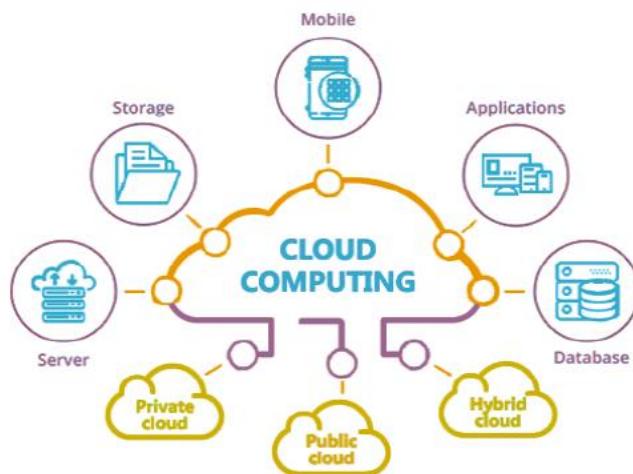




Master Big Data Analytics & Smart Systems

RAPPORT



TP1 : Cloud Computing

Réaliser par :

ERRAZOUKI AYA

Encadrer par :

Pr. Abdellatif EL ABDERRAMANI

Table de matière

| | |
|--|-----------|
| Table de figure | 5 |
| Introduction..... | 8 |
| I. Problématique :..... | 8 |
| II. Solution :..... | 8 |
| 1) Définition de la virtualisation et les avantages :..... | 8 |
| 2) Fonctionnement de la virtualisation : | 9 |
| 3) Types d'hyperviseurs :..... | 9 |
| III. Objectifs : | 11 |
| Chapitre 1 : Création des machines virtuelle | 12 |
| I. Niveau 1 :..... | 12 |
| 1) Proxmox :..... | 12 |
| a. Présentation de Proxmox..... | 12 |
| b. Installation de Proxmox : | 12 |
| 2) Ubuntu: | 22 |
| a. Présentation d'Ubuntu: | 22 |
| b. Installation d'Ubuntu: | 22 |
| c. Installation de serveur apache2 | 30 |
| d. Accès à Proxmox via Ubuntu : | 31 |
| II. Niveau 2 | 32 |
| 1) Proxmox :..... | 32 |
| a. Installation de 1ere machine Virtual Ubuntu | 32 |
| b. Installation de 2eme machine Virtuel Ubuntu | 35 |
| 2) Ubuntu | 36 |
| a. Installe machine virtuel Proxmox..... | 36 |
| b. Accéder à Proxmox depuis une navigateur Web | 38 |
| Chapitre 2 : Communication | 40 |
| I. Hôte :..... | 42 |
| 1) Avec Ubuntu de niveau 1 :..... | 42 |
| 2) Avec Proxmox du niveau 1:..... | 43 |
| 3) Avec Ubuntu 1 du niveau 2: | 43 |
| 4) Avec Ubuntu 2 du niveau 2: | 43 |
| 5) Avec Proxmox du niveau 2:..... | 44 |
| II. Proxmox du niveau 1 :..... | 44 |

| | |
|---|-----------|
| 1) Avec Hôte : | 44 |
| 2) Avec Ubuntu du niveau 1: | 44 |
| 3) Avec Ubuntu 1 du niveau 2: | 45 |
| 4) Avec Ubuntu 2 du niveau 2: | 45 |
| 5) Avec Proxmox du niveau 2:..... | 45 |
| III. Ubuntu du niveau 1:..... | 46 |
| 1) Avec Hôte : | 46 |
| 2) Avec Proxmox du niveau 1:..... | 46 |
| 3) Avec Ubuntu 1 du niveau 2: | 46 |
| 4) Avec Ubuntu 2 du niveau 2: | 46 |
| 5) Avec Proxmox du niveau 2:..... | 47 |
| IV. Ubuntu 1 du niveau 2 : | 47 |
| 1) Avec Hôte : | 47 |
| 2) Avec Proxmox du niveau 1:..... | 47 |
| 3) Avec Ubuntu du niveau 1: | 48 |
| 4) Avec Ubuntu 2 du niveau 2: | 48 |
| 5) Avec Proxmox du niveau 2:..... | 48 |
| V. Ubuntu 2 du niveau 2 : | 49 |
| 1) Avec Hôte : | 49 |
| 2) Avec Proxmox du niveau 1:..... | 49 |
| 3) Avec Ubuntu du niveau 1: | 49 |
| 4) Avec Ubuntu 1 du niveau 2: | 50 |
| 5) Avec Proxmox du niveau 2:..... | 50 |
| VI. Proxmox du niveau 2 :..... | 50 |
| 1) Avec Hôte : | 50 |
| 2) Avec Proxmox du niveau 1:..... | 51 |
| 3) Avec Ubuntu du niveau 1: | 51 |
| 4) Avec Ubuntu 1 du niveau 2: | 51 |
| 5) Avec Ubuntu 2 du niveau 2: | 51 |
| VII. Accéder à Proxmox et Apache via l'extérieur | 52 |
| 1) Accéder à Proxmox de niveau 1 : | 52 |
| 2) Accéder à Ubuntu de niveau 1 : | 53 |
| 3) Accéder à Ubuntu 1 de niveau 2 : | 54 |
| 4) Accéder à Ubuntu 2 de niveau 2 : | 54 |
| 5) Accéder à Proxmox de niveau 2 : | 55 |

| | |
|------------------|----|
| Conclusion | 56 |
| Référence | 57 |

Table de figure

| | |
|---|----|
| Figure 1: Traditionnel Architecture et l'architecture de la virtualisation..... | 8 |
| Figure 2 : Hyperviseur de type 1..... | 10 |
| Figure 3 : Hyperviseur de type 2..... | 11 |
| Figure 4 : Architecture du TP..... | 11 |
| Figure 5 : La page Home de VMware | 12 |
| Figure 6 : Création de machine virtuelle..... | 13 |
| Figure 7 : Installation du système d'exploitation invité..... | 13 |
| Figure 8 : Sélection du système d'exploitation invité..... | 14 |
| Figure 9 : Nom de la machine virtuelle | 14 |
| Figure 10 : Spécification de la capacité du disque..... | 15 |
| Figure 11 : Configuration de la machine virtuelle | 16 |
| Figure 12 : Interface de Proxmox | 16 |
| Figure 13 : Contrat de licence de Proxmox | 17 |
| Figure 14 : Environnement virtuel Proxmox | 17 |
| Figure 15 : Sélection du pays et région..... | 18 |
| Figure 16 : Mot de passe d'administration et adresse e-mail..... | 18 |
| Figure 17 : Configuration du réseau de gestion | 19 |
| Figure 18 : Résumé | 20 |
| Figure 19 : Lancement d'installation..... | 20 |
| Figure 20 : L'environnement virtuel | 21 |
| Figure 21 : Accéder à l'interface Proxmox..... | 21 |
| Figure 22 : Les information du système | 22 |
| Figure 23 : Création d'une machine virtuelle | 23 |
| Figure 24 : Installation du système d'exploitation invité..... | 24 |
| Figure 25 : Information d'installation..... | 24 |
| Figure 26 : Nom de la machine virtuelle | 25 |
| Figure 27 : Spécification de la capacité du disque..... | 25 |
| Figure 28 : Configuration..... | 26 |
| Figure 29 : Finalisation de création d'une machine virtuelle | 27 |
| Figure 30 : Installation Ubuntu | 27 |
| Figure 31 : Choix de langue..... | 28 |
| Figure 32 : Mise à jour et d'autres logiciel..... | 28 |
| Figure 33 : Type d'installation..... | 29 |
| Figure 34 : Lancement d'installation Ubuntu..... | 29 |
| Figure 35 : Commande de mise à jour et d'installation Apache..... | 30 |
| Figure 36 : Accès la page d'Apache | 31 |
| Figure 37 : Accès Proxmox via Ubuntu | 31 |
| Figure 38 : Téléchargement d'iso de Ubuntu dans l'interface Proxmox | 32 |
| Figure 39 : Création de machine virtuel | 32 |
| Figure 40 : Partie système d'exploitation | 33 |
| Figure 41 : Partie disque dur | 33 |
| Figure 42 : Résumé | 34 |

| | |
|---|----|
| Figure 43 : Installation de Ubuntu niveau 2..... | 34 |
| Figure 44 : Ajout de nom d'utilisateur et mot de passe Ubuntu niveau 2 | 35 |
| Figure 45 : Résumé de 2eme machine virtuel Ubuntu..... | 35 |
| Figure 46 : Interface de VMware | 36 |
| Figure 47 : Installation de système invité | 36 |
| Figure 48 : Spécification de la capacité du disque..... | 37 |
| Figure 49 : Finalisation de création d'une machine virtuelle | 37 |
| Figure 50 : Configuration..... | 38 |
| Figure 51 : Proxmox niveau 2..... | 38 |
| Figure 52 : Interface de Proxmox | 39 |
| Figure 53 : Adresse IP de la machine Hôte | 40 |
| Figure 54 : Adresse IP de la machine virtuelle Ubuntu niveau 1 | 40 |
| Figure 55 : Adresse IP de la machine virtuelle Proxmox niveau 1 | 41 |
| Figure 56 : Adresse IP de la première machine virtuelle Ubuntu niveau 2 | 41 |
| Figure 57 : Adresse IP de la 2eme machine virtuelle Ubuntu niveau 2 | 42 |
| Figure 58 : Adresse IP de la machine virtuelle Proxmox niveau 2 | 42 |
| Figure 59 : Ping entre la machine Hôte et Ubuntu niveau 1 | 42 |
| Figure 60 : Ping entre la machine Hôte et Proxmox niveau 1 | 43 |
| Figure 61 : Ping entre la machine Hôte et 1 ère machine Ubuntu niveau 2 | 43 |
| Figure 62 : Ping entre la machine Hôte et 2ème machine Ubuntu niveau 2..... | 43 |
| Figure 63 : Ping entre la machine Hôte et Proxmox niveau 2 | 44 |
| Figure 64 : Ping entre Proxmox de niveau 1 et la machine Hôte | 44 |
| Figure 65 : Ping entre Proxmox de niveau 1 et Ubuntu niveau 1 | 44 |
| Figure 66 : Ping entre Proxmox de niveau 1 et la 1 ère machine Ubuntu niveau 2 | 45 |
| Figure 67 : Ping entre Proxmox de niveau 1 et la 2ème machine Ubuntu niveau 2..... | 45 |
| Figure 68 : Ping entre Proxmox de niveau 1 et Proxmox niveau 2 | 45 |
| Figure 69 : Ping entre Ubuntu niveau 1 et la machine Hôte | 46 |
| Figure 70 : Ping entre Ubuntu niveau 1 et Proxmox niveau 1 | 46 |
| Figure 71 : Ping entre Ubuntu niveau 1 et la 1 ère machine Ubuntu niveau 2 | 46 |
| Figure 72 : Ping entre Ubuntu niveau 1 et la 2ème machine Ubuntu niveau 2 | 46 |
| Figure 73 : Ping entre Ubuntu niveau 1 et Proxmox niveau 2..... | 47 |
| Figure 74 : Ping entre 1 ère machine Ubuntu niveau 2 et la machine Hôte | 47 |
| Figure 75 : Ping entre 1 ère machine Ubuntu niveau 2 et Proxmox niveau 1 | 47 |
| Figure 76 : Ping entre 1 ère machine Ubuntu niveau 2 et Ubuntu niveau 1 | 48 |
| Figure 77 : Ping entre 1 ère machine Ubuntu niveau 2 et la 2ème machine Ubuntu niveau 2 | 48 |
| Figure 78 : Ping entre 1 ère machine Ubuntu niveau 2 et Proxmox niveau 2 | 48 |
| Figure 79 : Ping entre 2ème machine Ubuntu niveau 2 et la machine Hôte..... | 49 |
| Figure 80 : Ping entre 2ème machine Ubuntu niveau 2 et Proxmox niveau 1..... | 49 |
| Figure 81 : Ping entre 2ème machine Ubuntu niveau 2 et Ubuntu niveau 1 | 49 |
| Figure 82 : Ping entre 2ème machine Ubuntu niveau 2 et la 1 ère machine Ubuntu niveau 2 | 50 |
| Figure 83 : Ping entre 2ème machine Ubuntu niveau 2 et Proxmox niveau 2..... | 50 |
| Figure 84 : Ping entre Proxmox niveau 2 et la machine Hôte | 50 |
| Figure 85 : Ping entre Proxmox niveau 2 et Proxmox niveau 1 | 51 |
| Figure 86 : Ping entre Proxmox niveau 2 et Ubuntu niveau 1..... | 51 |
| Figure 87 : Ping entre Proxmox niveau 2 et la 1 ère machine Ubuntu niveau 2 | 51 |
| Figure 88 : Ping entre Proxmox niveau 2 et la 2ème machine Ubuntu niveau 2..... | 51 |

| | |
|---|----|
| Figure 89 : Accès a Proxmox niveau 1 | 52 |
| Figure 90 : Accès a Ubuntu niveau 1 | 53 |
| Figure 91 : Accès à la 1 ère machine Ubuntu niveau 2..... | 54 |
| Figure 92 : Accès à la 2ème machine Ubuntu niveau 2 | 54 |
| Figure 93 : Accès à Proxmox niveau 2 | 55 |

Introduction

I. Problématique :

L'absence de virtualisation dans une entreprise pose des défis liés à l'infrastructure physique :

- **Coût d'acquisition:** Sans virtualisation, l'entreprise doit acquérir et entretenir des serveurs physiques distincts pour diverses fonctions, entraînant des dépenses importantes en matériel.
- **Mise en place et maintenance:** La gestion des serveurs physiques nécessite des ressources et du temps pour la configuration et la maintenance, ce qui peut être chronophage et coûteux.
- **Espace et consommation d'énergie :** L'hébergement de serveurs physiques prend de la place et entraîne une consommation énergétique élevée.
- **Utilisation inefficace des ressources :** L'utilisation de serveurs physiques entraîne souvent une sous-utilisation des ressources, car chaque serveur est dédié à une tâche spécifique, ce qui peut être inefficace et coûteux.

La virtualisation permet une meilleure flexibilité et évolutivité, ce qui peut être bénéfique pour l'entreprise à long terme.

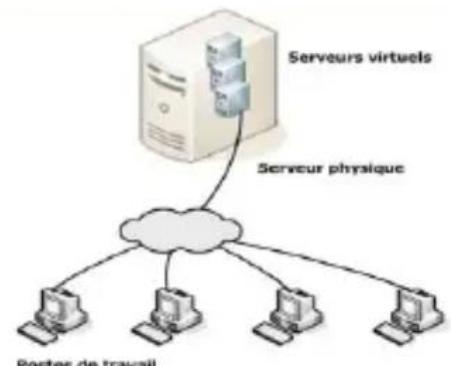
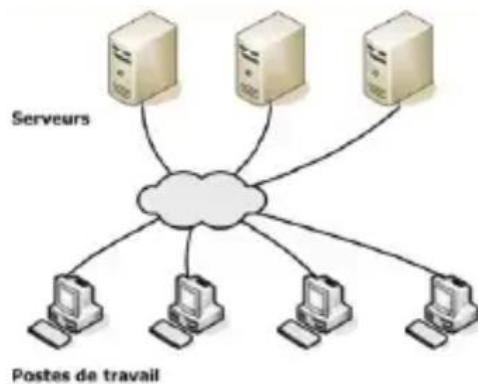


Figure 1: Traditionnel Architecture et l'architecture de la virtualisation

II. Solution :

1) Définition de la virtualisation et les avantages :

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. Et la virtualisation peut également améliorer la disponibilité, la flexibilité et la sécurité des systèmes informatiques.

La virtualisation offre plusieurs avantages à toute organisation :

- **Utilisation efficace des ressources :** La virtualisation améliore les ressources matérielles utilisées dans le centre de données. Le fait d'avoir moins de serveurs physiques sous-jacents libère de l'espace dans le centre de données et permet de réaliser des économies sur l'électricité, les générateurs et les appareils de refroidissement. ^[1]
- **Gestion informatique automatisée :** Maintenant que les ordinateurs physiques sont virtuels, il permet de gérer en utilisant des outils logiciels. Les administrateurs créent des programmes de déploiement et de configuration pour définir les modèles de machines virtuelles. Vous pouvez dupliquer votre infrastructure de manière répétée et cohérente et éviter les configurations manuelles sujettes aux erreurs. ^[1]
- **Haute disponibilité :** La virtualisation permet de mettre en place des solutions de haute disponibilité, avec des fonctionnalités de tolérance de panne, de migration en temps réel, de redémarrage automatique, et de basculement en cas de défaillance. ^[1]

2) Fonctionnement de la virtualisation :

La virtualisation utilise un logiciel spécialisé, appelé hyperviseur, pour créer plusieurs instances de cloud ou machines virtuelles sur un seul ordinateur physique.

Un hyperviseur est un logiciel qui permet de créer et d'exécuter des machines virtuelles. Un hyperviseur isole son système d'exploitation et ses ressources des machines virtuelles, et permet de créer et de gérer ces machines virtuelles.

Le matériel physique utilisé en tant qu'hyperviseur est appelé « hôte », tandis que toutes les machines virtuelles qui utilisent ses ressources sont appelées « invités ».

3) Types d'hyperviseurs :

Voici les deux principaux types d'hyperviseurs.

- **Hyperviseurs de type 1 :** Un hyperviseur de type 1 , fonctionne directement sur le matériel informatique. Il possède certaines capacités de système d'exploitation et est très efficace car il interagit directement avec les ressources physiques.
Des exemples d'hyperviseurs de type 1 incluent Hyper-V de Microsoft, ESXi de VMware, Proxmox VE basé sur Linux KVM, et Citrix XenServer. [2]

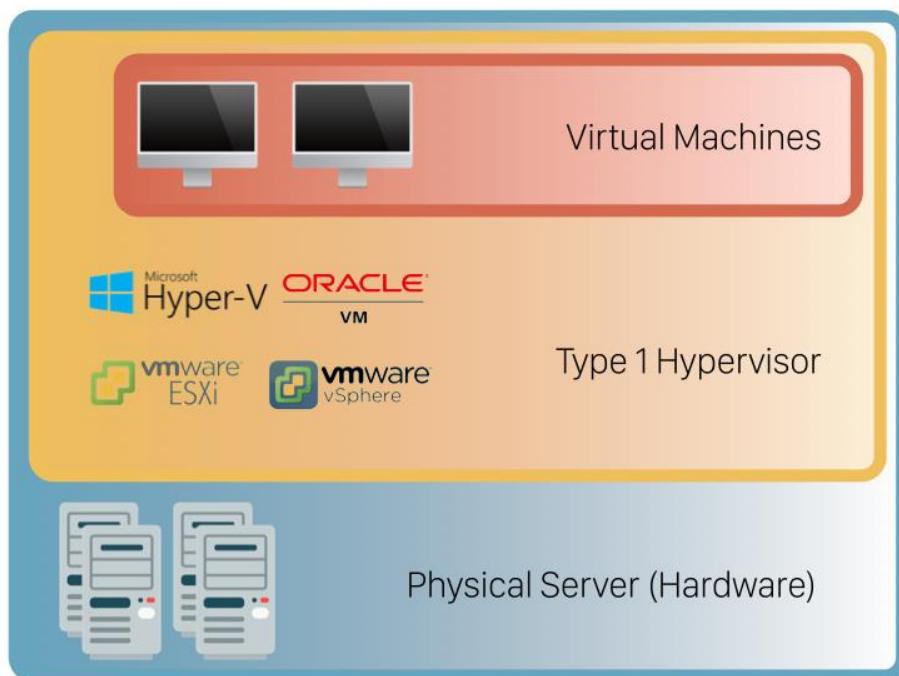


Figure 2 : Hyperviseur de type 1

- **Hyperviseurs de type 2 :** Un hyperviseur de type 2 s'exécute comme une application sur un matériel informatique doté d'un système d'exploitation existant. Utiliser ce type d'hyperviseur lorsque vous exécutez plusieurs systèmes d'exploitation sur une seule machine.
Des exemples d'hyperviseurs de type 2 incluent VMware Workstation, VMware Fusion, QEMU, Virtual PC, Virtual Server, Oracle's VirtualBox, et Parallels Desktop.[2]

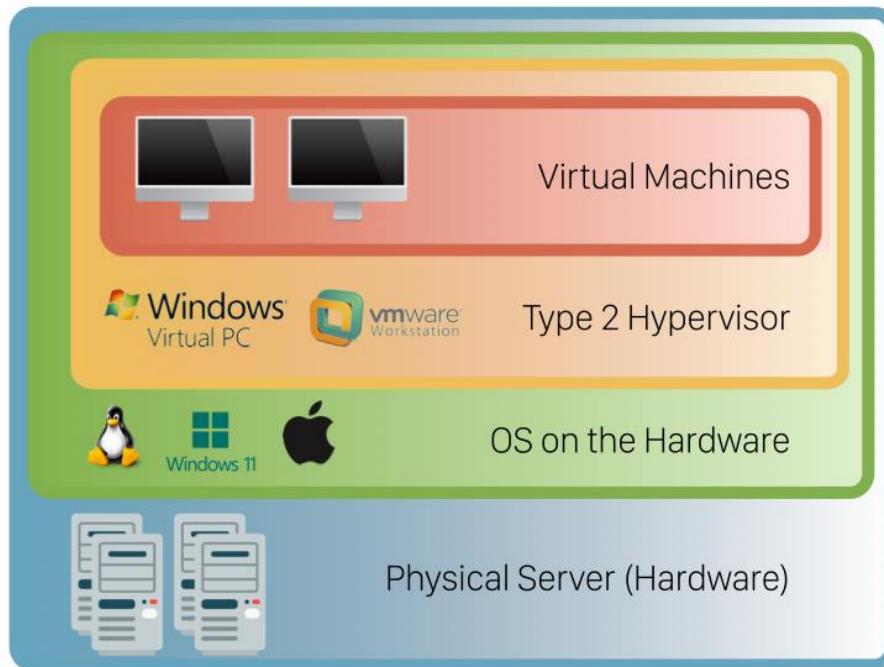


Figure 3 : Hyperviseur de type 2

Nous avons opté pour l'utilisation de VMware Workstation 16 pro en tant qu'hyperviseur de type 2 dans notre environnement de travail.

III. Objectifs :

L'objectif consiste à établir un environnement virtuel en utilisant Proxmox et Ubuntu avec VMware Workstation pro ou Virtual Box comme logiciel de virtualisation (Hyperviseur de type 2) . Ensuite, nous allons mettre en place une configuration réseau permettant à ces deux machines virtuelles de communiquer avec l'extérieur dans les deux sens. En parallèle, nous créerons deux machines virtuelles Ubuntu sous Proxmox et deux machines virtuelles Proxmox sous Ubuntu et les configurerons de manière à ce qu'elles puissent accéder à Internet.

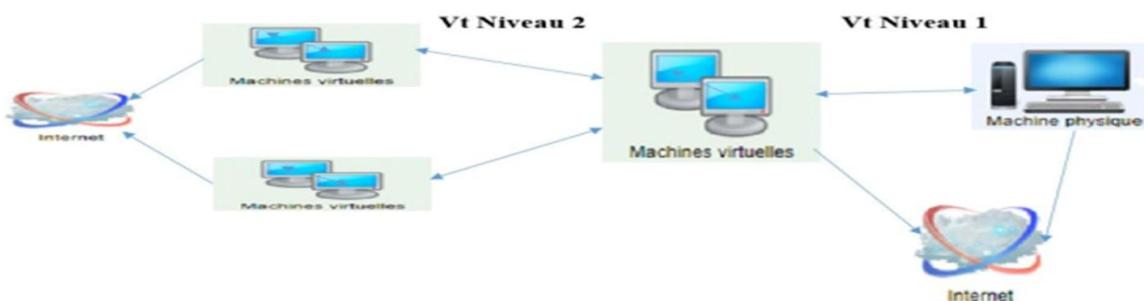


Figure 4 : Architecture du TP

Chapitre 1 : Création des machines virtuelle

I. Niveau 1 :

1) Proxmox :

a. Présentation de Proxmox

Proxmox Virtual Environment est une plateforme de virtualisation de serveurs open-source. Il vous permet d'exécuter plusieurs systèmes d'exploitation et machines virtuelles sur un seul serveur physique¹. Voici quelques caractéristiques clés :

Types de virtualisation : Proxmox supporte deux types de virtualisation :

- **KVM (Kernel-based Virtual Machine)** : Cela permet la virtualisation de tous les systèmes d'exploitation sur des processeurs d'architecture x86_64 disposant des technologies Intel VT ou AMD-V.
- **LXC (Linux Containers)** : Cela permet la création d'instances de système d'exploitation Linux isolées, également connues sous le nom de serveurs privés virtuels (VPS), environnements virtuels (VE) ou conteneurs. Cette solution est plus efficace en termes de ressources que la virtualisation matérielle complète en raison de son faible surcoût.

Interface Web : Proxmox comprend une interface web intégrée pour une gestion facile des VM et des conteneurs, du stockage défini par logiciel et du réseau, du clustering à haute disponibilité, et de multiples outils prêts à l'emploi.

b. Installation de Proxmox :

On ouvre VMWare et on clique sur "Créer une nouvelle machine virtuelle". Ensuite, on va sélectionner le mode "Typique" et on passera à l'étape suivante en cliquant sur suivant .^[3]

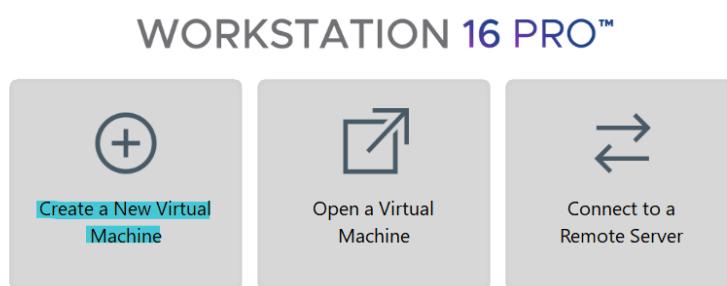


Figure 5 : La page Home de VMware



Figure 6 : Création de machine virtuelle

A cette étape , on sélectionne l'ISO du système d'exploitation que nous souhaitons installer (Proxmox)puis on cliquant sur suivant .

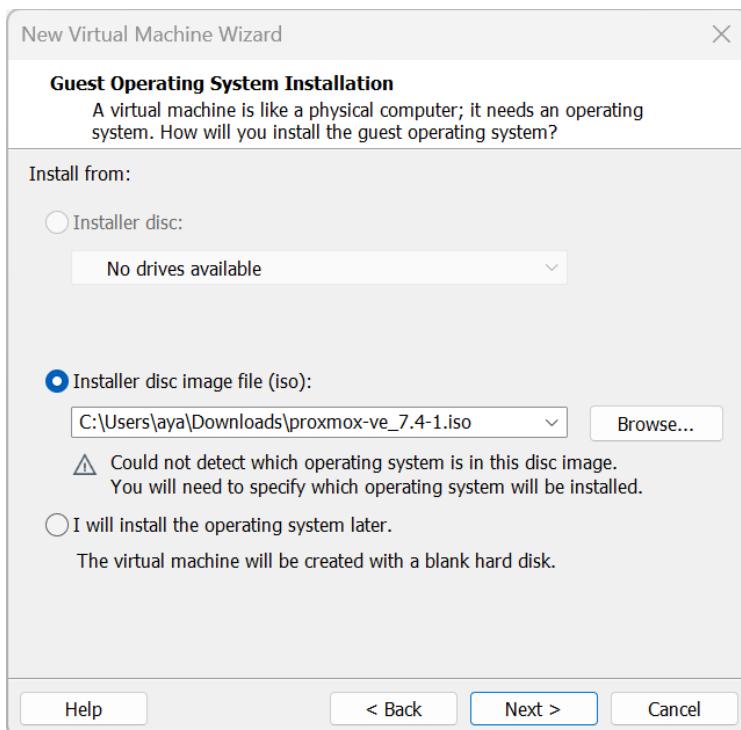


Figure 7 : Installation du système d'exploitation invité

Dans cette étape on a sélectionné Linux dans le système d'exploitation invité .

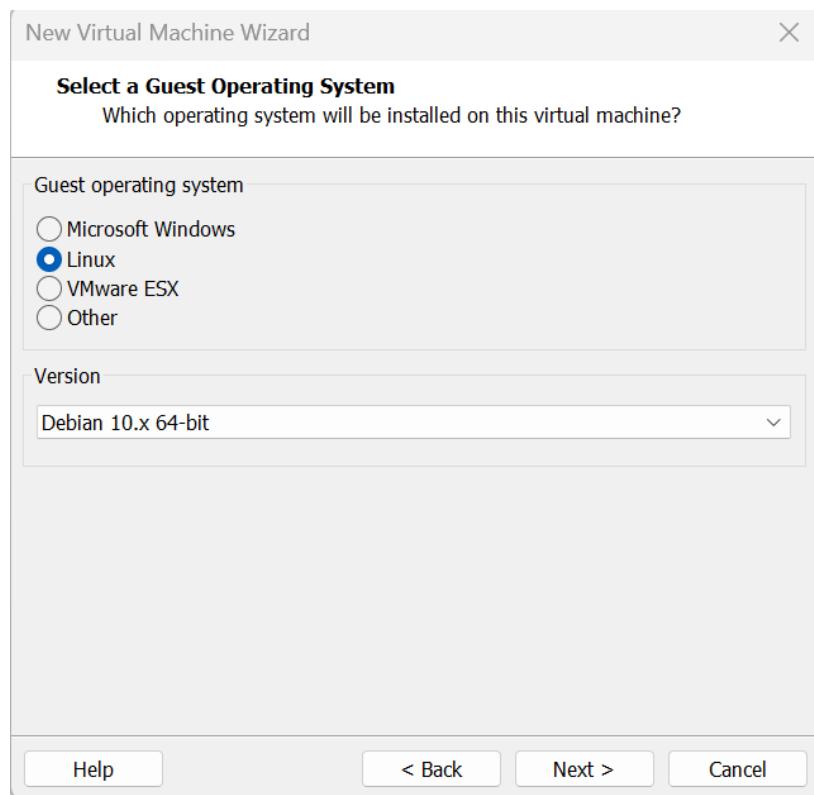


Figure 8 : Sélection du système d'exploitation invité

Ensuite, on a fourni un nom pour la machine virtuelle et choisir un emplacement des fichiers , puis en cliquant sur "Suivant".

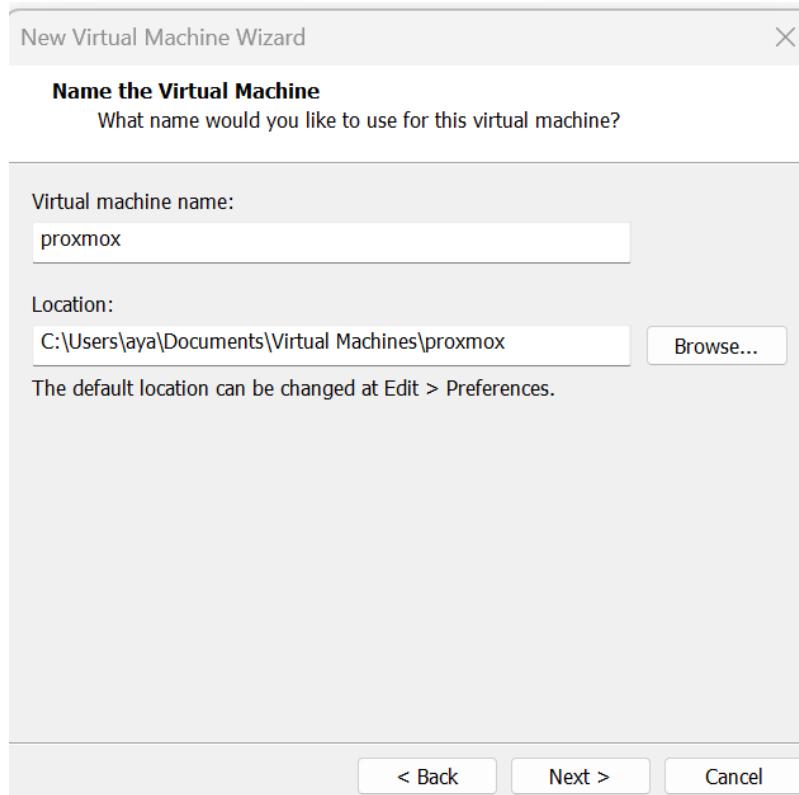


Figure 9 : Nom de la machine virtuelle

Après cela, on choisit une taille de 60 GB pour le disque dur de la machine virtuel , puis cliquons sur "Suivant".

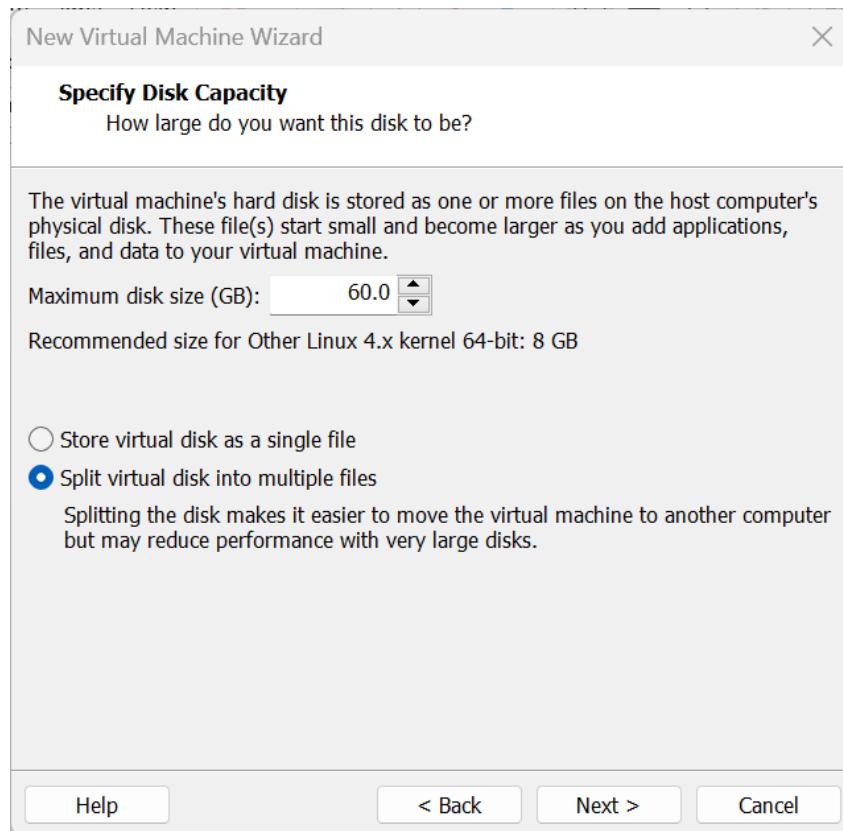


Figure 10 : Spécification de la capacité du disque

Avant de démarrer la machine, il est nécessaire de vérifier la configuration de la machine virtuelle pour cela on clique sur "Settings" pour modifier la taille de la mémoire, le nombre de processus et la configuration du mode d'accès réseau.

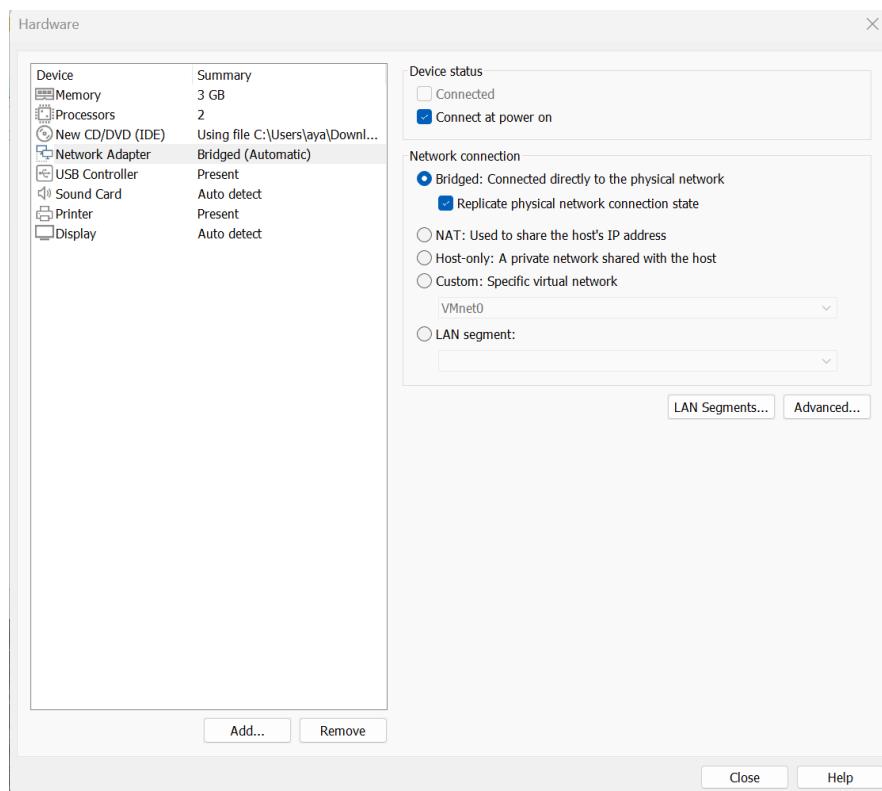


Figure 11 : Configuration de la machine virtuelle

Nous avons terminé la configuration de la machine virtuelle. Passons maintenant à la suite de l'installation de Proxmox VE sur VMware Workstation. On fait une clique droite sur la machine virtuelle et sélectionnez "Démarrer", puis l'assistant d'installation s'ouvrira. On choisit l'option d'installation "Installer Proxmox VE". [3]



Figure 12 : Interface de Proxmox

Dans cette étape , on va accepter le contrat de licence en cliquant sur I agree. [3]



Figure 13 : Contrat de licence de Proxmox

Dans cette fenêtre, il s'affiche les 60 Go du disque dur virtuel que nous avons définis dans la machine virtuelle Proxmox. Ensuite, clique sur "Suivant". [3]

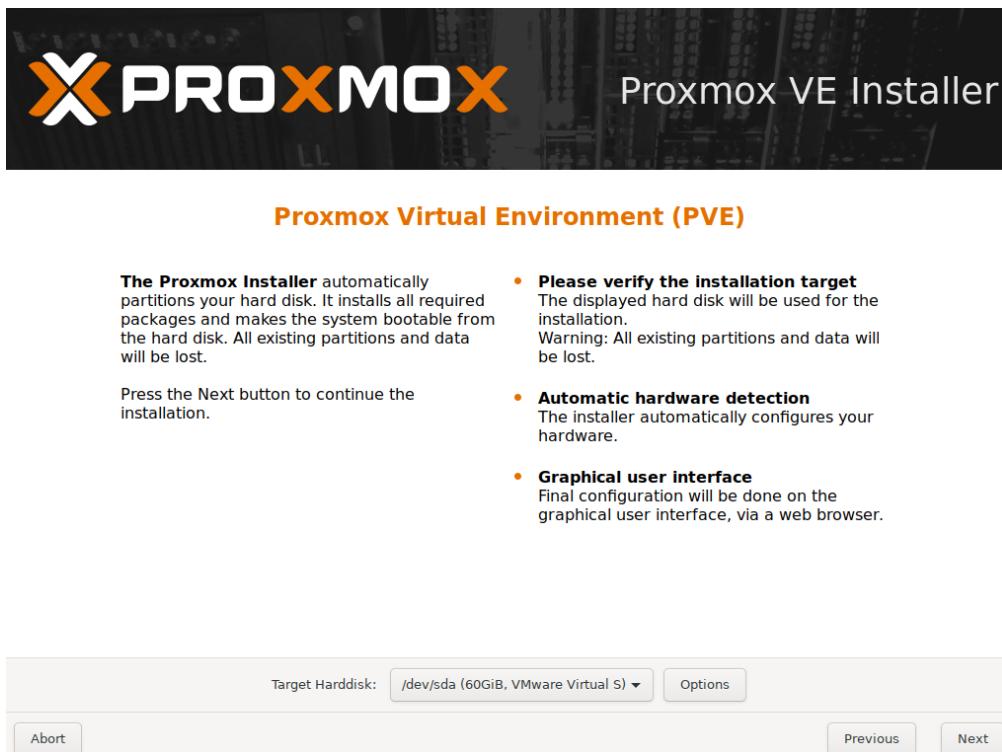


Figure 14 : Environnement virtuel Proxmox

Sélection du pays et région et la langue qu'on souhaite dans le clavier, puis cliquer sur Suivant. [3]

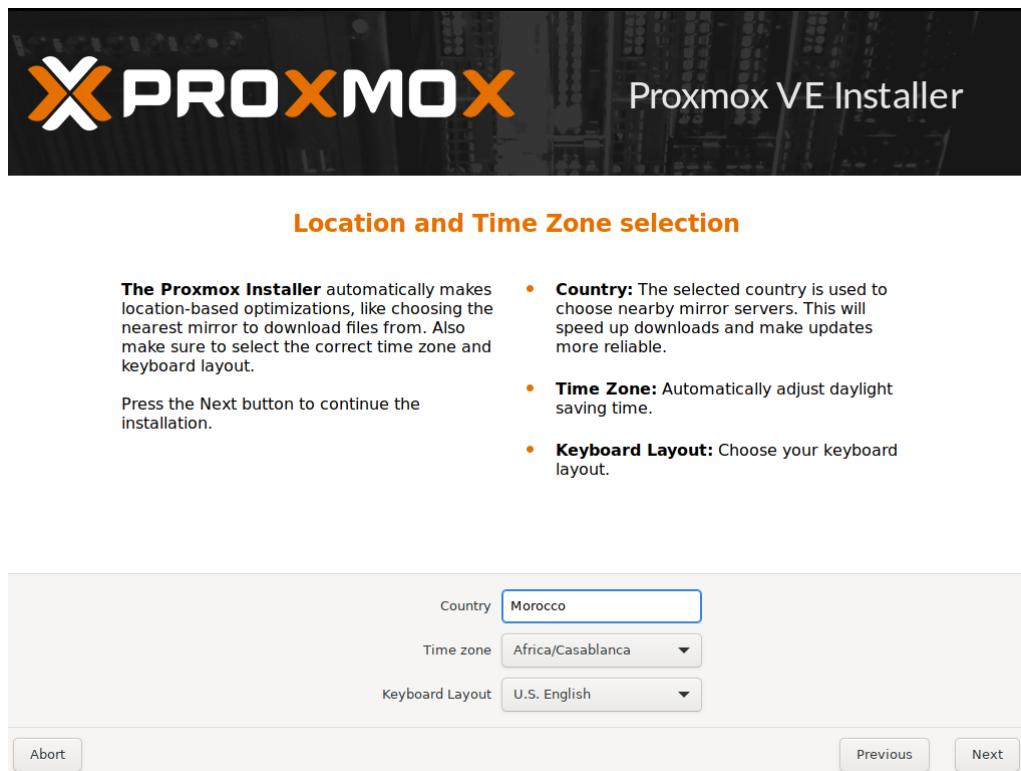


Figure 15 : Sélection du pays et région

Ajout d'un mot de passe pour le super-utilisateur « root » et d'une adresse e-mail. [3]

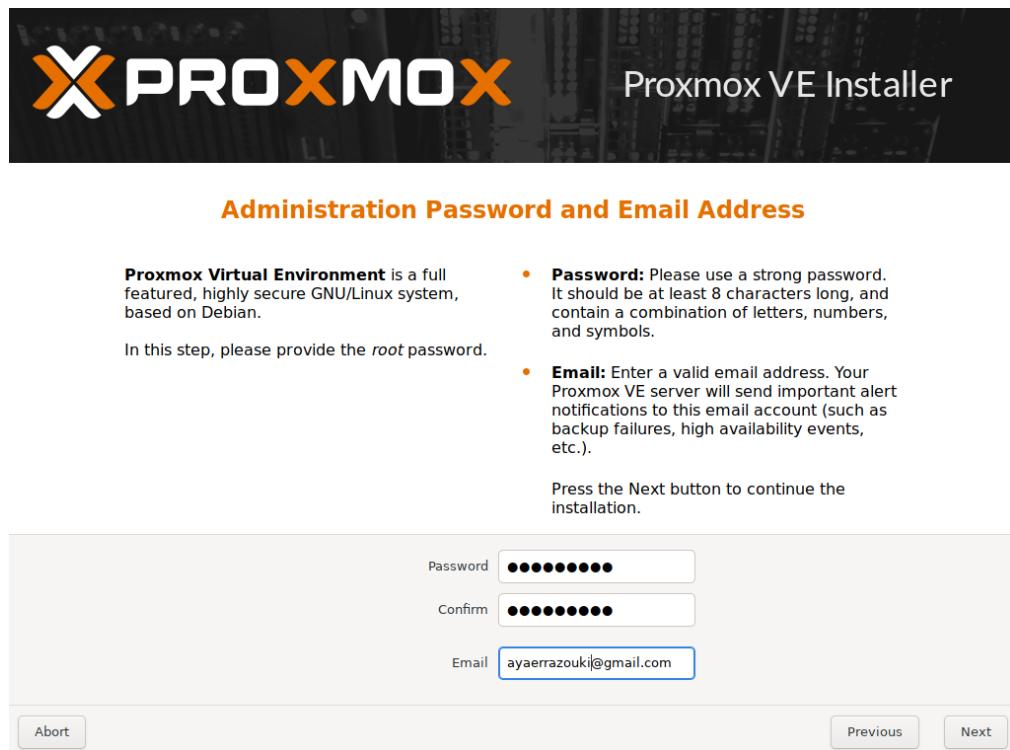


Figure 16 : Mot de passe d'administration et adresse e-mail

Dans cette étape , la configuration du réseau, on choisit un nom d'hôte. L'adresse IP et la passerelle et l'adresse du serveur DNS sont attribuées par défaut à partir de réseau connecté.
[3]

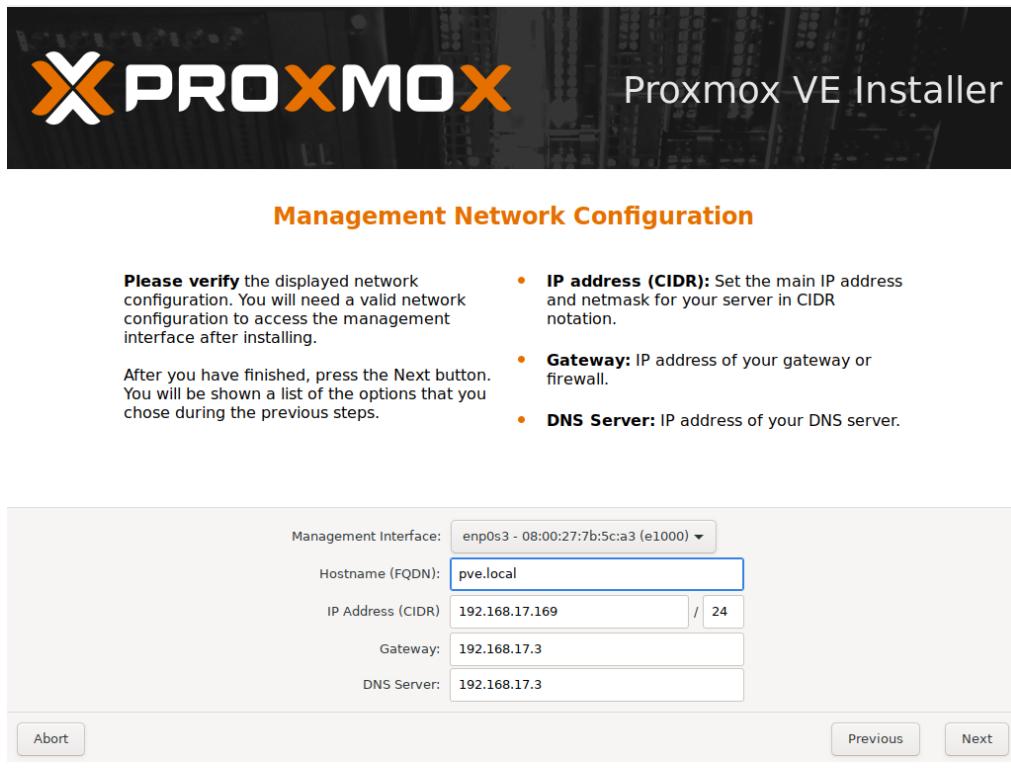


Figure 17 : Configuration du réseau de gestion

On obtient le résumé de la configuration, ici, après on va cliquer sur Installer.

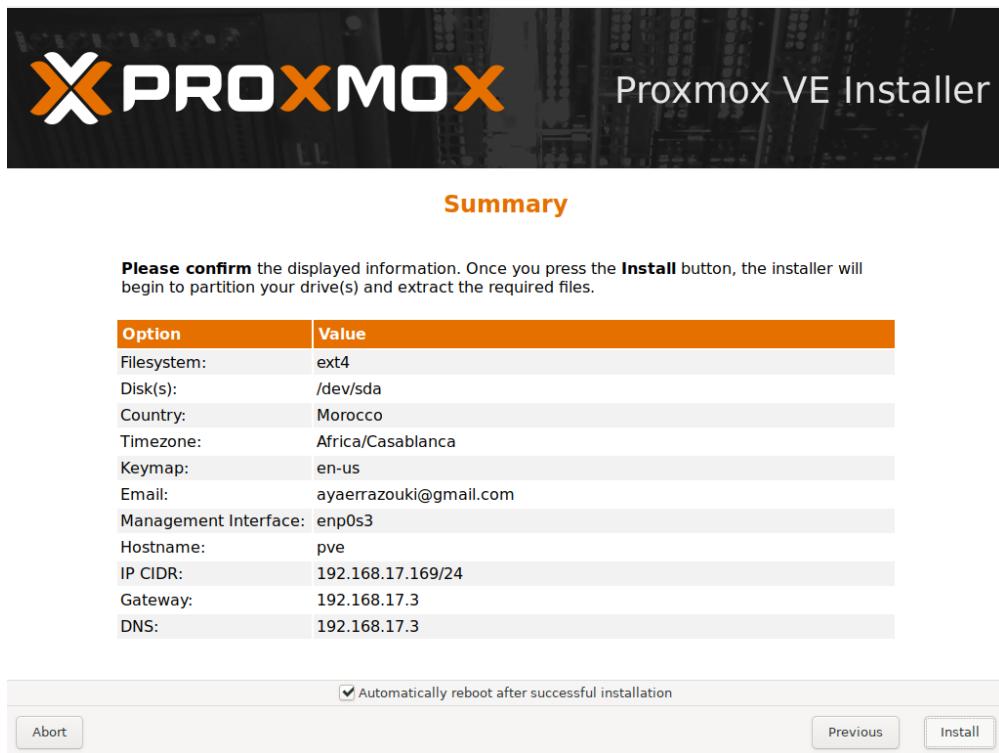


Figure 18 : Résumé

Proxmox lance l'installation et on attend la finalisation d'installation.



Figure 19 : Lancement d'installation

Une fois l'installation terminée , il redémarre et commence l'environnement virtuelle de Proxmox . Ensuite , il affichera un message de bienvenue contient une adresse IP qui charge Proxmox . Et on peut se connecter avec le compte root et le mot de passe déjà fait lors de l'installation. [3]

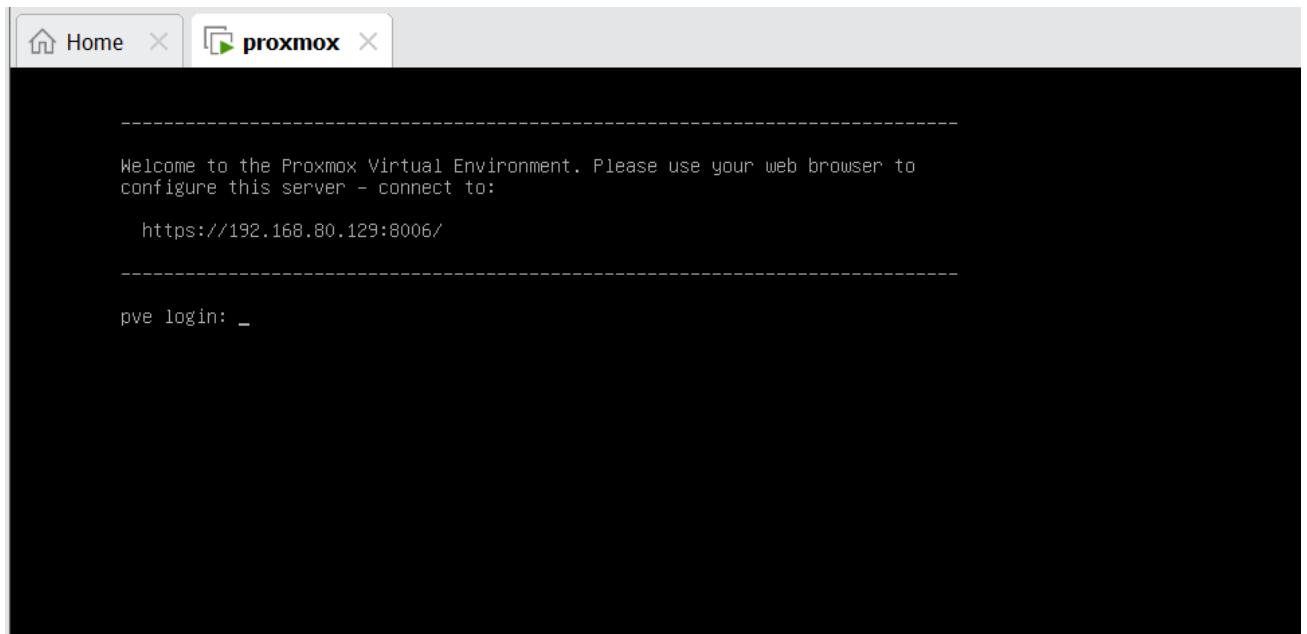


Figure 20 : L'environnement virtuel

Pour accéder à l'interface graphique Web, on va saisir l'URL de Proxmox. On va entrer root dans le nom d'utilisateur et pour le mot de passe on va saisir le mot de passe défini lors de l'installation de Proxmox . [3]

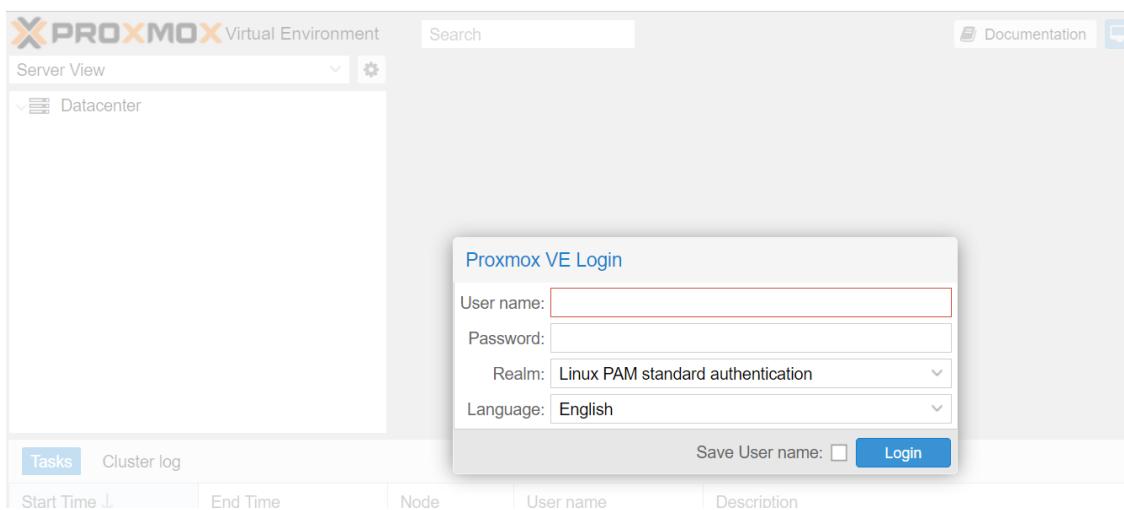


Figure 21 : Accéder à l'interface Proxmox

On obtient l'écran Proxmox ci-dessous avec les informations système.

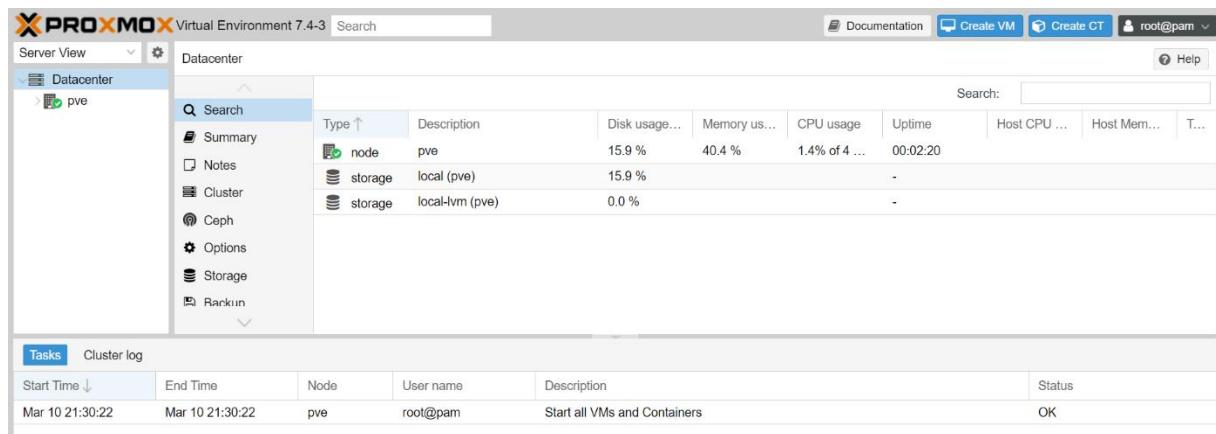


Figure 22 : Les informations du système

2) Ubuntu:

a. Présentation d'Ubuntu:

Ubuntu est un système d'exploitation open source, basé sur Linux, qui est gratuit et largement utilisé dans le monde entier. Il est considéré comme l'une des distributions Linux les plus populaires et conviviales pour les utilisateurs débutants.

Ubuntu est développé par la société Canonical Ltd, qui fournit également des services et des produits liés à Ubuntu pour les entreprises. La première version d'Ubuntu est sortie en 2004 et depuis lors, il y a eu de nombreuses versions mises à jour régulièrement, chacune avec des améliorations et des fonctionnalités nouvelles. Ubuntu est également connu pour sa stabilité et sa sécurité. Il est moins vulnérable aux attaques de virus et de logiciels malveillants par rapport aux autres systèmes d'exploitation.

En résumé, Ubuntu est un système d'exploitation open source, convivial, stable, sécurisé et personnalisable, avec une vaste communauté de soutien et une gamme complète d'applications préinstallées.

b. Installation d'Ubuntu:

On clique sur "Créer une nouvelle machine virtuel", puis choisi l'option "Typical" et cliqué sur "Suivant".



Figure 23 : Crédit d'une machine virtuelle

On sélectionne l'ISO d'Ubuntu qu'on a déjà installé , puis on clique sur "Suivant".

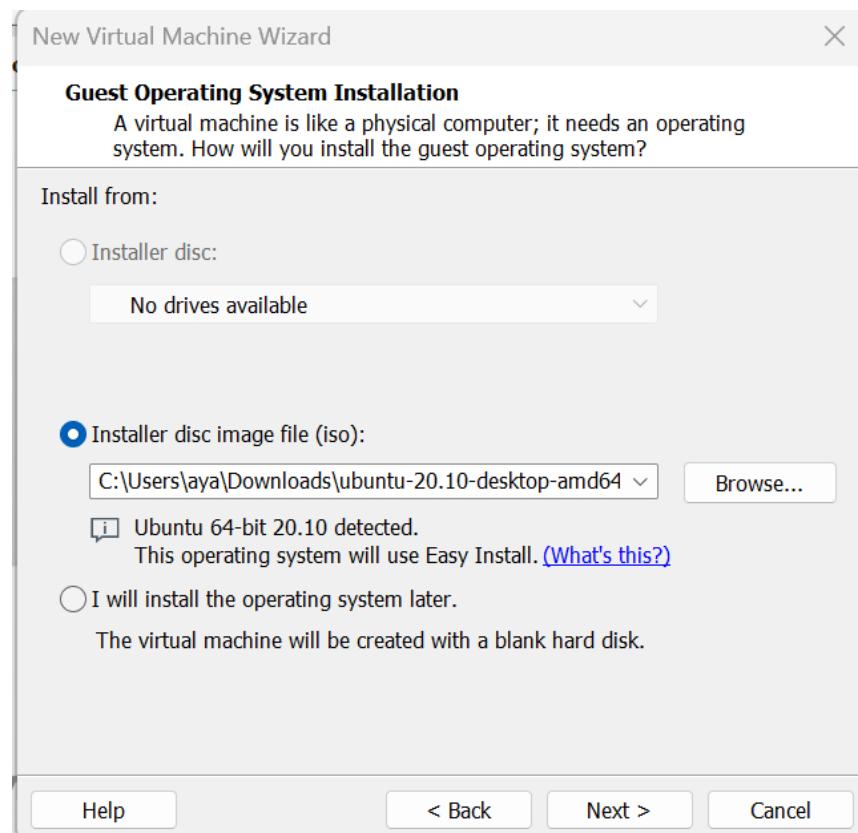


Figure 24 : Installation du système d'exploitation invité

Après on va saisir les informations de l'utilisateur puis on clique "Suivant".

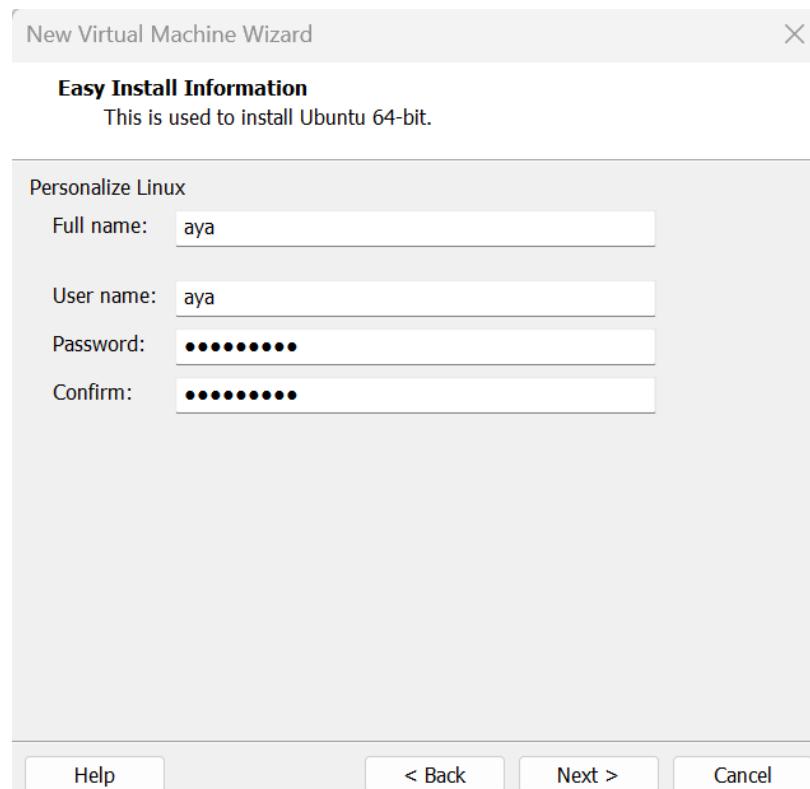


Figure 25 : Information d'installation

Ensuite, on peut modifier le nom de la machine virtuelle ainsi que son emplacement, puis clique sur "Suivant".

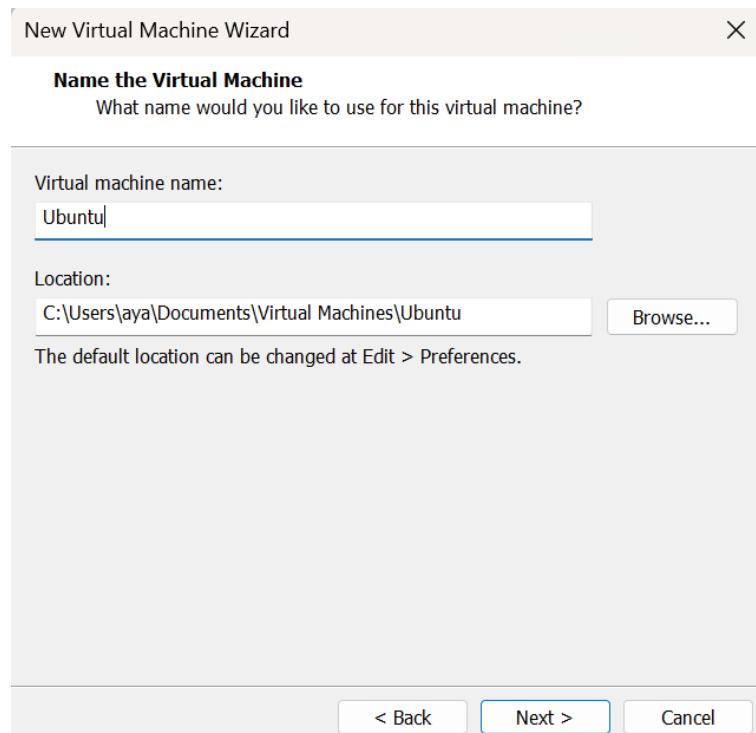


Figure 26 : Nom de la machine virtuelle

On choisit une taille de disque dur virtuel de 40 Go, puis clique sur "Suivant".

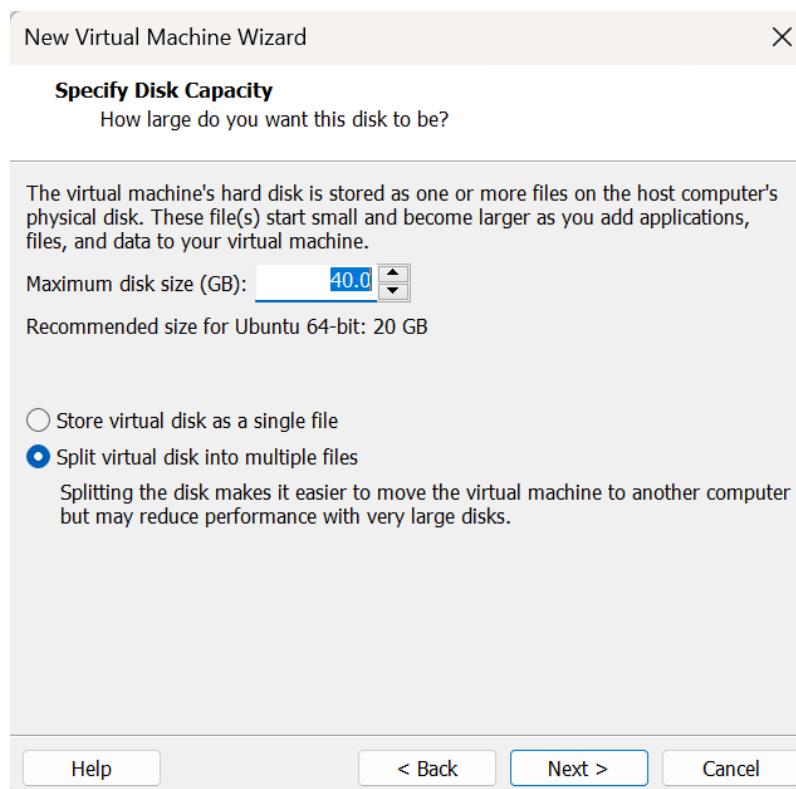


Figure 27 : Spécification de la capacité du disque

Avons de finaliser la création de cette machine virtuelle Ubuntu , on a cliqué sur « customize hardware » pour modifiée quelque configuration , le mode d'accès en mode bridge et ajusté la taille de la RAM. Ensuite, on clique sur "Terminer" pour achever la création de la machine virtuelle Ubuntu.

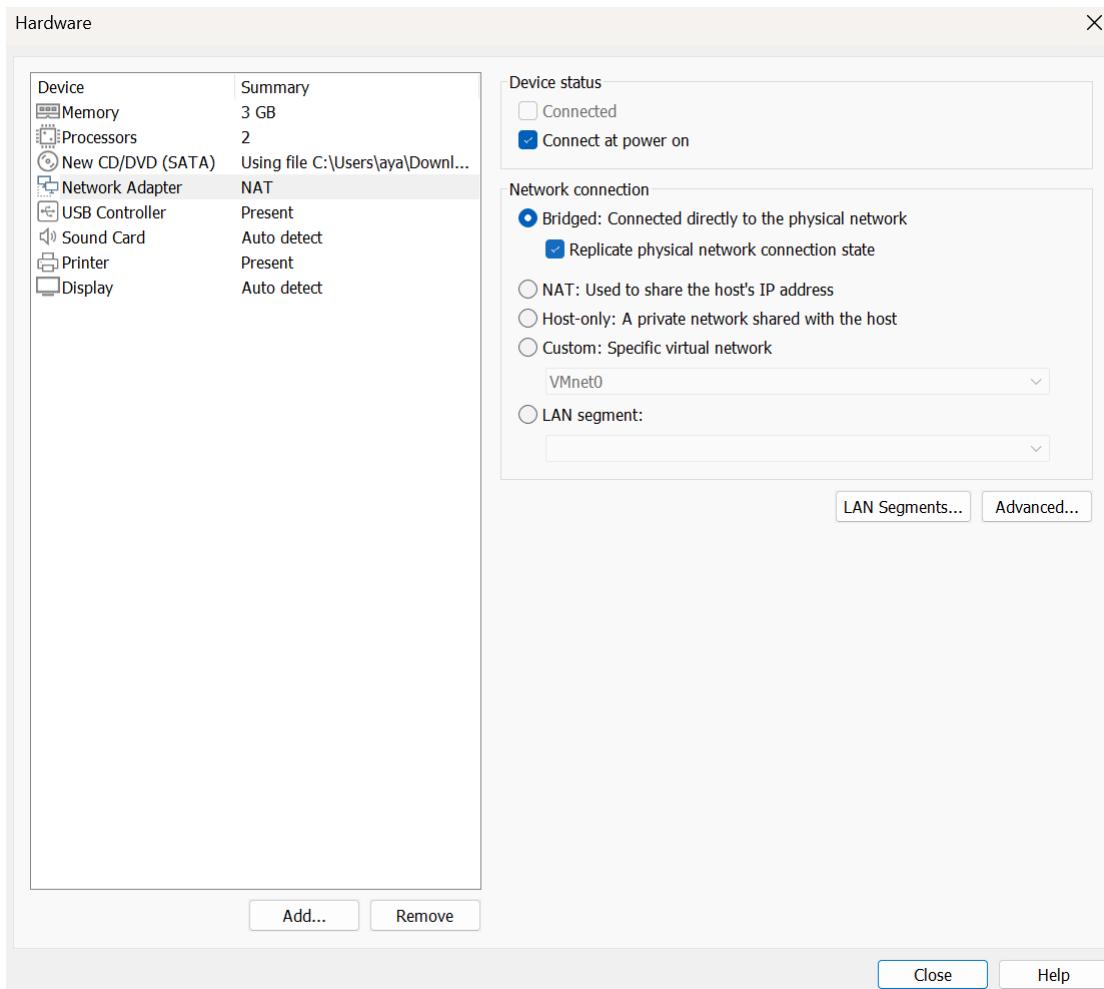


Figure 28 : Configuration

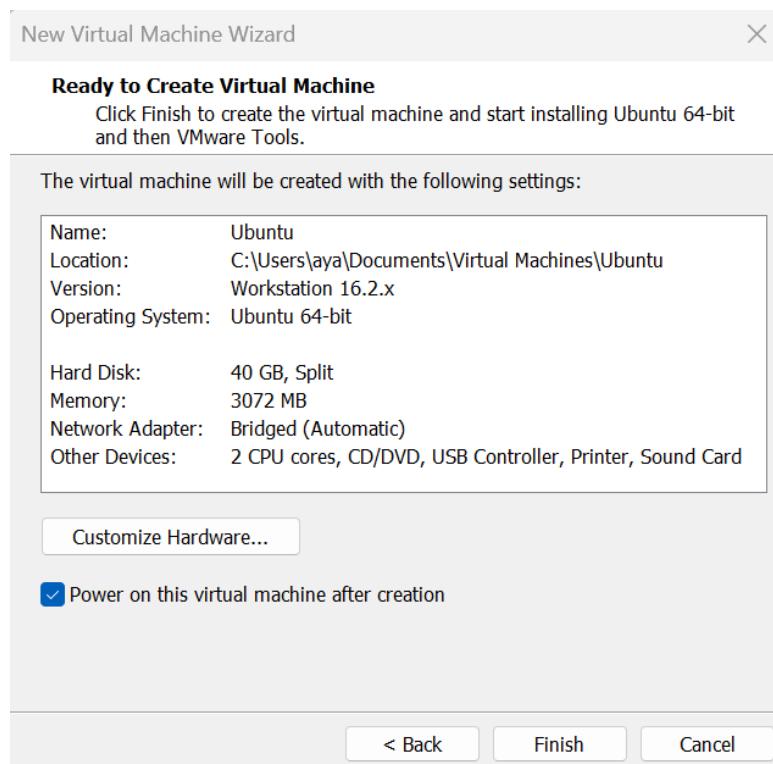


Figure 29 : Finalisation de création d'une machine virtuelle

La machine virtuelle va ensuite démarrer sur le système d'exploitation Ubuntu. Lorsque la machine sera démarrée, il faudra choisir installer Ubuntu , après on choisit la langue de la machine , puis la langue du clavier . [6]

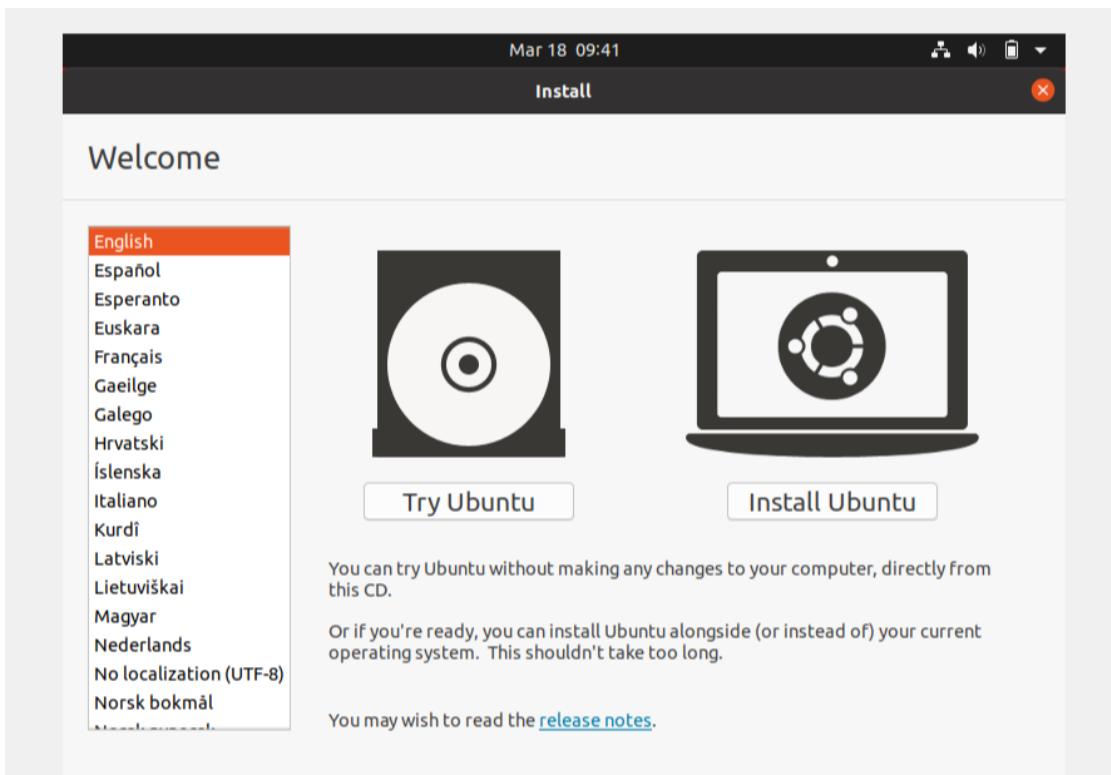


Figure 30 : Installation Ubuntu

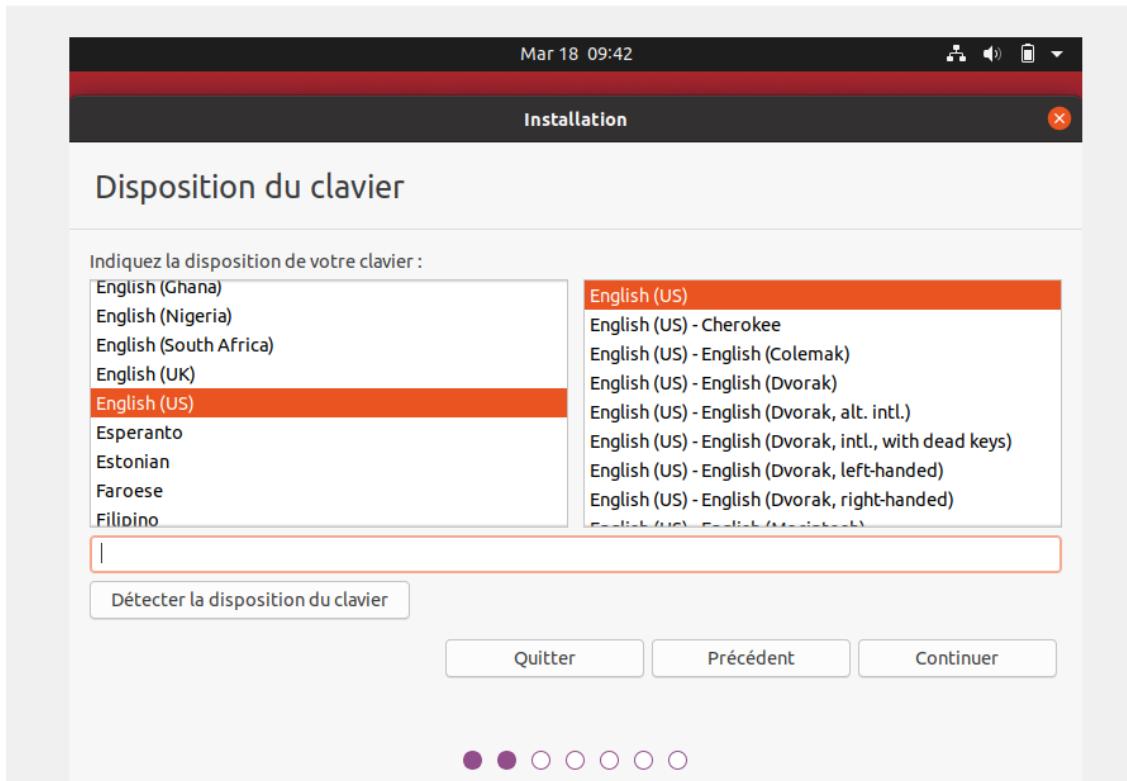


Figure 31 : Choix de langue

Puis le programme d'installation va demander si on veut installer des logiciels supplémentaires et de faire des mises à jour durant l'installation .^[6]

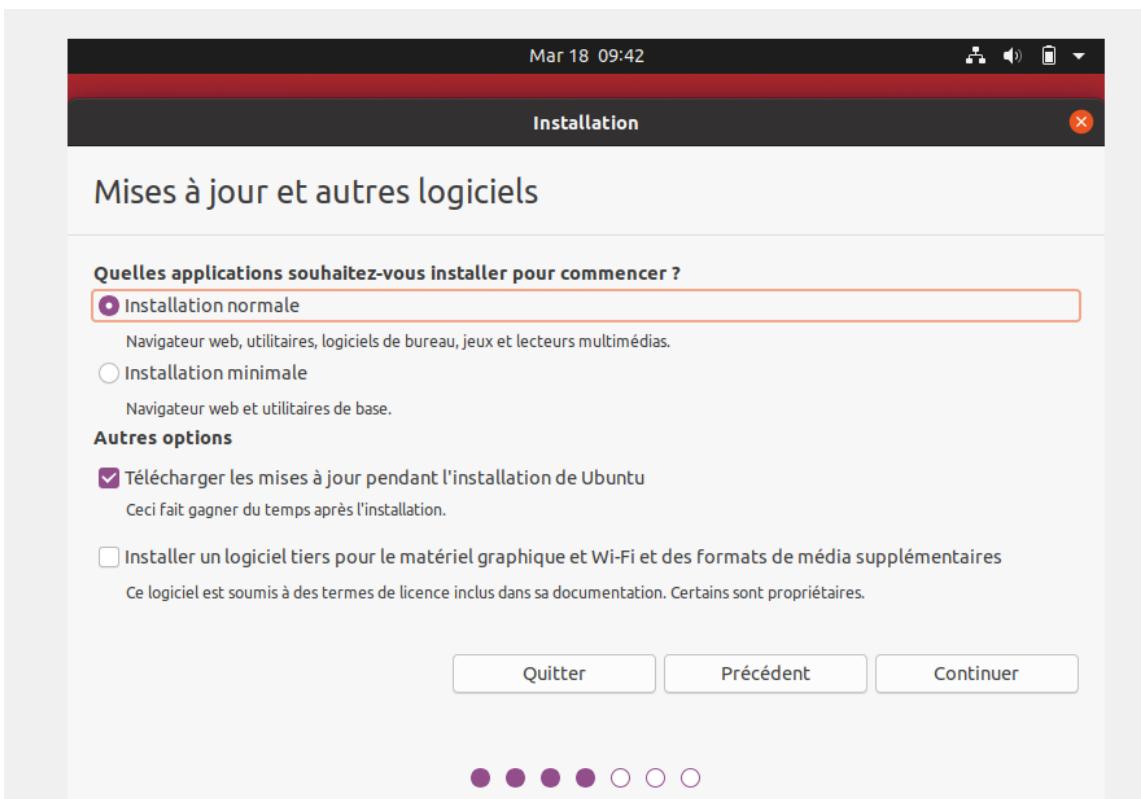


Figure 32 : Mise à jour et d'autres logiciel

Puis Ubuntu va demander quel type d'installation , on veut sélectionner « effacer le disque et installer Ubuntu » , puis cliquer sur Installer maintenant. [6]

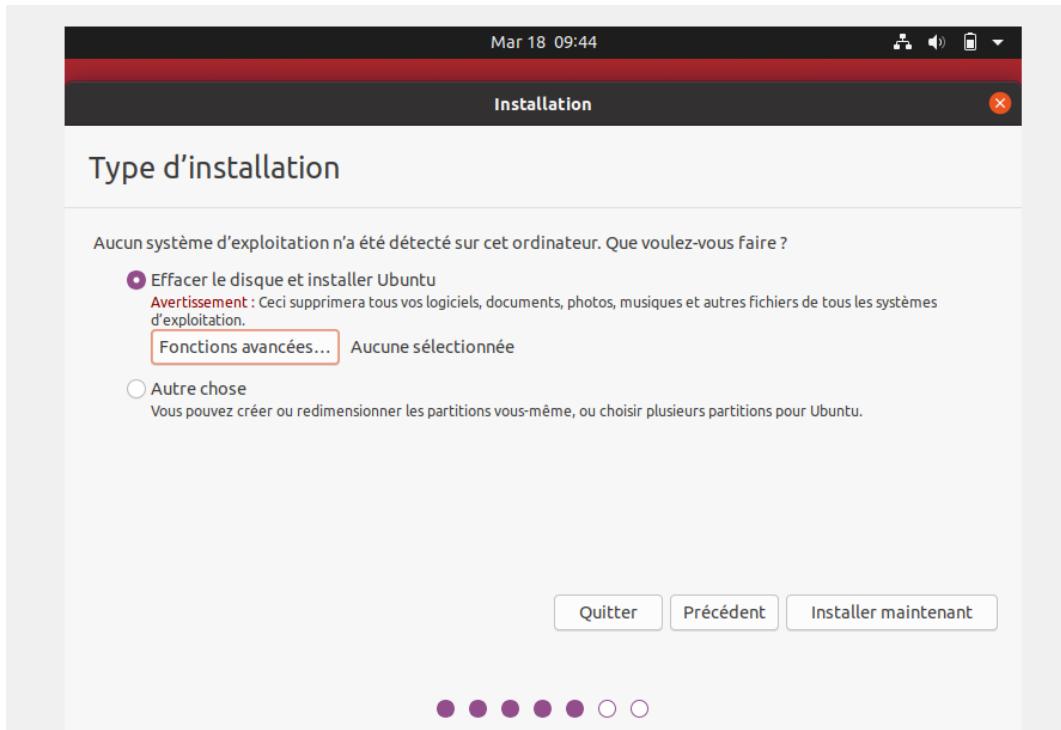


Figure 33 : Type d'installation

Ensuite on configure le compte Ubuntu et cliquer sur « Continuer ». En suite l'installation démarre . [6]



Figure 34 : Lancement d'installation Ubuntu

Une fois l'installation terminée, on clique sur Redémarrer maintenant pour redémarrer la machine.

c. Installation de serveur apache2

Apache est un logiciel de serveur Web open source créé et maintenu par la fondation logicielle Apache. Puisqu'il s'agit d'une source ouverte, son utilisation est donc gratuite. Il s'agit d'un serveur Web utilisé pour un ou plusieurs sites Web basés sur HTTP. Il est largement utilisé par les sociétés d'hébergement Web pour fournir un hébergement partagé et virtuel.

Tout d'abord, nous utilisons la commande suivante pour mettre à jour la liste des packages Ubuntu « **sudo apt update** ».

Ensuite, pour installer le serveur Apache, nous utilisons la commande suivante « **sudo apt install apache2** »

```
aya@aya-virtual-machine:~$ sudo apt update
[sudo] Mot de passe de aya :
Atteint :1 http://ma.archive.ubuntu.com/ubuntu focal InRelease
Atteint :2 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security InRelease
Réception de :3 http://ma.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates InRelease [11
4 kB]
Atteint :4 http://ma.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-backports InRelease
114 ko réceptionnés en 22s (5,186 o/s)
Lecture des listes de paquets... Fait
Construction de l'arbre des dépendances
Lecture des informations d'état... Fait
629 paquets peuvent être mis à jour. Exécutez « apt list --upgradable » pour le
s voir.
aya@aya-virtual-machine:~$ sudo apt install apache2
Lecture des listes de paquets... Fait
Construction de l'arbre des dépendances
Lecture des informations d'état... Fait
Les paquets supplémentaires suivants seront installés :
  apache2-bin apache2-data apache2-utils libapr1 libaprutil1
  libaprutil1-dbd-sqlite3 libaprutil1-ldap liblua5.2-0
Paquets suggérés :
  apache2-doc apache2-suexec-pristine | apache2-suexec-custom
Les NOUVEAUX paquets suivants seront installés :
  apache2 apache2-bin apache2-data apache2-utils libapr1 libaprutil1
  libaprutil1-dbd-sqlite3 libaprutil1-ldap liblua5.2-0
0 mis à jour, 9 nouvellement installés, 0 à enlever et 629 non mis à jour.
Il est nécessaire de prendre 1,826 ko dans les archives.
Après cette opération, 7,973 ko d'espace disque supplémentaires seront utilisés
```

Figure 35 : Commande de mise à jour et d'installation Apache

Une fois le processus d'installation terminé, le serveur Apache démarre automatiquement. On ouvre le navigateur et saisir "localhost". Il affichera la page par défaut du serveur Apache.

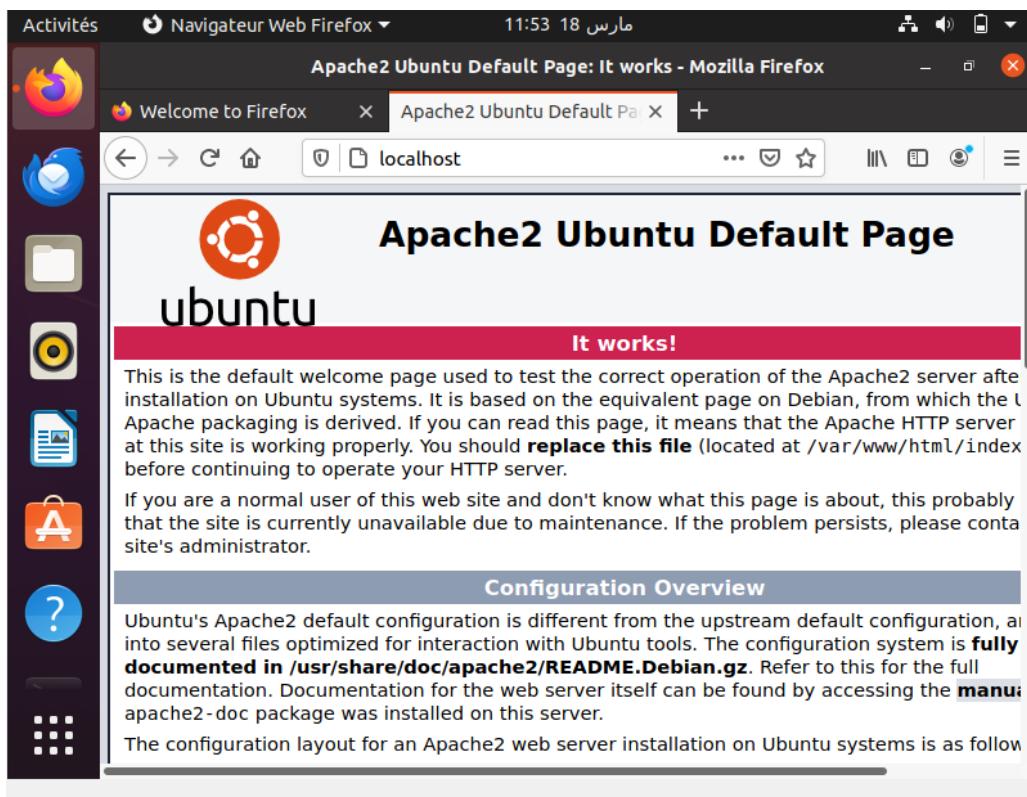


Figure 36 : Accès la page d'Apache

d. Accès à Proxmox via Ubuntu :

On a accédé à la page de Proxmox depuis Ubuntu en utilisant une URL fournie par Proxmox. Cela vous permettra d'accéder à l'interface de Proxmox depuis Ubuntu.

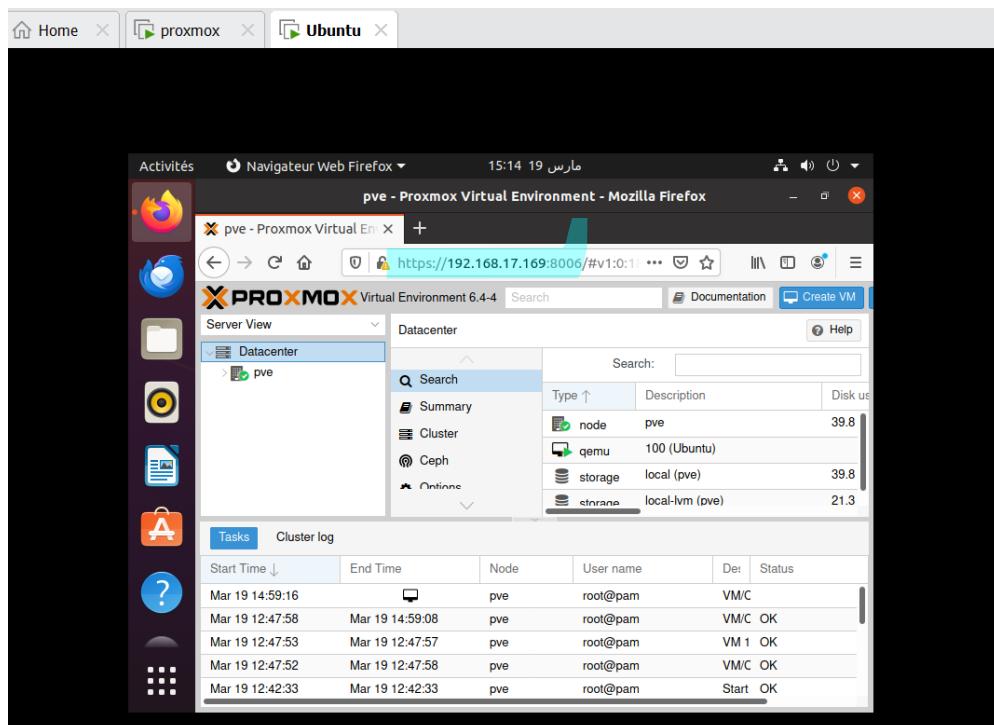


Figure 37 : Accès Proxmox via Ubuntu

II. Niveau 2

1) Proxmox :

Pour accéder à l'interface graphique Web, on va saisir l'URL de Proxmox. On va entrer root dans le nom d'utilisateur et pour le mot de passe on va saisir le mot de passe qu'on a déjà fait lors de l'installation de Proxmox . On va entrer dans local pour uploader l'image iso de Ubuntu dans Proxmox niveau 1.

The screenshot shows the Proxmox VE 6.4-4 interface. In the top navigation bar, the URL is https://192.168.17.169:8006/#v1:0:=storage%2Fpve%2Flocal:4::=contentIso::::. The sidebar on the left shows 'Storage 'local' on node 'pve''. Under the 'ISO Images' tab, there is a table with one entry:

| Name | Date | Format | Size |
|----------------------------------|---------------------|--------|----------|
| ubuntu-20.04.1-desktop-amd64.iso | 2024-03-18 15:15:40 | iso | 2.59 GiB |

Figure 38 : Téléchargement d'iso de Ubuntu dans l'interface Proxmox

a. Installation de 1ere machine Virtual Ubuntu

Après le téléchargement du fichier iso , on clique sur « Create VM » et choisir le nom de la machine et on clique sur Next .^[4]

The screenshot shows the 'Create: Virtual Machine' dialog box. The 'General' tab is selected. The fields are filled as follows:

- Node: pve
- VM ID: 100
- Name: Ubuntu

At the bottom, there are 'Advanced' and 'Back' buttons, and a large blue 'Next' button.

Figure 39 : Crédation de machine virtuel

On choisit dans l'image ISO notre ISO déjà uploader (Ubuntu). [4]

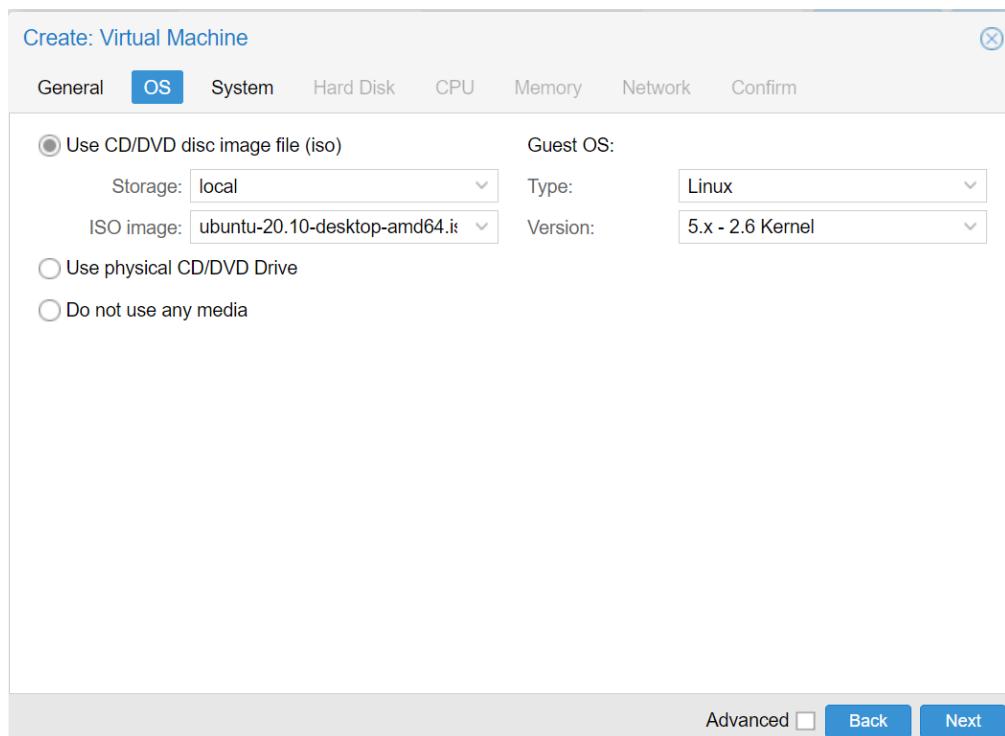


Figure 40 : Partie système d'exploitation

On ne change pas la partie system et on clique sur Next . Ensuite , on configure le stockage de la machine virtuelle , avec le choix du disque dur , son type et sa taille . [4]

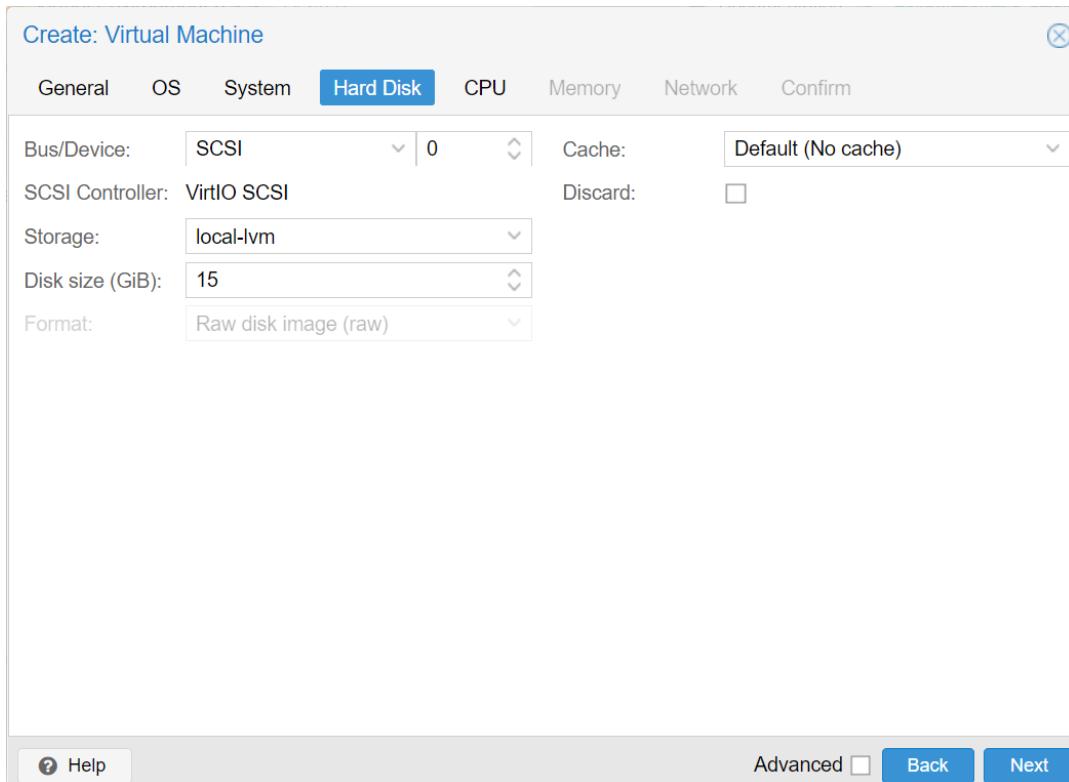


Figure 41 : Partie disque dur

On définit la quantité de mémoire RAM allouée à cette machine virtuelle et on clique sur Next . On ne change pas la partie network et on clique sur Next. Puis on clique sur finish pour finaliser la création de premier machine virtuelle Ubuntu dans Proxmox niveau 1. [4]

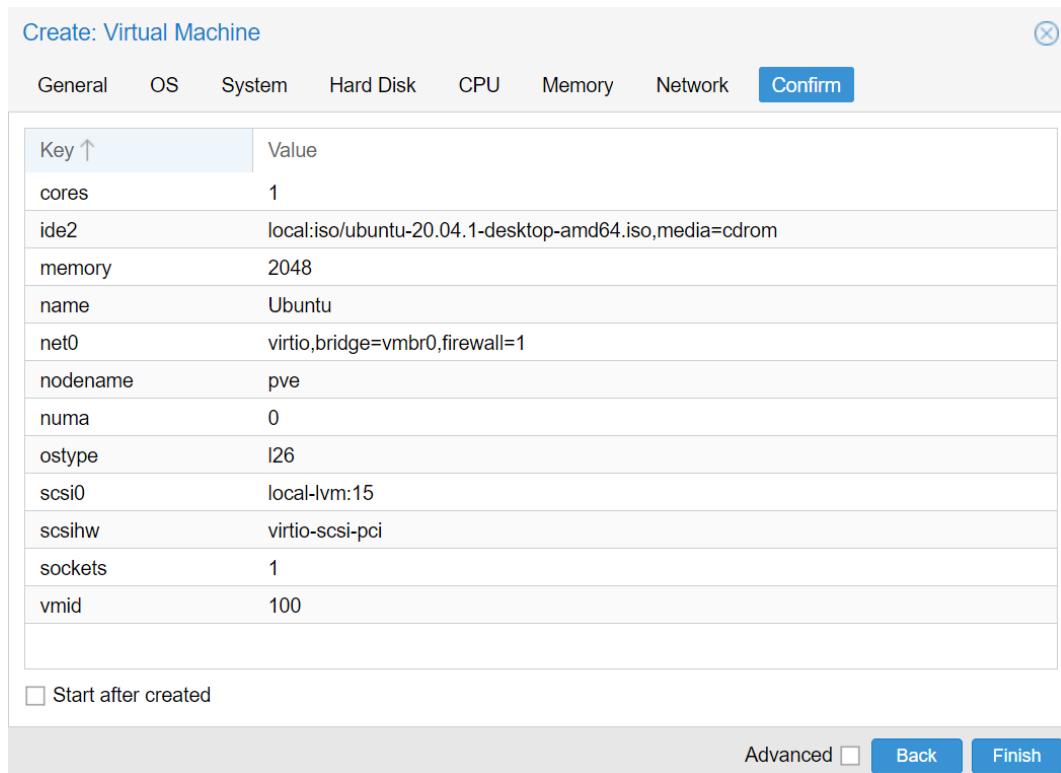


Figure 42 : Résumé

Maintenant démarrage de la machine puis ont suivi les mêmes étapes de l'installation de Ubuntu comme niveau 1.

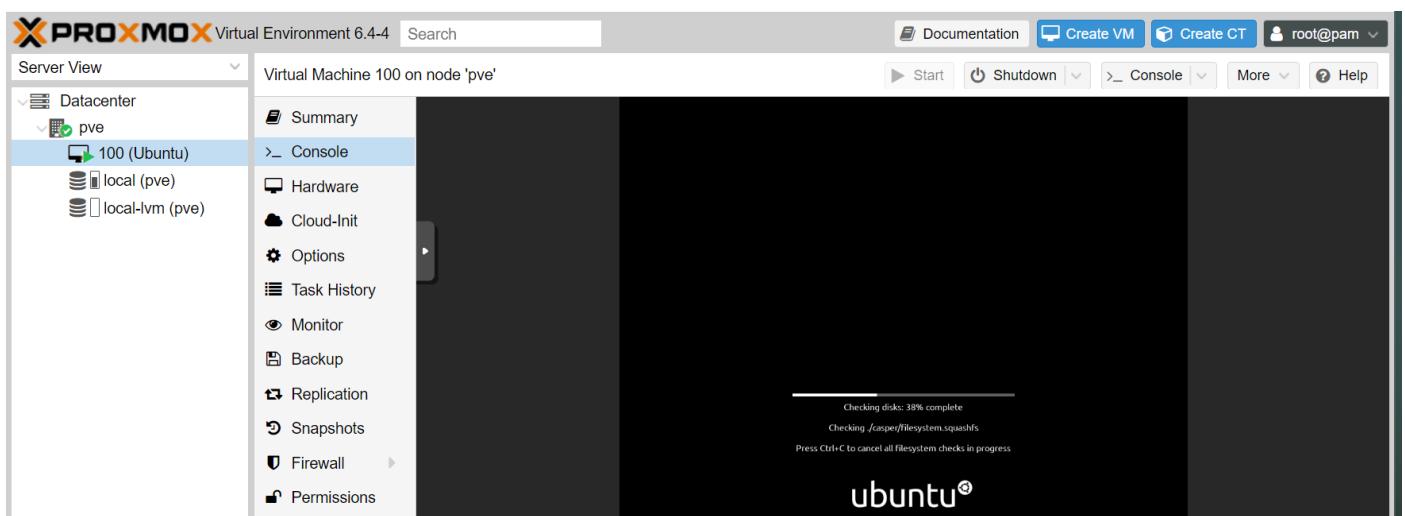


Figure 43 : Installation de Ubuntu niveau 2

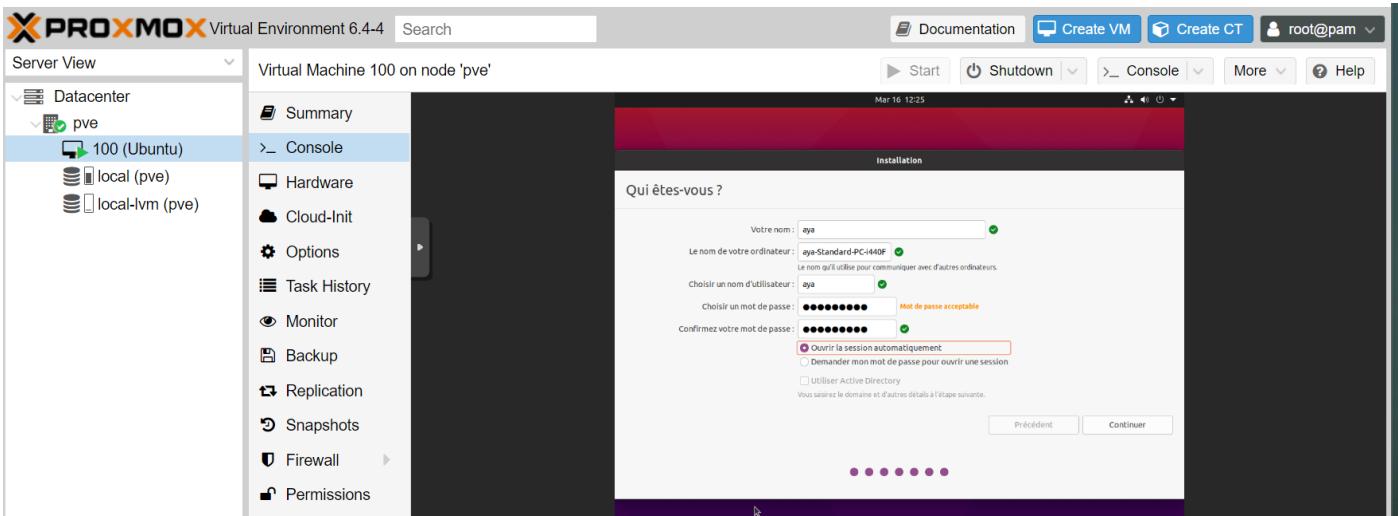


Figure 44 : Ajout de nom d'utilisateur et mot de passe Ubuntu niveau 2

b. Installation de 2eme machine Virtuel Ubuntu

On suivre les mêmes étapes de l'installation de 1 ère machine Virtuel sous Proxmox de niveau 1.

| Create: Virtual Machine | | | | | | | | |
|-------------------------|--|-----------------------------------|---------------------------------------|--|------------------------------------|---------------------------------------|--|--|
| | <input type="button" value="General"/> | <input type="button" value="OS"/> | <input type="button" value="System"/> | <input type="button" value="Hard Disk"/> | <input type="button" value="CPU"/> | <input type="button" value="Memory"/> | <input type="button" value="Network"/> | <input type="button" value="Confirm"/> |
| Key ↑ | Value | | | | | | | |
| cores | 1 | | | | | | | |
| ide2 | local:iso/ubuntu-20.04.1-desktop-amd64.iso,media=cdrom | | | | | | | |
| memory | 1024 | | | | | | | |
| name | Ubuntu | | | | | | | |
| net0 | virtio,bridge=vmbr1,firewall=1 | | | | | | | |
| nodename | pve | | | | | | | |
| numa | 0 | | | | | | | |
| ostype | l26 | | | | | | | |
| scsi0 | local-lvm:15 | | | | | | | |
| scsihw | virtio-scsi-pci | | | | | | | |
| sockets | 1 | | | | | | | |
| vmid | 101 | | | | | | | |

Start after created

Figure 45 : Résumé de 2eme machine virtuel Ubuntu

Après ont suivi les mêmes étapes de l'installation de serveur apache de Ubuntu niveau 1 sur les deux machines virtuelles qu'on a créé sous Proxmox niveau 1.

2) Ubuntu

On ouvre Ubuntu et on installe sous cette machine virtuelle VMware Workstation pro pour créer machines virtuelles Proxmox .

a. Installe machine virtuel Proxmox

On lance VMware Workstation pro 17 , ensuit l'interface de VMware s'exécute et on clique sur créer une nouvelle machine virtuelle . [5]

WORKSTATION PRO® 17



Figure 46 : Interface de VMware

On choisit maintenant le fichier iso installer puis on clique sur Next .[5]

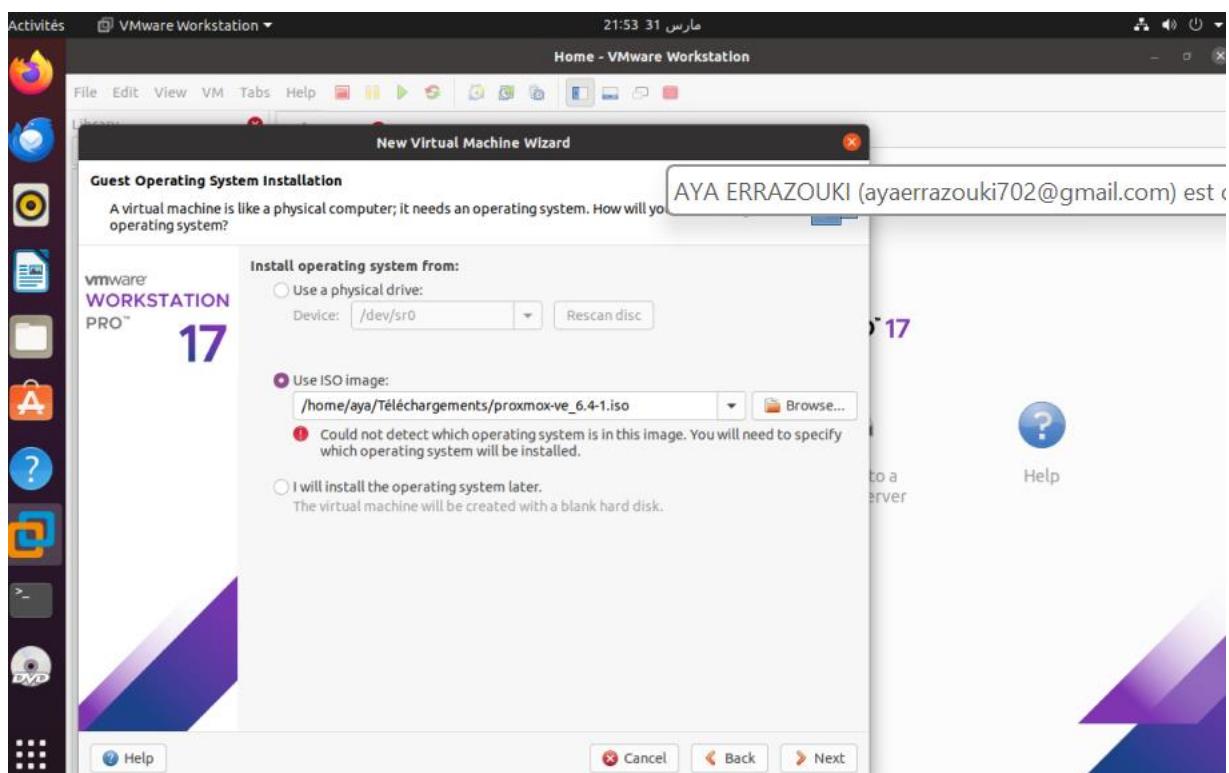


Figure 47 : Installation de système invité

On choisit l'espace de disque dur réservé à la machine virtuelle , 20 GB .Puis on clique sur Next

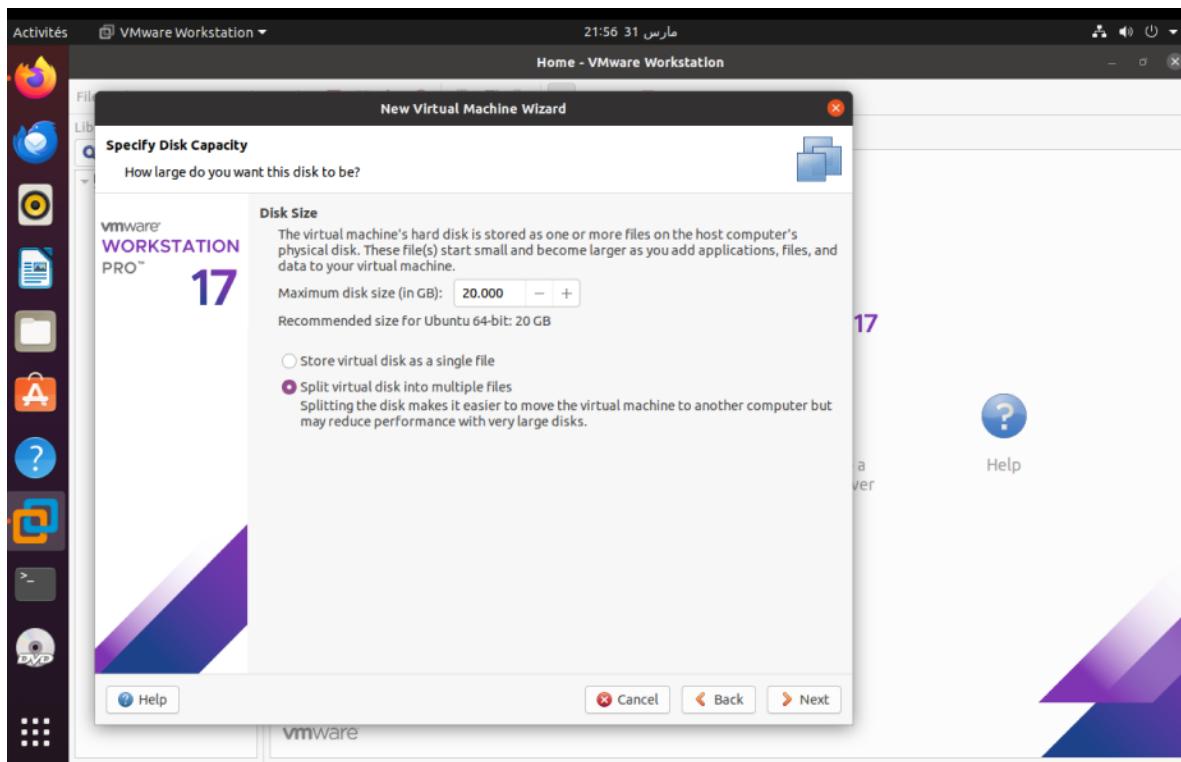


Figure 48 : Spécification de la capacité du disque

On clique sur le bouton Customize Hardware avant de finaliser la création de la machine , pour faire la configuration de la machine , la quantité de mémoire allouée à Proxmox , le mode d'accès réseaux puis on clique sur Save .Ensuite sur finish pour terminer la création de la machine virtuelle .^[5]

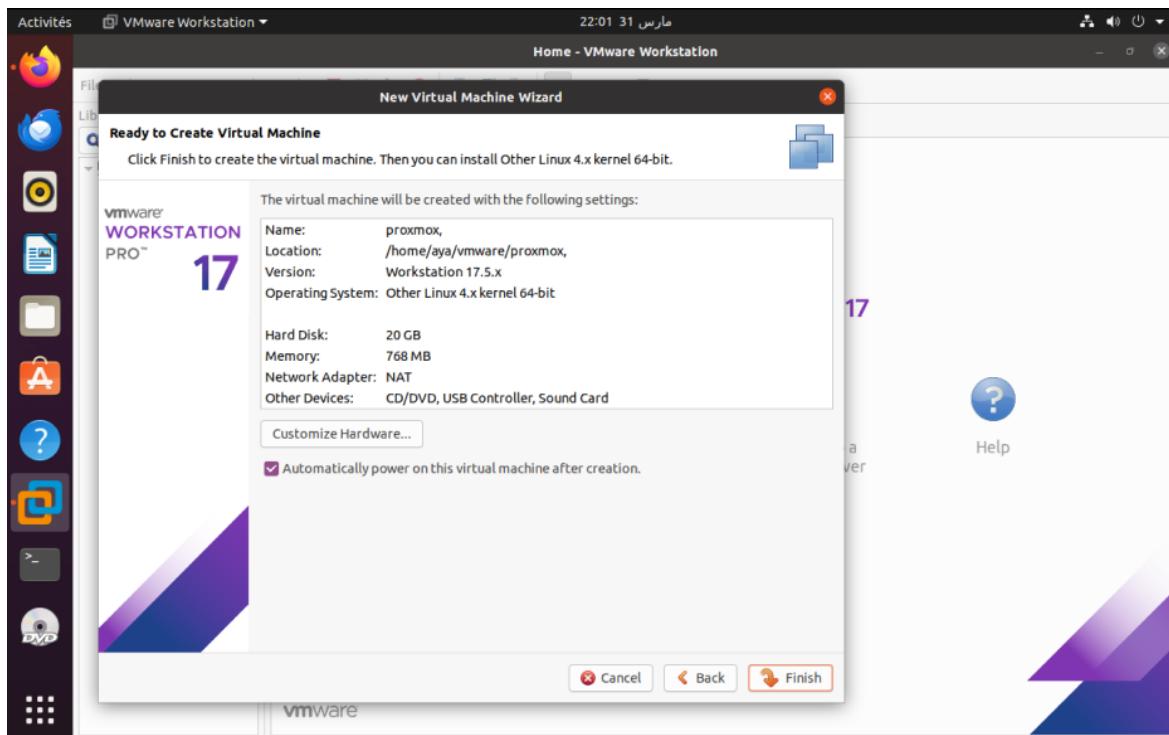


Figure 49 : Finalisation de création d'une machine virtuelle

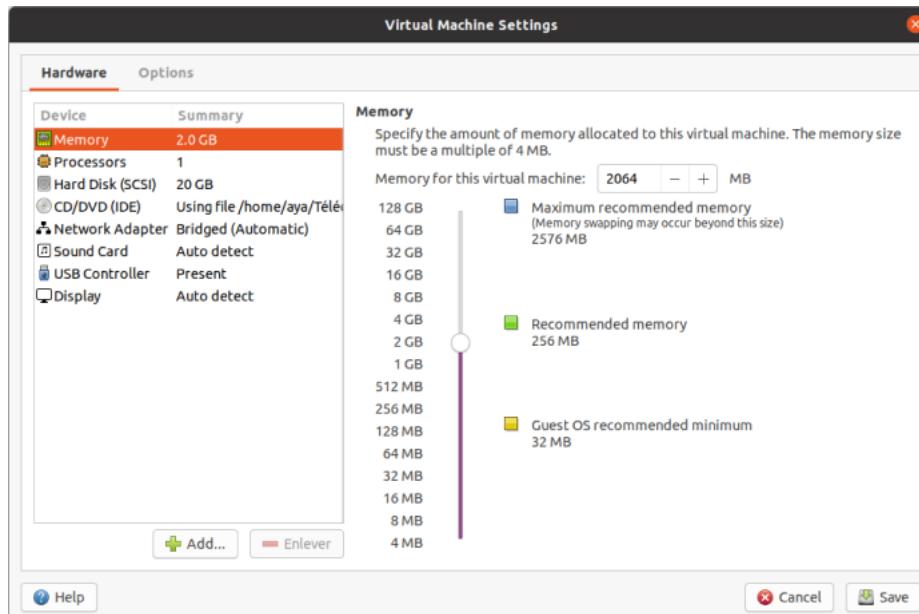


Figure 50 : Configuration

On démarre notre machine virtuelle et on fait les mêmes étapes que Proxmox de niveau 1 , après la finalisation d'installation de Proxmox , il redémarre et affichera un message de bienvenue contient une adresse IP qui charge Proxmox . On peut connecter au serveur Proxmox avec le nom d'utilisateur root et le mot de passe défini lors de l'installation.

```
Welcome to the Proxmox Virtual Environment. Please use your web browser to
configure this server - connect to:
https://192.168.17.169:8006/
```

Figure 51 : Proxmox niveau 2

Nous n'avons pas créé une deuxième machine Proxmox sous Ubuntu en raison des performances de l'ordinateur. En effet, l'ordinateur se bloque lorsque nous ajoutons cette machine.

b. Accéder à Proxmox depuis une navigateur Web

On accède à l'interface graphique Web par le saisir l'URL de Proxmox.

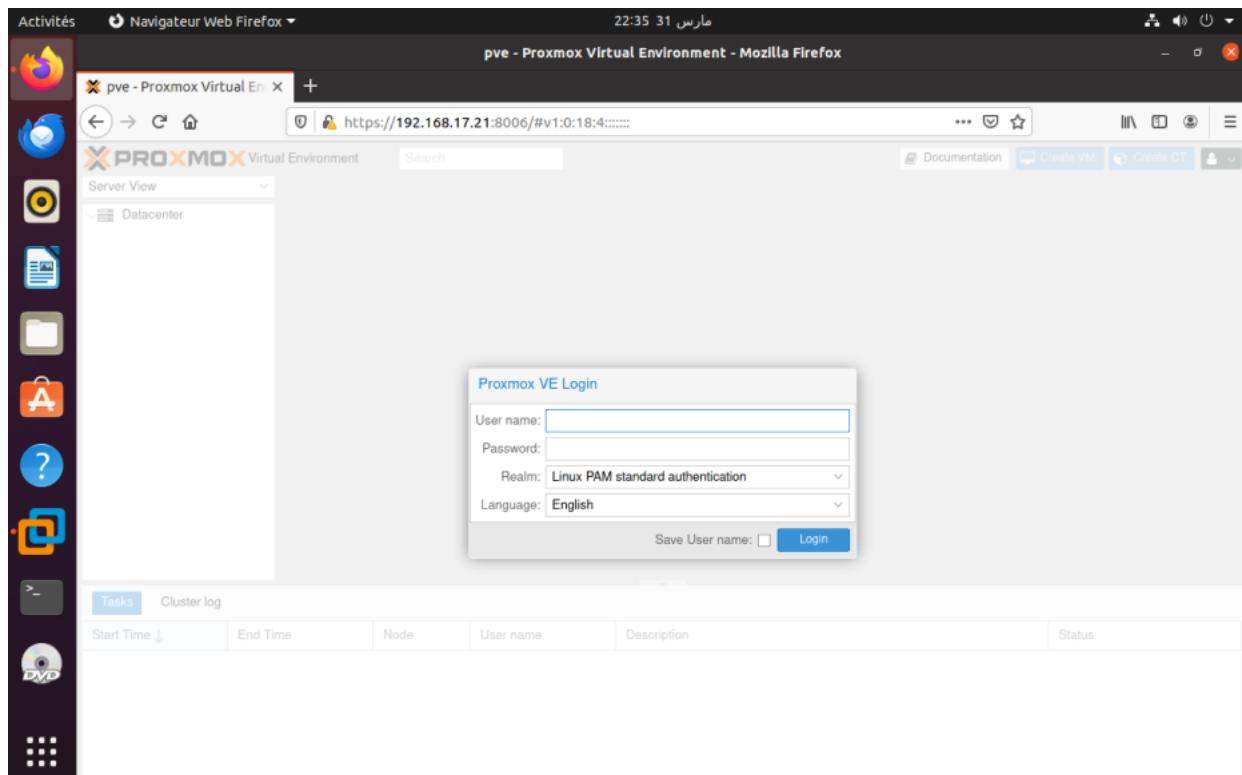


Figure 52 : Interface de Proxmox

Chapitre 2 : Communication

Dans ce chapitre, nous allons vérifier la connectivité dans les deux sens entre les machines virtuelles et la machine hôte, ainsi qu'entre les autres machines virtuelles de niveau 2. Pour ce faire, nous utiliserons l'invite de commande pour exécuter la commande ping suivie de l'adresse IP de la machine cible.

Les adresses IP :

- Hôte : 192.168.17.114

Figure 53 : Adresse IP de la machine Hôte

- Ubuntu niveau 1 : 192.168.17.155

```
aya@aya-virtual-machine:~$ ip a
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group defau
lt qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inetc6 ::1/128 scope host
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: ens33: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc fq_codel state UP gr
oup default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:9e:4e:7a brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    altname enp2s1
    inet 192.168.17.155/24 brd 192.168.17.255 scope global dynamic noprefixroute ens33
        valid_lft 3549sec preferred_lft 3549sec
    inetc6 fe80::586a:5f77:2fee:48ac/64 scope link noprefixroute
        valid_lft forever preferred_lft forever
aya@aya-virtual-machine:~$
```

Figure 54 : Adresse IP de la machine virtuelle Ubuntu niveau 1

- Proxmox niveau 1 : 192.168.17.169

```
Welcome to the Proxmox Virtual Environment. Please use your web browser to
configure this server - connect to:

https://192.168.17.169:8006/



root login: root
Password:
Linux pve 5.4.106-1-pve #1 SMP PVE 5.4.106-1 (Fri, 19 Mar 2021 11:08:47 +0100) x86_64

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

Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
root@pve:~#
```

Figure 55 : Adresse IP de la machine virtuelle Proxmox niveau 1

- Ubuntu 1 niveau 2 : 192.168.17.151

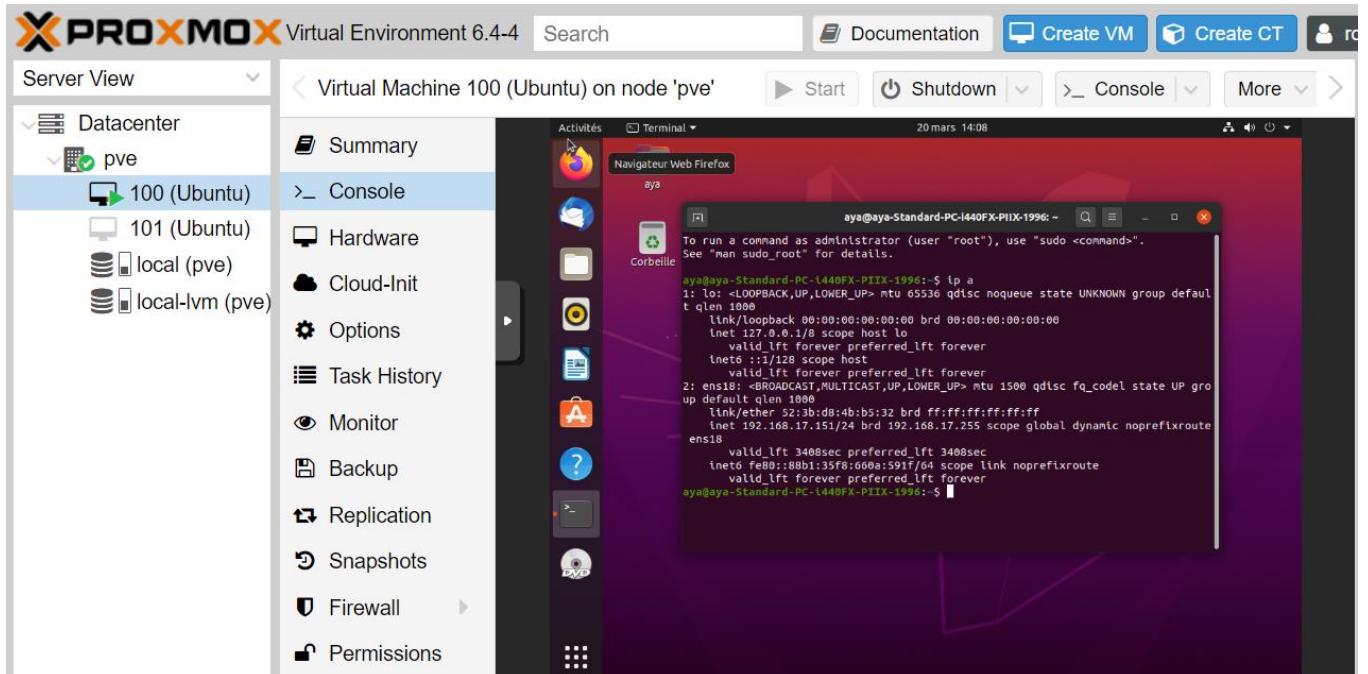


Figure 56 : Adresse IP de la première machine virtuelle Ubuntu niveau 2

- Ubuntu 2 niveau 2 : 192.168.17.236

```
aya@aya-Standard-PC-i440FX-PIIX-1996:~$ ip a
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default
    qlen 1000
        link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
        inet 127.0.0.1/8 scope host lo
            valid_lft forever preferred_lft forever
        inet6 ::1/128 scope host
            valid_lft forever preferred_lft forever
2: ens18: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc fq_codel state UP group default
    qlen 1000
        link/ether 76:ac:14:2b:66:25 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
        altnet enp0s18
        inet 192.168.17.236/24 brd 192.168.17.255 scope global dynamic noprefixroute
            ens18
                valid_lft 2833sec preferred_lft 2833sec
            inet6 fe80::a09b:695f:f69e:b9ee/64 scope link noprefixroute
                valid_lft forever preferred_lft forever
```

Figure 57 : Adresse IP de la 2eme machine virtuelle Ubuntu niveau 2

- Proxmox niveau 2 : 192.168.17.21

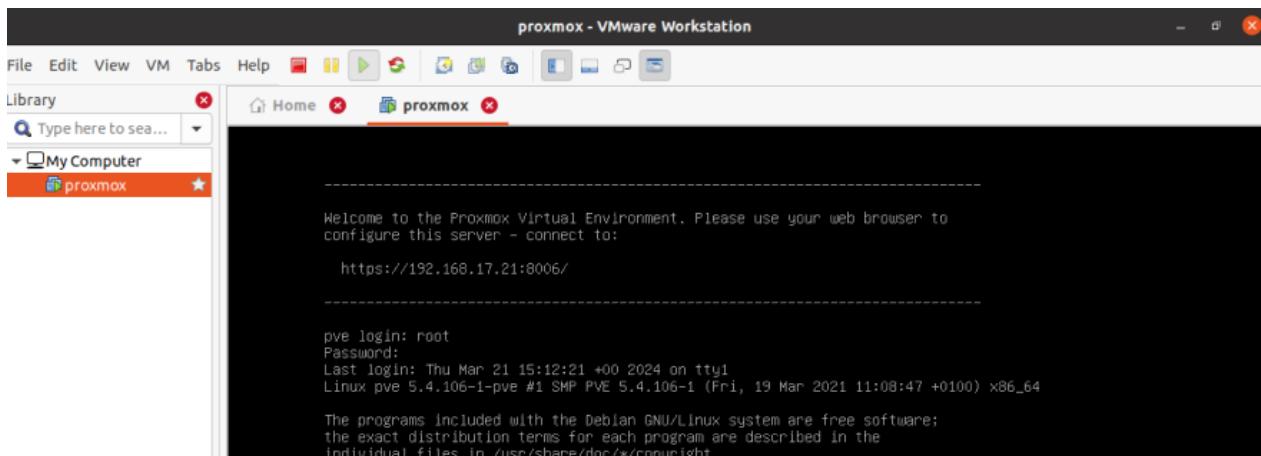


Figure 58 : Adresse IP de la machine virtuelle Proxmox niveau 2

I. Hôte :

1) Avec Ubuntu de niveau 1 :

```
C:\Users\aya>ping 192.168.17.155

Envoi d'une requête 'Ping' 192.168.17.155 avec 32 octets de données :
Réponse de 192.168.17.155 : octets=32 temps=2 ms TTL=64
Réponse de 192.168.17.155 : octets=32 temps<1ms TTL=64
Réponse de 192.168.17.155 : octets=32 temps<1ms TTL=64
Réponse de 192.168.17.155 : octets=32 temps<1ms TTL=64

Statistiques Ping pour 192.168.17.155:
    Paquets : envoyés = 4, reçus = 4, perdus = 0 (perte 0%),
    Durée approximative des boucles en millisecondes :
        Minimum = 0ms, Maximum = 2ms, Moyenne = 0ms

C:\Users\aya>
```

Figure 59 : Ping entre la machine Hôte et Ubuntu niveau 1

2) Avec Proxmox du niveau 1:

```
C:\Users\aya>ping 192.168.17.169

Envoi d'une requête 'Ping' 192.168.17.169 avec 32 octets de données :
Réponse de 192.168.17.169 : octets=32 temps=1 ms TTL=64
Réponse de 192.168.17.169 : octets=32 temps<1ms TTL=64
Réponse de 192.168.17.169 : octets=32 temps<1ms TTL=64
Réponse de 192.168.17.169 : octets=32 temps<1ms TTL=64

Statistiques Ping pour 192.168.17.169:
    Paquets : envoyés = 4, reçus = 4, perdus = 0 (perte 0%),
Durée approximative des boucles en millisecondes :
    Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Moyenne = 0ms

C:\Users\aya>
```

Figure 60 : Ping entre la machine Hôte et Proxmox niveau 1

3) Avec Ubuntu 1 du niveau 2:

```
C:\Users\aya>ping 192.168.17.151

Envoi d'une requête 'Ping' 192.168.17.151 avec 32 octets de données :
Réponse de 192.168.17.151 : octets=32 temps=11 ms TTL=64
Réponse de 192.168.17.151 : octets=32 temps=2 ms TTL=64
Réponse de 192.168.17.151 : octets=32 temps=2 ms TTL=64
Réponse de 192.168.17.151 : octets=32 temps=1 ms TTL=64

Statistiques Ping pour 192.168.17.151:
    Paquets : envoyés = 4, reçus = 4, perdus = 0 (perte 0%),
Durée approximative des boucles en millisecondes :
    Minimum = 1ms, Maximum = 11ms, Moyenne = 4ms
```

Figure 61 : Ping entre la machine Hôte et 1 ère machine Ubuntu niveau 2

4) Avec Ubuntu 2 du niveau 2:

```
C:\Users\aya>ping 192.168.17.236

Envoi d'une requête 'Ping' 192.168.17.236 avec 32 octets de données :
Réponse de 192.168.17.236 : octets=32 temps=3 ms TTL=64
Réponse de 192.168.17.236 : octets=32 temps=1 ms TTL=64
Réponse de 192.168.17.236 : octets=32 temps<1ms TTL=64
Réponse de 192.168.17.236 : octets=32 temps=1 ms TTL=64

Statistiques Ping pour 192.168.17.236:
    Paquets : envoyés = 4, reçus = 4, perdus = 0 (perte 0%),
Durée approximative des boucles en millisecondes :
    Minimum = 0ms, Maximum = 3ms, Moyenne = 1ms
```

Figure 62 : Ping entre la machine Hôte et 2ème machine Ubuntu niveau 2

5) Avec Proxmox du niveau 2:

```
C:\Users\aya>ping 192.168.17.21

Envoi d'une requête 'Ping' 192.168.17.21 avec 32 octets de données :
Réponse de 192.168.17.21 : octets=32 temps=2 ms TTL=64
Réponse de 192.168.17.21 : octets=32 temps<1ms TTL=64
Réponse de 192.168.17.21 : octets=32 temps=1 ms TTL=64
Réponse de 192.168.17.21 : octets=32 temps=1 ms TTL=64

Statistiques Ping pour 192.168.17.21:
    Paquets : envoyés = 4, reçus = 4, perdus = 0 (perte 0%),
Durée approximative des boucles en millisecondes :
    Minimum = 0ms, Maximum = 2ms, Moyenne = 1ms
```

Figure 63 : Ping entre la machine Hôte et Proxmox niveau 2

II. Proxmox du niveau 1 :

1) Avec Hôte :

```
root@pve:~# ping 192.168.17.114
PING 192.168.17.114 (192.168.17.114) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.17.114: icmp_seq=1 ttl=128 time=0.920 ms
64 bytes from 192.168.17.114: icmp_seq=2 ttl=128 time=0.665 ms
64 bytes from 192.168.17.114: icmp_seq=3 ttl=128 time=0.525 ms
^C
--- 192.168.17.114 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 6ms
```

Figure 64 : Ping entre Proxmox de niveau 1 et la machine Hôte

2) Avec Ubuntu du niveau 1:

```
root@pve:~# ping 192.168.17.155
PING 192.168.17.155 (192.168.17.155) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.17.155: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.613 ms
64 bytes from 192.168.17.155: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.842 ms
64 bytes from 192.168.17.155: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.768 ms
64 bytes from 192.168.17.155: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.724 ms
^C
--- 192.168.17.155 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 12ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.613/0.736/0.842/0.089 ms
root@pve:~#
```

Figure 65 : Ping entre Proxmox de niveau 1 et Ubuntu niveau 1

3) Avec Ubuntu 1 du niveau 2:

```
root@pve:~# ping 192.168.17.151
PING 192.168.17.151 (192.168.17.151) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.17.151: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.798 ms
64 bytes from 192.168.17.151: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.586 ms
64 bytes from 192.168.17.151: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.55 ms
^C
--- 192.168.17.151 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 6ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.586/0.977/1.549/0.414 ms
root@pve:~# _
```

Figure 66 : Ping entre Proxmox de niveau 1 et la 1 ère machine Ubuntu niveau 2

4) Avec Ubuntu 2 du niveau 2:

```
root@pve:~# ping 192.168.17.236
PING 192.168.17.236 (192.168.17.236) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.17.236: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.97 ms
64 bytes from 192.168.17.236: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.87 ms
64 bytes from 192.168.17.236: icmp_seq=3 ttl=64 time=2.54 ms
^C
--- 192.168.17.236 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 6ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.869/2.125/2.537/0.294 ms
root@pve:~#
```

Figure 67 : Ping entre Proxmox de niveau 1 et la 2ème machine Ubuntu niveau 2

5) Avec Proxmox du niveau 2:

```
root@pve:~# ping 192.168.17.21
PING 192.168.17.21 (192.168.17.21) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.17.21: icmp_seq=1 ttl=64 time=4.66 ms
64 bytes from 192.168.17.21: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.45 ms
64 bytes from 192.168.17.21: icmp_seq=3 ttl=64 time=19.5 ms
^C
--- 192.168.17.21 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 4ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.454/8.527/19.465/7.844 ms
```

Figure 68 : Ping entre Proxmox de niveau 1 et Proxmox niveau 2

III. Ubuntu du niveau 1:

1) Avec Hôte :

```
aya@aya-virtual-machine:~$ ping 192.168.17.114
PING 192.168.17.114 (192.168.17.114) 56(84) bytes of data.
64 octets de 192.168.17.114 : icmp_seq=1 ttl=128 temps=1.16 ms
64 octets de 192.168.17.114 : icmp_seq=2 ttl=128 temps=1.12 ms
64 octets de 192.168.17.114 : icmp_seq=3 ttl=128 temps=1.18 ms
64 octets de 192.168.17.114 : icmp_seq=4 ttl=128 temps=0.794 ms
^C
--- statistiques ping 192.168.17.114 ---
4 paquets transmis, 4 reçus, 0 % paquets perdus, temps 3010 ms
rtt min/moy/max/mdev = 0,794/1,064/1,184/0,157 ms
```

Figure 69 : Ping entre Ubuntu niveau 1 et la machine Hôte

2) Avec Proxmox du niveau 1:

```
aya@aya-virtual-machine:~$ ping 192.168.17.169
PING 192.168.17.169 (192.168.17.169) 56(84) bytes of data.
64 octets de 192.168.17.169 : icmp_seq=1 ttl=64 temps=1.87 ms
64 octets de 192.168.17.169 : icmp_seq=2 ttl=64 temps=0.805 ms
64 octets de 192.168.17.169 : icmp_seq=3 ttl=64 temps=0.792 ms
64 octets de 192.168.17.169 : icmp_seq=4 ttl=64 temps=1.34 ms
^C
--- statistiques ping 192.168.17.169 ---
4 paquets transmis, 4 reçus, 0 % paquets perdus, temps 3043 ms
rtt min/moy/max/mdev = 0,792/1,203/1,873/0,445 ms
```

Figure 70 : Ping entre Ubuntu niveau 1 et Proxmox niveau 1

3) Avec Ubuntu 1 du niveau 2:

```
aya@aya-virtual-machine:~$ ping 192.168.17.151
PING 192.168.17.151 (192.168.17.151) 56(84) bytes of data.
64 octets de 192.168.17.151 : icmp_seq=1 ttl=64 temps=2.19 ms
64 octets de 192.168.17.151 : icmp_seq=2 ttl=64 temps=1.54 ms
64 octets de 192.168.17.151 : icmp_seq=3 ttl=64 temps=2.09 ms
64 octets de 192.168.17.151 : icmp_seq=4 ttl=64 temps=1.11 ms
^C
--- statistiques ping 192.168.17.151 ---
4 paquets transmis, 4 reçus, 0 % paquets perdus, temps 3007 ms
rtt min/moy/max/mdev = 1,108/1,731/2,193/0,437 ms
```

Figure 71 : Ping entre Ubuntu niveau 1 et la 1 ère machine Ubuntu niveau 2

4) Avec Ubuntu 2 du niveau 2:

```
aya@aya-virtual-machine:~$ ping 192.168.17.236
PING 192.168.17.236 (192.168.17.236) 56(84) bytes of data.
64 octets de 192.168.17.236 : icmp_seq=1 ttl=64 temps=4.46 ms
64 octets de 192.168.17.236 : icmp_seq=2 ttl=64 temps=2.87 ms
64 octets de 192.168.17.236 : icmp_seq=3 ttl=64 temps=1.90 ms
64 octets de 192.168.17.236 : icmp_seq=4 ttl=64 temps=1.73 ms
^C
--- statistiques ping 192.168.17.236 ---
4 paquets transmis, 4 reçus, 0 % paquets perdus, temps 3006 ms
rtt min/moy/max/mdev = 1,726/2,739/4,463/1,085 ms
```

Figure 72 : Ping entre Ubuntu niveau 1 et la 2ème machine Ubuntu niveau 2

5) Avec Proxmox du niveau 2:

```
aya@aya-virtual-machine:~$ ping 192.168.17.21
PING 192.168.17.21 (192.168.17.21) 56(84) bytes of data.
64 octets de 192.168.17.21 : icmp_seq=1 ttl=64 temps=10.5 ms
64 octets de 192.168.17.21 : icmp_seq=2 ttl=64 temps=1.44 ms
64 octets de 192.168.17.21 : icmp_seq=3 ttl=64 temps=1.79 ms
64 octets de 192.168.17.21 : icmp_seq=4 ttl=64 temps=2.74 ms
^C
--- statistiques ping 192.168.17.21 ---
4 paquets transmis, 4 reçus, 0 % paquets perdus, temps 3007 ms
rtt min/moy/max/mdev = 1,437/4,116/10,495/3,713 ms
aya@aya-virtual-machine:~$ █
```

Figure 73 : Ping entre Ubuntu niveau 1 et Proxmox niveau 2

IV. Ubuntu 1 du niveau 2 :

1) Avec Hôte :

```
aya@aya-Standard-PC-i440FX-PIIX-1996:~$ ping 192.168.17.114
PING 192.168.17.114 (192.168.17.114) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.17.114: icmp_seq=1 ttl=128 time=1.71 ms
64 bytes from 192.168.17.114: icmp_seq=2 ttl=128 time=1.47 ms
64 bytes from 192.168.17.114: icmp_seq=3 ttl=128 time=1.34 ms
^C
--- 192.168.17.114 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2008ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.336/1.506/1.710/0.154 ms
```

Figure 74 : Ping entre 1 ère machine Ubuntu niveau 2 et la machine Hôte

2) Avec Proxmox du niveau 1:

```
aya@aya-Standard-PC-i440FX-PIIX-1996:~$ ping 192.168.17.169
PING 192.168.17.169 (192.168.17.169) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.17.169: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.27 ms
64 bytes from 192.168.17.169: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.717 ms
64 bytes from 192.168.17.169: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.727 ms
64 bytes from 192.168.17.169: icmp_seq=4 ttl=64 time=1.06 ms
^C
--- 192.168.17.169 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3029ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.717/0.943/1.273/0.234 ms
```

Figure 75 : Ping entre 1 ère machine Ubuntu niveau 2 et Proxmox niveau 1

3) Avec Ubuntu du niveau 1:

```
aya@aya-Standard-PC-i440FX-PIIX-1996:~$ ping 192.168.17.155
PING 192.168.17.155 (192.168.17.155) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.17.155: icmp_seq=1 ttl=64 time=3.21 ms
64 bytes from 192.168.17.155: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.60 ms
64 bytes from 192.168.17.155: icmp_seq=3 ttl=64 time=2.26 ms
64 bytes from 192.168.17.155: icmp_seq=4 ttl=64 time=3.55 ms
64 bytes from 192.168.17.155: icmp_seq=5 ttl=64 time=1.01 ms
64 bytes from 192.168.17.155: icmp_seq=6 ttl=64 time=1.90 ms
^C
--- 192.168.17.155 ping statistics ---
6 packets transmitted, 6 received, 0% packet loss, time 5011ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.007/2.252/3.547/0.884 ms
```

Figure 76 : Ping entre 1 ère machine Ubuntu niveau 2 et Ubuntu niveau 1

4) Avec Ubuntu 2 du niveau 2:

```
aya@aya-Standard-PC-i440FX-PIIX-1996:~$ ping 192.168.17.236
PING 192.168.17.236 (192.168.17.236) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.17.236: icmp_seq=1 ttl=64 time=66.0 ms
64 bytes from 192.168.17.236: icmp_seq=2 ttl=64 time=3.35 ms
64 bytes from 192.168.17.236: icmp_seq=3 ttl=64 time=3.86 ms
64 bytes from 192.168.17.236: icmp_seq=4 ttl=64 time=6.44 ms
64 bytes from 192.168.17.236: icmp_seq=5 ttl=64 time=2.26 ms
64 bytes from 192.168.17.236: icmp_seq=6 ttl=64 time=9.37 ms
^C
--- 192.168.17.236 ping statistics ---
6 packets transmitted, 6 received, 0% packet loss, time 5020ms
rtt min/avg/max/mdev = 2.264/15.212/66.001/22.832 ms
```

Figure 77 : Ping entre 1 ère machine Ubuntu niveau 2 et la 2ème machine Ubuntu niveau 2

5) Avec Proxmox du niveau 2:

```
aya@aya-Standard-PC-i440FX-PIIX-1996:~$ ping 192.168.17.21
PING 192.168.17.21 (192.168.17.21) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.17.21: icmp_seq=1 ttl=64 time=18.5 ms
64 bytes from 192.168.17.21: icmp_seq=2 ttl=64 time=13.4 ms
64 bytes from 192.168.17.21: icmp_seq=3 ttl=64 time=4.44 ms
64 bytes from 192.168.17.21: icmp_seq=4 ttl=64 time=4.31 ms
^C
--- 192.168.17.21 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3011ms
rtt min/avg/max/mdev = 4.312/10.162/18.533/6.067 ms
```

Figure 78 : Ping entre 1 ère machine Ubuntu niveau 2 et Proxmox niveau 2

V. Ubuntu 2 du niveau 2 :

1) Avec Hôte :

```
aya@aya-Standard-PC-i440FX-PIIX-1996:~$ ping 192.168.17.114
PING 192.168.17.114 (192.168.17.114) 56(84) bytes of data.
64 octets de 192.168.17.114 : icmp_seq=1 ttl=128 temps=5.10 ms
64 octets de 192.168.17.114 : icmp_seq=2 ttl=128 temps=1.83 ms
64 octets de 192.168.17.114 : icmp_seq=3 ttl=128 temps=2.40 ms
64 octets de 192.168.17.114 : icmp_seq=4 ttl=128 temps=1.44 ms
^C
--- statistiques ping 192.168.17.114 ---
4 paquets transmis, 4 reçus, 0 % paquets perdus, temps 3004 ms
rtt min/moy/max/mdev = 1,439/2,691/5,095/1,428 ms
```

Figure 79 : Ping entre 2ème machine Ubuntu niveau 2 et la machine Hôte

2) Avec Proxmox du niveau 1:

```
aya@aya-Standard-PC-i440FX-PIIX-1996:~$ ping 192.168.17.169
PING 192.168.17.169 (192.168.17.169) 56(84) bytes of data.
64 octets de 192.168.17.169 : icmp_seq=1 ttl=64 temps=10.8 ms
64 octets de 192.168.17.169 : icmp_seq=2 ttl=64 temps=1.25 ms
64 octets de 192.168.17.169 : icmp_seq=3 ttl=64 temps=0.764 ms
64 octets de 192.168.17.169 : icmp_seq=4 ttl=64 temps=1.83 ms
64 octets de 192.168.17.169 : icmp_seq=5 ttl=64 temps=1.69 ms
^C
--- statistiques ping 192.168.17.169 ---
5 paquets transmis, 5 reçus, 0 % paquets perdus, temps 4024 ms
rtt min/moy/max/mdev = 0,764/3,274/10,836/3,798 ms
```

Figure 80 : Ping entre 2ème machine Ubuntu niveau 2 et Proxmox niveau 1

3) Avec Ubuntu du niveau 1:

```
aya@aya-Standard-PC-i440FX-PIIX-1996:~$ ping 192.168.17.155
PING 192.168.17.155 (192.168.17.155) 56(84) bytes of data.
64 octets de 192.168.17.155 : icmp_seq=1 ttl=64 temps=4.14 ms
64 octets de 192.168.17.155 : icmp_seq=2 ttl=64 temps=1.65 ms
64 octets de 192.168.17.155 : icmp_seq=3 ttl=64 temps=3.73 ms
64 octets de 192.168.17.155 : icmp_seq=4 ttl=64 temps=3.80 ms
64 octets de 192.168.17.155 : icmp_seq=5 ttl=64 temps=1.34 ms
^C
--- statistiques ping 192.168.17.155 ---
5 paquets transmis, 5 reçus, 0 % paquets perdus, temps 4009 ms
rtt min/moy/max/mdev = 1,336/2,929/4,135/1,186 ms
```

Figure 81 : Ping entre 2ème machine Ubuntu niveau 2 et Ubuntu niveau 1

4) Avec Ubuntu 1 du niveau 2:

```
aya@aya-Standard-PC-i440FX-PIIX-1996:~$ ping 192.168.17.151
PING 192.168.17.151 (192.168.17.151) 56(84) bytes of data.
64 octets de 192.168.17.151 : icmp_seq=1 ttl=64 temps=15.1 ms
64 octets de 192.168.17.151 : icmp_seq=2 ttl=64 temps=2.71 ms
64 octets de 192.168.17.151 : icmp_seq=3 ttl=64 temps=3.42 ms
64 octets de 192.168.17.151 : icmp_seq=4 ttl=64 temps=2.20 ms
^C
--- statistiques ping 192.168.17.151 ---
4 paquets transmis, 4 reçus, 0 % paquets perdus, temps 3006 ms
rtt min/moy/max/mdev = 2,195/5,862/15,121/5,363 ms
```

Figure 82 : Ping entre 2ème machine Ubuntu niveau 2 et la 1 ère machine Ubuntu niveau 2

5) Avec Proxmox du niveau 2:

```
aya@aya-Standard-PC-i440FX-PIIX-1996:~$ ping 192.168.17.21
PING 192.168.17.21 (192.168.17.21) 56(84) bytes of data.
64 octets de 192.168.17.21 : icmp_seq=1 ttl=64 temps=13.8 ms
64 octets de 192.168.17.21 : icmp_seq=2 ttl=64 temps=6.02 ms
64 octets de 192.168.17.21 : icmp_seq=3 ttl=64 temps=4.56 ms
64 octets de 192.168.17.21 : icmp_seq=4 ttl=64 temps=3.20 ms
^C
--- statistiques ping 192.168.17.21 ---
4 paquets transmis, 4 reçus, 0 % paquets perdus, temps 3008 ms
rtt min/moy/max/mdev = 3,204/6,906/13,837/4,123 ms
aya@aya-Standard-PC-i440FX-PIIX-1996:~$ █
```

Figure 83 : Ping entre 2ème machine Ubuntu niveau 2 et Proxmox niveau 2

VI. Proxmox du niveau 2 :

1) Avec Hôte :

```
root@pve:~# ping 192.168.17.114
PING 192.168.17.114 (192.168.17.114) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.17.114: icmp_seq=1 ttl=128 time=5.08 ms
64 bytes from 192.168.17.114: icmp_seq=2 ttl=128 time=1.96 ms
64 bytes from 192.168.17.114: icmp_seq=3 ttl=128 time=1.86 ms
64 bytes from 192.168.17.114: icmp_seq=4 ttl=128 time=5.34 ms
^C
--- 192.168.17.114 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 8ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.860/3.559/5.342/1.654 ms
```

Figure 84 : Ping entre Proxmox niveau 2 et la machine Hôte

2) Avec Proxmox du niveau 1:

```
root@pve:~# ping 192.168.17.169
PING 192.168.17.169 (192.168.17.169) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.17.169: icmp_seq=1 ttl=64 time=2.52 ms
64 bytes from 192.168.17.169: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.22 ms
64 bytes from 192.168.17.169: icmp_seq=3 ttl=64 time=2.39 ms
64 bytes from 192.168.17.169: icmp_seq=4 ttl=64 time=1.13 ms
^C
--- 192.168.17.169 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 9ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.129/1.815/2.518/0.641 ms
root@pve:~# _
```

Figure 85 : Ping entre Proxmox niveau 2 et Proxmox niveau 1

3) Avec Ubuntu du niveau 1:

```
rtt min/avg/max/mdev = 1.000/3.333/3.342/1.034 ms
root@pve:~# ping 192.168.17.155
PING 192.168.17.155 (192.168.17.155) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.17.155: icmp_seq=1 ttl=64 time=3.54 ms
64 bytes from 192.168.17.155: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.734 ms
64 bytes from 192.168.17.155: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.95 ms
^C
--- 192.168.17.155 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 6ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.734/2.074/3.544/1.151 ms
```

Figure 86 : Ping entre Proxmox niveau 2 et Ubuntu niveau 1

4) Avec Ubuntu 1 du niveau 2:

```
root@pve:~# ping 192.168.17.151
PING 192.168.17.151 (192.168.17.151) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.17.151: icmp_seq=1 ttl=64 time=4.02 ms
64 bytes from 192.168.17.151: icmp_seq=2 ttl=64 time=2.05 ms
64 bytes from 192.168.17.151: icmp_seq=3 ttl=64 time=12.8 ms
64 bytes from 192.168.17.151: icmp_seq=4 ttl=64 time=2.92 ms
^C
```

Figure 87 : Ping entre Proxmox niveau 2 et la 1 ère machine Ubuntu niveau 2

5) Avec Ubuntu 2 du niveau 2:

```
permitted by appArmor rule.
root@pve:~# ping 192.168.17.236
PING 192.168.17.236 (192.168.17.236) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.17.236: icmp_seq=1 ttl=64 time=6.29 ms
64 bytes from 192.168.17.236: icmp_seq=2 ttl=64 time=3.27 ms
64 bytes from 192.168.17.236: icmp_seq=3 ttl=64 time=3.55 ms
64 bytes from 192.168.17.236: icmp_seq=4 ttl=64 time=7.87 ms
^C
--- 192.168.17.236 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 8ms
rtt min/avg/max/mdev = 3.269/5.243/7.865/1.918 ms
root@pve:~#
```

Figure 88 : Ping entre Proxmox niveau 2 et la 2ème machine Ubuntu niveau 2

VII. Accéder à Proxmox et Apache via l'extérieur

Nous allons accéder à Proxmox et Apache en utilisant un téléphone pour accéder aux pages de Proxmox et Apache via leur adresse IP .

1) Accéder à Proxmox de niveau 1 :

Pour commencer, il est nécessaire de se connecter au même réseau auquel nous avons accédé lors de l'installation de Proxmox. Ensuite, en utilisant le navigateur, et saisir l'URL de Proxmox, ce qui permet d'accéder à son interface.

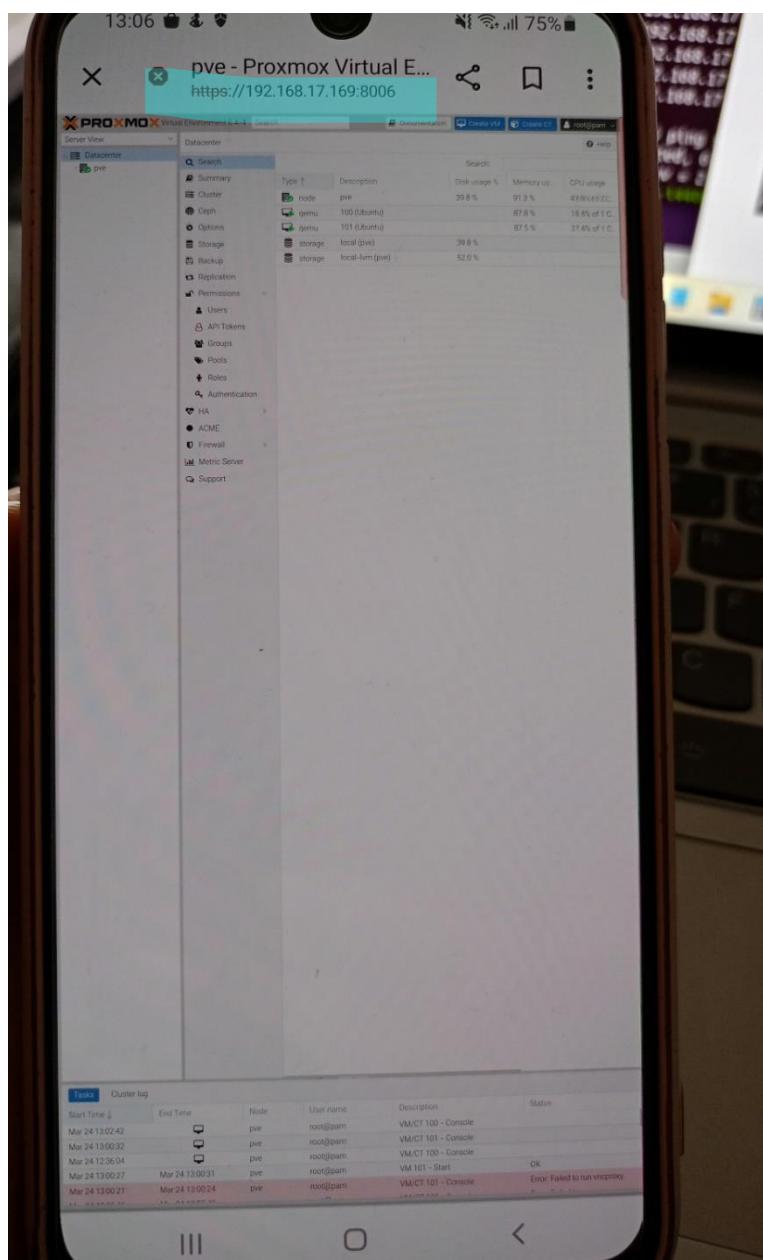


Figure 89 : Accès a Proxmox niveau 1

2) Accéder à Ubuntu de niveau 1 :

On accède à Apache par l'adresse IP de Ubuntu qu'est **192.168.17.155**.

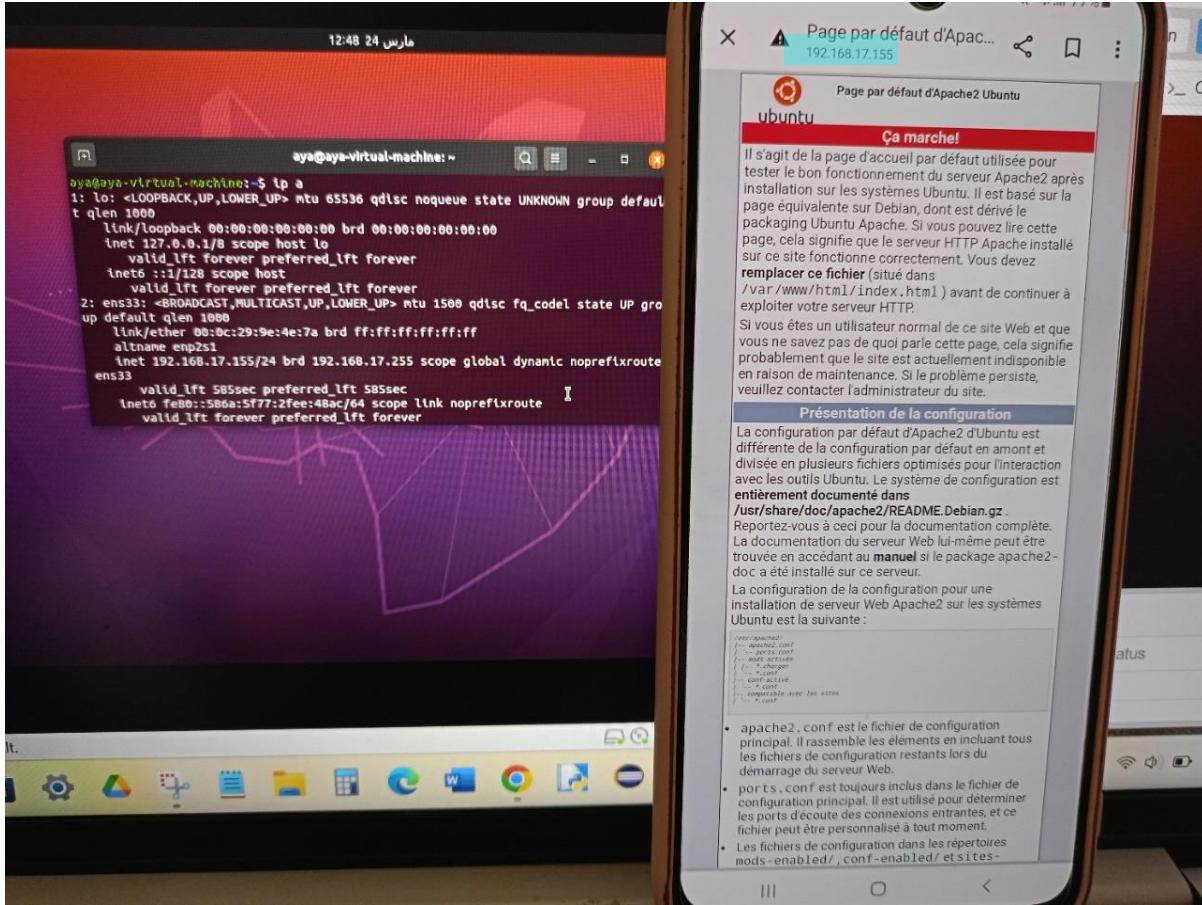


Figure 90 : Accès à Ubuntu niveau 1

3) Accéder à Ubuntu 1 de niveau 2 :

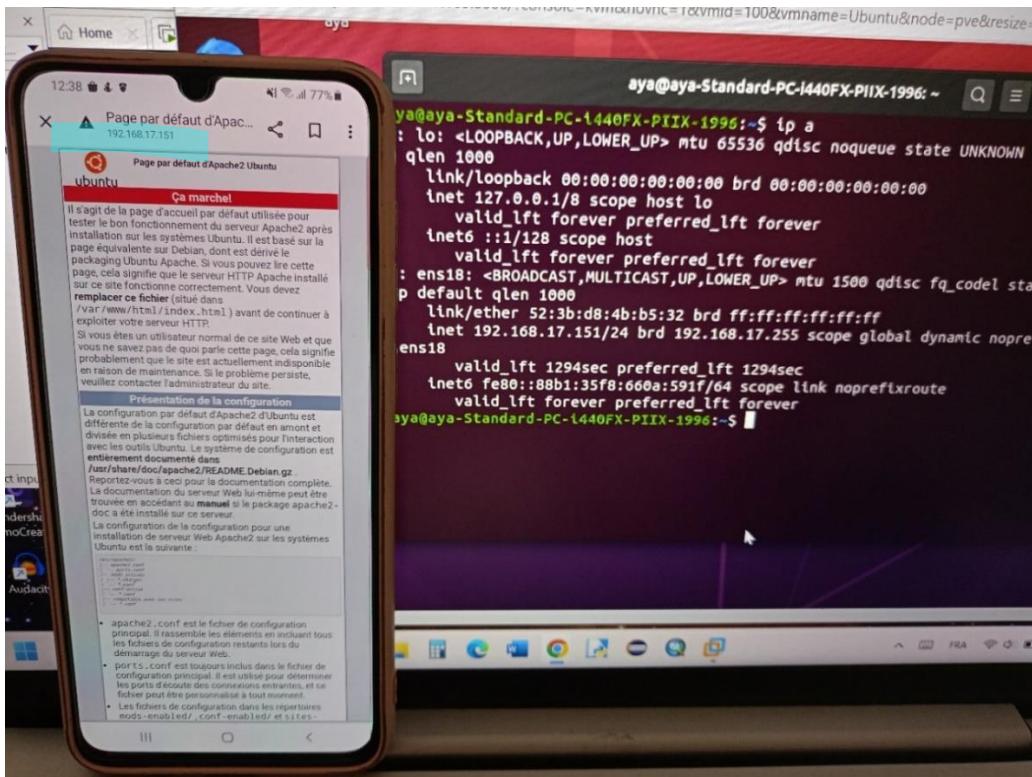


Figure 91 : Accès à la 1 ère machine Ubuntu niveau 2

4) Accéder à Ubuntu 2 de niveau 2 :

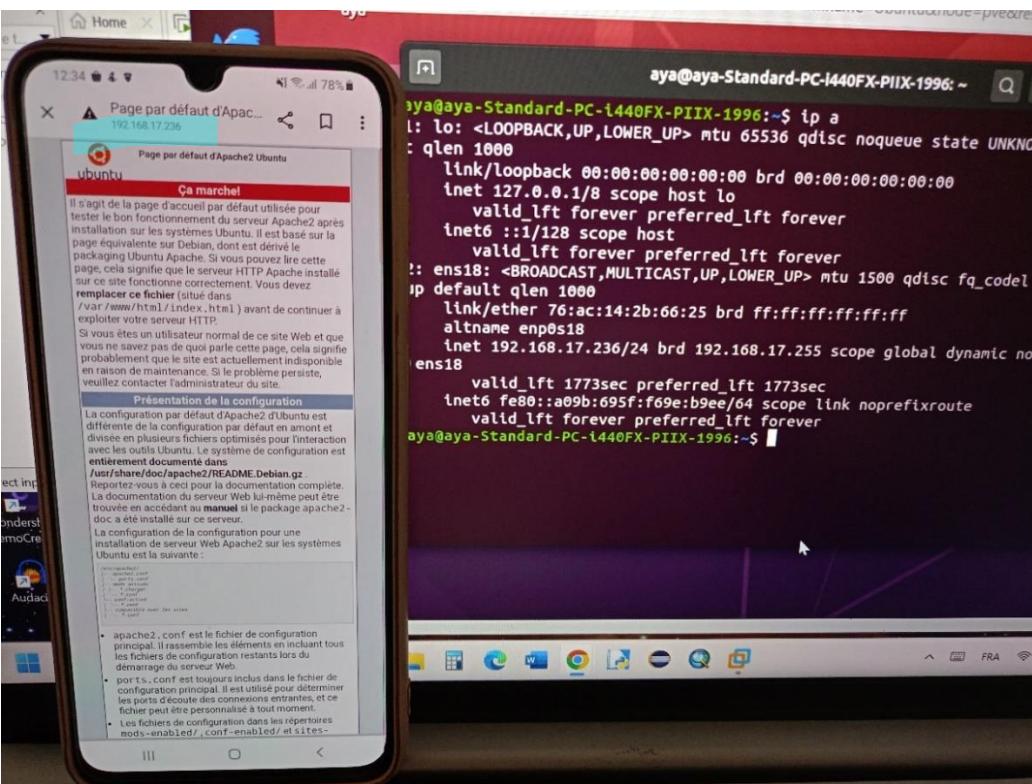


Figure 92 : Accès à la 2ème machine Ubuntu niveau 2

5) Accéder à Proxmox de niveau 2 :

En utilisant le navigateur, et saisir l'URL de Proxmox, ce qui permet d'accéder à son interface.

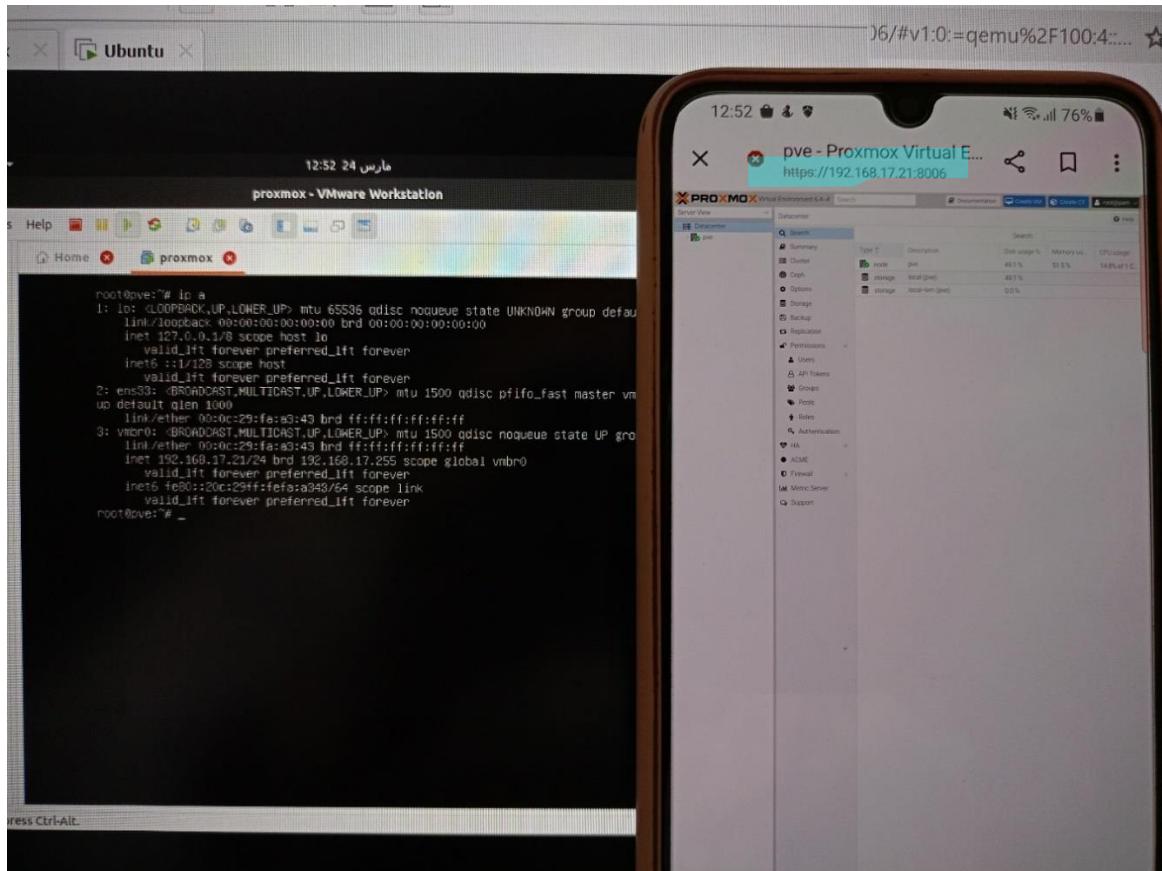


Figure 93 : Accès à Proxmox niveau 2

Conclusion

En résumé, la virtualisation est une technologie cruciale qui présente de nombreux avantages pour les entreprises, notamment une utilisation efficiente des ressources, une flexibilité accrue, une isolation des environnements, une disponibilité élevée et une gestion centralisée. Toutefois, sa mise en œuvre peut être complexe et coûteuse, et elle peut entraîner des problèmes de performances, des risques de sécurité accrus et une dépendance vis-à-vis de la technologie de virtualisation.

Malgré ces défis, la virtualisation reste une composante indispensable pour les entreprises qui cherchent à optimiser leur infrastructure informatique. Il est essentiel de bien comprendre les avantages et les inconvénients de la virtualisation, ainsi que de suivre les meilleures pratiques pour sa mise en œuvre et sa gestion, afin de maximiser les avantages pour l'entreprise.

Référence

- [1] <https://www.silicon.fr/hub/hpe-intel-hub/les-10-avantages-de-la-virtualisation-des-serveurs>
- [2] <https://phoenixnap.com/kb/what-is-hypervisor-type-1-2>
- [3] <https://ilyessennaceur.medium.com/proxmox-virtualization-with-vmware-workstation-15-pro-e778fb2b521d>
- [4] <https://doc.sambaedu.org/proxmox/co/creer-vm.html>
- [5] <https://www.sysnettechsolutions.com/en/install-vmware-ubuntu/>
- [6] <https://medium.com/@florenceify74/how-to-download-install-and-run-ubuntu-in-vmware-workstation-ce5f2d4d0438>