



Travail de Fin d'Études  
Bachelier Technologie de l'informatique

Analyse et mise en place  
d'un environnement virtuel  
alternatif à VMware

Meeus Dimitri

Version du 3 juin 2025

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>3</b>
1.1	Client . . . . .	3
1.2	Besoin du client . . . . .	3
1.3	Contraintes du client . . . . .	4
1.4	Étapes et Méthodologie . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Infrastructure</b>	<b>6</b>
2.1	Infrastructure globale . . . . .	6
2.2	Infrastructure Virtualisation . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Analyse des Alternatives</b>	<b>9</b>
3.1	Technologie . . . . .	9
3.2	ESXI . . . . .	10
3.2.1	Stockage . . . . .	10
3.2.2	Backup . . . . .	10
3.2.3	Orchestrateur . . . . .	10
3.2.4	Réseau . . . . .	10
3.2.5	Sécurité . . . . .	10
3.3	XCP-ng . . . . .	11
3.3.1	Introduction . . . . .	11
3.3.2	Stockage . . . . .	11
3.3.3	Backup et Monitoring . . . . .	11
3.3.4	Orchestrateur . . . . .	11
3.3.5	Réseau . . . . .	12
3.3.6	Sécurité . . . . .	12
3.3.7	Prix . . . . .	12
3.4	Nutanix AHV . . . . .	12
3.4.1	Introduction . . . . .	12
3.4.2	Stockage . . . . .	13
3.4.3	Backup et Monitoring . . . . .	13
3.4.4	Orchestrateur . . . . .	14
3.4.5	Réseau . . . . .	14
3.4.6	Sécurité . . . . .	14
3.4.7	Prix . . . . .	14
3.5	Proxmox VE . . . . .	14
3.5.1	Introduction . . . . .	14
3.5.2	Stockage . . . . .	15
3.5.3	Backup et Monitoring . . . . .	15
3.5.4	Orchestrateur . . . . .	15
3.5.5	Réseau . . . . .	15
3.5.6	Sécurité . . . . .	15
3.5.7	Prix . . . . .	16
3.6	VM Essential . . . . .	16
3.7	Choix solution . . . . .	16

<b>4</b>	<b>Proof Of Concept</b>	<b>18</b>
4.1	Réinitialisation . . . . .	18
4.2	Configuration générale . . . . .	18
4.3	Configuration Réseau . . . . .	19
4.4	Cluster Configuration . . . . .	20
4.5	Haute Disponibilité et Tolérance aux Pannes . . . . .	21
4.6	Stockage . . . . .	22
4.7	Software-Defined Network . . . . .	25
4.8	Veeam . . . . .	27
4.9	Centreon . . . . .	28
4.10	Sécurité . . . . .	28
4.11	Migration . . . . .	29
4.12	Conteneur . . . . .	30
4.13	Performance . . . . .	30
4.14	Organisation . . . . .	31
4.15	Technologies Manquantes . . . . .	32
4.16	POC Conclusion . . . . .	32
<b>5</b>	<b>Situations</b>	<b>33</b>
5.1	Situation 1 . . . . .	33
5.2	Situation 2 . . . . .	34
5.3	Situation 3 . . . . .	34
5.4	Choix . . . . .	34
<b>6</b>	<b>Ceph</b>	<b>36</b>
6.1	Hardware requis . . . . .	37
6.2	Réalisation Théorique . . . . .	37
6.3	Adaptateur RDMA . . . . .	39
<b>7</b>	<b>Conclusion</b>	<b>40</b>
<b>8</b>	<b>Bibliographie</b>	<b>41</b>
8.1	Documentation Générale . . . . .	41
8.2	Documentation Nutanix . . . . .	41
8.3	Documentation Proxmox . . . . .	41
8.4	Documentation XCP-ng . . . . .	42
8.5	Documentation VMEssential . . . . .	42
8.6	Documentation Images . . . . .	42
<b>9</b>	<b>Annexes</b>	<b>44</b>
9.1	Calendrier de planification . . . . .	44
9.2	Code . . . . .	48
9.2.1	Code Configuration Réseau . . . . .	48
9.2.2	Code Configuration Réseau Ceph . . . . .	50
9.2.3	Mappage LUN . . . . .	50
9.3	Configuration matérielle : BeTV-Lab virtuel-20516 . . . . .	51

## 1 Introduction

### 1.1 Client

Be TV est une entreprise faisant partie du groupe Voo, récemment racheté par Orange et est séparé en deux départements. Un département éditorial d'une trentaine de personnes se situe à Evere, spécialisé dans les acquisitions, les coproductions et la programmation de produits audiovisuels (fictions, sports, documentaires, émissions).

Un département technique se trouvant à Gosselies spécialisé dans deux secteurs distincts : le Broadcast et l'IT lié au Broadcast.

La majorité de leur infrastructure est dédiée à la diffusion de chaînes de télévision linéaire. Be Tv diffuse notamment le foot anglais, produit des émissions et possède un service de VOD (vidéo à la demande).

En tout, Be tv représente un peu plus de 70 équivalents temps plein.



Figure 1 – Be TV

### 1.2 Besoin du client

VMware (vSphere et ESXi) est utilisé chez Be TV depuis 2004. En 2022, VMware est racheté par Broadcom, et en 2023, un changement de stratégie commerciale est annoncé : fin des licences perpétuelles et hausse significative des coûts de support. Pour conserver les mêmes fonctionnalités, Be TV devrait migrer vers le produit *VMware vSphere Foundation*, environ trois fois plus onéreux que leur solution actuelle. Malheureusement, l'entreprise Orange qui possède Be TV est en procès avec VMware, ce qui empêche d'avoir les prix négociés aussi avantageux qu'avant.

L'entreprise souhaite donc analyser des alternatives, propriétaires ou open source, afin de migrer partiellement ou totalement son environnement virtuel, dans le but de ne plus être dépendante des fluctuations de Broadcom.

Je devrai analyser l'environnement existant au sein de l'entreprise, trouver ou non une solution capable de remplacer la solution de virtualisation proposée par VMware utilisée dans l'environnement de laboratoire.

Je devrai aussi estimer les coûts des différentes solutions et les besoins hardware pour mettre en place les solutions possibles de virtualisation. J'aurai aussi l'occasion d'installer des serveurs de test dans les racks de l'entreprise, les connecter au réseau existant et réaliser un Proof Of Concept.

De plus, je devrai réaliser une documentation détaillée pour que n'importe quel employé puisse s'y retrouver en cas de problème.

À la fin de mon TFE, les différentes situations possibles seront débattues avec l'équipe IT. Le projet sera continué en interne par l'équipe IT.

### 1.3 Contraintes du client

La nouvelle solution doit idéalement offrir des fonctionnalités similaires, être tolérante aux pannes avec basculement automatique des machines virtuelles, et rester compatible avec les outils existants comme Veeam pour la sauvegarde et Centreon pour le monitoring. Elle doit aussi proposer une vue globale du cluster sous forme d'interface web pour le gérer de façon centralisée.

Elle devra aussi gérer plusieurs VLAN répartis sur différentes cartes réseau, être compatible avec divers systèmes d'exploitation (Windows Server 2012 à 2025, Windows 8 à 11, CentOS, Ubuntu, Debian, Red Hat, Oracle Linux, SUSE) et s'intégrer dans l'environnement matériel existant (serveurs HP ProLiant, réseau Cisco).

Il faut bien comprendre que VMware a toujours été, jusqu'à présent, leader du marché dans le domaine de la virtualisation. Cela se justifiait par leur avance technologique et par l'absence de concurrents proposant des solutions équivalentes. De plus, de nombreux logiciels ne fonctionnent toujours qu'avec leur technologie. VMware a toujours eu une longueur d'avance et c'est encore le cas aujourd'hui.

De ce fait, Be TV est bien consciente qu'un changement de technologie entraînera probablement une perte de certaines fonctionnalités, mais certaines d'entre elles sont indispensables : la migration à chaud, la haute disponibilité, le snapshotting, le clonage, le stockage partagé et le port mirroring. De plus, il est indispensable d'avoir un équivalent aux Distributed Switch, avoir la possibilité de lancer une VM en Secure Boot, mais aussi fonctionnalité qui empêche le basculement automatique d'une VM vers un autre hyperviseur. Un débit réseau d'au moins 1 Gbps (10 Gbps optimal) et une gestion des accès à la solution restent également primordiaux.

Le budget alloué est de préférence inférieur à 20 000 € par an pour la licence et le support (mode souscription).

### 1.4 Étapes et Méthodologie

#### Phase 1 : Préparation

Découverte de l'infrastructure existante, analyse des différentes configurations déjà mises en place pour mieux comprendre l'ampleur de la tâche et marche à suivre. Poser un

maximum de questions pour s'assurer de n'avoir rien oublié. Évaluer les ressources internes disponibles. Une étude de marché viendra ensuite comparer les solutions candidates.

**Phase 2 : Analyse des alternatives**

Les solutions identifiées seront testées dans un environnement de test. Cela inclut la compatibilité avec les serveurs, le stockage, la solution de backup et l'infrastructure réseau. On évaluera également les performances, la stabilité, la gestion des pannes, ainsi que les coûts (licences, support, formation). Un rapport comparatif sera rédigé avec recommandations.

**Phase 3 : Validation**

Une ou plusieurs solutions seront retenues, puis validées par Be TV.

**Phase 4 : Proof of Concept**

La mise en place d'un POC sera réalisée avec un test de migration, une démonstration de la solution sera présentée à toute l'équipe IT.

**Phase 5 : Situations**

Après le POC (Proof of Concept) , toutes les situations possibles seront débattues au sein de l'équipe et une seule sera retenue. Cela peut très bien être une solution en particulier, tout comme décider que rien ne convienne (ils resteront avec la solution de VMware).

Chaque semaine, une réunion est organisée avec l'équipe IT pour faire le point sur l'avancement du projet. De plus, un calendrier des différents objectifs sera réalisé pour garder une vue global de l'avancement (voir annexe).

**Conclusion** Ce projet représente une occasion pour Be TV de réduire ses coûts d'infrastructure virtuelle devenus excessifs. Il constitue aussi une opportunité unique pour moi d'acquérir des compétences techniques, méthodologiques et organisationnelles sur un projet de grande envergure mené en autonomie.

## 2 Infrastructure

### 2.1 Infrastructure globale

Be tv possède une large infrastructure de serveurs. Tous sont séparés entre les différentes salles techniques. Tout le réseau interne de Be Tv se trouve dans le domaine **Prod1.be** qui lui-même est séparé en différentes zones. Une fois connecté dans la zone Prod1.be, on accède à toutes les applications ou autres services.

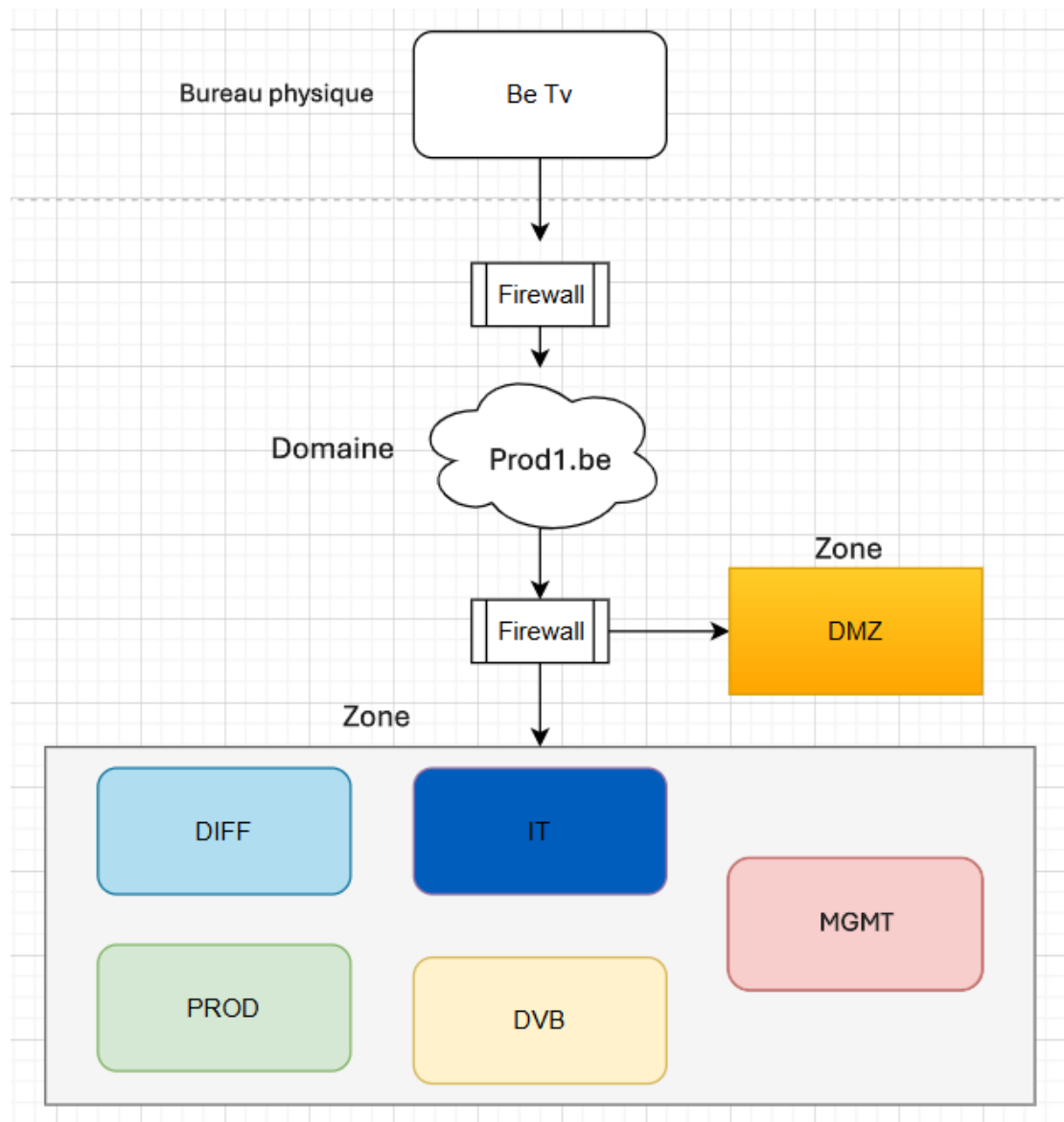


Figure 2 – Schéma logique

## 2.2 Infrastructure Virtualisation

La partie virtualisation est séparée en différentes parties. le cluster **Tatooine** et **Naboo** sont les 7 serveurs ESXi de production (HP DL380 Gen10), les 2 serveurs du cluster **lab** sont des ESXi de laboratoire (HP DL360 Gen9). Le tout géré par un Vcenter. Il s'y trouve un total de plus de 200 VM toutes différentes et avec des buts différents. Cela peut être un Windows Server 2012R2 pour faire fonctionner un logiciel de sous-titrage, comme ça peut être une VM Oracle Linux pour une base de données critique, ou bien une VM dédiée à une application développée en interne, ou un proxy, ou une simple machine de rebond... Chaque Virtual Machine est unique et fonctionne la plupart du temps indépendamment ou avec d'autres VM. Il est donc impossible de schématiser le tout. Chaque VM est sauvegardée grâce au logiciel Veeam.

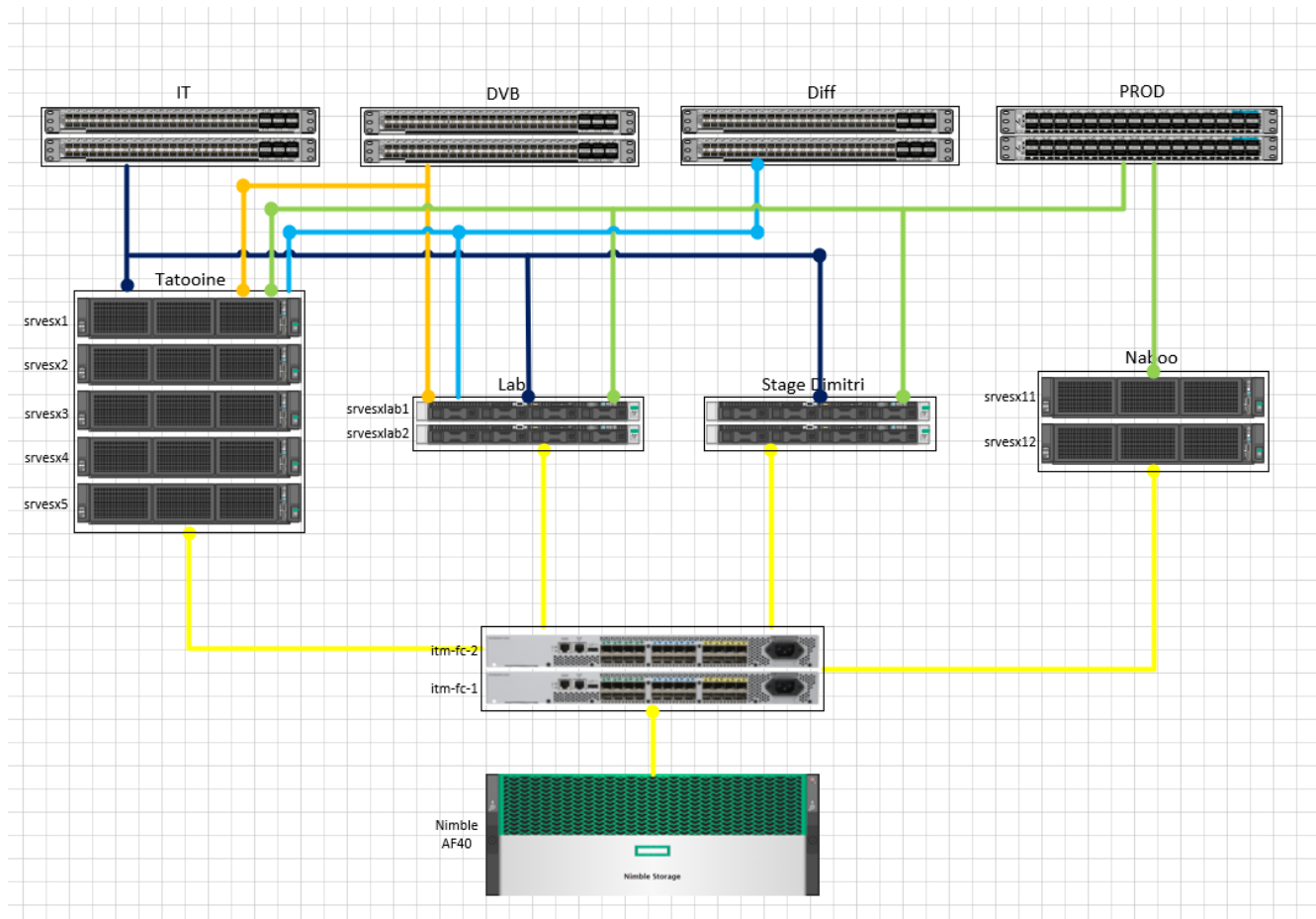
Stage Dimitri correspond à deux serveurs qu'on renommera srvvirtlab01 et srvvirtlab02 par la suite. Un troisième serveur me sera mis plus tard à disposition car c'est une condition pour le bon fonctionnement des solutions que je vais tester. Ce sont tous des HP DL360 Gen9 qui ne sont plus utilisés actuellement.

L'infrastructure de virtualisation est pensée pour que chacun des serveurs soit relié aux switchs pour recevoir les bons VLAN et les flux de données. Chaque serveur est aussi connecté aux SAN Switch pour être lié au SAN Nimble qui utilise le protocole Fibre Channel et qui est la solution 3 tiers utilisée.

Chaque switch Cisco connecté à l'environnement propose soit un débit de 1 Gbps ou 10 Gbps, ce qui correspond aux besoins des différentes cartes réseau des serveurs.

- **IT** définit la partie du réseau de l'entreprise dédiée au management (exemple : Active Directory).
- **DVB** (diffusion vidéo numérique) est la zone dédiée à toute la partie coaxiale permettant la transmission de contenus audio/vidéo.
- **PROD** est la zone dédiée à la production vidéo (exemple : serveur Adobe Première).
- **DIFF** signifie diffusion, c'est la partie dédiée à la diffusion des différentes chaînes télévisées.



**Figure 3** – Schéma infrastructure

### 3 Analyse des Alternatives

#### 3.1 Technologie

Différents critères sont recherchés pour sélectionner une technologie.

Premièrement, on recherche un hyperviseur de type 1, c'est-à-dire un logiciel qui s'installe directement sur la couche hardware du serveur et permet de créer et gérer des machines virtuelles.

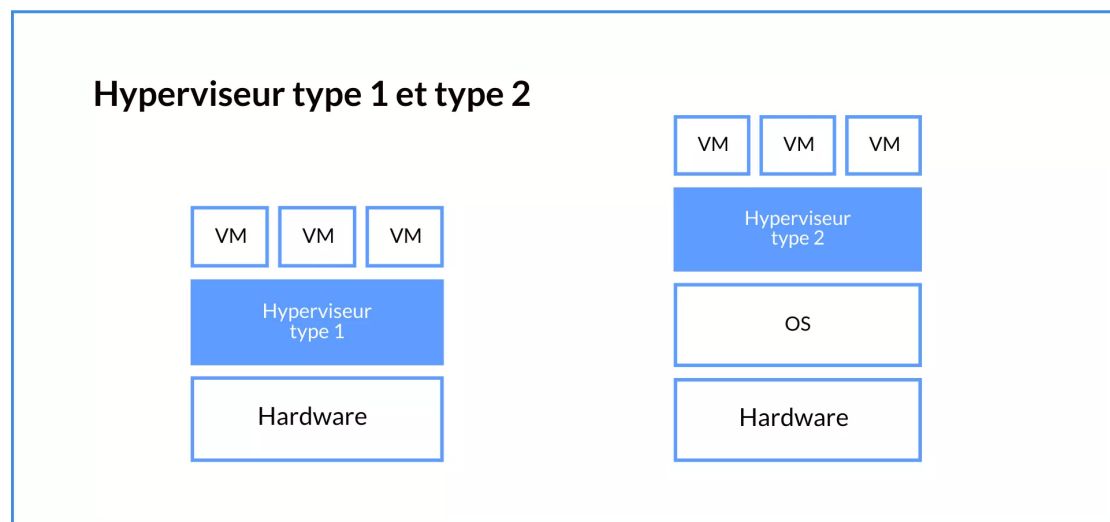


Figure 4 – Comparatif Hyperviseur type 1 et 2

J'ai sélectionné différents hyperviseurs sur base de produits actuels, de leurs fonctionnalités et de leur place sur le marché. L'objectif est donc d'analyser ces possibilités à tous points de vue, en premier de vérifier leur compatibilité au niveau de l'infrastructure présente.

Il en est ressorti 4 solutions potentielles que je vais comparer avec les fonctionnalités utilisées par l'entreprise sur les hyperviseurs **ESXI : XCP-ng, Nutanix AHV, Proxmox VE** et **VM Essential**.

Une décision a été prise dans un premier temps, de ne pas retenir Hyper-V qui est conçu avant tout pour l'environnement Windows, et non pour le multi-OS. De plus, Microsoft met ce produit de moins en moins en avant au profit d'Azure, sa solution cloud. Il est donc difficile de garantir l'avenir d'Hyper-V. Cette proposition n'est pas envisageable et est par conséquent écartée.

## 3.2 ESXI

### 3.2.1 Stockage

L'hyperviseur utilise VMFS comme type de stockage. Cela permet d'avoir différentes fonctions telles que : stockage partagé, migration à chaud (vMotion), gestion des snapshots, clone, allocation dynamique de l'espace (thin-provisioning), haute disponibilité et tolérance aux pannes (DRS Storage), tout en étant compatible avec le protocole Fibre Channel utilisé par le SAN Nimble.

### 3.2.2 Backup

Compatible et supporté par Veeam.

### 3.2.3 Orchestrateur

Vcenter permet une gestion centralisée des hyperviseurs ESXI de VMware. Il facilite la migration à chaud, donne la possibilité de faire de la haute disponibilité, mais aussi la distribution des ressources automatiques entre les différents ESXI (DRS). Il apporte sécurité et conformité.

### 3.2.4 Réseau

Distributed Switch est une fonctionnalité-clé utilisée dans l'infrastructure virtuelle, qui offre une gestion centralisée et améliorée du réseau pour les environnements virtualisés sur le Vcenter.

Les adaptateurs RDMA (Remote Direct Memory Access) permettent de réduire la latence en accédant à la mémoire d'une autre machine sans impliquer le système d'exploitation. L'adaptateur réseau paravirtualisé VMXNET3 est utilisé pour augmenter les performances. Par exemple, on obtient jusqu'à 10 Gbps pour une VM Windows.

### 3.2.5 Sécurité

L'Active Directory est connecté pour protéger la gestion des permissions. Les filtres E/S sont configurés pour la gestion et la sécurisation du trafic entre les VM. Un pare-feu par défaut est activé, il n'est pas configuré. Le port mirroring est disponible.

### 3.3 XCP-ng

#### 3.3.1 Introduction

XCP-ng (Xen Cloud Platform - Next Generation) est un hyperviseur de type 1, open source et multi-OS, basé sur l'architecture Xen.

Il s'agit d'un fork de XenServer, open source, avec pour objectif de fournir une solution de virtualisation professionnelle, libre, moderne et communautaire. De plus, la solution est compatible avec notre infrastructure actuelle. Par contre, le cluster nécessite 3 nœuds (serveurs).

#### 3.3.2 Stockage

L'hyperviseur permet l'utilisation de **LVMOHBA** comme type de stockage, cela rend disponible les fonctionnalités critiques suivantes : migration à chaud disponible seulement en version premium de l'orchestrateur, snapshot, clone et stockage partagé. De plus, c'est compatible avec le protocole Fibre Channel utilisé par le SAN Nimble. Un seul prérequis pour le LVMOHBA : avoir une carte **HBA** sur le serveur.

Par contre, le stockage est en thick provisioning et le DRS storage n'existe pas.

```
root@srvvirtlab01:~# lspci | grep -i "Fibre\SAS\SCSI"
08:00.0 Fibre Channel: QLogic Corp. ISP2532-based 8Gb Fibre Channel to PCI Express HBA (rev 02)
08:00.1 Fibre Channel: QLogic Corp. ISP2532-based 8Gb Fibre Channel to PCI Express HBA (rev 02)
root@srvvirtlab01:~# █
```

Figure 5 – Enter Caption

#### 3.3.3 Backup et Monitoring

Bien qu'un plugin Centreon existe, malheureusement, XCP-ng n'est pas encore supporté par Veeam. Pour le moment, il est nécessaire d'installer un agent sur chaque VM.

#### 3.3.4 Orchestrateur

XCP-ng propose Xen Orchestra comme orchestrateur pour centraliser la gestion des différents hyperviseurs. Après plusieurs semaines de tests, différentes fonctionnalités manquent à l'appel :

- Pas de possibilité de redimensionnement des disques d'une VM existante.
- Trop peu de templates de VM disponibles (celui de Windows Server 2025 ou 2012R2 par exemple).
- Impossible d'organiser les différentes ressources dans des dossiers ou groupes.
- Interface non intuitive.

- Pas de DRS automatique sauf sur la version Premium.
- Trop d'options accessibles uniquement en ligne de commande et pas d'accès directe à celle-ci.

### 3.3.5 Réseau

Utilisation d'OVS (Open Virtual Switch), compatible avec le matériel Cisco utilisé au sein de l'entreprise.

Xen Orchestra donne la possibilité d'appliquer les configurations réseau sur tout un cluster directement, le Software Defined Network (équivalent de Distributed Switches) n'est disponible que dans la version premium.

XCP-ng ne possède pas d'adaptateur paravirtualisé, ce qui empêche d'avoir un débit supérieur à 1 Gbps pour les VM Windows.

### 3.3.6 Sécurité

Possibilité de connecter l'Active Directory via un plugin LDAP.

Pas de pare-feu disponible nativement.

Le port mirroring n'est pas disponible via la ligne de commande, mais peut être configuré manuellement en ligne de commande.

### 3.3.7 Prix

Très compétitif : 1800 € par hôte et par an (à partir de 4 hôtes), sans négociation.

## 3.4 Nutanix AHV

### 3.4.1 Introduction

Nutanix est une solution dite "hyperconvergée". Objectivement, c'est le produit le plus abouti et mature parmi ceux sur le marché, notamment en matière de fonctionnalités professionnelles.

L'hyperconvergence intègre tous les composants (stockage, mise en réseau, calcul) dans les serveurs eux-mêmes, ce qui implique un changement matériel conséquent et coûteux, en raison de nombreuses restrictions.

Par contre, le cluster nécessite 3 nœuds pour bien fonctionner.

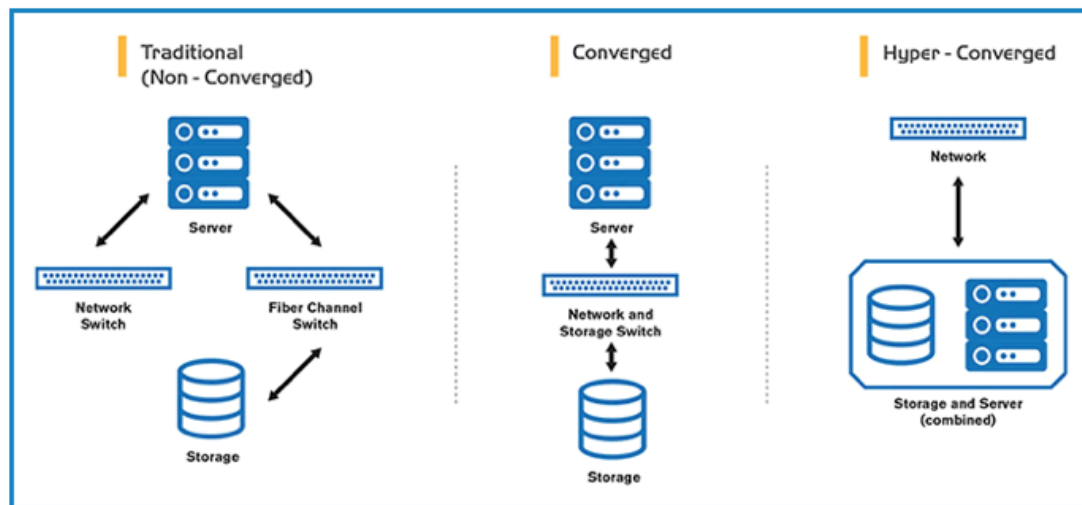


Figure 6 – Hyperconvergence

Heureusement, notre environnement de lab, tout comme le SAN Nimble, doivent être remplacés prochainement. Cela pourrait permettre une migration complète en une seule opération. Nutanix est supporté uniquement par certaines marques (Cisco, Dell, Lenovo, HPE), dont HPE est notre principal fournisseur.

### 3.4.2 Stockage

- Stockage de type NDFS optimise directement le stockage et n'a donc pas besoin de DRS storage.
- Migration à chaud des VM.
- Gestion complète du système de snapshot et de clone.
- Allocation dynamique de l'espace (thin-provisioning).

### 3.4.3 Backup et Monitoring

La solution de virtualisation est complètement intégrée et supportée par Veeam. De plus, un plugin Nutanix existe avec Centreon.

#### 3.4.4 Orchestrateur

Nutanix utilise Prism comme équivalent de Vcenter pour la gestion de ses hyperviseurs. Il a la capacité de réaliser un équilibrage de charge et de placement intelligent des machines virtuelles (DRS), mais aussi de proposer de la haute disponibilité.

#### 3.4.5 Réseau

Nutanix ne propose pas de commutateur distribué comme VMware, par contre, il sait gérer les réseaux logiques et les configurations de commutateurs virtuels via Prism. Il utilise aussi les adaptateurs RDMA pour de meilleures performances. Il possède aussi des adaptateurs réseau paravirtualisés pour améliorer les performances réseau des machines virtuelles.

#### 3.4.6 Sécurité

Nutanix AHV propose un pare-feu pour gérer la sécurité et évidemment la possibilité de connecter un Active Directory pour la gestion des accès avec gestion des rôles avancée. Il possède aussi des filtres d'E/S pour la sécurité et la gestion du trafic réseau. Le port mirroring est possible sur les hyperviseurs.

#### 3.4.7 Prix

Pour le remplacement du hardware par celui de Nutanix, cela représente 68 432,83 euros pour trois nœuds.

Les licences de 5 ans pour la version PRO doivent aussi être intégrées, pour un coût respectif de 44 122,27 €. Les prix peuvent être négociés.

### 3.5 Proxmox VE

#### 3.5.1 Introduction

Proxmox VE est un hyperviseur de type 1, open source et multi-OS, basé sur KVM/QEMU, intégré directement au noyau Linux. C'est une solution très performante, stable et flexible, basée sur Debian.

Jusqu'à récemment, elle était plutôt orientée home lab (gestion d'un seul cluster). Cependant, Proxmox dispose aujourd'hui de l'une des meilleures documentations, ainsi que d'un forum actif où les développeurs répondent directement. En plus des VM, il gère aussi nativement les Linux Containers (LXC). Par contre, cela nécessite 3 nœuds pour le bon fonctionnement du cluster.

### 3.5.2 Stockage

Proxmox VE propose LVM comme type de stockage compatible avec le protocole Fibre Channel ou Ceph (leur solution hyperconvergée). Il permet la migration à chaud, la gestion des snapshots, des clones. Il a aussi la possibilité de faire de la migration à chaud. Il n'a pas de DRS storage (pas utile avec CEPH). Le stockage LVM est thick provisioning, néanmoins, Ceph est un thin provisioning.

### 3.5.3 Backup et Monitoring

Proxmox est désormais compatible avec Veeam depuis assez peu de temps. De plus, il existe aussi un plugin Centreon.

### 3.5.4 Orchestrateur

Proxmox VE donne la possibilité de gérer tous les noeuds depuis une interface web très intuitive, intégrée dans chacun des hyperviseurs permettant de gérer le cluster depuis n'importe quel hyperviseur. Depuis la version 8.4, Proxmox Datacenter Manager est en alpha pour pouvoir gérer dans le futur plusieurs clusters.

Proxmox VE propose un DRS semi-automatique.

L'hyperviseur peut mettre en place les adaptateurs RDMA ou non en fonction du type de stockage.

Il y a une grande quantité d'options avancées simples à mettre en place.

### 3.5.5 Réseau

- Adaptateurs réseaux OVS ou Linux Bridge.
- Software-Defined Networking (équivalent à Distributed Switches)
- Adaptateurs réseaux paravirtualisés VirtIO très efficaces (10 Gbps pour une VM Windows).

### 3.5.6 Sécurité

Intégration Active Directory possible via l'interface graphique avec gestion des rôles avancée. Pare-feu intégré directement dans Proxmox VE. Le port mirroring ne peut être mis en place qu'en ligne de commande.



### 3.5.7 Prix

Tarif correct : 530 € par socket CPU et par an, ou 530 € selon les besoins réels. Tarifs négociables.

## 3.6 VM Essential

VM Essential est un hyperviseur basé sur KVM, orchestré via une version modifiée de Morpheus. Il aurait pu être intéressant, notamment car il est développé par HPE et que tous les serveurs utilisés dans le cadre de la virtualisation au sein de l'entreprise sont des HPE.

Après être allé voir une conférence, nous avons compris que ce produit ne répond pas à nos besoins. Très récent (lancé en février 2025), il est encore très immature. La documentation est quasiment inexistante et les informations le concernant trop disparates.

Malgré un tarif agressif de 50 \$ par socket CPU par an (prix liste, négociable) et qu'il soit supporté officiellement par HPE, il manque à cet hyperviseur de nombreuses fonctionnalités critiques :

- Pas de migration à chaud (ou uniquement si tous les serveurs sont de même génération),
- Pas de DRS,
- Non supporté par Veeam,
- Interface graphique incomplète, etc.

HPE investit fortement dans cette solution, qui pourrait devenir intéressante d'ici deux à trois ans minimum. Mais Be Tv ne peut pas se permettre d'utiliser une solution qui ne soit pas encore fiable sur le long terme.

## 3.7 Choix solution

Tableau récapitulatif en fonction des points indispensables :

Fonctionnalités	ESXI	XCP-ng	Nutanix AHV	Proxmox VE
Migration à chaud	V	V	V	V
Snapshot	V	V	V	V
Clone	V	V	V	V
Stockage partagé	V	V	V	V
Anti DRS	V	V	V	V
Secure Boot	V	V	V	V
Débit suffisant	V	V	V	V
Active Directory	V	V	V	V
Vue centralisée	V	V	V	V
Veeam	V	X	V	V
Prix	V	V	X	V

**Table 1** – Tableau comparatif

Après discussion avec l'équipe de Be Tv, nous avons conclu qu'il n'était pas envisageable de partir sur la solution de Nutanix, car le but premier de ce projet est de réduire les dépenses. Hors, son prix est aussi élevé que la solution actuelle de VMware. Pour XCP-ng, il correspondait aux attentes, sauf pour Veeam qui est une des conditions indispensables. Comme on ne peut pas se permettre de rajouter un agent Veeam sur chaque VM, on souhaite partir sur Proxmox VE qui semble être le seul à remplir les conditions sine qua non.

## 4 Proof Of Concept

Pour mettre en place un POC avec Proxmox et le configurer, on m'a fourni trois serveurs, deux identiques et un troisième moins performant qui n'était là que pour s'assurer que le cluster Proxmox fonctionnerait bien. Il faut suivre une multitude d'étapes différentes pour réaliser ce Proof of Concept. De ce fait, chaque information sensible donnée par la suite, telle que les VLANs ou les adresses IP, sera fictive pour des raisons de sécurité.

### 4.1 Réinitialisation

Premièrement, réinitialisez complètement chacun des serveurs mis à ma disposition en démarrant avec le nouvel ISO Proxmox VE 8.4 via l'iLO des serveurs HPE.

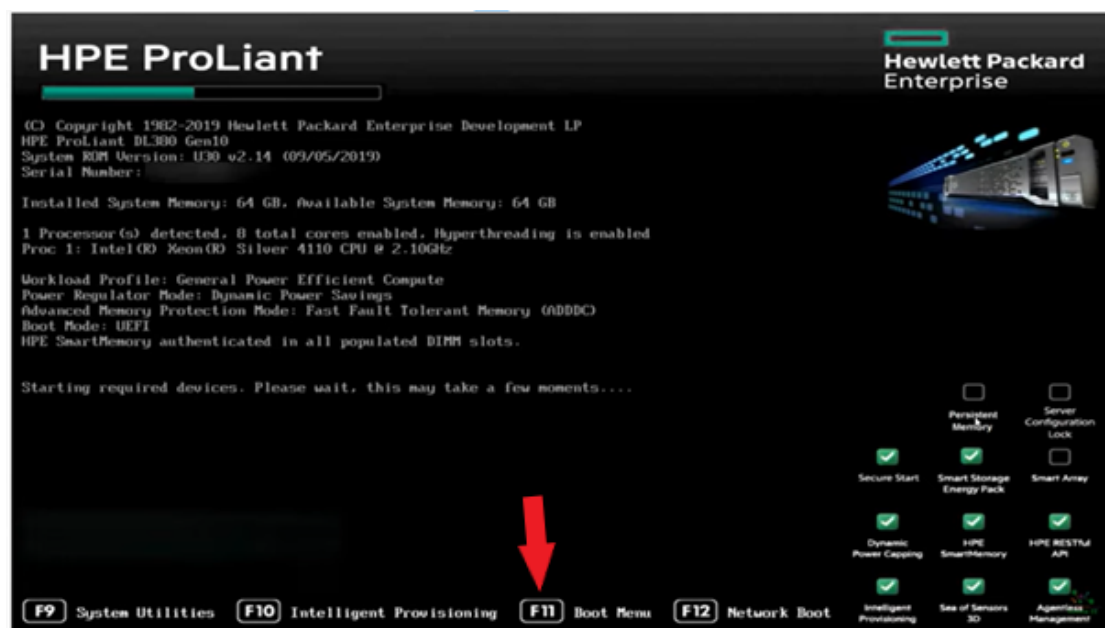


Figure 7 – Boot ISO

### 4.2 Configuration générale

Ensuite, Proxmox VE nous guide tout au long du processus d'installation. Concernant le stockage, il est nécessaire de sélectionner le stockage local de la machine plutôt que l'un des différents disques de trois téraoctets identifiés par le serveur, qui sont en réalité les disques faisant partie du SAN Nimble, détectés par nos machines.

Le stockage choisi allouera une partie de son espace pour les images ISO, les modèles de conteneurs Linux, et les sauvegardes. Une autre section sera automatiquement attribuée à un stockage de type LVM-thin, qui utilise le thin provisioning. Cela signifie que l'espace est alloué de manière dynamique, au fur et à mesure des besoins, plutôt que de réserver immédiatement tout l'espace nécessaire, comme c'est le cas avec le thick provisioning.

Une autre section du stockage sera réservée au BIOS Boot, tandis que la dernière partie sera dédiée à l'EFI (Extensible Firmware Interface), qui sont différents micrologiciels (firmwares) utilisés par Proxmox.

Pour ce qui est de l'adressage IP, Proxmox fonctionne avec la notation CIDR, ce qui demande de rajouter le masque réseau après chaque IP. Dans notre cas, on donnera l'IP 10.54.200.11/24, 10.54.200.1 comme passerelle, et 10.54.222.22 comme DNS. Faire de même pour les deux autres serveurs en donnant .12 et .13.

Pour la sélection du port réseau, il faut savoir quel nom correspond à quel port. Le fait d'avoir huit ports différents complexifie notre situation. Nous avons donc dû trouver le port dédié au management, en l'occurrence eno1.

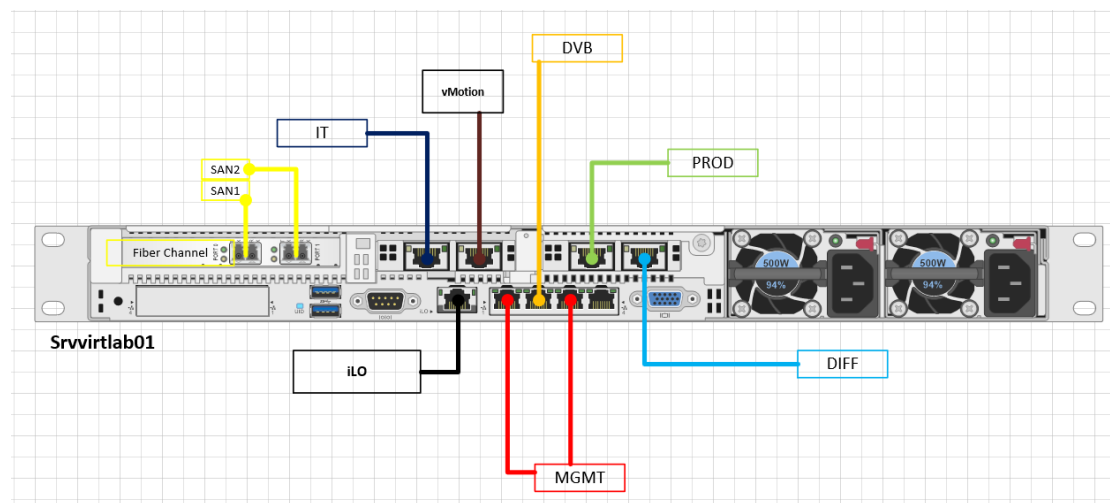


Figure 8 – NIC

Par la suite, on viendra modifier la configuration réseau pour qu'elle corresponde à notre schéma.

Une fois l'ISO correctement démarré, Proxmox nous donne un lien pour accéder à l'interface graphique via un navigateur web. Une fois sur l'interface graphique, on peut se connecter avec l'identifiant et le mot de passe utilisés lors de la configuration de Proxmox.

### 4.3 Configuration Réseau

Proxmox VE propose différentes technologies pour mettre en place la distribution du réseau aux serveurs pour qu'ils puissent accéder aux différents VLANs de l'entreprise. Dans le cas où l'on souhaite une configuration simple, rapide et efficace, on utilisera **"Linux Networking"**.

Pour mettre en place une bonne configuration, au lieu de le faire via l'interface, on se rend en ligne de commande dans `/etc/network/interfaces` pour y mettre notre nouvelle configuration directement la configuration complète (voir code).

**Vérification :** On peut vérifier que les bons VLANs arrivent sur les bons switches virtuels grâce à la commande :

```
tcpdump -i ens3f0 -e VLAN  
#remplacer ens3f0 par le nom du port réseau que vous voulez vérifier
```

En plus de cela, on peut simplement faire un teste de PING avec un vm, dont l'adaptateur réseau serait relié au virtual switches.

Dans le cas où l'on souhaiterait mettre en place une configuration plus complexe avec des fonctionnalités plus avancées, on utilisera OVS (Open vSwitch), qui permet notamment d'activer des options comme le **port mirroring**.

Ce dispositif important est utilisé uniquement dans l'environnement de production pour un certain type de VM étant dédié à une solution de cybersécurité.

De plus, il n'est pas disponible avec le Linux networking (comme les Linux Bridges par exemple). Par conséquent, on nous demande d'utiliser OVS (Open Virtual Switch), qui permet d'ailleurs de nombreuses autres fonctionnalités avancées non disponibles avec le Linux networking.

Pour la mettre en place, il suffit d'installer les paquets, puis de tout configurer via l'interface de Proxmox VE de manière assez simple.

En revanche, une fois le réseau configuré, la configuration du port mirroring devra se faire via la ligne de commande, car cette fonctionnalité n'est pas encore intégrée à l'interface graphique.

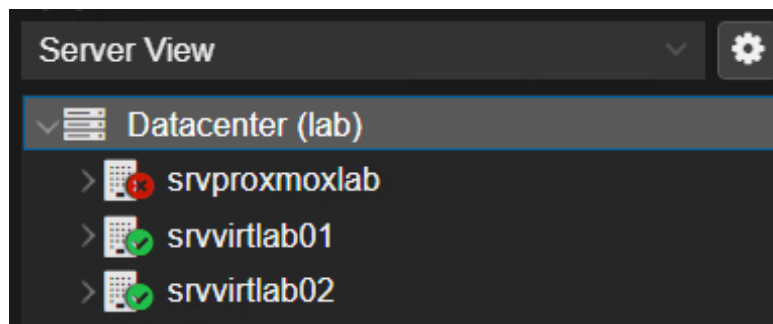
#### 4.4 Cluster Configuration

Proxmox VE donne la possibilité de relier assez facilement les serveurs entre eux pour former un cluster, permettant par la suite d'accéder à chaque serveur depuis n'importe quelle interface. Chaque serveur d'un cluster est appelé **noeud**.

Pour cela, il suffit d'aller dans la section Datacenter, puis Cluster, et de créer un cluster en ajoutant les autres serveurs avec les "join information".

Chaque noeud du cluster est synchronisé par le service Corosync de Proxmox, et chacun possède une voix pour voter en cas d'événement particulier.

Toutes les modifications pour le cluster peuvent se faire soit via l'onglet Datacenter, soit en ligne de commande dans `/etc/pve/`, où se trouvent toutes les configurations du cluster.

**Figure 9** – Cluster

Ensuite, on se rend dans Datacenter, puis Options pour mettre en place les configurations de notre cluster. Premièrement, modifiez "Migration Settings" en définissant le réseau. Dans notre cas, cela donne 10.54.37.0/24, ce qui définit que toute migration de VM entre les différents serveurs se fera via ce réseau. C'est aussi pour cette raison que, dans la configuration réseau de nos serveurs, on a donné une IP pour vmbrVMotion. Pour vérifier que cela fonctionne correctement, on peut faire par la suite un test de migration de VM en utilisant "iftop" en ligne de commande, ce qui permet de voir le flux passant à travers les différents ports physiques. On constate alors qu'il n'y a que le port ens2f1 qui reçoit un grand flux de données.

Pour finir, modifiez le Cluster Resource Scheduling en sélectionnant l'option "static load" et "rebalance on start" pour que le CRS déplace les VM à chaque fois qu'elles démarrent, en fonction des ressources utilisées des serveurs. Contrairement à VMware, le CRS n'est pas automatique.

#### 4.5 Haute Disponibilité et Tolérance aux Pannes

Dans le but d'éviter de perdre des VM, Proxmox VE permet de mettre en place très simplement la haute disponibilité en cas de panne ou de maintenance d'un serveur. Dans Datacenter, HA, puis Groups, vous pouvez créer différents groupes de serveurs pour la haute disponibilité, et donner des priorités entre les différents noeuds pour l'équilibrage des charges.

On peut également décider de mettre en place un "no-failback", c'est un mode qui empêche les VM de remigrer vers leur serveur d'origine lors de son rétablissement. Il y a aussi le mode "restricted" qui empêche toutes les VM de migrer de serveurs, même si celui-ci tombe, et protège aussi du CRS mis en place précédemment. Ce dernier point est particulièrement important dans notre, vu que certaines VM de l'infrastructure existante doivent impérativement rester sur un noeud spécifique, même si celui-ci tombe en panne. Ce sont les VM dédiés à une solution de cybersécurité spécifique qui se trouvent dans leur environnement de production.

Une fois les groupes créés, on peut ajouter manuellement chaque VM dans le groupe

souhaité.

**Edit: HA Group**

ID: notmove      restricted: ☒      nofailback: ☐

Comment:

<input type="checkbox"/> Node ↑	Memory usage %	CPU usage	Priority
<input type="checkbox"/> srvproxmoxlab	0.0 %		1
<input type="checkbox"/> srvvirtlab01	6.5 %	0.4% of 56 CPUs	2
<input checked="" type="checkbox"/> srvvirtlab02	1.7 %	0.3% of 56 CPUs	2

Figure 10 – HA Groups

Dans mon cas j'ai réalisé des testes en débranchant directement les serveurs pour simuler une panne ou bien en mettant le serveur en maintenance grâce à la commande :

```
ha-manager crm-command node-maintenance enable #activer la maintenance
ha-manager crm-command node-maintenance disable #désactiver la maintenance
```

## 4.6 Stockage

Maintenant, on doit mettre en place un stockage block qui doit être partagé parmi les différents noeuds pour stocker les VM et qui permet d'utiliser la migration à chaud.

Un stockage block level est un type de stockage qui fournit aux serveurs un accès direct aux blocs bruts de données, comme s'il s'agissait d'un disque physique. Contrairement au stockage fichier, ce type de stockage ne gère pas les fichiers ni les répertoires. C'est le système de fichiers de l'OS (ou de la VM) qui les crée au-dessus des blocs. C'est rapide, performant, et compatible avec les fonctionnalités comme la migration à chaud.

Dans notre cas, il n'y a que deux possibilités. Comme Proxmox VE est principalement compatible avec le protocole iSCSI et non Fibre Channel utilisé par le Nimble, on ne peut mettre en place qu'un stockage de type LVM qui est un stockage thick (Il s'agit d'une couche logicielle légère qui se superpose aux disques durs et aux partitions. Elle permet de diviser l'espace disque disponible en volumes logiques plus petits et de gérer l'espace disponible). Le seul gros problème est qu'il est impossible de réaliser des snapshots. Sachant que les employés de Be TV n'utilisent les snapshots que temporairement lorsqu'ils font une mise à jour sur une VM, que les serveurs sont un peu surdimensionnés par rapport au réel besoin et que Proxmox VE est très puissant, on s'est mis d'accord avec l'équipe IT d'utiliser la fonctionnalité de clonage à chaud pour créer temporairement un

clone qui ferait office de snapshot, mais qui serait beaucoup plus gourmand en ressources.

Description	Plugin type	Level	Shared	Snapshots	Stable
ZFS (local)	zfspool	both <sup>1</sup>	no	yes	yes
Directory	dir	file	no	no <sup>2</sup>	yes
BTRFS	btrfs	file	no	yes	technology preview
NFS	nfs	file	yes	no <sup>2</sup>	yes
CIFS	cifs	file	yes	no <sup>2</sup>	yes
Proxmox Backup	pbs	both	yes	n/a	yes
GlusterFS	glusterfs	file	yes	no <sup>2</sup>	yes
CephFS	cephfs	file	yes	yes	yes
LVM	lvm	block	no <sup>3</sup>	no	yes
LVM-thin	lvmthin	block	no	yes	yes
iSCSI/kernel	iscsi	block	yes	no	yes
iSCSI/libiscsi	iscsidirect	block	yes	no	yes
Ceph/RBD	rbd	block	yes	yes	yes
ZFS over iSCSI	zfs	block	yes	yes	yes

<sup>1</sup>: Disk images for VMs are stored in ZFS volume (zvol) datasets, which provide block device functionality.

<sup>2</sup>: On file based storages, snapshots are possible with the *qcow2* format.

<sup>3</sup>: It is possible to use LVM on top of an iSCSI or FC-based storage. That way you get a *shared* LVM storage

Figure 11 – Stockage

Le stockage **CEPH/RBD** est une autre possibilité de stockage qui offre toutes les fonctionnalités, y compris le snapshotting. Ce système d'hyperconvergence de Proxmox VE permet d'avoir une solution tout-en-un qui remplacerait le SAN Nimble. Cependant, une telle solution requerrait un certain coût de mise en place.

Il existe aussi un partenaire de Proxmox, **Blockbridge**, qui propose du matériel pour une architecture trois tiers, comme celle qui existe actuellement chez Be TV, permettant d'avoir également un système de snapshots. Leur produit propose deux déclinaisons : soit il utilise le protocole iSCSI, soit le protocole NVMe, qui est ultra-performant.



Description	Level	High-Availability	Shared	Snapshots	Stable
NVMe/Blockbridge	block	yes	yes	yes	yes
iSCSI/Blockbridge	block	yes	yes	yes	yes
Ceph/RBD	block	yes	yes	yes	yes
iSCSI/kernel	block	inherit [1]	yes	no	yes
LVM	block	inherit [1]	yes [2]	no	yes
LVM-thin	block	no	no	yes	yes
iSCSI/ZFS	block	no	yes	yes	yes

Note 1: LVM and iSCSI inherit the availability characteristics of the underlying storage.  
Note 2: LVM can be deployed on iSCSI-based storage to achieve shared storage.

Figure 12 – Blockbridge

Pour mettre en place le stockage **LVM** sur Proxmox VE, il faut d'abord bien comprendre comment il fonctionne. Celui-ci par exemple ne voit pas les LUNs (une partie de stockage présentée à un serveur par le SAN). De ce fait, on doit sur chaque noeud identifier les disques du SAN en récupérant les wwid (World Wide Identifier) pour pouvoir mapper les LUN (voir code). On voit bien que les LUN sont du Nimble sont correctement mapper.

```

root@srvvirtlab01:~# multipath -ll
----- dm-10 Nimble,Server
size=3.0T features='1 queue_if_no_path' hwhandler='1 alua' wp=rw
|+- policy='service-time 0' prio=50 status=active
| |- 1:0:1:46 sde 8:64 active ready running
| `-- 2:0:1:46 sdi 8:128 active ready running
`+- policy='service-time 0' prio=10 status=enabled
   |- 1:0:0:46 sdc 8:32 active ready running
   `-- 2:0:0:46 sdg 8:96 active ready running
----- dm-9 Nimble,Server
size=3.0T features='1 queue_if_no_path' hwhandler='1 alua' wp=rw
|+- policy='service-time 0' prio=50 status=active
| |- 1:0:1:45 sdd 8:48 active ready running
| `-- 2:0:1:45 sdh 8:112 active ready running
`+- policy='service-time 0' prio=10 status=enabled
   |- 1:0:0:45 sdb 8:16 active ready running
   `-- 2:0:0:45 sdf 8:80 active ready running
root@srvvirtlab01:~#

```

Figure 13 – Mappage

Maintenant on peut créer un volume physique :

`pvccreate /dev/mapper/wwid` (remplacer wwid par le wwid récupéré)

Ensuite créer un volume groupe :

`vgcreate LUN45 /dev/mapper/wwid` (remplacer wwid par le wwid récupéré)

Pour finir, on peut rajouter via l'interface web les différents LUN en stockage partagé sur chacun des noeuds, dans Datacenter, puis Storage.

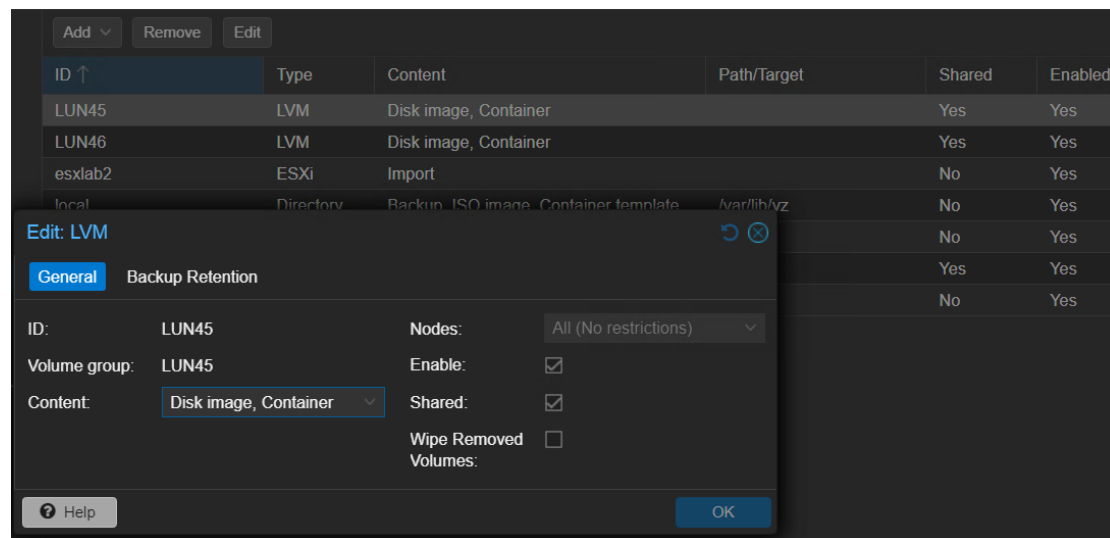


Figure 14 – Storage

## 4.7 Software-Defined Network

Lorsqu'on doit connecter une vm à un VLAN spécifique, Proxmox VE propose deux possibilités : soit on connaît par coeur le tag du VLAN et cela ne demande aucune configuration supplémentaire (inenviable dans notre cas). Soit, on peut mettre en place un **SDN** (Software-Defined Network), une alternative au **Distributed Switch** des ESXI. Cela permet de gérer dynamiquement les différents réseaux distribués au sein du cluster.

Le SDN nous permet d'appliquer différentes zones aux différents noeuds du cluster. Une zone est un espace réseau isolé où l'on peut définir différentes règles globales. Cette zone est elle-même composée de différents VNets (virtual network).

Premièrement, on crée une zone de type VLAN où l'on définit sur quel bridge(s) et quel(s) noeud(s) elle s'applique. C'est pour cette raison qu'on a donné des noms similaires de virtual switch sur chacun des noeuds.

Ensuite, on va créer des VNets en leur attribuant une zone spécifique et en définissant le tag VLAN qui leur sera associé.

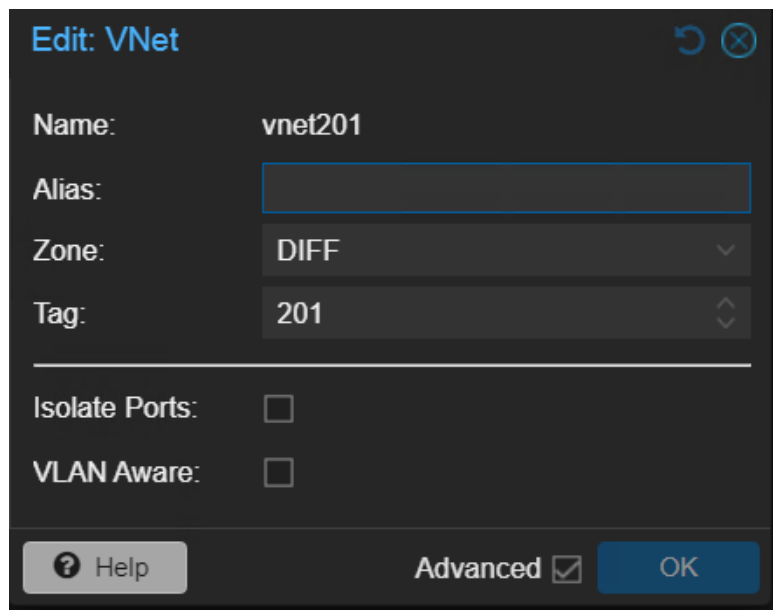


Figure 15 – SDN

Pour finir, on doit créer les subnets acceptés dans ce VNets, c'est-à-dire la plage d'adresse IP acceptée par le VNet.

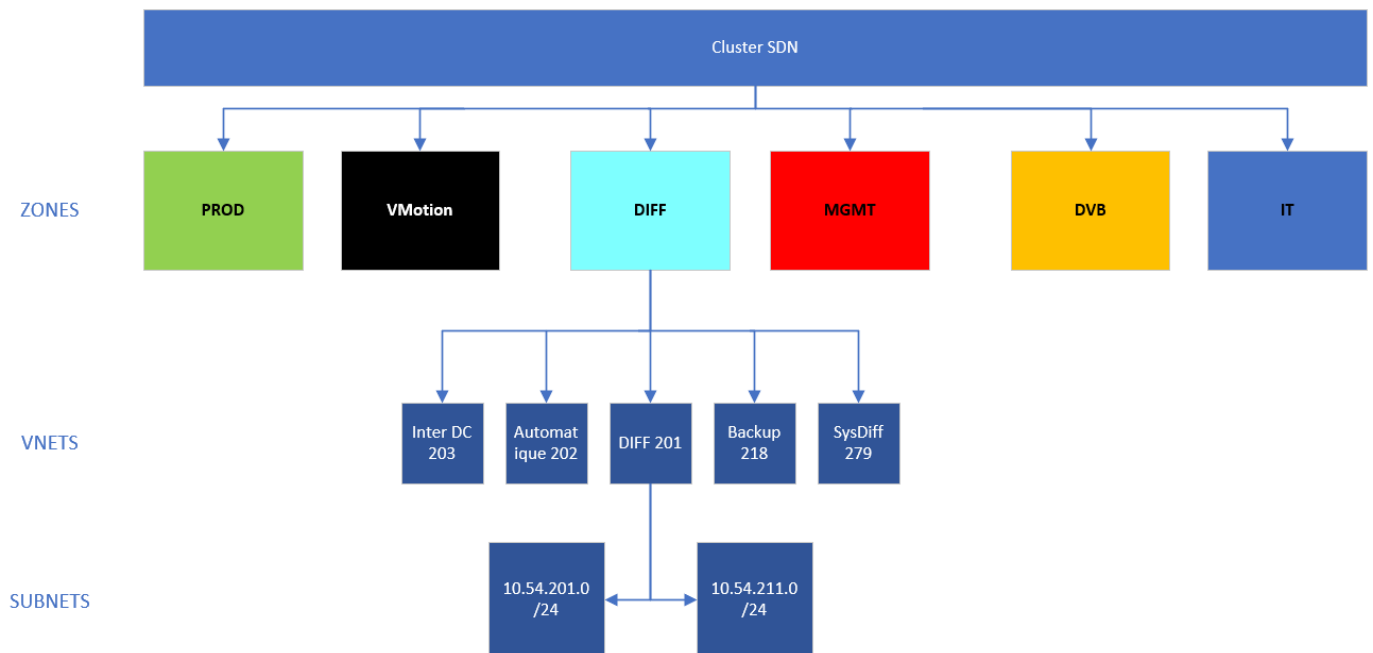


Figure 16 – Vue Globale

### 4.8 Veeam

Pour connecter Veeam à Proxmox VE, les étapes sont les suivantes :

- Passer par le logiciel Veeam déjà mis en place par l'entreprise
  - Ajouter un serveur Proxmox VE en lui donnant l'adresse IP de la machine et les identifiants pour s'y connecter en tant que root.
- Il détectera la machine ainsi que tout le cluster.

Après cela, il ne reste plus qu'à sélectionner un stockage local avec au moins 150 Gigabytes d'espace libre pour que Veeam déploie une machine virtuelle (VM) Worker sur l'hyperviseur.

La VM fait 100 Gigabytes, utilise 6 vCPU (unités centrales de traitement virtuelles) et 6 gigaoctets de RAM. Cela lui permet de faire des sauvegardes complètes de 4 VM en simultanée, mais aussi de faire des sauvegardes incrémentielles, c'est-à-dire faire une comparaison avec la dernière sauvegarde et ne récupérer que les blocs de données modifiés. Cela est basé sur le système de snapshots. Cela permet d'augmenter drastiquement les performances et de rendre les sauvegardes plus légères.

Cela fonctionne même si les VM sont dans un autre stockage qui n'accepte pas le système de snapshots, du moment qu'il puisse stocker temporairement la sauvegarde incrémentielle sur le stockage local le temps de l'envoyer vers Veeam.

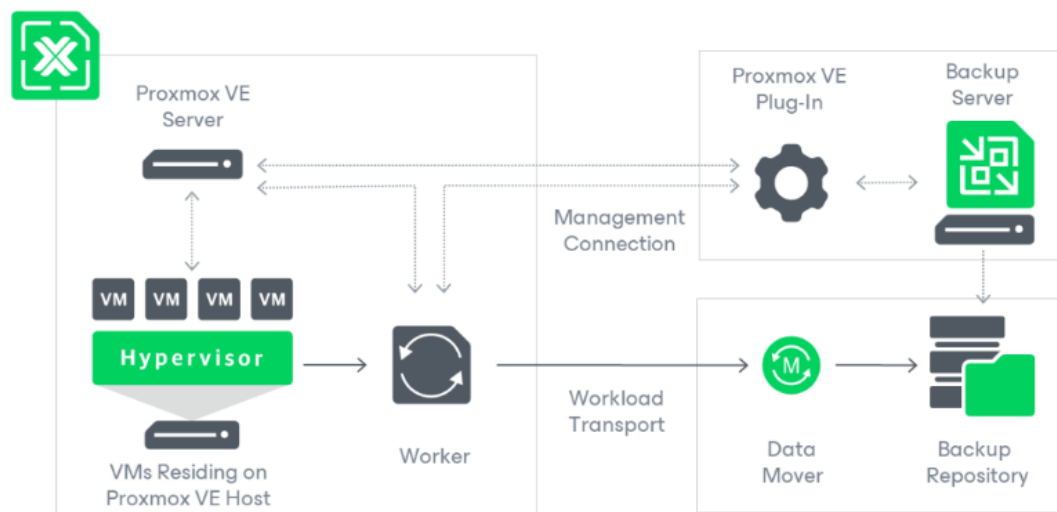


Figure 17 – Architecture Veeam

## 4.9 Centreon

Le logiciel de monitoring Centreon propose déjà un plugin à mettre en place pour Proxmox VE qui ne demande aucune configuration spécifique dans le cluster.

## 4.10 Sécurité

Pour sécuriser l'infrastructure, on ne peut pas laisser la possibilité de se connecter en tant qu'utilisateur root pour accéder au cluster tout entier et avoir accès à toutes les ressources. Heureusement, Proxmox VE propose plusieurs outils de sécurité à mettre en place.

Un système de pare-feu complet peut être configuré et appliqué sur les différents noeuds, les différents sous-réseaux, mais aussi directement sur les machines virtuelles (VM).

Actuellement, personne n'utilise ce système. Il est pourtant prépondérant pour sécuriser les VM critiques de l'infrastructure. Néanmoins, pour l'instant, nous ne l'utiliserons pas puisqu'il s'agit d'un environnement de laboratoire.

De plus, pour l'accès aux différentes ressources, un système de permissions complet peut être mis en place. Dans notre cas, nous allons simplement récupérer les différents utilisateurs de l'Active Directory de Be TV, permettant à chacun de se connecter avec ses identifiants et mot de passe d'entreprise. Le tout est de rassembler à ce moment-là les utilisateurs dans différents groupes auxquels on attribuera différentes permissions.

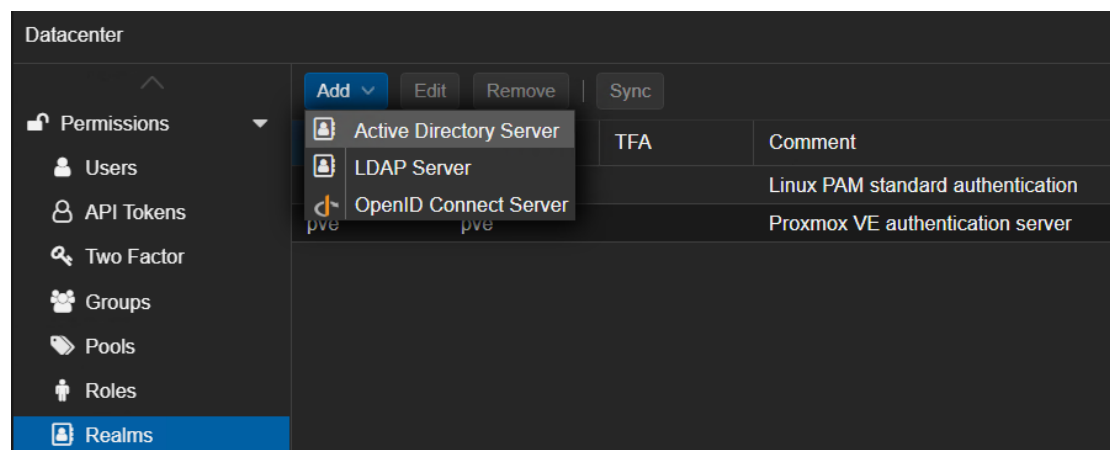


Figure 18 – Active Directory

Il existe déjà une liste de rôles prédéfinis par Proxmox VE avec différents privilèges, mais on peut aussi créer de nouveaux rôles en leur donnant leurs propres privilèges, ce qui est

totalement personnalisable.

De plus, on peut établir des permissions sur chacun des éléments du cluster.

Il existe différents moyens de sécuriser une machine virtuelle (VM). Il y a les règles de pare-feu et les permissions expliquées précédemment, mais aussi le mode **Protection** qui se trouve dans les options de la VM.

Enfin, un disque **EFI** peut être ajouté à notre VM. Il est en effet indispensable pour certaines fonctionnalités de sécurité telles que le **secure boot** (est une fonctionnalité de sécurité conçue pour assurer que seul un logiciel de confiance est exécuté lors du démarrage d'un ordinateur). On peut aussi rajouter un **TPM State** (the Trusted Platform Module ).

#### 4.11 Migration

Maintenant que notre infrastructure est prête, nous allons pouvoir migrer les machines virtuelles (VM) des ESXi de laboratoire. Proxmox VE propose un système pour connecter directement l'hyperviseur VMware à nos différents nœuds du cluster, nous donnant la possibilité de télécharger chaque VM que nous souhaitons sur un nœud, tout en conservant toutes les configurations de la VM.

Lors de la migration d'une VM, différents problèmes peuvent survenir. Premièrement, il peut y avoir un problème de bus/device du disque (interface qui connecte les disques virtuels à la VM, déterminant la méthode de transfert des données). Par défaut, Proxmox VE utilise SCSI, qui ne fonctionne que si la VM possède les pilotes Virtio. Ces pilotes se trouvent dans la plupart des distributions Linux, y compris Oracle Linux, mais pas pour Windows. Cela signifie que pour chaque VM Windows téléchargée, nous devons d'abord démarrer avec un bus/device SATA pour que la VM accepte de se lancer correctement.

Pour obtenir les meilleures performances, nous devons changer l'ordre de démarrage dans les options de la VM pour charger une image du pilote Virtio, accéder à la VM pour installer le pilote, et supprimer les anciens pilotes (VMXNET3). Ensuite, nous redémarrons avec le bon ordre de démarrage et avec SCSI comme bus/device. Par la suite, nous pouvons changer le SCSI Controller par VirtIO SCSI single, qui est plus performant. Le SCSI controller est un composant virtuel ou matériel qui permet de communiquer avec des périphériques de stockage. Pour finir, nous pouvons changer le modèle de l'adaptateur réseau (VMXNET3) par VirtIO, qui est l'adaptateur paravirtualisé de Proxmox VE.

Le deuxième problème est que, fatalement, notre VM a perdu toute connexion réseau. Par conséquent, il faut définir dans quel VLAN se trouve la VM dans l'adaptateur réseau. De plus, il faut accéder à la VM pour redéfinir son adresse IP.

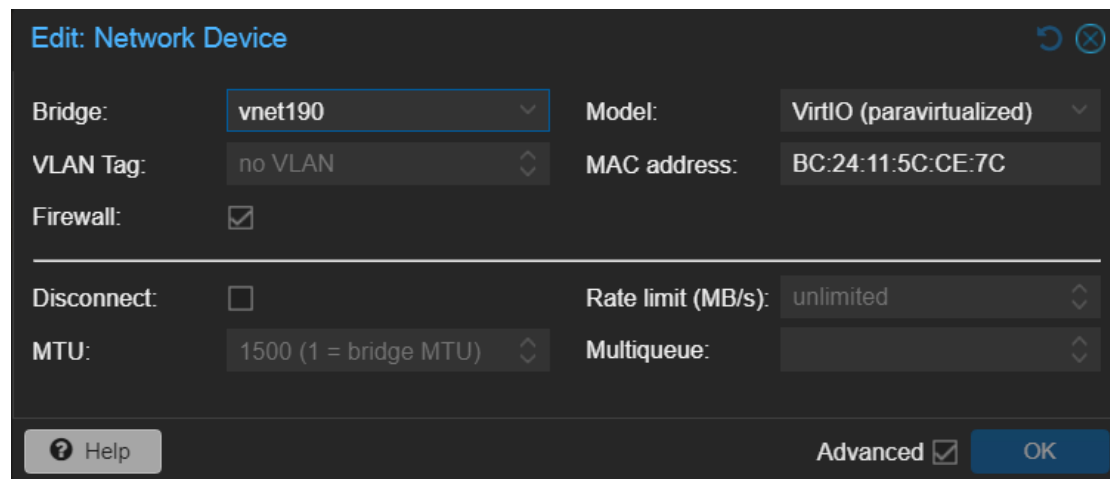


Figure 19 – adaptateur

#### 4.12 Conteneur

Proxmox VE a la capacité de créer des conteneurs (technologie de virtualisation légère qui permet d'exécuter des applications dans des environnements isolés), appelés LXC (Linux Containers). Bien qu'ils soient beaucoup plus légers qu'une machine virtuelle et qu'ils pourraient permettre d'alléger l'infrastructure, nous avons choisi de ne pas les utiliser pour deux raisons.

Premièrement, il existe trop peu de modèles (templates) disponibles, ce qui limite clairement son usage. Ils ne peuvent pas remplacer une solution comme Docker, largement utilisée dans l'entreprise.

Deuxièmement, Veeam ne prend pas en charge la sauvegarde de conteneur (ce qui n'est pas envisageable).

#### 4.13 Performance

Après la mise en place de différentes machines virtuelles (VM) avec différents systèmes d'exploitation, les bons pilotes et les bonnes configurations, on observe d'excellentes performances. Une VM Windows de 70 Gigabytes se migre à chaud en 32 secondes et, grâce au pilote VirtIO, celle-ci atteint un débit réseau de 10 Gbps. Une VM Linux aura même un débit d'environ 15 Gbps.

Pour ne pas utiliser toute la bande passante et ne pas surcharger le réseau, Proxmox VE met à disposition un système de limitation de débit en Mo/s.

#### 4.14 Organisation

Proxmox VE propose plusieurs moyens de classer efficacement les différentes ressources. Il existe d'une part le système de pools, présenté précédemment, qui s'intègre au mécanisme des permissions. D'autre part, un système de tags permet d'ajouter des étiquettes à n'importe quelle VM, conteneur ou stockage.

Les tags peuvent être définis pour l'ensemble du cluster. Leur utilisation, leur création ainsi que leur visibilité peuvent être contrôlées via les permissions. Ils sont également entièrement personnalisables, que ce soit en terme de libellé ou de couleur.

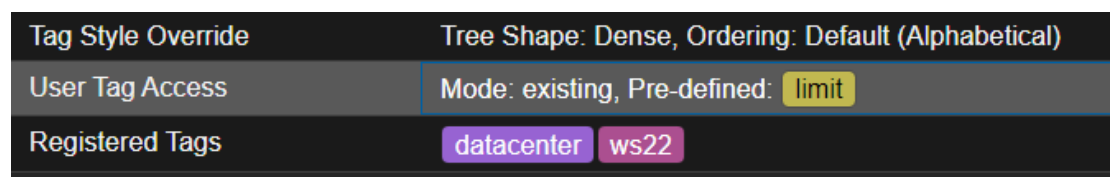


Figure 20 – Personnalisation

Proxmox VE permet aussi de changer de vue. En sélectionnant la vue par tags, tous les éléments portant un tag sont regroupés automatiquement.

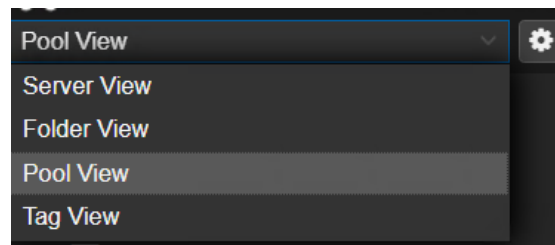


Figure 21 – view Selection

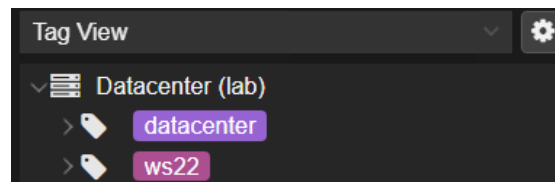


Figure 22 – Rassemblement Tag



### 4.15 Technologies Manquantes

Quand on compare la configuration de l'environnement VMware par rapport à celui de Proxmox, on observe deux éléments manquants.

Premièrement, le **vCenter** est un outil de gestion centralisée des différents clusters. Dans la version 8.4 de Proxmox VE, il est désormais possible de mettre en place une version alpha d'un logiciel permettant de gérer plusieurs clusters : **Proxmox Datacenter Manager**. Malheureusement, il ne s'agit encore que d'une version de test. De plus, l'interface graphique n'est compatible qu'avec les versions récentes des navigateurs web, ce qui n'est pas le cas du navigateur utilisé en interne par l'entreprise.

Ensuite, il n'y a pas de **filtre E/S** par défaut comme dans l'environnement VMware. Un filtre E/S est un mécanisme logiciel qui a la capacité d'intercepter, analyser, modifier ou contrôler les opérations d'entrée/sortie (lecture/écriture) entre une machine virtuelle (VM) et son stockage.

Par contre, certains filtres sont disponibles en fonction du stockage utilisé, comme Ceph, qui effectue le chiffrement des blocs de données.

### 4.16 POC Conclusion

Tout au long de ce Proof of Concept, un seul problème a été relevé : la fonctionnalité de live cloning.

En raison d'une mise à jour de QEMU (Quick Emulator) utilisé par KVM, il est impossible de faire un live cloning d'une machine virtuelle utilisant un disque raw, tel que le disque EFI pour le Secure Boot ou un disque TPM State. On est obligé d'éteindre la machine virtuelle et de la rallumer. Le Secure Boot est utilisé sur la plupart des machines virtuelles Windows Server, mais aussi sur les machines Oracle Linux, par exemple, et le TPM State est obligatoire pour Windows 11. Sachant que cette fonctionnalité était censée remplacer le snapshotting, il n'est pas envisageable d'éteindre une machine virtuelle en production pour faire un clone.

De ce fait, après discussion avec l'équipe Be TV, il serait plus optimal de ne plus utiliser le SAN Nimble et de passer à une infrastructure hyperconvergente pour utiliser le stockage Ceph RBD, afin d'avoir également le snapshotting, qui n'est pas disponible avec LVM.

## 5 Situations

Trois situations différentes ont été débattues avec l'équipe IT de l'entreprise afin de déterminer quelle option choisir.

### 5.1 Situation 1

Remplacement de l'environnement de laboratoire par Proxmox VE et mise en place de son système d'hyperconvergence (Ceph).

Cette solution répond à l'ensemble des besoins se trouvant dans le cahier des charges.

Le coût du remplacement des deux serveurs de laboratoire est estimé à environ 15 000 euros (pour la configuration voir annexe). Un autre serveur déjà existant sera réutilisé pour compléter le cluster, pour un total de trois serveurs.

Ajout d'une carte réseau avec deux ports de 25 Gbps par serveur, à la place de la carte réseau dédiée au SAN, pour avoir une bande passante suffisante pour le fonctionnement de Ceph (expliqué plus en détail au point 6.1).

Le coût des licences standard est de 530 euros par socket CPU. Chaque serveur disposant de deux sockets CPU, le coût total s'élèverait à 3 180 euros par an, sans négociation tarifaire.

Il est envisagé de reprendre des licences VMware pour une durée de trois ans pour l'environnement de production, afin de permettre une période de transition et d'adaptation à Proxmox VE avant une éventuelle migration complète vers la nouvelle solution.

#### **TOTAL sur 3 ans :**

Environ 40 000 euros pour l'environnement de laboratoire et 93 000 euros si l'on prolonge les licences VMware pour l'environnement de production. Soit un total d'environ 133 000 euros.

Il est envisageable de réduire le nombre de serveurs utilisés en production, en raison de leur surdimensionnement. En supprimant les deux serveurs de production de Naboo et en réinvestissant dans 10x **64GB DDR4 HPE SmartMemory RAM**, pour un coût total de 3 008,50 euros, il serait possible d'atteindre une capacité de 640 Go de RAM.

Cela permettrait de ne conserver que cinq serveurs au lieu de sept. En plus, cela réduirait également le nombre de licences Windows Server nécessaires. Microsoft considère que si une machine virtuelle peut être migrée d'un nœud à un autre, alors chaque nœud doit obligatoirement sous licence.

Une telle réduction du nombre de serveurs pourrait donc entraîner une baisse significative des coûts de licences.

## 5.2 Situation 2

Rester sur VMware pour la production et le laboratoire, et donc ne pas changer de solution de virtualisation, représenterait un coût de 48 000 euros par an.

À cela s'ajoute le remplacement nécessaire des deux serveurs de laboratoire, pour un coût estimé à 15 000 euros par serveur.

### **TOTAL sur 3 ans :**

Le coût global est estimé à 174 000 euros.

Cependant, en mettant en place les ajustements évoqués précédemment, tel que le redimensionnement de l'infrastructure permettant de réduire le nombre de serveurs de production à cinq serveurs sous licence, les coûts peuvent être significativement réduits.

## 5.3 Situation 3

Considérer que l'environnement de laboratoire soit sous Proxmox et qu'on utilise tout de même le SAN Nimble comme storage, malgré le fait qu'il n'y aura pas de possibilité de faire des snapshots.

Cela n'engendre aucun coût supplémentaire à part le remplacement des serveurs laboratoire et la réduction du nombre de serveurs de l'environnement de production. Cette solution reste viable.

### **TOTAL sur 3 ans :**

Coût global estimé à 133 000 euro.

## 5.4 Choix

Après réflexion, le changement de solution de virtualisation de l'environnement de laboratoire a pour objectif ne pas mettre tous ses oeufs dans le même panier. Ne plus être dépendant de VMware est important pour eux, surtout quand les choix de Broadcom sont imprévisibles.

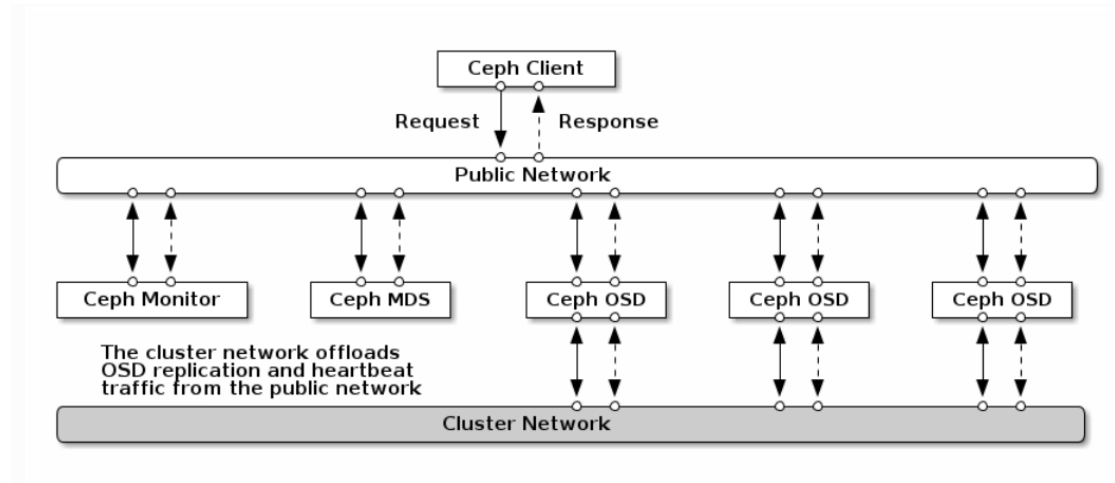
De ce fait et à cause de son coût élevé, la situation numéro deux ne sera pas gardée. On doit aussi prendre en compte qu'il est important que l'environnement de laboratoire soit similaire à celui de production si on souhaite un jour passer complètement sous Proxmox Ve. Donc la solution numéro trois n'est pas gardée non plus. La solution 1 étant la plus optimale, il faut envisager toute la mise en place de leur système hyperconvergé (Ceph).

Si Be Tv décide dans trois ou cinq ans de changer aussi leur environnement de production, cela réduirait drastiquement les coûts. Au lieu de payer 144 000 euros pour 3 ans pour la

production et le laboratoire sous licence VMware, l'entreprise ne paierait plus que 28 600 euros pour les licences Proxmox Standard.

## 6 Ceph

Avant toute chose, il est important de comprendre comment fonctionne Ceph.



**Figure 23** – Ceph

Ceph fonctionne avec deux network : le **Public Network**, qui communique avec le client lors de la lecture/écriture de données (dans ce cas-ci, il s'agirait de Proxmox VE), et le **Cluster Network**, qui sert à la communication, à la réplication et à la reconstruction des données entre les différents OSD (ce sont les daemons qui stockent les données sur les différents disques).

Le **Monitor** est le centre du cluster Ceph, chargé de maintenir l'état global et la cohérence du cluster. Il vérifie l'état des membres du cluster, maintient les différents **maps** (osdmaps, monmaps, crushmap) et gère le quorum (nombre minimal de noeuds nécessaires pour valider une action dans un système distribué).

Le **Manager** complète le Monitor : il s'occupe de toute l'orchestration et récupère toutes les statistiques qu'il affiche dans l'interface Proxmox VE.

Les **OSD** (Object Storage Daemon) gèrent le stockage physique des données en temps réel sur les disques Ceph. Ceph découpe les données en objets qu'il stocke dans différents OSD. Les OSD gèrent eux-mêmes la réplication et la distribution des objets grâce à un algorithme nommé **CRUSH**.

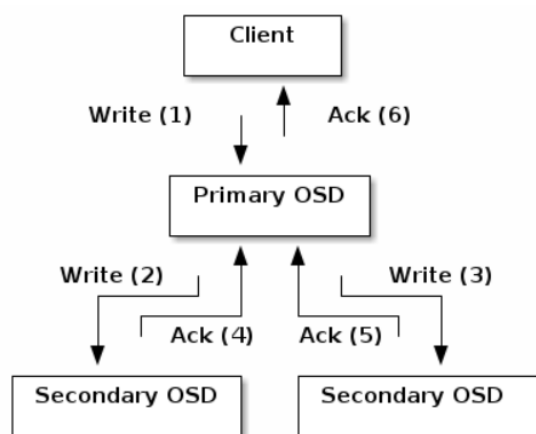


Figure 24 – Ceph

### 6.1 Hardware requis

Pour ce qui est du stockage, dans l'environnement de laboratoire, on utilise seulement six terabytes sur 18 disponibles avec le SAN, sachant qu'en plus le Nimble fait de la déduplication, c'est-à-dire qu'il supprime les blocs de données trop redondants. Donc il ne reste réellement que quelques terabytes. Il faut bien prendre en compte que Ceph n'est pas encore capable de faire de la déduplication de données, mais aussi qu'il y aura de la réplication de blocs de données pour éviter les pertes en cas de non-disponibilité d'un disque.

Pour toutes ces raisons, avec l'équipe Be Tv, on a estimé que douze terabytes utilisables seront suffisants pour le laboratoire si on utilise un coefficient de réplication des données de 2 parmi les OSD. Ainsi on aurait deux RAID 1 de deux terabytes sur les 3 serveurs. De plus, Ceph fonctionne mieux quand on retrouve les mêmes OSD sur chacun des noeuds du cluster et requiert des disques d'au moins un téraoctet.

Dans notre cas, on utilisera les **HPE 1.92TB solid State Drive -2.5"Internal-SAS(12Gb/s SAS)-Read Intensive-server, Storage System Device Supported-1 DWPD-Hot pluggable** pour un coût de 608,26 € l'unité, pour un total de 7299,12€. En plus de tout cela, la carte réseau dédiée au SAN sera remplacée par une carte réseau avec deux ports de 25 Gbps. En effet, Ceph conseille au moins 10 Gbps pour le flux de données du **Cluster Network** et au moins 1 Gbps pour le **Public Network**. Comme l'entreprise n'a pas de switch physique adapté pour un flux de 25 Gbps, afin de ne pas racheter un switch, on utilisera les deux nouveaux ports pour connecter les noeuds entre eux en peer-to-peer pour le **Cluster Network**.

### 6.2 Réalisation Théorique

Premièrement, choisir quelle version de Ceph on souhaite parmi les dépôts existants. Il existe les versions Quincy, Reef et Squid. Squid, étant la dernière version stable de

Ceph pour Proxmox, il est donc préférable d'utiliser cette version et donc de rajouter sur chacun des noeuds le dépôt Squid.

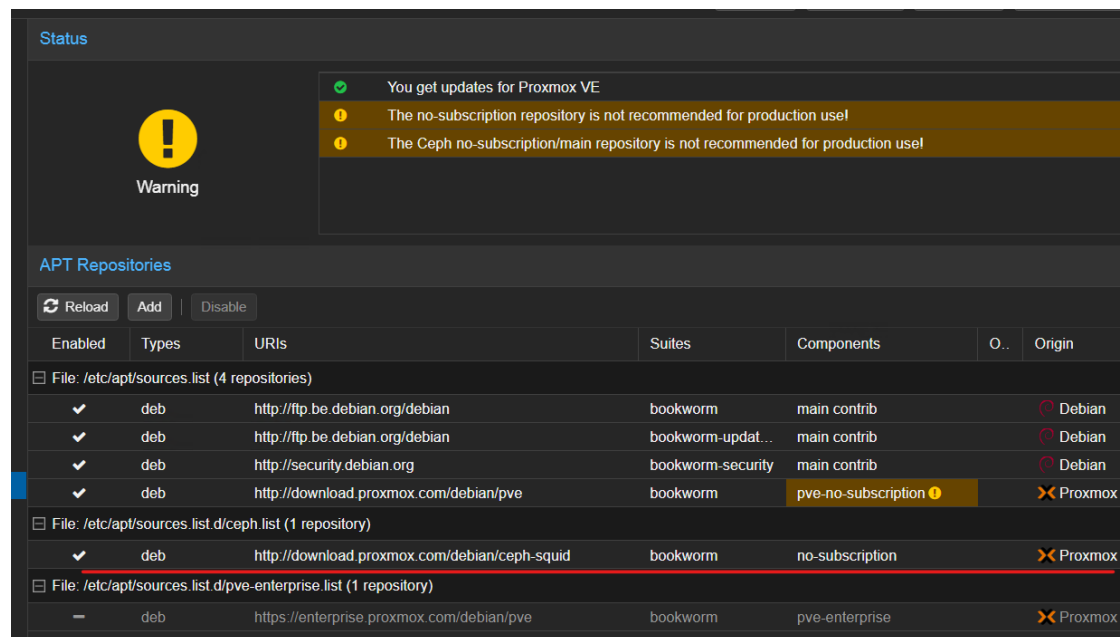


Figure 25 – Ceph Squid

Ensuite, se rendre dans Datacenter, puis Ceph pour installer Ceph Squid et définir les deux réseaux, par exemple 10.54.25.0/24 pour le **Cluster Network** et 10.54.10.0/24 pour le **Public Network**. De plus, on configure à l'avance dans le réseau de l'entreprise le network 10.54.10.0/24 pour que le flux soit isolé des autres. On doit aussi rajouter une nouvelle configuration réseau pour chaque noeud (voir code).

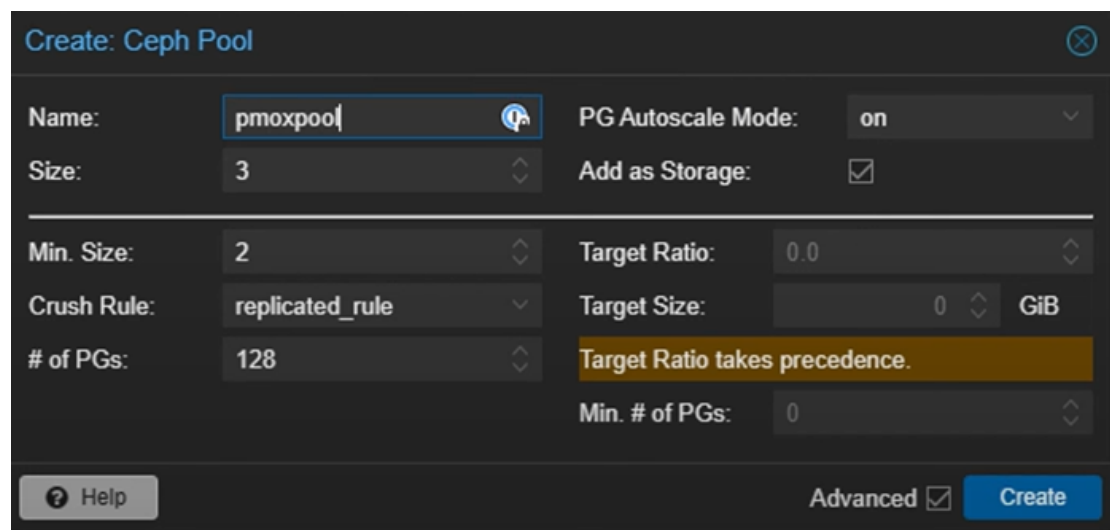


Figure 26 – OSD Pool

Il ne reste plus qu'à utiliser chaque pool d'OSD créé comme stockage Ceph RBD. Pour

cela, on va dans Datacenter, puis Storage, et on rajoute un stockage par pool créé. Si une VM a un disque rattaché à un autre stockage déjà mis en place auparavant, l'hyperviseur donne la possibilité de changer le disque de stockage.

### **6.3 Adaptateur RDMA**

Dans le cas où Ceph est mis en place, on pourra aussi mettre en place ce qu'on appelle un adaptateur RDMA (Remote Direct Memory Access). C'est une technologie qui permet à un ordinateur d'accéder directement à la mémoire d'un autre ordinateur via le réseau. Cela augmentera significativement les performance du cluster, comme les performances de la migration à chaud par exemple.



## 7 Conclusion

J'ai choisi ce projet car c'était une chance unique de travailler sur du hardware de professionnels et dans une grande entreprise.

La confiance qu'on a placée en moi et la responsabilité qui m'incombait étaient deux critères également hors du commun.

J'étais conscient que je n'aurais sûrement plus l'opportunité de travailler sur un projet d'une telle envergure en autonomie.

J'ai découvert énormément de fonctionnalités et collecté beaucoup d'informations à cette fin.

Ce projet a mis également en lumière le côté chronophage et la nécessité, pour tout travail futur, de m'améliorer au niveau organisation et anticipation.

Ce travail de fin d'études est le fruit de recherches, d'analyse, de travaux mais aussi de contacts et de bienveillance.

Il est une fin en soi pour moi mais un début pour l'équipe IT qui la modèlera dans le futur.

Par la présente, je tiens à remercier toute l'équipe de BeTv qui a toujours été attentive et disponible.

## 8 Bibliographie

Documentation générale de tous les liens les plus utilisés lors du projet.  
Cela peut être pour de la documentation, utile également pour le troubleshooting lors de tests. Tous ces liens ont été consultés à plusieurs reprises entre le 10 février et le 27 mai.

### 8.1 Documentation Générale

[https://docs.oracle.com/cd/E90981\\_01/E90988/html/os-ol-support-hypervisors.html](https://docs.oracle.com/cd/E90981_01/E90988/html/os-ol-support-hypervisors.html)  
<https://youtu.be/eQgzITx1Sp8>  
<https://www.youtube.com/watch?v=AA0g4zQX7I4&t=3101s>

### 8.2 Documentation Nutanix

<https://www.nutanix.com/products/ahv>  
<https://www.veeam.com/products/virtual/nutanix-backup-recovery.html>  
<https://www.nutanix.com/products/prism>

### 8.3 Documentation Proxmox

<https://pve.proxmox.com/pve-docs/>  
<https://www.proxmox.com/en/products/proxmox-virtual-environment/pricing>  
<https://www.proxmox.com/en/products/proxmox-virtual-environment/requirements>  
<https://www.blockbridge.com/proxmox/>  
<https://enix.io/en/blog/veeam-proxmox/>  
[https://youtu.be/-qk\\_P9SKYK4Ceph](https://youtu.be/-qk_P9SKYK4Ceph)  
<https://youtu.be/gYSxGCiLetosdn>  
[https://youtu.be/\\_1Ik9p\\_SyvUsdn](https://youtu.be/_1Ik9p_SyvUsdn)  
[https://bugzilla.proxmox.com/show\\_bug.cgi?id=3227](https://bugzilla.proxmox.com/show_bug.cgi?id=3227)  
<https://docs.ceph.com/en/reef/>  
<https://forum.proxmox.com/threads/shared-storage-with-fc-san.141969/>  
<https://forum.proxmox.com/threads/tpm-disk-type-prevents-snapshots.145710/>  
<https://forum.proxmox.com/threads/cannot-clone-vm-due-to-efi-disk.164857/>  
<https://forum.proxmox.com/>  
[https://www.reddit.com/r/Proxmox/comments/1i4gzws/docker\\_or\\_lxc/?tl=fr&rdt=64618](https://www.reddit.com/r/Proxmox/comments/1i4gzws/docker_or_lxc/?tl=fr&rdt=64618)  
<https://pve.proxmox.com/wiki/File:Win10-virtio-driver-wizard.png>

[https://pve.proxmox.com/wiki/Windows\\_VirtIO\\_Drivers](https://pve.proxmox.com/wiki/Windows_VirtIO_Drivers)  
[https://www.youtube.com/watch?v=AjLK\\_Hcapqc](https://www.youtube.com/watch?v=AjLK_Hcapqc)  
<https://corsinvest.it/cv4pve-admin-proxmox/>  
<https://youtu.be/rsguS0hw1PI>  
<https://www.veeam.com/kb4696>

#### 8.4 Documentation XCP-ng

<https://docs.xcp-ng.org/>  
<https://xcp-ng.com/pricing.html>  
<https://xen-orchestra.com/#!/featuresmatrix>  
<https://xcp-ng.org/forum/topic/9997/active-directory-authentication/4>  
<https://blog.ataxya.net/de-proxmox-a-xcp-ng/>  
[https://www.myprivatelab.tech/xcp\\_lab\\_installation](https://www.myprivatelab.tech/xcp_lab_installation)  
<https://xcp-ng.org/forum/topic/8602/veeam-and-xcp-ng>  
<https://forums.veeam.com/veeam-backup-replication-f2/xcp-ng-support-t93030.html>

#### 8.5 Documentation VMESsential

[https://www.hpe.com/emea\\_europe/en/morpheus-vm-essentials-software.html](https://www.hpe.com/emea_europe/en/morpheus-vm-essentials-software.html)  
<https://youtu.be/Ah1IC4tiwxI>

#### 8.6 Documentation Images

Liens vers toutes les pages internet ou images, que j'ai récupérés.

<https://techtoday.lenovo.com/sites/default/files/styles/original/public/2022-10/difference-hyperviseur-type-1-type-2.jpeg.webp?itok=chjPubb4>

Figure 4

<https://itsocial.fr/wp-content/uploads/2017/08/HyperConvergence.png>

Figure 6

<https://pve.proxmox.com/pve-docs/chapter-pvesm.html>

Figure 11

<https://kb.blockbridge.com/guide/proxmox/#proxmox-storage-primitives>

Figure 12

<https://enix.io/en/blog/veeam-proxmox/architecture-veeam-proxmox.png>

Figure 17

<https://docs.ceph.com/en/quincy/rados/configuration/network-config-ref/>

Figure 23

[https://docs.ceph.com/en/reef/\\_images/ditaa-db39e087bb6fb671969d38bd44c9e71ff716334d.png](https://docs.ceph.com/en/reef/_images/ditaa-db39e087bb6fb671969d38bd44c9e71ff716334d.png)

Figure fig24

## 9 Annexes

### 9.1 Calendrier de planification

SATURDAY	SUNDAY	MONDAY	TUESDAY	WEDNES- DAY	THURSDAY	FRIDAY
<i>Février 2025</i> <i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
<i>8</i>	<i>9</i>	<i>Rencontre 10</i> Rencontre avec l'équipe IT	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>infra 14</i> Découverte de l'infrastructure
<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>18</i>	<i>19</i>	<i>20</i>	<i>Listing 21</i> Listing VM RvTools & annotation vSphere
<i>22</i>	<i>23</i>	<i>24</i>	<i>25</i>	<i>26</i>	<i>27</i>	<i>Analyse 28</i> Première analyse des solutions existantes

SATURDAY	SUNDAY	MONDAY	TUESDAY	WEDNES- DAY	THURSDAY	FRIDAY
<i>Mars</i> <i>2025</i> <i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>Proxmox</i> <i>5</i> Boot ISO Proxmox	<i>6</i>	<i>7</i>
<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>Feedback</i> <i>TFE</i> <i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>
<i>Labo</i> <i>Proxmox</i> <i>15</i> Test réseau & stockage	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>18</i>	<i>Veeam</i> <i>19</i> Réunion Veeam Backup	<i>VME</i> <i>20</i> Conférence VM Essential trusteam	<i>21</i>
<i>22</i>	<i>23</i>	<i>Fonctions</i> <i>24</i> Définir les fonctionnali- tés utilisées	<i>Fin Labo</i> <i>25</i> test VM migration & config et fin de labo	<i>26</i>	<i>27</i>	<i>28</i>
<i>29</i>	<i>30</i>	<i>Serveurs</i> <i>31</i> Déplacement, câblage et config réseau dans le rack A3				

SATURDAY	SUNDAY	MONDAY	TUESDAY	WEDNES- DAY	THURSDAY	FRIDAY
			<i>Avril</i> <i>2025</i> <i>1</i> Boot ISO XCP-NG	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>Labo</i> <i>XCP-NG</i> <i>10</i> Test réseau & stockage	<i>11</i>
<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>Feedback</i> <i>TFE</i> <i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>18</i>
<i>19</i>	<i>Fin</i> <i>XCP-NG</i> <i>20</i> Test VM migration & config et fin de labo	<i>21</i>	<i>Réunion</i> <i>Nutanix</i> <i>22</i> estimation des couts sur pour l'infra	<i>Rdv</i> <i>Trusteam</i> <i>23</i> Rdv expert virtualisation	<i>Choix</i> <i>final</i> <i>24</i> Réunion et choix de la solution	<i>25</i>
<i>26</i>	<i>27</i>	<i>28</i>	<i>Conf</i> <i>Nutanix</i> <i>29</i> Conférence Nutanix	<i>30</i>		

SATURDAY	SUNDAY	MONDAY	TUESDAY	WEDNES- DAY	THURSDAY	FRIDAY
					<i>Mai 2025</i> <i>1</i>	<i>2</i>
<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>Proof of</i> <i>Concept</i> <i>8</i>	<i>9</i>
<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>Conclusion</i> <i>16</i>
<i>17</i>	<i>18</i>	<i>19</i>	<i>20</i> Documentation	<i>21</i>	<i>22</i>	<i>23</i>
<i>24</i>	<i>25</i>	<i>26</i>	<i>27</i>	<i>rédaction</i> <i>finale du</i> <i>TFE</i> <i>28</i>	<i>29</i>	<i>30</i>
<i>31</i>						



## 9.2 Code

### 9.2.1 Code Configuration Réseau

```
auto lo
iface lo inet loopback

iface eno1 inet manual
# MGMT

iface eno2 inet manual
# DVB

iface eno3 inet manual
# MGMT2

iface eno4 inet manual

iface ens2f0 inet manual
# IT

iface ens2f1 inet manual
# VMOTION

iface ens3f0 inet manual
# DIFF

iface ens3f1 inet manual
# PROD

auto bondMGMT
iface bondMGMT inet manual
    bond-slaves eno1 eno3
    bond-mode 802.3ad
    bond-miimon 100
    bond-downdelay 200
    bond-updelay 200
    bond-lacp-rate fast
    bond-xmit-hash-policy layer2+3

auto vmbr0
iface vmbr0 inet static
    address 10.54.200.11/24 #.12 et .13 pour les autres serveurs
    gateway 10.54.200.1
    bridge-ports bond0
    bridge-stp off
    bridge-fd 0
```

```
auto vmbrDIFF
iface vmbrDIFF inet manual
    bridge-ports ens3f0
    bridge-stp off
    bridge-fd 0
    bridge-vlan-aware yes
    bridge-vids 2-100

auto vmbrVMotion
iface vmbrVMotion inet static
    address 10.54.37.50/24
    bridge-ports ens2f1
    bridge-stp off
    bridge-fd 0

auto vmbrPROD
iface vmbrPROD inet manual
    bridge-ports ens3f1
    bridge-stp off
    bridge-fd 0
    bridge-vlan-aware yes
    bridge-vids 101-200

auto vmbrIT
iface vmbrIT inet manual
    bridge-ports ens2f0
    bridge-stp off
    bridge-fd 0
    bridge-vlan-aware yes
    bridge-vids 201-300

source /etc/network/interfaces.d/*
```

**auto** signifie que cela sera activé automatiquement au démarrage du système.

**iface** signifie interface.

**inet** signifie le mode (s'il est manual, static, ...)

**bond** permet de lier plusieurs interfaces physiques entre elles pour en former une logique.

**bond-slaves** sont les interfaces choisies pour faire partie du bond. Dans notre cas, eno1 et eno2 sont les interfaces utilisées pour MGMT.

**bond-mode** définit le mode d'agrégation. Dans notre cas, le switch physique qui est relié à ces interfaces est en mode LACP, donc 802.3ad.

**bond-miimon** définit la fréquence (en millisecondes) à laquelle on va vérifier que les interfaces physiques fonctionnent bien.

**bond-downdelay**, **bond-updelay**, **bond-lacp-rate**, **bond-xmit-hash-policy**, **vlan**, **vmbr**, etc.

Parmi les différentes configurations d'interfaces, `vmbrVMotion` est le seul bridge à ne pas devoir gérer plusieurs VLANs...

### 9.2.2 Code Configuration Réseau Ceph

```
auto bondCluster
iface bondCluster inet manual
    bond-slaves ens1f0 ens1f1
    bond-miimon 100
    bond-mode balance-xor
    bond-xmit-hash-policy layer2+3

auto vmbrCluster
iface vmbrCluster inet static
    address 10.54.25.2/24 #.3 et .4 pour les autres noeuds
    bridge-ports bondCluster
    bridge-stp off
    bridge-fd 0

auto vmbrPublic
iface vmbrPublic inet static
    address 10.54.10.2/24 #.3 et .4 pour les autres noeuds
    bridge-ports eno4
    bridge-stp off
    bridge-fd 0
```

`balance-xor` et `layer2+3` permettent à Linux de répartir le trafic sortant en se basant sur MAC + IP...

### 9.2.3 Mappage LUN

**Attention :** le disque `sda` est celui utilisé par Proxmox VE, il ne doit pas être mappé.

```
/lib/udev/scsi_id -g -u -d /dev/sd(de b à i)
```

Cette commande permet de voir quel disque appartient à quel LUN...

```
multipath -a "wwid récupéré avec la commande scsi_id"
```

```
blacklist {
    wwid .*
}
```

```
blacklist_exceptions {
    wwid "wwid récupéré avec la commande scsi_id"
    wwid "wwid récupéré avec la commande scsi_id"
}
```

```
systemctl restart multipathd
```

### 9.3 Configuration matérielle : BeTV-Lab virtuel-20516

**Config Name : BeTV-Lab virtuel-20516**

Qty	Product #	Product Description
1	P52535-B21 P52535-B21 B19	HPE ProLiant DL380 Gen11 24SFF NC Configure-to-order Server HPE ProLiant DL380 Gen11 24SFF NC Configure-to-order Server Europe Multilingual
2	P67080-B21 P67080-B21 0D1	Intel Xeon-Gold 6526Y 2.8GHz 16-core 195W Processor for HPE Factory Integrated
8	P64707-B21 P64707-B21 0D1	HPE 64GB (1x64GB) Dual Rank x4 DDR5-5600 CAS-46-45-45 EC8 Registered Smart Memory Kit Factory Integrated
2	P40498-B21 P40498-B21 0D1	HPE 960GB SATA 6G Read Intensive SFF BC Multi Vendor SSD Factory Integrated
6	P40504-B21 P40504-B21 0D1	HPE 1.92TB SATA 6G Mixed Use SFF BC Multi Vendor SSD Factory Integrated
1	P48802-B21 P48802-B21 0D1	HPE ProLiant DL380 Gen11 2U x8/x16/x8 Secondary Riser Kit Factory Integrated
2	P26253-B21 P26253-B21 0D1	Broadcom BCM57416 Ethernet 10Gb 2-port BASE-T Adapter for HPE Factory Integrated
1	P48804-B21 P48804-B21 0D1	HPE ProLiant DL380 Gen11 2U x16/x16 Tertiary Riser Kit Factory Integrated
1	R2E09A R2E09A 0D1	HPE SN1610Q 32Gb 2-port Fibre Channel Host Bus Adapter Factory Integrated
2	P26259-B21 P26259-B21 0D1	Broadcom BCM57412 Ethernet 10Gb 2-port SFP+ Adapter for HPE Factory Integrated
1	P47785-B21 P47785-B21 0D1	HPE MR216i-p Gen11 x16 Lanes without Cache PCI SPDM Plug-in Storage Controller Factory Integrated

1	P01366-B21 P01366-B21 0D1	HPE 96W Smart Storage Lithium-ion Battery with 145mm Cable Kit Factory Integrated
1	P48918-B21 P48918-B21 0D1	HPE ProLiant DL360 Gen11 Storage Controller Enablement Cable Kit Factory Integrated
1	P47781-B21 P47781-B21 0D1	HPE MR416i-o Gen11 x16 Lanes 8GB Cache OCP SPDM Storage Controller Factory Integrated
1	P51181-B21 P51181-B21 0D1	Broadcom BCM5719 Ethernet 1Gb 4-port BASE-T OCP3 Adapter for HPE Factory Integrated
2	P03178-B21 P03178-B21 0D1	HPE 1000W Flex Slot Titanium Hot Plug Power Supply Kit Factory Integrated
1	BD505A BD505A 0D1	HPE iLO Advanced 1-server License with 3yr Support on iLO Licensed Features Factory Integrated
1	S1A05A	HPE Compute Cloud Management Server FIO Enablement
1	P51911-B21 P51911-B21 0D1	HPE ProLiant DL360 Gen11 CPU1 to OCP2 x8 Enablement Kit Factory Integrated
1	P54874-B21 P54874-B21 0D1	HPE ProLiant DL380 Gen11 8SFF to Retimer/-P Controller Cable Kit Factory Integrated
2	P48818-B21 P48818-B21 0D1	HPE ProLiant DL380/DL560 Gen11 High Performance 2U Heat Sink Kit Factory Integrated
1	P52341-B21 P52341-B21 0D1	HPE ProLiant DL3XX Gen11 Easy Install Rail 3 Kit Factory Integrated
1	R7A12AAE	HPE Compute Ops Management Standard 5-year Upfront ProLiant SaaS
1	AC114A	HPE ProLiant Door/dock Medium Logistic Service
1	HU4B2A5 HU4B2A5 R2M HU4B2A500DK	HPE 5Y Tech Care Basic Service HPE iLO Advanced Non Blade Support HPE DL380 Gen11 Support