

2021

Virtualisation : Installation et Déploiement d'un Hyperviseur ESXi



Winness RAKOTOZAFY

15/03/2021

AVANT – PROPOS

Qu'est-ce que la virtualisation ? La virtualisation est le fait de tourner un système d'exploitation sur une machine physique qui sera l'hôte, dans le cas d'une virtualisation système ou de tourner des applications pour une virtualisation applicative. Le principe est de simuler un ordinateur à l'intérieur d'un ordinateur, et d'avoir plusieurs systèmes d'exploitation qui tournent en parallèle sur la machine physique.

Il est à noter qu'il existe plusieurs types de virtualisation dont : Virtualisation Hardware, Virtualisation de logiciels, Virtualisation des postes de travail, Virtualisation du stockage, Virtualisation du réseau, Virtualisation des serveurs. Ce que l'on va voir dans le cadre de notre travail sera surtout la virtualisation des serveurs (ESXi) et la virtualisation de stockage (FreeNAS).

Tout comme il existe plusieurs types de virtualisation, il est à rappeler qu'il existe également des types d'hyperviseur dont : hyperviseur type-1 et l'hyperviseur type-2. Dans ce document, nous allons nous intéresser un peu plus sur l'hyperviseur type-1, qui est plus utilisé en entreprise de nos jours pour effectuer des Tests, RQT ou Prod. A savoir que l'hyperviseur type-2 est ce que nous, les particuliers utilisons d'habitude dans notre quotidien sur nos postes personnels (VirtualBox, VMWare Workstation, Hyper-V).

Ainsi donc, ce document se répartira en deux grandes parties : la première sera consacrée aux étapes de déploiement et d'installation d'un serveur FreeNAS, et la seconde partie sera consacrée pour le VMWare ESXi, jusqu'à des tests de création des VMs dans la VM.

Dans cette expérimentation, nous faisons usage de Vsphere Client, qui sera notre hyperviseur principale et dans lequel nous allons créer deux VMs, l'un pour le FreeNAS, et l'autre pour l'ESXi.

Ce document a pour but de confirmer les connaissances acquises lors de la formation à Webforce3 sur le module de la virtualisation.

INFRASTRUCTURE INFORMATIQUE

Notre infrastructure informatique se présentera comme le schéma ci-dessous, et le concept est qu'on a créé quatre machines virtuelles sur le VSphere Cluster de Webforce3, dont une machine cliente Linux, une machine FreeNAS et une machine ESXi, et une machine routeur pfsense. Les trois machines seront connectées via un même switch pour se connecter au pfsense afin d'avoir des accès Internet, et pour les VM créés dans la VM ESXi, on créera des commutateurs virtuels pour simuler le switch pour le pfsense, et le switch de départ pour les machines virtuelles sera le réseau WAN des VM imbriqués. Voici le tableau des paramètres des machines de toute notre infrastructure et leurs adresses IP, pour les prochaines configurations liées à la création des machines virtuelles, et la configuration des interfaces réseaux des VM et VM créés dans la VM ESXi.

Tableau 1 : Paramétrage des machines de l'infrastructure

Machine	CPU	RAM	Stockage	Adresses IP	Passerelle
Client avec GUI	2	4 Go	30 Go	Automatique DHCP via le pfsense du cluster vSphere	192.168.10.1 (pfsense cluster)
Pfsense	1	1 Go	4 Go	WAN : DHCP LAN : 192.168.10.1	Box Internet
FreeNAS	1	4 Go	8 Go & 40 Go	192.168.10.100 192.168.42.100	192.168.10.1 (pfsense cluster)
ESXi	2	4 Go	8 Go & 40 Go	192.168.10.101 192.168.42.101	192.168.10.1 (pfsense cluster)
Pfsense ESXi	1	1 Go	4 Go	WAN : DHCP LAN : 192.168.1.1	192.168.10.101 via vswitch0 de ESXi
Debian ESXi	1	1 Go	8 Go	Automatique DHCP via pfsense ESXi	192.168.1.1

Ensuite, nous vous présentons le schéma de notre architecture réseau pour vous donner l'idée de l'aspect de l'objectif de la virtualisation.

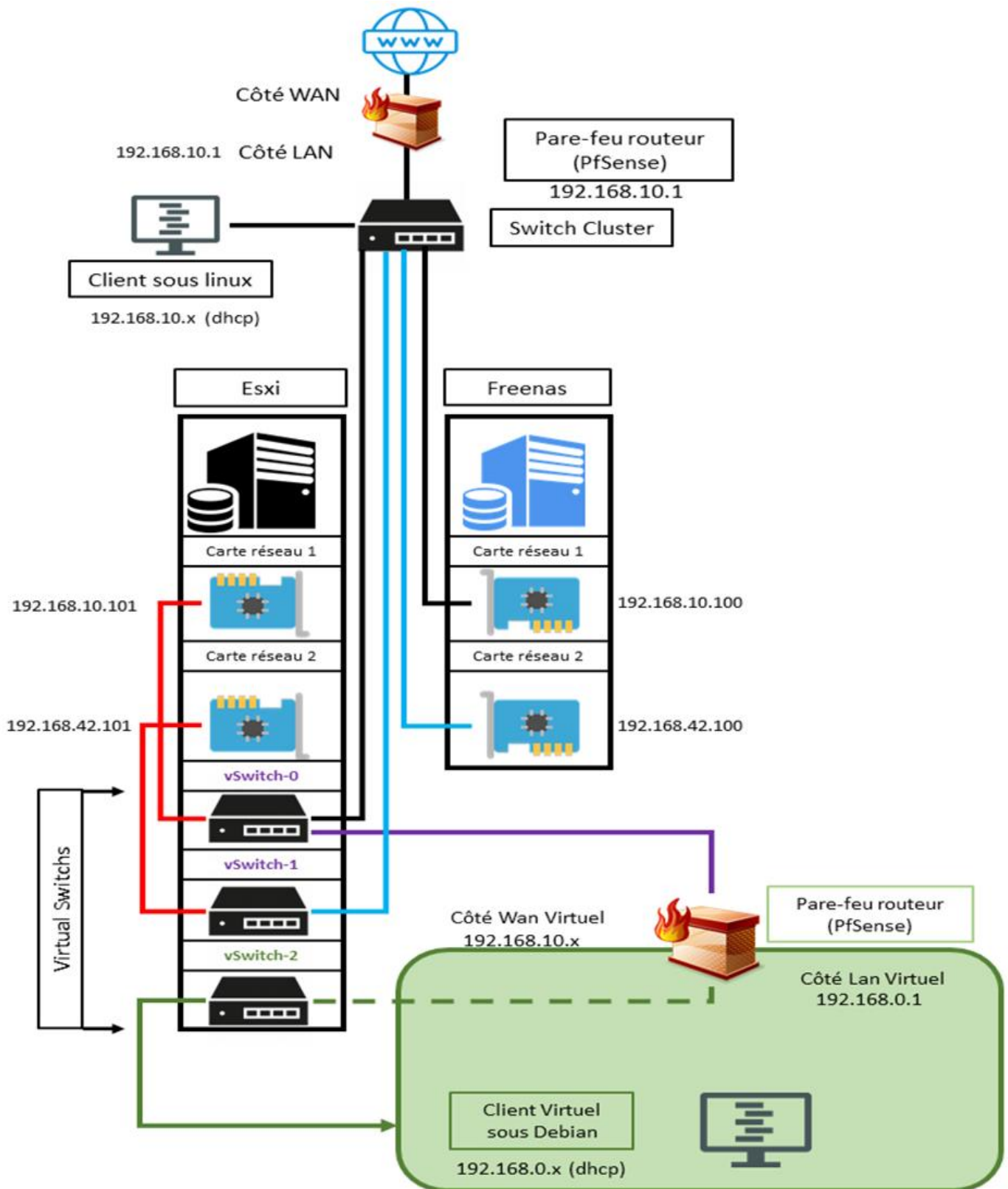


Schéma 1 : Architecture réseau

TABLE DES MATIERES

AVANT – PROPOS	i
INFRASTRUCTURE INFORMATIQUE	ii
I- Serveur NAS.....	1
Etape 0 : Paramètres VM du serveur FreeNAS.....	1
Etape 1 : Installation du FreeNAS.....	1
Etape 2 : Configuration du serveur FreeNAS	3
<i>Etape 3 : Pools de stockage FreeNAS.....</i>	<i>7</i>
• Phase de login.....	7
• Création de pool de stockage datastore	8
• Création du pool NFS (dataset)	10
• Création du pool de iSCSI	11
Etape 4 : Configuration du partage de stockage sur réseau iSCSI	13
• Configuration Portals	13
• Configuration des Initiators	14
• Configuration des Targets.....	15
• Configuration des Extents.....	16
• Configuration des Associated targets	17
Etape 5 : Configuration du dossier de partage NFS.....	18
Etape 6 : Démarrage des services	19
• Service NFS.....	19
• Service iSCSI	19
II- VMWare ESXi	20
Etape 0 : Paramètres VM du ESXi.....	20
Etape 1 : Installation du ESXi.....	21
Etape 2 : Configuration réseau du ESXi.....	22
Etape 3 : Configuration de base VMWare ESXi	26
• Phase de login.....	26
• Configuration de la 2 ^{nde} interface ESXi	27
• Configuration d'un commutateur virtuel LAN	29
Etape 4 : Configuration banque de données.....	30
• Création de la banque de données « datastore ».....	30
• Création de banque de données NFS	31

• Création de banque de données iSCSI.....	32
Etape 5 : Importation des fichiers ISO d'installation	34
Etape 6 : Création des machines virtuelles.....	35
• Le pfsense dans ESXi	35
• La machine virtuelle Debian dans ESXi.....	38






I- Serveur NAS

Qu'est-ce que le serveur NAS ? Le Network Attached Storage (NAS) ou Serveur de stockage en réseau, est un périphérique de stockage connecté à un réseau local (LAN), dont la principale fonction est le stockage de données en un volume centralisé pour des clients réseau hétérogènes. Sa fonction est de sécuriser, partager et faciliter l'accès des fichiers des utilisateurs du réseau.

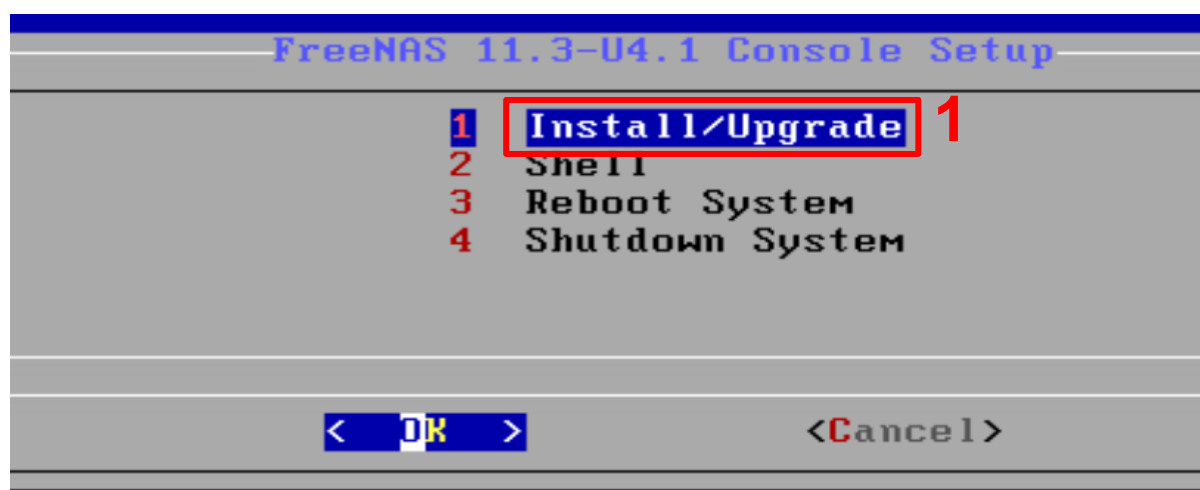
Etape 0 : Paramètres VM du serveur FreeNAS

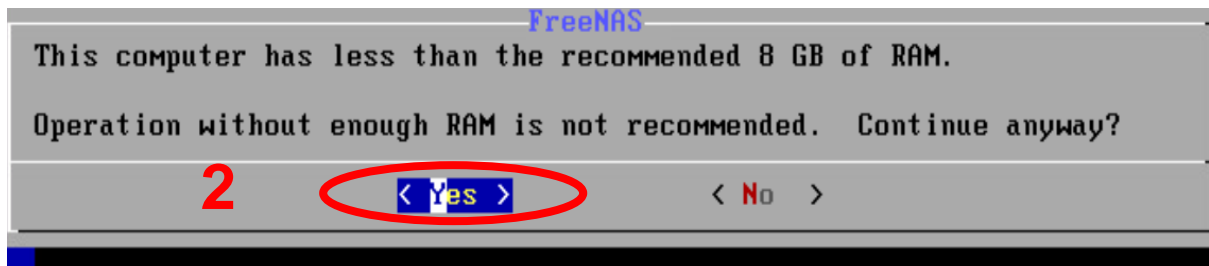
Système	vCPU	RAM	Stockage	Adapteur réseau	Lecteur CD/DVD
FreeBSD 11 64-bits	1	4Go	- 10 Go Disk 1 - 40 Go Disk 2 En provisionnement dynamique	2 adapteurs sur le switch attribué sur vCenter	FreeNAS-11.3-U4

Etape 1 : Installation du FreeNAS

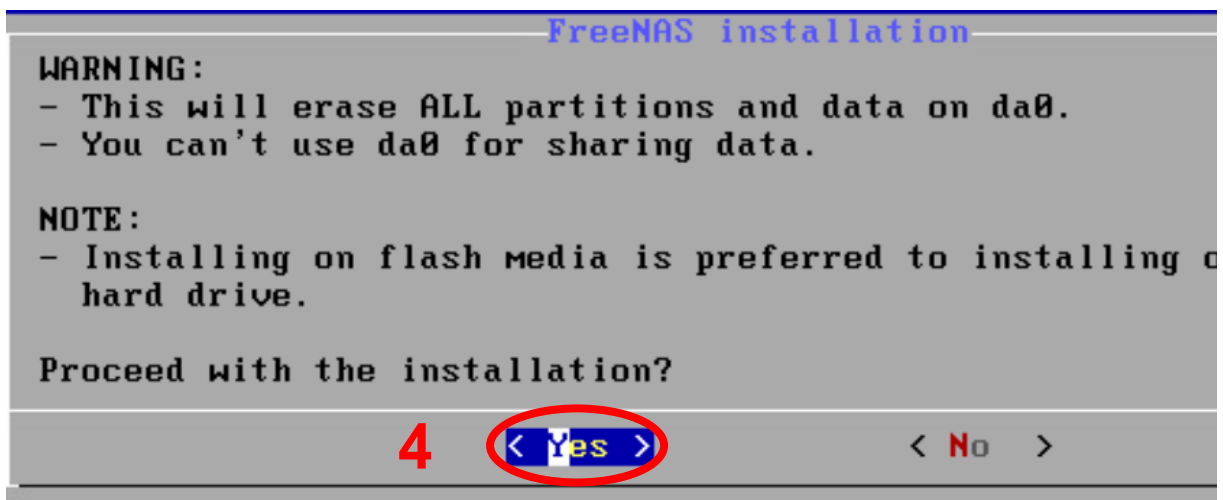
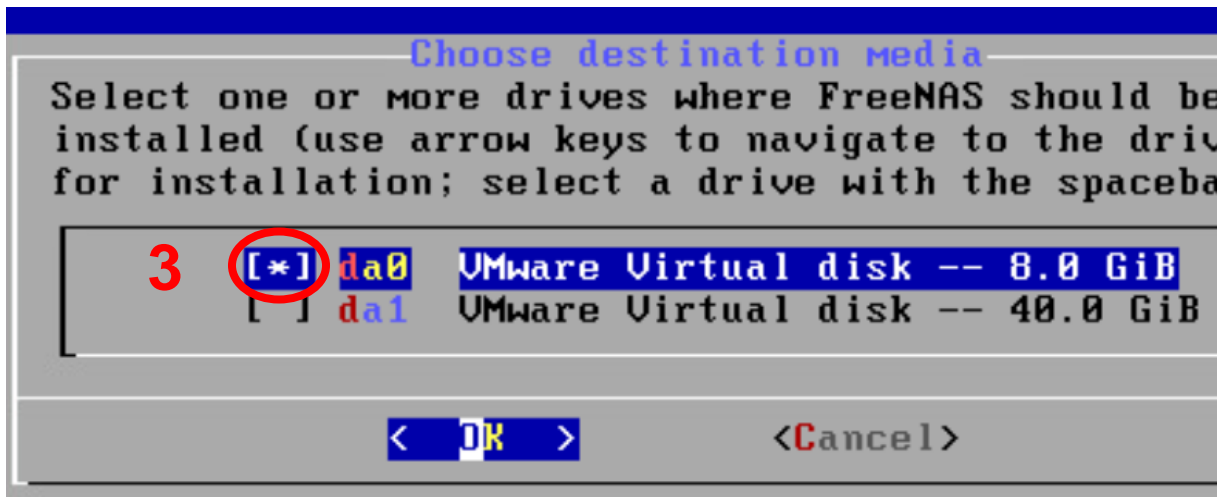
Après avoir paramétré la VM (Virtual Machine ou machine virtuelle), il est actuellement temps de démarrer la machine et de commencer l'installation. Pour démarrer la VM, il suffit d'appuyer sur le bouton  pour mettre la machine sous tension, et cliquez sur l'écran de la machine afin d'y effectuer des opérations (*Petite Astuce* 😊 : Appuyez sur **Enter** pour valider, appuyez sur **Space** pour sélectionner/désélectionner, et appuyez sur     du clavier ou **TAB** pour naviguer pour naviguer entre les options) :

Sélectionnez Install/Upgrade, et appuyer sur **Enter**



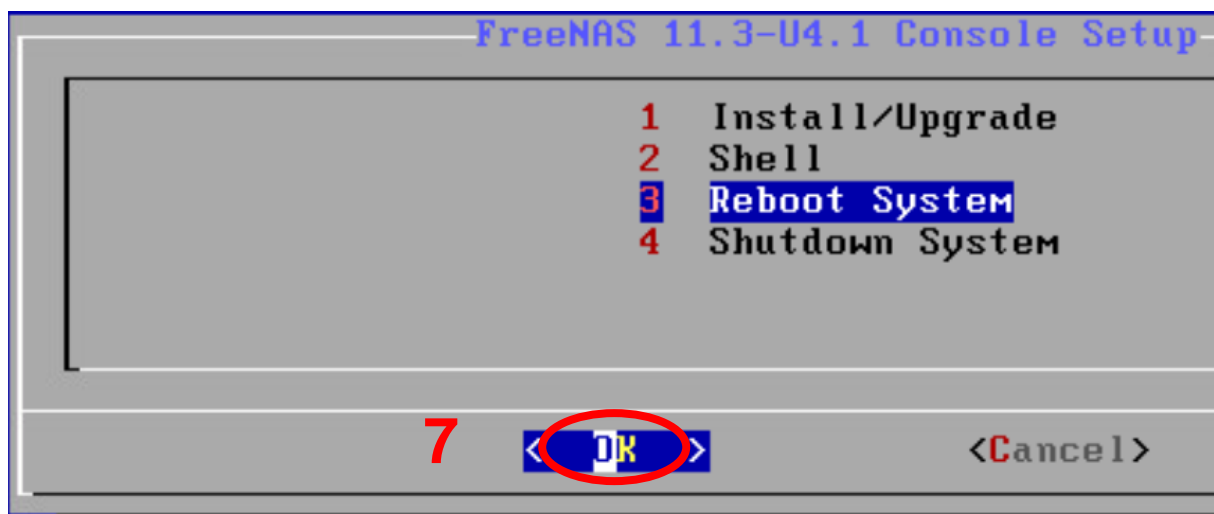
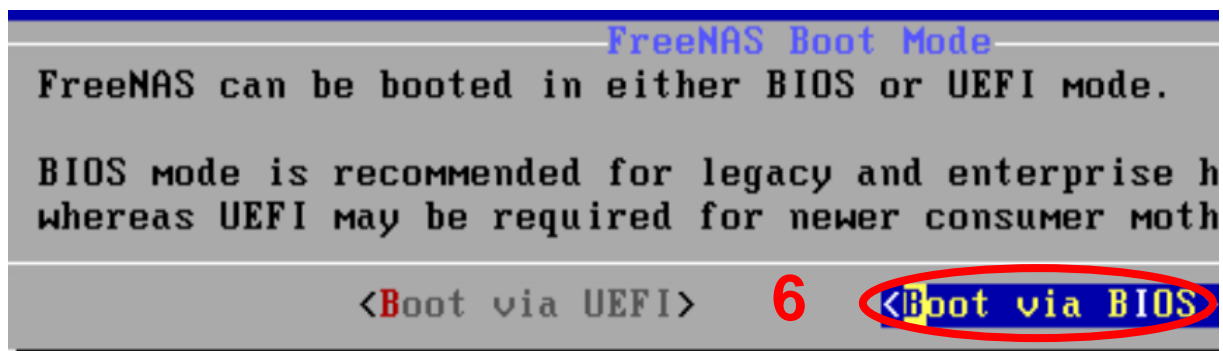
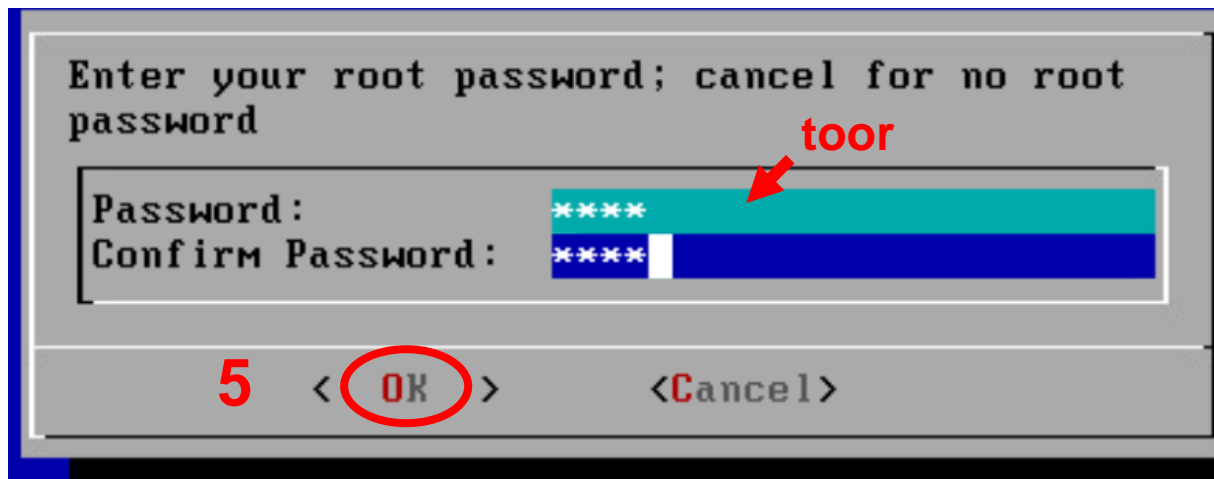


Rappel : Touche **Space** pour sélectionner/désélectionner puis **Enter** pour OK



Arrivé à cette étape, on nous demandera de saisir le mot de passe root pour accéder au serveur FreeNAS. ⚠

ATTENTION, LE CLAVIER EST PAR DEFAUT EN ENGLISH KEYBOARD QWERTY ⚠ Dans le cadre de notre infrastructure informatique, le mot de passe définit pour notre FreeNAS est « toor », afin d'éviter des erreurs de saisie et de confirmation de mot de passe.



Cette dernière étape consiste à reboot le système et finalise l'installation du serveur FreeNAS. A présent, il est temps de le configurer afin de le rendre fonctionnel sur notre réseau LAN.

Etape 2 : Configuration du serveur FreeNAS

Après avoir terminé l'installation du serveur FreeNAS, il est actuellement temps de commencer la configuration conforme à notre infrastructure informatique, et d'assigner les adresses IP aux interfaces réseau du réseau dont 192.168.10.100 pour la première interface réseau, et 192.168.42.100 pour la deuxième.

Arrivé à ce stade, il nous suffit d'appuyer sur la touche **1** puis **Enter** afin de configurer nos deux interfaces réseaux.

```
Saving interface configuration: Ok
Configure IPv6? (y/n) n
Restarting network: ok
```

```
Console setup
-----
```

- 1) **Configure Network Interfaces**
- 2) Configure Link Aggregation
- 3) Configure VLAN Interface
- 4) Configure Default Route
- 5) Configure Static Routes
- 6) Configure DNS
- 7) Reset Root Password
- 8) Reset Configuration to Defaults
- 9) Shell
- 10) Reboot
- 11) Shut Down

1

Tout d'abord, nous allons procéder à l'assignation d'IP de l'interface `vmx0`, et puis on fera celui du `vmx1` de suite. A noter que la procédure reste la même pour les deux interfaces, seul les adresses IP se diffèrent. Donc à cette étape, on tape juste sur la touche **1** puis **Enter**.

```
Enter an option from 1-11: 1
```

- 1) **vmx0**
- 2) vmx1

2

Ensuite, on ne supprime la configuration actuelle de l'interface, afin d'empêcher une coupure du réseau, on ne configure pas également l'interface en DHCP, par le fait qu'on veut lui adresser une adresse IP en statique. Configurer en IPv4 on attribut le paramètre **Yes**, le nom d'interface `vmx0`, et l'adressage IP, nous connaissons la suite si l'on se réfère à notre schéma d'infrastructure du tout au début, l'adresse IP de `vmx0` sera **192.168.10.100/24**.

```

Select an interface (q to quit): 1
Remove the current settings of this interface? (This ca
ction of the network.) (y/n) n
Configure interface for DHCP? (y/n) n
Configure IPv4? (y/n) y
Interface name: vmx0
Several input formats are supported
Example 1 CIDR Notation:
    192.168.1.1/24
Example 2 IP and Netmask separate:
    IP: 192.168.1.1
    Netmask: 255.255.255.0, /24 or 24
IPv4 Address:

```

3

Ensuite, on va lui adresser une passerelle par défaut et un serveur DNS, qui sera notre routeur pFsense en 192.168.10.1. On attribuera comme nom de domaine pour cette configuration example.lan.

```

1) Configure Network Interfaces
2) Configure Link Aggregation
3) Configure VLAN Interface
4) Configure Default Route
5) Configure Static Routes
6) Configure DNS
7) Reset Root Password
8) Reset Configuration to Defaults
9) Shell
10) Reboot
11) Shut Down

```

4

The web user interface is at:

```

http://192.168.10.100
https://192.168.10.100

```

```

Enter an option from 1-11: 4
Configure IPv4 Default Route? (y/n)y
IPv4 Default Route:192.168.10.1

```

5

```
1) Configure Network Interfaces
2) Configure Link Aggregation
3) Configure VLAN Interface
4) Configure Default Route
5) Configure Static Routes
6) Configure DNS
7) Reset Root Password
8) Reset Configuration to Defaults
9) Shell
10) Reboot
11) Shut Down
```

The web user interface is at:

```
http://192.168.10.100
https://192.168.10.100
```

```
Enter an option from 1-11: 6
DNS Domain [example.lan] example.lan
Enter nameserver IPs, an empty value ends input
DNS Nameserver 1 [192.168.10.1]:192.168.10.1
```

A présent, nous avons terminé la configuration de l'interface `vmx0`, on peut dès à présent naviguer sur l'interface web avec l'adresse 192.168.10.100. **ATTENTION** Il ne faut pas également effectuer les mêmes configurations pour la deuxième interface `vmx1`.

NB ! même après avoir configuré l'interface `vmx1` pour le FreeNAS, on ne peut accéder à l'interface Web que par l'adresse `192.168.10.100`, dans lequel nous avons une route pour y accéder. Ce qui n'est pas le cas pour l'adresse `192.168.42.100` de l'interface `vmx1`. Cependant, il serait préférable de laisser l'accès à l'interface web comme tel pour plus de sécurité.

Etape 3 : Pools de stockage FreeNAS

Nous arrivons actuellement à la partie intéressante de la configuration : celui de mettre en place les services NFS et iSCSI pour effectuer notre partage sur le réseau, et permettre l'utilisation des stockages à distance pour nos utilisateurs. Avant de commencer, nous tenons à rappeler ce qu'est le NFS et le iSCSI.

Qu'est-ce que le NFS ? Le Network File System est un protocole permettant à un ordinateur d'accéder à des fichiers extérieurs via un réseau. Le NFS permet à un utilisateur d'accéder, via son ordinateur (le client), à des fichiers stockés sur un serveur distant. Il est possible de consulter mais aussi mettre à jour ces fichiers, comme s'ils étaient présents sur l'ordinateur client (c'est-à-dire comme des fichiers locaux classiques). Des ressources peuvent ainsi être stockées sur un serveur et accessibles via un réseau par une multitude d'ordinateurs connectés ¹.

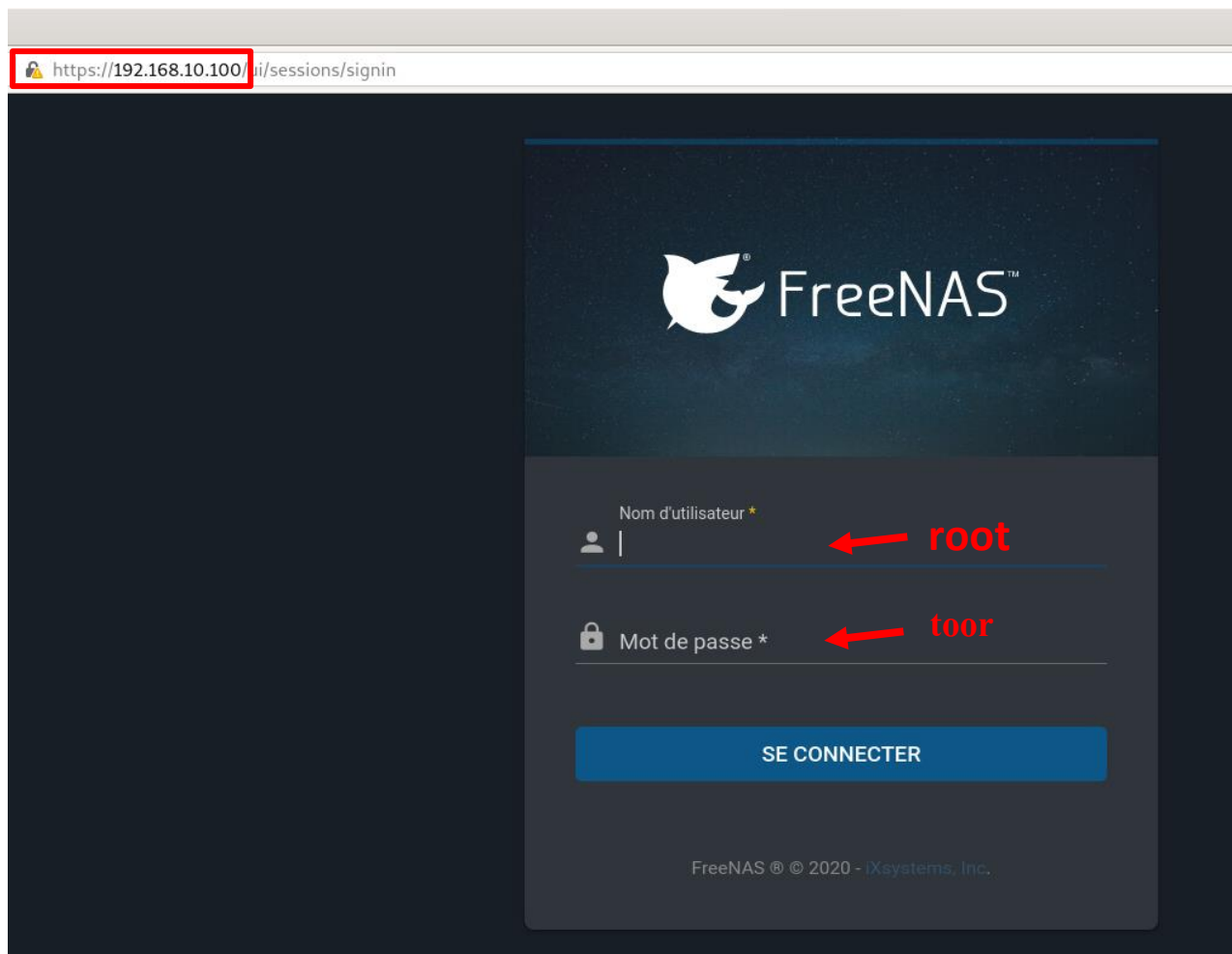
Qu'est-ce que le iSCSI ? L'Internet Small Computer System Interface est un protocole de stockage de stockage en réseau basé sur le protocole IP destiné à relier les installations de stockage de données. Dans le cadre des hyperviseurs, on utilise souvent le stockage iSCSI pour le stockage distant des VM, et apparemment c'est un prérequis pour la haute disponibilité des VM en cluster, c'est-à-dire en cas de panne.

Bon, maintenant après avoir vu en petite théorie ce que nous apprenons à faire, c'est-à-dire de mettre en place le service NFS et le iSCSI dans notre réseau, afin que nos utilisateurs du cluster puissent utiliser les stockages pour leur VM. Il est temps d'aller sur l'interface web du FreeNAS pour y configurer ces services, pour faire ceci, prenez une machine dans le réseau ayant une interface graphique (Linux ou Windows) selon votre préférence 😊, et entrez l'adresse de l'interface configuré précédemment, notamment **192.168.10.100**.

- *Phase de login*

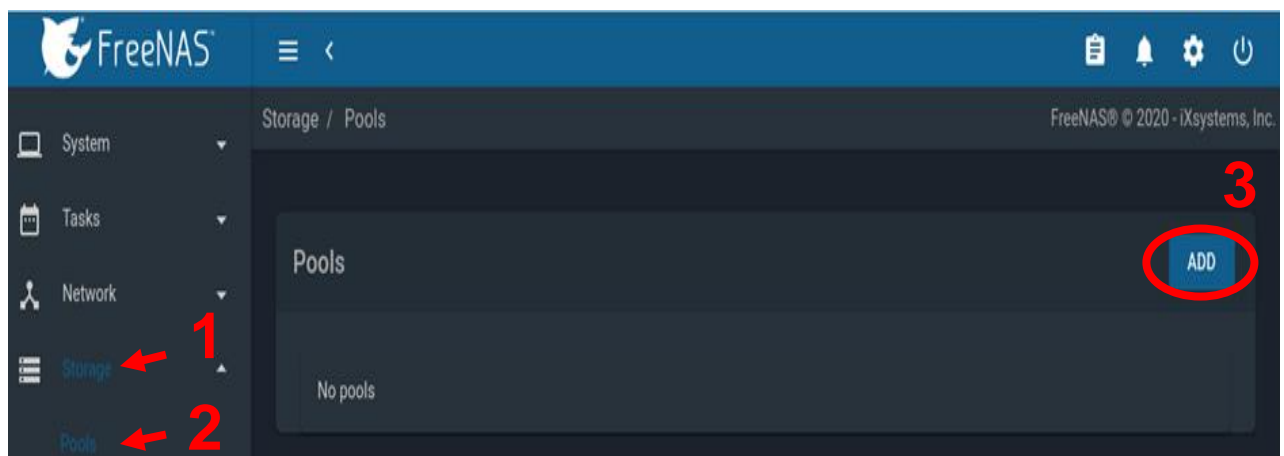
On peut accéder à l'interface web via le protocole 443 https ou 80 http, mais il est toujours préférable, question de sécurité de recourir au https. Les identifiants pour s'y connecter sont root pour le nom d'utilisateur, et le mot de passe que vous avez entré lors de l'installation du FreeNAS, pour notre cas le mot de passe est « toor », puis appuyer sur « SE CONNECTER ».

¹ Article du JDN, « NFS en informatique : définition et focus sur la version NFSv4 » via www.journaldunet.fr

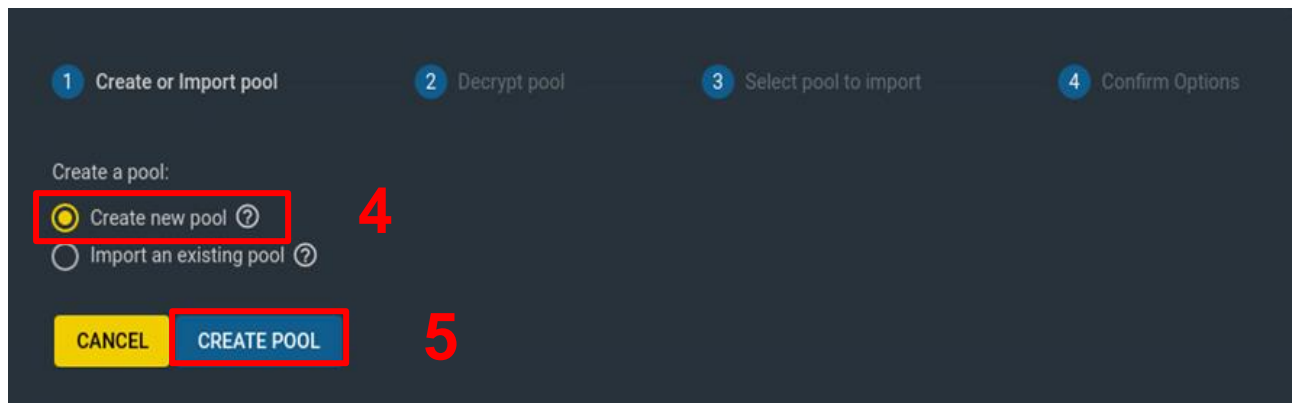


Maintenant que nous sommes connectés, nous allons commencer la configuration de nos stockages réseau.

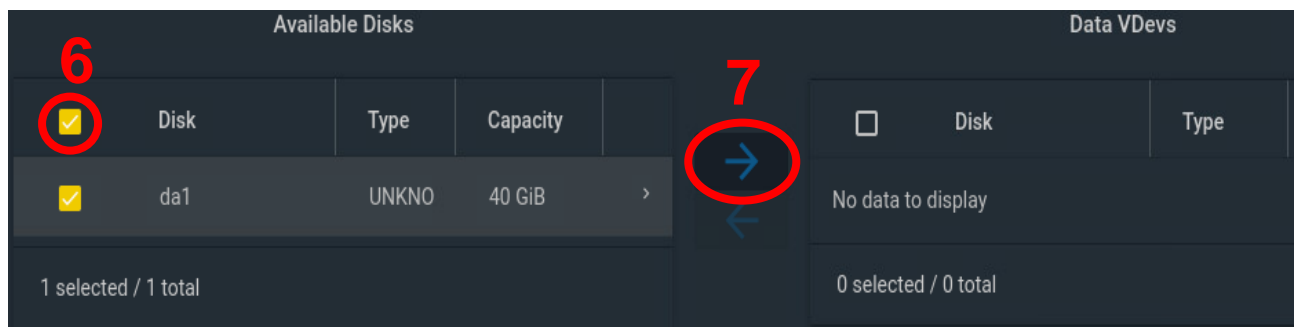
- *Création de pool de stockage datastore*



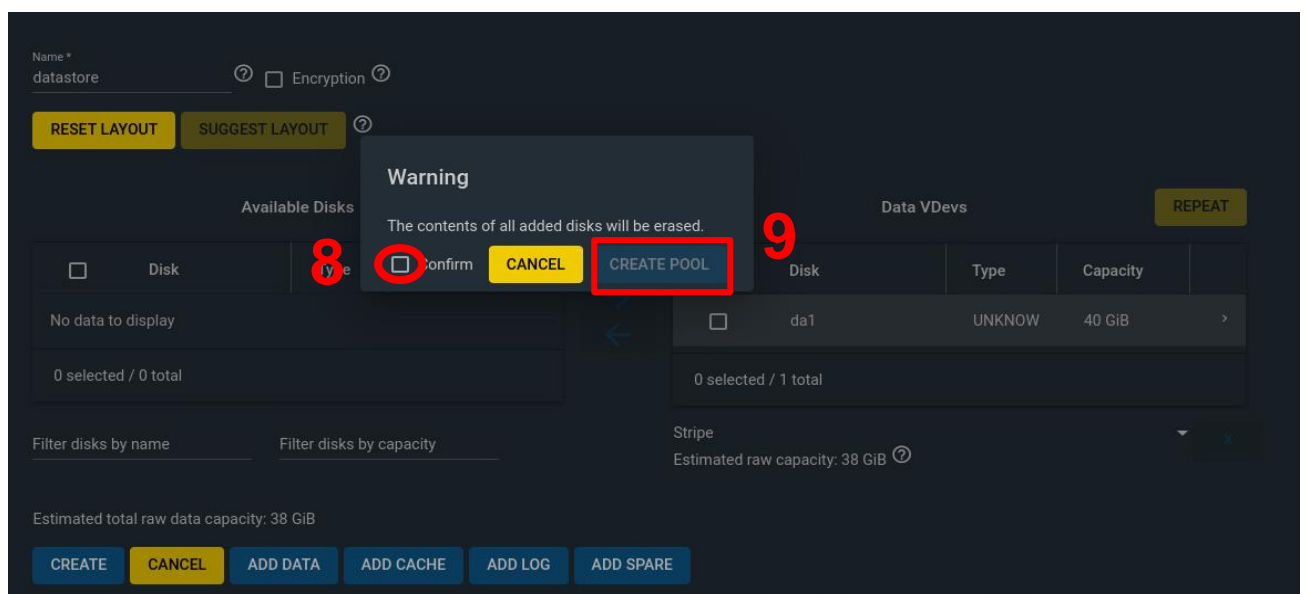
A présent, on coche la case create new pool, et on appuie sur « CREATE POOL », comme l'image ci-dessous.



On sélectionne le disque disponible en question, et on le transfère dans « Data VDevs ».



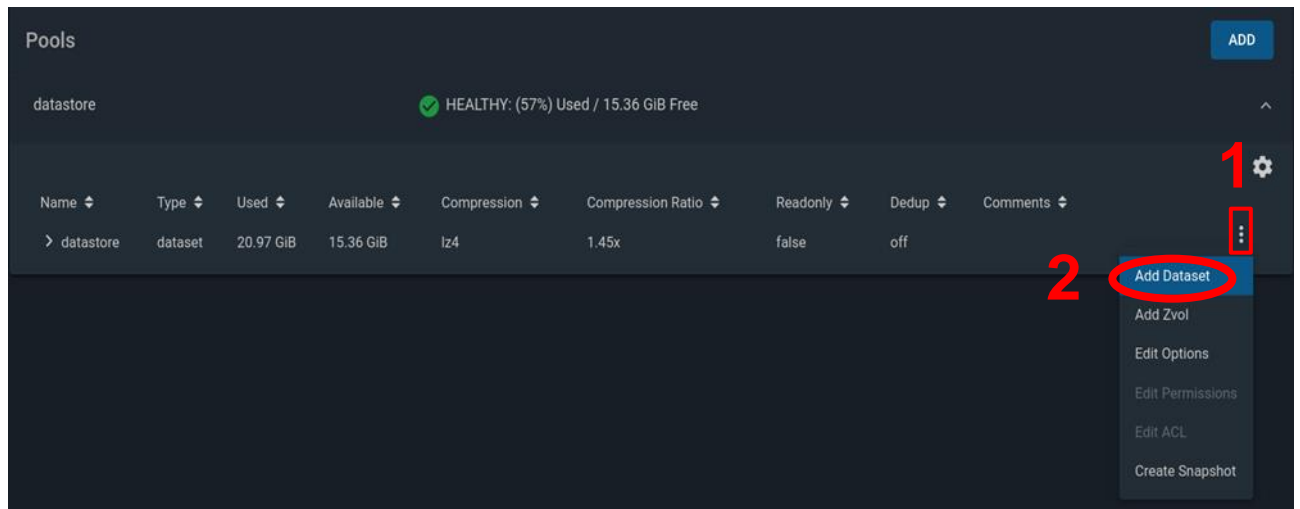
Arrivé à ce stade, après avoir sélectionné le disque pour le pool de stockage, on renomme le pool en « datastore » puis cochez confirmer pour le formatage du disque et appuyez sur « CREATE POOL ».



Maintenant qu'on a créé notre pool de stockage, il est temps de créer des subdivisions de pool dont le pool NFS et le pool iSCSI.

- *Création du pool NFS (dataset)*

Pour la création de la subdivision du pool iSCSI, il nous faut cliquer sur les trois traits tout à droite, et cliquer sur « Add Dataset », comme l'indique l'image ci-dessous.



Ensuite, il nous suffit de le nommer, « nfs » pour notre cas, et d'entrer dans les options avancées, pour y attribuer la taille de 20 Go

The screenshot shows the 'Add Dataset' configuration form. The 'Name' field is highlighted with a red box and a red '3', containing the text 'nfs'. Below it are fields for 'Comments', 'Sync' (set to 'Inherit (standard)'), 'Compression level' (set to 'Inherit (lz4)'), 'Enable Atime' (set to 'Inherit (on)'), 'Other Options' (with 'ZFS Deduplication' set to 'Inherit (off)', 'Case Sensitivity' set to 'Sensitive', and 'Share Type' set to 'Generic'). At the bottom, there are three buttons: 'SAVE', 'CANCEL', and 'ADVANCED MODE'. The 'ADVANCED MODE' button is highlighted with a red box and a red '4'.

Name *
nfs

Comments

Sync
Inherit (standard)

Compression level
Inherit (lz4)

Enable Atime
Inherit (on)

This Dataset

Quota for this dataset
20 GiB 5

Quota warning alert at, %
80

Quota critical alert at, %
95

Reserved space for this dataset

Other Options

ZFS Deduplication
Inherit (off)

Read-only
Inherit (off)

Après avoir attribué la taille du disque alloué pour ce pool, il nous suffit maintenant d'appuyer sur SAVE, et confirmer le formatage du disque pour l'allouer complètement au NFS. A présent, il nous faut créer la subdivision de pool de stockage pour le iSCSI, les procédés sont plus ou moins similaires, et c'est parti 😊 !

- *Création du pool de iSCSI*

Il est maintenant temps de créer notre pool iSCSI, avant de finaliser la configuration et paramétrer le partage sur le réseau. Pour ce faire, comme lors de la création de la subdivision du pool de stockage du NFS, on appuie sur les trois traits tout à droite, et cliquez sur « Add Zvol », le nommer en iscsi, attribuer 20GO puis sauvegarder les paramètres.

Pools

datastore HEALTHY: (57%) Used / 15.36 GiB Free

Name	Type	Used	Available	Compression	Compression Ratio	Readonly	Dedup	Comments
> datastore	dataset	20.97 GiB	15.36 GiB	lz4	1.45x	false	off	

1

2

- Add Dataset
- Add Zvol**
- Edit Options
- Edit Permissions
- Edit ACL
- Create Snapshot

Storage / Pools / Add Zvol

Zvol name * **3** **iscsi**

Comments

Size for this zvol * **4** **20G**

☐ Force size ?

Sync
Inherit (standard)

Compression level *
Inherit (lz4)

ZFS Deduplication *
Inherit (off)

☐ Sparse ?

5

SAVE **CANCEL** **ADVANCED MODE**

Donc voilà, actuellement nos subdivisions de pool de stockage NFS et iSCSI devraient être créés, et avoir le résultat comme ceci lorsque l'on rentre dans l'onglet Pool.

Name	Type	Used	Available	Compression	Compression Ratio	Readonly	Dedup	Comments
▼ datastore	dataset	20.32 GiB	16.01 GiB	lz4	53.15x	false	off	
iscsi	zvol	20.32 GiB	36.32 GiB	Inherits (lz4)	1.00x	false	off	
nfs	dataset	88 KiB	16.01 GiB	Inherits (lz4)	1.00x	false	off	

Et voilà le résultat ! 🎉 Nous avons réussi à créer le pool de stockage, et les subdivision iSCSI et NFS, nous pouvons dès à présent passer à la prochaine étape, le partage du stockage sur le réseau, afin que nos utilisateurs puissent les utiliser pour leur VM.

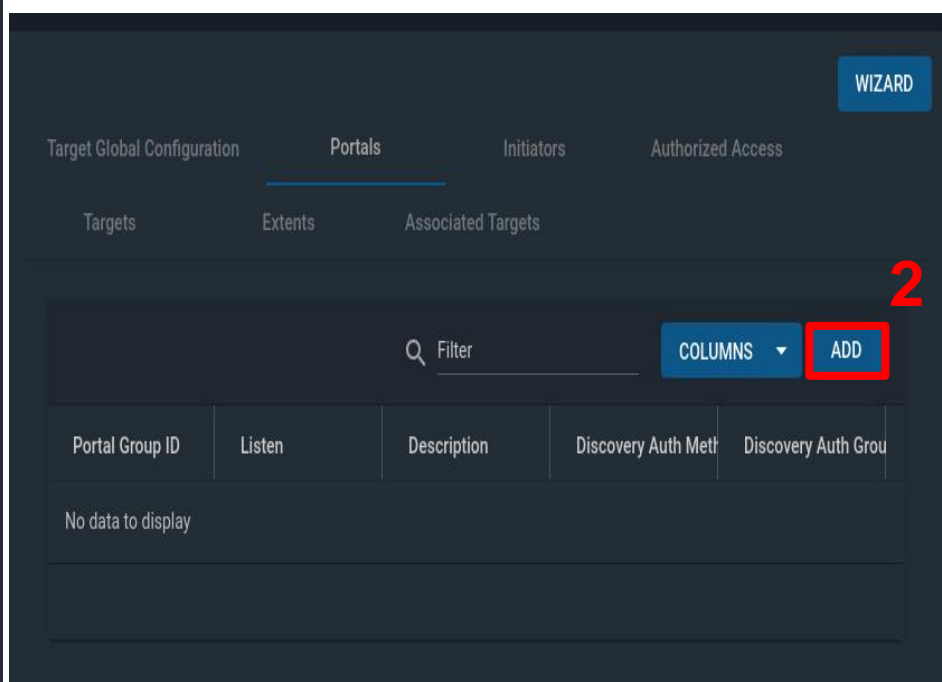
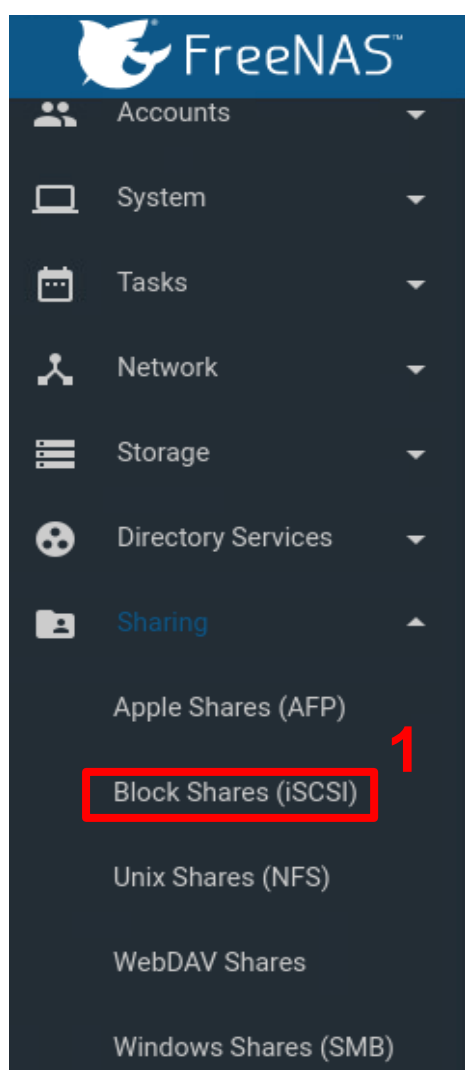
Etape 4 : Configuration du partage de stockage sur réseau iSCSI

Maintenant que nous avons des pools de stockage, nous allons configurer le partage du stockage sur réseau, pour ce faire, nous allons nous diriger vers l'onglet « Sharing, pour configurer nos **Portals** et nos **Initiators**, **Targets**, **Extents**.

On appelle **Portal**, l'IP d'écoute de votre service iSCSI, **Initiators** sont les adresses IP distante qui ont le droit de se connecter sur le service iSCSI, dans notre cas, l'Initiator devrait être l'adresse IP de notre VMWare ESXi. Les **Targets** sont le lien entre un portal et un ou plusieurs Initiators, et les **Extents** sont le lien entre les Targets et les périphériques que l'on voudrait partager sur le réseau.

- *Configuration Portals*

A présent, nous allons commencer la configuration du service iSCSI, pour ce faire, référez-vous aux images ci-dessous :



Description ?

Discovery Auth Method
NONE ?

Discovery Auth Group ?

— 0.0.0.0

— ::

— 192.168.10.100

— 192.168.42.100 **3**

Port
3260 ? **ADD**

Description
IP d'écoute ?

Discovery Auth Method
NONE ?

Discovery Auth Group ?

IP Address *
192.168.42.100 ? Port
3260 ? **ADD**

4

SAVE **CANCEL**

Pour le cas de notre infrastructure, nous choisirons l'adresse IP de la deuxième interface comme IP d'écoute, **192.168.42.100** mais non toutes les adresses IP afin de limiter l'accès au partage, et pour plus de sécurité bien évidemment. Après avoir sauvegardé la configuration, naviguons dans l'onglet Initiators.

- *Configuration des Initiators*

WIZARD

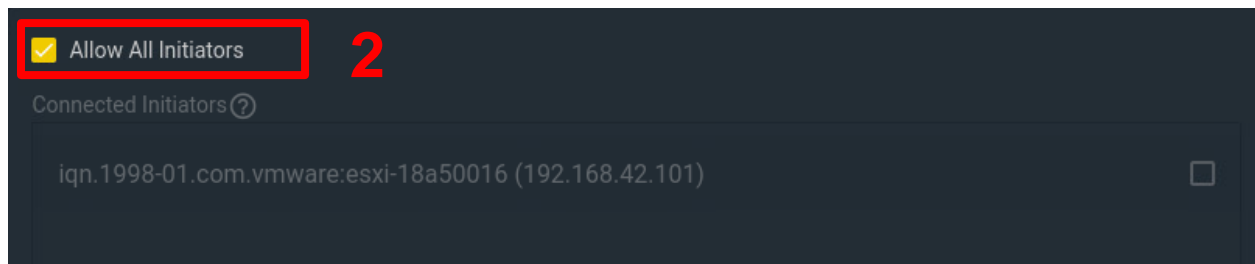
Target Global Configuration Portals **Initiators** Authorized Access

Targets Extents Associated Targets

Filter **COLUMNS** **ADD** **1**

Group ID	Initiators	Authorized Networks	Description
1			

1 - 1 of 1



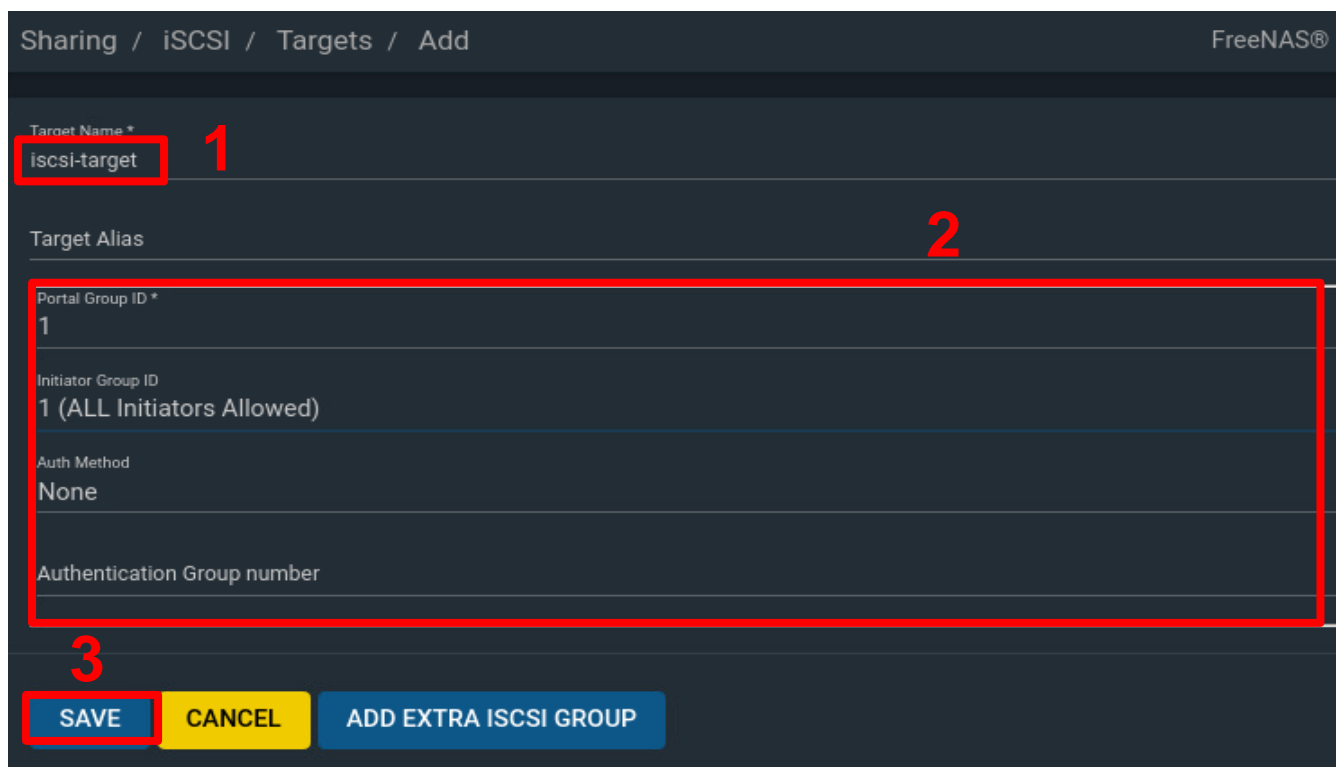
☒ Allow All Initiators **2**

Connected Initiators (?)

iqn.1998-01.com.vmware:esxi-18a50016 (192.168.42.101) ☐

Dans cette configuration, on a choisi la configuration open bar, c'est-à-dire de permettre à n'importe quel Initiator de faire requête au réseau. Toutefois, cette configuration est non sécurisée, nous verrons plus tard comment restreindre encore plus pour plus de sécurité, mais pour l'instant, nous nous contenterons de rendre fonctionnel le NAS sur le réseau. Mais pour être plus précis, notre unique Initiator devrait être l'adresse IP de notre VMWare ESXi, le **192.168.42.101**. A présent nous allons configurer les Targets dans l'onglet « Targets »

- *Configuration des Targets*



Sharing / iSCSI / Targets / Add FreeNAS®

Target Name * **1**
iscsi-target

Target Alias **2**

Portal Group ID *
1

Initiator Group ID
1 (ALL Initiators Allowed)

Auth Method
None

Authentication Group number

3

Dans cette étape, on a renommé le Target, assigner le portal group au Portal configuré précédemment, et assigner également l'Initiator. A présent, après avoir terminé et sauvegardé la configuration des Targets, nous allons maintenant passer à la configuration des Extents, pour ce faire, allons dans l'onglet « Extents ».

- *Configuration des Extents*

Target Global Configuration Portals Initiators Authorized Access Targets **Extents** Associated Targets

Filter COLUMNS **ADD**

Extent Name	Description	Serial	NAA	Enabled
-------------	-------------	--------	-----	---------

Sharing / iSCSI / Extents / Add

FreeNAS

Extent name * **2**
iscsi-extent

Extent type
Device

Device *
datastore/iscsi (20.0G)

Logical block size
512

☐ Disable physical block size reporting ?

Available space threshold (%)

Description

☒ Enable TPC ?

☐ Xen initiator compat mode ?

LUN RPM
SSD

☐ Read-only ?

☒ Enabled ?

3

SAVE **CANCEL**

Target Global Configuration Portals Initiators Authorized Access Targets **Extents** Associated Targets

Done Filter COLUMNS ADD

Extent Name	Description	Serial	NAA	Enabled
iscsi-extent		10000001	0x6589cfc0000008096b37b39	yes

1 - 1 of 1

A présent, notre Target créé, il nous faut mettre en place nos Associated Targets, une combinaison des Targets, Extents et le LUN², c'est-à-dire qu'on associe notre disque à la Target.

- *Configuration des Associated targets*

Target Global Configuration Portals Initiators Authorized Access Targets Extents

Associated Targets 1

Base Name *
iqn.2005-10.org.freenas.ctl ?

ISNS Servers ?

Pool Available Space Threshold (%) ?

SAVE

Sharing / iSCSI / Associated Targets / Add FreeNAS

Target * 2
iscsi-target

LUN ID 3
1

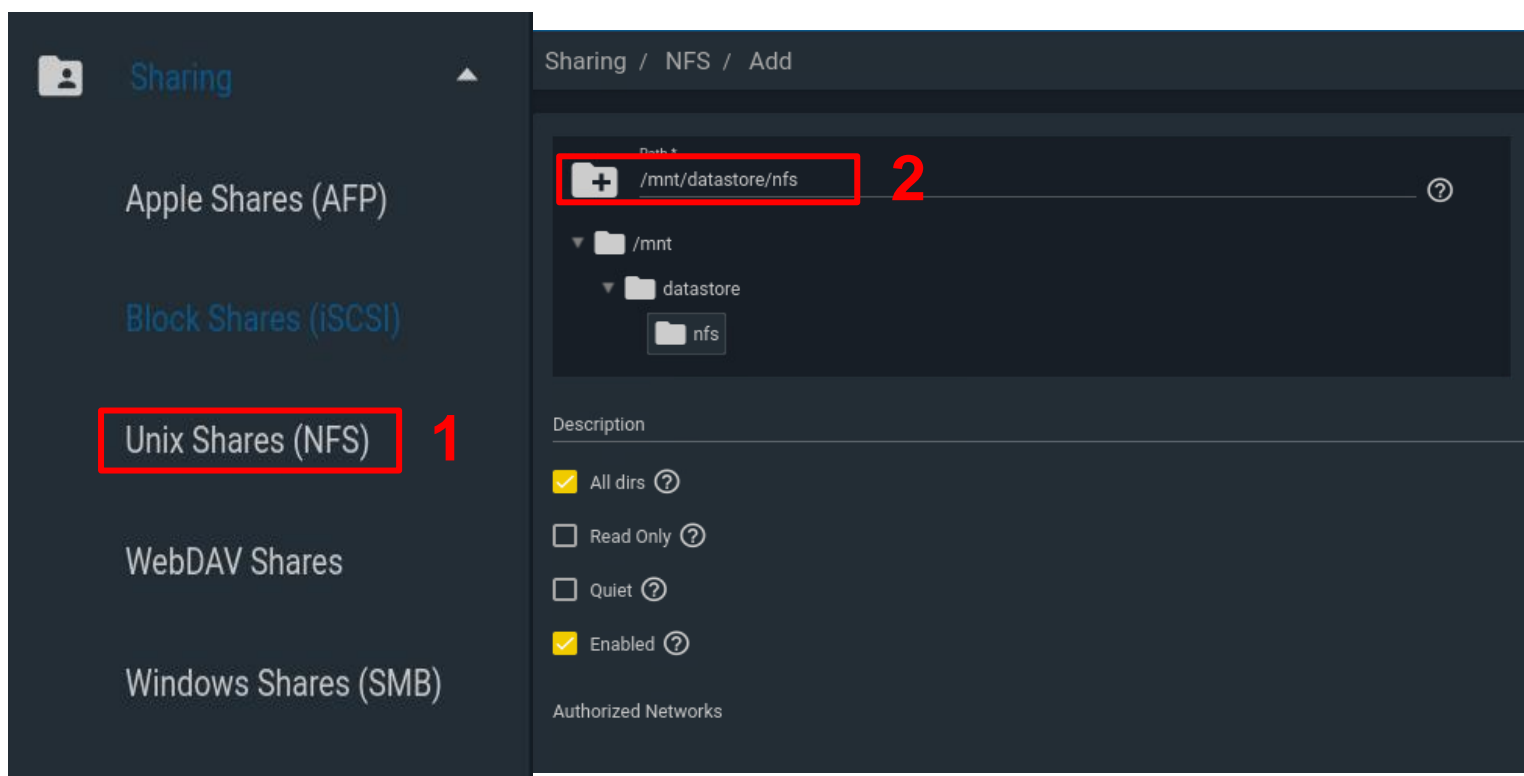
Extent * 4
iscsi-extent

5
SAVE CANCEL

A présent, nous avons terminé la configuration de l'iSCSI, il nous faut maintenant configurer le dossier de partage NFS.

² Numéros qui servent à déterminer le partage, une sorte de numéro d'identification

Etape 5 : Configuration du dossier de partage NFS



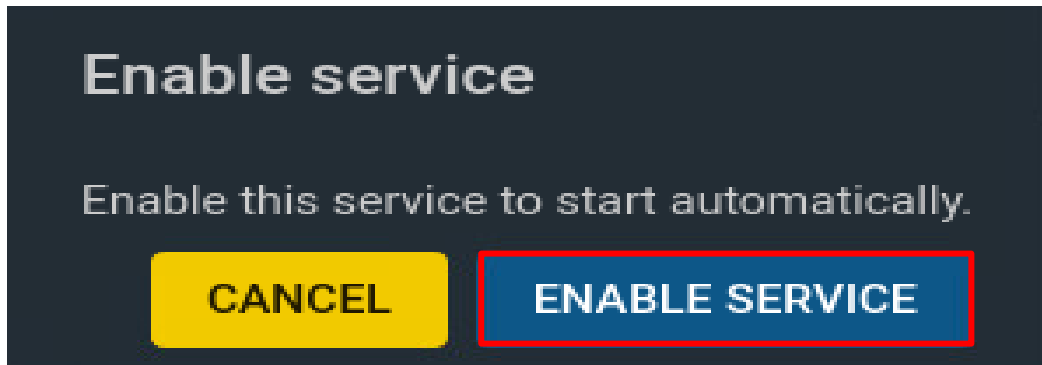
Après les opérations précédentes, nous avons attribué l'utilisateur en root, le groupe en wheel, puis on sauvegarde la manipulation. Il est à noter que le chemin du partage réseau à communiquer sur notre VMWare ESXi est celui attribué dans « Sharing » dont /mnt/datastore/nfs.

Etape 6 : Démarrage des services

On arrive à l'étape finale de la configuration du serveur NAS, et donc il nous faut démarrer les services NFS et iSCSI

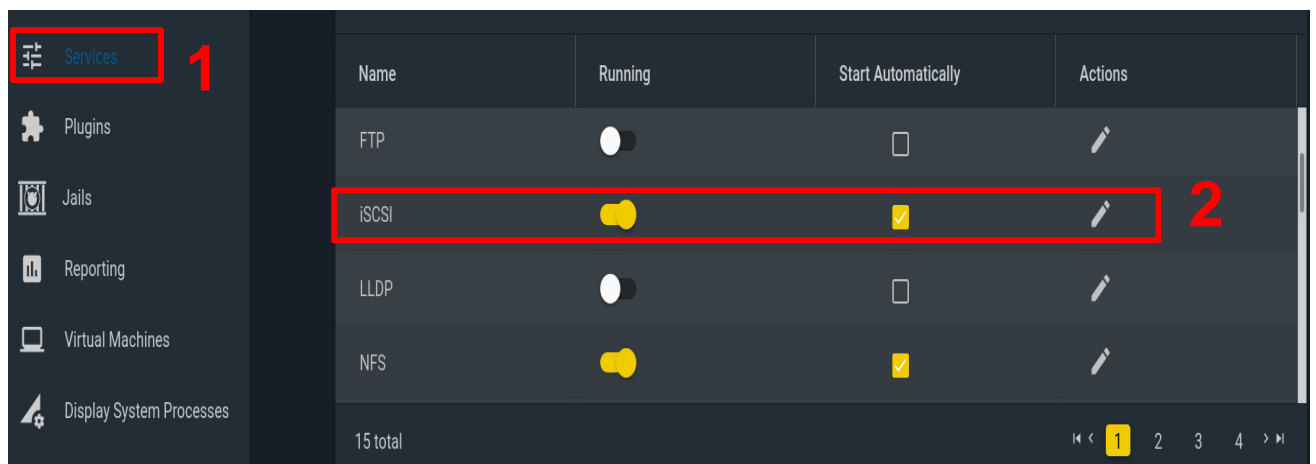
- *Service NFS*

Pour le service NFS précédemment il nous suffit de cliquer sur ENABLE SERVICE comme l'image ci-dessous lorsque la fenêtre de confirmation apparaîtra.



- *Service iSCSI*

⚠ ATTENTION ⚠ Le service iSCSI n'est pas démarré automatiquement, il faudrait aller dans l'onglet services et l'activer nous-même, pour ce faire voici la démarche à suivre :



Et bravo 🎉 ! Nous avons terminé toutes les configurations de base à faire sur le FreeNAS, maintenant on peut commencer l'installation et la configuration du VMWare ESXi

II- VMWare ESXi

A présent, on entre dans la seconde partie, la configuration de notre VMWare ESXi.

Qu'est-ce que l'ESXi ? C'est un hyperviseur de type 1 développé par VMWare pour de la virtualisation, c'est-à-dire qu'il tourne à une OS (Operating System ou système d'exploitation) dédiée à la virtualisation qui s'installe directement sur le matériel (hyperviseur bare-metal). Dans cette étape, nous allons détailler l'installation et la configuration du serveur ESXi, et de monter une machine Debian et un routeur pfsense dans notre VMWare ESXi. En bref, nous allons faire tourner une VM dans une VM.

Etape 0 : Paramètres VM du ESXi

Système	vCPU	RAM	Stockage	Adapteur réseau	Lecteur CD/DVD
VMware ESXi 7.0 (Non une Linux ni une FreeBSD !)	2	4Go	- 10 Go Disk 1 - 40 Go Disk 2 En provisionnement dynamique	2 adaptateurs sur le switch attribué sur vCenter	VMware-VMvisor-Installer-ESXi-7.0.0-15843807.x86_64.iso

⚠ **TRES IMPORTANT** ⚠ N'oublier pas d'activer/cocher cette option pour le CPU, afin que la VM puisse générer des VMs, ce qui est le but de notre travail.

Modifier les paramètres | WR-ESXi


Matériel virtuel

Options VM

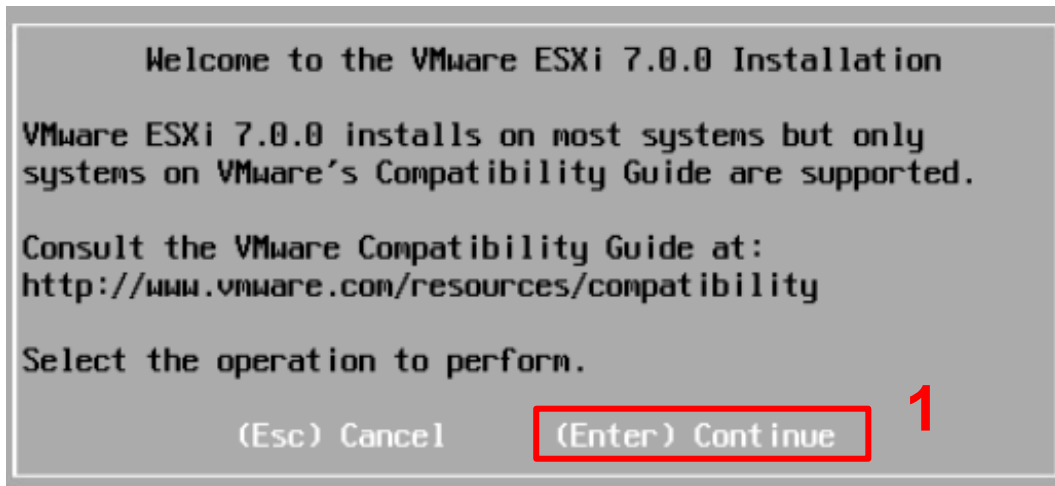
AJOUTER UN PÉRIPHÉRIQUE ▾

▼ CPU	2 ▼	ⓘ
Cœurs par socket	2 ▼ Sockets : 1	
Connexion CPU à chaud	<input type="checkbox"/> Activer l'ajout à chaud du CPU	
Réservation	0 ▼ MHz ▼	
Limite	Illimité ▼ MHz ▼	
Parts	Normale ▼ 2000 ▼	
Virtualisation matérielle	<input checked="" type="checkbox"/> Exposer l'assistance matérielle à la virtualisation au SE invité ⓘ	
Compteurs de performance	<input type="checkbox"/> Activer les compteurs de performance CPU virtualisés	
E/S MMU	<input type="checkbox"/> Activé	

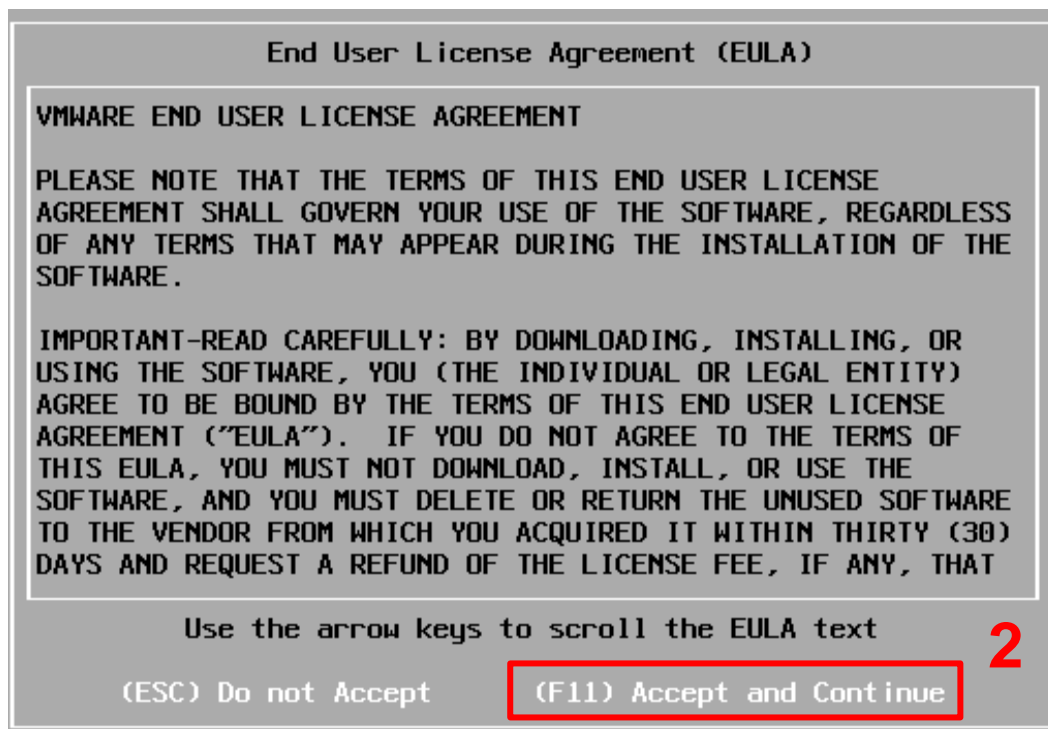
Etape 1 : Installation du ESXi

Tout comme pour le FreeNAS, après avoir fini de paramétrer la VM pour l'ESXi, il nous faut juste à appuyer sur le bouton  pour mettre la machine sous tension, et cliquer sur l'écran de la machine afin d'y effectuer des opérations et commencer l'installation 😊 (L'astuce reste la même que pour le FreeNAS sur **Enter** pour confirmer et **Space** pour sélectionner/désélectionner).

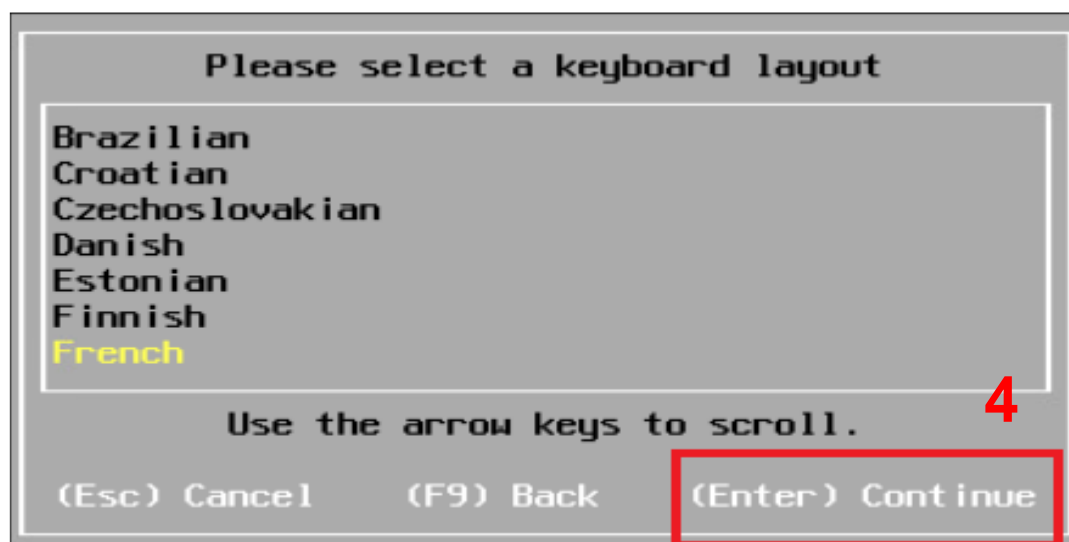
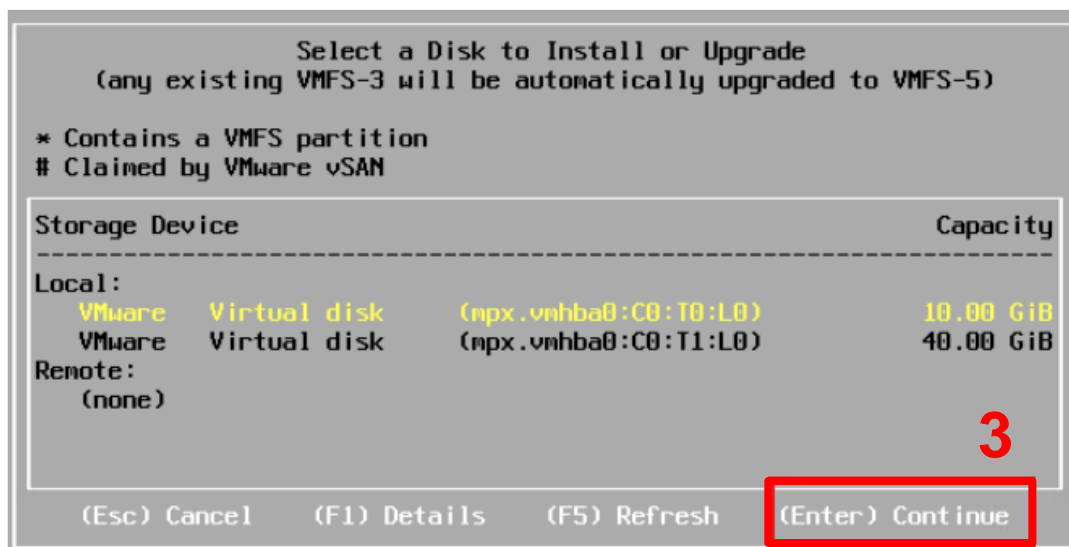
Arrivé à la première fenêtre, sélectionner « ESXi-7.0-4 standard Installer » puis appuyez sur **Enter**, et vous arriverez à l'écran ci-dessous



Ensuite, vous arriverez à la page de la Licence et des Conditions d'utilisation, si vous êtes curieux sur le contenu, vous pouvez le lire, et appuyer sur **F11** pour Accepter et Continuer.



Comme on a deux disques sur cette VM, dont l'un 10 Go et l'autre 40 Go, on sélectionne le disque de 10 Go, et ensuite la langue du clavier en French pour être en AZERTY.



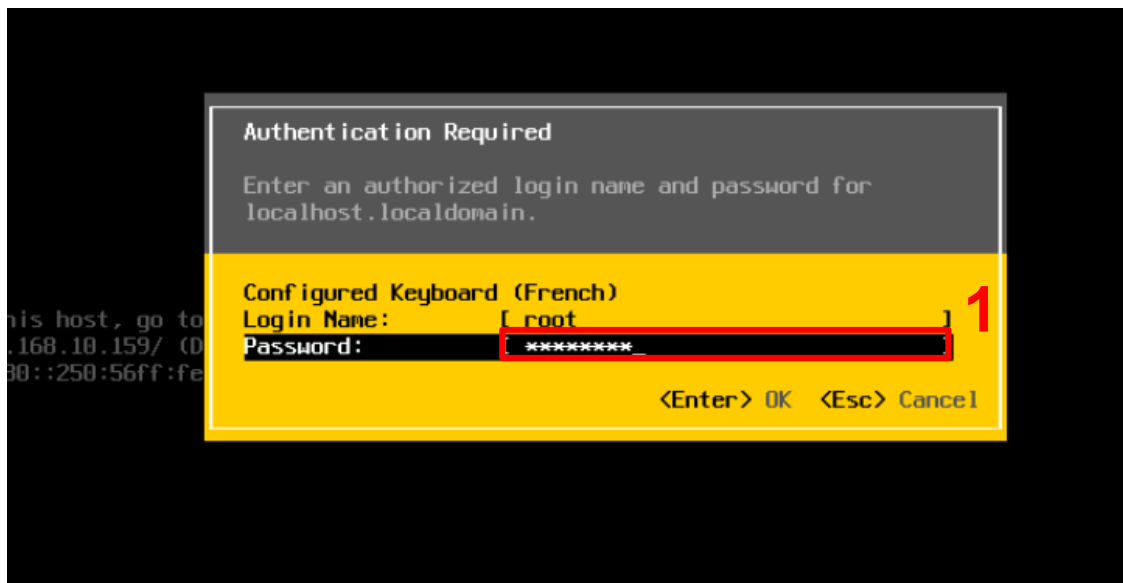
Pour le mot de passe, on l'a défini sur « P@ssw0rd », notamment parce que ce mot de passe requiert des conditions spécifiques dont les caractères et les nombres. Ce sera le même mot de passe à utiliser lors de la connexion sur l'interface web de ESXi.

Il nous suffit ensuite d'appuyer sur la touche F11 et reboot pour finaliser l'installation.

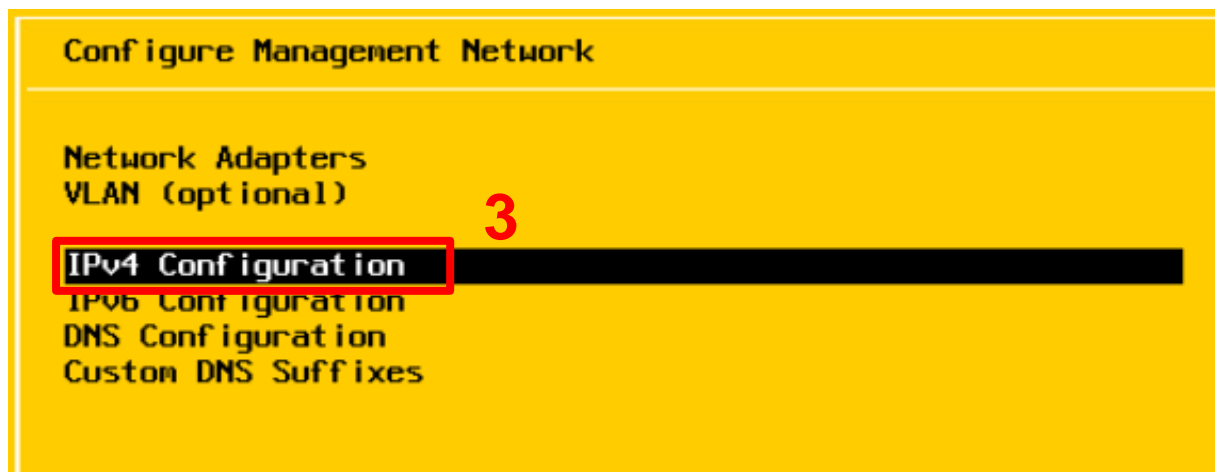
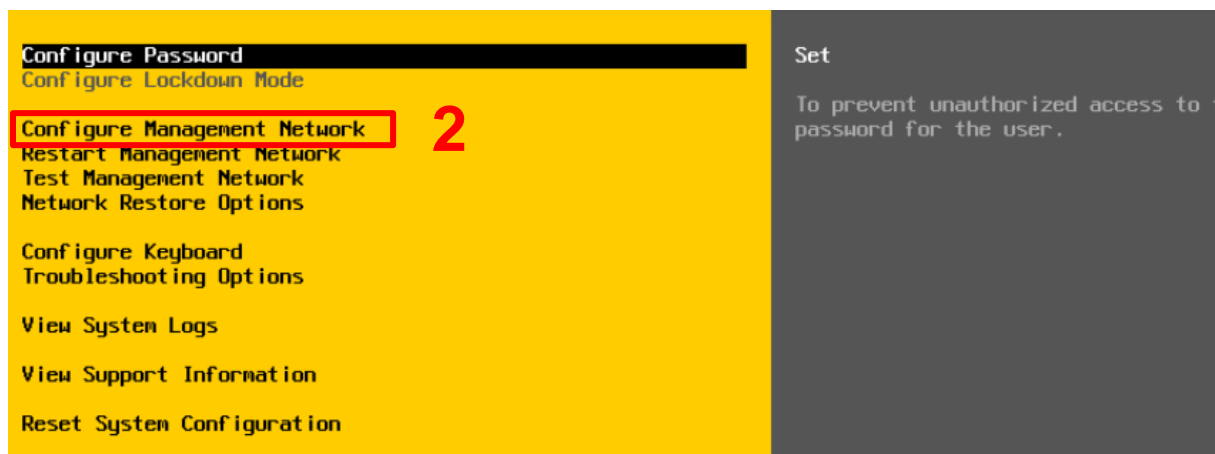
Et voilà ! On a terminé l'installation de l'ESXi, et il est temps de passer à la configuration des interfaces réseaux de l'ESXi dont les interface réseaux et le DNS.

Etape 2 : Configuration réseau du ESXi

Arrivé à l'écran d'accueil, on appuie sur F2 et on nous demandera une authentification, qui n'est autre que ce dont on vient de rentrer lors de l'installation.



Ensuite, nous allons configurer les interfaces réseaux de notre ESXi



IPv4 Configuration

This host can obtain network settings automatically if your network includes a DHCP server. If it does not, the following settings must be specified:

() Disable IPv4 configuration for management network

() Use dynamic IPv4 address and network configuration

(o) Set static IPv4 address and network configuration:

IPv4 Address

Subnet Mask

Default Gateway

[192.168.10.101]

[255.255.255.0]

[192.168.10.1]

<Up/Down> Select

<Space> Mark Selected

<Enter> OK

<Esc> Cancel

On attribue à notre ESXi une adresse IPv4 en statique, et on y entre l'adresse conforme à l'infrastructure informatique défini. Pour la deuxième interface, nous allons la configurer sur l'interface Web, pour éviter que les deux interfaces réseau sont liés à une même liaison montante, pouvant ainsi poser problème au montage du disque iSCSI sur le réseau.

A présent, nous allons configurer notre DNS pour l'ESXi.

Configure Management Network

Network Adapters

VLAN (optional)

IPv4 Configuration

IPv6 Configuration

DNS Configuration

Custom DNS Suffixes

DNS Configuration

This host can only obtain DNS settings automatically if it also obtains its IP configuration automatically.

() Obtain DNS server addresses and a hostname automatically
(o) Use the following DNS server addresses and hostname: **7**

Primary DNS Server	[192.168.10.1]
Alternate DNS Server	[]
Hostname	[esxi]

<Up/Down> Select <Space> Mark Selected <Enter> OK <Esc> Cancel

Configure Management Network

Network Adapters
VLAN (optional)

IPv4 Configuration
IPv6 Configuration
DNS Configuration
Custom DNS Suffixes **9**

Custom DNS Suffixes

DNS queries will attempt to locate hosts by appending the suffixes specified here to short, unqualified names.

Use spaces or commas to separate multiple entries.

Suffixes: [example.lan_] **10**

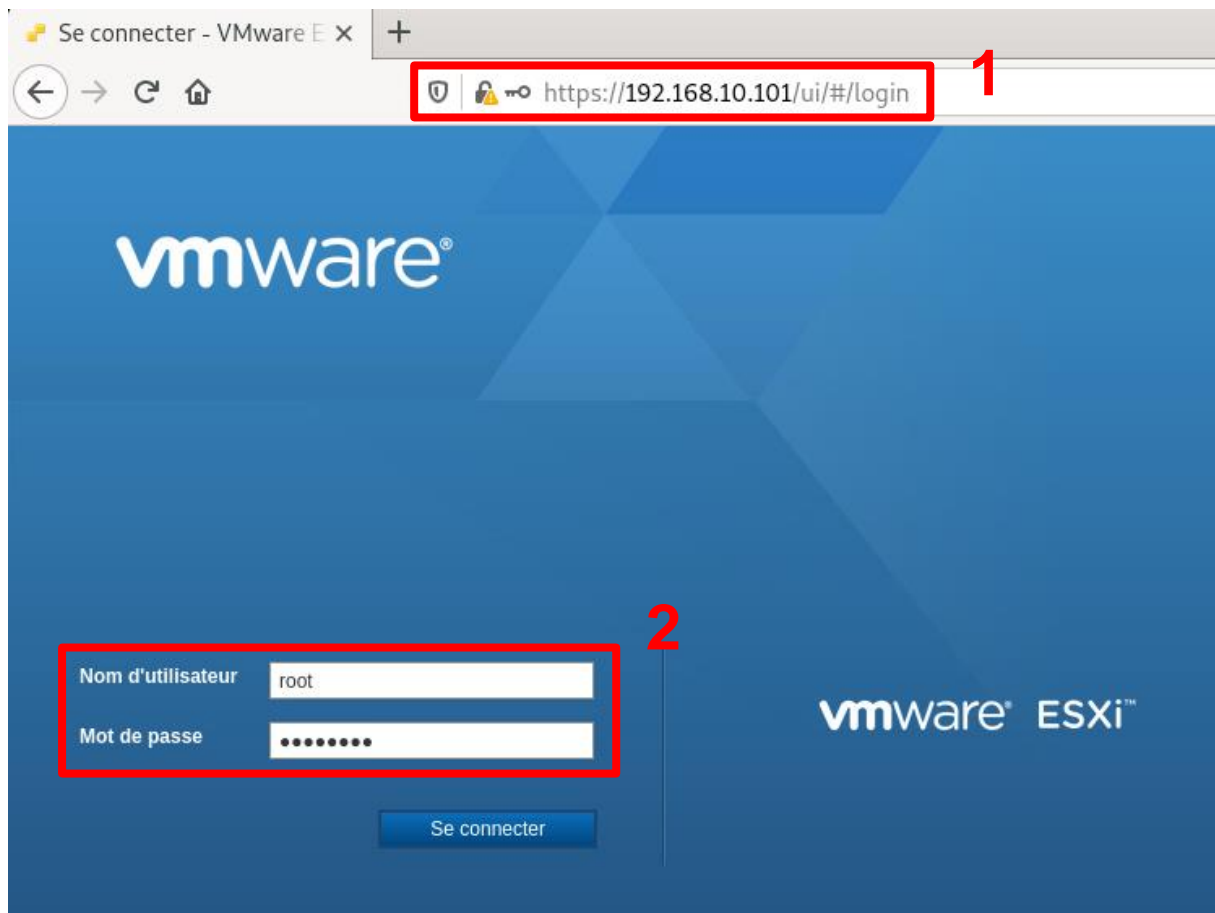
<Enter> OK <Esc> Cancel

Etape 3 : Configuration de base VMWare ESXi

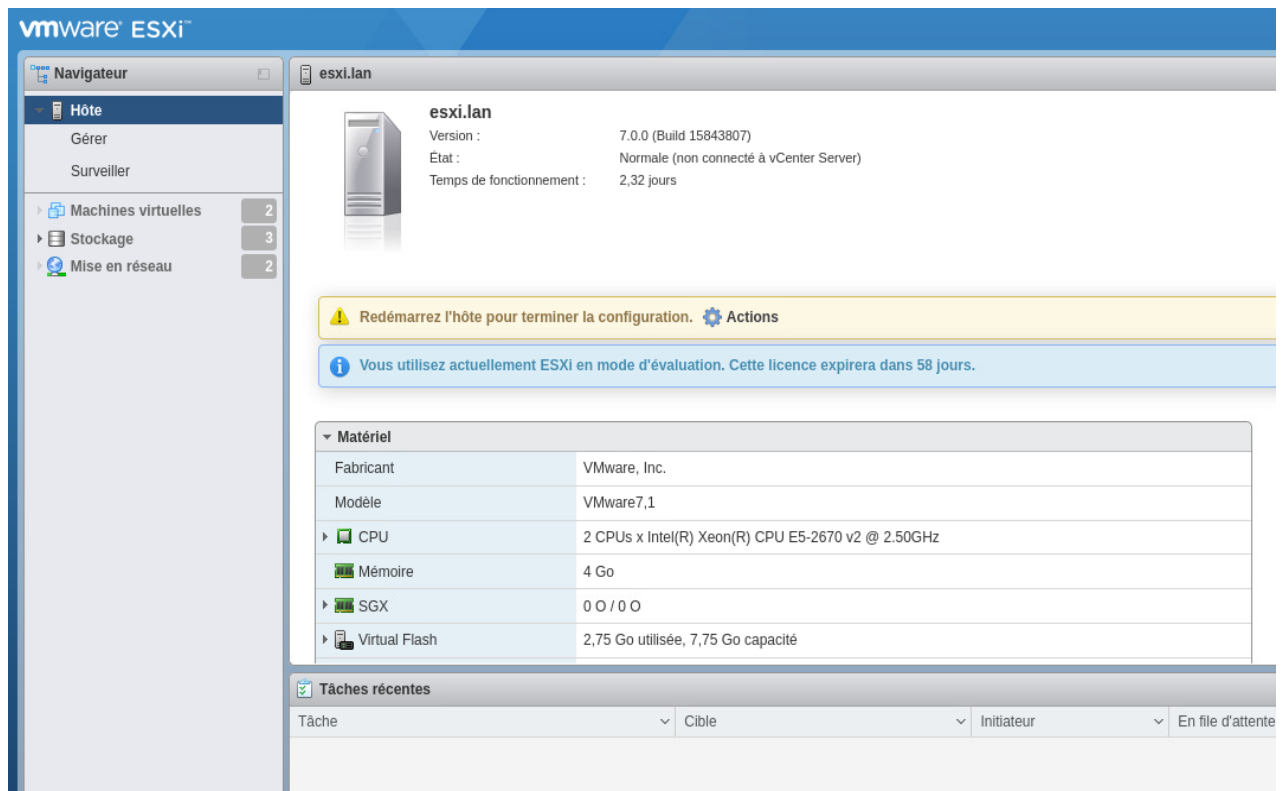
- *Phase de login*

Nous allons maintenant passer à l'interface web de l'ESXi, où nous allons monter notre disque iSCSI et notre partage de dossier NFS sur le réseau. Aussi, il y aura d'autre manipulation à part cela, comme la création des commutateurs virtuels pour nos VM imbriquée, comme le cas de notre vSwitch sur vSphere Client.

Donc nous allons commencer, et pour y accéder à l'interface web, il nous suffit de démarrer une machine cliente avec interface graphique et y entrer dans un navigateur l'adresse IP assignée lors de la configuration de l'interface, c'est-à-dire **192.168.10.101**.

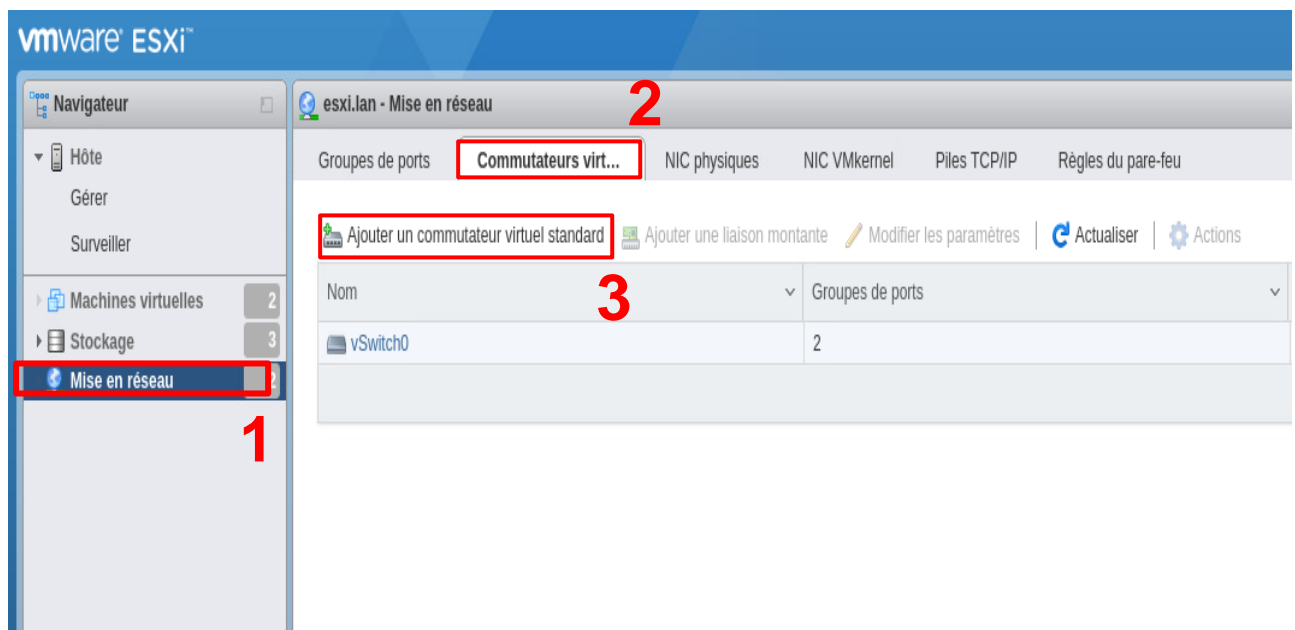


Après avoir entré les identifiants, une fenêtre va se popup, et il nous suffit de bypasser et nous arriverons à l'écran d'accueil similaire à notre vSphere Client, qui est notre ESXi.



- *Configuration de la 2^{nde} interface ESXi*

C'est dans cette partie que nous allons configurer et assigner l'interface réseau mentionné précédemment. Pour ce faire, il nous suffit de créer un commutateur virtuel qui sera configuré avec l'adresse IP **192.168.42.101** (qui est notre Initiator pour iSCSI).



Ajouter un commutateur virtuel standard - Vswitch1

Ajouter une liaison montante

Nom du vSwitch	Vswitch1
MTU	1500
Liaison montante 1	vmnic1 - Actif, 10000 mbps
▸ Découverte de liaison	Cliquez pour développer
▸ Sécurité	Cliquez pour développer

Liaison montante

Ajouter

Annuler

esxi.lan - Mise en réseau

Groupes de ports Commutateurs virtuels NIC physiques NIC VMkernel Piles TCP/IP Règles du pare-feu

Ajouter une NIC VMkernel

Modifier les paramètres Actualiser Actions

Nom	Groupe de ports	Pile TCP/IP
vmk0	Management Network	Pile TCP/IP par défaut

Ajouter une NIC VMkernel

Groupe de ports	Nouveau groupe de ports
Nouveau groupe de ports	vSwitch1
Commutateur virtuel	vswitch1
ID du VLAN	0
MTU	1500
Version IP	IPv4 uniquement
Paramètres IPv4	
Configuration	<input type="radio"/> DHCP <input checked="" type="radio"/> Statique
Adresse	192.168.42.101
Masque de sous-réseau	255.255.255.0
Pile TCP/IP	Pile TCP/IP par défaut
Services	<input type="checkbox"/> vMotion <input type="checkbox"/> Provisionnement

Créer

Annuler

Et voilà ! Notre deuxième interface réseau est désormais fonctionnelle et opérationnelle, en effet cette deuxième interface est liée à notre stockage au réseau, notamment par le fait qu'elle est l'Initiator pour iSCSI.

- *Configuration d'un commutateur virtuel LAN*

A présent, il nous reste à créer un autre commutateur virtuel pour le réseau LAN de notre pfsense imbriquée et notre machine cliente Linux. Pour ce faire, voici les étapes à suivre :

esxi.lan - Mise en réseau

Groupes de ports | **Commutateurs virt...** | NIC physiques | NIC VMkernel | Piles TCP/IP | Règles du pare-feu

Ajouter un commutateur virtuel standard | Ajouter une liaison montante | Modifier les paramètres | Actualiser | Actions

Nom	Groupes de ports
vSwitch0	2
vswitch1	1

1

Ajouter un commutateur virtuel standard - vSwitch2

Ajouter une liaison montante

Nom du vSwitch	vSwitch2
MTU	1500
▸ Découverte de liaison	Cliquez pour développer
▸ Sécurité	Cliquez pour développer

2

3 **Ajouter** Annuler

Ensuite, il faudrait associer le switch créé à un nouveau groupe de ports, que l'on nommera comme bon nous semble, pour notre cas, on va le nommer « Switch LAN ».

esxi.lan - Mise en réseau

Groupes de ports | Commutateurs virtuels | NIC physiques | NIC VMkernel | Piles TCP/IP | Règles du pare-feu

Ajouter un groupe de ports | Modifier les paramètres | Actualiser | Actions

Nom	Ports actifs	ID du VLAN	Type
VM Network	1	0	Groupe
Management Network	1	0	Groupe
Stockage	1	0	Groupe

4

Ajouter un groupe de ports - Switch LAN

Nom	Switch LAN 5
ID du VLAN	0
Commutateur virtuel	vswitch2 6
► Sécurité	Cliquez pour développer

Ajouter Annuler

Et voilà 🎉 ! Nous avons terminé la configuration du réseau sur ESXi, tout est fonctionnel, il nous faut maintenant passer à la création de nos banques de données.

Etape 4 : Configuration banque de données

Ces banques de données vont utiliser les stockages sur réseau configuré lors de la configuration du FreeNAS, iSCSI et NFS. En plus de cela, nous allons également créer une banque de données au niveau local.

- *Création de la banque de données « datastore »*

Bon commençons, nous allons créer une banque de données que l'on nommera « datastore » au niveau local, qui utilisera l'espace de stockage de notre ESXi, et qui sera notre stockage de fichiers ISO des OS de nos VM imbriquées dans ESXi.

Navigateur

- Hôte
 - Gérer
 - Surveiller
- Machines virtuelles 2
- Stockage 1**
- Mise en réseau 2

esxi.lan - Stockage

Banques de données 2

Nouvelle banque de données Augmenter la capacité Enregistrer une VM Na

Nom 3 Type de

Nouvelle banque de données

1 Sélectionner un type de création
2 Sélectionner le périphérique
3 Sélectionner les options de partitionnement
4 Prêt à terminer

Sélectionner un type de création

Comment voulez-vous créer une banque de données ?

Créer une banque de données VMFS

Ajouter une extension à une banque de données VMF...

Développer une extension de banque de données VM...

Monter la banque de données NFS

Créer une banque de données VMFS sur un périphérique de disque local

Nouvelle banque de données - datastore

✓ 1 Sélectionner un type de création
✓ 2 Sélectionner le périphérique
3 Sélectionner les options de partitionnement
4 Prêt à terminer

Sélectionner le périphérique

Sélectionner un périphérique sur lequel créer une partition VMFS

Nom
datastore|

Les périphériques suivants ne sont pas réclamés et peuvent être utilisés pour créer une banque de donn

Nom	Type	Capacité
Local VMware Disk (mpx.vmhba0:C0:T1:L0)	Disque (SSD)	40 Go

- *Création de banque de données NFS*

A présent, on va créer une banque de données NFS pour le partage de fichiers dans le réseau. Pour ce faire, voici les étapes à suivre :

Nouvelle banque de données

1 Sélectionner un type de création
2 Fournir les détails du montage NFS
3 Prêt à terminer

Sélectionner un type de création

Comment voulez-vous créer une banque de données ?

Créer une banque de données VMFS

Ajouter une extension à une banque de données VMF...

Développer une extension de banque de données VM...

Monter la banque de données NFS

Nouvelle banque de données - NFS

1 Sélectionner un type de création

2 Fournir les détails du montage NFS

3 Prêt à terminer

Fournir les détails du montage NFS

Fournissez les détails du partage NFS que vous souhaitez monter.

Nom	NFS
Serveur NFS	192.168.10.100
Partage NFS	/mnt/datastore/nfs
Version NFS	<input checked="" type="radio"/> NFS 3 <input type="radio"/> NFS 4

A présent, nous avons deux banques de données, il nous faut à présent créer une banque de données iSCSI.

- *Création de banque de données iSCSI*

On passe actuellement à la création de la banque de données iSCSI qui sera notre stockage utilisé par les VM imbriquées dans ESXi. Mais avant de créer, il nous faut monter le stockage iSCSI, et pour ce faire, voici les étapes à suivre :

esxi.lan - Stockage

Banques de données **Adaptateurs** Périphériques Mémoire persistante

Configurer iSCSI
 iSCSI logiciel
 Reanalyser
 Actualiser
 Actions

Nom	
vmhba0	
vmhba1	
vmhba64	

Configurer iSCSI - vmhba65

iSCSI activé	<input type="radio"/> Désactivé <input checked="" type="radio"/> Activé						
Nom et alias	iqn.1998-01.com.vmware:esxi-18a50016						
Authentification CHAP	Ne pas utiliser le CHAP						
Authentification CHAP mutuelle	Ne pas utiliser le CHAP						
Paramètres avancés	Cliquez pour développer						
Liaisons de port réseau	<div> <input type="button" value="Ajouter une liaison de port"/> <input type="button" value="Supprimer une liaison de port"/> </div> <table border="1"> <thead> <tr> <th>NIC VMkernel</th> <th>Groupe de ports</th> <th>Adresse IPv4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>vmk1</td> <td>Stockage</td> <td>192.168.42.101</td> </tr> </tbody> </table>	NIC VMkernel	Groupe de ports	Adresse IPv4	vmk1	Stockage	192.168.42.101
NIC VMkernel	Groupe de ports	Adresse IPv4					
vmk1	Stockage	192.168.42.101					
Cibles statiques	<div> <input type="button" value="Ajouter une cible statique"/> <input type="button" value="Supprimer la cible statique"/> <input type="button" value="Modifier les paramètres"/> <input type="button" value="Rechercher"/> </div> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Cible</th> <th>Adresse</th> <th>Port</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>iqn.2005-10.org.freenas.cti:iscsi-target</td> <td>192.168.42.100</td> <td>3260</td> </tr> </tbody> </table>	Cible	Adresse	Port	iqn.2005-10.org.freenas.cti:iscsi-target	192.168.42.100	3260
Cible	Adresse	Port					
iqn.2005-10.org.freenas.cti:iscsi-target	192.168.42.100	3260					
Cibles dynamiques	<div> <input type="button" value="Ajouter une cible dynamique"/> <input type="button" value="Supprimer la cible dynamique"/> <input type="button" value="Modifier les paramètres"/> <input type="button" value="Rechercher"/> </div> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Adresse</th> <th>Port</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>192.168.42.100</td> <td>3260</td> </tr> </tbody> </table>	Adresse	Port	192.168.42.100	3260		
Adresse	Port						
192.168.42.100	3260						

Enregistrer la configuration Annuler

Maintenant le disque monté, on va passer à la création de la banque de données iSCSI :

Hôte

- Gérer
- Surveiller
- Machines virtuelles
- Stockage**
- Mise en réseau

Banques de données | Adaptateurs | Périphériques | Mémoire persistante

Nom	Type de lecteur
datastore	SSD
NFS	Inconnu

Nouvelle banque de données - iSCSI

- Sélectionner un type de création
- Sélectionner le périphérique**
- Sélectionner les options de partitionnement
- Prêt à terminer

Sélectionner le périphérique

Sélectionner un périphérique sur lequel créer une partition VMFS

Nom:

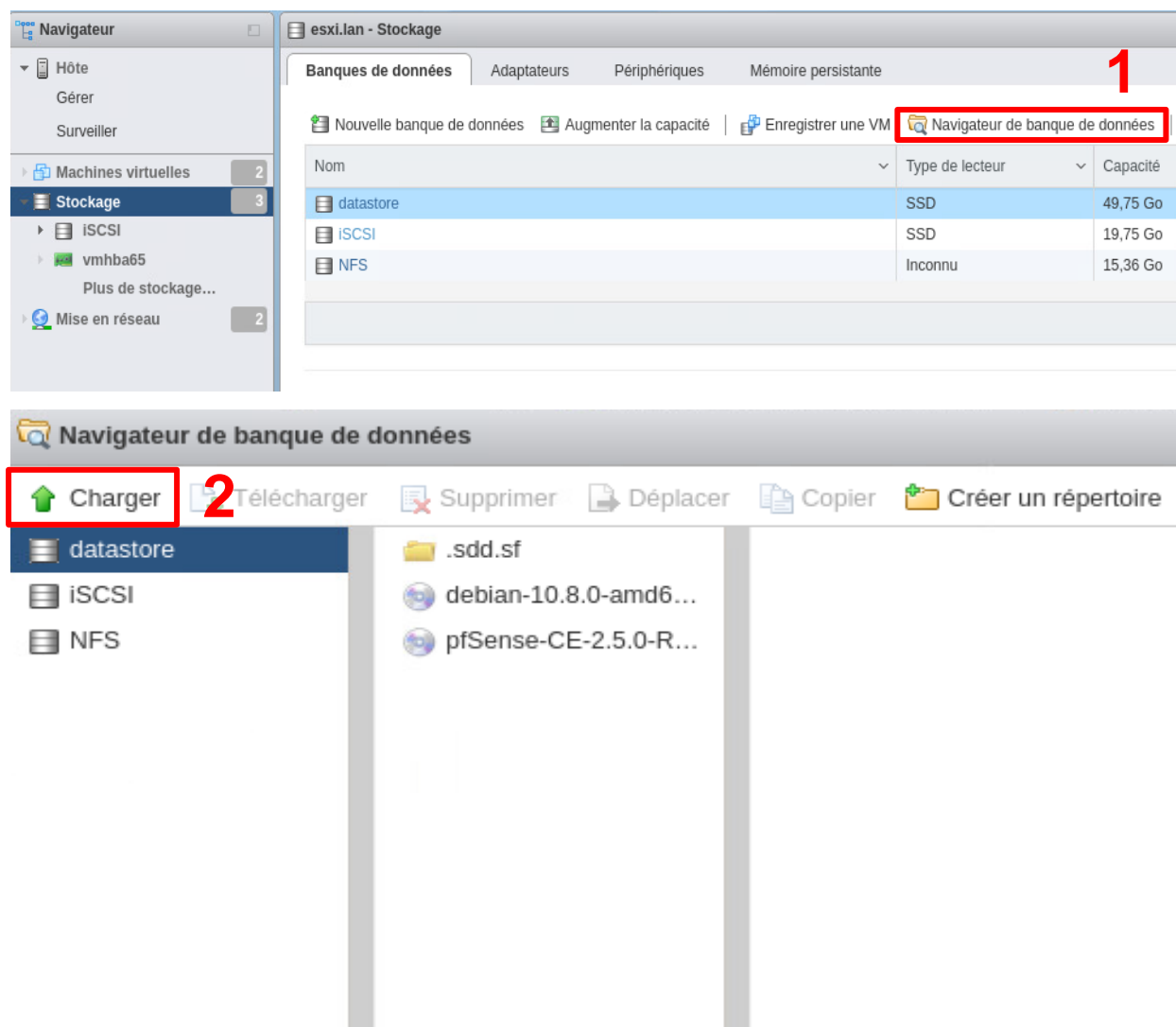
Les périphériques suivants ne sont pas réclamés et peuvent être utilisés pour créer une banque de données v

Nom	Type	Capacité	Espace
FreeNAS iSCSI Disk (naa.6589cfc0000004edac619e...)	Disque (SSD)	20 Go	20 Go

Et voilà 🎉 ! On a terminé la création de la banque de données iSCSI et on peut donc maintenant commencer de créer nos machines virtuelles dans VMWare ESXi.

Etape 5 : Importation des fichiers ISO d'installation

Nous approchons de la fin de notre travail, et donc maintenant, on va importer les fichiers ISO dans notre VMWare ESXi, à travers la banque de données datastore local. Pour ce faire, après avoir téléchargé les fichiers ISO du pFsense et de la Debian 10³, il nous faut les importer comme ceci :



Cliquez sur Charger, et sélectionnez les fichiers ISO téléchargés. A présent, après avoir chargé les ISOS, il nous reste à créer les machines virtuelles.

³ Pour télécharger les fichiers, aller dans le site officiel de Debian, www.debian.org et le celui du pFsense, www.pfsense.org

Etape 6 : Création des machines virtuelles

- *Le pfSense dans ESXi*

Avant de monter la machine Debian, on va créer une machine virtuelle pfSense pour permettre aux autres machines de pouvoir accéder à Internet. Rappelons-nous que nous avons créé un vSwitch2 lors de la configuration réseau du VMWare ESXi, qui sera le réseau LAN de notre routeur pfSense, et le vswitch0, qui est lié au vSwitch du cluster vSphere, qui communiquera à travers le pfSense du cluster, sera notre réseau WAN du pfSense imbriqué dans ESXi. Pour la création du pfSense, voici les étapes à suivre :

The image shows two screenshots from the VMware vSphere interface. The top screenshot shows the 'esxi.lan - Machines virtuelles' view. On the left, the 'Navigateur' sidebar has 'Machines virtuelles' highlighted with a red box and a red '1'. In the main area, the 'Créer/Enregistrer une machine virtuelle' button is highlighted with a red box and a red '2'. The bottom screenshot shows the 'Nouvelle machine virtuelle' wizard. On the left, a list of steps is shown, with '1 Sélectionner un type de création' highlighted. On the right, the 'Sélectionner un type de création' screen shows the 'Créer une machine virtuelle' option highlighted with a red box and a red '3'.

1 Sélectionner un type de création

2 Sélectionner un nom et un système d'exploitation invité

3 Sélectionner un stockage

4 Personnaliser les paramètres

5 Prêt à terminer

Sélectionner un type de création

Comment voulez-vous créer une machine virtuelle ?

Créer une machine virtuelle

Déployer une machine virtuelle à partir d'un fichier OV...

Enregistrer une machine virtuelle existante

Nouvelle machine virtuelle - WR-Pfsense (Machine virtuelle ESXi 7.0)

✓ 1 Sélectionner un type de création

2 Sélectionner un nom et un système d'exploitation invité

3 Sélectionner un stockage

4 Personnaliser les paramètres

5 Prêt à terminer

Sélectionner un nom et un système d'exploitation invité

Spécifier un nom unique et un système d'exploitation

Nom **4**

WR-Pfsense

Les noms des machines virtuelles peuvent comporter jusqu'à 80 caractères et doivent être uniques dans chaque instance ESXi.

L'identification du système d'exploitation invité permet à l'assistant de fournir les valeurs par défaut appropriées pour l'installation du système d'exploitation. **5**

Compatibilité **Machine virtuelle ESXi 7.0**

Famille de systèmes d'exploitation invités **Autre**

Version du SE invité **FreeBSD 12 ou versions ultérieures (64 bits)**

6

Nouvelle machine virtuelle - WR-Pfsensej (Machine virtuelle ESXi 7.0)

✓ 1 Sélectionner un type de création

✓ 2 Sélectionner un nom et un système d'exploitation invité

✓ 3 Sélectionner un stockage

4 Personnaliser les paramètres

5 Prêt à terminer

Sélectionner un stockage

Sélectionnez le type de stockage et la banque de données

Standard Mémoire persistante

Sélectionnez la banque de données pour les fichiers de configuration de la machine virtuelle et tous ses disques virtuels.

Nom	Capacité	Libre	Type	Provisio...	Accès
datastore	49,75 Go	48,34 Go	VMFS6	Pris en ch...	Simple
ISCSI	19,75 Go	16,21 Go	VMFS6	Pris en ch...	Simple
NFS	15,36 Go	15,36 Go	NFS	Pris en ch...	Simple

3 éléments

7

Maintenant, on entre dans la personnalisation du matériel du pfsense, adaptez-le comme le tableau présent dans l'infrastructure informatique :

Nouvelle machine virtuelle - WR-Pfsensej (Machine virtuelle ESXi 7.0)

- ✓ 1 Sélectionner un type de création
- ✓ 2 Sélectionner un nom et un système d'exploitation invité
- ✓ 3 Sélectionner un stockage
- ✓ 4 Personnaliser les paramètres
- 5 Prêt à terminer

Personnaliser les paramètres

Configurer le matériel virtuel et les autres options de la machine virtuelle

CPU	1		
Mémoire	512	Mo	
Disque dur 1	8	Go	
Contrôleur SCSI 0	LSI Logic SAS		
Contrôleur SATA 0			
Contrôleur USB 1	USB 2.0		
Adaptateur réseau 1	VM Network	<input checked="" type="checkbox"/> Connecter	
Nouvel adaptateur réseau	Switch LAN	<input checked="" type="checkbox"/> Connecter	
Lecteur de CD/DVD 1	Périphérique hôte	<input checked="" type="checkbox"/> Connecter	
Carte vidéo	Paramètres par défaut		

Personnaliser les paramètres

Configurer le matériel virtuel et les autres options de la machine virtuelle

Contrôleur SATA 0		
Contrôleur USB 1	USB 2.0	
Adaptateur réseau 1	VM Network	<input checked="" type="checkbox"/> Connecter
Nouvel adaptateur réseau	Switch LAN	<input checked="" type="checkbox"/> Connecter
Lecteur de CD/DVD 1	Fichier ISO banque de données	<input checked="" type="checkbox"/> Connecter
État	<input checked="" type="checkbox"/> Connecter lors de la mise sous tension	
Support CD/DVD	[datastore] pfSense-CE-2.5.0-RELEASE-amd64.iso Parcourir...	
Emplacement du contrôleur	Contrôleur SATA 0	SATA (0:0)
Carte vidéo	Paramètres par défaut	

Maintenant on termine la configuration, et on lance la machine pfsense, pour configurer comme d'habitude le pfsense. Il vous suffit juste d'assigner les bonnes interfaces, et pour ne pas se tromper, vous pouvez vous référer aux adresses MAC des périphériques.

- *La machine virtuelle Debian dans ESXi*

Les étapes sont similaires pour créer les machines virtuelles, il vous suffit juste de ne pas se tromper dans la famille des systèmes d'exploitation, notamment pour Debian qui est Linux, et aussi ne pas oublier dans le support CD/DVD de mettre le bon fichier ISO.

Les paramètres matériels sont attribués dans le tableau dans *Infrastructure informatique*.

Après avoir démarré la machine et installer Debian, il nous suffit de faire un test de ping à 1.1.1.1 pour vérifier si la machine peut accéder à Internet. Si la machine a accès Internet, vous avez gagné ! 🎉 😊

Nous arrivons à la fin de cette documentation, je vous félicite d'avoir réussi à arriver jusqu'ici.