



المدرسة الوطنية للعلوم
التطبيقية - مراكش
ÉCOLE NATIONALE DES SCIENCES
APPLIQUÉES - MARRAKECH



Université Cadi Ayyad

École Nationale des Sciences Appliquées de Marrakech

Filière : Génie Cyber Défense et Systèmes de Télécommunications Embarqués

Rapport de Projet du Module M45 – Virtualisation, Cloud Computing, SDN et Sécurité

Déploiement et Configuration de vCenter 7 Server Appliance

Réalisé par :

Iliass CHBANI
Noussair BOUANNANI
Oussama BAGY

Encadré par :

Prof Omar ACHBAROU

Année universitaire 2025-2026

Remerciements

Nous tenons tout d’abord à adresser nos plus sincères remerciements à notre encadrant, le **Professeur Omar ACHBAROU**, pour la qualité de son encadrement tout au long de ce travail pratique. Sa disponibilité constante, ses orientations éclairées et sa pédagogie rigoureuse ont été des piliers essentiels dans notre progression. Sa capacité à transformer des concepts théoriques abstraits en démarches pratiques concrètes nous a permis d’appréhender la virtualisation d’entreprise avec une profondeur que peu de cursus offrent à ce stade. Nous lui exprimons toute notre gratitude et notre respect.

Nos remerciements vont également à l’**École Nationale des Sciences Appliquées de Marrakech (ENSA Marrakech)** pour les ressources matérielles et pédagogiques mises à notre disposition. Le fait de disposer d’un environnement de travail réel — avec de véritables hôtes physiques, des licences d’évaluation VMware et une infrastructure réseau dédiée — est une chance inestimable qui distingue cette formation et nous prépare concrètement aux défis professionnels du monde de l’entreprise. Nous remercions en particulier le corps administratif et technique pour le soutien logistique qu’il apporte aux projets étudiants.

Nous souhaitons exprimer une reconnaissance particulière envers **VMware, Inc.** pour la mise à disposition de licences d’évaluation de sa suite vSphere 7.0. Travailler avec des outils industriels de référence — utilisés dans la quasi-totalité des datacenters d’entreprise à l’échelle mondiale — nous a offert une expérience d’une valeur professionnelle considérable. La documentation technique officielle de VMware, d’une richesse et d’une précision remarquables, a constitué une source de référence irremplaçable tout au long de ce projet.

Enfin, nous souhaitons nous remercier mutuellement, **Noussair, Iliass et Oussama**, pour l’esprit d’équipe et la cohésion dont nous avons fait preuve face aux nombreux défis techniques rencontrés. Chaque obstacle — qu’il s’agisse de l’erreur de verrouillage du lecteur CD-ROM bloquant le vMotion, de la gestion du vLCM, ou de l’analyse de l’échec de basculement HA — a été l’occasion d’un apprentissage collectif et d’une solidarité exemplaire. C’est cette dynamique de groupe qui a rendu ce travail pratique non seulement instructif, mais profondément enrichissant sur le plan humain et professionnel.

Résumé

Ce rapport présente les travaux réalisés dans le cadre d'un TP avancé de virtualisation d'entreprise, s'appuyant sur la suite **VMware vSphere 7.0**. L'objectif central était de concevoir, déployer et valider une infrastructure virtualisée hautement disponible, composée de deux hôtes ESXi physiques distincts, administrés depuis un vCenter Server hébergé localement. Ce type d'architecture, appelé infrastructure *Software-Defined Datacenter* (SDDC), constitue aujourd'hui le standard de l'industrie pour la gestion des ressources informatiques en entreprise.

La première phase du projet a consisté en l'installation et la configuration des fondations de l'infrastructure : déploiement du **vCenter Server Appliance (VCSA)** en deux étapes, configuration du réseau de gestion sur chaque hôte ESXi, ajout des hôtes à l'inventaire vCenter, et résolution des problèmes de compatibilité liés à la virtualisation imbriquée (Intel VT-x). Cette phase a mis en évidence l'importance d'une planification réseau rigoureuse et d'une bonne compréhension des prérequis matériels.

La deuxième phase s'est concentrée sur les fonctionnalités avancées du clustering : activation du **vSphere DRS** en mode *Fully Automated* pour l'équilibrage automatique des charges, configuration du **vSphere HA** pour la tolérance aux pannes d'hôtes, et réalisation d'une migration à froid (*Shared-Nothing vMotion*). Un défi majeur a été identifié et résolu lors du vMotion : le lecteur CD-ROM virtuel de la machine virtuelle Ubuntu était verrouillé sur une image ISO d'installation, rendant la migration incompatible. La déconnexion explicite du périphérique a permis de débloquer la situation.

La troisième phase a validé l'ensemble de l'infrastructure par le déploiement de services applicatifs réels : un serveur **FTP** (vsftpd), un serveur **web Apache2** et un accès **SSH**, tous testés depuis des machines Windows et Linux distantes. Ces tests ont prouvé la pleine opérabilité du réseau virtuel et la cohérence de l'architecture mise en place. L'analyse de l'erreur de basculement HA — logiquement attendue en l'absence d'un SAN partagé — constitue un résultat particulièrement instructif, illustrant la nécessité d'un stockage partagé pour exploiter pleinement les capacités de haute disponibilité de vSphere.

Mots-clés : VMware vSphere 7.0, ESXi, vCenter Server, DRS, HA, vMotion, Shared-Nothing vMotion, Cluster, Haute Disponibilité, Infrastructure Virtualisée

Table des matières

Remerciements	2
Résumé	3
Introduction Générale	10
1 Déploiement de l'Infrastructure vSphere	12
1.1 Architecture générale de l'infrastructure	12
1.1.1 Topologie logique du réseau	12
1.1.2 Composants techniques déployés	13
1.2 Installation et configuration des hôtes ESXi	13
1.2.1 Configuration initiale du réseau de gestion ESXi	13
1.2.2 Défi : Incompatibilité Intel VT-x en virtualisation imbriquée . .	14
1.3 Déploiement du vCenter Server Appliance (VCSA)	14
1.3.1 Architecture et rôle du vCenter Server	14
1.3.2 Processus de déploiement en deux phases	15
1.3.3 Intégration des hôtes ESXi dans l'inventaire vCenter	16
1.3.4 Gestion du vSphere Lifecycle Manager (vLCM)	18
2 Clustering, Haute Disponibilité et Migration à Chaud	20
2.1 Configuration du cluster vSphere	20
2.1.1 Création du cluster Cluster_SYBA	20
2.1.2 Interface Quickstart du cluster	21
2.1.3 Ajout des hôtes au cluster et activation de HA	21
2.2 vSphere DRS : Équilibrage dynamique des ressources	22
2.2.1 Architecture et principes de DRS	22
2.2.2 Configuration en mode <i>Fully Automated</i>	22
2.2.3 Configuration du réseau VMkernel pour vMotion	23
2.3 vSphere HA : Haute Disponibilité	24
2.3.1 Principes et architecture de HA	24
2.3.2 Configuration des politiques de réponse aux pannes	25
2.3.3 Simulation de panne et analyse de l'erreur de basculement	25
2.4 Shared-Nothing vMotion : Migration à froid	26

2.4.1	Contexte et objectif de la migration	26
2.4.2	Défi majeur : Lecteur CD-ROM verrouillé sur ISO d'installation	27
2.4.3	Résolution : Déconnexion explicite du lecteur CD-ROM	29
2.4.4	Validation et succès de la migration	30
2.4.5	Analyse du disque virtuel migré	32
3	Déploiement de Services et Validation de l'Infrastructure	33
3.1	Stratégie de validation par les services	33
3.2	Déploiement et test du serveur FTP (vsftpd)	33
3.2.1	Installation et démarrage du service	33
3.2.2	Accès FTP depuis un navigateur web	34
3.2.3	Accès FTP depuis l'Explorateur de fichiers Windows	35
3.3	Déploiement du serveur web Apache2	37
3.3.1	Démarrage et vérification du service	37
3.3.2	Validation par accès navigateur	38
3.4	Configuration et validation du service SSH	38
3.4.1	Architecture et intérêt du SSH en infrastructure virtuelle	38
3.4.2	Vérification du service sur la VM Ubuntu	39
3.4.3	Connexion SSH depuis Windows	39
	Conclusion Générale	41
	Références	43

Table des figures

1.1	Topologie logique de l'infrastructure vSphere : Cluster Iliass & Oussama	12
1.2	Configuration du réseau de gestion ESXi — assignation de l'adresse IP, masque et passerelle depuis le menu DCUI (Direct Console User Interface)	13
1.3	Erreur de démarrage de VM : l'hôte ESXi ne supporte pas Intel VT-x en configuration de virtualisation imbriquée	14
1.4	Assistant de déploiement VCSA — Étape 1 : spécification de l'hôte ESXi cible et des paramètres de connexion	15
1.5	Confirmation de succès de la Phase 2 d'installation du vCenter Server — tous les services sont démarrés et opérationnels	16
1.6	Assistant d'ajout d'hôte — saisie de l'adresse IP de l'hôte ESXi à intégrer dans l'inventaire vCenter	16
1.7	Saisie des identifiants root pour l'authentification sur l'hôte ESXi lors de son ajout à l'inventaire vCenter	17
1.8	Erreur lors de l'ajout d'un hôte : vCenter ne parvient pas à contacter l'hôte ESXi à l'adresse spécifiée — erreur de résolution de nom ou de connectivité réseau	17
1.9	Récapitulatif de l'hôte ajouté avec succès : ESXi 7.0.3, machines virtuelles présentes, ressources disponibles — l'hôte est pleinement intégré à l'inventaire vCenter	18
1.10	Erreur vLCM : une image de base doit être sélectionnée pour créer un cluster géré par vSphere Lifecycle Manager — contrainte non satisfiable en environnement de TP	18
1.11	Interface vLCM affichant un avertissement sur la dépréciation des <i>base-lines</i> au profit des <i>images</i> — choix de continuer avec le mode baseline pour notre contexte	19
2.1	Création du cluster <code>Cluster_SYBA</code> : activation simultanée de vSphere DRS et vSphere HA dans l'assistant de création de cluster	20
2.2	Récapitulatif des paramètres du cluster avant validation finale — confirmation des services activés, politique de migration et seuils	20
2.3	Interface Quickstart du <code>Cluster_SYBA</code> : vSphere DRS et vSphere HA apparaissent cochés, indiquant leur activation dans le cluster	21

2.4	Dialogue de déplacement de l'hôte 192.168.100.130 dans le cluster, avec options de gestion des pools de ressources existants	21
2.5	Suivi des tâches récentes : configuration de vSphere HA en cours (6%) et déploiement parallèle d'un modèle OVF — deux opérations longues exécutées simultanément	22
2.6	Paramètres vSphere DRS du Cluster_SYBA : mode <i>Fully Automated</i> activé avec le seuil de migration par défaut — DRS peut déplacer les VMs automatiquement pour optimiser la charge	23
2.7	Paramètres de l'adaptateur VMkernel : le service vMotion est activé, autorisant cet adaptateur à transporter le trafic de migration à chaud entre hôtes	24
2.8	Paramètres vSphere HA : réponse aux pannes d'hôtes configurée sur <i>Restart VMs</i> — en cas de défaillance d'un hôte, les VMs sont redémarrées sur les hôtes restants	25
2.9	État de la VM ubuntu_11iass après la simulation de panne : vSphere HA Failover Failed — erreur logique due à l'absence de datastore partagé. La VM n'est plus disponible sur les VMware Tools	25
2.10	Onglet résumé de la VM ubuntu_11iass avant migration : état de la VM, hôte hébergeur, datastore source et configuration matérielle	27
2.11	Liste des problèmes de compatibilité bloquant la migration : le lecteur CD-ROM pointant vers un ISO local est identifié comme incompatible avec le stockage de destination	28
2.12	Paramètres du matériel virtuel : le lecteur CD/DVD est configuré sur un fichier ISO d'installation — source du problème de compatibilité vMotion	28
2.13	Boîte de dialogue demandant de confirmer l'éjection ou le verrouillage du CD-ROM virtuel — étape intermédiaire dans la déconnexion du périphérique	29
2.14	Avertissement de migration : incompatibilité liée à l'accessibilité du fichier ISO depuis le datastore de destination — confirme que le CD-ROM est la source du problème	29
2.15	Modification des paramètres matériels pour déconnecter le lecteur CD/DVD — changement de la source ISO vers <i>Client Device</i> pour libérer la dépendance au fichier local	30
2.16	Tests de compatibilité du stockage : succès — le datastore de destination est accessible et compatible avec la VM après déconnexion du CD-ROM	30
2.17	Tests de compatibilité réseau : succès — les réseaux de destination sont accessibles depuis l'hôte cible, migration autorisée	31

2.18	Résumé final de la migration avant lancement : hôte source, hôte destination, datastore cible et réseau de destination — tous les paramètres sont validés	31
2.19	Suivi en temps réel de la tâche de relocalisation de la machine virtuelle : progression de la migration des fichiers VMDK vers le datastore de destination	31
2.20	Détails du disque dur virtuel après migration : type <i>Thick Provision Lazy Zeroed</i> — les blocs sont pré-alloués mais les zéros sont écrits à la demande, offrant un équilibre entre performance et vitesse de provisionnement . .	32
3.1	Terminal Ubuntu : le service vsftpd est actif et en cours d'exécution (<i>active (running)</i>) — le serveur FTP est prêt à accepter les connexions entrantes sur le port 21	34
3.2	Firefox accédant à l'URL <code>ftp://192.168.100.61</code> : la requête FTP est reçue par le serveur, Firefox propose de choisir une application pour ouvrir le contenu — preuve de la connectivité FTP fonctionnelle	34
3.3	Boîte de dialogue Firefox pour ouvrir le lien FTP avec une application externe — Firefox ne gère plus nativement le protocole FTP depuis la version 90	35
3.4	Fenêtre de connexion Windows pour l'accès FTP : saisie du nom d'utilisateur pour s'authentifier sur le serveur vsftpd Ubuntu depuis un client Windows	35
3.5	Explorateur de fichiers Windows affichant les dossiers distants du serveur FTP Ubuntu — navigation réussie dans l'arborescence du serveur via le protocole FTP	36
3.6	Contenu du dossier <code>/snap</code> du serveur Ubuntu visualisé depuis l'Explorateur Windows via FTP — preuve d'un accès complet et fonctionnel au système de fichiers distant	36
3.7	Terminal Ubuntu : le service Apache2 est actif et en cours d'exécution — le serveur HTTP est opérationnel sur le port 80 et prêt à servir des requêtes web	37
3.8	Page d'accueil par défaut d'Apache2 Ubuntu affichée dans un navigateur web (accès via l'adresse IP de la VM) — confirme que le serveur HTTP répond aux requêtes sur le port 80 et que la pile réseau est entièrement fonctionnelle	38
3.9	Terminal Ubuntu : le service SSH (<code>ssh.service</code>) est actif et à l'écoute sur le port 22 — le daemon OpenSSH accepte les connexions entrantes des clients distants	39

- 3.10 Connexion SSH réussie depuis Windows vers Ubuntu : l'invite de commandes Windows affiche le prompt Ubuntu, confirmant une session SSH active et entièrement fonctionnelle à travers l'infrastructure virtuelle . . 40

Introduction Générale

Contexte et enjeux de la virtualisation d'entreprise

La transformation numérique des organisations s'appuie aujourd'hui massivement sur la **virtualisation des infrastructures informatiques**. Cette technologie, qui abstrait les ressources physiques pour les exposer sous forme de ressources logicielles, a révolutionné la manière dont les datacenters sont conçus, exploités et maintenus. Dans un contexte où l'agilité, la disponibilité et l'optimisation des coûts sont des impératifs stratégiques, la virtualisation n'est plus une option — c'est le standard de facto de l'industrie.

VMware vSphere, dans sa version 7.0, représente l'une des plateformes de virtualisation les plus déployées au monde. Elle combine l'hyperviseur de type 1 **ESXi** avec la couche d'administration centralisée **vCenter Server**, et offre un ensemble de fonctionnalités avancées — DRS, HA, vMotion, vSAN — qui constituent les piliers d'un datacenter Software-Defined moderne. Maîtriser ces technologies est une compétence directement valorisable dans le marché de l'emploi en ingénierie système et réseaux.

Objectifs du projet

Ce travail pratique s'inscrit dans le cursus de la filière Ingénierie Informatique de l'**ENSA Marrakech**, sous l'encadrement du Professeur Omar. Il vise à aller bien au-delà de la simple prise en main des interfaces graphiques VMware, pour aborder les questions fondamentales de l'architecture, de la résilience et de l'optimisation d'une infrastructure virtualisée.

- **Déployer** une infrastructure vSphere complète à partir de zéro, sur du matériel physique hétérogène, en contexte de virtualisation imbriquée.
- **Configurer** un cluster haute disponibilité intégrant DRS et HA, avec une compréhension critique de leurs limites architecturales.
- **Réaliser** une migration de machine virtuelle (Shared-Nothing vMotion) en diagnostiquant et résolvant les problèmes de compatibilité rencontrés.
- **Valider** l'infrastructure par le déploiement de services applicatifs réels (FTP, SSH, HTTP) accessibles depuis des postes distants.
- **Analyser** les résultats, y compris les erreurs, comme des indicateurs positifs du comportement cohérent du système face à ses contraintes.

Architecture du groupe de travail

Notre groupe de trois étudiants a adopté une répartition fonctionnelle des rôles, reflétant une architecture distribuée réelle :

Membre	Rôle infrastructure	Composant hébergé
Noussair	Administrateur vCenter	vCenter Server Appliance
Iliass	Administrateur ESXi 1	Hôte ESXi – 192.168.100.130
Oussama	Administrateur ESXi 2	Hôte ESXi – 192.168.100.20

Plan du rapport

Ce rapport est structuré en trois chapitres principaux, reflétant les trois phases logiques du projet :

Chapitre 1 : *Déploiement de l'infrastructure de base* — Installation de vCenter Server, configuration des hôtes ESXi, intégration dans l'inventaire vCenter et résolution des défis d'installation.

Chapitre 2 : *Clustering, Haute Disponibilité et Migration* — Configuration du cluster DRS/HA, réalisation du Shared-Nothing vMotion avec résolution du blocage CD-ROM, et analyse de l'erreur de basculement HA.

Chapitre 3 : *Déploiement de services et validation de l'infrastructure* — Installation et test des services FTP, SSH et Apache2, validation de la connectivité réseau de bout en bout.

1 Déploiement de l'Infrastructure vSphere

1.1 Architecture générale de l'infrastructure

1.1.1 Topologie logique du réseau

L'infrastructure déployée dans ce TP constitue un environnement de virtualisation d'entreprise à petite échelle, reproduisant fidèlement les composants que l'on retrouve dans un datacenter professionnel. L'élément central est le **vCenter Server Appliance (VCSA)**, une machine virtuelle Linux préconfigurée par VMware qui expose l'interface d'administration unifiée de l'ensemble de l'infrastructure.

La figure ?? présente la topologie logique de notre déploiement. Les deux hôtes ESXi partagent le même segment réseau de gestion (192.168.100.0/24), ce qui est un prérequis pour les fonctionnalités de clustering (DRS, HA, vMotion).

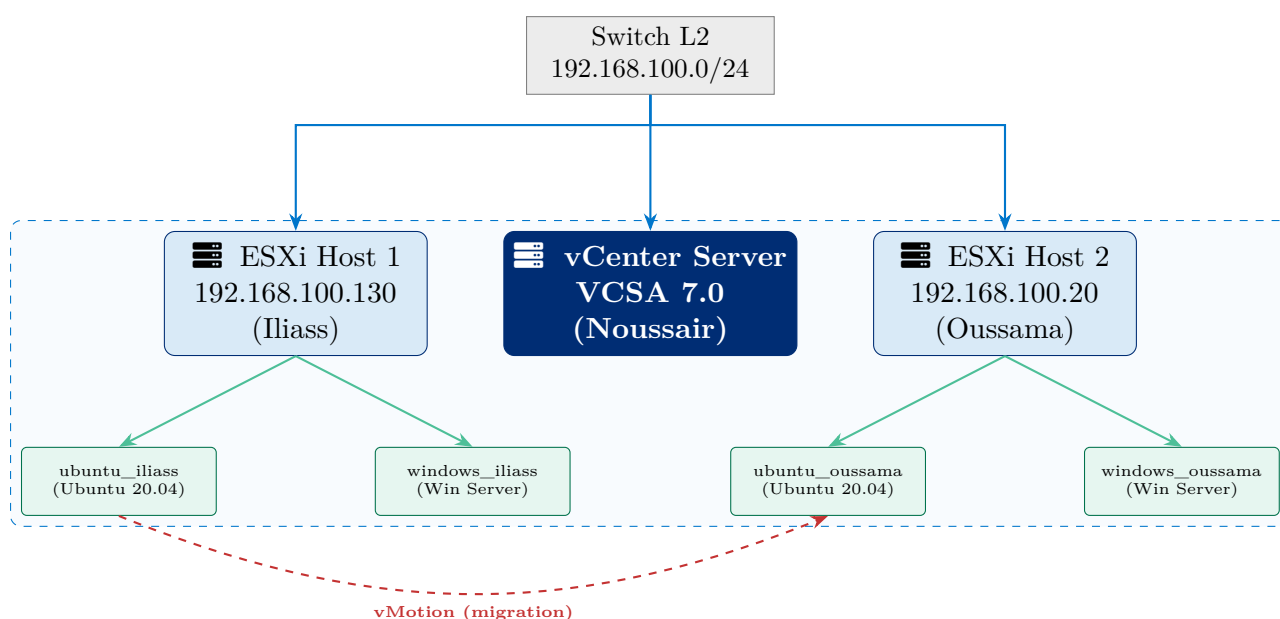


Figure 1.1 – Topologie logique de l'infrastructure vSphere : Cluster Iliass & Oussama

1.1.2 Composants techniques déployés

Composant	Version / Détail	Rôle
vCenter Server Appliance	VCSA 7.0	Administration centralisée
ESXi Host 1	ESXi 7.0.3 192.168.100.130	– Hôte de calcul (Iliass)
ESXi Host 2	ESXi 7.0.3 – 192.168.100.20	Hôte de calcul (Oussama)
VM de test	Ubuntu 20.04 LTS	Charge de travail de validation
Réseau de gestion	192.168.100.0/24	Interconnexion des hôtes

1.2 Installation et configuration des hôtes ESXi

1.2.1 Configuration initiale du réseau de gestion ESXi

L'hyperviseur ESXi, une fois installé sur le matériel physique, propose une interface textuelle de configuration accessible depuis la console locale du serveur. La première opération essentielle est la configuration du réseau de gestion (*Management Network*), qui définit l'adresse IP par laquelle le vCenter Server pourra communiquer avec l'hôte.



Figure 1.2 – Configuration du réseau de gestion ESXi — assignation de l'adresse IP, masque et passerelle depuis le menu DCUI (Direct Console User Interface)

Cette étape, bien que simple en apparence, est critique : une erreur de configuration réseau à ce niveau peut rendre l'hôte inaccessible depuis vCenter, nécessitant un accès physique au serveur pour correction. Nous avons vérifié la connectivité réseau par un ping depuis le poste d'administration avant de procéder à l'étape suivante.

1.2.2 Défi : Incompatibilité Intel VT-x en virtualisation imbriquée

⚠ Défi Technique

Dans notre contexte de TP, les hôtes ESXi sont eux-mêmes des machines virtuelles s'exécutant sur des hyperviseurs hôtes (virtualisation imbriquée ou *nested virtualization*). Cette configuration a généré une erreur critique lors de la tentative de démarrage des VMs invitées : **This host does not support Intel VT-x.**

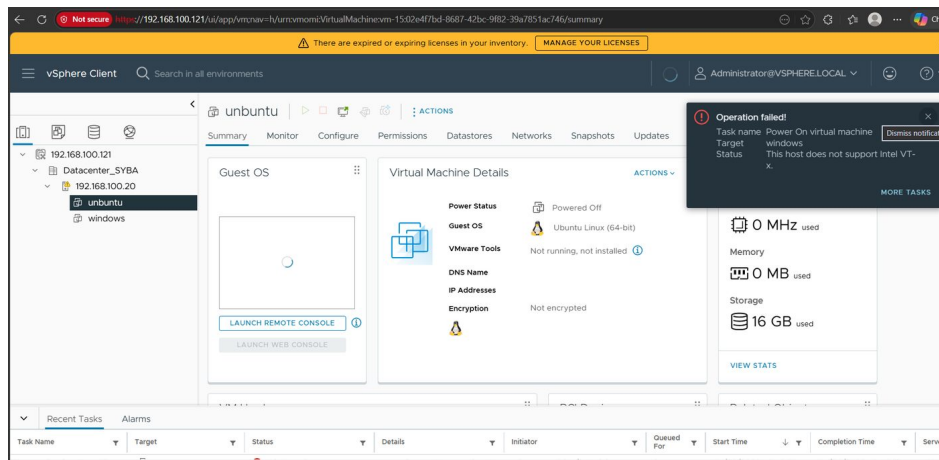


Figure 1.3 – Erreur de démarrage de VM : l'hôte ESXi ne supporte pas Intel VT-x en configuration de virtualisation imbriquée

✓ Solution Adoptée

La résolution de cette erreur nécessite d'activer l'exposition des extensions de virtualisation matérielle (Intel VT-x/AMD-V) au niveau de l'hyperviseur hôte. Dans VMware Workstation/ESXi, cela correspond à l'option « *Virtualize Intel VT-x/EPT or AMD-V/RVI* » dans les paramètres de la VM ESXi. Cette option est désactivée par défaut pour des raisons de sécurité et de performance.

1.3 Déploiement du vCenter Server Appliance (VCSA)

1.3.1 Architecture et rôle du vCenter Server

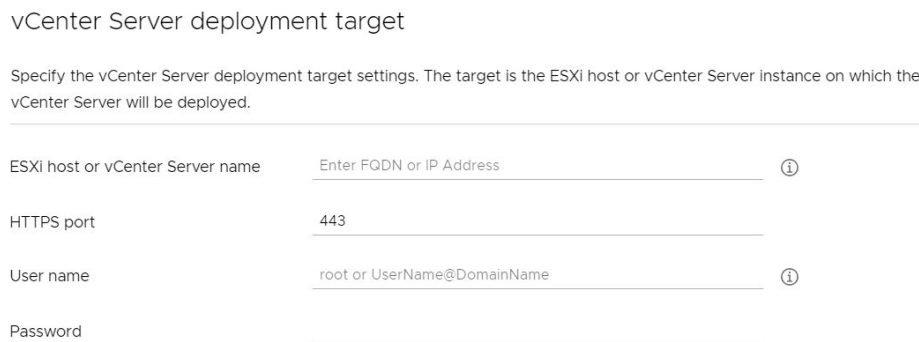
Le **vCenter Server Appliance (VCSA)** est le composant central de l'architecture vSphere. Il s'agit d'une machine virtuelle Linux (basée sur Photon OS) préconfigurée par VMware, qui expose les services d'administration de l'infrastructure : gestion de l'inventaire, orchestration du clustering, moteur de politiques DRS/HA, interface

vSphere Client, API REST, etc. Dans notre déploiement, le VCSA est hébergé sur la machine de Noussair Bouanani.

1.3.2 Processus de déploiement en deux phases

L'installation du VCSA se déroule en deux phases distinctes et séquentielles. Cette architecture en deux temps reflète une conception robuste : la première phase déploie la VM et son système d'exploitation de base, tandis que la seconde configure l'ensemble des services applicatifs.

Phase 1 — Déploiement de la VM VCSA : L'assistant de déploiement demande de spécifier l'hôte ESXi cible, les paramètres réseau du VCSA (IP, nom de domaine, passerelle), et les ressources matérielles allouées. Cette phase se conclut par le déploiement effectif de l'OVA sur l'hôte.



The screenshot shows the 'vCenter Server deployment target' configuration window. It contains a title bar, a subtitle, and four input fields with labels on the left and values on the right. The first field is for the ESXi host name, the second for the HTTPS port, the third for the user name, and the fourth for the password. Information icons are present next to the first and third fields.

vCenter Server deployment target	
Specify the vCenter Server deployment target settings. The target is the ESXi host or vCenter Server instance on which the vCenter Server will be deployed.	
ESXi host or vCenter Server name	Enter FQDN or IP Address ⓘ
HTTPS port	443
User name	root or UserName@DomainName ⓘ
Password	

Figure 1.4 — Assistant de déploiement VCSA — Étape 1 : spécification de l'hôte ESXi cible et des paramètres de connexion

Phase 2 — Configuration des services : Une fois la VM démarrée, l'assistant web reprend pour configurer les services vSphere (SSO, vCenter Service, etc.). Cette phase, plus longue, peut prendre 15 à 30 minutes selon les ressources disponibles.

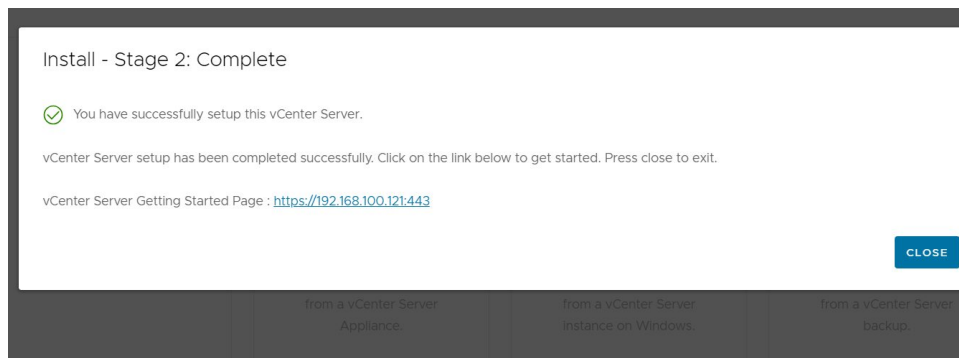


Figure 1.5 – Confirmation de succès de la Phase 2 d'installation du vCenter Server — tous les services sont démarrés et opérationnels

Analyse Technique

La réussite de la Phase 2 confirme que l'ensemble des micro-services du VCSA sont opérationnels : vCenter Server, Platform Services Controller (PSC), vSphere Client (interface web), et les API REST de gestion. C'est à partir de ce moment que l'infrastructure devient administrable de manière centralisée.

1.3.3 Intégration des hôtes ESXi dans l'inventaire vCenter

Avec le VCSA opérationnel, l'étape suivante consiste à ajouter les deux hôtes ESXi dans l'inventaire vCenter. Cette opération établit le canal de communication sécurisé (SSL/TLS) entre le vCenter et chaque hôte, et permet à vCenter d'en prendre le contrôle administratif.

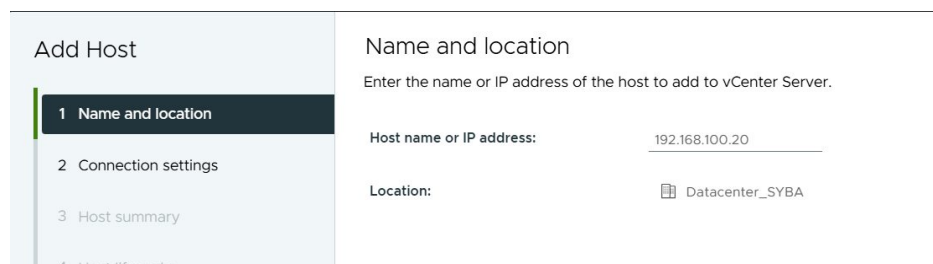


Figure 1.6 – Assistant d'ajout d'hôte — saisie de l'adresse IP de l'hôte ESXi à intégrer dans l'inventaire vCenter

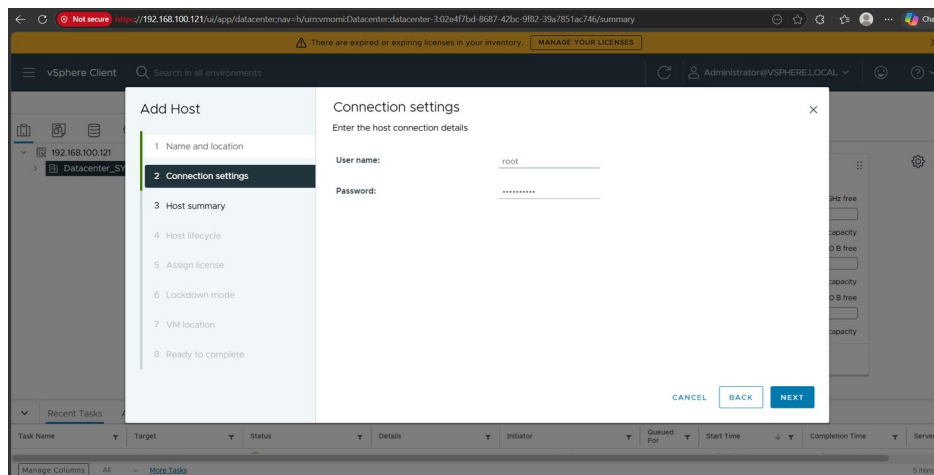


Figure 1.7 – Saisie des identifiants root pour l’authentification sur l’hôte ESXi lors de son ajout à l’inventaire vCenter

Défi Technique

Lors du premier essai d’ajout de l’hôte ESXi 1, une erreur est apparue : « *Unable to contact the specified host* ». Cette erreur indiquait que le vCenter ne pouvait pas établir de connexion réseau avec l’hôte à l’adresse IP spécifiée.

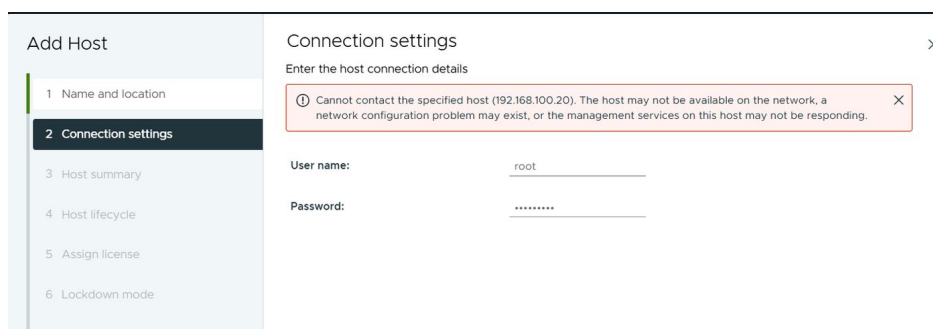


Figure 1.8 – Erreur lors de l’ajout d’un hôte : vCenter ne parvient pas à contacter l’hôte ESXi à l’adresse spécifiée — erreur de résolution de nom ou de connectivité réseau

Solution Adoptée

La cause racine était une incompatibilité entre le nom d’hôte (FQDN) et la résolution DNS dans notre environnement de TP. En substituant le nom DNS par l’adresse IP directe (192.168.100.130), la connexion a été établie avec succès. Cette expérience souligne l’importance d’une infrastructure DNS cohérente dans les déploiements vSphere en production.

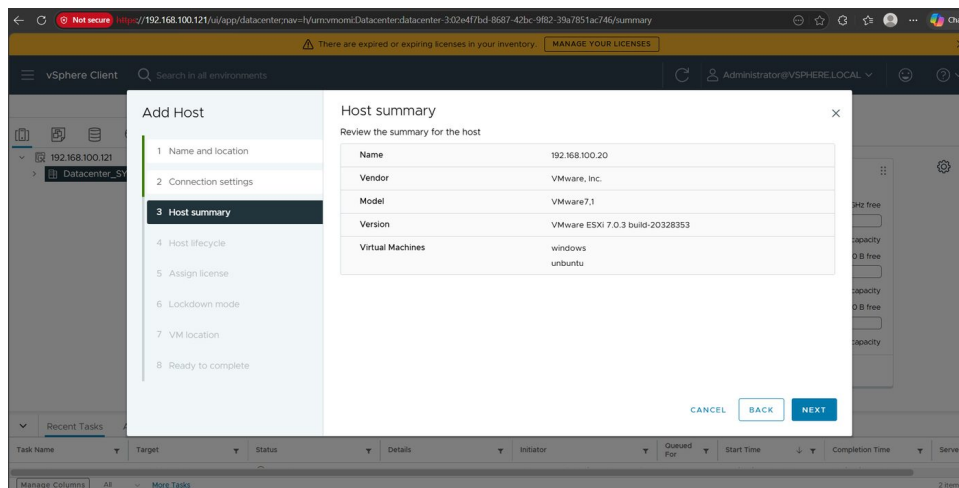


Figure 1.9 – Récapitulatif de l'hôte ajouté avec succès : ESXi 7.0.3, machines virtuelles présentes, ressources disponibles — l'hôte est pleinement intégré à l'inventaire vCenter

1.3.4 Gestion du vSphere Lifecycle Manager (vLCM)

⚠ Défi Technique

Lors de la création du cluster, l'assistant a proposé de configurer le **vSphere Lifecycle Manager (vLCM)**, la fonctionnalité de gestion centralisée des mises à jour des hôtes ESXi. L'assistant exigeait la sélection d'une *image de base* (firmware + pilotes certifiés) — une ressource que nous ne disposions pas dans notre environnement de TP limité.

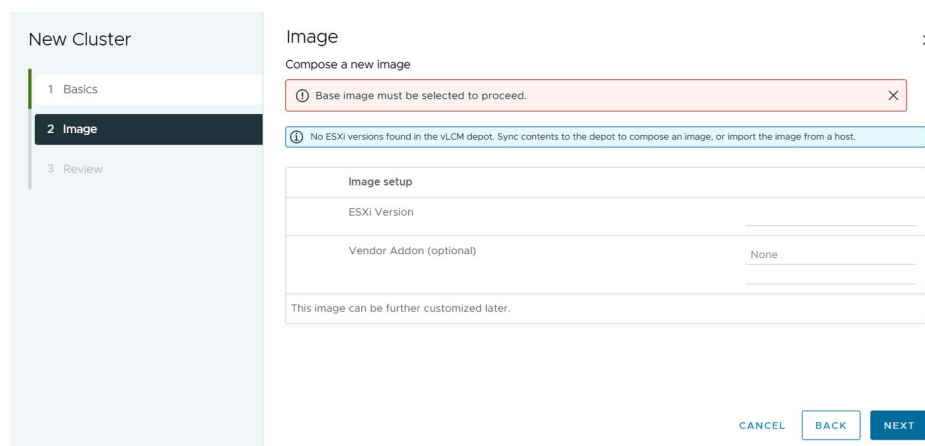


Figure 1.10 – Erreur vLCM : une image de base doit être sélectionnée pour créer un cluster géré par vSphere Lifecycle Manager — contrainte non satisfiable en environnement de TP

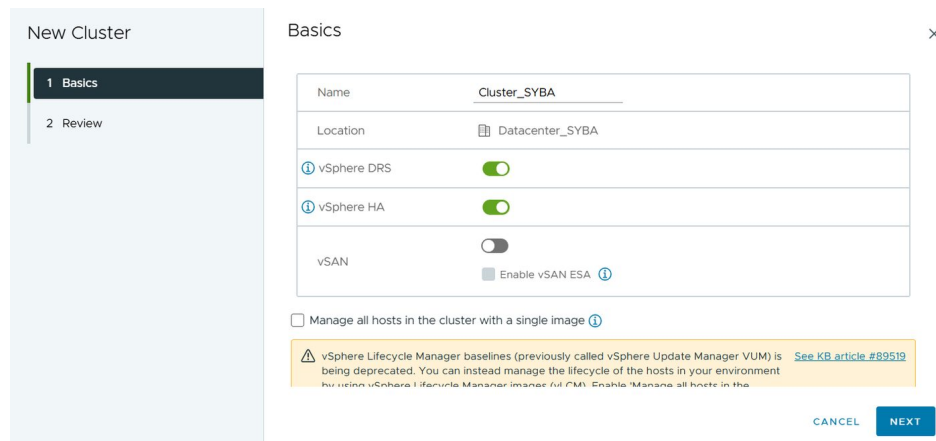


Figure 1.11 – Interface vLCM affichant un avertissement sur la dépréciation des *baselines* au profit des *images* — choix de continuer avec le mode baseline pour notre contexte

✓ Solution Adoptée

Pour contourner cette contrainte sans compromettre les objectifs du TP, nous avons sélectionné le mode de gestion par **baselines** (déprécié mais fonctionnel), qui ne nécessite pas d'image de base pré-téléchargée. Cette décision nous a permis de progresser vers les objectifs prioritaires du TP : DRS, HA et vMotion.

2 Clustering, Haute Disponibilité et Migration à Chaud

2.1 Configuration du cluster vSphere

2.1.1 Création du cluster Cluster_SYBA

La création d'un cluster vSphere regroupe plusieurs hôtes ESXi sous une entité logique commune, permettant à vCenter de gérer leurs ressources de manière unifiée et d'activer les fonctionnalités avancées de DRS et HA. La figure 2.1 illustre la configuration initiale du cluster avec activation simultanée de DRS et HA.

New Cluster

1 Basics

2 Image

3 Review

Basics

Name	Cluster_SYBA
Location	Datacenter_SYBA
vSphere DRS	☒
vSphere HA	☒
vSAN	☐

☐ Enable vSAN ESA

☒ Manage all hosts in the cluster with a single image

Choose how to set up the cluster's image

☒ Compose a new image

CANCEL NEXT

Figure 2.1 – Création du cluster Cluster_SYBA : activation simultanée de vSphere DRS et vSphere HA dans l'assistant de création de cluster

New Cluster

1 Basics

2 Review

Review

Review the details before the cluster is created

Name	Cluster_SYBA
Location	Datacenter_SYBA
vSphere DRS	Enabled
vSphere HA	Enabled
vSAN	Disabled
vSAN ESA	Disabled
Selected image for cluster	Disabled
Cluster-level configuration management	Disabled

CANCEL BACK FINISH

Figure 2.2 – Récapitulatif des paramètres du cluster avant validation finale — confirmation des services activés, politique de migration et seuils

2.1.2 Interface Quickstart du cluster

L'interface **Quickstart** de vSphere est un assistant guidé qui simplifie la configuration post-création d'un cluster. Elle présente de manière séquentielle les étapes nécessaires : ajout des hôtes membres, configuration des réseaux VMkernel, activation et paramétrage de DRS/HA.

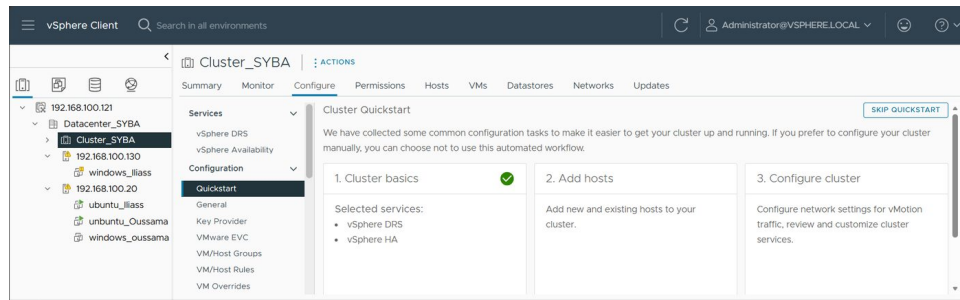


Figure 2.3 – Interface Quickstart du Cluster_SYBA : vSphere DRS et vSphere HA apparaissent cochés, indiquant leur activation dans le cluster

2.1.3 Ajout des hôtes au cluster et activation de HA

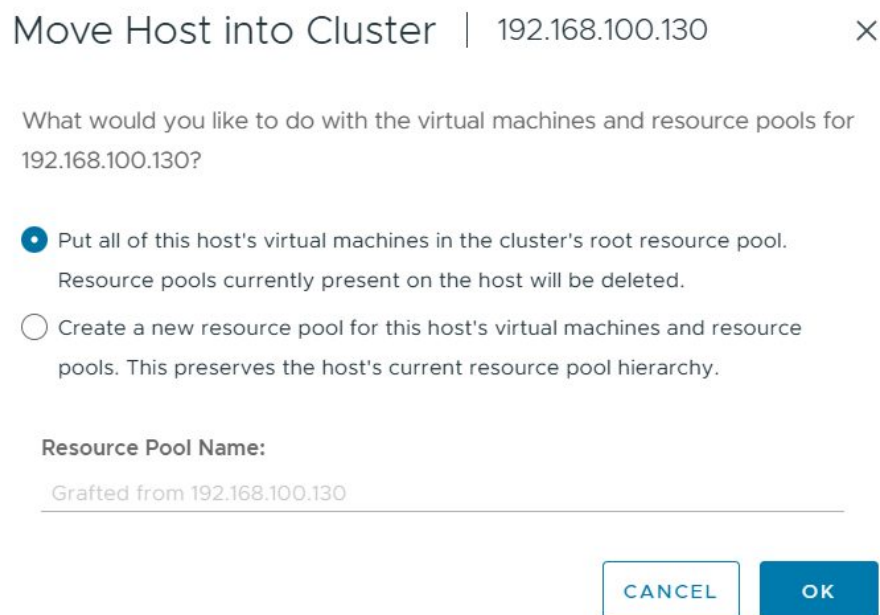


Figure 2.4 – Dialogue de déplacement de l'hôte 192.168.100.130 dans le cluster, avec options de gestion des pools de ressources existants

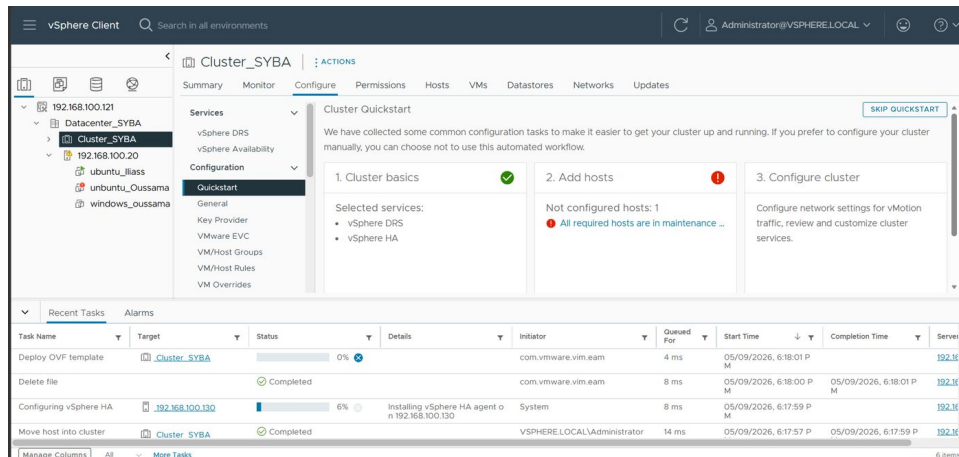


Figure 2.5 – Suivi des tâches récentes : configuration de vSphere HA en cours (6%) et déploiement parallèle d'un modèle OVF — deux opérations longues exécutées simultanément

2.2 vSphere DRS : Équilibrage dynamique des ressources

2.2.1 Architecture et principes de DRS

Le **vSphere Distributed Resource Scheduler (DRS)** est un composant d'intelligence artificielle embarqué dans vCenter qui surveille en temps réel les métriques de performance des hôtes ESXi (CPU, mémoire) et prend des décisions de migration automatique de VMs pour maintenir un équilibre optimal des charges. Dans notre configuration, le cluster **Cluster_SYBA** intègre les deux hôtes ESXi avec leurs ressources respectives.

2.2.2 Configuration en mode *Fully Automated*

Le mode **Fully Automated** est le niveau d'autonomie maximal de DRS. Dans ce mode, vCenter n'attend aucune validation humaine pour exécuter une migration : si l'algorithme détermine qu'une VM doit être migrée pour rééquilibrer la charge, il déclenche automatiquement un vMotion sans intervention de l'administrateur.

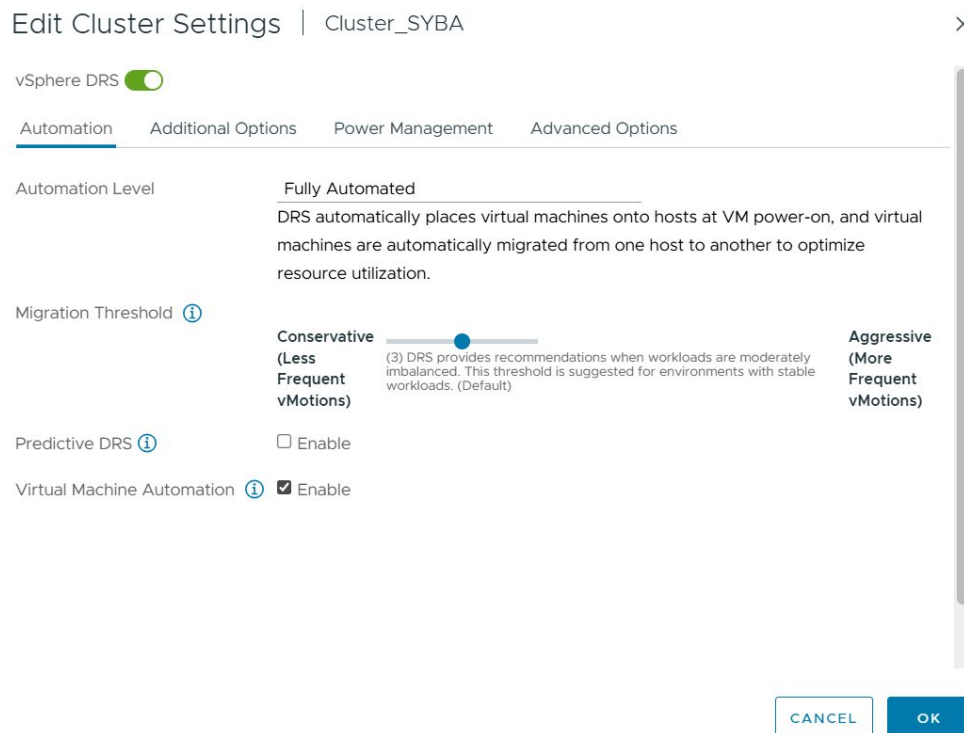


Figure 2.6 – Paramètres vSphere DRS du Cluster_SYBA : mode *Fully Automated* activé avec le seuil de migration par défaut — DRS peut déplacer les VMs automatiquement pour optimiser la charge

Analyse Technique

Implication architecturale du mode Fully Automated : Ce mode implique que DRS dispose d'une visibilité complète sur les ressources des deux hôtes et peut initier des vMotions en temps réel. Pour fonctionner correctement, il requiert que tous les hôtes du cluster partagent les mêmes réseaux VMkernel (notamment le réseau vMotion) et disposent d'une connectivité réseau de haute bande passante entre eux (idéalement 10 GbE ou plus en production). Dans notre contexte de TP, la liaison réseau partagée peut limiter les performances réelles de DRS, mais sa configuration et son activation ont été validées.

2.2.3 Configuration du réseau VMkernel pour vMotion

Un prérequis indispensable au fonctionnement de DRS et du vMotion est la configuration d'un adaptateur VMkernel dédié avec le service vMotion activé sur chaque hôte.

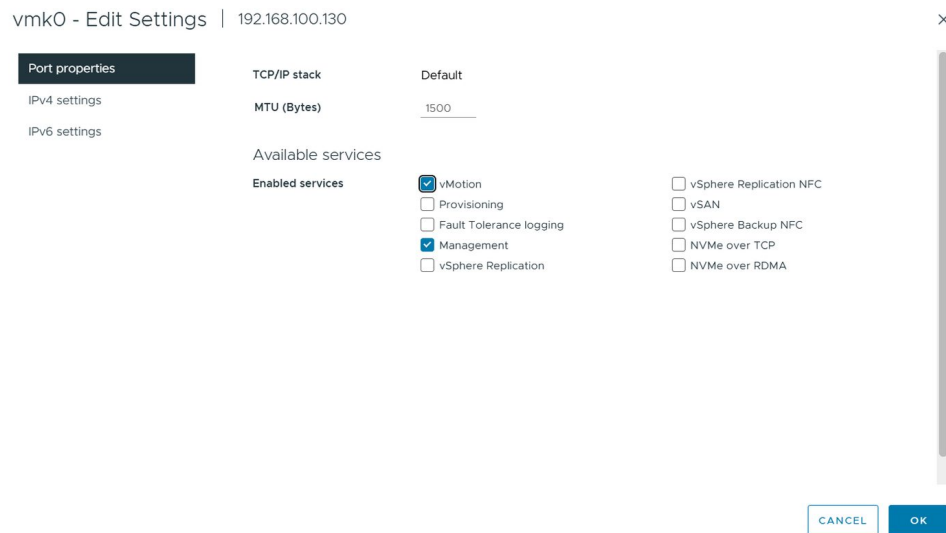


Figure 2.7 – Paramètres de l’adaptateur VMkernel : le service vMotion est activé, autorisant cet adaptateur à transporter le trafic de migration à chaud entre hôtes

2.3 vSphere HA : Haute Disponibilité

2.3.1 Principes et architecture de HA

vSphere High Availability (HA) est un mécanisme de tolérance aux pannes qui surveille l’état des hôtes ESXi membres d’un cluster. Lorsqu’un hôte tombe en panne (arrêt inattendu, perte réseau, etc.), HA détecte l’événement via son réseau *heartbeat* et redémarre automatiquement les VMs orphelines sur les hôtes survivants. Ce mécanisme assure une reprise d’activité en quelques minutes, sans intervention humaine.

2.3.2 Configuration des politiques de réponse aux pannes

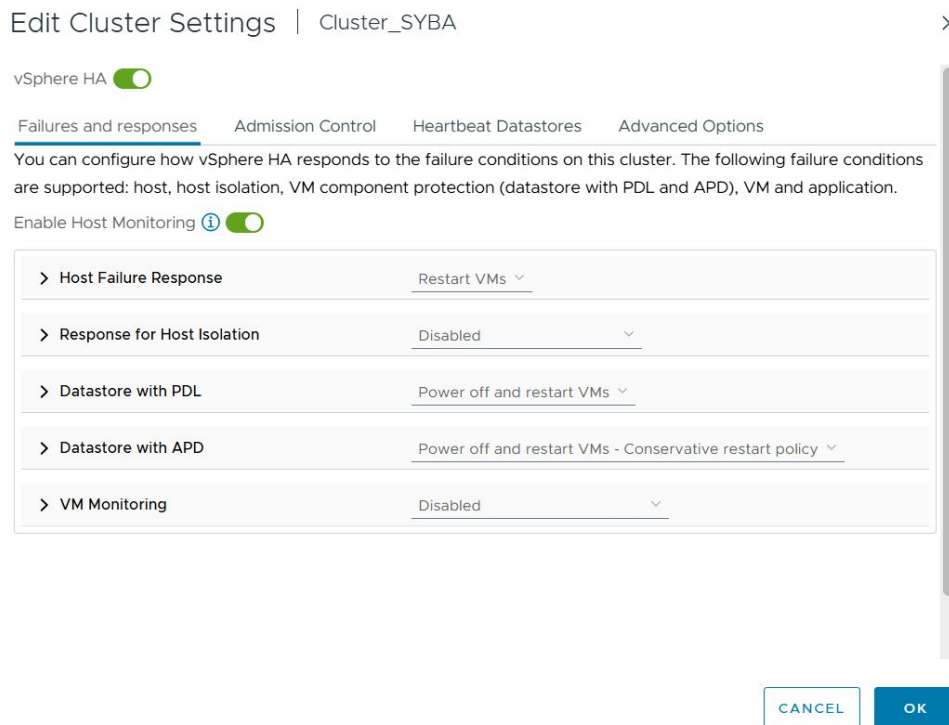


Figure 2.8 – Paramètres vSphere HA : réponse aux pannes d’hôtes configurée sur *Restart VMs* — en cas de défaillance d’un hôte, les VMs sont redémarrées sur les hôtes restants

2.3.3 Simulation de panne et analyse de l’erreur de basculement

La partie la plus instructive du TP a été la simulation d’une panne sur le serveur d’Oussama (hôte ESXi 2 – 192.168.100.20). La VM `ubuntu_1liass` hébergée sur cet hôte était le sujet de test. Le résultat observé mérite une analyse technique approfondie.

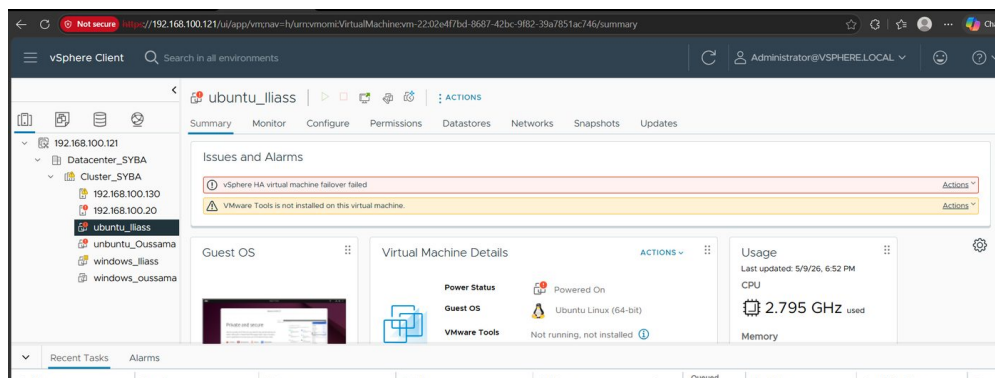


Figure 2.9 – État de la VM `ubuntu_1liass` après la simulation de panne : **vSphere HA Failover Failed** — erreur logique due à l’absence de datastore partagé. La VM n’est plus disponible sur les VMware Tools

 Défi Technique

L'erreur « **vSphere HA Failover Failed** » indique que l'agent HA a correctement détecté la panne de l'hôte et a bien tenté d'initier le basculement. Cependant, la tentative a échoué car les VMs de l'hôte défaillant résidaient sur des **datastores locaux** (stockage directement attaché au serveur physique, type VMFS local ou NFS local). Un datastore local est, par définition, inaccessible depuis un autre hôte.

 Analyse Technique**Analyse critique du résultat :**

Ce résultat, bien qu'apparaissant comme un échec, est en réalité la preuve du **comportement correct et cohérent** du système vSphere. L'agent HA a fonctionné exactement comme prévu : il a détecté la panne, tenté le basculement, et échoué pour la raison technique attendue — l'inaccessibilité du datastore source depuis l'hôte cible.

Pour qu'un basculement HA réussisse, deux conditions architecturales sont impératives :

- **Stockage partagé** : les VMs doivent résider sur un datastore accessible depuis tous les hôtes du cluster (SAN FC/iSCSI, NFS partagé, ou vSAN).
- **Capacité de failover suffisante** : les hôtes survivants doivent disposer de ressources CPU/mémoire pour absorber la charge des VMs orphelines.

En production, cette architecture aurait un datastore partagé (SAN ou vSAN). Notre infrastructure de TP avec datastores locaux constitue un cas d'étude pédagogique exceptionnel : elle démontre que la haute disponibilité n'est pas une propriété de l'hyperviseur seul, mais d'une **architecture système complète**.

2.4 Shared-Nothing vMotion : Migration à froid

2.4.1 Contexte et objectif de la migration

Le **Shared-Nothing vMotion** (ou Cold Migration) est une fonctionnalité vSphere permettant de déplacer une machine virtuelle éteinte d'un hôte ESXi à un autre, y compris ses fichiers de disque virtuel (VMDK), sans nécessiter de stockage partagé entre les deux hôtes. Le terme *Shared-Nothing* souligne que les deux hôtes ne partagent aucune ressource de stockage commune — la migration inclut donc un transfert réseau des fichiers de disque.

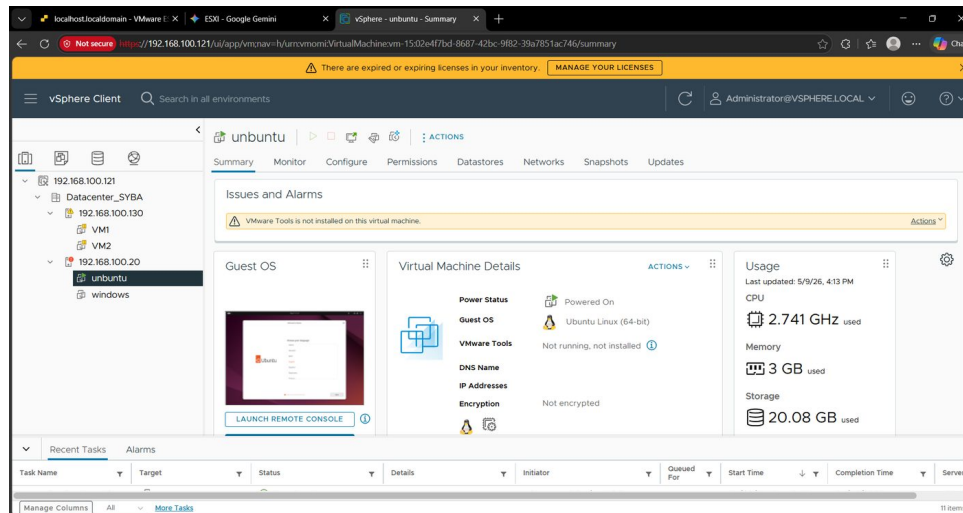


Figure 2.10 – Onglet résumé de la VM ubuntu_lliass avant migration : état de la VM, hôte hébergeur, datastore source et configuration matérielle

2.4.2 Défi majeur : Lecteur CD-ROM verrouillé sur ISO d'installation

⚠ Défi Technique

Lors de la première tentative de migration vMotion, l'assistant a affiché des **erreurs de compatibilité** bloquantes. L'analyse des avertissements a révélé que le lecteur CD-ROM virtuel de la VM ubuntu_lliass était configuré pour pointer vers un fichier ISO d'installation situé sur le datastore local de l'hôte source, et que ce périphérique était en état **verrouillé**.

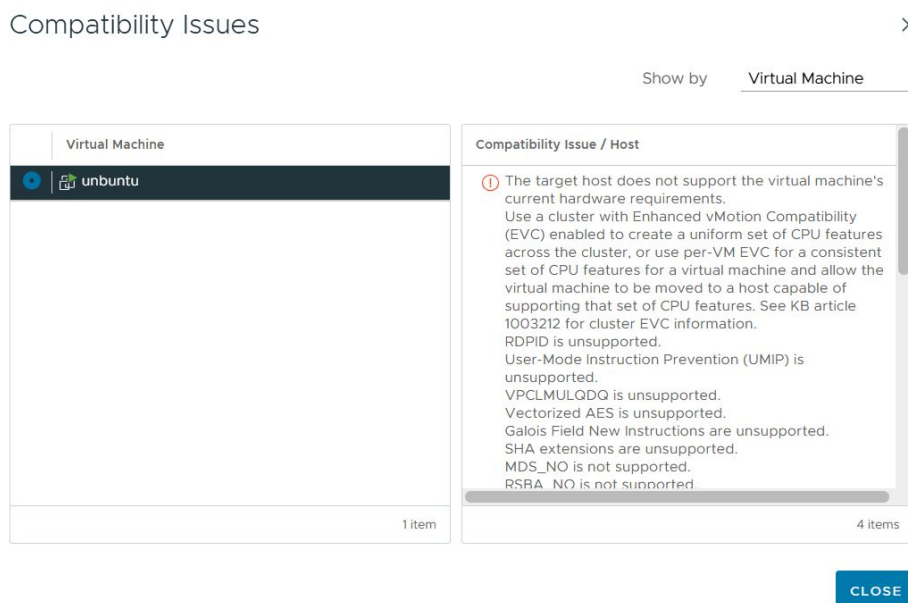


Figure 2.11 – Liste des problèmes de compatibilité bloquant la migration : le lecteur CD-ROM pointant vers un ISO local est identifié comme incompatible avec le stockage de destination

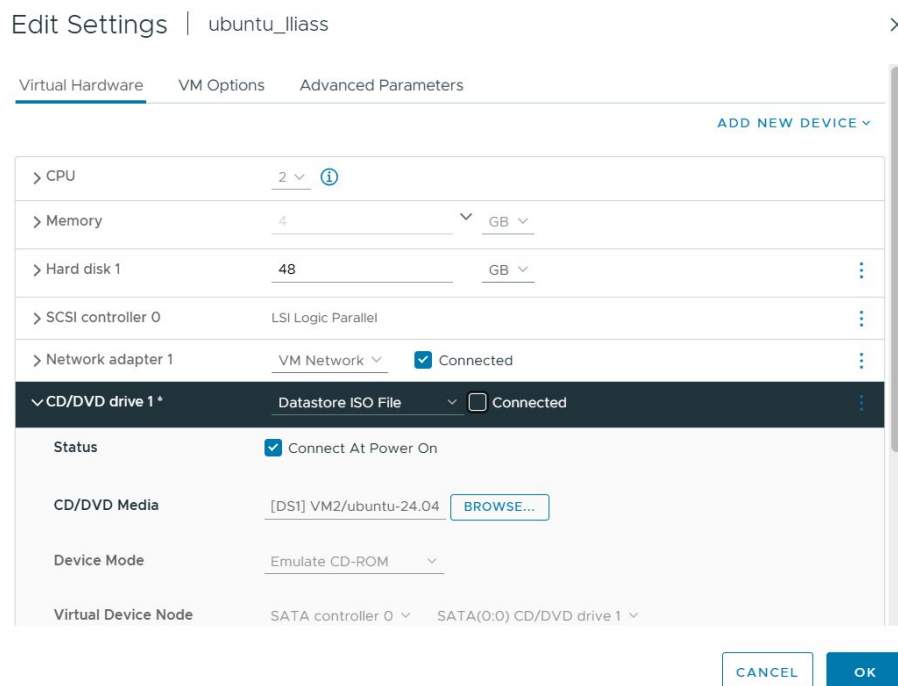


Figure 2.12 – Paramètres du matériel virtuel : le lecteur CD/DVD est configuré sur un fichier ISO d'installation — source du problème de compatibilité vMotion

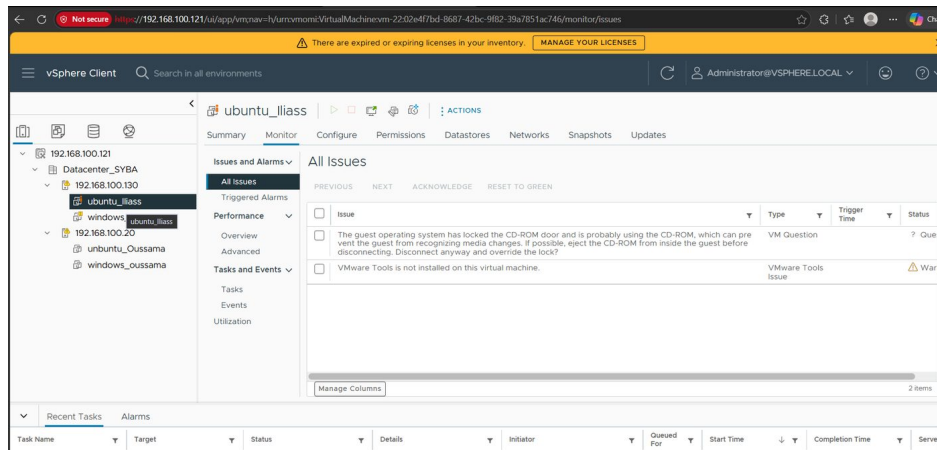


Figure 2.13 – Boîte de dialogue demandant de confirmer l'éjection ou le verrouillage du CD-ROM virtuel — étape intermédiaire dans la déconnexion du périphérique

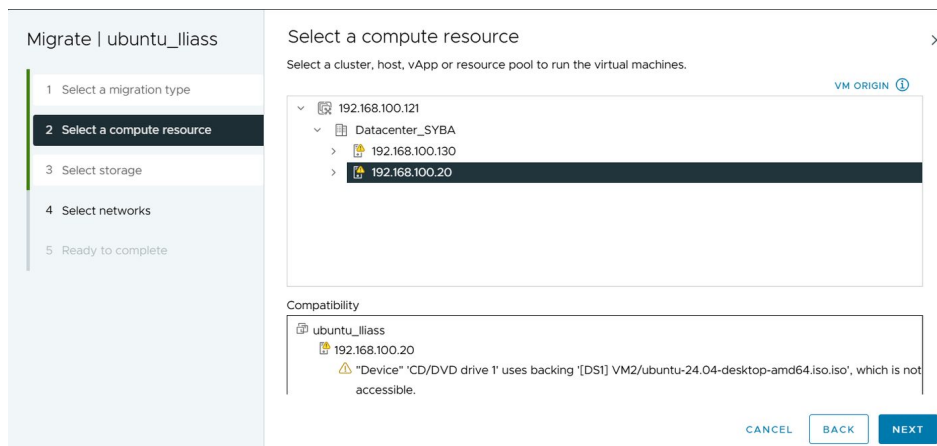


Figure 2.14 – Avertissement de migration : incompatibilité liée à l'accessibilité du fichier ISO depuis le datastore de destination — confirme que le CD-ROM est la source du problème

2.4.3 Résolution : Déconnexion explicite du lecteur CD-ROM

✓ Solution Adoptée

La solution consiste à déconnecter explicitement le lecteur CD-ROM virtuel de la VM avant de relancer la migration. Dans les paramètres matériels de la VM, nous avons modifié la configuration du lecteur CD/DVD pour le passer de *Datastore ISO file* à *Client Device* (ou simplement désactivé la connexion au démarrage), puis confirmé la déconnexion.

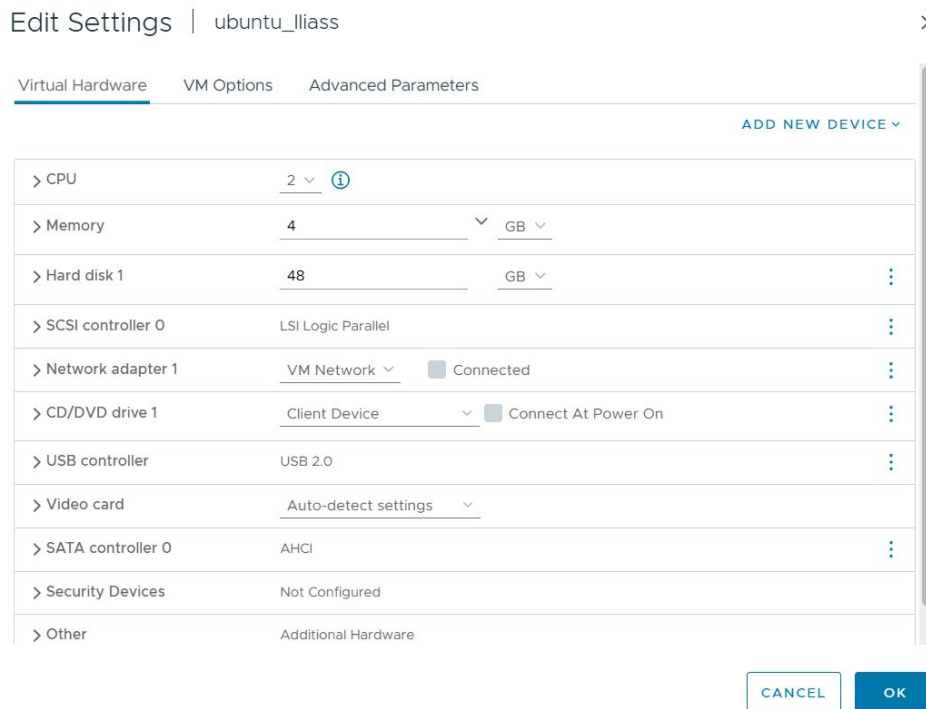


Figure 2.15 – Modification des paramètres matériels pour déconnecter le lecteur CD/DVD — changement de la source ISO vers *Client Device* pour libérer la dépendance au fichier local

2.4.4 Validation et succès de la migration

Après déconnexion du lecteur CD-ROM, les tests de compatibilité ont été relancés. Ils se sont tous terminés avec succès, confirmant la levée du blocage.

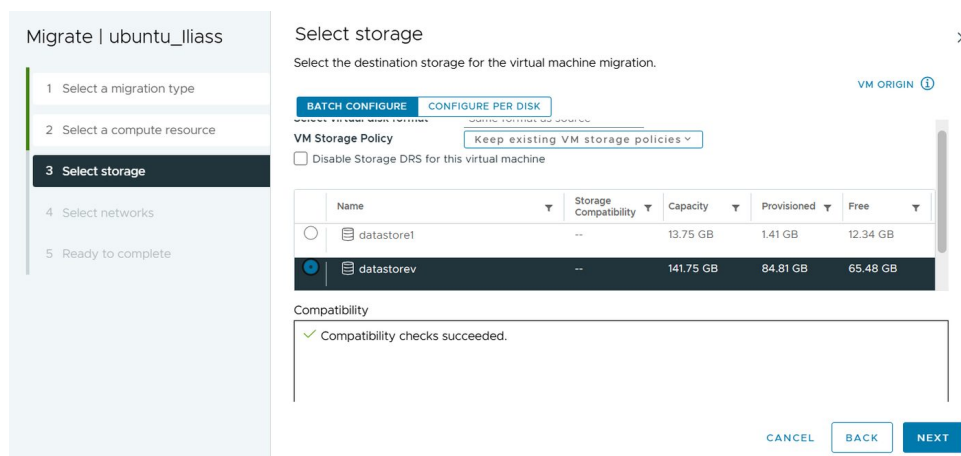


Figure 2.16 – Tests de compatibilité du stockage : **succès** — le datastore de destination est accessible et compatible avec la VM après déconnexion du CD-ROM

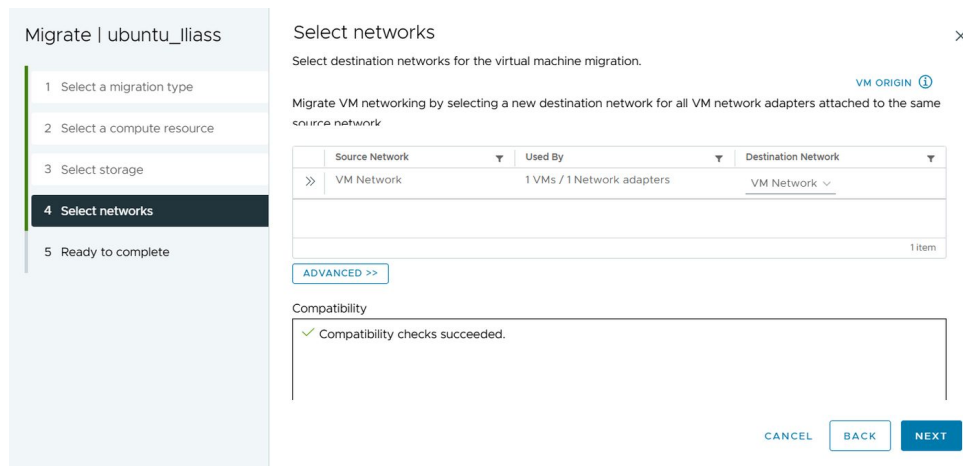


Figure 2.17 – Tests de compatibilité réseau : succès — les réseaux de destination sont accessibles depuis l'hôte cible, migration autorisée

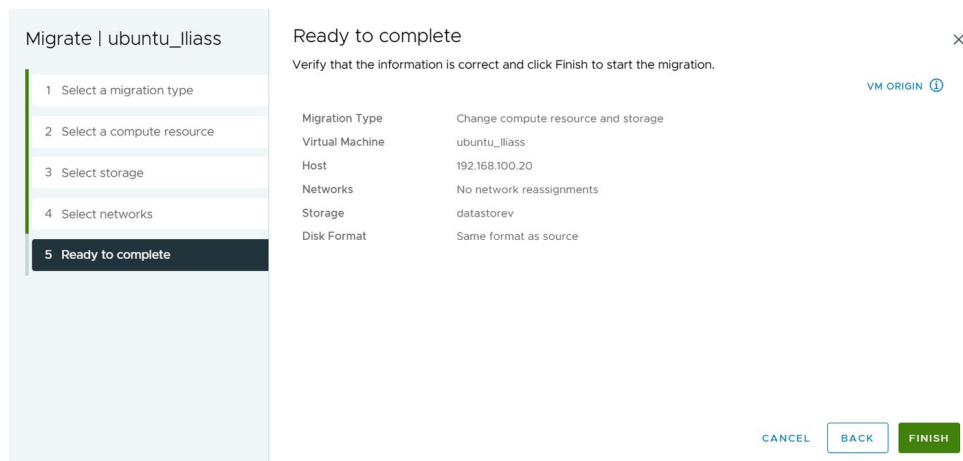


Figure 2.18 – Résumé final de la migration avant lancement : hôte source, hôte destination, datastore cible et réseau de destination — tous les paramètres sont validés

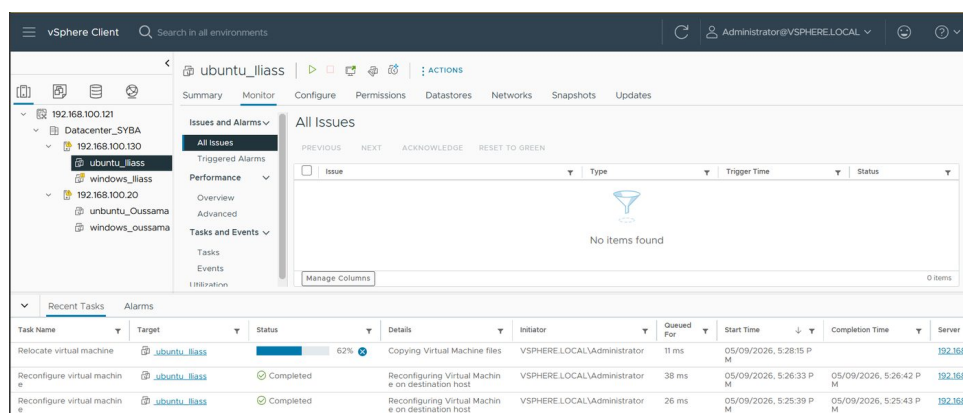


Figure 2.19 – Suivi en temps réel de la tâche de relocalisation de la machine virtuelle : progression de la migration des fichiers VMDK vers le datastore de destination

2.4.5 Analyse du disque virtuel migré

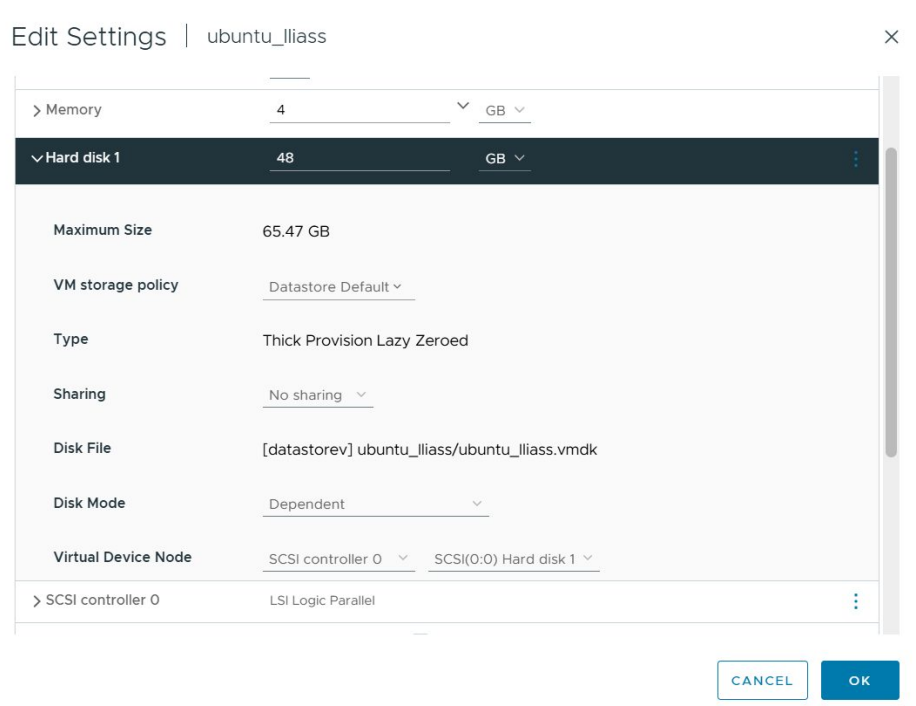


Figure 2.20 — Détails du disque dur virtuel après migration : type *Thick Provision Lazy Zeroed* — les blocs sont pré-alloués mais les zéros sont écrits à la demande, offrant un équilibre entre performance et vitesse de provisionnement

Analyse Technique

Impact du type de provisionnement sur le Shared-Nothing vMotion :

Le type *Thick Provision Lazy Zeroed* signifie que l'espace disque est pré-alloué sur le datastore de destination. Lors d'un Shared-Nothing vMotion, les fichiers VMDK doivent être physiquement copiés via le réseau entre les deux hôtes. La taille réelle de ces fichiers impacte directement la durée de la migration (débit réseau = facteur limitant). En production, un réseau dédié 10 GbE pour le trafic vMotion est recommandé.

3 Déploiement de Services et Validation de l'Infrastructure

3.1 Stratégie de validation par les services

La validation d'une infrastructure virtualisée ne se limite pas à la vérification des métriques VMware. La preuve ultime de l'opérabilité d'une infrastructure est sa capacité à héberger et exposer des services applicatifs accessibles depuis des postes clients distants. Cette approche de validation *end-to-end* permet de vérifier simultanément la couche réseau virtuelle (vSwitch, portgroups), la couche système (OS invité, services), et la couche applicative.

Nous avons déployé trois services complémentaires sur la VM `ubuntu_lliass` : un serveur **FTP** (`vsftpd`) pour le transfert de fichiers, un serveur **HTTP** (Apache2) pour la preuve de connectivité web, et le service **SSH** pour l'administration sécurisée à distance. Ces trois services couvrent les cas d'usage les plus courants d'une infrastructure d'entreprise.

3.2 Déploiement et test du serveur FTP (`vsftpd`)

3.2.1 Installation et démarrage du service

vsftpd (*Very Secure FTP Daemon*) est l'implémentation FTP de référence sur les systèmes Linux. Sa réputation en matière de sécurité et de légèreté en fait le choix privilégié pour les serveurs FTP en production. L'installation sur Ubuntu se fait via le gestionnaire de paquets APT, et la configuration par défaut suffit pour un environnement de test.

```

Executing: /usr/lib/systemd/systemd-sysv-install enable vsftpd
oussama@oussama-VMware-Virtual-Platform:~$ sudo systemctl status vsftpd
● vsftpd.service - vsftpd FTP server
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/vsftpd.service; enabled; preset: e>
   Active: active (running) since Sat 2026-05-09 19:30:46 +01; 18min ago
   Main PID: 4707 (vsftpd)
     Tasks: 1 (limit: 4598)
    Memory: 744.0K (peak: 1.5M)
       CPU: 5ms
    CGroup: /system.slice/vsftpd.service
           └─4707 /usr/sbin/vsftpd /etc/vsftpd.conf

May 09 19:30:46 oussama-VMware-Virtual-Platform systemd[1]: Starting vsftpd.serv>
May 09 19:30:46 oussama-VMware-Virtual-Platform systemd[1]: Started vsftpd.serv>
lines 1-12/12 (END)

```

Figure 3.1 – Terminal Ubuntu : le service vsftpd est **actif et en cours d'exécution** (*active (running)*) — le serveur FTP est prêt à accepter les connexions entrantes sur le port 21

3.2.2 Accès FTP depuis un navigateur web

La première validation a été réalisée depuis un navigateur Firefox, en saisissant l'URL `ftp://192.168.100.61` (adresse IP de la VM Ubuntu). Cette approche, bien que non recommandée en production (les navigateurs modernes désactivent progressivement le support FTP natif), constitue un test rapide de connectivité.

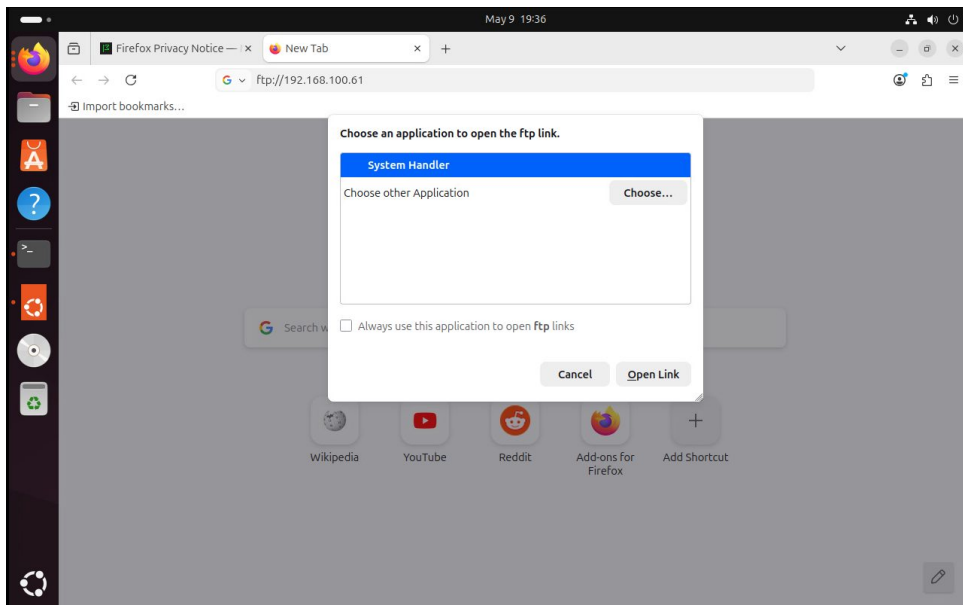


Figure 3.2 – Firefox accédant à l'URL `ftp://192.168.100.61` : la requête FTP est reçue par le serveur, Firefox propose de choisir une application pour ouvrir le contenu — preuve de la connectivité FTP fonctionnelle

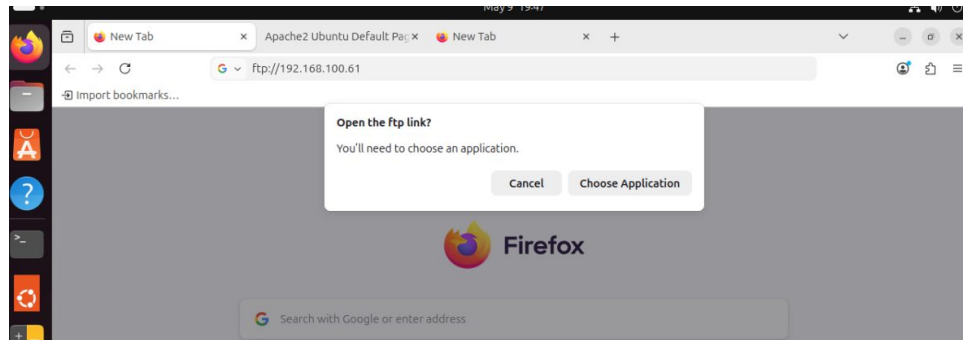


Figure 3.3 – Boîte de dialogue Firefox pour ouvrir le lien FTP avec une application externe — Firefox ne gère plus nativement le protocole FTP depuis la version 90

3.2.3 Accès FTP depuis l'Explorateur de fichiers Windows

La validation la plus convaincante a été réalisée depuis un poste Windows, en exploitant la prise en charge native du protocole FTP par l'Explorateur de fichiers Windows. Cette approche permet de naviguer dans l'arborescence du serveur FTP exactement comme dans un dossier local.

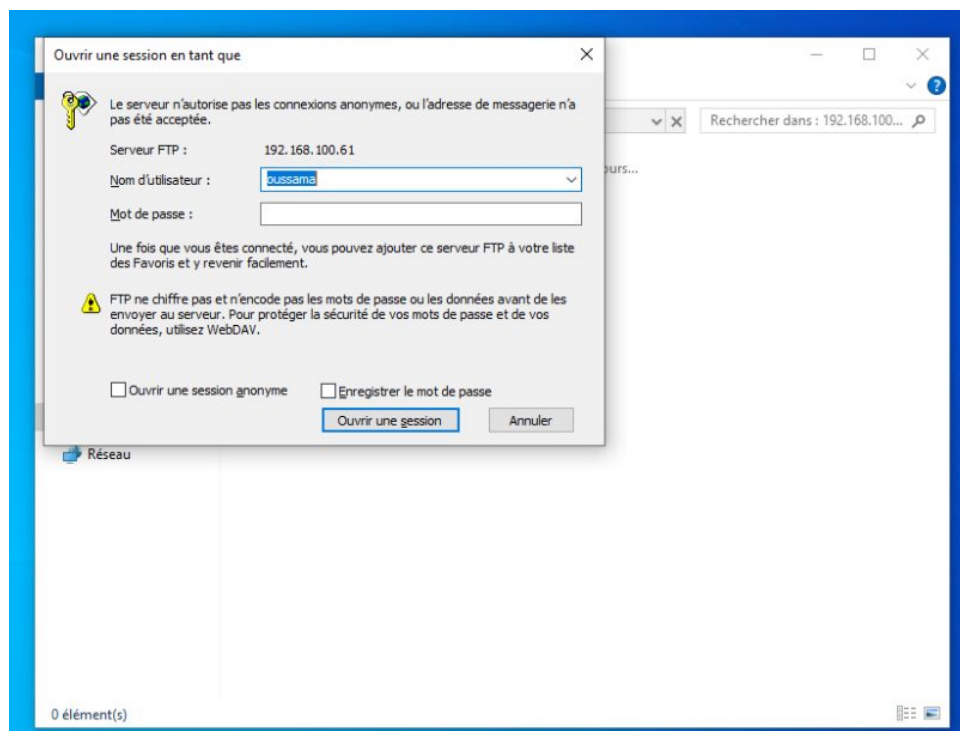


Figure 3.4 – Fenêtre de connexion Windows pour l'accès FTP : saisie du nom d'utilisateur pour s'authentifier sur le serveur vsftpd Ubuntu depuis un client Windows

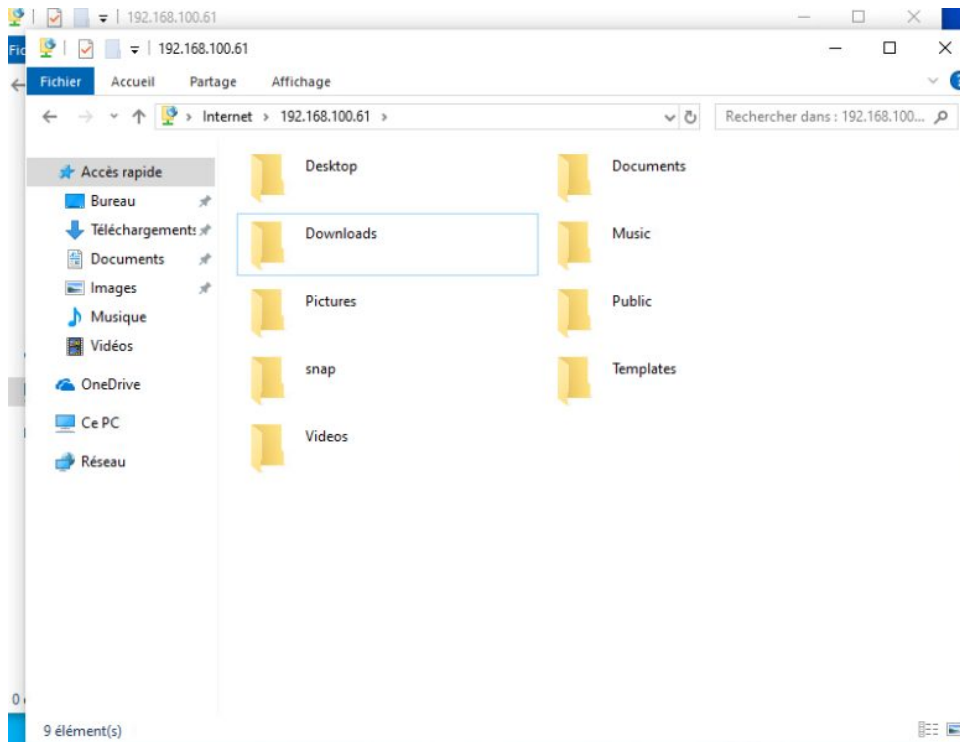


Figure 3.5 – Explorateur de fichiers Windows affichant les dossiers distants du serveur FTP Ubuntu — navigation réussie dans l’arborescence du serveur via le protocole FTP

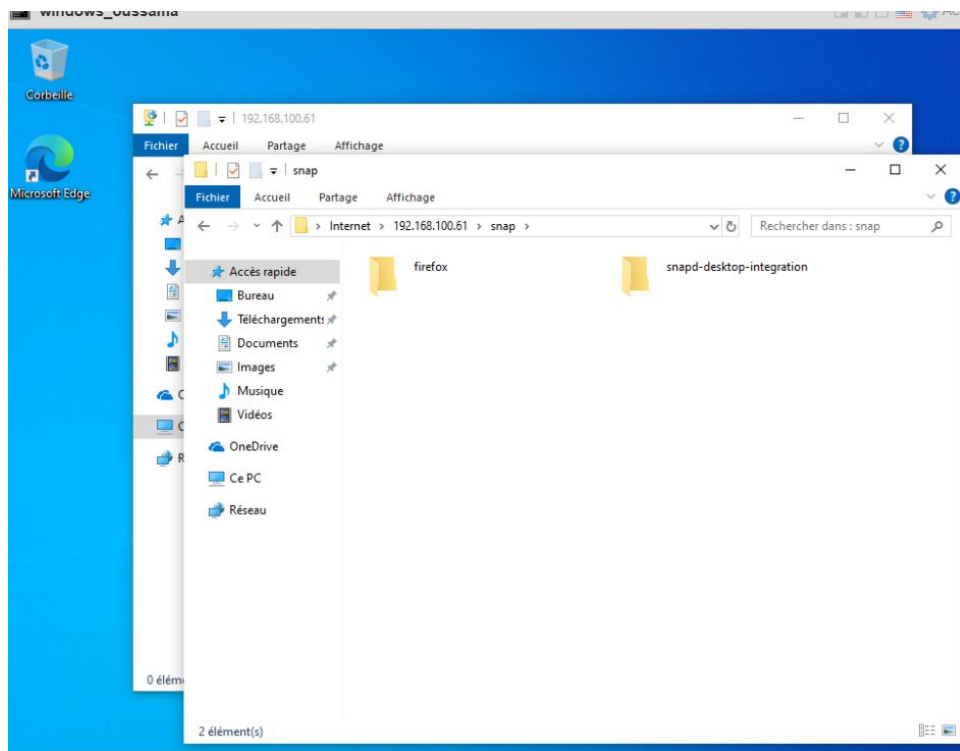


Figure 3.6 – Contenu du dossier `/snap` du serveur Ubuntu visualisé depuis l’Explorateur Windows via FTP — preuve d’un accès complet et fonctionnel au système de fichiers distant

Analyse Technique

Bilan de validation FTP : L'accès FTP réussi depuis deux environnements clients distincts (Firefox Linux et Explorateur Windows) prouve que la couche réseau de l'infrastructure est pleinement opérationnelle. Le trafic transite correctement à travers le vSwitch virtuel, les portgroups vSphere, et le réseau physique sous-jacent. Cette réussite valide l'ensemble de la pile réseau de bas en haut.

3.3 Déploiement du serveur web Apache2

3.3.1 Démarrage et vérification du service

Apache HTTP Server est le serveur web le plus déployé dans le monde. Son installation sur Ubuntu est triviale (`apt install apache2`), et le service démarre automatiquement après installation avec une page d'accueil par défaut.

```
valid_lft forever preferred_lft forever
oussama@oussama-VMware-Virtual-Platform:~$ apache
Command 'apache' not found, did you mean:
  command 'apache2' from deb apache2-bin (2.4.58-1ubuntu8.11)
Try: sudo apt install <deb name>
oussama@oussama-VMware-Virtual-Platform:~$ 
oussama@oussama-VMware-Virtual-Platform:~$ sudo systemctl status apache2
● apache2.service - The Apache HTTP Server
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/apache2.service; enabled; preset: >
   Active: active (running) since Sat 2026-05-09 19:30:24 +01; 8min ago
     Docs: https://httpd.apache.org/docs/2.4/
   Main PID: 3858 (apache2)
    Tasks: 55 (limit: 4598)
   Memory: 5.0M (peak: 5.3M)
      CPU: 145ms
   CGroup: /system.slice/apache2.service
           └─3858 /usr/sbin/apache2 -k start
             └─3859 /usr/sbin/apache2 -k start
               └─3861 /usr/sbin/apache2 -k start

May 09 19:30:24 oussama-VMware-Virtual-Platform systemd[1]: Starting apache2.se>
May 09 19:30:24 oussama-VMware-Virtual-Platform apache2[3857]: AH00558: apach>
May 09 19:30:24 oussama-VMware-Virtual-Platform systemd[1]: Started apache2.ser>
lines 1-16/16 (END)
```

Figure 3.7 – Terminal Ubuntu : le service Apache2 est **actif et en cours d'exécution** — le serveur HTTP est opérationnel sur le port 80 et prêt à servir des requêtes web

3.3.2 Validation par accès navigateur

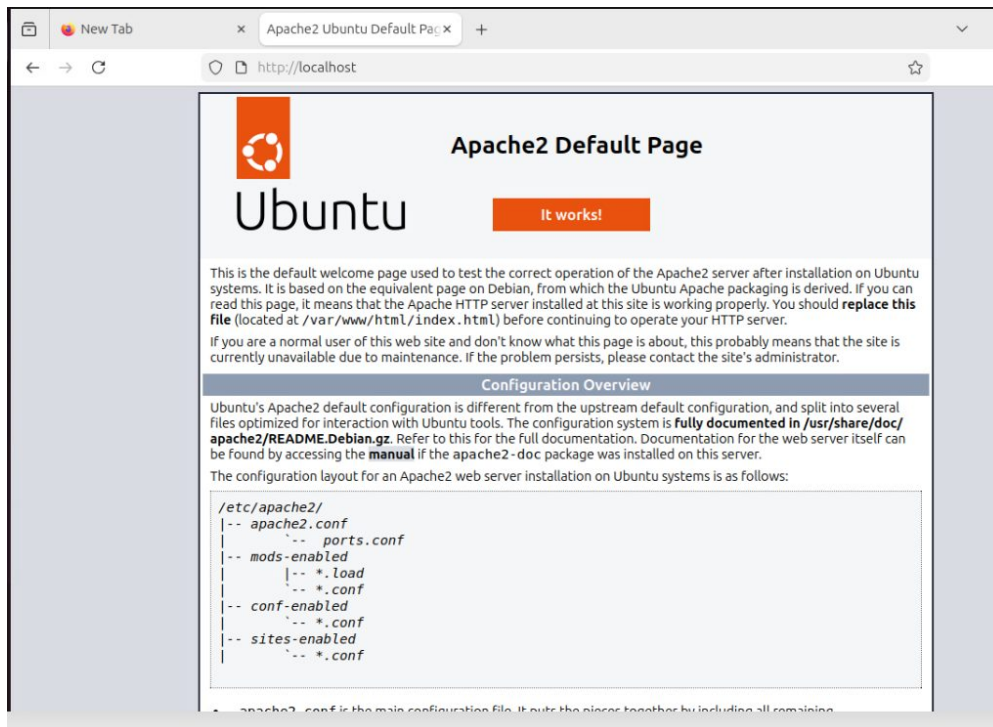


Figure 3.8 – Page d’accueil par défaut d’Apache2 Ubuntu affichée dans un navigateur web (accès via l’adresse IP de la VM) — confirme que le serveur HTTP répond aux requêtes sur le port 80 et que la pile réseau est entièrement fonctionnelle

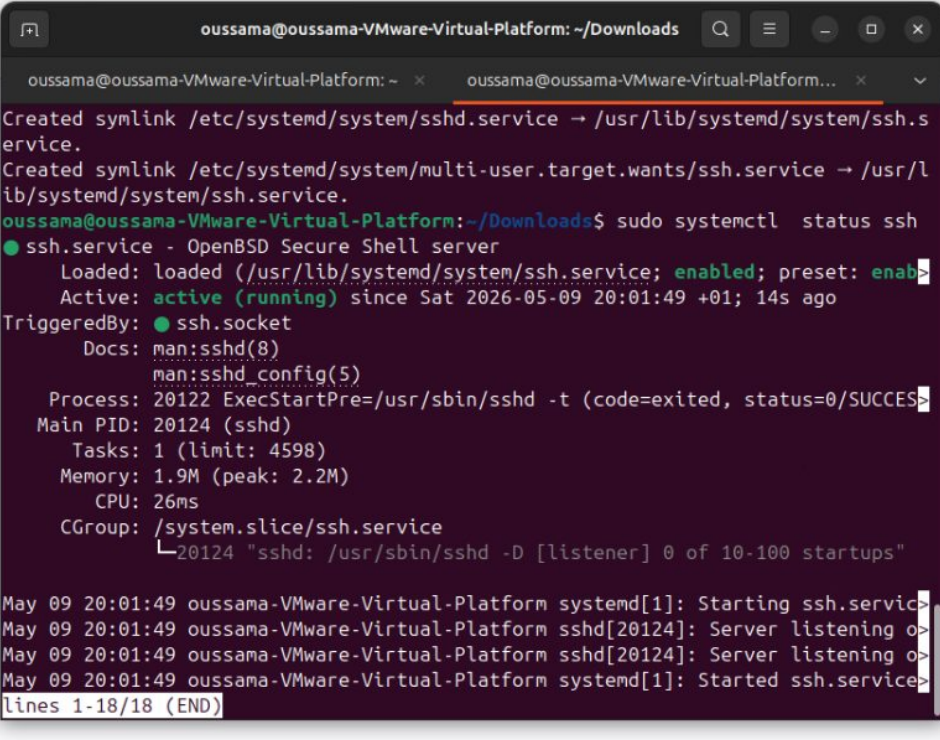
La page d’accueil Apache2 Ubuntu par défaut affiche la mention « *It works!* » et fournit des informations sur les répertoires de configuration. Son affichage confirme que le serveur écoute correctement sur l’interface réseau de la VM, que le pare-feu Ubuntu autorise le trafic HTTP (port 80), et que la connectivité réseau de bout en bout entre le client et la VM virtuelle est opérationnelle.

3.4 Configuration et validation du service SSH

3.4.1 Architecture et intérêt du SSH en infrastructure virtuelle

Le protocole **SSH (Secure Shell)** est le standard de l’industrie pour l’administration distante sécurisée des systèmes Linux/Unix. Dans le contexte d’une infrastructure virtualisée, SSH est particulièrement précieux car il permet d’administrer les VMs invitées sans avoir recours à la console VMware (qui peut être lente et peu pratique pour les opérations de masse). SSH offre un canal chiffré (AES-256 par défaut) permettant l’exécution de commandes, le transfert de fichiers (SFTP/SCP), et le tunneling de protocoles.

3.4.2 Vérification du service sur la VM Ubuntu



```
oussama@oussama-VMware-Virtual-Platform: ~/Downloads
Created symlink /etc/systemd/system/ssh.service → /usr/lib/systemd/system/ssh.s
service.
Created symlink /etc/systemd/system/multi-user.target.wants/ssh.service → /usr/l
ib/systemd/system/ssh.service.
oussama@oussama-VMware-Virtual-Platform:~/Downloads$ sudo systemctl status ssh
● ssh.service - OpenBSD Secure Shell server
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/ssh.service; enabled; preset: enab
   Active: active (running) since Sat 2026-05-09 20:01:49 +01; 14s ago
   TriggeredBy: ● ssh.socket
     Docs: man:sshd(8)
           man:sshd_config(5)
   Process: 20122 ExecStartPre=/usr/sbin/sshd -t (code=exited, status=0/SUCCESS)
   Main PID: 20124 (sshd)
     Tasks: 1 (limit: 4598)
    Memory: 1.9M (peak: 2.2M)
       CPU: 26ms
    CGroup: /system.slice/ssh.service
            └─20124 "sshd: /usr/sbin/sshd -D [listener] 0 of 10-100 startups"

May 09 20:01:49 oussama-VMware-Virtual-Platform systemd[1]: Starting ssh.service
May 09 20:01:49 oussama-VMware-Virtual-Platform sshd[20124]: Server listening o
May 09 20:01:49 oussama-VMware-Virtual-Platform sshd[20124]: Server listening o
May 09 20:01:49 oussama-VMware-Virtual-Platform systemd[1]: Started ssh.service
lines 1-18/18 (END)
```

Figure 3.9 – Terminal Ubuntu : le service SSH (`ssh.service`) est **actif et à l’écoute** sur le port 22 — le daemon OpenSSH accepte les connexions entrantes des clients distants

3.4.3 Connexion SSH depuis Windows

La validation a été effectuée depuis un poste Windows utilisant le client SSH intégré (disponible nativement depuis Windows 10 version 1809) via l’invite de commandes. La commande `ssh user@192.168.100.x` a établi une connexion chiffrée avec la VM Ubuntu.

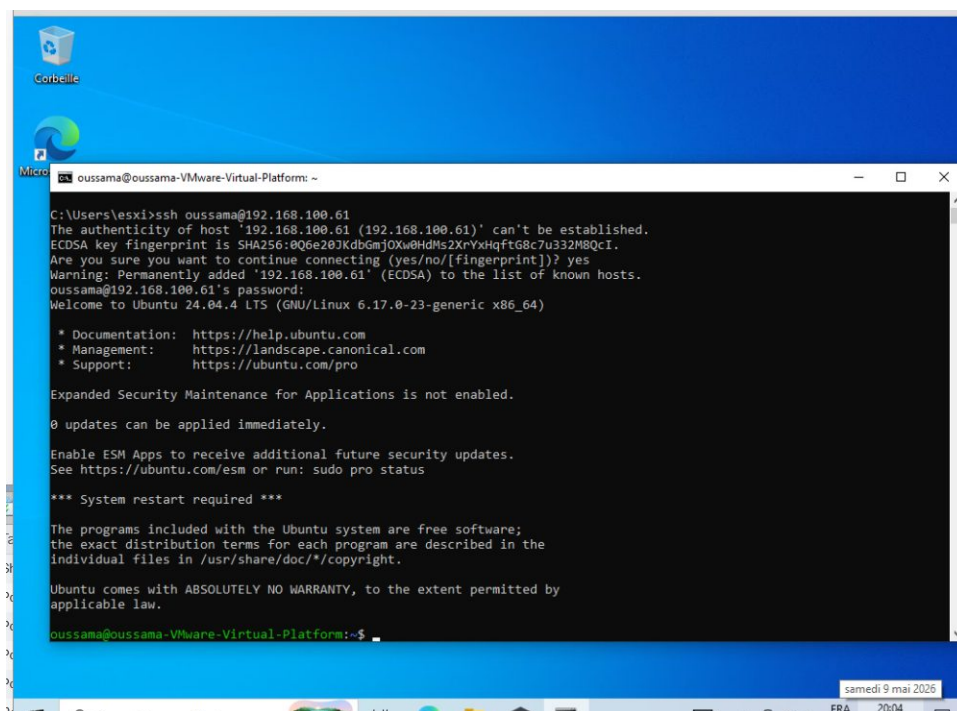


Figure 3.10 – Connexion SSH réussie depuis Windows vers Ubuntu : l'invite de commandes Windows affiche le prompt Ubuntu, confirmant une session SSH active et entièrement fonctionnelle à travers l'infrastructure virtuelle

Analyse Technique

Synthèse de la validation des services :

Le tableau ci-dessous récapitule les résultats de validation des trois services déployés. L'ensemble des tests a été concluant, validant la pleine opérabilité de l'infrastructure.

Service	Port	Client testé	Résultat
FTP (vsftpd)	21	Windows Explorer + Firefox	✓ Succès
HTTP (Apache2)	80	Navigateur web	✓ Succès
SSH (OpenSSH)	22	Windows CMD	✓ Succès

Conclusion Générale

Bilan technique

Ce travail pratique nous a permis de déployer, configurer et valider une infrastructure virtualisée complète basée sur **VMware vSphere 7.0**, en passant par toutes les étapes d'un projet d'infrastructure réel. De la configuration du réseau de gestion ESXi au déploiement de services applicatifs accessibles depuis des postes distants, en passant par la résolution de défis techniques concrets, ce TP a couvert l'ensemble du spectre des compétences requises pour administrer un environnement vSphere en production.

Les trois phases du projet ont chacune apporté des enseignements spécifiques et complémentaires. La **phase de déploiement** a mis en lumière l'importance d'une infrastructure réseau préalablement bien dimensionnée, la compréhension des prérequis matériels (Intel VT-x), et la nécessité de maîtriser les subtilités des outils de déploiement VMware tels que le vLCM. La **phase de clustering et migration** a démontré que les fonctionnalités avancées de vSphere — DRS, HA, vMotion — ne sont pas des concepts abstraits, mais des mécanismes concrets dont la mise en œuvre exige une compréhension profonde des dépendances architecturales. La **phase de validation des services** a prouvé que notre infrastructure était capable de supporter des charges de travail réelles, avec une connectivité réseau de bout en bout entièrement fonctionnelle.

Points techniques marquants

Parmi les défis rencontrés et résolus, deux méritent d'être mis en exergue pour leur valeur pédagogique et leur pertinence industrielle.

Le premier est la **résolution du blocage vMotion par le lecteur CD-ROM**. Ce défi, qui peut sembler anodin, illustre un problème récurrent dans les environnements de production : les migrations de VMs peuvent échouer pour des raisons non liées aux ressources de calcul ou de stockage, mais à des *dépendances cachées* sur des périphériques virtuels. La capacité à diagnostiquer ce type de problème à partir des messages d'erreur de vSphere est une compétence de haut niveau.

Le second est l'**analyse de l'erreur de basculement HA**. La comprendre comme une preuve du comportement correct du système — plutôt que comme un simple échec — est révélatrice d'une maturité technique. Elle enseigne que la haute disponibilité est une propriété de système complète, qui exige une cohérence entre les couches hyperviseur

(HA) et infrastructure (stockage partagé). C'est précisément le type de raisonnement qui distingue un ingénieur système compétent d'un simple utilisateur d'interface graphique.

Perspectives d'évolution

L'infrastructure déployée dans ce TP constitue une base solide sur laquelle de nombreuses évolutions seraient possibles et pertinentes. En premier lieu, l'ajout d'un **stockage partagé** — que ce soit via iSCSI, NFS, ou vSAN — transformerait radicalement les capacités HA et DRS de notre cluster, permettant enfin un basculement automatique réel et des migrations à chaud sans interruption de service. En second lieu, la configuration de **réseaux distribués** (vDS – vSphere Distributed Switch) offrirait une gestion centralisée et cohérente des politiques réseau à l'échelle du cluster, avec des fonctionnalités avancées comme le NIOC (Network I/O Control) et le LACP (agrégation de liens). Enfin, l'intégration d'outils de monitoring comme **vRealize Operations Manager** permettrait une observabilité en temps réel de l'infrastructure et une capacité prédictive sur les besoins en ressources.

Ce TP nous a non seulement fourni des compétences techniques immédiatement valorisables sur le marché de l'emploi — VMware vSphere figurant dans la quasi-totalité des offres d'emploi en administration système et infrastructure cloud — mais nous a également transmis une méthode de travail rigoureuse : analyser avant d'agir, comprendre les erreurs comme des informations, et concevoir des solutions en tenant compte des contraintes architecturales globales. Ces compétences transverses sont celles qui définissent l'ingénieur en infrastructure de demain.

Références

- VMware Inc. *vSphere 7.0 Documentation Center*. <https://docs.vmware.com/en/VMware-vSphere/7.0/>
- VMware Inc. *vSphere Availability Guide — vSphere HA and DRS*. VMware Press, 2020.
- VMware Inc. *vCenter Server and Host Management Guide*. VMware Press, 2020.
- VMware Inc. *vSphere Networking Guide — vSphere 7.0*. VMware Press, 2020.
- Lowe, S. *Mastering VMware vSphere 6.5*. Sybex/Wiley, 2017.
- Marshall, N., Makin, S., Atkin, G. *VMware vSphere Design*. Sybex/Wiley, 2nd Edition, 2013.
- VMware Knowledge Base. *Troubleshooting vMotion and Storage vMotion compatibility issues*. Article KB1003 série. <https://kb.vmware.com/>