

# Rapport du projet : Virtualisation

4<sup>ème</sup> année

Ingénierie Informatique et Réseaux

Sous le thème

---

## "Virtualisation avec Proxmox "

**Réalisé par:**

ELHAJJOULI Douaa

SEDRATI Salma

**Encadré par:**

Pr. Zbakh

Année universitaire 2024/2025

# Table des matières

|   |    |
|---|----|
| Introduction .....  | 2  |
| 1. Objectifs .....  | 3  |
| 2. Étapes Suivies .....                                   | 3  |
| 2.1 Installation de Proxmox VE.....                       | 3  |
| 2.2 Configuration initiale du réseau.....                 | 3  |
| 2.3 Téléversement et gestion des images ISO .....         | 4  |
| 2.4 Création des machines virtuelles .....                | 4  |
| 2.5 Installation d'Ubuntu Server .....                    | 5  |
| 2.6 Vérification de l'installation de OpenSSH .....       | 6  |
| 2.7 Vérification de l'installation de docker .....        | 7  |
| 2.8 Clonage de Ubuntu .....                               | 8  |
| 2.9 Création du stockage iso-store.....                   | 9  |
| 2.10 Installation de Windows Server 2019 .....            | 10 |
| 2.11 Installation de XAMPP et WAMP .....                  | 10 |
| 2.12 Sauvegarde et gestion des ressources .....           | 12 |
| 2.13 Gestion des utilisateurs et des permissions.....     | 15 |
| 3. Défis rencontrés et solutions proposées .....          | 16 |
| 3.1 Problème d'espace disque insuffisant.....             | 16 |
| 3.2 Blocage durant l'installation de Windows Server ..... | 16 |
| 3.3 Absence de connectivité réseau sur les VMs .....      | 16 |
| Conclusion.....   | 17 |

## **Introduction**

La virtualisation est devenue une composante essentielle des infrastructures informatiques modernes, offrant une solution flexible pour optimiser l'utilisation des ressources physiques tout en simplifiant la gestion des systèmes. Dans ce cadre, Proxmox VE (Virtual Environment) s'impose comme une plateforme puissante et accessible, permettant la création et l'administration de machines virtuelles et de conteneurs sur un serveur unique.

Ce projet s'inscrit dans une démarche d'apprentissage et de mise en œuvre concrète de la virtualisation à travers l'installation et la configuration de Proxmox VE sur une machine virtuelle. Différents aspects techniques ont été abordés, notamment la gestion du stockage, la configuration des interfaces réseau, ainsi que la création de ponts (bridges) pour assurer la communication entre les machines virtuelles et leur accès à Internet.

Ce travail a également été l'occasion de traiter des problèmes réels liés à la connectivité réseau, à la gestion de l'espace disque et à l'optimisation des ressources, tout en respectant les bonnes pratiques de configuration et de sécurité propres aux environnements virtualisés.

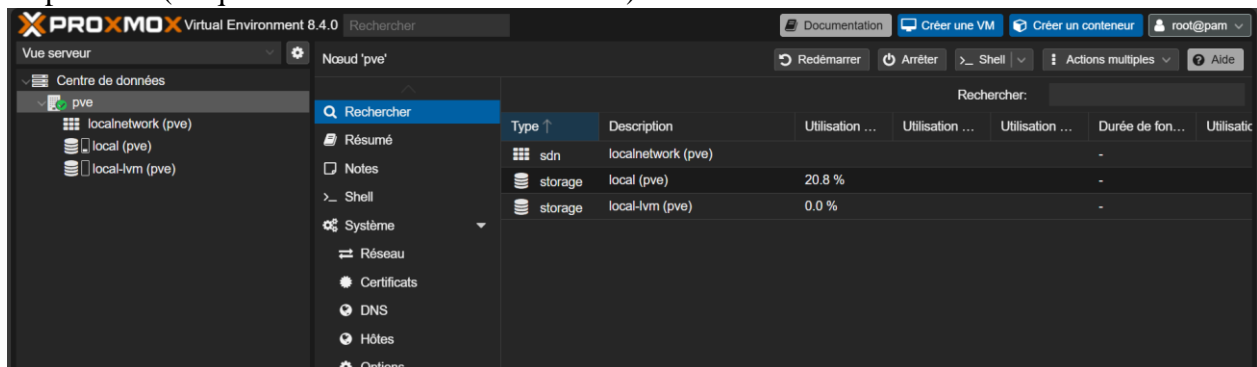
# 1. Objectifs

- Installer et configurer la plateforme de virtualisation Proxmox VE sur une machine hôte VMware.
- Créer des VMs sous Ubuntu Server et Windows Server.
- Installer des serveurs d'applications (XAMPP sur Ubuntu et WAMP sur Windows Server).
- Configurer un environnement réseau permettant aux VMs d'accéder à Internet.
- Diagnostiquer et résoudre les problèmes de connectivité réseau.

## 2. Étapes Suivies

### 2.1 Installation de Proxmox VE

Proxmox VE a été installé sur une machine virtuelle VMware. L'installation a été réalisée à partir d'une image ISO officielle, avec une configuration initiale minimale adaptée aux ressources disponibles (disque de 65 Go et 3.9 Go de RAM).

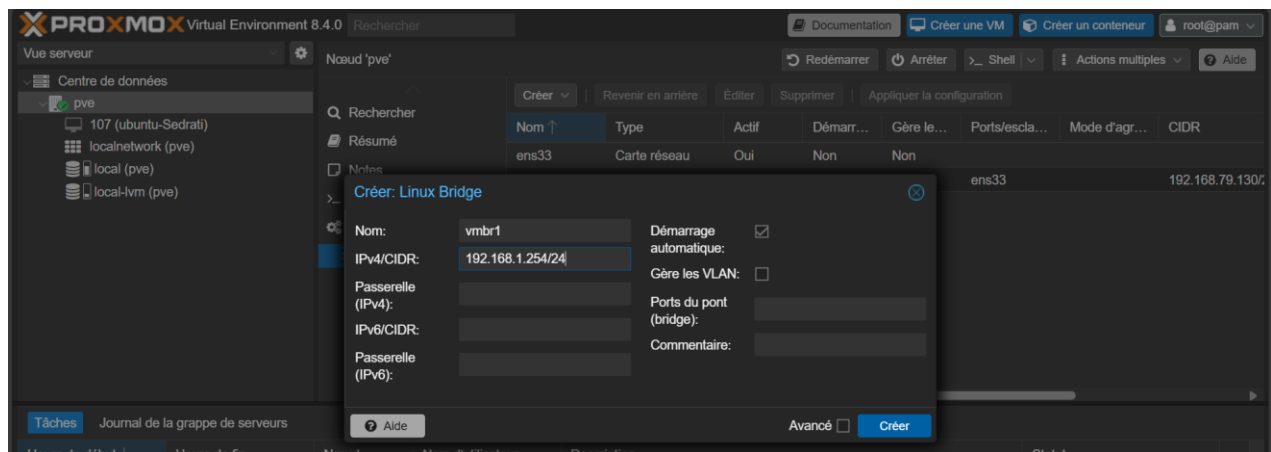


### 2.2 Configuration initiale du réseau

Lors de l'installation, Proxmox a automatiquement créé le bridge réseau vmbr0, connecté à l'interface physique ens33, servant à l'accès Internet du serveur.

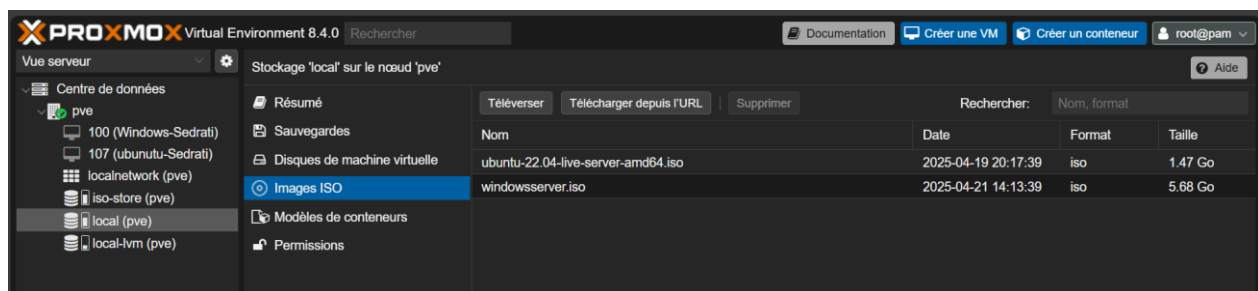
Par la suite, un second bridge vmbr1 a été ajouté manuellement, avec l'adresse IP statique 192.168.1.254. Ce bridge est utilisé pour connecter les machines virtuelles dans un réseau interne isolé.

Cette configuration permet de séparer le réseau administratif (vmbr0) du réseau des VMs (vmbr1), et est essentielle pour appliquer un routage et un NAT propre.



## 2.3 Téléversement et gestion des images ISO

Les fichiers ISO des systèmes d'exploitation ont été téléversés dans le stockage local de Proxmox pour permettre l'installation des VMs. Un nettoyage des fichiers inutiles a été nécessaire en raison de la capacité disque limitée.

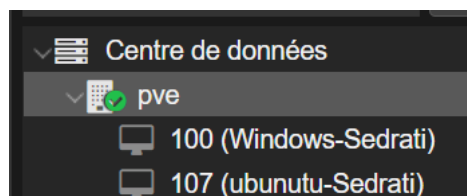


## 2.4 Création des machines virtuelles

Deux machines virtuelles ont été créées séparément :

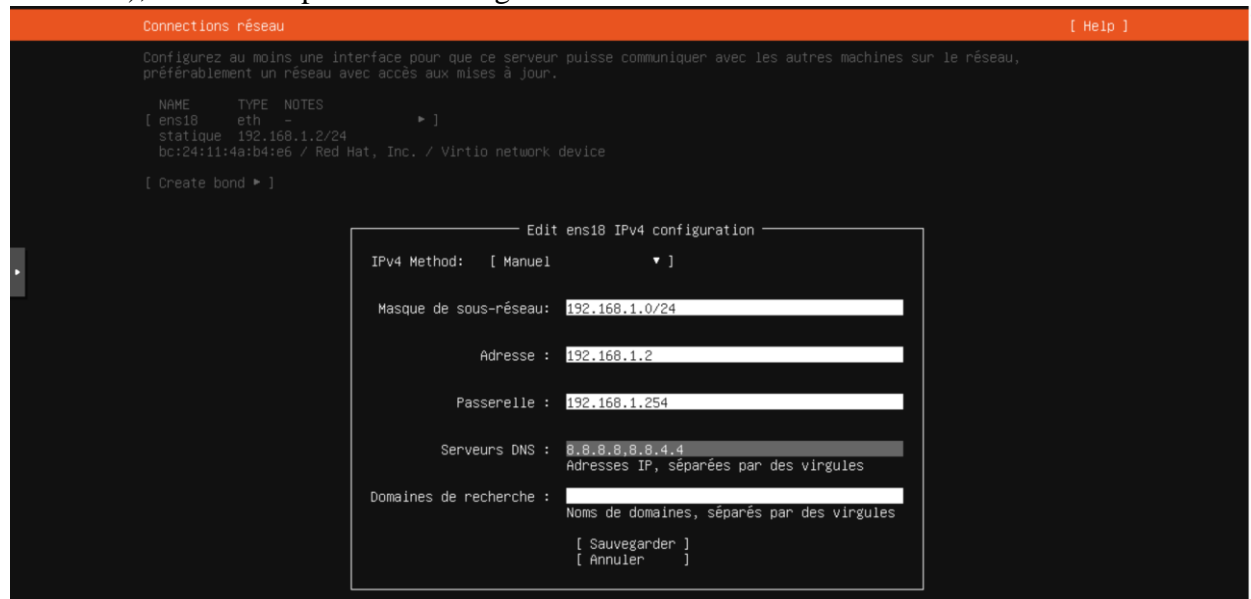
- Une VM **Ubuntu Server** (RAM : 1 Go, Disque : 10 Go)
- Une VM **Windows Server 2019** (RAM : 2 Go, Disque : 25 Go)

Les ressources ont été ajustées en fonction de l'environnement et de la capacité disque disponible.

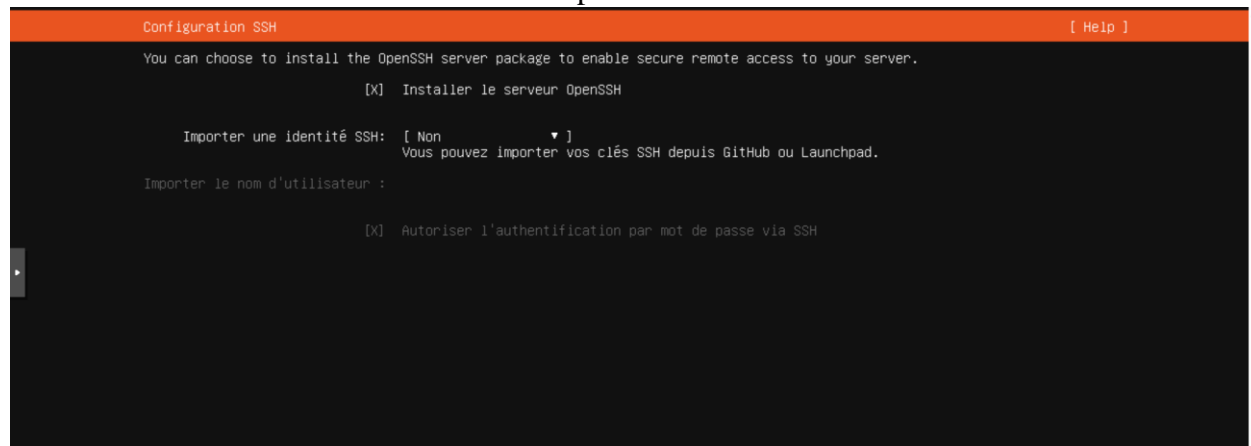


## 2.5 Installation d'Ubuntu Server

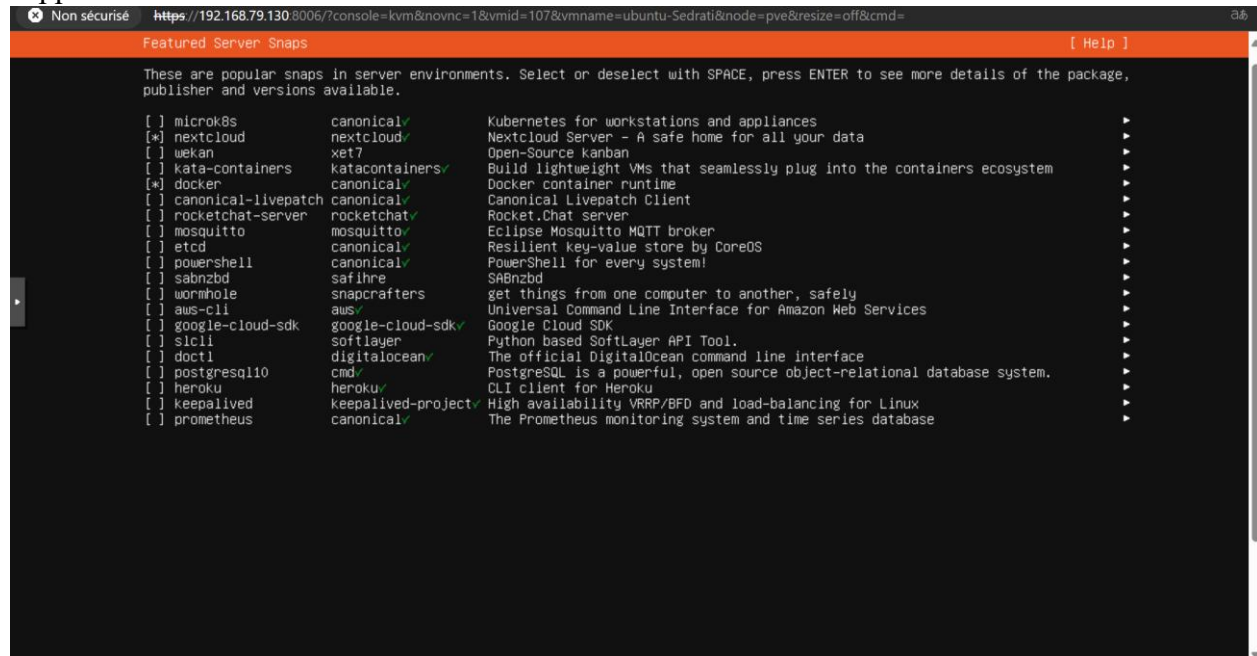
Configuration manuelle de l'adresse IP statique pour la VM Ubuntu, avec l'adresse 192.168.1.10, le masque 255.255.255.0, la passerelle 192.168.1.254 (correspondant à l'interface vmbr1 de Proxmox), et les DNS publics de Google 8.8.8.8.



Installation du service OpenSSH Server pendant l'installation d'Ubuntu, permettant l'accès distant sécurisé à la machine virtuelle via le protocole SSH.

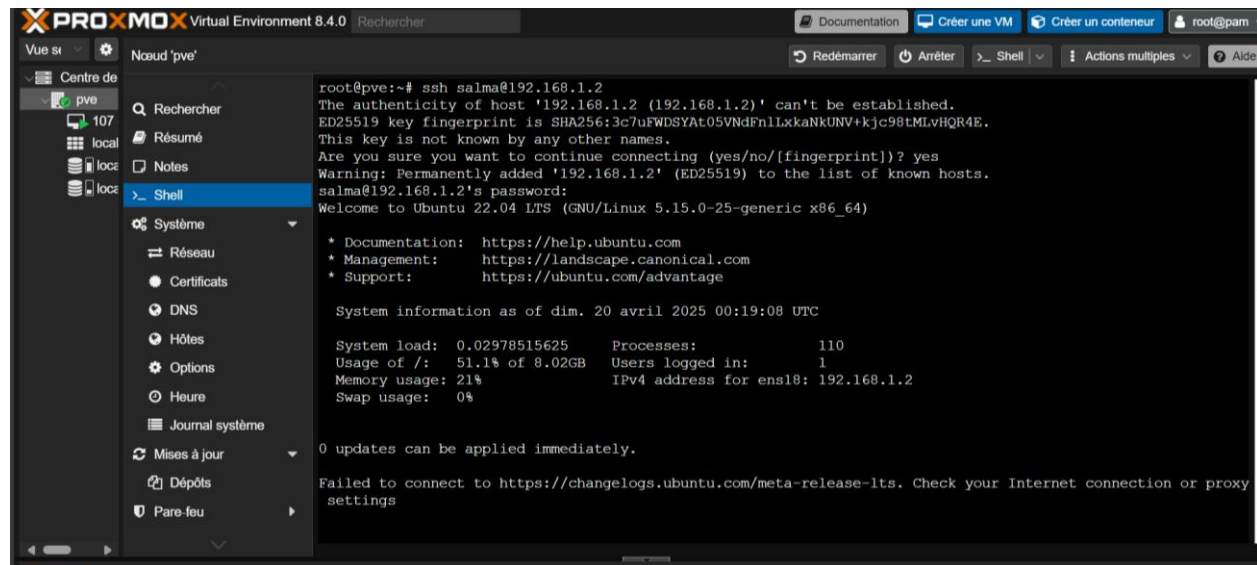


Sélection optionnelle de logiciels à installer : Nextcloud (solution de cloud personnel) et Docker (moteur de conteneurisation) ont été cochés afin de tester l'installation automatique de services supplémentaires dans l'environnement Ubuntu.

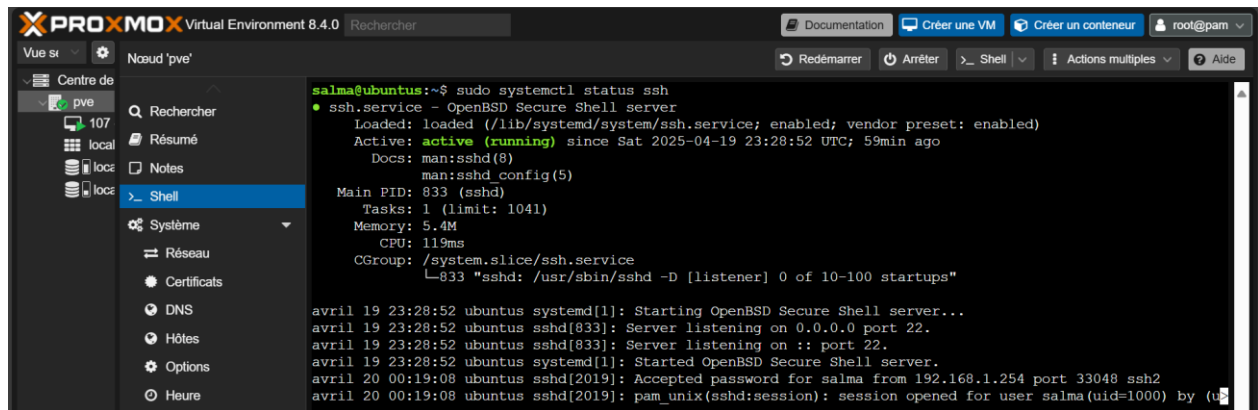


## 2.6 Vérification de l'installation de OpenSSH

Connexion à la VM en utilisant SSH



## Vérification du statut de SSH



The screenshot shows the Proxmox VE interface with a terminal window open. The terminal displays the output of the command `sudo systemctl status ssh`. The output indicates that the `ssh.service` is loaded and active (running). It shows the service was started on April 19, 2025, at 23:28:52 UTC. The service is listening on port 22. The terminal also shows the logs for the service, indicating that it started successfully and is now listening for connections.

```
salma@ubuntu:~$ sudo systemctl status ssh
● ssh.service - OpenBSD Secure Shell server
   Loaded: loaded (/lib/systemd/system/ssh.service; enabled; vendor preset: enabled)
   Active: active (running) since Sat 2025-04-19 23:28:52 UTC; 59min ago
     Docs: man:sshd(8)
           man:sshd_config(5)
   Main PID: 833 (sshd)
     Tasks: 1 (limit: 1041)
    Memory: 5.4M
       CPU: 119ms
   CGroup: /system.slice/ssh.service
           └─833 "sshd: /usr/sbin/sshd -D [listener] 0 of 10-100 startups"

avril 19 23:28:52 ubuntu systemd[1]: Starting OpenBSD Secure Shell server...
avril 19 23:28:52 ubuntu sshd[833]: Server listening on 0.0.0.0 port 22.
avril 19 23:28:52 ubuntu sshd[833]: Server listening on :: port 22.
avril 19 23:28:52 ubuntu systemd[1]: Started OpenBSD Secure Shell server.
avril 20 00:19:08 ubuntu sshd[2019]: Accepted password for salma from 192.168.1.254 port 33048 ssh2
avril 20 00:19:08 ubuntu sshd[2019]: pam_unix(sshd:session): session opened for user salma(uid=1000) by (u
```

## 2.7 Vérification de l'installation de docker

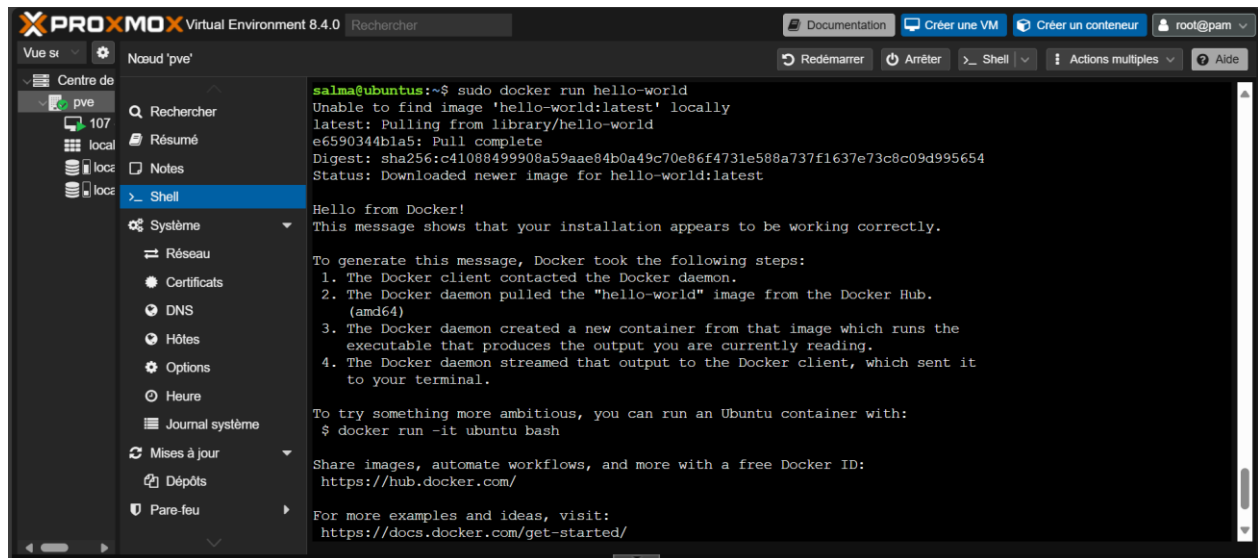
Vérifier la version de Docker



The screenshot shows the Proxmox VE interface with a terminal window open. The terminal displays the output of the command `docker --version`. The output shows the Docker version as 26.1.3, build 26.1.3-0ubuntu1~22.04.1.

```
salma@ubuntu:~$ docker --version
Docker version 26.1.3, build 26.1.3-0ubuntu1~22.04.1
```

La commande `docker run hello-world` télécharge et exécute un conteneur test pour valider l'installation.



The screenshot shows the Proxmox VE interface with a terminal window open. The terminal displays the output of the command `docker run hello-world`. The output shows that the Docker client contacted the Docker daemon, which pulled the "hello-world" image from the Docker Hub. The Docker daemon then created a new container from that image, which runs the executable that produces the output you are currently reading. The output also includes a link to the Docker Hub and a link to the Docker documentation.

```
salma@ubuntu:~$ sudo docker run hello-world
Unable to find image 'hello-world:latest' locally
latest: Pulling from library/hello-world
e6590344b1a5: Pull complete
Digest: sha256:c41088499908a59aae84b0a49c70e86f4731e588a737f1637e73c8c09d995654
Status: Downloaded newer image for hello-world:latest

Hello from Docker!
This message shows that your installation appears to be working correctly.

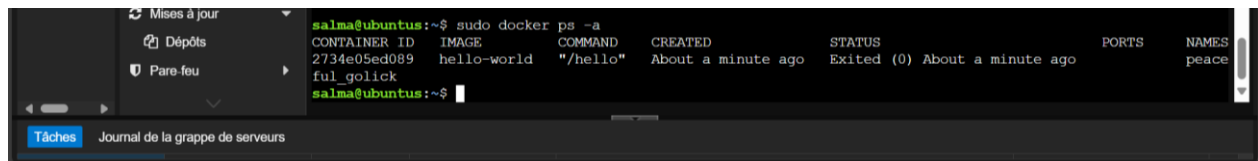
To generate this message, Docker took the following steps:
1. The Docker client contacted the Docker daemon.
2. The Docker daemon pulled the "hello-world" image from the Docker Hub.
   (amd64)
3. The Docker daemon created a new container from that image which runs the
   executable that produces the output you are currently reading.
4. The Docker daemon streamed that output to the Docker client, which sent it
   to your terminal.

To try something more ambitious, you can run an Ubuntu container with:
$ docker run -it ubuntu bash

Share images, automate workflows, and more with a free Docker ID:
https://hub.docker.com/

For more examples and ideas, visit:
https://docs.docker.com/get-started/
```

Afficher la liste complète des conteneurs, qu'ils soient en cours d'exécution ou arrêtés.



The screenshot shows the Proxmox VE interface with a terminal window open. The terminal displays the output of the command `docker ps -a`. The output shows a list of containers, including the "hello-world" container which is in the "Exited" state. The output also includes the "ful\_golick" container which is in the "Running" state.

```
salma@ubuntu:~$ sudo docker ps -a
CONTAINER ID   IMAGE     COMMAND   CREATED   STATUS    PORTS   NAMES
2734e05ed089   hello-world  "/hello"   About a minute ago   Exited (0) About a minute ago   peace
ful_golick
```



## 2.8 Clonage de Ubuntu

### Clone VM 107 (ubuntu-Sedrati)

Nœud cible:

pve

VM ID:

108

Nom:

ubuntu2

Pool de ressources:

Stockage cible:

Identique à la source

Format:

Image au format QEMU

Aide

Cloner

Vérifier que la machine démarre correctement

```
QEMU (Ubuntu2) - noVNC - Personnel - Microsoft Edge
Non sécurisé | https://192.168.79.130:8006/?console=kvm&novnc=1&vmid=109&vmname=Ubuntu2&node=pve&resize=off&cmd=

Ubuntu 22.04 LTS ubuntu tty1
ubuntu login: [ 40.568007] cloud-init[1178]: Cloud-init v. 22.1-14-g2e17a0d6-0ubuntu1~22.04.5 running 'modules:config' at Sun, 20 Apr 2025 09:02:19 +0000.
40.46 seconds.
[ 43.808042] cloud-init[1195]: Cloud-init v. 22.1-14-g2e17a0d6-0ubuntu1~22.04.5 running 'modules:final' at Sun, 20 Apr 2025 09:02:23 +0000. Up 43.74 seconds
[ 43.874515] cloud-init[1195]: Cloud-init v. 22.1-14-g2e17a0d6-0ubuntu1~22.04.5 finished at Sun, 20 Apr 2025 09:02:23 +0000. Datasource DataSourceNone. Up
.86 seconds
[ 43.876368] cloud-init[1195]: 2025-04-20 09:02:23,268 - cc_final_message.py[WARNING]: Used fallback datasource
ubuntu login: salma
Password:
Welcome to Ubuntu 22.04 LTS (GNU/Linux 5.15.0-25-generic x86_64)

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

System information as of dim. 20 avril 2025 09:03:02 UTC

System load:  0.62158203125   Processes:            110
Usage of /:   56.8% of 8.02GB   Users logged in:      0
Memory usage: 23%             IPv4 address for docker0: 172.17.0.1
Swap usage:   0%              IPv4 address for ens18:  192.168.1.2

309 updates can be applied immediately.
207 of these updates are standard security updates.
To see these additional updates run: apt list --upgradable

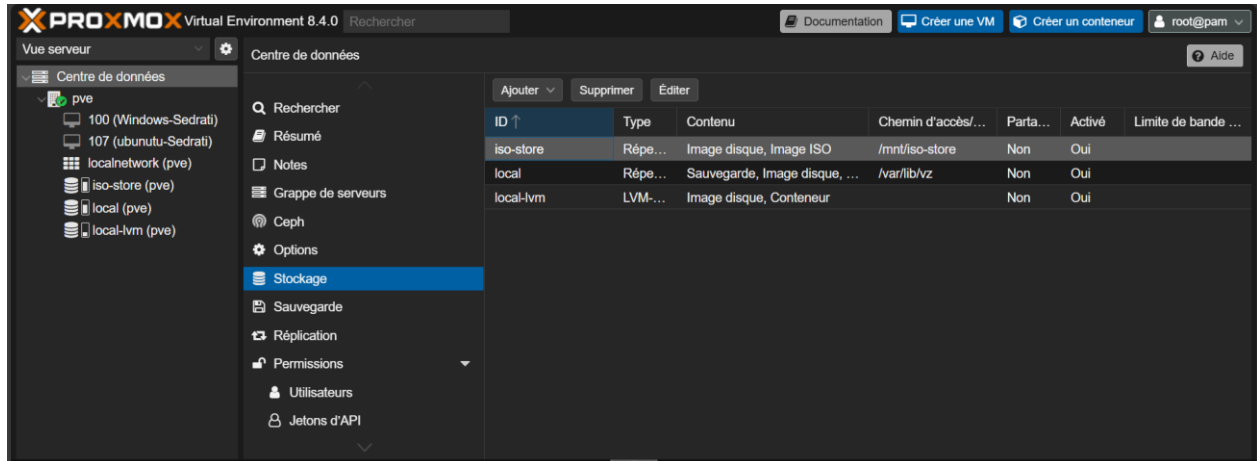
Failed to connect to https://changelogs.ubuntu.com/meta-release-lts. Check your Internet connection or proxy settings

Last login: Sun Apr 20 08:33:31 UTC 2025 from 192.168.1.254 on pts/0
salma@ubuntu:~$ _
```

## 2.9 Création du stockage iso-store

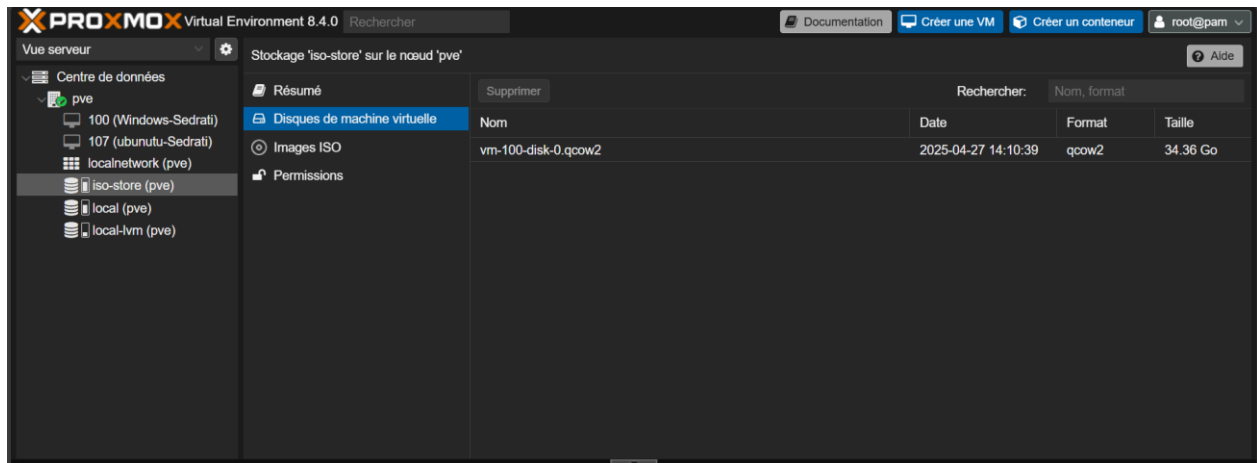
Un stockage supplémentaire nommé iso-store a été créé et monté sur /mnt/iso-store, afin d'y placer les images disques des systèmes.

Le disque de Windows Server 2019 a été stockée dans iso-store pour libérer de l'espace sur le stockage principal local, qui était limité.



The screenshot shows the Proxmox VE 8.4.0 interface. The left sidebar shows the 'Centre de données' (Data Center) view with a tree structure including 'pve', '100 (Windows-Sedrati)', '107 (ubuntu-Sedrati)', 'localnetwork (pve)', 'iso-store (pve)', 'local (pve)', and 'local-lvm (pve)'. The main panel is titled 'Centre de données' and shows a table of storage configurations.

| ID ↑      | Type    | Contenu                       | Chemin d'accès/... | Parta... | Activé | Limite de bande ... |
|-----------|---------|-------------------------------|--------------------|----------|--------|---------------------|
| iso-store | Répe... | Image disque, Image ISO       | /mnt/iso-store     | Non      | Oui    |                     |
| local     | Répe... | Sauvegarde, Image disque, ... | /var/lib/vz        | Non      | Oui    |                     |
| local-lvm | LVM...  | Image disque, Conteneur       |                    | Non      | Oui    |                     |



The screenshot shows the Proxmox VE 8.4.0 interface with the 'Stockage 'iso-store' sur le nœud 'pve'' view. The left sidebar shows the 'iso-store (pve)' storage selected. The main panel is titled 'Disques de machine virtuelle' and shows a table of virtual machine disks.

| Nom                 | Date                | Format | Taille   |
|---------------------|---------------------|--------|----------|
| vm-100-disk-0.qcow2 | 2025-04-27 14:10:39 | qcow2  | 34.36 Go |

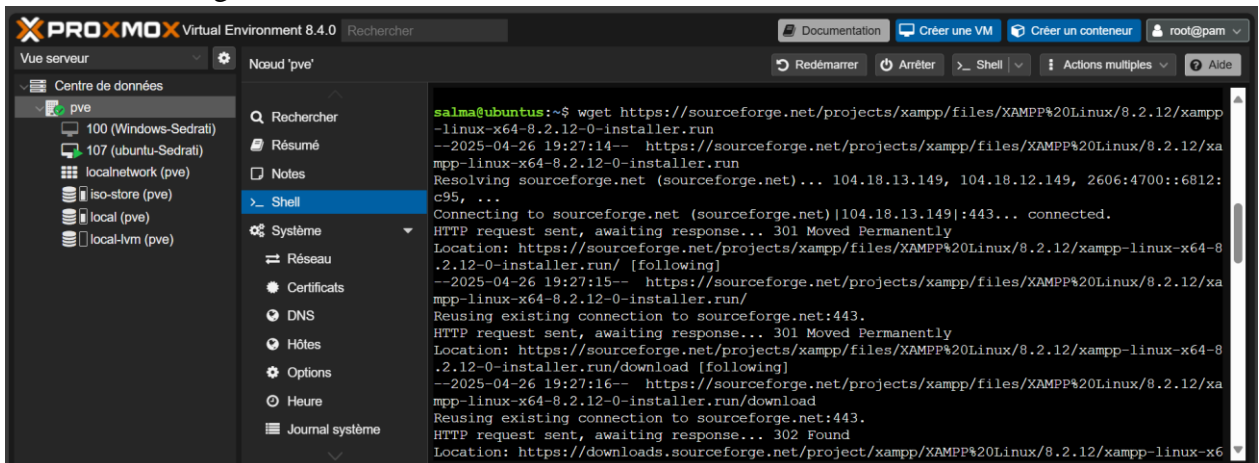
## 2.10 Installation de Windows Server 2019



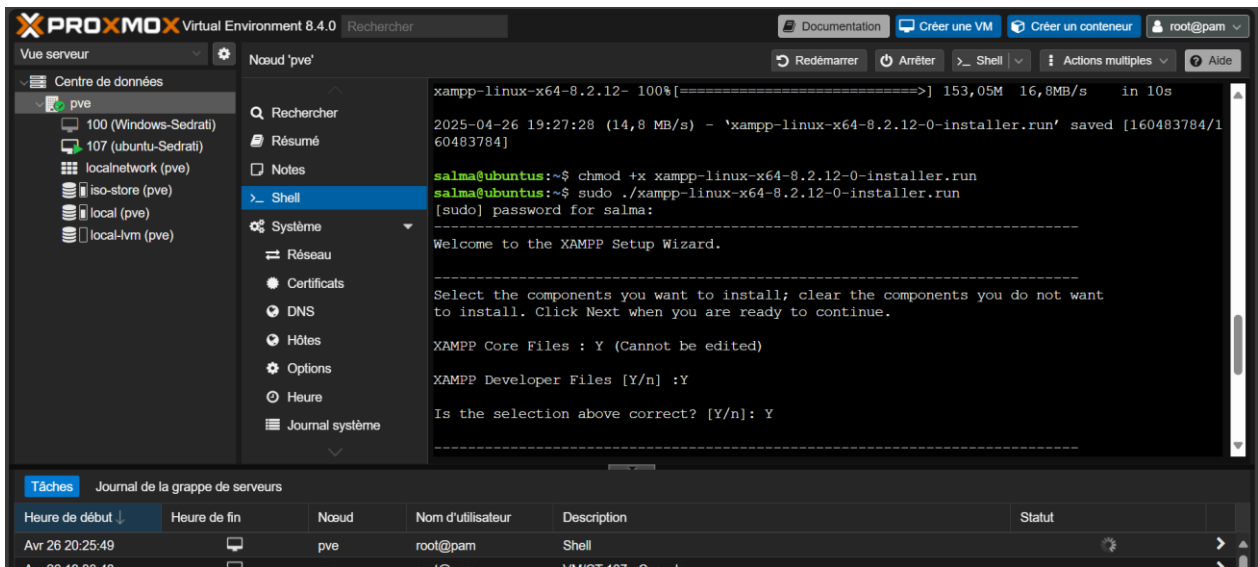
## 2.11 Installation de XAMPP et WAMP

XAMPP a été installé sur la VM Ubuntu pour fournir un environnement Apache, MySQL et PHP.

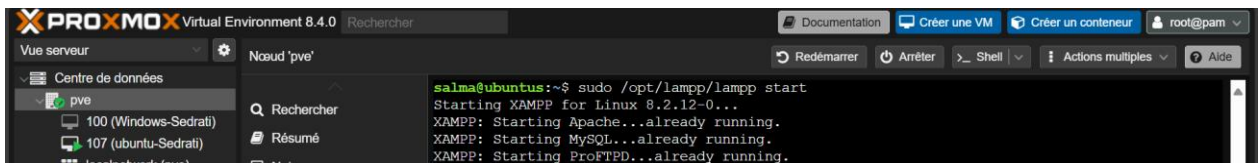
- Téléchargement de XAMPP



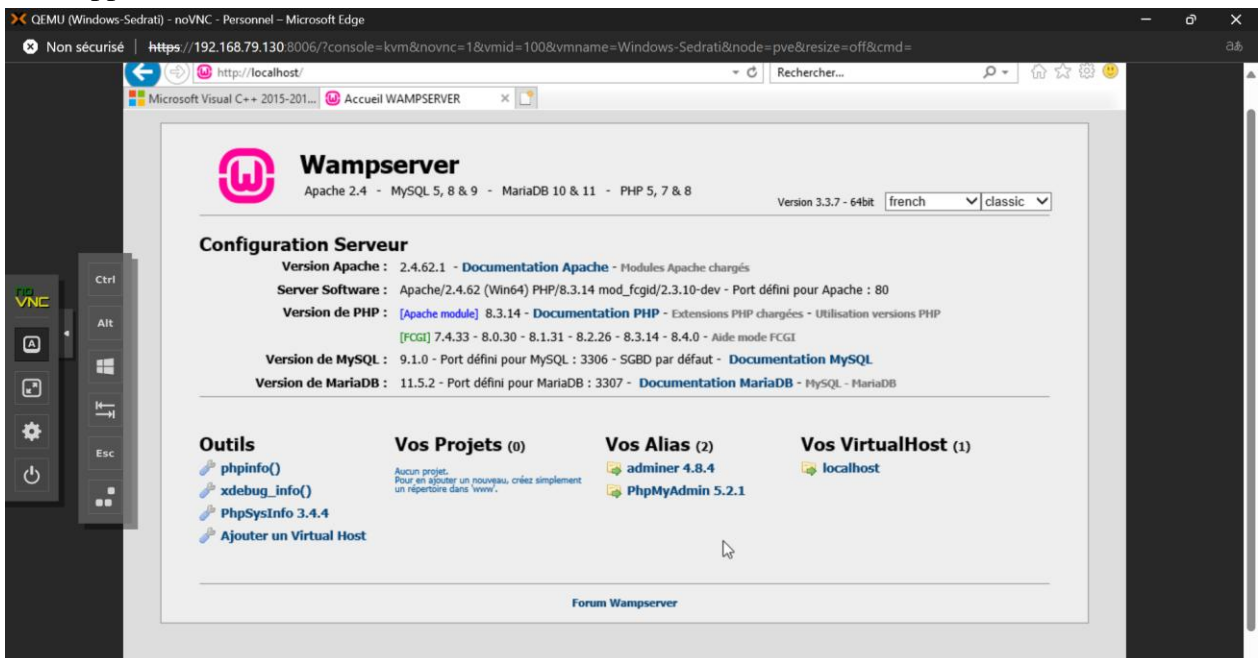
- Donner les droits d'exécution et Lancer l'installateur



- Démarrer XAMPP



WAMP a été installé sur la VM Windows Server pour configurer un environnement de développement Web local sous Windows.



## 2.12 Sauvegarde et gestion des ressources

Création de sauvegardes instantanées depuis l'interface Proxmox

### Sauvegarde VM 107 (ubuntu-Sedrati)

Stockage:

local

Mode:

Instantané

Protégé:

☐

Mode de détection des modifications de PBS:

Default

Notes:

{{guestname}}

Compression:

ZSTD (bonne et rapide)

Mode de notification:

automatique

Envoyer un courriel à:

aucun

?

Aide

Sauvegarde

Les variables de modèle possibles sont : {{cluster}}, {{guestname}}, {{node}}, {{vmid}}

### Task viewer: VM/CT 107 - Sauvegarde

Sortie

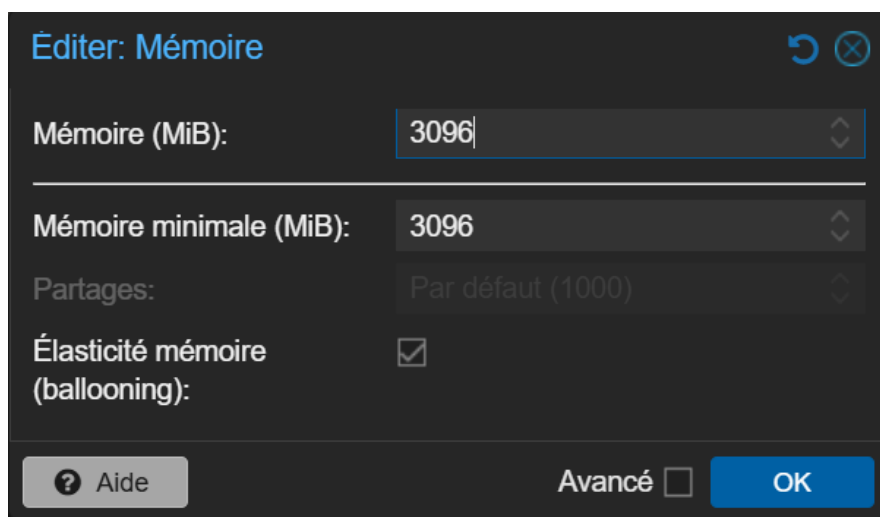
Statut

Stopper

Télécharger

```
INFO: 50% (5.0 GiB of 10.0 GiB) in 24s, read: 95.0 MiB/s, write: 90.2 MiB/s
INFO: 60% (6.1 GiB of 10.0 GiB) in 27s, read: 143.8 MiB/s, write: 86.4 MiB/s
INFO: 63% (6.3 GiB of 10.0 GiB) in 30s, read: 83.4 MiB/s, write: 83.2 MiB/s
INFO: 65% (6.5 GiB of 10.0 GiB) in 33s, read: 79.2 MiB/s, write: 70.1 MiB/s
INFO: 67% (6.8 GiB of 10.0 GiB) in 36s, read: 83.9 MiB/s, write: 72.7 MiB/s
INFO: 71% (7.2 GiB of 10.0 GiB) in 39s, read: 128.1 MiB/s, write: 108.8 MiB/s
INFO: 75% (7.5 GiB of 10.0 GiB) in 42s, read: 125.7 MiB/s, write: 93.4 MiB/s
INFO: 77% (7.7 GiB of 10.0 GiB) in 45s, read: 73.0 MiB/s, write: 69.2 MiB/s
INFO: 80% (8.1 GiB of 10.0 GiB) in 48s, read: 107.0 MiB/s, write: 96.7 MiB/s
INFO: 83% (8.4 GiB of 10.0 GiB) in 51s, read: 107.5 MiB/s, write: 106.4 MiB/s
INFO: 88% (8.9 GiB of 10.0 GiB) in 54s, read: 171.6 MiB/s, write: 162.3 MiB/s
INFO: 91% (9.2 GiB of 10.0 GiB) in 57s, read: 103.9 MiB/s, write: 83.7 MiB/s
INFO: 93% (9.3 GiB of 10.0 GiB) in 1m, read: 54.4 MiB/s, write: 52.5 MiB/s
INFO: 100% (10.0 GiB of 10.0 GiB) in 1m 2s, read: 336.8 MiB/s, write: 32.8 MiB/s
INFO: backup is sparse: 4.39 GiB (43%) total zero data
INFO: transferred 10.00 GiB in 62 seconds (165.2 MiB/s)
INFO: stopping kvm after backup task
INFO: archive file size: 2.86GB
INFO: adding notes to backup
INFO: Finished Backup of VM 107 (00:01:06)
INFO: Backup finished at 2025-04-29 17:15:37
INFO: Backup job finished successfully
INFO: notified via target `mail-to-root`
TASK OK
```

Ajout de RAM sur la VM Windows : modification à 3096 Mo.



Éditer: Mémoire

Mémoire (MiB): 3096

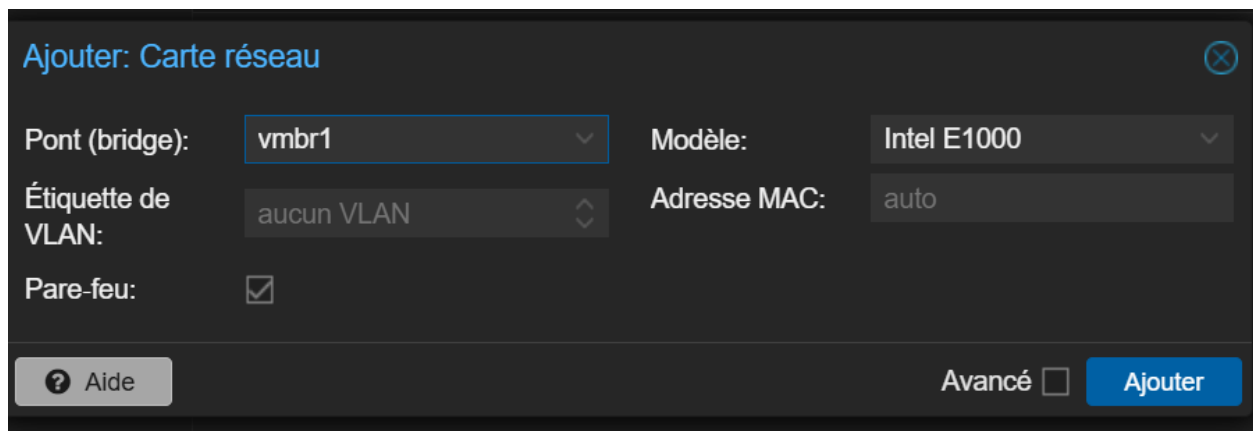
Mémoire minimale (MiB): 3096

Partages: Par défaut (1000)

Élasticité mémoire (ballooning): ☒

? Aide Avancé ☐ OK

Ajout d'une carte réseau à la VM windows server



Ajouter: Carte réseau

Pont (bridge): vmbr1

Modèle: Intel E1000

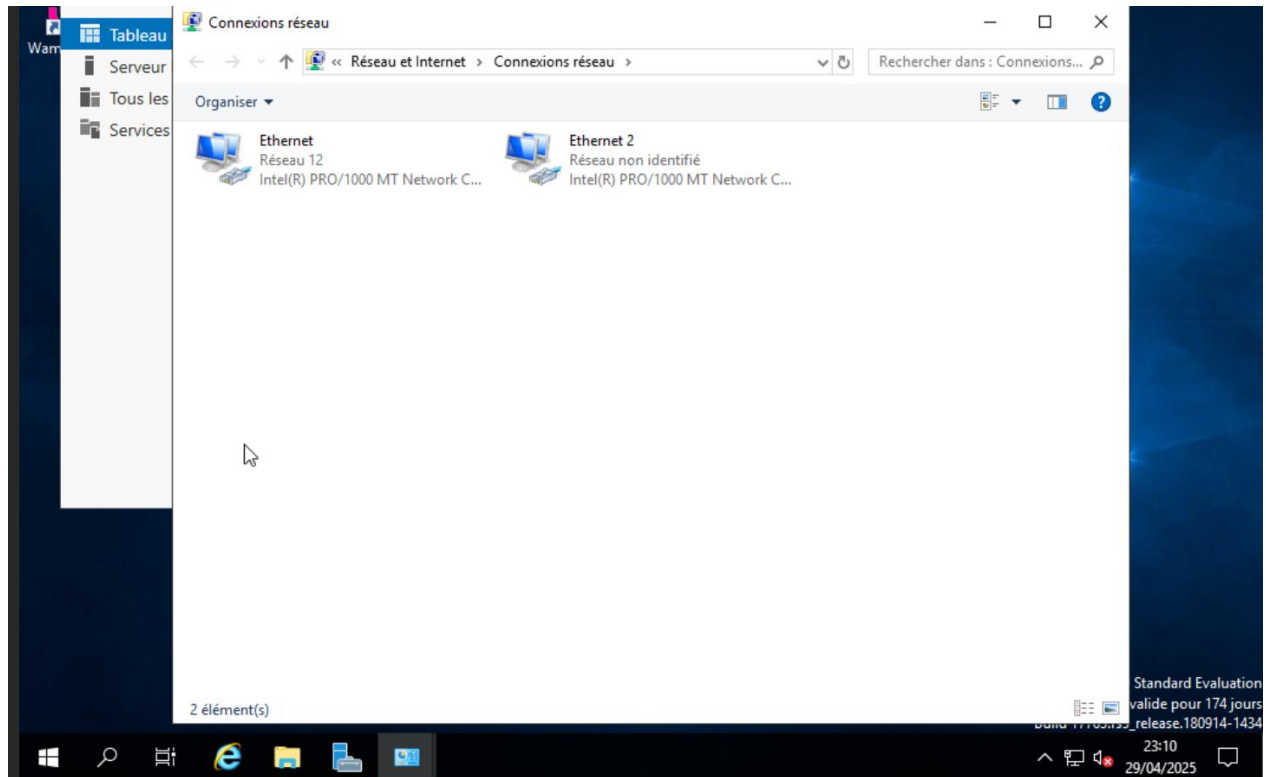
Étiquette de VLAN: aucun VLAN

Adresse MAC: auto

Pare-feu: ☒

? Aide Avancé ☐ Ajouter

## Affichage des deux interfaces réseau Ethernet après l'ajout d'une carte réseau sur la VM Windows Server



```
C:\Users\Administrateur>ipconfig /all

Configuration IP de Windows

Nom de l'hôte . . . . . : WIN-RRAPR46UGVI
Suffixe DNS principal . . . . . :
Type de noeud . . . . . : Hybride
Routage IP activé . . . . . : Non
Proxy WINS activé . . . . . : Non

Carte Ethernet Ethernet :

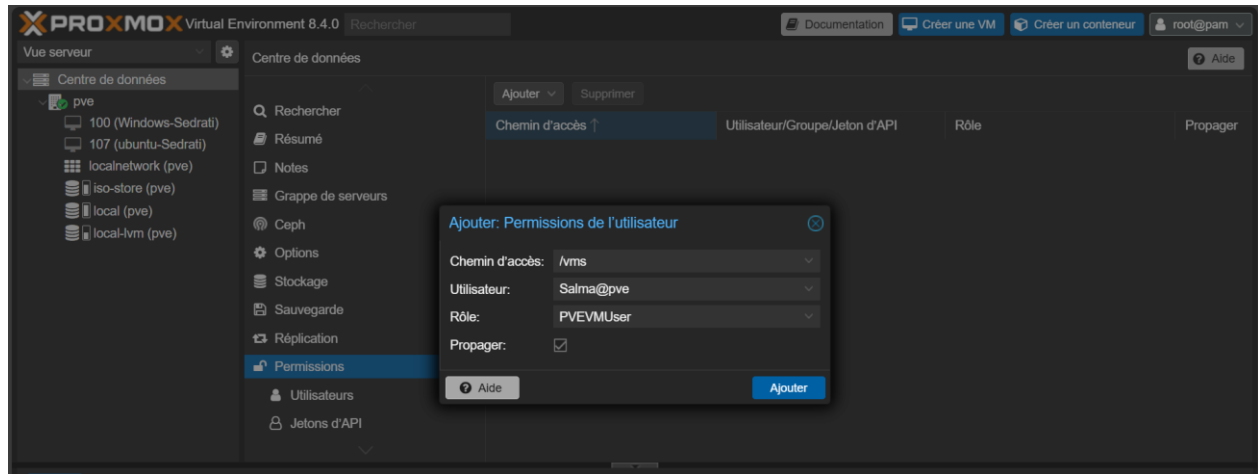
Suffixe DNS propre à la connexion. . . :
Description. . . . . : Intel(R) PRO/1000 MT Network Connection
Adresse physique . . . . . : BC-24-11-26-A2-F3
DHCP activé. . . . . : Non
Configuration automatique activée. . . : Oui
Adresse IPv6 de liaison locale. . . . : fe80::6054:3a38:5751:f3c1%4(préfééré)
Adresse IPv4. . . . . : 192.168.1.21(préfééré)
Masque de sous-réseau. . . . . : 255.255.255.0
Passerelle par défaut. . . . . : 192.168.1.254
IAID DHCPv6 . . . . . : 79438865
DUID de client DHCPv6. . . . . : 00-01-00-01-2F-99-76-87-BC-24-11-26-A2-F3
Serveurs DNS. . . . . : 8.8.8.8
NetBIOS sur Tcpip. . . . . : Activé

Carte Ethernet Ethernet 2 :

Suffixe DNS propre à la connexion. . . :
Description. . . . . : Intel(R) PRO/1000 MT Network Connection #2
Adresse physique . . . . . : BC-24-11-2B-07-6C
DHCP activé. . . . . : Oui
Configuration automatique activée. . . : Oui
Adresse IPv6 de liaison locale. . . . : fe80::f270:55c3:d03e:6aff%19(préfééré)
Adresse d'autoconfiguration IPv4 . . . : 169.254.231.172(préfééré)
Masque de sous-réseau. . . . . : 255.255.0.0
Passerelle par défaut. . . . . :
IAID DHCPv6 . . . . . : 331097105
DUID de client DHCPv6. . . . . : 00-01-00-01-2F-99-76-87-BC-24-11-26-A2-F3
Serveurs DNS. . . . . : fec0:0:0:ffff::1%1
                          fec0:0:0:ffff::2%1
```

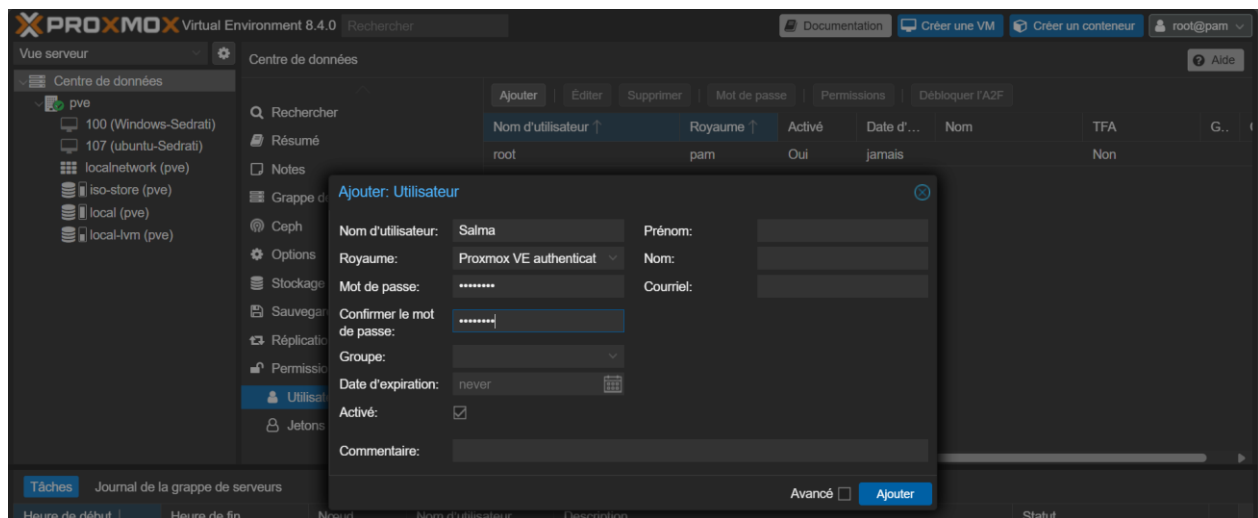
## 2.13 Gestion des utilisateurs et des permissions

Création d'un utilisateur "salma" dans Proxmox (type : Proxmox VE authentication server).



Attribution de permissions sur /vms :

- Rôle PVEVMUser : permet uniquement la gestion de ses propres VMs.
- Rôle PVEAdmin : accès étendu à toutes les fonctionnalités des VMs





### 3. Défis rencontrés et solutions proposées

#### 3.1 Problème d'espace disque insuffisant

Lors de l'installation de Proxmox dans une VM VMware, la partition principale / disposait de seulement 14 Go. Cette limite a rapidement été atteinte en tentant de téléverser les fichiers ISO via l'interface Web de Proxmox.

##### Solution proposée :

Utilisation de la commande scp pour transférer les ISO directement dans /mnt/iso-store sans passer par l'interface de téléversement, évitant ainsi la duplication temporaire dans /var/tmp.

#### 3.2 Blocage durant l'installation de Windows Server

L'installation de Windows Server bloquait systématiquement à 39 % lors de l'étape "préparation des fichiers pour l'installation".

##### Solution proposée :

- Ajout d'un second disque virtuel dans le matériel de Proxmox.
- Création d'un nouveau stockage nommé iso-store.
- Montage manuel du disque et création d'un point de montage /mnt/iso-store.
- Stockage des ISO sur ce disque séparé pour libérer de l'espace sur le disque principal (local).

#### 3.3 Absence de connectivité réseau sur les VMs

Les VMs Ubuntu et Windows n'avaient pas d'accès à Internet via le bridge vmbr0.

##### Solution proposée :

- Création du bridge vmbr1 sans port physique (bridge\_ports none) avec IP 192.168.1.254.
- Ajout de la règle NAT manuellement :

```
iptables -t nat -A POSTROUTING -s 192.168.1.0/24 -o vmbr0 -j MASQUERADE
```

- Sauvegarde permanente de la règle avec :

```
apt install iptables-persistent -y
```

```
iptables-save > /etc/iptables/rules.v4
```

→ Cela permet aux VMs sur vmbr1 d'accéder à Internet via vmbr0 et l'interface physique ens33.

## Conclusion

La réalisation de ce projet nous a permis de comprendre et de maîtriser les fondamentaux de la virtualisation à travers l'environnement Proxmox VE, tout en abordant des problématiques concrètes liées à la gestion des machines virtuelles et à leur connectivité réseau. L'installation et la configuration de Proxmox sur un hyperviseur VMware ont constitué une première étape essentielle, suivie par la création et la personnalisation de machines virtuelles sous Ubuntu Server et Windows Server. Au fil de l'avancement, plusieurs défis techniques se sont présentés, notamment la gestion limitée de l'espace disque, les blocages lors de l'installation des systèmes d'exploitation, ainsi que l'absence de connexion Internet sur les VMs. Ces problèmes ont été résolus grâce à une série d'interventions précises : nettoyage du stockage, configuration du routage réseau (`ip_forward`), et mise en place d'une traduction d'adresse NAT (`iptables`) pour permettre aux VMs connectées sur un bridge isolé (`vmbr1`) d'accéder à Internet via l'interface principale (`ens33`). Ces manipulations nous ont amenés à utiliser et comprendre des outils et concepts réseau avancés comme le masquering, les bridges Linux, ou encore le diagnostic via `tcpdump`. En définitive, ce projet nous a permis de consolider nos compétences en administration système et réseau dans un environnement virtualisé, tout en développant une approche rigoureuse de diagnostic, résolution de panne et configuration réseau multi-niveau.