

**Institut Universitaire de Technologie,  
Aix-Marseille Université**

**RAPPORT DE STAGE**  
**Diplôme Universitaire de Technologie Spécialité Réseaux  
et Télécommunications**

**Déploiement d'un système  
d'installation réseaux de postes de  
travail**

**Rayhân FERNANDEZ**

**LIS**

**Responsables entreprises: Georges Reljic, Kai Poutrain et Manuel Bertrand**  
**Responsable académique: Djamal Merad**

**-2022-**



# TABLE DES MATIÈRES

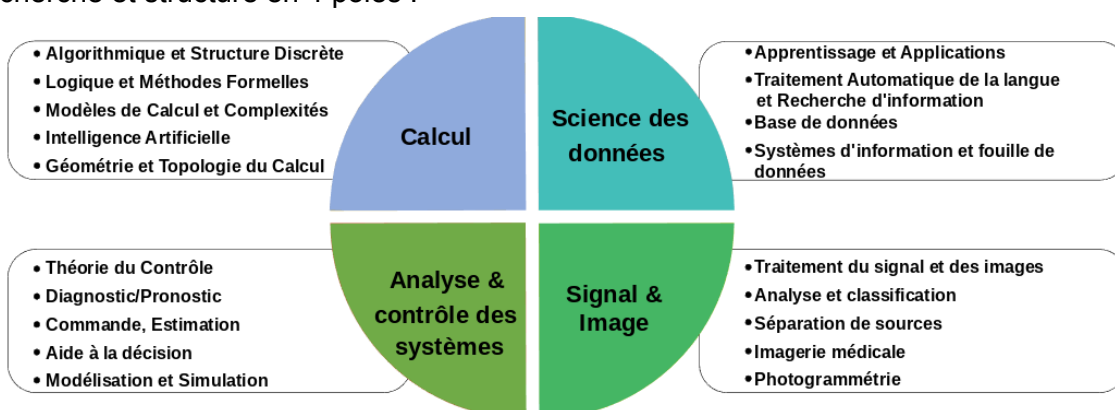
<b>Présentation de l'entreprise.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Le service informatique.....</b>	<b>3</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>4</b>
<b>Amorçage PXE.....</b>	<b>4</b>
<b>3.1. Qu'est ce que l'amorçage PXE ?.....</b>	<b>5</b>
<b>3.2. Étapes de configurations.....</b>	<b>6</b>
<b>3.2.1 Paquets à télécharger en amont.....</b>	<b>6</b>
<b>3.2.2. Structure des dossiers.....</b>	<b>6</b>
<b>3.2.3 Configuration du serveur nfs.....</b>	<b>7</b>
<b>3.2.4. Configuration serveur DHCP.....</b>	<b>8</b>
<b>3.2.6. Compléter les dossiers TFTP.....</b>	<b>9</b>
<b>3.2.7. pxelinux.cfg et grub.cfg.....</b>	<b>10</b>
<b>3.3. Les résultats.....</b>	<b>11</b>
<b>3.4. Résolution.....</b>	<b>12</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>14</b>
<b>Remerciements.....</b>	<b>14</b>
<b>Glossaire.....</b>	<b>15</b>
<b>Sitographie.....</b>	<b>15</b>

## 1. Présentation de l'entreprise

Présentation du LIS:

Le LIS Laboratoire d'Informatique et Systèmes est une Unité Mixte de Recherche (UMR) sous tutelles du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) rattachée à l'Institut des sciences de l'information et de leurs interactions (INS2I), de l'Université d'Aix-Marseille (AMU) et de l'Université de Toulon (UTLN). L'École Centrale de Marseille est par ailleurs partenaire du LIS. Ses locaux sont situés sur les campus de Saint-Jérôme et de Luminy à Marseille et sur le campus de l'Université de Toulon.

Le LIS mène des recherches fondamentales et appliquées dans les domaines de l'informatique, de l'automatique, du signal et de l'image. Il est composé de 20 équipes de recherche et structuré en 4 pôles :



Les recherches menées au LIS trouvent généralement une finalisation dans des domaines applicatifs aussi divers que le transport, la santé, l'énergie, l'environnement et la défense. Le LIS a ainsi un lien fort avec le monde socio-économique.

### 1.1. Le service informatique

Le service informatique du LIS est là pour aider les équipes de recherche en ayant différentes missions comme la gestion des parcs informatiques, la gestion des serveurs de calculs et la maintenance des outils informatiques des équipes au sein du LIS. Sans ce service le bon fonctionnement de tout le labo et des équipes de recherche seraient en grande difficulté .

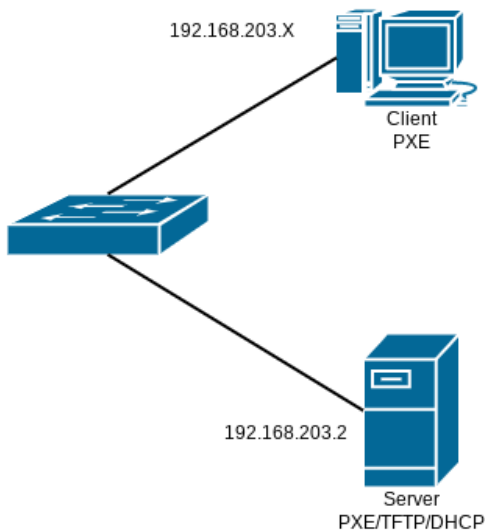
Le service informatique est divisé sur plusieurs campus comme Luminy et Saint-Jérôme. C'est donc dans ces derniers que sont basés les administrateurs système et réseaux du LIS afin de pouvoir directement être en contact avec les besoins des équipes de recherche.

## 2. Introduction

Le site du LIS basé sur le campus de St-Jérôme accueille un nombre de stagiaires important au sein des équipes de recherche. Qui dit un nombre important de stagiaires dit un parc informatique important. Plus d'une 20 aines de postes de travail réservés exclusivement aux stagiaires en Master se trouve sur site. L'idée serait de basculer tous ces postes sur une image Ubuntu pré défini. Cette image serait installée par un Boot PXE, c'est-à-dire que l'installation du système d'exploitation se fait exclusivement via le réseau local du LIS.

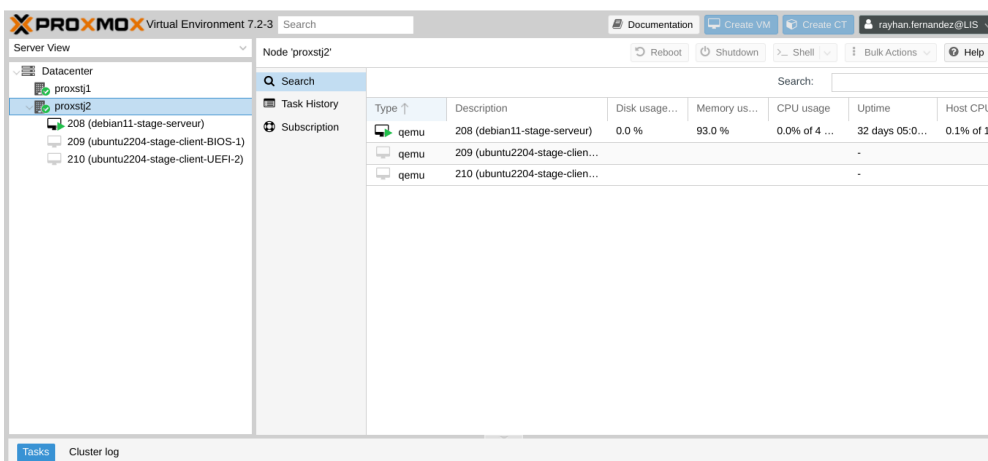
Nous verrons donc tout au long de ce rapport les différentes étapes lors de la configuration de l'amorçage par PXE ainsi que les problèmes rencontrés et par la même occasion la résolution à ces erreurs.

### Amorçage PXE



**Figure 1: topologie projet boot PXE**

Pendant ce stage j'ai pu utiliser trois machines virtuelles qui me serviront, une de serveur et les deux restantes de machine cliente test, via un logiciel appelé **Proxmox**.



### 3.1. Qu'est ce que l'amorçage PXE ?

PXELinux est une procédure d'amorçage, utilisée pour démarrer une machine sur une image transmise par le réseau. Cette procédure fait partie de Syslinux. Syslinux est une suite de chargeurs d'amorçage comprenant notamment IsoLinux qui est l'amorce utilisée par les CD d'installation pour Linux. Ici le chargeur d'amorçage qui nous intéresse est donc PXELinux

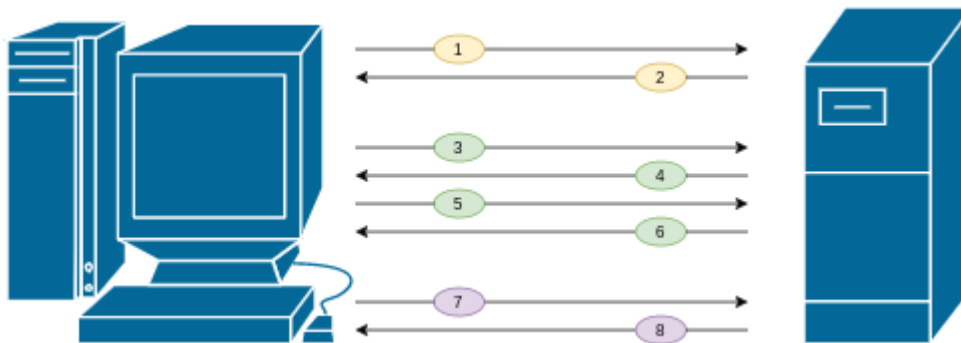
Mais avant tout définissons ce qu'est un chargeur d'amorçage. Un chargeur d'amorçage souvent appelé Bootloader est en fait un logiciel permettant de lancer un ou plusieurs systèmes d'exploitation comme Linux ou Windows . C'est la recherche des fichiers du système d'exploitation lors du démarrage d'un appareil qui est appelé "amorçage".

Il existe aussi deux sortes de micrologiciel au lancement de l'amorçage qu'on nomme BIOS et UEFI

Qu'est que signifie PXE ?

PXE, Pre-Boot Execution Environment, permet le démarrage d'une station de travail en récupérant l'image du Système d'exploitation via le réseau.

L'amorce par PXE se fait en plusieurs étapes:



**1** - - Requête DHCP: Le client fait la demande pour obtenir les informations IP.

**2** - - DHCP Response: Le serveur transmet une adresse IP au client, l'adresse du serveur. TFTP ainsi que l'emplacement des fichiers à télécharger.

**3** - - Demande la transmission des fichiers du chargeur d'amorçage.

**4** - - Délivre les fichiers du chargeur d'amorçage par le protocole TFTP.

**5** - - Demande les informations contenues dans `grub.cfg`.

**6** - - Délivre le contenu demandé.

**7** - - Requête sur le serveur HTTP pour les fichiers d'installation.

**8** - - Délivre les fichiers d'installation.

## 3.2. Étapes de configurations

### 3.2.1 Paquets à télécharger en amont

Serveur Web Apache : **apt-get install apache2**

service nfs : **apt-get install nfs-kernel-server**

Service dnsmasq : **apt-get install dnsmasq**

Pour récupérer mes fichiers pxelinux j'ai d'abord téléchargé le dossier syslinux correspondant, grâce aux lignes de commande suivantes.

```
mkdir Download/syslinux
cd ~/Download/syslinux
wget https://mirrors.edge.kernel.org/pub/linux/utils/boot/syslinux/syslinux-6.03.zip
unzip syslinux-6.03.zip
```

Télécharger les paquets UEFI:

```
apt-get download shim.signed
dpkg -x /tmp/shim-signed-common_1.38+15.4-7_all.deb shim
dpkg -x /tmp/shim-signed_1.38+15.4-7_amd64.deb shim

apt-get download grub-efi-amd64-signed
dpkg -x /tmp/grub-efi-amd64-signed_1+2.04+20_amd64.deb grub
```

### 3.2.2. Structure des dossiers

Arborescence des fichiers tftp:

```
srv
| - tftp
|   | - bios
|   | - boot
|   | - grub
```

Arborescence des fichiers web:

```
var
| - www
|   | - html
|   |   | - desktop
|   |   |   | - ubuntu-20.04
|   |   |   | - ubuntu-22.04
```

```
mount -v -o loop /root/ubuntu-22.04-desktop-amd64.iso /mnt/ubuntuiso/
```

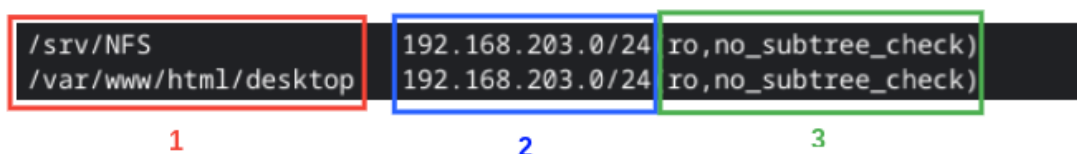
```
cp -rf /mnt/ubuntuiso/* /var/www/html/desktop/ubuntu-22.04
cp -rf /mnt/ubuntuiso/.disk/ /var/www/html/desktop/ubuntu-22.04
umount /mnt/ubuntuiso
```

### 3.2.3 Configuration du serveur nfs:

```
srv
| - NFS
| - ...
```

NFS, Network File System, est un protocole de partage de données via le réseau. Il se configure de la manière suivante:

j'ai ajouté à la fin ces deux lignes dans le fichiers /etc/exports :



```
/srv/NFS
/var/www/html/desktop
192.168.203.0/24
192.168.203.0/24
ro,no_subtree_check)
ro,no_subtree_check)
```

The image shows a terminal window with the contents of the /etc/exports file. Three parts are highlighted with colored boxes: a red box around the paths, a blue box around the IP ranges, and a green box around the options. Below each box is a number: 1, 2, and 3 respectively.

**figure 3: Configuration nfs dans le fichier /etc/exports**

---

La première partie représente les chemins d'accès des dossiers partagés:

```
/srv/NFS
/var/www/html/desktop
```

La deuxième partie montre sur quels réseaux j'autorise le partage de ces dossiers::

```
192.168.203.0/24
```

La dernière partie désigne les options apportées:

**ro** ⇒ les fichiers sont seulement accessible en lecture

**no\_subtree\_check** ⇒ neutralise la vérification de sous-répertoires pour améliorer la fiabilité.

---

### 3.2.4. Configuration serveur DHCP

La configuration du service dnsmasq est une étape cruciale pour le bon fonctionnement de mon serveur afin de transmettre une adresse IP automatiquement au démarrage de la machine cliente par le protocole DHCP. Le serveur dnsmasq est conçu pour fournir certains services comme DNS, DHCP, BootStrap et TFTP que l'on verra par la suite

/etc/dnsmasq.conf :

```
#DHCP Settings
#-----#
#-- Plage d'adresse IP
dhcp-range= 192.168.203.12,192.168.203.253,255.255.255.0,2h
#-- Passerelle par défaut
dhcp-option=3,192.168.203.1
#-- Option DNS
dhcp-option=6,192.168.203.1
#-- dns Forwarder info
server=192.168.203.1
```

**figure 4: Configuration du serveur dnsmasq**

### 3.2.5. Configuration serveur TFTP

Le service Dnsmasq contient également la possibilité d'utiliser le protocole TFTP ceci nous empêche d'installer des paquets en plus sur notre serveur tel que [tftp-hpa](#). TFTP utilise le port UDP 69, cette information me sera utile tout comme savoir que BootP, Bootstrap protocol utilise également le port UDP 67

/etc/dnsmasq.conf

```
#-----#
#  TFTP Options #
#-----#

#--localisation du fichier pxeboot
dhcp-boot=/bios/pxelinux.0,pxeserver,192.168.203.2

#-- Activer le service tftp
enable-tftp

#-- Dossier root pour tftp
tftp-root=/srv/tftp

#-- Architecture pour les fichiers boot
dhcp-match=set:efi-x86_64,option:client-arch,7
dhcp-boot=tag:efi-x86_64,grub/bootx64.efi
```

**figure 5: Configuration et Activation du serveur tftp**

### 3.2.6. Compléter les dossiers TFTP

Précédemment j'ai pu créer une arborescence pour mes fichiers TFTP. Maintenant il est temps que je complète tous les dossiers avec les fichiers pxelinux qui se trouvaient dans le dossier **syslinux-6.03.zip** .

Cette étape est fastidieuse car beaucoup de commandes redondantes mais très importantes pour le bon fonctionnement de l'amorçage pxe.

#### **Pour le dossier /srv/tftp/bios:**

```
cp bios/com32/elflink/ldlinux/ldlinux.c32 /srv/tftp/bios/  
cp bios/com32/libutil/libutil.c32 /srv/tftp/bios/  
cp bios/com32/menu/menu.c32 /srv/tftp/bios/  
cp bios/com32/menu/vesamenu.c32 /srv/tftp/bios/  
cp bios/core/pxelinux.0 /srv/tftp/bios/  
cp bios/core/lpxelinux.0 /srv/tftp/bios/  
mkdir /srv/tftp/pxelinux.cfg
```

```
@stage2022:~# ls /srv/tftp/bios/  
ldlinux.c32 libutil.c32 lpxelinux.0 menu.c32 pxelinux.0 pxelinux.cfg vesamenu.c32
```

**figure 6: représentation des fichiers /srv/tftp/bios/\***

#### **Pour le dossier /srv/tftp/grub:**

```
cp /root/PXE-UEFI/grub/usr/lib/grub/x86_64-efi-signed/grubnetx64.efi.signed  
/srv/tftp/grubx64.efi  
cp /root/PXE-UEFI/shim/usr/lib/shim/shimx64.efi.signed /srv/tftp/grub/bootx64.efi  
cp /var/www/html/desktop/ubuntu-22.04/boot/grub/grub.cfg /srv/tftp/grub/  
cp /var/www/html/desktop/ubuntu-22.04/boot/grub/fonts/unicode.pf2 /srv/tftp/grub/  
cp /srv/tftp/grub/unicode.pf2 /srv/tftp/grub/font.pf2
```

#### **Pour le dossier /srv/tftp/boot:**

```
cp /var/www/html/desktop/ubuntu-22.04/casper/vmlinuz /srv/tftp/boot/casper  
cp /var/www/html/desktop/ubuntu-22.04/casper/initrd /srv/tftp/boot/casper
```

**Casper** est le nom qui est donné au répertoire contenant tout la partie système de fichiers appartenant à Ubuntu. Cette partie est donc autorisée en lecture seule. dans notre cas ce sera les fichiers vmlinuz et initrd. Vmlinuz est un fichier exécutable qui contient le noyau Linux en format compressé. Initrd est quant à lui un fichier donnant la possibilité au chargeur d'amorçage de charger un disque **RAM** utilisé lors de l'installation de la machine linux

### 3.2.7. pxelinux.cfg et grub.cfg

Voici les derniers fichiers de configuration à compléter pour avoir des résultats concrets.

#### /srv/tftp/bios/pxelinux.cfg/default:

```
DEFAULT menu.c32
MENU TITLE LE SERVEUR PXE DU GLORIEUX LIS - Rayhan (R)
PROMPT 0
TIMEOUT 0

MENU COLOR TABMSG 37;40 #ffffffff #00000000
MENU COLOR TITLE 37;40 #ffffffff #00000000
MENU COLOR SEL 7 #ffffffff #00000000
MENU COLOR UNSEL 37;40 #ffffffff #00000000
MENU COLOR BORDER 37;40 #ffffffff #00000000

LABEL Ubuntu Desktop 22.04 PRESEED
    kernel /boot/casper/vmlinuz
    append nfsroot=192.168.203.2:/var/www/html/desktop/ubuntu-22.04 netboot=nfs
    ip=dhcp boot=casper preseed/url=http://192.168.203.2/example.seed initrd=/boot
    /casper/initrd systemd.mask=tmp.mount --
```

#### /srv/tftp/grub/grub.cfg

```
if loadfont /grub/font.pf2 ; then
set gfxmode=auto
insmod efi_gop
insmod efi_uga
insmod gfxterm
terminal_output gfxterm
fi

set menu_color_normal=white/black
set menu_color_highlight=black/light-gray
set timeout=5

menuentry "Ubuntu Desktop 22.04" {
set gfxpayload=keep
linux /boot/casper/vmlinuz ip=dhcp nfsroot=192.168.203.2:/var/www/html/desktop/
ubuntu-22.04/ netboot=nfs ip=dhcp preseed/url=http://192.168.203.2/example.seed
boot=casper systemd.mask=tmp.mount --
initrd /boot/casper/initrd
}
```

### 3.3. Les résultats

```
SeaBIOS (version rel-1.15.0-0-g2dd4b9b3f840-prebuilt.qemu.org)
Machine UUID f9bd57b8-5180-4384-b255-f30428ba3ad5
Booting from Hard Disk...
Boot failed: not a bootable disk

Booting from DVD/CD...
Boot failed: Could not read from CDROM (code 0003)
Booting from ROM...
  * XE (PCI 00:12.0) starting execution...ok
  * XE initialising devices...ok

iPXE 1.20.1+ (g4bd0) -- Open Source Network Boot Firmware -- http://ipxe.org
Features: DNS HTTP iSCSI TFTP AoE ELF MBOOT PXE bzImage Menu PXEXT

net0: b2:9b:ef:4a:43:cb using virtio-net on 0000:00:12.0 (open)
  [Link:up, TX:0 TXE:0 RX:0 RXE:0]
Configuring (net0 b2:9b:ef:4a:43:cb)..... No configuration methods
succeeded (http://ipxe.org/040ee119)
No more network devices

Press Ctrl-B for the iPXE command line...
```

Lors du démarrage de ma machine client une erreur est apparue “ **No more network devices**” après avoir revu tous mes fichiers de configuration, j’ai décidé d’aller chercher dans le journal des logs de mon serveur pour voir ce qui pourrait ne pas marcher au niveau de la couche transport de mon réseau.

**#journalctl -f**

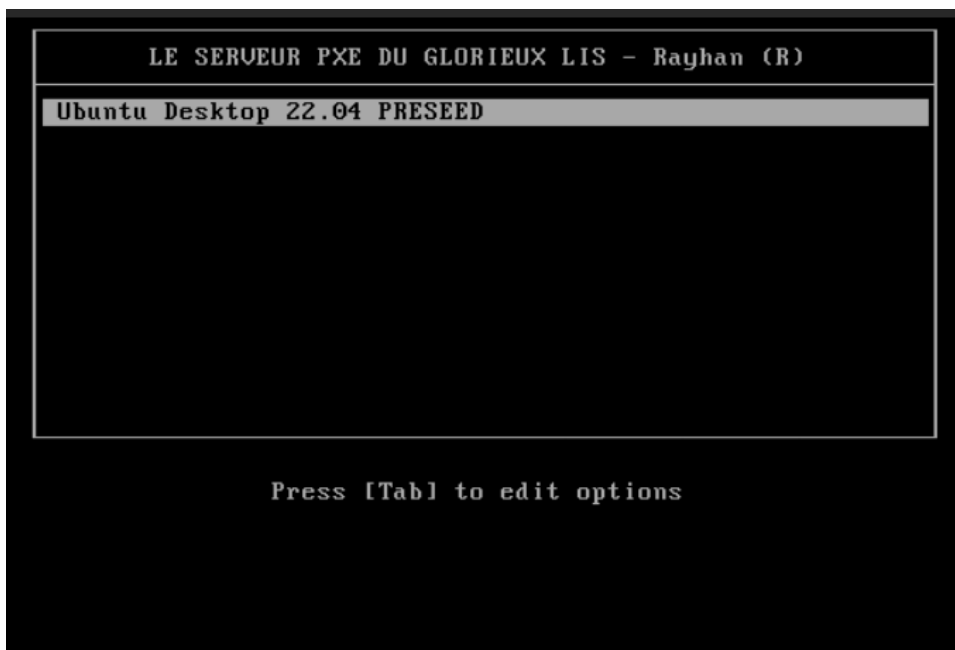
```
juin 12 13:58:02 stage2022.lis-lab.fr kernel: INTERDIT EN ENTREE: IN=ens18 OUT=
MAC=ff:ff:ff:ff:ff:ff:b2:9b:ef:4a:43:cb:08:00 SRC=0.0.0.0 DST=255.255.255.255
LEN=425 TOS=0x00 PREC=0x00 TTL=64 ID=768 PROTO=UDP SPT=68 DPT=67 LEN=405
```

Pendant la vérification des messages émis lors du démarrage de ma machine cliente il est apparue une erreur “ **INTERDIT EN ENTRÉE** “ pour le port udp 68 correspondant au protocole DHCP.

### 3.4. Résolution

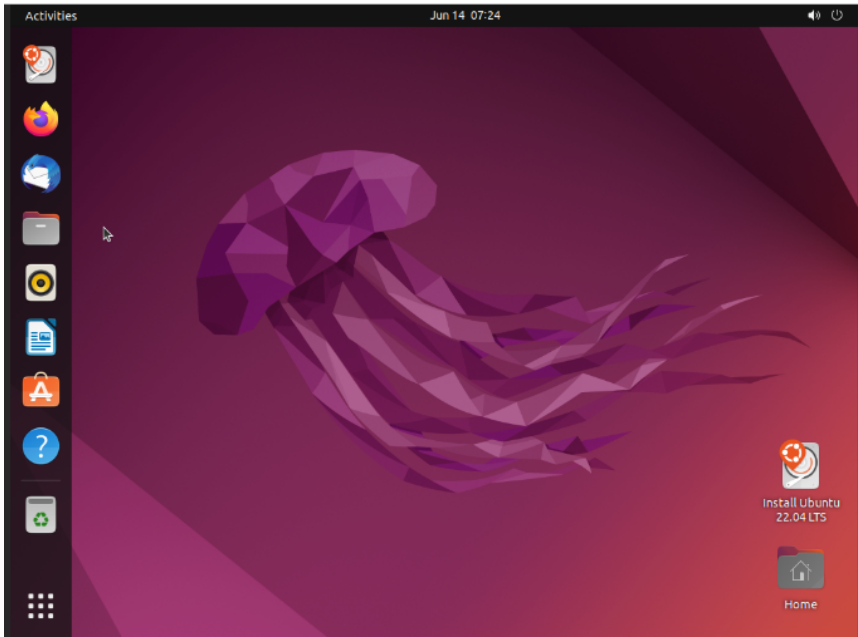
Pour résoudre mon problème lors de l'installation de la machine cliente, j'ai dû trouver le fichier de configuration dans lequel je pouvais modifier les règles de filtrages des ports. Le fichier en question est géré par un service nommé **nftables**. Nftables permet de gérer un pare-feu au sein du noyau Linux nommé NetFilter. La gestion de ce pare-feu est donc faite sur le fichier de configuration `/etc/nftables.conf`. Sur ce fichier je vais donc rajouter l'autorisation des ports DHCP, BOOTP et TFTP.

```
# Autorisation DHCP + TFTP
udp dport 69 log prefix "Connexion TFTP: " accept
udp dport 67 log prefix "Connexion BOOTPS: " accept
udp dport 68 log prefix "Connexion DHCP:" accept
```



Après ce menu, la machine cliente va donc chercher les fichiers manquant en passant par NFS. Je vais donc aussi ajouter les lignes suivantes aux fichiers de configuration `nftables.conf` afin que les ports nfs soit accepté par notre pare-feu linux.

```
# NFS
tcp dport 2049 ct state new log prefix "New NFS (TCP/2049) connexion: " accept
tcp dport 35847 ct state new log prefix "New NFS (TCP/35847) connexion: " accept
tcp dport 42113 ct state new log prefix "New NFS (TCP/42113 ) Conexion:" accept
tcp dport 111 ct state new log prefix "New NFS (TCP/111)connexion: " accept
tcp sport 830 ct state new log prefix "New NFS (Source port TCP/830)connexion: " accept
tcp sport 829 ct state new log prefix "New NFS (Source port TCP/830)connexion: " accept
```



### **3. Conclusion**

Cette expérience au sein du service informatique de l'Institut LIS a été très enrichissante en matière de nouveauté pour moi, que ce soit au niveau technique ou théorique des réseaux. Mes mauvaises expériences dans le domaine de l'administration système se sont vite envolées et ont laissé place de nouveau à cette passion que j'avais pour l'informatique et les réseaux. Pour moi, la mise en place d'un projet durable au sein d'un institut de recherche était l'une de mes motivations principales lors de ce stage. Une grande partie du projet a pu être réalisée cependant je n'ai pu aller jusqu'au bout par manque d'expérience et de compétences dans le domaine de l'administration systèmes. Malgré ma réorientation pour les prochaines années dans un domaines totalement différent de l'administration réseaux et systèmes, je pense que ce stage a pu m'apporter une grande capacité d'autonomie, un savoir être et un savoir faire qui me sera plus qu'utile dans l'avenir. Travailler sur ce projet a, pour moi, été un challenge que j'ai réellement apprécié.

### **4. Remerciements**

Je tiens tout particulièrement à remercier M. Manuel Bertrand ainsi que M. George Reljic et tout le service informatique du LIS, pour m'avoir accueilli au sein du service avec une grande bienveillance ainsi que de m'avoir accompagné lors de ce projet.

Je remercie également M. Djamel Merad enseignant chercheur et Chef du département R&T à l'IUT d'Aix-Marseille, pour m'avoir permis d'effectuer ce stage dans l'Institut LIS.

## 5. Glossaire

**PXE:** Pre-boot eXecution Environment, permet à une station de travail de démarrer depuis le réseau en récupérant une image de système d'exploitation qui se trouve sur un serveur.

**Proxmox VE:** Proxmox Virtual Environment est une solution de virtualisation libre basée sur l'hyperviseur Linux KVM.

**Système d'exploitation:** définit un ensemble de programmes chargé d'établir une relation entre les différentes ressources matérielles, les applications et l'utilisateur.

**NFS:** abréviation de Network File System, c'est-à-dire système de fichiers réseau. Ce système de fichiers en réseau permet de partager des données principalement entre systèmes de type UNIX

**DHCP:** Dynamic Host Configuration Protocol, est un protocole client/serveur qui fournit automatiquement à un hôte IP une adresse IP et d'autres informations de configuration associées, telles que le masque de sous-réseau et la passerelle par défaut.

**TFTP:** Trivial File Transfer Protocol. Ce protocole est principalement utilisé pour des transferts de fichier automatisés entre des machines sur le port UDP 69.

**Nftables:** nftables est un sous-système du noyau Linux fournissant le filtrage et la classification des paquets. Il est disponible depuis le noyau Linux

**Netfilter:** pare-feu au sein du noyau Linux à partir de la version 2.4 de ce dernier. Il prévoit des accroches dans le noyau pour l'interception et la manipulation des paquets réseau

## 6. Sitographie

<https://c-nergy.be/blog/?p=16353>

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Chargeur\\_d%27amor%C3%A7age](https://fr.wikipedia.org/wiki/Chargeur_d%27amor%C3%A7age)

[https://doc.fedora-fr.org/wiki/Configuration\\_d%27un\\_serveur\\_pour\\_lancer\\_des\\_installations\\_par\\_PXE\\_boot](https://doc.fedora-fr.org/wiki/Configuration_d%27un_serveur_pour_lancer_des_installations_par_PXE_boot)