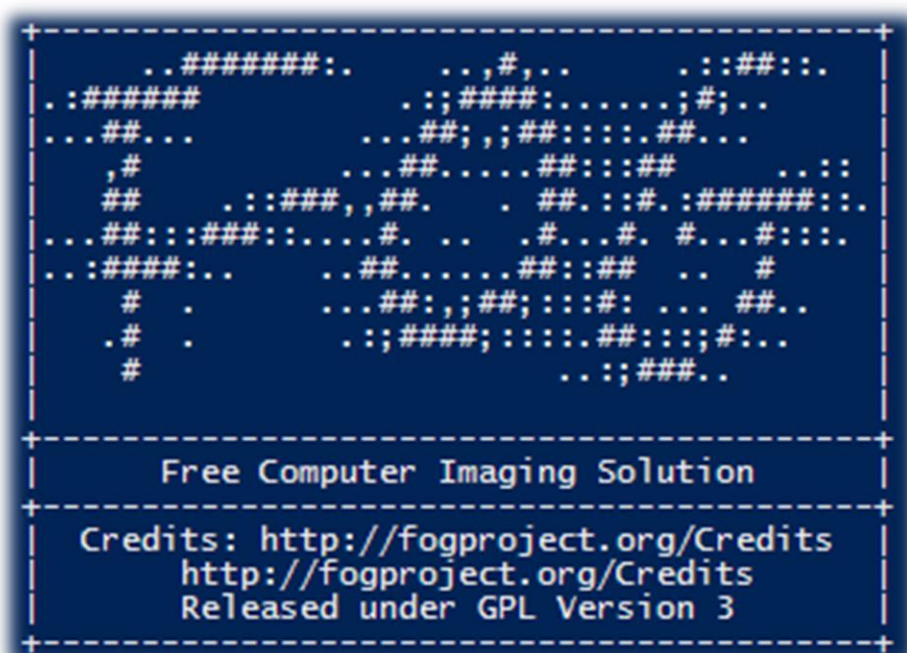


MISE EN PLACE D'UN SERVEUR DE DEPLOIEMENT D'IMAGES SYSTEME : FOG



I/	Cahier des charges	2
1-	Descriptif de l'existant.....	2
2-	Besoins	2
3-	Contraintes.....	3
II/	Ressources.....	3
1-	Ressources mises à disposition	3
2-	Ressource nécessaire à la mise en place.....	4
3-	Gestion des ressources	4
III/	Analyse.....	5
1-	Descriptifs des solutions	5
2-	Comparaisons des solutions.....	6
3-	Choix d'une solution	6
4-	Cartographie du réseau.....	8
5-	Etude de l'impact sur le SI existant	9
6-	Phasage de l'intervention	9
7-	Prévision des tests de validation.....	9
8-	Déploiement	10
IV/	Mise en place.....	10
1-	Réalisation.....	10
2-	Rapport de tests.....	13
3-	Rapport de déploiement.....	14
V/	Bilan	14
1-	Conclusion.....	14
2-	Auto-évaluation.....	15

I/ **Cahier des charges**

1- **Descriptif de l'existant**

L'environnement technique disponible pour le TP repose sur une infrastructure virtualisée hébergée sur une machine physique unique, permettant de simuler un réseau d'entreprise isolé et sécurisé. Cette configuration est constituée de plusieurs machines virtuelles interconnectées via un réseau interne dédié.

La machine virtuelle principale fonctionne sous Debian 13 et est destinée à accueillir le serveur FOG. Elle dispose de 2 Go de RAM et de deux disques durs dynamiques : un disque de 10 Go pour le système et un second de 100 Go, monté sur le répertoire /images pour le stockage des images systèmes. Deux interfaces réseau sont configurées : la première, sur le réseau pédagogique externe, est assignée à l'adresse 172.26.4.13, tandis que la seconde, sur le réseau interne, est configurée sur l'adresse 172.28.0.1, assurant la communication avec les postes clients.

Le réseau interne est structuré sur le plan d'adressage 172.28.0.0/24. Une machine virtuelle sous Windows 10 sert de poste de référence pour la capture d'image. Elle dispose de 4 Go de RAM et d'un disque virtuel contenant peu de données, ce qui réduit la taille de l'image et optimise les transferts. Trois autres machines virtuelles vides, présentant des caractéristiques identiques à la machine de référence, sont prévues pour recevoir les images système lors des tests de déploiement.

2- **Besoins**

L'infrastructure existante ne dispose d'aucune solution centralisée pour la capture et le déploiement d'images système. Les postes clients et le serveur Debian doivent actuellement être configurés et maintenus manuellement, ce qui limite la rapidité, la reproductibilité et la fiabilité des installations.

Le projet nécessite donc la mise en place d'un serveur de déploiement d'images FOG, capable de répondre aux besoins suivants :

- Centralisation du déploiement : permettre la gestion et le stockage des images systèmes depuis un serveur unique, afin de simplifier la maintenance et de réduire les interventions manuelles sur chaque poste.
- Automatisation des déploiements : offrir la possibilité de déployer rapidement une image sur plusieurs machines, en utilisant à la fois le mode unicast pour un poste unique et le mode multicast pour plusieurs postes simultanément.
- Compatibilité multi-systèmes : assurer le déploiement d'images sur des machines Windows tout en pouvant évoluer vers d'autres systèmes si nécessaire.
- Sécurité et traçabilité : contrôler l'accès à la console de gestion FOG et garantir que les images et les opérations de déploiement sont protégées contre toute modification non autorisée.
- Optimisation des ressources : tirer parti de la configuration actuelle de la VM serveur (2 Go de RAM, 10 Go pour le système et 100 Go pour le stockage des images) et des interfaces réseau internes et externes pour assurer des transferts rapides et fiables.

Ces besoins justifient la configuration du serveur Debian avec deux interfaces réseau distinctes, l'une dédiée au réseau pédagogique externe pour la gestion et la supervision, l'autre au réseau interne pour

les opérations PXE¹. Ils impliquent également la création et l'organisation d'un espace de stockage suffisant pour accueillir les images des machines de référence, ainsi que l'intégration d'un serveur DHCP intégré à FOG pour automatiser la distribution des adresses IP aux postes clients.

L'ensemble de ces besoins définit les objectifs fonctionnels du projet et constitue la base sur laquelle sera déployée la solution FOG, en garantissant un déploiement fiable, rapide et centralisé sur l'ensemble du réseau interne.

3- Contraintes

La mise en place du serveur FOG s'inscrit dans un cadre pédagogique strict, avec un temps limité de 12 heures de cours pour réaliser l'ensemble du projet et rédiger le compte rendu complet. Cette contrainte impose une organisation méthodique des tâches et une planification rigoureuse afin de garantir la réalisation de toutes les étapes dans les délais impartis.

Sur le plan technique, l'environnement virtualisé repose sur une machine hôte unique, limitant les ressources disponibles pour les machines virtuelles. La répartition de la mémoire, de l'espace disque et de la puissance processeur doit être optimisée pour assurer un fonctionnement fluide du serveur FOG et des postes clients.

Le réseau interne dédié au déploiement PXE doit rester isolé pour éviter les conflits d'adressage ou toute interférence avec le réseau pédagogique externe. De plus, les transferts d'images peuvent générer une charge réseau importante, ce qui nécessite de planifier les opérations pour ne pas saturer la bande passante.

Enfin, l'installation et la configuration de FOG exigent une bonne maîtrise des systèmes Linux et des services réseau associés (DHCP, TFTP, PXE). Toute erreur de paramétrage pourrait compromettre la capture ou le déploiement des images, et limiter la capacité à respecter le délai de 12 heures pour l'achèvement du TP.

II/ Ressources

1- Ressources mises à disposition

Le projet s'appuie sur une infrastructure virtualisée déjà présentée dans la section I.1, hébergée sur une machine physique unique. Cette infrastructure comprend le serveur Debian destiné à FOG, les postes clients Windows et les machines virtuelles vides prévues pour le déploiement des images, ainsi qu'un réseau interne isolé permettant des tests sécurisés.

Les ressources logicielles disponibles incluent l'accès à Debian 13, aux VM Windows, ainsi qu'aux outils nécessaires à l'administration et à la supervision du serveur FOG. L'environnement permet également l'accès au dépôt officiel FOG sur GitHub, facilitant l'installation et la configuration de la solution.

L'ensemble des machines virtuelles peut être contrôlé via la console de virtualisation, ce qui permet de gérer les snapshots, les démarrages PXE et les tests de déploiement. Les interfaces réseau internes et externes du serveur sont également accessibles, offrant la possibilité de superviser la solution tout en assurant la communication avec les postes clients.

¹ **PXE** : Preboot Execution Environment ; protocole réseau qui permet à un ordinateur d'amorcer un système d'exploitation directement depuis le réseau, sans avoir besoin de disque dur ou de support local (CD, clé USB).

Ces ressources fournissent une base complète pour réaliser le projet dans les conditions prévues, en garantissant la disponibilité du matériel et des logiciels nécessaires pour la capture, le stockage et le déploiement des images système.

2- Ressource nécessaire à la mise en place

La mise en place du serveur FOG et du réseau de déploiement nécessite un ensemble précis de ressources matérielles et logicielles afin de garantir le bon fonctionnement des opérations de capture et de déploiement d'images.

Sur le plan matériel, le serveur Debian doit disposer de 2 Go de RAM, d'un disque système de 10 Go et d'un espace de stockage de 100 Go monté sur le répertoire /images pour accueillir les images système. Deux interfaces réseau sont nécessaires : l'une connectée au réseau pédagogique externe pour l'administration et la supervision, et l'autre sur le réseau interne pour la communication avec les postes clients lors des opérations PXE. Les postes clients Windows 10/11 et les machines virtuelles vides doivent être configurés pour démarrer via PXE sur le réseau interne.

Sur le plan logiciel, les éléments suivants sont indispensables :

- ISOs des systèmes d'exploitation pour la création des machines virtuelles : Debian 13 pour le serveur FOG et Windows 10/11 pour le poste de référence destiné à la capture d'image.
- Dépôt officiel FOG installé dans le répertoire /opt du serveur Debian, garantissant la compatibilité avec l'environnement et facilitant l'installation des services associés.
- Serveur DHCP intégré à FOG, permettant la distribution automatique des adresses IP aux postes clients et le démarrage PXE sans intervention manuelle.
- Outils d'administration Linux et réseau (SSH, console VM, accès aux interfaces réseau) pour vérifier la configuration des services, les tables de routage et le fonctionnement global du serveur.

L'organisation et la disponibilité de ces ressources sont essentielles pour assurer la réussite du projet dans le temps limité de 12 heures de TP, en permettant de préparer les machines, de capturer les images système et de déployer celles-ci sur les postes clients de manière fiable et sécurisée.

3- Gestion des ressources

Le projet FOG a été déployé sur un serveur Debian unique hébergeant plusieurs machines virtuelles. Le serveur central assure le rôle de stockage et de gestion des images système, tandis que les postes clients Windows 10/11 et les machines virtuelles vides sont configurés pour recevoir les images déployées via PXE. Cette configuration permet de reproduire un environnement réseau d'entreprise avec un serveur centralisé et des postes clients homogènes.

Le stockage des images a été centralisé sur un disque dédié de 100 Go monté sur le répertoire /images, garantissant l'intégrité des données et facilitant leur accessibilité lors des opérations de déploiement. Les tâches de capture et de déploiement sont organisées de manière à éviter toute surcharge du serveur ou du réseau interne, et les droits d'accès sont configurés pour assurer la sécurité des images et le contrôle des opérations sur la console FOG.

Cette organisation permet de mettre en place un environnement de test réaliste, fiable et sécurisé, adapté à l'installation, à la configuration et à l'utilisation de FOG pour la capture et le déploiement centralisé d'images système.

III/ Analyse

1- Descriptifs des solutions

Dans le cadre de la mise en place d'un système de déploiement automatisé d'images systèmes, plusieurs solutions peuvent être envisagées. Celles-ci se distinguent par leurs fonctionnalités, leur compatibilité, leur mode de gestion et leur degré d'automatisation. Trois outils ont été étudiés : FOG Project, Clonezilla Server Edition, et Microsoft Deployment Toolkit (MDT).

- **FOG Project** : FOG est une solution libre et open source permettant le déploiement automatisé d'images systèmes sur des postes clients à travers le réseau, principalement via le protocole PXE. Conçu pour fonctionner sous Linux, il s'appuie sur des services tels que DHCP, TFTP et NFS pour assurer la communication entre le serveur et les machines clientes. L'interface web de gestion offre un pilotage centralisé des déploiements, la planification des tâches, la gestion des images et le suivi des opérations. FOG prend en charge plusieurs systèmes d'exploitation, notamment Windows et Linux, et permet aussi bien le déploiement en masse que l'installation unitaire. Il intègre des fonctionnalités complémentaires telles que l'inventaire matériel, le changement automatique de nom des postes ou encore l'intégration à un domaine Windows. Son principal atout réside dans sa simplicité d'installation et son efficacité dans les environnements pédagogiques ou de test.
- **Clonezilla Server Edition (SE)** : Clonezilla SE est une déclinaison réseau de l'outil Clonezilla, également open source, spécialisé dans le clonage et la restauration d'images disque. Basé sur la technologie DRBL (Diskless Remote Boot in Linux), il permet de déployer simultanément des images sur plusieurs postes clients en démarrage PXE. Contrairement à FOG, Clonezilla SE ne dispose pas d'interface web centralisée : la gestion s'effectue principalement en ligne de commande. Bien que plus rudimentaire, cette solution reste particulièrement performante pour le clonage en masse et convient aux environnements où la configuration manuelle n'est pas un obstacle. Elle offre de bonnes performances de transfert et une compatibilité étendue avec les systèmes de fichiers les plus courants (NTFS, ext4, etc.). Toutefois, son ergonomie et son absence d'automatisation avancée la rendent moins adaptée à un usage régulier dans un cadre éducatif ou d'entreprise.
- **Microsoft Deployment Toolkit (MDT)** : MDT est une solution gratuite proposée par Microsoft, destinée à l'automatisation du déploiement d'images et d'applications sur des postes Windows. Elle s'intègre pleinement à l'écosystème Windows Server et permet la création de séquences de tâches personnalisées pour installer, configurer et mettre à jour des systèmes d'exploitation.

Contrairement à FOG ou Clonezilla, MDT est principalement orienté vers les environnements professionnels homogènes sous Windows. Il offre une interface graphique complète et des options avancées d'automatisation, notamment l'intégration avec Windows Deployment Services (WDS) et Active Directory. En revanche, son déploiement nécessite une infrastructure Windows Server fonctionnelle et une configuration plus complexe, ce qui peut le rendre moins accessible dans un environnement de test limité en ressources.

2- Comparaisons des solutions

Critère	FOG Project	Clonezilla Server Edition	Microsoft Deployment Toolkit (MDT)	Commentaire
Centralisation	Interface web centralisée	Pas d'interface graphique centralisée	Interface complète sous Windows	FOG offre une gestion centralisée et intuitive via une interface web.
Automatisation	Planification intégrée et tâches PXE automatisées	Lancement manuel des opérations	Automatisation possible via scripts	FOG et MDT permettent l'automatisation, mais FOG reste plus simple à configurer.
Compatibilité	Windows et Linux	Multisystème mais configuration complexe	Principalement Windows	FOG propose une bonne compatibilité tout en restant facile à maintenir.
Mise en œuvre	Installation simple sur Debian/Linux	Configuration réseau plus technique	Installation lourde sur Windows Server	FOG est la solution la plus rapide à déployer dans un environnement Linux.
Fonctionnalités	Clonage, inventaire, renommage, jonction domaine	Clonage uniquement	Déploiement d'images et d'applications	FOG offre les fonctionnalités les plus complètes pour le déploiement réseau.
Coût	Gratuit et open source	Gratuit et open source	Gratuit mais nécessite une licence Windows Server	FOG est entièrement libre, sans dépendance logicielle payante.

3- Choix d'une solution

À l'issue de l'analyse comparative, la solution FOG Project a été retenue pour la mise en place du serveur de déploiement d'images disques. Ce choix s'est imposé naturellement, car FOG répond pleinement aux besoins identifiés dans le cahier des charges, tout en offrant une grande simplicité d'administration et une compatibilité étendue avec les systèmes clients.

Contrairement à Clonezilla Server Edition, qui requiert une configuration réseau plus technique et dont l'utilisation reste majoritairement manuelle, FOG propose une interface web centralisée facilitant la gestion des images, des hôtes et des tâches de déploiement. Cette approche graphique et intuitive

permet un suivi précis des opérations, un gain de temps considérable et une réduction des risques d'erreur lors des manipulations.

Face à Microsoft Deployment Toolkit (MDT), FOG présente également plusieurs avantages majeurs. D'une part, il ne dépend pas d'un environnement Windows Server, ce qui le rend plus léger et parfaitement adapté à une infrastructure basée sur Debian 13, comme celle utilisée dans ce projet. D'autre part, il intègre directement un serveur DHCP et TFTP, simplifiant grandement la configuration du réseau PXE et la communication avec les postes clients.

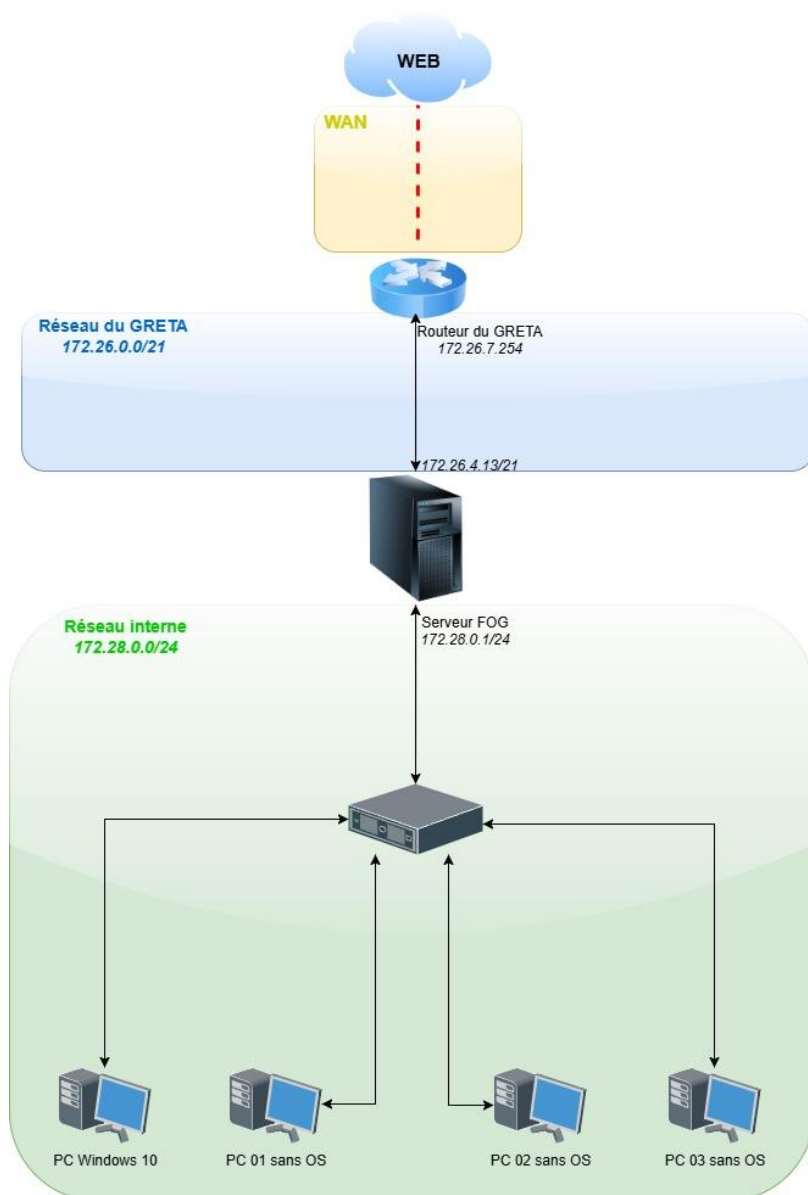
Sur le plan fonctionnel, FOG offre l'ensemble des services attendus : capture et déploiement d'images système, inventaire matériel, renommage automatique des machines, intégration au domaine et gestion centralisée des tâches. Ces fonctionnalités couvrent entièrement les besoins exprimés dans le cadre du projet, à savoir la création, la sauvegarde et le déploiement automatisé d'images système sur plusieurs postes clients d'un même réseau interne.

Enfin, FOG se distingue par sa licence open source, garantissant une solution gratuite, évolutive et personnalisable. Cette ouverture permet d'adapter le système aux besoins futurs sans dépendre de solutions propriétaires ou de licences coûteuses.

Ainsi, le choix de FOG Project s'inscrit dans une logique de simplicité, d'efficacité et de cohérence technique avec l'infrastructure mise en place. Sa compatibilité native avec Linux, son interface de gestion complète et son approche automatisée du déploiement en font la solution la plus pertinente et la mieux adaptée aux objectifs pédagogiques et techniques de ce projet.

4- Cartographie du réseau

a) Schéma



b) Plan d'adressage

VM	Réseau	Masque	Adresse	Passerelle
Serveur FOG	172.26.0.0	255.255.248.0	172.26.4.13	172.26.7.254
	172.28.0.0	255.255.255.0	172.28.0.1	
PC Windows 10	172.28.0.0	255.255.255.0	Dynamique	172.28.0.1
PC 01 vide	172.28.0.0	255.255.255.0	Dynamique	172.28.0.1
PC 02 vide	172.28.0.0	255.255.255.0	Dynamique	172.28.0.1
PC 03 vide	172.28.0.0	255.255.255.0	Dynamique	172.28.0.1

c) Tables de routage

Réseau	Adresse	Interface	Passerelle
Réseau interne	172.28.0.0/24	172.28.0.1	172.28.0.1
Réseau GRETA	172.26.0.0/21	172.26.4.13	172.26.4.13
WAN	0.0.0.0/0	172.26.4.13	172.26.7.254

5- Etude de l'impact sur le SI existant

L'intégration d'un serveur FOG Project au sein de l'infrastructure pédagogique représente une évolution significative dans la gestion et le déploiement des systèmes d'exploitation. Cette solution centralisée introduit des bénéfices notables pour l'administration du parc informatique, tout en impliquant certaines contraintes techniques et organisationnelles.

L'impact principal réside dans la rationalisation des déploiements : FOG permet de capturer une image système complète d'un poste de référence, puis de la déployer sur plusieurs machines en un minimum de temps. Cette automatisation réduit considérablement les tâches répétitives liées à l'installation manuelle des systèmes et des logiciels, améliorant ainsi la productivité et la cohérence des environnements.

Le recours au démarrage PXE élimine la nécessité de supports physiques (clés USB, DVD d'installation) et limite les erreurs humaines. De plus, la gestion centralisée des images via l'interface web de FOG facilite la maintenance, le suivi des postes et la mise à jour des configurations.

Le serveur FOG, étant open source, ne génère aucun coût de licence et peut être adapté librement aux besoins spécifiques de l'établissement, renforçant ainsi la maîtrise technique et la pérennité de la solution.

Dans l'ensemble, l'introduction du serveur FOG apporte une valeur ajoutée considérable au SI existant : réduction du temps d'installation, homogénéisation des configurations, gain en efficacité et en fiabilité. Les limites observées relèvent principalement de la complexité initiale de mise en œuvre et des précautions nécessaires pour l'intégration au réseau. En contrepartie, les bénéfices à long terme, en termes de maintenance, de réactivité et de maîtrise de l'infrastructure, justifient pleinement son adoption.

6- Phasage de l'intervention

- 1- **Préparation des machines virtuelles** : Création de la VM Debian pour le serveur FOG, de la VM Windows 10 de référence et des trois VM vides destinées aux tests. Les ISO nécessaires aux installations ont été montés.
- 2- **Installation du serveur FOG** : Installation du système Debian et configuration des interfaces réseau avec des adresses statiques. Téléchargement et installation du code source FOG
- 3- **Capture de l'image système** : Démarrage de la VM Windows 10 et création d'une image complète, stockée sur le serveur pour servir de base aux déploiements.
- 4- **Déploiement sur les postes clients** : Déploiement d'abord en unicast sur une machine pour vérifier la procédure, puis en multicast sur les deux autres machines pour un déploiement simultané plus rapide.
- 5- **Validation** : Vérification du démarrage des postes, de l'attribution des IP et de la conformité des systèmes déployés avec l'image de référence.

7- Prévision des tests de validation

Une fois le serveur FOG Project installé et l'infrastructure configurée, il est nécessaire de prévoir des tests de validation afin de s'assurer du bon fonctionnement du système et de la fiabilité des déploiements.

- **Vérification de la connectivité réseau** : S'assurer que toutes les machines virtuelles communiquent correctement avec le serveur FOG, que les interfaces réseau sont opérationnelles et que le serveur DHCP interne attribue les adresses IP dynamiques aux postes clients.
- **Démarrage PXE des postes clients** : Vérifier que les machines clientes démarrent correctement en PXE et qu'elles accèdent au menu FOG. Cette étape permet de confirmer la bonne configuration du serveur TFTP et du service DHCP intégré.
- **Capture et stockage d'une image** : Réaliser la capture d'une image complète de la VM Windows 10 de référence et vérifier que l'image est correctement stockée dans le dossier /images du serveur FOG.
- **Déploiement d'image en unicast** : Déployer l'image sur un premier poste client afin de valider la procédure complète : transfert de l'image, installation sur la machine et démarrage correct du système.
- **Déploiement d'image en multicast** : Déployer simultanément l'image sur les deux autres machines clientes afin de vérifier la rapidité et l'efficacité du processus multicast.
- **Vérification post-déploiement** : S'assurer que chaque poste client fonctionne correctement après le déploiement, que les configurations réseau sont cohérentes et que les systèmes sont identiques à l'image de référence.

8- Déploiement

Le serveur FOG Project a été installé sur la VM Debian 13 avec deux disques dynamiques et les interfaces réseau configurées sur le réseau externe (172.26.4.13) et interne (172.28.0.1). Le code source FOG a été déployé dans /opt et les services essentiels (DHCP interne, TFTP, PXE) activés pour permettre le démarrage réseau des machines clientes.

Les postes clients ont été préparés pour le PXE : la VM Windows 10 de référence pour la capture d'image et les trois VM vides pour les déploiements. Le dossier /images a été créé pour stocker les images système de manière centralisée et sécurisée.

L'infrastructure est ainsi opérationnelle et prête pour la capture et le déploiement des images sur les machines clientes.

IV/ Mise en place

1- Réalisation

a) Installation de Debian 13 :

- Avant l'installation de l'OS sur la VM :
 - Installer un second disque dur de 100 Go
- Suivre la procédure d'installation de Debian via ce lien : [Installation de Debian 13](#)
 - Pour rappel, la machine virtuelle devrait être configuré ainsi :
 - Disque : 10 Go
 - Mémoire : 2 Go
 - 2 cœurs

- Au moment de la configuration du partitionnement du disque :
 - Suivre cette table de partition :

Partition	Taille	Point de montage
sda1	6 Go	/ (amorçage)
sda2	3,7 Go	/var
sda3	1 Go	Espace d'échange «swap»
sdb1	100 Go	/images

- Ajouter une seconde interface où seront connecter nos postes clients :
- Configurer les cartes réseaux comme ci-dessous :
 - Fichier **nano /etc/network/interfaces**

```
# This file describes the network interfaces available on your
system
# and how to activate them. For more information, see interfaces(5).

source /etc/network/interfaces.d/*

# The loopback network interface
auto lo
iface lo inet loopback

# Carte réseau 01
allow-hotplug ens38
iface ens38 inet static
    address 172.26.4.13
    netmask 255.255.248.0
    gateway 172.26.7.254

# Carte réseau 02
allow-hotplug ens34
iface ens34 inet static
    address 172.28.0.1
    netmask 255.255.255.0
```

b) Installation de FOG et déploiements des images systèmes

Pour l'installation du serveur FOG, vous pouvez suivre cette procédure d'installation :

➤ Installation de FOG

c) Protocoles et services utilisés :

- Protocoles :
 - **DHCP (port 67)** : protocole réseau dont le rôle est d'assurer la configuration automatique des paramètres IP d'une station ou d'une machine, notamment en lui attribuant automatiquement une adresse IP et un masque de sous-réseau.
 - **TFTP (port 69)** : protocole simplifié de transfert de fichiers
 - **SSH (port 22)** : protocole de communication sécurisé
 - **UDPCast (port 53)** : outil de transfert de fichiers permettant d'envoyer simultanément des données vers plusieurs destinations sur un réseau local (LAN).

- **TCP (port 80)** : norme de communication qui permet aux programmes applicatifs et aux dispositifs informatiques d'échanger des messages sur un réseau
- **PXE** : ensemble de protocoles permettant à une machine de démarrer depuis le réseau en récupérant une image de système d'exploitation qui se trouve sur un serveur. Il comprend les protocoles DHCP pour fournir des configurations réseaux au poste-client et le protocole TFTP pour accéder au serveur PXE et transférer les images via le réseau.
- **NFS (port 2049)** : permet à une machine d'accéder via un réseau à des fichiers distants.
- **SSL (port 443)** : protocole de sécurisation des échanges sur Internet
- **Services :**
 - **MySQL / Mariadb** : système de gestion de bases de données qui stocke, organise et permet l'accès sécurisé aux données pour des applications ou sites web.
 - **Apache** : permet de diffuser des sites internet et des applications web en traitant les requêtes HTTP(S) des clients.
 - **DHCP server** : permet de fournir automatiquement une configuration IP à une machine
 - **FOG Multicast Manager** : gère les sessions de déploiement multicast, c'est-à-dire les transferts simultanés d'une même image disque vers plusieurs machines clientes à la fois.
 - **FOG Image Replicator** : chargé de synchroniser automatiquement les images système et fichiers associés entre le serveur principal et les nœuds de stockage, afin qu'ils disposent tous des mêmes données à jour.
 - **FOG Snapin Replicator** : synchronise automatiquement les "snapins" (petits paquets logiciels ou scripts déployés sur les clients) entre le serveur principal et les nœuds de stockage, pour garantir qu'ils disposent tous des mêmes fichiers.
 - **FOG Scheduler** : planifie et exécute automatiquement les tâches programmées (comme les déploiements d'images, les inventaires ou les redémarrages) selon les horaires définis dans l'interface web.
 - **FOG Ping Host** : vérifie régulièrement la disponibilité des machines clientes en les pingant, afin de déterminer si elles sont en ligne ou hors ligne dans l'interface d'administration.
 - **Snapin Hash** : calcule et met à jour les empreintes (hash) des fichiers snapins afin de garantir leur intégrité et de détecter toute modification ou corruption.
 - **FOG Image Size** : mesure et met à jour automatiquement la taille des images système stockées sur le serveur, afin d'afficher des informations précises dans l'interface d'administration.
 - **Open SSH** : permet d'établir des connexions sécurisées à distance entre machines via le protocole SSH, en assurant le chiffrement des échanges et l'authentification des utilisateurs.
 - **NFS Server** : permet de partager des fichiers et répertoires entre ordinateurs via le protocole NFS (Network File System), afin qu'ils soient accessibles comme s'ils étaient locaux.

d) Analyse du fonctionnement du serveur

- **Qu'est-ce que PXE ?**

Le PXE permet à un ordinateur de démarrer directement depuis le réseau, sans système installé sur son disque dur.

Dans FOG, PXE sert à charger un petit système Linux (appelé FOS) depuis le serveur FOG, afin d'exécuter des opérations d'imagerie : sauvegarde, déploiement, test mémoire, inventaire matériel, etc.

Le transfert initial du noyau et de l'image d'initialisation (init) se fait via le protocole TFTP. Une fois chargé en mémoire, init exécute des scripts shell (situés dans /bin de l'image) qui réalisent les tâches demandées depuis l'interface web FOG.

Les administrateurs peuvent personnaliser ces scripts grâce à l'outil Boot Image Editor (/utils/Boot Image Editor/FOGMountBootImage.sh) pour modifier le menu ou automatiser des actions.

Ainsi, FOG offre une base flexible : ses fonctions par défaut couvrent sauvegarde, restauration et tests, mais les utilisateurs avancés peuvent étendre ses capacités via des scripts ou plugins, comme Capone, qui automatise le déploiement selon le matériel détecté.

Référence : <https://wiki.fogproject.org/wiki/index.php/PXE>

- **Communication entre le poste-client et le serveur FOG :**

Quand un PC démarre sur le réseau avec FOG :

1. Il demande une adresse IP au serveur DHCP.
2. Le DHCP lui indique où trouver le serveur FOG et le fichier de démarrage.
3. Le PC télécharge ce fichier via TFTP (le chargeur PXE).
4. Ce chargeur contacte ensuite le serveur FOG en HTTP.
5. Il télécharge le petit système FOS (noyau + initramfs).
6. Le PC démarre sur FOS, qui se reconnecte au réseau.
7. FOS communique avec le serveur FOG pour obtenir les instructions.
8. Le menu FOG s'affiche : l'administrateur peut choisir capture, déploiement ou autre action.

2- Rapport de tests

Une fois l'installation et la configuration de FOG terminées, plusieurs séries de tests ont été effectuées afin de valider le bon fonctionnement de l'infrastructure et des services associés.

Dans un premier temps, les tests de connectivité réseau ont permis de vérifier la communication entre le serveur FOG et les postes clients via le réseau interne 172.28.0.0/24. Les commandes ping et ip a ont confirmé la bonne attribution des adresses IP par le service DHCP intégré à FOG.

Ensuite, un test de démarrage PXE a été réalisé sur une machine virtuelle cliente. Le poste a correctement détecté le serveur FOG, téléchargé le fichier d'amorçage via le protocole TFTP, puis affiché le menu PXE. Cette étape a validé la configuration du service de déploiement réseau.

La capture d'une image système a ensuite été effectuée à partir de la machine Windows 10 de référence. L'image a été transférée sans erreur dans le répertoire /images du serveur, confirmant la bonne communication entre le client et le serveur.

Enfin, des tests de déploiement unicast et multicast ont été réalisés sur les machines vides.

- En mode unicast, l'image a été restaurée avec succès sur une machine, validant la fiabilité du processus individuel.
- En mode multicast, le déploiement simultané sur deux machines a permis de constater une réduction significative du temps de transfert, démontrant l'efficacité de cette méthode pour des déploiements multiples.

L'ensemble des tests réalisés a confirmé la stabilité de la solution, le bon fonctionnement des services DHCP, TFTP et PXE, ainsi que la capacité du serveur FOG à capturer et déployer efficacement des images système sur un réseau local isolé.

3- Rapport de déploiement

Une fois le serveur FOG installé et configuré, les postes clients ont été paramétrés pour démarrer en PXE sur le réseau interne. Lors du premier démarrage, ils ont été automatiquement détectés par le serveur et ajoutés à la console d'administration.

L'image de la machine Windows 10 de référence a ensuite été capturée et enregistrée dans le répertoire /images du serveur. Cette image a été déployée sur trois machines virtuelles : une première en mode unicast, puis deux autres en mode multicast afin d'évaluer les performances de déploiement simultané.

L'ensemble des déploiements s'est déroulé sans incident. Les postes ont redémarré avec succès et l'image a été correctement restaurée, validant la stabilité et l'efficacité du serveur FOG dans son rôle de solution de déploiement centralisée.

V/ Bilan

1- Conclusion

La mise en place du serveur FOG Project a permis de déployer une solution complète et fonctionnelle de gestion et de déploiement d'images systèmes au sein d'un environnement virtualisé. L'installation de la plateforme sous Debian, associée à un réseau interne dédié, a offert un cadre stable et sécurisé pour tester l'ensemble du processus, de la capture à la restauration d'images.

Les tests réalisés ont confirmé la fiabilité du déploiement aussi bien en mode unicast qu'en mode multicast, démontrant la capacité de FOG à répondre efficacement aux besoins de déploiement simultané sur plusieurs postes. Cette solution open source s'est révélée performante, simple à administrer et parfaitement adaptée à un environnement pédagogique comme à une utilisation professionnelle.

Le projet a ainsi permis de mieux comprendre les mécanismes techniques liés au déploiement réseau (PXE, DHCP, TFTP, NFS) et d'expérimenter une solution concrète facilitant la maintenance et la gestion d'un parc informatique.

2- Auto-évaluation

La réalisation de ce projet autour du serveur FOG m'a permis de consolider mes compétences en administration système et en gestion d'infrastructures réseau. J'ai appris à mettre en œuvre une solution de déploiement automatisé d'images, à configurer un environnement réseau adapté et à comprendre le rôle des principaux services impliqués dans le processus (PXE, DHCP, TFTP, NFS).

L'installation et le paramétrage de FOG ont nécessité de la rigueur et une bonne compréhension des interactions entre les différentes composantes du système. Certaines étapes, comme la configuration réseau ou la gestion du DHCP intégré, ont demandé des ajustements et des vérifications, renforçant ma capacité à diagnostiquer et corriger des erreurs de configuration.

Dans l'ensemble, le projet s'est déroulé de manière satisfaisante. Les objectifs fixés ont été atteints : le serveur fonctionne correctement, les déploiements se sont faits sans incident, et la documentation produite permet de reproduire la procédure de manière claire et structurée. Ce travail m'a permis de gagner en autonomie, en méthode et en confiance dans la gestion de projets techniques en environnement Linux.