:

	Nom	Notes	Date	Format	Taille
1	vzdump-qemu-102-2024_10_01-18_05_05.vma.zst	Windows10	2024-10-01 18:05:05	vma.zst	14.39 Go
2	vzdump-qemu-101-2024_10_01-18_03_07.vma.zst	PNET4.2.4	2024-10-01 18:03:07	vma.zst	1.76 Go
3	vzdump-qemu-100-2024_10_01-17_59_35.vma.zst	WinServ2022	2024-10-01 17:59:35	vma.zst	7.62 Go
4	vzdump-lxc-106-2024_10_01-17_58_46.tar.zst	guacamole2	2024-10-01 17:58:46	tar.zst	1.09 Go

Figure 70 sauvegarde de l'environnement de travail (source Auteur)

COMMENTAIRES

Le projet étant arrivé à son terme, nous trouvons judicieux de faire quelques commentaires. De prime abord il s'agit d'un projet concret qui vise à donner une autre vision et la formation et qui a pour but de faciliter le travail des enseignant tout en régulant le problème de manque d'ordinateur de haute performance qu'ont généralement les étudiants, et qui les empêche de suivre au mieux leur formation. De même, l'accent est également mis sur l'accès à distance, afin de garder un accès au système en période de crise ou même de pandémie.

Néanmoins nous recensons plusieurs perspectives pour garantir la croissance et l'optimisation de notre solution, entre autres :

- La mise en place d'un nœud de réPLICATION pour améliorer la haute disponibilité de l'infrastructure
- Intégration de plusieurs autres laboratoires a l'instar des laboratoires de chimie, physique, science, dans le but de faciliter l'apprentissage dans des établissements d'enseignement secondaires

Conclusion

Suite à ces nombreuses captures, nous constatons que le système en place fonctionne aisément, et que l'accès se fait tout aussi simplement.

CONCLUSION GENERALE

Parvenu au terme de notre travail qui portait sur le déploiement d'un laboratoire de simulation réseau intégré à une infrastructure informatique partagée et supervisée avec accès à distance sécurisée, nous pouvons dire que cette expérience nous a été très bénéfique car nous avons pu acquérir de nouvelles connaissances sur la notion d'hyperviseur en générale et son utilisation dans le but de fournir des plateformes de services pour une entité, en l'occurrence pour des établissements scolaire, pour un travail collaboratif. L'idée étant de développer une autre vision de la formation en milieu éducatif, qui n'est pas contraire à celle déjà en place mais plutôt complémentaire, afin d'obtenir en somme un système éducatif davantage résilient et innovant. Le stage au sein de la start-up Get_Ready a été tellement bénéfique pour nous, tant dans l'acquisition des compétences pratiques que dans le savoir vivre en entreprise, de par les valeurs telles que l'honnêteté, le respect et la résilience face aux échecs. Nous comptons aux sorties, faire grandir ce projet, en déployant divers laboratoires en fonction de l'établissement scolaires ciblés, puis implémenter la haute disponibilité au niveau des ressources mis en dispositions



ANNEXE



BIBLIOGRAPHIE

- Manuel les réseaux, _9^e Edition_L'ere_des_reseaux de Auteur Guy Pujolle
- Manuel InfinyDesk de l'auteur Valery Simo
- Livre présentation de Moktar Licence III auteur Valery Simo

WEBOGRAPHIE

- <https://pve.proxmox.com/pve-docs/> (fonctionnement de proxmox ve 03/06/2024)
- <https://www.wmagence.com/virtualisation-tout-savoir-sur-cette-methode.html>
(présentation des types de virtualisation 20/06/2024)
- <https://guacamole.apache.org/doc/> (présentation de l'accès a distance avec apache guacamole 12/07/2024)
- <https://www.pnetlab.com/pages/documentation> (présentation de pnetlab 25/07/2024)
- <https://www.youtube.com/watch?v=cugExjVmQT4&t=193s&pp=ygUfaW5zdGFsbGVyIGd1YWNhW9sZSBzdXIgcHJveG1veA%3D%3D> (installation d'apache guacamole sur proxmox ve 01/08/2024)
- <https://docs.veyon.io/en/latest/admin/index.html> (présentation de veyon 13/09/2024)
- <https://www.youtube.com/watch?v=HrHJqdsCXUw&pp=ygUdmV5b24gdHV0b3JpYWw%3D> (tutoriel explicatif sur le fonctionnement de Veyon 15/09/2024)

GLOSSAIRE

Accès à distance : Capacité d'accéder à un système informatique ou à des données depuis un emplacement éloigné, souvent via Internet.

Données sensibles : Informations qui nécessitent une protection particulière en raison de leur nature (ex. données personnelles, financières).

Émulation : L'émulation est une technique qui permet à un système (appelé émulateur) de reproduire le comportement d'un autre système. Contrairement à la simulation, l'émulation vise à reproduire fidèlement l'environnement d'exécution d'un système d'origine, permettant ainsi de faire fonctionner des logiciels ou des jeux conçus pour celui-ci sur une plateforme différente.

Firewall (pare-feu) : Dispositif de sécurité qui contrôle le trafic réseau entrant et sortant selon des règles de sécurité prédéfinies.

InfinyDesk : Logiciel d'optimisation qui permet de faire du multiseat

Infrastructure informatique partagée : Système permettant à plusieurs utilisateurs ou applications d'accéder aux mêmes ressources matérielles et logicielles.

Laboratoire de simulation réseau : Environnement virtuel permettant de simuler des réseaux informatiques pour l'expérimentation et l'apprentissage.

Monitoring : Le monitoring (ou suivi) désigne la collecte et l'analyse en temps réel de données sur la performance d'un système ou d'une application. Il s'agit d'un processus technique qui permet de détecter des problèmes de manière proactive et d'assurer le bon fonctionnement des services. Le monitoring est souvent automatisé et utilise des outils spécifiques pour alerter les utilisateurs en cas de dysfonctionnement.

Multiseat : technologie qui permet de lancer plusieurs session utilisateur sur une même unité centrale au même moment

Protocoles de communication : Ensemble de règles et de conventions pour la transmission de données entre dispositifs sur un réseau.

Sécurité informatique : Ensemble de mesures visant à protéger les systèmes informatiques et les données contre les accès non autorisés, les attaques et les pertes.

Simulation : La simulation est un processus qui modélise le comportement d'un système réel ou hypothétique dans un environnement contrôlé. Elle permet d'observer et d'analyser comment ce système se comporterait sous différentes conditions sans affecter le système réel. Les simulations sont souvent utilisées pour la formation, la recherche ou le développement.

Supervision : La supervision fait référence à l'action de surveiller et de diriger des processus, des opérations ou des activités pour garantir qu'ils fonctionnent correctement et efficacement. Cela implique souvent une prise de décision et une intervention pour résoudre des problèmes ou améliorer les performances.

Surveillance : La surveillance est le processus d'observation continue d'un système ou d'un environnement pour détecter des anomalies ou des changements. Elle peut être passive (collecte de données) ou active (réaction à des événements). La surveillance est couramment utilisée dans divers domaines, y compris la sécurité et la gestion des systèmes.

TABLE DES MATIERES

DEDICACE.....	II
REMERCIEMENTS	III
SOMMAIRE	IV
LISTE DES TABLEAUX	V
LISTE DES FIGURES	VI
SIGLES ET ABREVIATIONS	VIII
RESUME.....	IX
ABSTRACT	- 1 -
INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	- 2 -
PARTIE 1: PHASE D'INSERTION.....	- 3 -
INTRODUCTION	- 4 -
I. ACCUEIL ET INTÉGRATION.....	- 5 -
II. PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL.....	- 5 -
Historique	- 5 -
Organigramme de la structure d'accueil	- 8 -
CONCLUSION	- 12 -
DEUXIEME PARTIE: PHASE TECHNIQUE	- 13 -
CHAPITRE 1 : ANALYSE DU PROJET.....	- 14 -
I. PRESENTATION DU PROJET	- 15 -
II. ETUDE DE L'EXISTANT	- 15 -
1. Au niveau de la formation LMD.....	- 15 -
2. Au niveau de la formation continu.....	- 16 -
III. CRITIQUE DE L'EXISTANT	- 17 -

IV.	PROBLEMATIQUE	- 18 -
V.	PROPOSITION DE LA SOLUTION.....	- 18 -
CHAPITRE 2: CAHIER DES CHARGE		- 19 -
I.	CONTEXTE ET JUSTIFICATION DU PROJET.....	- 20 -
II.	OBJECTIFS DU PROJET.....	- 20 -
	Objectif général	- 20 -
	Objectif spécifique	- 20 -
III.	EXPRESSION DES BESOINS DE L'UTILISATEUR.....	- 21 -
	LES BESOINS FONCTIONNELS	- 21 -
	LES BESOINS NON FONCTIONNELS	- 21 -
IV.	PLANIFICATION DU PROJET.....	- 21 -
V.	ESTIMATION DU COUT DU PROJET	- 22 -
	RESSOURCE HUMAINE.....	- 23 -
	RESSOURCE MATERIELLE.....	- 24 -
	RESSOURCES LOGICIEL	- 25 -
	COUT GLOBALE DU PROJET	- 26 -
VI.	CONTRAINTE DU PROJET.....	- 26 -
VII.	LIVRABLES	- 26 -
	CONCLUSION	- 27 -
CHAPITRE 3 : ÉTAT DE L'ART		- 28 -
I.	GENERALITE SUR LA VIRTUALISATION ET LA CONTENEURISATION ..	- 29 -
	Notion de Virtualisation	- 29 -
	Notion Conteneurisation	- 36 -
	Différences entre la conteneurisation et la virtualisation	- 38 -
II.	Généralités sur la notion d'informatique partagé	- 40 -
	Définition	- 40 -
	Concept de base de l'informatique partagé	- 40 -

Avantages de l'Informatique Partagée	- 45 -
Technologies qui permettent d'implémenter la notion d'informatique partagé	- 45 -
III. Généralité sur l'administration système	- 46 -
IV. Notion de Simulation réseau.....	- 54 -
V. Notion de Surveillance à distance des postes	- 60 -
Introduction	- 60 -
Définition de la surveillance en contexte éducatif	- 60 -
Objectifs de Surveillance à Distance Éducative.....	- 61 -
Outils de Surveillance à Distance.....	- 61 -
VI. Généralité sur l'accès à distance.....	- 63 -
Types d'accès à distance	- 63 -
Protocoles d'accès à distance.....	- 63 -
Applications de l'Accès à Distance	- 64 -
Défis de l'Accès à Distance	- 65 -
Outils d'Accès à Distance	- 65 -
VII. LA SOLUTION INFINYDESK	- 66 -
INTRODUCTION	- 66 -
POURQUOI INFINYDESK ?	- 66 -
CAS D'UTILISATIONS ET CIBLES	- 68 -
Avantages spécifiques de la solution.....	- 69 -
CHAPITRE 4 : IMPLÉMENTATION DE LA SOLUTION	- 72 -
I. PRESENTATION DES LOCIELS UTILISES	- 73 -
PROXMOX VE.....	- 73 -
Windows Server 2022	- 75 -
PNETLab.....	- 76 -
Apache guacamole	- 78 -
VEYON	- 80 -

INFINYDESK	- 82 -
II. ARCHITECTURE RESEAU DE LA SOLUTION.....	- 83 -
III. METHODOLOGIE DE DEPLOIEMENT	- 84 -
Prérequis :.....	- 84 -
Etapes de Déploiement et configuration	- 84 -
IV. DEPLOIEMENT ET CONGURATION	- 85 -
Les différentes installations et configurations	- 85 -
CHAPITRE 5 : RESULTATS ET COMMENTAIRES.....	- 106 -
LES RESULTATS OBTENUS	- 106 -
COMMENTAIRES	- 112 -
CONCLUSION GENERALE	- 113 -
ANNEXE	A
BIBLIOGRAPHIE	B
WEBOGRAPHIE.....	C
GLOSSAIRE	D
TABLE DES MATIERES	F