

# Virtualisation

Professeur : Florent Gluck

February 22, 2023

## Introduction à VirtualBox

### Introduction

---

Le but de ce travail pratique est de vous familiariser avec l'hyperviseur VirtualBox, aussi bien d'un point de vue pratique que théorique. En plus de vous former à l'utilisation d'un hyperviseur et des concepts liés à la virtualisation, l'utilisation empirique de VirtualBox vous aidera à comprendre une partie des aspects théorique vu en cours.

De nombreuses questions vous sont posées dans ce travail pratique. Le but de celles-ci est de vous aider à comprendre certains concepts clés de la virtualisation de plateforme. Souvent, les réponses peuvent être trouvées dans le [manuel utilisateur de VirtualBox](#), donc profitez-en et faites l'effort d'en lire les parties pertinentes.

Pour rappel : il est fortement souhaitable que Linux soit installé sur votre PC, nativement ou en dual-boot, plutôt que dans une machine virtuelle (VM).

### Préparation

---

Installez VirtualBox depuis les dépôts de votre distribution Linux ou à l'aide des paquets disponibles sur le [site officiel de VirtualBox](#). En cas de problème durant l'installation, consultez le manuel de VirtualBox.

Créez un répertoire de base pour les travaux pratiques de ce cours. Dans celui-ci, créez deux répertoires : un répertoire **ISO** pour y stocker les images d'installation de systèmes d'exploitation et un répertoire **VirtualBoxVMs** pour y stocker les machines virtuelles utilisées par VirtualBox.

Depuis le site <https://xubuntu.org/download/>, téléchargez l'image ISO de la dernière version LTS (22.04) de la distribution Xubuntu 64-bits.

A l'aide de la commande `sha256sum`, validez le checksum de l'image téléchargée avec le checksum se trouvant sur le site de téléchargement.

### 1. Machine virtuelle initiale

---

Exécutez VirtualBox, puis dans les préférences de celui-ci, changez le répertoire par défaut pour le stockage des machines virtuelles (VMs) en le faisant pointer vers le répertoire **VirtualBoxVMs** créé auparavant.

Créez une VM (que nous appellerons VM1) de type Linux 64-bit (adaptée à l'image ISO à y installer) avec 3GB de RAM et un disque de 30GB (avec les paramètres par défaut) au format **vdi**. Assurez-vous que le disque est alloué dynamiquement. Assurez-vous aussi que les instructions de virtualisation (*VT-x* pour Intel, *AMD-V* pour AMD) de votre processeur sont activées dans le firmware (UEFI/BIOS), ce qui est en général le cas par défaut. Inspectez ensuite les différents périphériques de la VM que vous venez de créer. Assurez vous aussi que votre VM possède un

lecteur CD/DVD-ROM et si ce n'est pas le cas, ajoutez-en un. Insérez-y l'image ISO Xubuntu 22.04 téléchargée auparavant et procédez à son installation. Sélectionnez "Minimal installation" afin que l'installation soit rapide.

En ce qui concerne la configuration du clavier, pour information le clavier Suisse-Français se trouve dans **German (Switzerland)** (ce qui est d'une logique implacable !).

- Lors de la création d'un disque de stockage virtuel, quelle est la différence entre un disque alloué dynamiquement et un disque de taille fixe ?
- Lequel devrait offrir les meilleures performances et pourquoi ?

Une fois l'installation terminée, démarrez la VM et comparez le matériel (*hardware*) de celle-ci au matériel de la machine hôte (*host*), typiquement RAM, CPU, espace disque, périphériques, etc.

Voici quelques commandes systèmes qui vous seront utiles : `lscpu`, `free -h`, `lspci`, `lsblk`, `df -h`.

- Quelles différences remarquez-vous entre le matériel (*hardware*) détecté par l'OS guest et l'OS de la machine hôte (*host*) ?
- Que réalise chaque commande système qui vous a été indiquée ci-dessus ?
- Parmi les périphériques listés avec `lspci` lesquels sont de type émulé, paravirtualisé et passthrough selon vous ?

Dans les paramètres de votre VM, parmi les périphériques supportés :

- Quels périphériques de stockage sont paravirtualisés ?
- Quels périphériques audio sont paravirtualisés ?
- Quels périphériques réseau sont paravirtualisés ?

Au niveau de la structure sur disque d'une VM :

- Où se trouvent les fichiers liés à votre VM ? Enumérez chaque fichier et décrivez précisément le rôle de chacun de ces fichiers.

## 2. Guest additions

---

- Que se passe-t-il lorsque vous maximisez ou changez la taille de la fenêtre de votre VM ? Qu'en pensez-vous en terme d'usabilité ?
- Est-il possible de changer la résolution de l'affichage depuis l'interface de VirtualBox (View → Virtual Screen) ? Comment est-il alors possible de changer la résolution ?

Observez les modules chargés dans le noyau de votre machine hôte (*host*) avec la commande `lsmod`.

- Quels sont les modules appartenant à VirtualBox et quel est le rôle de chacun d'entre-eux ? Le chapitre 2 du manuel pourra vous être utile ainsi que la commande `modinfo`.

Observez maintenant les modules chargés dans votre OS guest.

- Trouvez-vous un ou des modules liés à VirtualBox ? Si oui, lequel ou lesquels et quel est leur rôle selon vous ?

Dans votre OS guest, installez les **VirtualBox Guest Additions** correspondant à la version de VirtualBox installée sur le *host*. L'image ISO des Guest Additions peut être téléchargée ici : <http://download.virtualbox.org/virtualbox/>. Dans la VM en cours d'exécution, "insérez" l'image ISO comme disque optique. Celle-ci sera alors détectée comme disque DVD/CD-ROM dans l'OS guest. Montez ensuite ce périphérique afin d'accéder aux fichiers de l'image.

L'installation des Guest Additions implique la compilation, dans l'OS guest, de modules noyau qui nécessitent les packages suivants : `build-essential` et `linux-headers-$(uname -r)`. Une fois ces paquets installés, exécutez le script `VBoxLinuxAdditions.run` se trouvant dans l'image ISO.

Suite à l'installation des Guest Additions, rebootez votre OS guest et observez à nouveau les modules chargés dans votre OS guest.

- Voyez-vous un ou des modules noyau supplémentaires liés à VirtualBox ? Si oui, lequel ou lesquels et quel est leur rôle selon vous ?
- Essayez à nouveau de maximiser ou changer la taille de la fenêtre de votre VM. Qu'observez-vous par rapport à la même manipulation précédent l'installation des Guest Additions dans votre OS guest ?
- Est-il maintenant possible de changer la résolution de l'affichage depuis l'interface de VirtualBox (View → Virtual Screen) ?
- Selon vos observations empiriques et votre compréhension théorique, que constituent les Guest Additions exactement ?

### 3. Répertoire partagé

---

On désire ici échanger des fichiers entre la machine *host* et l'OS guest.

Pour ce faire, configurez un répertoire partagé (*shared folder*) entre votre *host* et la VM (cf. manuel VirtualBox). Assurez-vous que le répertoire soit automatiquement monté et permanent. Dans l'OS guest, n'oubliez pas d'ajouter au groupe `vboxsf` tout utilisateur nécessitant accès au répertoire partagé.

Ajoutez/supprimez des fichiers dans votre répertoire partagé, aussi bien depuis le *host* que depuis l'OS guest afin de valider que le partage de fichiers fonctionne correctement.

- Voyez-vous un nouveau module noyau lié à VirtualBox dans votre OS guest ? Si oui, lequel et quel est son rôle ?
- Quel est le type du système de fichiers utilisé par le répertoire partagé et comment l'avez-vous déterminé ?

### 4. Clones et snapshots

---

Eteignez VM1 car vous allez ici créer une nouvelle VM, de taille beaucoup plus modeste.

Le site <https://www.osboxes.org> est un site où l'on peut trouver des images disques d'OSes déjà toutes préparées pour les hyperviseurs les plus courants.

Sur le site `osboxes.org` téléchargez une image pour VirtualBox de la distribution Linux Debian 11 Bullseye Server version 64-bits. La raison pour laquelle on veut la version serveur est que l'image (compressée) est de petite taille, seulement 378MB alors que la version desktop fait > 1.1GB. De plus, il est toujours utile de se faire la main dans un terminal :-)

Créez une nouvelle VM (que nous appellerons VM2) afin d'y attacher l'image que vous venez de télécharger. Démarrer ensuite la VM et loggez-vous afin de vérifier que le système est fonctionnel. N'hésitez pas à changer le mot de passe avec la commande `passwd`. Le système est configuré avec un clavier américain QWERTY. Si celui-ci ne vous convient pas, vous pouvez le changer avec :

```
sudo dpkg-reconfigure keyboard-configuration
sudo dpkg-reconfigure console-setup
```

Pour information, vous pouvez rebooter votre système Debian avec `sudo reboot` et l'éteindre avec `sudo shutdown -h now`.

- Quels formats d'images sont proposés sur le site `osboxes.org` ? Que contiennent ces différents formats d'images, et quelles sont leurs différences ?

Assurez-vous que VM2 est en cours d'exécution. Pouvez-vous la cloner ?

Eteignez VM2, puis réalisez un clone de celle-ci (que nous appellerons VM2Clone1) de type *full* en vous assurant de réinitialiser l'adresse MAC de la carte réseau. Inspectez les fichiers de vos VMs afin de comprendre ce que réalise VirtualBox.

- Suite à vos observations, expliquez quel est le fonctionnement d'un *full clone* ? Confirmez votre explication en lisant le manuel de VirtualBox.

Réalisez ensuite un deuxième clone de VM2 (que nous appellerons VM2Clone2), mais cette fois-ci de type *linked*. Inspectez à nouveau les fichiers de vos VMs afin de comprendre ce que réalise VirtualBox.

- Suite à vos observations, expliquez quel est le fonctionnement d'un *linked clone* ? Confirmez votre explication en lisant le manuel de VirtualBox.
- Quelles sont les tailles respectives des disques de VM2, VM2Clone1 et VM2Clone2 ?

Démarrez VM2Clone1, puis créez un snapshot de celle-ci.

- Quels fichiers sont créés par ce premier snapshot ? Où se trouvent-ils, quelles sont leurs tailles, et que contiennent ils ?

Continuez à utiliser la VM, en y installant de nouvelles applications et en créant des fichiers, par exemple avec `dd if=/dev/urandom of=bigfile bs=1M count=500`. Observez la taille des fichiers snapshots (pendant 5 minutes d'utilisation par exemple).

- Qu'observez-vous ? Expliquez.

Modifiez la configuration matérielle de la VM, p.ex. en changeant le nombre de CPU et la RAM installée. Effectuez un deuxième snapshot.

- Où est-ce que la configuration matérielle (nombre de CPU, RAM) de ce nouveau snapshot est-elle sauvegardée ? Que pouvez-vous en déduire ?

Afin d'observer le comportement des snapshots *live*, installez le jeu **ninvaders** et commencez une partie de jeu. Au plein milieu d'une partie, effectuez un troisième snapshot.

Restaurez alors les différents snapshots que vous avez effectués précédemment afin de vous familiariser avec le mécanisme de restauration.

- Si on considère les snapshots comme des noeuds, par quelle structure de données peut-on représenter ces snapshots ? (pas forcément ceux que vous avez effectués, mais de manière générale)
- Est-ce que restaurer un *snapshot* précédent possédant une configuration système différente (paramètres CPU, RAM, etc. différents) rétabli la configuration système existante au moment du *snapshot* ?
- Maintenant que vous avez utilisé les mécanismes de clone et de snapshot, quelles sont les différences entre ces deux mécanismes ? Développez.

Afin de compléter votre compréhension empirique des clones et snapshots, approfondissez votre compréhension en lisant le chapitre **Snapshots** du manuel de VirtualBox. Ensuite, lisez le chapitre **Differencing Images** qui vous donnera une compréhension détaillée des mécanismes implémentés. A noter que des mécanismes similaires sont utilisés par les autres hyperviseurs (VMware, QEMU/KVM, etc.).

- Au niveau des données stockées sur le disque de l'hyperviseur, quelle est la différence entre effectuer un snapshot d'une VM en cours d'exécution et une VM éteinte ?
- Quel est l'impact principal à effectuer un grand nombre de snapshots pour une VM donnée ?

## 5. Hacking

---

Vous allez maintenant passer à une partie un peu plus ludique : à l'aide de l'outil **wget**, téléchargez l'image **hepiadoom.ova** se trouvant [ici](#) et importez cette VM dans VirtualBox. Notez que le lien ci-dessus sauve le fichier avec le nom **download**. Renommez-le donc avec un nom un peu plus sensé.

Cette VM contient **chocolate-doom** qui est une ré-implémentation du jeu classique **Doom** des années 90. A vous de trouver un moyen de vous logger dans l'OS alors que vous ne connaissez pas le mot de passe. Voici quelques indices pour vous aider à y parvenir :

- Le fichier **/etc/passwd** contient les comptes utilisateurs, un par ligne, avec plusieurs informations importantes...
- Le fichier **/etc/shadow** contient les hash de chaque mot de passe...

Une fois loggé sur le système, en récompense, vous pourrez tester le jeu **Doom** et blaster quelques monstres pour vous faire plaisir !

- En revenant au fichier **hepiadoom.ova**, de quel type de fichier s'agit-il ? (indice : commande **file**) Décrivez en détails ce que contient cet **ova** et comparez-en le contenu avec les types de fichiers de VirtualBox que vous avez rencontrés précédemment.
- Quelles sont les différences principales entre cette image **ova** et l'image que vous aviez téléchargée sur le site [www.osboxes.org](http://www.osboxes.org) ?
- Avez-vous eu besoin de configurer cette VM importée ? Pourquoi ?

## 6. Utilisation avancée via CLI

---

VirtualBox dispose d'une interface graphique, mais également d'une interface en ligne de commande via le programme **vboxmanage**. Ainsi, il devient possible de faire de l'automatisation p.ex. en scriptant la création ou destruction de VMs, etc. Cet outil est également beaucoup plus puissant que l'interface graphique car il nous permet de réaliser un grand nombre d'opérations simplement non disponibles autrement.

A l'aide de **vboxmanage**, listez les VMs installées sur votre *host*. Essayez ensuite de démarrer et arrêter vos VMs avec **vboxmanage**. Similairement, changez la quantité de RAM et le nombre de CPUs disponibles dans vos VMs sans passer par l'interface graphique.

- Les modifications sont-elles visible dans l'interface de VirtualBox ?
- Donnez des exemples d'opérations réalisables avec **vboxmanage** qui ne sont pas disponibles depuis l'interface graphique.

## 7. Accès concurrents

---

Soit un scénario où deux VMs sont configurées pour utiliser la même image disque.

- Selon vous, quel comportement allez vous observer lors de cet accès concurrent à une même image disque par deux VMs ?

Vérifiez votre hypothèse à l'aide d'un scénario empirique. Est-ce que le résultat obtenu valide votre hypothèse ?

## 8. Extension de l'espace disque

---

Vous désirez utiliser VM1 comme serveur de stockage. Assez rapidement, vous constatez que 30GB d'espace disque s'avère insuffisant et que vous avez besoin d'au moins 50GB d'espace disque supplémentaire.

- Sur l'hyperviseur (*host*), quelle est la taille réelle du disque utilisé par VM1 ?

Trouvez alors un moyen pour augmenter l'espace disque de votre VM de 50GB. Décrivez précisément les différentes étapes réalisées pour obtenir cet espace supplémentaire dans votre VM.

Une fois l'opération effectuée, n'oubliez pas de tester votre VM en vérifiant que celle-ci possède bien l'espace disque escompté. Pour rappel, la commande `df -h` permet d'afficher l'état des différents systèmes de fichiers du système.

- Inspectez à nouveau sur le *host* la taille du disque utilisé par votre VM. Que constatez-vous ?